

Н.П. СУПРУН, Ю.С. ШУСТОВ

ОСНОВИ
ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Київ КНУТД 2009

ЗМІСТ

Розділ 1.	Вихідні волокнисті матеріали	
1.1.	Основні поняття про будову високомолекулярних сполук	
1.2.	Будова та властивості текстильних волокон.....	
1.2.1.	Натуральні волокна рослинного походження	
1.2.2.	Натуральні волокна тваринного походження	
1.3.	Хімічні волокна	
Розділ 2.	Будова і властивості текстильних ниток	
2.1.	Класифікація ниток	
2.2.	Основні характеристики будови і властивостей волокон і ниток	
2.3.	Механічні властивості ниток	
2.4.	Кручення ниток	
2.5.	Згинання волокон і ниток	
2.6.	Тертя і чіпкість волокон і ниток.....	
2.7.	Зношування волокон і ниток	
Розділ 3.	Текстильні полотна	
3.1.	Основні процеси прядіння	
3.2.	Основні процеси виробництва тканин ..	
3.3.	Трикотажні полотна	
3.4.	Неткані матеріали	
3.5.	Механічні властивості текстильних полотен.	
3.5.1.	Напівциклові розривні характеристики ..	
3.5.2.	Одноциклові характеристики	
3.5.3.	Багатоциклові характеристики	
3.5.4.	Згинання	
3.5.5.	Драпірування.....	
3.5.6.	Незминальність	
3.5.7.	Багатоциклові характеристики згинання .	
3.5.8.	Фрикційні властивості	

- 3.5.9. Пілінгуємість
- 3.5.10.Роздвижка і обсипаємість тканин
- 3.6. Фізичні властивості текстильних матеріалів .
 - 3.6.1. Гігроскопічні властивості.....
 - 3.6.2. Проникність
 - 3.6.3. Теплові властивості
 - 3.6.4. Оптичні властивості
 - 3.6.5. Електричні властивості
- 3.7. Зміна лінійних розмірів текстильних
полотен
- 3.8. Зносостійкість текстильних матеріалів ..
 - 3.8.1. Стійкість до стирання
 - 3.8.2. Стійкість до світлопогоди
 - 3.8.3. Стійкість до носіння, прання, хімчистки....
 - 3.8.4. Стійкість до біологічних чинників...
 - 3.8.5. Дослідне і лабораторне носіння
- Розділ 4. Обробка текстильних полотен
- 4.1. Основні процеси обробки
- 4.2. Друкування текстильних матеріалів
- 4.3. Заключна обробка
- 4.4. Дефекти, фарбування, друкування і обробки
- Розділ 5. Оцінка якості матеріалів
- 5.1. Показники якості продукції
- 5.2. Визначення комплексних показників
якості.....
- 5.3. Оцінка якості матеріалів за стандартами ...
 - 5.3.1. Оцінка якості тканин.....
 - 5.3.2. Оцінка якості трикотажних полотен .
 - 5.3.3. Оцінка якості нетканих полотен
- 5.4. Догляд за матеріалами одягу.....

РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ВОЛОКОНІСТІ МАТЕРІАЛИ

Вихідним продуктом для отримання тканин, трикотажу, нетканих та тканев'язаних полотен є текстильні волокна. Властивості текстильних волокон визначаються їх хімічним складом, будовою макромолекул полімерів, надмолекулярною структурою та особливостями виробництва.

1.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО БУДОВУ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК

Речовини, які мають велику (від декількох тисяч до мільйонів) молекулярну масу і ряд специфічних властивостей, називають (ВМС).

Полімерами називають такі ВМС, молекули яких складаються із структурних одиниць, що повторюються (ланок), які підпорядковуються певній закономірності будови. Так, наприклад, молекула целюлози складається із груп $C_6H_{10}O_5$, що багато разів повторюються, поліпропілен – із груп C_3H_6 та ін. Отримання (синтез) полімерів в природі та техніці проходить шляхом послідовного з'єднання низькомолекулярних речовин різної будови, які називаються мономерами. Молекули полімерів, які унаслідок великих розмірів називаються макромолекулами або полімерними ланцюгами, побудовані з великого числа мономерних ланок. Число таких одиниць в макромолекулах, що повторюються, характеризує ступінь полімеризації і позначається буквою n . Молекулярна маса M полімеру дорівнює молекулярній масі m мономерної ланки, вираженої у вуглеводних одиницях, і помноженій на ступінь полімеризації n :

$$M = m \cdot n$$

Скорочено формулу полімеру можна записати у вигляді: $-(m)_n-$, причому риски вказують на наявність кінцевих груп, що відрізняються за своїм складом від складу ланок (мономерів).

Виділення ВМС в особливий клас хімічних речовин відбулося на початку ХХ сторіччя. Це пов'язано з проявом ними в ряді випадків унікальних властивостей, що визначає усе більш розширене застосування

полімерів в різноманітних галузях виробництва. До таких властивостей відносяться:

- здатність, не руйнуючись, оборотно розтягуватися багато разів при невисокій температурі; ця властивість називається високоеластичністю;
- здатність переходити в текучий стан при невисокій (150–300°C) температурі на відміну від металів, що звичайно плавляться при температурі 500–1500 °C; ця властивість істотно полегшує виготовлення з ВМС різних виробів;
- здатність до волокно- і плівкоутворення, яку не мають сполуки жодного іншого класу, що визначило широке використання ВМС для отримання різних волокон і тканин, плівок, штучної шкіри і т.п.;
- низька щільність, що звичайно знаходиться в межах 1 – 2 г/см³, внаслідок чого матеріал має високу питому міцність; ця властивість дозволяє одержувати з ВМС високоміцні вироби при їхній досить невисокій масі;
- високі діелектричні характеристики, що дозволяє широко використовувати полімери для виготовлення електроізоляційних матеріалів;
- здатність до набухання як першої стадії розчинення з утворенням систем, проміжних між твердими і рідкими речовинами. ВМС здатні поглинути велику кількість води, інших низькомолекулярних рідин або їх пари зі збереженням загальної форми полімерного зразка. При цьому відбувається не просте усмоктування рідини, як, наприклад, губкою, а складний фізико-хімічний процес.

Номенклатура полімерів. Деякі природні і синтетичні полімери мають власні назви – целюлоза, колаген, лігнін, тефлон та інше. Назви всіх інших полімерів складаються з назви початкового мономера, який створює одиниці, що повторюються, в макромолекулі, з додаванням префікса "полі", наприклад, поліетилен, поліамід.

Класифікація полімерів проводиться, як правило, залежно від галузі їх використання. Найчастіше класифікують полімери за наступними ознаками:

1. *За походженням* розрізняють:

- *природні полімери*, тобто такі, які створені природою і існують в природі (натуральний каучук, гутаперча, целюлоза, крохмаль, білки та інше);
- *штучні*, отримані з натуральних шляхом різних хімічних обробок (ефіри целюлози, хлоркаучук та інше);
- *синтетичні*, що одержані шляхом полімеризації або поліконденсації з низькомолекулярних сполук (поліаміди, поліефіри, поліуретани та інше).

2. За складом основного ланцюгу полімери поділяються на дві групи:

- гомоланцюгові, в яких головний ланцюг макромолекули побудований з однакових атомів; якщо він складається з атомів вуглецю, то такі полімери називаються карболанцюговими (поліетилен, полівінілхлорид та інше);
- гетероланцюгові, в яких головний ланцюг складається з різних атомів; найчастіше, окрім атомів вуглецю, сюди входить сірка, азот, кисень (поліаміди, поліефіри, целюлоза, білки, та інше).

3. За структурою макромолекулярних ланцюгів (рис.1) розрізняють:

- *лінійні полімери*, макромолекули яких не мають розгалужень, або мають невеликі короткі відгалуження в межах однієї мономерної ланки (натуральний каучук, целюлоза, поліетилен);
- *розгалужені полімери*, макромолекули яких мають бокові відгалуження завдовжки не менше однієї мономерної ланки (поліетилен високого тиску та інше);
- *сітчасті (зшиті чи просторові) полімери* – з'єднання, побудовані з довгих ланцюгів, сполучених один з одним в єдину тривимірну сітку з хімічними поперечними зв'язками.

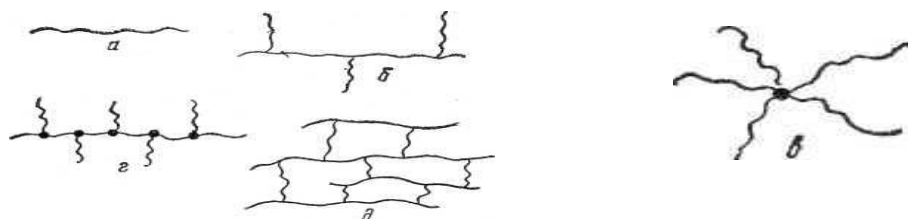


Рис. 1.1. Схематичне зображення макромолекул лінійних (а), розгалужених (б), зрізкоподібних (в), гребнеподібних (г) і сітчастих (д) полімерів

4. *За відношенням до нагрівання* і, відповідно, за способами переробки, розрізняють термопластичні і термореактивні полімери:

– *термопластичні полімери* переходять при підвищенні температури в текучий стан, а потім при охолодженні знов твердішають. Оскільки хімічна природа полімеру при цьому не змінюється, то процес плавлення і затвердіння можна повторювати багато разів (поліаміди, поліефіри та інше);

– *термореактивні полімери* при підвищенні температури набувають реакційної здатності і вступають в реакції зшивання, внаслідок чого утворюється тривимірний просторовий полімер, нерозчинний і неплавкий (фенолформальдегідні смоли).

5. *За легкістю деформуватися* розрізняють каучукоподібні *еластомери*, які характеризуються низькими значеннями молярної енергії когезії (4–8 кДж/моль), *волокноутворюючі полімери*, що характеризуються низькою енергією молярної когезії (до 20 кДж/моль), а також *пластики* (пластмаси), що характеризуються середніми величинами молярної енергії когезії.

6. *За відношенням до води* розрізняють *гідрофільні* полімери, тобто такі, що змочуються водою, набрякають або розчиняються в ній, та *гідрофобні*, які не змочуються водою і не набрякають в ній.

7. *За будовою ланцюга* розрізняють *гомополімери* і *сополімери*. Сополімери, також, як і гомополімери, можуть бути лінійними, розгалуженими або зшитими. Залежно від способу з'єднання ланок різного типу в макромолекули, розрізняють статистичні сополімери, що характеризуються випадковим розподілом ланок по ланцюгу, регулярні сополімери, в яких ланки різних мономерів розподілені по ланцюгу в визначеному порядку та привиті сополімери, в яких до основного ланцюгу, утвореного ланками одного типу, приєднані бокові гілки, складені з ланок іншої будови, а також блоксополімери – лінійні макромолекули яких складаються з блоків, що чергуються, причому кожний з них утворений гомополімером різної хімічної будови.

Існують два методи отримання полімерів – полімеризація та поліконденсація, які мають певні відмінності у проведенні процесу. До полімеризаційних відносять процеси синтезу полімерів, засновані на елементарних реакціях приєднання, до поліконденсації – процеси синтезу полімерів, в основі яких лежать елементарні реакції заміщення. Для полімеризації необхідно, щоб при кожному елементарному акті приєднання утворювалися частки, здатні приєднати наступну молекулу мономера. Цій умові задовольняють мономери, що містять кратні зв'язки чи цикли, що розкриваються при реакції.

В зв'язку з особливостями промислового отримання полімерів їх макромолекули можуть розрізнятися за своєю довжиною (за ступенем полімеризації) і, відповідно, за молекулярною масою, тобто бути полідисперсними. Монодисперсним є полімер, всі макромолекули якого мають однакову довжину і одну й ту ж саму молекулярну масу. Молекулярна маса полідисперсних полімерів є середньо статистичною величиною і визначається видом молекулярно-масового розподілення та способом усереднення.

Молекулярно-масове розподілення (ММР) – це співвідношення кількості макромолекул різної молекулярної маси у даному полімері, тобто, склад полімеру за молекулярною масою. ММР істотно впливає на макроскопічні властивості полімеру, особливо, механічні – значне розширення ММР призводить до їх погіршення. Криві ММР одержують, визначаючи чисельну або масову частку макромолекул в кожній з виділених фракцій полімеру з тією або іншою молекулярною масою. Середньочислова молекулярна маса розраховується як сума добутків чисельних часток фракції на молекулярну масу відповідної фракції.



Рис.1.2. Макромолекула у вигляді статистичного клубка (пунктиром позначена межа координаційної сфери)

Специфічні фізичні властивості полімерів пояснюються ланцюговою будовою макромолекули,

яка має гнучкість, що викликана можливістю обертання її окремих частин навколо простих хімічних зв'язків. Макромолекули не можуть знаходитися у газовій фазі, однак доволі реалістичною моделлю поведінки ізольованої макромолекули може бути розведений розчин полімеру. Ізольованою макромолекулою можна вважати таку, яка віддалена від інших макромолекул на відстань, більшу 0,6-0,8 нм, так що міжмолекулярні сили взаємодії і тепловий рух атомів і ланок, що складають молекулу відсутні і діють тільки сили міжмолекулярної взаємодії і тепловий рух атомів та ланок. Така макромолекула приймає розміри і форму статистичного більш-менш щільно згорнутого клубка, що наочно представляють за допомогою координаційної сфери (рис. 2), тобто усередненого за часом і просторовими координатами об'єму, у якому розташовується макромолекула. Причина утворення такого клубка пов'язана зі здатністю довгої анізотропної полімерної макромолекули змінювати свою форму під впливом теплового руху складових її ланок і атомів, тобто з гнучкістю ланцюгів і існуванням у полімерів конформаційної ізомерії. *Конформація* макромолекул – це просторове розташування всіх атомів молекули, що змінюється, яке обумовлене взаємодією взаємно не зв'язаних валентними зв'язками її структурних частин. Перехід з однієї конформації в іншу відбувається без розриву хімічних зв'язків (на відміну від конфігурації). Для конформації характерні постійні значення валентних кутів і змінні орієнтації валентних зв'язків у просторі.

Гнучкість макромолекул – одна з найважливіших характеристик, з якою пов'язані всі особливості прояву різних фізико-механічних властивостей полімерів та незвичайні властивості їх розчинів. Гнучкість полімерних ланцюгів визначається не всією довжиною ланцюга, а його сегментами. Під сегментом розуміють відрізок кінетичного ланцюга, обертання якого не викликає зміни в ділянках ланцюга, що розташовані поруч (рис.3).

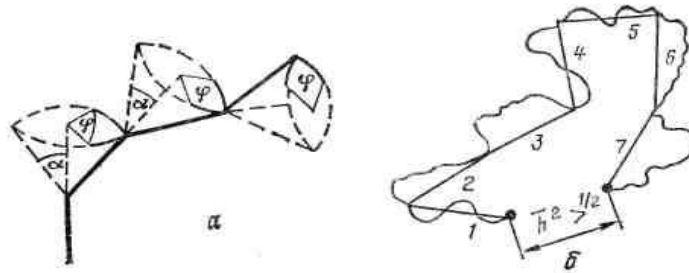


Рис.1.3. Схеми обмежень внутрішнього обертання ланки в реальних ланцюгах (а) і модель розбивки реальної молекули на статистичні сегменти (б)

Гнучкість ланцюга полімеру залежить від багатьох факторів, найважливішими з яких є: хімічний склад, будова макромолекул, розмір бокових відгалужень, молекулярна маса, температура та ін. Модель вільно зчленованого ланцюга дозволяє за допомогою математичних методів оцінити вірогідність знаходження двох кінців ланцюга на будь-якій відстані одна від одної. Малим відстаням відповідає конформація глобули – максимально згорнутого щільного клубка. Максимально розпрямлений ланцюг дає конформацію жорсткої палички. Статистичний клубок, який постійно змінює свою форму та розміри, є найбільш вірогідною конформацією макромолекул.

Агрегатні фазові стани полімерів

Для низькомолекулярних тіл характерні три агрегатних стани, що розрізняються характером руху молекул або атомів і щільністю їх упакування – газоподібним, рідким і твердим. У полімерів унаслідок специфіки будови і великих значень енергії міжмолекулярної взаємодії газоподібний стан відсутній; вони можуть знаходитися тільки в двох агрегатних станах – твердому і рідкому. Для твердого стану характерна висока щільність упакування макромолекул і малі відстані між ними. Поступальні й обертальні ступені вільного руху макромолекул відсутні, і вони роблять тільки коливальні рухи з частотою 10^{12} - 10^{13} Гц. Рідкий агрегатний стан характеризується більш вільним рухом макромолекул, що

мають, крім коливальної, також і поступальний ступінь свободи, а по щільності упакування близькі до твердих тіл. Маючи значну рухливість, молекули рідини поступово переміщуються, тому рідкі тіла легко змінюють свою форму – течуть уже під дією невеликих напруг. Унаслідок досить щільного упакування макромолекул для рідкого агрегатного стану характерна сильна взаємодія між макромолекулами. *Фаза* – це частина системи, яка має границю розділу і відрізняється від інших частин термодинамічними властивостями (температурою, тиском та ін.). Полімери можуть знаходитися у двох фазових станах – кристалічному та рідкому. Поняття «фазовий» і «агрегатний» стан не збігаються. Так, аморфні полімери (рідкий фазовий стан) за агрегатним станом можуть бути як твердими (склоподібним чи високоеластичним), так і рідкими (в'язкотекучими).

Структура полімерів

Конфігурація та спосіб упакування макромолекулярних ланцюгів у просторі характеризується надмолекулярною структурою. Для кристалічних полімерів первинними елементами структури є кристалографічні ячейки. Їх взаємне розташування призводить до формування вищих структурних форм, найбільш досконалою з яких є монокристал. Як правило, він характеризується пошаровою структурою і складається з великої кількості одиничних пластинчастих утворень.

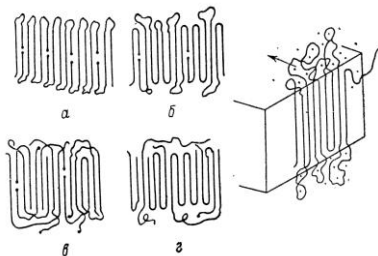


Рис.1.4. Можливі випадки розташування ланцюгів та їх кінцівок на поверхнях складання

Ланцюг при входженні в монокристал приймає складчасту конформацію (рис. 4). Найбільш характерними для реальних полімерів є сферолітна форма кристалічної структури (рис.5). При дії деформаційних навантажень структура кристалічного полімеру перебудовується (рис. 6).

В аморфних полімерах в дуже розведених розчинах макромолекули можуть мати форму статистичних клубків – глобул,

розміри яких можуть змінюватися у широких межах. При збільшенні концентрації завдяки взаємодії сусідніх клубків ланцюги укладаються у пачки – статистичні утворення, в яких макромолекули розташовані одна над іншою, але їх кінцівки знаходяться у різних місцях. Пачки можуть агрегуватися, створюючи фібрили та домени, зв'язані між собою прохідними ланцюгами.

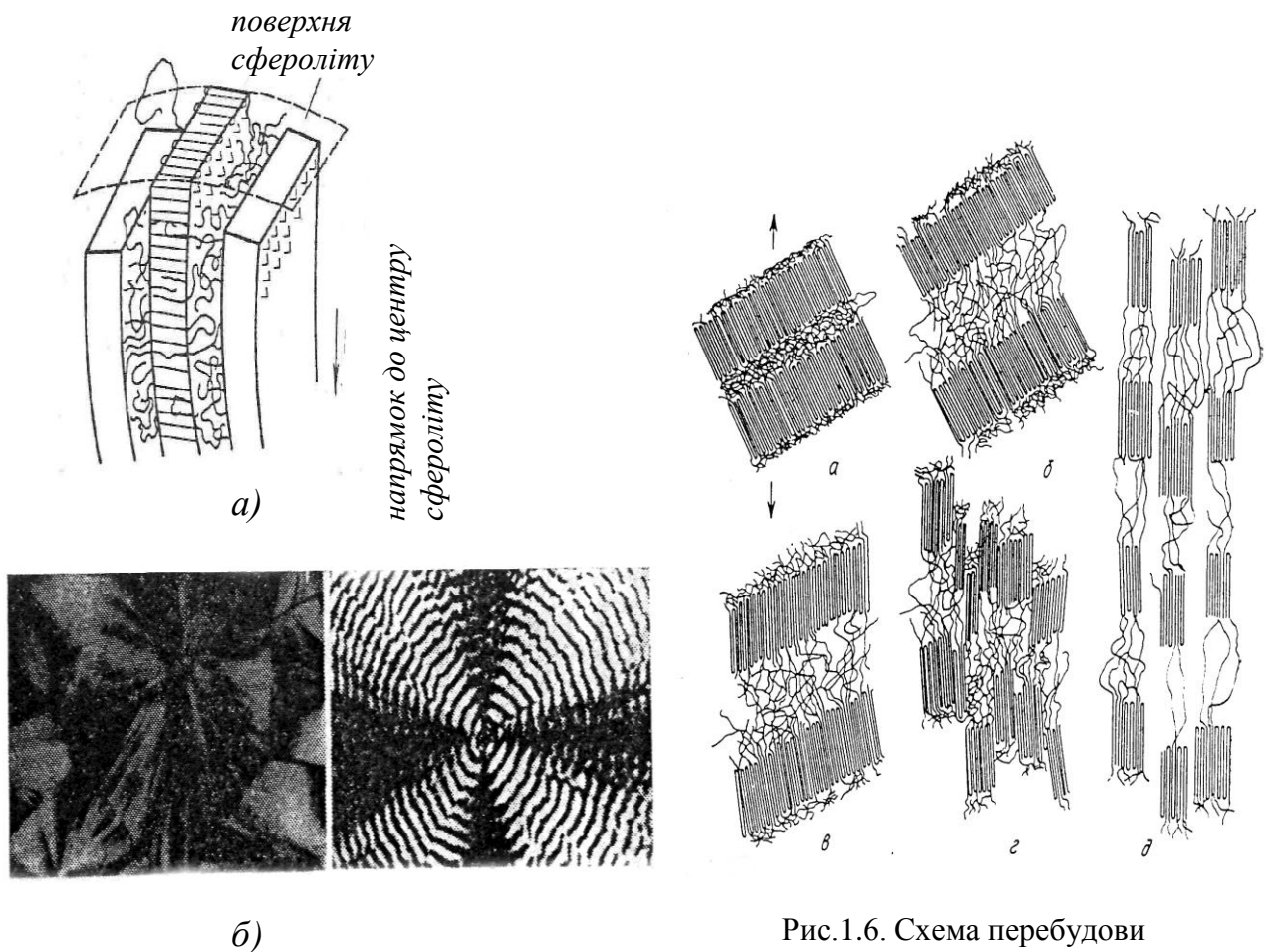


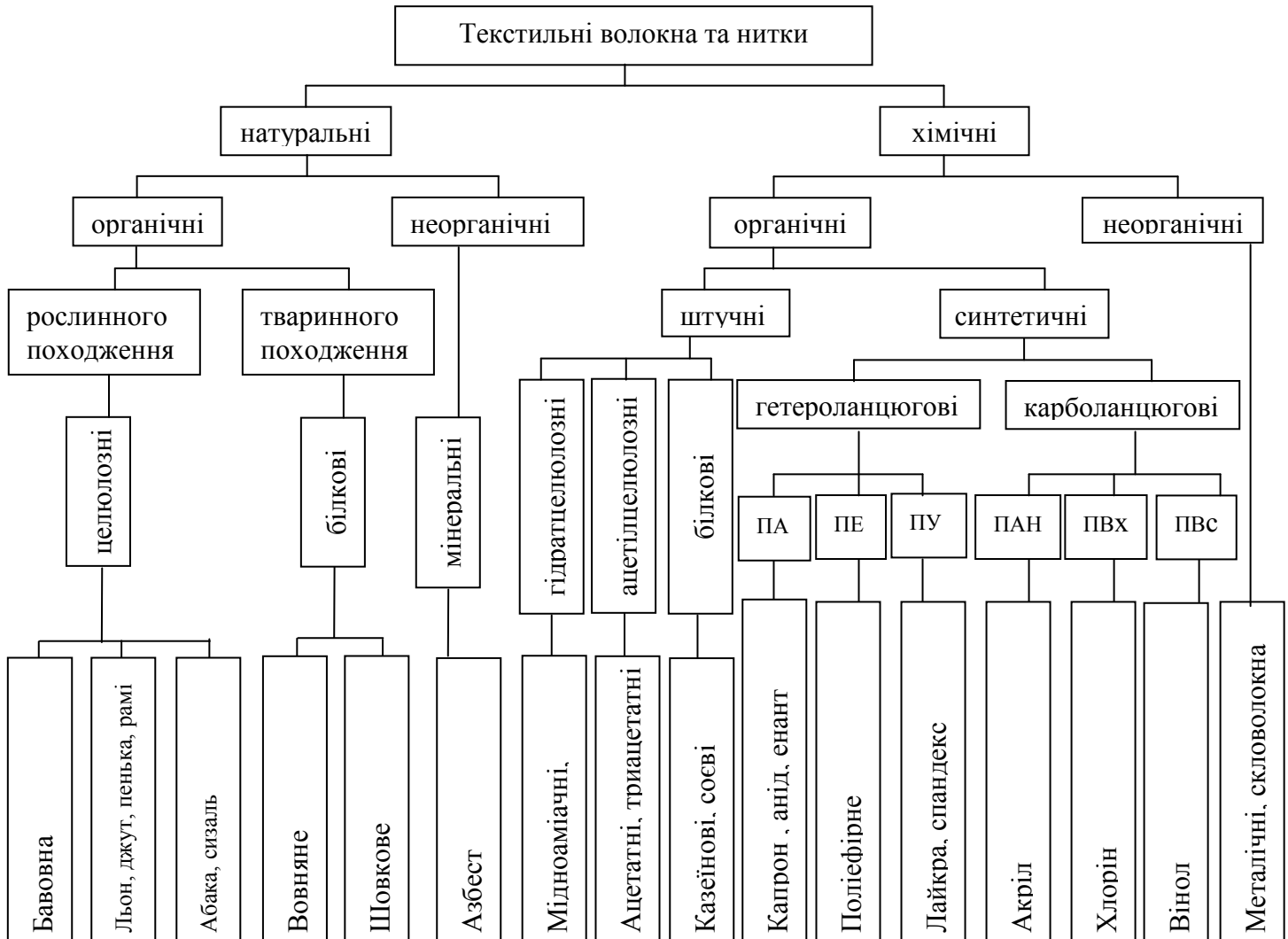
Рис 1.5. Сферолітна структура полімерів

Рис.1.6. Схема перебудови структури кристалічного полімеру в процесі деформації

1.2. БУДОВА ТА ВЛАСТИВОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ ВОЛОКОН

Текстильне волокно, або просто *волокно* – це продовжене гнучке та міцне тіло з малим поперечним перетином, граничної довжини, що придатне для виготовлення пряжі та текстильних виробів. Для виготовлення текстильних матеріалів використовують різноманітні волокна, які відрізняються за хімічним складом, будовою і властивостями. Саме ці

фактори визначають основні фізико-хімічні властивості, зовнішній вигляд, зносостійкість текстильних матеріалів, і у значній мірі впливають на параметри технологічного процесу виготовлення швейних виробів та їх якість. Основою класифікації текстильних волокон та ниток є їх походження (або спосіб виробництва) та хімічний склад (Рис.1.7).



ПА – поліамідні, ПЕ – поліефірні, ПУ – поліуретанові, ПАН – поліакрілонітрильні, ПВХ- полівінілхлоридні, ПВС – полівінілспіртіві

Рис. 1.7. Класифікація натуральних волокон за походженням

До *натуральних* відносять волокна рослинного та тваринного походження, а також мінеральні – усі ці волокна створюються у природі без втручання людини.

До натуральних волокон рослинного походження, згідно з ДСТУ ISO 6938:2005 належать зокрема:

- волокна з насіння: одноклітинна структура, яку виробляють епідермічні клітини насіння, у складі якої майже цілком целюлоза (бавовна, акунд, капок);
- волокна з лубу: суміш волокон, що їх отримують з лубу певних рослин, у складі яких переважає целюлоза та супровідні інкрустувальні та міжкліткові речовини - речовини пектину, геміцелюлози, лігніну (льон, прядиво, ракітник, джут, кенаф, рамі, канатник та ін..)
- волокна з листя: суміш листя, сформована з опалого листя, у складі якої переважає целюлоза плюс інкрустувальні та міжкліткові речовини, які складаються з лігніну та геміцелюлози (абака, алфа, алое, фукреа, генекен, сезаль, мегі та ін..)
- волокна з плодів: суміш волокон, сформована з плодів, у складі якої переважає целюлоза плюс інкрустувальні та міжкліткові речовини, які складаються з лігніну та геміцелюлози (кокос).

До натуральних волокон тваринного походження, згідно з ДСТУ ISO 6938:2005 належать зокрема

- волокна з шовкових залоз, що їх виділяють деякі комахи, особливо личинки ліпідного ряду у формі двох філаментів фіброїна, скріплених разом серицином (шовк, тасар. муга, вереск, анаф);
- волокна, що їх виділяють деякі молюски (бісес);
- волокна з волосяних мішечків, багаточарункової структури, у складі яких є кератин, який формує ворс, гриву чи хвіст певних тварин (вовна, альпака, ангора, кашемір, мохер та ін.).

Волокна мінерального походження формують з волокнистої маси структури гірських порід, у складі яких переважають сілікати (азбест).

Хімічні волокна створюються у заводських умовах шляхом формування їх із природних або синтетичних полімерів. *Штучні волокна та нитки* виробляють з високомолекулярних сполук, що є у природі у готовому

вигляді (целюлоза, білки). *Синтетичні волокна та нитки* виробляють із високомолекулярних сполук, що синтезують із низькомолекулярних сполук. Синтетичні волокна та нитки підрозділяють на гомоланцюгові (або карболанцюгові – це волокна та нитки, які виробляють із полімерів, що мають в основному ланцюгу тільки атоми вуглецю С) та гетероланцюгові (в основному молекулярному ланцюгу присутні, крім вуглецю, атоми інших елементів).

До штучних органічних волокон відносять віскозні, ацетатні, триацетатні, мідноаміачні, казеїнові та ін. До штучних неорганічних волокон відносять скляні і металеві нитки.

Синтетичні волокна одержують шляхом синтезу з природних низькомолекулярних сполук в результаті реакції полімеризації або поліконденсації, в основному з продуктів переробки нафти і кам'яного вугілля. До синтетичних відносяться такі волокна як поліамідні, поліефірні, поліакрилонітрильні, поліолефинові (поліпропіленові), поліуретанові (лайкра, спандекс) та ін.

1.2.1. **Натуральні волокна рослинного походження**

Основна речовина, з якої складаються натуральні волокна рослинного походження – це природний полімер *целюлоза*. Целюлоза - це тверда, щільна, важкорозчинна речовина. Целюлоза є високомолекулярною сполукою, що відноситься до вищих вуглеців, вона має досить високоорієнтовану структуру. Ступінь кристалічності целюлози бавовняних волокон складає 70%, а елементарних лляних – 80-85%. Макромолекули целюлози складаються з елементарних ланок ($-C_6H_{10}O_5-$), з'єднаних у довгі макромолекули, що мають лінійну структуру. Число їх для різних волокон коливається від 5000 для бавовни до 30 000 для льону, тобто ступінь полімеризації натуральних волокон достатньо висока. Елементарні ланки целюлози $-C_6H_{10}O_5-$ за допомогою глюкозитного зв'язку $-O-$ об'єднуються у лінійні циклоланцюгові макромолекули (рис. 8).

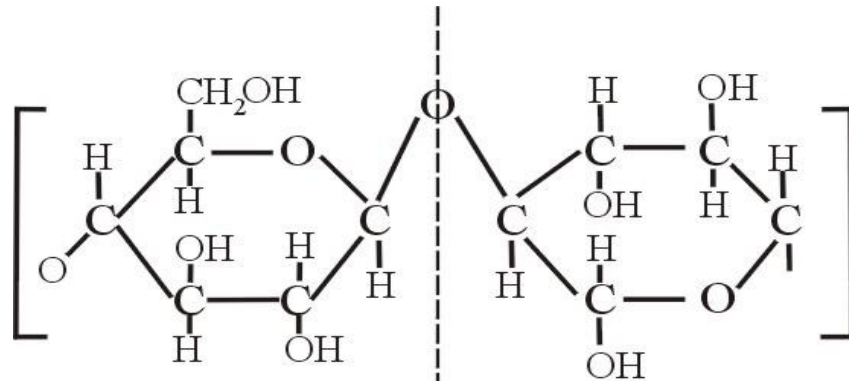


Рис.1.8. Структурна формула молекули целюлози

Характерна особливість целюлозних волокон полягає в тому, що в кожній елементарній ланці целюлози є три гідроксильні групи, що визначають їх основні фізико-механічні властивості. Наявність трьох гідроксильних груп дозволяє створити сильну міжмолекулярну взаємодію за рахунок водневих зв'язків, внаслідок чого целюлоза має значну міцність і жорсткість.

Бавовна

Бавовна – натуральне волокно, яке отримують з поверхні насіння рослини бавовник. Волокна бавовни отримують шляхом відривання їх від насіння однолітньої рослини бавовнику. Бавовник відноситься до родини мальвових. Відомо 5 культурних і понад 30 диких родів цієї культури. З культурних найпоширенішими у всіх тканинах є чотири види: волосистий, барбадоський, деревоподібний, трав'янистий. Батьківщиною бавовнику є Індія, звідки його було розповсюджено до Єгипту, Китаю, Японії, країн Середньої Азії, Сполучених Штатів та інших країнах світу.

Бавовну одержують з однорічної чагарникової рослини, яка називається бавовником (рис. 9). При повному розвитку воно досягає висоти 1-1,5 м. Період дозрівання середньоволокнистого бавовника складає 120-150 днів, тонковолокнистого бавовника складає 140-170 днів. Через 60 днів після посіву на бавовнику з'являються квіти. Квітка живе один день, після її

опадання починається розвиток із зав'язі плоду – коробочки. Цвітіння, а також утворення зав'язі і плодів бавовника на кущі відбувається не одночасно, а послідовно. В середині коробочок утворюється та розвивається насіння, на поверхні якого з'являються волокна - тонкостінні целюлозні трубочки, заповнені протоплазмою. Протягом 30 днів відбувається інтенсивне зростання волокон в довжину, що супроводжується незначним збільшенням товщини стінок.



Рис. 1.9. Кущ бавовни з квітками та коробочкою,

В міру дозрівання коробочки зростає пружність волокон, збільшується їх об'єм і коробочка розтріскується. Волокна разом з насінням утворюють жмутик ватки, який і збирають.

Насіння бавовни разом із волокнами називають *бавовною-сирцем*. Зібрану бавовну комплектують у партії за різновидами бавовнику, сортами бавовнику-сирцю, способом збирання та ступенем очищення. Бавовна-сирець підлягає первинній обробці з метою отримання бавовни-волокна та побічних продуктів – пуху (стрічки) та насіння. Первинну обробку бавовни проводять на бавовноочисних заводах. Сирець спочатку очищують для відокремлення сторонніх домішок (піску, ступок, коробочок, листя, стебел бавовнику та ін.), після чого він поступає на спеціальні (пилкові або валкові) машини для відокремлення волокон від насіння. Отриманий продукт називають

бавовною-волокном. Після волокновідділення бавовну пресують у паки вагою 180–250 кг, обшивають тканиною та обв’язують дротяними, стрічковими або іншими обручами. Отримані паки для подальшої переробки транспортують на бавовнопрядильні фабрики або текстильні комбінати.

Подальше очищення насіння від залишкових та коротких волокон, що не були видалені, роблять на пильних пуховідокремлювачах. Отриманий продукт називають *пухом*.

Бавовняне волокно являє собою витягнуту рослинну клітину, розвиток якої починається в перший період зростання насіння, причому початок утворення волоконця обумовлено подовженням однієї клітини епідермісу насіння. Елементарне волокно бавовни представляє собою окрему рослинну клітину, витягнуту вздовж: один кінець гострий, а другий – рваний. Волокна нормальної зрілості мають вигляд смужок, скручених ліворуч та праворуч. Поперечний зріз волокон має форму боба та канал посередині (рис. 10).

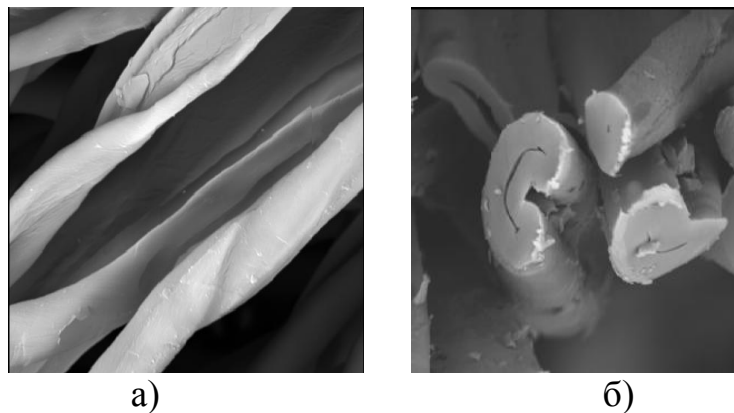


Рис. 1.10. Мікрофотографії повздовжнього вигляду (а) та поперечного перерізу (б) волокон бавовни

Скрученість волокна бавовни пояснюється тим, що мікрофібрили та фібрили целюлози лежать пошарово в стінці волокна та розташовуються по гвинтовим лініям, що піднімаються під кутом 20–45° до осі волокна. У середині волокна проходить канал, ширина якого залежить від ступеня зрілості волокна та товщини його стінок. Оскільки волокно зростає на насінні, від якого його потім відривають, один кінець щільно закритий та

представляє собою природне конічне закінчення, інший кінець, що примикав до насіння, обірваний і виявляє відкритий канал.

В залежності від ступеня зрілості вигляд волокон відрізняється. Зрілі волокна мають розвинуті стінки; перезрілі волокна наближуються до округлої форми, канал такого волокна досить малий; в незрілих волокна целюлозний шар мало розвинутий, такі волокна мають тонкі стінки, вони стрічкоподібні, погано фарбуються. Незрілі (мертві волокна) не мають целюлозних стінок, вони прозорі, мають плоску форму, не звиті, та не здатні до фарбування.

Макро- та мікроструктура волокна бавовни залежить від його ступеня зрілості. Бавовняні волокна за ступенем зрілості поділяють на чотири групи, які визначаються за інтерференційним забарвленням волокна у поляризованому світлі, що створюється поляризаційним пристроєм до мікроскопу (табл. 1).

Таблиця 1

Група зрілості	Ступінь зрілості бавовняного волокна	Інтерференційне забарвлення волокон
1	Найбільш зрілі Зрілі	Жовтогаряче і золотаво-жовте з рожево-фіолетовими ділянками Зеленувато-жовте з зеленими та блакитними ділянками
2	Недозрілі	Синє та блакитне, жовте та зелене з блакитними та синіми ділянками
3	Незрілі	Фіолетове та синє з фіолетовими ділянками
4	Зовсім незрілі	Фіолетове з прозоро-червоними ділянками, прозоро-червоне

Хімічний склад волокна бавовни

Основною складовою частиною рослинних волокон, в тому числі й бавовни, є целюлоза. Бавовняне волокно хоча й є найбільш чистою природною целюлозою, в своєму складі має ряд домішок. Зріле бавовняне волокно в середньому містить (у % до абсолютно сухої речовини):

Целюлози	95
Пектинових речовин	1
Азотистих речовин	1
Жирових і воскоподібних речовин.....	0,5
Мінеральних речовин	1
Недосліджених речовин.....	1,5

Багато сортів целюлози, крім зазначених складових частин, містять природні барвники, які надають волокну жовтуватий, сіруватий або коричневий відтінок. В залежності від ступеню зрілості волокна, його хімічний склад змінюється, причому доля чистої целюлози по мірі зрілості зростає. Зріле бавовняне волокно є найбільш чистою целюлозою серед інших целюлозних волокон рослинного походження.

За незначним винятком властивості бавовни залежать насамперед від виду бавовнику, його селекційного сорту і ступеня зрілості. Згідно ДСТУ 2136 розрізняють такі види волокон бавовни:

- *тонковолокниста бавовна* – волокна завдовжки 35–50 мм з середньою лінійною густиною дозрілого волокна 154-133 мтекс;
- *середньоволокниста бавовна* – волокна завдовжки 28-35мм з середньою лінійною густиною дозрілого волокна 222-167мтекс;
- *лінт* – коротке волокно (пух і підпушок), що знімається під час повторної обробки поверхні насіння бавовнику;
- *пух* – коротке бавовняне волокно завдовжки до 20мм;
- *підпушок* – бавовняний пух, який має довжину волокна до 6мм.

Лінійна густина волокон бавовни переважної більшості селекційних сортів бавовнику знаходиться у межах від 125 до 222 мтекс. З природних волокон бавовна є найтоншою. *Розривне навантаження* бавовняних волокон складає 4-6 сН/волокно. Міцність волокна залежить від селекційного сорту бавовнику, ступеню зрілості волокна, умов вирощування та інших чинників. *Відносне розривне навантаження* знаходиться у межах 24-27 сН/текс – для волокон середньоволокнистих та 35-36 сН/текс – для волокон тонковолокнистих бавовників. *Відносне розривне подовження* дорівнює 7-9%. У загальній деформації розтягнення переважає пластична, частка

пружної та еластичної деформацій є незначною. Це пов'язано з лінійною структурою целюлози бавовни та наявністю слабких міжмолекулярних зв'язків, переважно водневих.

Гігроскопічність бавовняних волокон при нормальних кліматичних умовах складає 8-9 % , а при відносній вологості оточуючого середовища 98 ± 2 % досягає 14,0-14,5 %.

Бавовна стійка до дії води, вона не розчиняється ні в холодній, ні в гарячій воді. Нагрівання бавовни в гарячій воді (до 150°C) під тиском не погіршує її властивостей. Під дією вологого пару бавовна стає жовтою.

У воді волокна помітно набухають, при цьому площа поперечного перерізу збільшується на 45-50 %. Внаслідок поглинання води міцність бавовняних волокон підвищується на 15-17 %, що пов'язано з покращанням орієнтації макромолекул целюлози вздовж осі волокон.

Волокна бавовни можуть витримувати порівняно високі температури. При температурі 150-170°C волокно починає руйнуватися, при температурі 250°C і вище розкладання протікає досить інтенсивно. Нагрівання при більш високих температурах супроводжується зменшенням маси волокон внаслідок їх руйнування і видалення легких речовин, зміною кольору волокон з сірого на жовтувато-бурий. При дії високої температури (вище 250°C) на зволене волокно, при контакті з металевими поверхнями при повітряному сушінні, волокна не руйнуються. Доки волога з волокна не випарюється, температура його не перевищує 100°C, однак після втрати вологи волокно руйнується, причому руйнування супроводжується розкладанням та обуглюванням целюлози.

До дії кислот, особливо мінеральних, бавовняні волокна нестійкі. Руйнування волокон відбувається внаслідок кислотного гідролізу целюлози; з підвищенням температури гідроліз прискорюється. З урахуванням цієї властивості процеси обробки проводять у нейтральному, лужному або слабкокислому середовищі. Їдкі розведені луги та розчини солей з лужною реакцією (сода та ін.) не викликають істотної зміни волокна бавовни і не

руйнують його навіть при високих температурах. Однак при кип'ятінні бавовни в лугах у присутності кисню повітря целюлоза бавовни окислюється. Це супроводжується руйнуванням волокна, втратою міцності, а при подальшому окислюванні – повною втратою міцності. Під дією мінеральних кислот також відбувається руйнування волокон бавовни. Розчиняються волокна бавовни у розчинах для целюлози: у мідноаміачному комплексі (комплексній сполуці гідроксиду міді та аміаку), у комплексних сполуках гідроксидів полівалентних металів з аміаком та етилендіаміном. Хлор-цинк-йод-реактив, який містить хлористий цинк, йодистий калій та йод, забарвлює целюлозу у фіолетовий колір розчин йоду в сірчаній кислоті забарвлює целюлозу у синій колір.

Під дією світла та атмосферних умов волокно бавовни поступово руйнується, що виражається в зниженні механічної міцності, подовженні, у збільшенні жорсткості волокна і його ламкості. Питома густина волокон бавовни дорівнює $1,52 \text{ г/см}^3$.

Луб'яні волокна

Луб'яними називають волокна, що залягають в стеблах, листі і оболонках плодів різних рослин. Основною речовиною луб'яних волокон, як і у бавовни, є целюлоза, але в цих волокнах значно менше целюлози і більше супутніх їй речовин, ніж у бавовні. Збільшений вміст домішок значно затруднює обробку тканин з луб'яних волокон. Вміст лігніну приводить до більшого або меншого одеревіння волокон, унаслідок чого вони стають жорсткими і менш гнучкими. Стебло луб'яної рослини при великій розмаїтості в деталях будови може бути представлена наступною загальною схемою (рис.11).

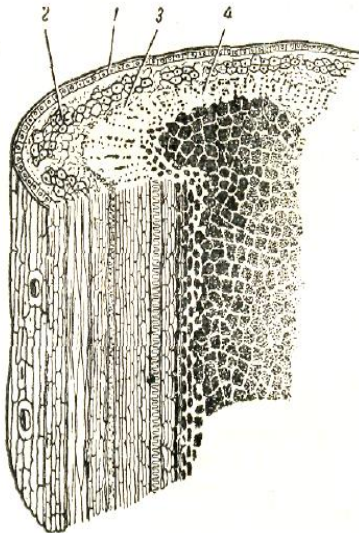


Рис. 1.11. Схема розрізу стебла льону : 1 – поверхня стебла, 2 – луб'яний шар, 3 – шар камбію, 4 – деревина

Поверхня стебла покрита шкірочкою, за якою йде шар первинної кори. Далі розташовується шар,

який містить кілька шарів паренхімних клітин. Шар лубу складається з окремих волокнистих пучків. Він може складатися з відособлених груп пучків волокон, що розташовані по окружності, притиснуті одне до одного та з'єднані між собою клейкими речовинами (пектином) у довгі волокнисті утворення, які проходять паралельно осі стебла по всій його довжині. За луб'яним шаром лежить тонкий, ніжний генеративний шар камбію, з якого утворюються клітки лубу та деревини. Серцевина луб'яних рослин заповнена пухкими клітками, за якими знаходиться порожнина стебла.

Завдяки високій міцності, гнучкості і хорошим сорбційним властивостям найціннішим є волокно льону, яке використовується для вироблення побутових і технічних тканин. Інші волокна є більш міцними, але в теж час і більш грубими і жорсткими. Вони використовуються для виготовлення канатів, вірвовок, рогожі, а також тарних тканин.

Ляні волокна одержують з однорічної трав'янистої рослини – льону.

З існуючих видів льону для отримання волокна використовуються льон-довгунець і льон-кучерявець. Льон-довгунець має малогіллясте стебло висотою 80-90см, що дає багато м'якого, тонкого і довгого волокна, заради чого його і висівають. Льон-кучерявець має досить гіллясте стебло, що дає багато насіння, але багато грубого, короткого і спутаного волокна.

На відміну від бавовника льон-довгунець порівняно невимогливий до тепла. Але він вологолюбний і тому особливо добре росте в районах з прохолодним і дощовим літом. Такий клімат характерний для північно-західних областей нашої країни, які є основними районами льонарства.

Через тиждень після посіву з'являються сходи, а через 5-6 тижнів починається період цвітіння, що супроводжується посиленням зростанням стебел і утворенням в їх корі пучків волокон, щільно прилеглих один до одного і міцно склеєних пектиновими (склеювальними) речовинами. Через 12 тижнів закінчується процес утворення пучків волокон. Висмикнуті із землі стебла зв'язують в невеликі пучки (снопи) для просушування. Звільнені від насінних головок стебла називають лляною соломою. Чим довше солома, тим

вище її якість, оскільки з неї можна отримати довге технічне волокно. З льняної соломи волокна виділяють шляхом ряду операцій, які називаються в сукупності первинною обробкою. Суть первинної обробки полягає в руйнуванні і видаленні з луб'яних рослин всіх неволоконних домішок біологічними, хімічними або фізичними способами.

Первинна обробка включає наступні стадії: роз'єднання волоконного шару з сусідніми тканинами і приготування трести; видалення зайвої вологи шляхом сушки і віджимання; зминання трести; трусіння трести (сирцю) і отримання тріпаного волокна; очищення відходів тріпання і отримання короткого волокна.

Волокна льону виділяють із стебла рослини. В стеблі льону міститься приблизно 20-25 пучків волокон, в кожному пучку від 15 до 30 елементарних волокон (Рис. 12). Волокна в пучках міцно склеєні між собою. Проте, міцність склеювання волокон в пучку вище, ніж міцність склеювання пучків з клітками перенхимної тканини. Це обумовлює можливість виділення пучків елементарних волокон із стебла в процесі первинної обробки. Пучки елементарних волокон, що виділяються із стебла, називається технічним волокном льону. Саме технічне волокно переробляється потім в пряжу.

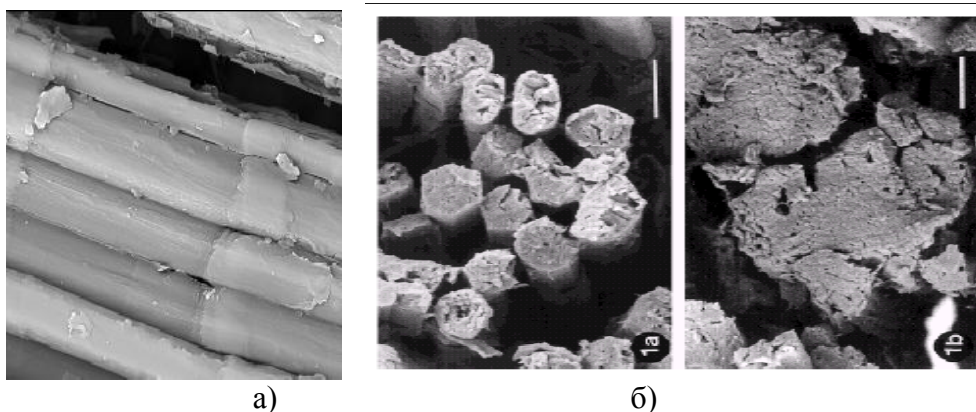


Рис. 1.12. Мікрофотографії волокон льону: а – повздовжній вигляд, б – поперечний переріз

Поперечний перетин волокна льону має неправильну округлу, а частіше п'ятикутну форму. Елементарні волокна льону мають в середньому довжину 10-26мм.

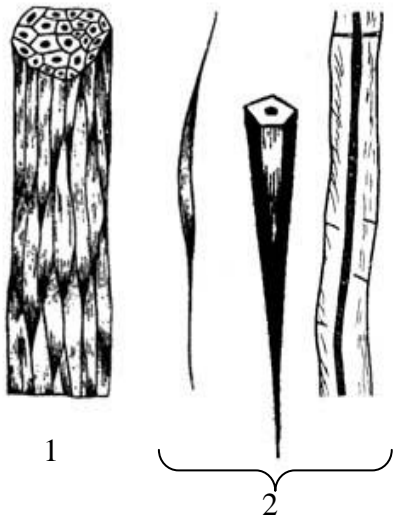


Рис. 1.13. – Лляні волокна
1 – технічні;
2 – елементарні

Елементарні волокна льону мають сильно витягнуту веретеноподібну форму, закриті кінці їх загострені. Кожне волокно має посередині вузький канал (рис. 13). Значно більш висока орієнтація структурних елементів щодо осі в лляному волокні (в порівнянні з бавовною) частково пояснює більш високу міцність лляних волокон і меншу здатність їх подовжуватися при розтягуванні. Оскільки канал елементарного волокна закритий з двох сторін, фарбування лляних тканин в обробці досить важке.

Хімічний склад волокон льону

Льон, як й інші луб'яні волокна, за хімічним складом має багато спільного з волокнами бавовни. Волокно льону складається з целюлози та супутніх домішок: пектинових речовин та пентозанів, лігніну, жирових та воскоподібних, азотистих та зольних речовин. Хімічний склад (у %) лляного волокна:

Целюлоза	76
Пектинові речовини та пентози	5
Азотисті речовини	2
Лігнін.....	5
Жирові та воскоподібні речовини	3
Зола	1
Вода	8

Головною складовою частиною льоноволокна є целюлоза. Целюлоза лляних волокон полідисперсна, має значно вищу, ніж у бавовни, молекулярну масу, а також має чисельних супутників: лігнін, пектинові, дубильні, білкові, жировоскові та зольні речовини.

Властивості волокон льону

Властивості волокон залежать від селекційного сорту льону, ступеня зрілості стебел, умов збирання, особливостей первинної обробки тощо.

Довжина технічних волокон може дорівнювати довжині стебел. Тіпаний льон має довжину 170-250мм, елементарні волокна – 10-26мм. *Лінійна густина* комплексних волокон може коливатися у межах 5000-10000мтекс, елементарних – 125-556мтекс. *Міцність* лляних волокон є найвищою серед усіх природних волокон, вона залежить від ступеня зрілості стебел і коливається для комплексних волокон у межах 200-400 сН/волокно та для елементарних волокон – 15-20 сН/волокно. Волокна льону малоеластичні. Їх відносне *розривне подовження* не перевищує 3%. Частка пружної деформації у загальному подовженні волокон дуже мала. Тому, подібно до виробів з бавовни, лляні тканини є нестійкими до зминання.

Гігроскопічність лляних волокон за стандартних умов досягає 11-12%, що є наслідком більшого вмісту в їх складі різних супутників целюлози.

Волокна льону є більш теплопровідними, ніж бавовняні, тому їх обмежено використовують у чистому вигляді для виготовлення полотен білизняного призначення.

Фізико-хімічні властивості лляних волокон за багатьма показниками аналогічні властивостям бавовни. Поряд з цим наявність у їх складі більшої кількості (до 25%) супутників целюлози та інших речовин, зокрема пектину та лігніну, суттєво впливає на властивості льоноволокна – вони більш стійкі до дії води. Внаслідок набухання збільшується, насамперед, площа поперечного перерізу і майже не змінюється довжина волокон, до 40% зростає міцність, підвищується еластичність. Елементарні волокна стійкіші до дії лугів, ніж до кислот та окислювачів. Під дією лугів та кислот комплексні волокна руйнуються внаслідок гідролізу пектинових речовин та лігніну. Цю властивість слід враховувати, проводячи попередню обробку волокон, основні та заключні обробки матеріалів, операції догляду за готовими виробами.

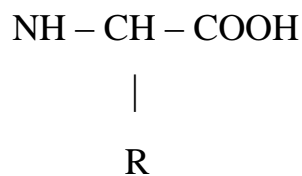
Нагрівання лляне волокно переносить легко внаслідок досить високої гігроскопічності волокна і високої компактності лляної пряжі. Лужне варіння лляного волокна викликає значну втрату міцності через часткове чи повне

видалення пектину, що цементує елементарні волокна. Лляне волокно фарбується важче, ніж волокно бавовни.

Наявність лігніну у складі лляних неочищених волокон є однією з причин підвищеної стійкості виробів з них до дії мікроорганізмів. Саме тому наметові тканини, брезенти та інші технічні матеріали виробляють з комплексних волокон та сурових тканин. Питома густина волокон льону складає $1,52 \text{ г/см}^3$.

1.2.2. Natural fibers of animal origin

The main substance of natural animal fibers is protein, which is synthesized in nature – keratin and fibroin, separate links of macromolecules which consist of sets of residues of various α -amino acids, their general formula:



They differ from each other by the chemical composition of the radical R. Protein, from which wool fiber is made, is called keratin; the wool fiber consists of 90% keratin. Protein, from which silk is made, is called fibroin, in silk it is about 95%. The degree of polymerization of fibroin is 300, and keratin – 600-700.

Wool fibers

Wool is a natural fiber, obtained from animals, which is subjected to spinning and carding. Wool is obtained by shearing (sheep, goat, camel wool), or by combing during rearing (goat, rabbit, hare wool).

The most important industrial value is sheep wool. Its share in the total balance of wool is 95-97%, the rest – goat, rabbit and other animal wool.

Згідно ДСТУ 2136 за ознаками особливостей будови вовну поділяють на типи (Рис. 14). Це, зокрема:

- *пухові волокна* – тонкі, звивисті волокна тониною до 30 мкм, які не мають серцевинного каналу;
- *перехідні волокна* (або перехідний волос) – волокна товщиною від 30 до 52 мкм, що мають переривчастий серцевинний канал;
- *ость* – грубі прямі еластичні волокна тониною від 52 до 200 мкм, які мають безперервний серцевинний канал;
- *мертвий волос* – грубі, позбавлені еластичності та міцності волокна, непридатні для переробки у текстильному виробництві.

Первинна переробка вовни

Для отримання вовни застосовується ручна або машинна стрижка овець. Овець з грубою вовною стрижуть два рази на рік – повесні та восени. Весняний збір буває значно більшим, а також вища і якість вовни. Тонкорунних овець стрижуть один раз на рік – весною. Після стрижки вовна являє собою зв'язаний вовняний покрив, який називається *руном*. В залежності від віку розрізняють *вовну ягня*, або поярок, та *овечу вовну*, причому перша тонша та ніжніша ніж вовна дорослих овець.

Для прядіння вовну миють на спеціальних мийних підприємствах або на текстильних підприємствах у мийних машинах. Забруднення вовни складається з жиропоту (основна частина), лупи та сторонніх домішок, що потрапляють зовні (наприклад, пил, пісок, рослинні частки та ін.). Для очищення брудної вовни застосовується гаряча мийка в спеціальних мийних машинах, яка забезпечує практично повне видалення жиропоту та забруднень вовни. Мийні машини наповнюються слабким розчином мила або соди, який потім підігрівають до 45-55°C; збільшення міцності розчину, як і надмірне збільшення температури, може спричинити руйнівну дію на волокна вовни. У сушильних камерах температура підтримується не вище 50-70°C, також з метою запобігання руйнування волокон.

Будова волокон вовни

Вовняні волокна являють собою рогоподібні утворення, що розвиваються в шкірному покриві тварини. Вовняне волокно може мати три шари: верхній, або *лускатий*; основний, або *корковий* – утворює тіло волокна; *серцевинний*, який розташовується в центральній частині волоса. Перші два шари є у кожному вовняному волокні, серцевинний шар, або канал, у тонкому волоссі відсутній, він буває тільки в грубому товстому волокні.

Лускатий шар волокна складається з найтонших рогоподібних пластинок (лусочок), що утворюють зовнішній покрив волокна. Форма, розташування, кількість лусочок, що приходить на 1 мм довжини волокна, різні у різних видів волокон. Лускатий шар волокна характеризується більшою механічною міцністю і хімічною стійкістю, чим інші шари волокна,

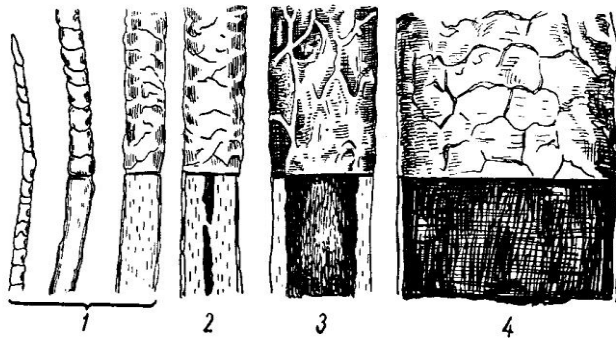


Рис. 1.14. – Види волокон вовни:
1 – пух; 2 – перехідний волос; 3 – ость;
4 – мертвий волос

і, таким чином, він виконує роль природного захисного покриву. Лускатий шар волокон впливає на характер блиску волокна, тому що те чи інше розташування рогоподібних пластинок верхнього шару, їх форма обумовлюють ступінь відбивання світлових променів.

Корковий шар розташовується безпосередньо під лускатим і утворює основне тіло волокна. Він складається з окремих веретеноподібних елементарних кліток, розташованих уздовж осі волокна, причому проміжки між цими клітками заповнені білковою міжклітинною речовиною. Довжина кліток приблизно 100-200 мкм, а товщина 6 мкм. Цей шар визначає основні властивості волокна, тобто його міцність, розтяжність, пружність, м'якість і ін. *Серцевинний шар* займає центральну частину волокна і складається з кліток, порожнини яких заповнені повітрям. Розміри цього шару

коливаються в значних межах, розташовуючись окремими ділянками уздовж осі волокна. Наявність каналу є ознакою грубого волокна зі зниженою межею міцності.

Хімічний склад волокон вовни

Основною складовою речовини вовни є білок кератину класу склеропротейнів, або опорних білків, які характерні для тварин. Елементарний склад кератину також характеризується наявністю сірки поряд з вуглецем, азотом, воднем та киснем, що містяться у складі усіх білкових сполук. У середньому кератин вовни містить 50-52% вуглецю, 6,5-7,3% водню, 20-24% кисню, 16-17% азоту та 2-5% сірки. До складу кератину входить до 20 залишків α -амінокислот. Вони з'єднані між собою пептидними зв'язками, тому білки називають ще поліпептидами.

Волокна вовни, на відміну від всіх інших текстильних волокон, мають добре розвинену просторову структуру не лише за рахунок наявності водневих зв'язків і зв'язків за рахунок дії сил Ван-дер-Ваальса, а й міцних ковалентних зв'язків. Останні утворюються завдяки, насамперед, наявності у складі кератину цистину у формі цистеїну – місточків між сусідніми макромолекулами кератину. Просторова структура кератину вовни є стабільною і зумовлює пружньо-еластичні властивості виробів з цих волокон. За певних умов (підвищена вологість, дія тепла) поперечні зв'язки стають мобільними – їх можна зруйнувати і знову поновити у тому самому місці або в іншому положенні. Цю властивість волокон вовни також широко використовують у текстильній технології та враховують у процесі використання готових виробів.

Властивості волокон вовни

Довжина вовни залежить від виду та породи тварин і типу волокон. Довжина овечої вовни коливається у межах від 60 до 120мм. Для визначення довжини вовни будують штапельні діаграми, за допомогою яких визначають

основні статистичні характеристики довжини волокон – середньоарифметичну довжину, модальну масодовжину тощо.

Характеристики *товщини* коливаються у досить широких межах – від 10 до 160мкм – і залежать від виду тварини, її породи, індивідуальних особливостей, умов утримання, типу волокон вовни та багато іншого. Більш високоякісною є вовна тонка та однорідна за товщиною. Товщина овечої вовни залежить, насамперед, від типу волокон. У руні містяться волокна різних типів і різної довжини залежно від частини тіла вівці, з якої воно зістригалось. З метою зрівнювання волокон за довжиною проводять сортування – розподіляють руно на окремі частини. Після цього отримують вовну, яку умовно називають однорідною та неоднорідною. Однорідна вовна складається переважно з волокон одного типу – пуху, перехідного волосу тощо.

За *товщиною* однорідну вовну розподіляють на тонку – 14,0-25,0мкм; напівтонку – 25,1-31,0мкм; напівгрубу – 31,1-41,0 мкм; грубу – 41,1мкм і більше. Товщину волокон вовни, крім цього, оцінюють лінійною густиною.

Міцність волокон вовни порівняно невисока. Вона коливається у межах від 4 до 8 сН/волокно і залежить від багатьох чинників, насамперед, від товщини. Тонші волокна набагато міцніші за грубі. *Відносне розривне навантаження* у середньому дорівнює 10-14 сН/текс.

Звитість вовни – це властивість волокон, з якою пов'язують їх здатність до валяння. Звитість оцінюють коефіцієнтом звитості вовни (K_z):

$$K_z = \frac{L - L_1}{L_1} \cdot 100\%,$$

де L – справжня довжина волокна; L_1 – довжина, або висота, волокна у звитому стані.

За формою звитості вовна може бути різною: гладка, розтягнута, плеската, нормальна, сплющена, висока та петлеподібна.

При зволоженні волокон вовни водою або вологим паром фізико-механічні властивості її значно змінюються. Після зволоження міцність

вовни різко знижується (на 30% і більше), тому що під впливом води розриваються або стають слабшими міжмолекулярні зв'язки кератину. У вологому середовищі кератин вовни пом'якшується, що супроводжується набуханням волокна та збільшенням його поперечних розмірів, підвищенням розтяжності волокна та зниженням міцності.

Відносне розривне подовження вовни у сухому стані коливається в межах 20-35%, у мокрому – 30-50%. На відміну від інших волокон, у загальному подовженні переважає частка пружної та високоеластичної деформації. При навантаженні до 30-50% розривного зусилля в вовні виявляються переважно пружно-еластичні деформації внаслідок просторової структури волокон вовни. Завдяки цьому вироби з вовни у сухому стані стійкі до зминання, добре зберігають форму та розміри, є досить стійкими до багаторазових розтягнень та подвійних згинів.

Гігроскопічність вовни за стандартних умов сягає 13-15%. З підвищенням відносної вологості оточуючого середовища до $98 \pm 2\%$ волокна вовни здатні поглинати до 50% вологи. У воді волокна вовни набухають. При цьому суттєво збільшується площа поперечного перерізу волокон (на 30-35%) і дещо зростає довжина – на 1-2%. Внаслідок цього у готових виробах з вовни під впливом вологи змінюються лінійні розміри, порушується форма тощо.

Вовна стійка до дії води при кипінні. Руйнування може спостерігатися лише внаслідок тривалої обробки волокон гарячою парою. Розм'якшене волокно вовни легко деформується і здатне фіксуватися у наданому положенні при висушуванні в деформованому стані.

Обробка вовни водою при температурі до 110°C , або паром при температурі 115°C викликає зниження міцності волокна на розрив на 5-15%. Обробка вовни водою при температурі 110°C порушує структуру волокна, що виражається у скороченні волокна та його необоротному розбуханні; досить різко зростає жорсткість волокон; значно знижуються міцність при розриванні та розтяжність (на 30-50% і більше). При однакових умовах

тривалості та температури дія води виявляється більш руйнуючою, порівняно з паром. При температурі води близько 150°C відбувається повне гідролітичне руйнування вовни, і продукти розкладання переходять у розчин.

При нагріванні в гарячому повітрі вовна втрачає свою гігроскопічну вологу, стає жорсткою та ламкою. При охолодженні вовна відновлює свої властивості, якщо температура нагрівання не перевищувала певної межі.

Кератин вовни чутливий до лугів, які викликають руйнування, особливо при підвищеній температурі. Обробка слабкими розчинами кислот при загальній кількості до 10% від ваги вовни без підігрівання не тільки не руйнує вовну, але навіть збільшує її міцність. Концентровані кислоти викликають помітне руйнування волокон вовни, ступень якого залежить від тривалості обробки та температури. Дія лугів на вовну залежить від їх хімічної активності. Їдкі натрій та калій легко розчиняють вовну при нагріванні і дещо повільніше при нормальних температурах. Процеси руйнування розпочинаються з набухання і закінчуються повним лужним гідролізом кератину вовни. Але слабкі луги, такі як поташ K_2CO_3 , кальцинована сода Na_2CO_3 та вуглекислий амоній $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ практично не впливають на фізико-хімічні властивості вовни. Вовна також досить стійка до дії аміаку. У полум'ї вовна горить і виділяє запах паленого пір'я. Поза полум'ям горіння припиняється, а на кінчиках волокон утворюються чорні кульки золи.

До дії світла та світлопогоди волокна вовни більш стійки, ніж целюлозні. Проте тривала дія цих чинників призводить до суттєвих змін фізико-хімічних та механічних властивостей волокон вовни: змінюється колір, підвищується розчинність у лугах, знижується міцність і зменшується еластичність. Волокна стають більш жорсткими.

На відміну від усіх текстильних волокон вовна під впливом певних фізико-хімічних факторів здатна до повстестворення. Ця властивість вовни викликана кількома причинами: особливостями будови поверхні волокон та внутрішньої просторової структури кератину, здатністю кератину до

переходу в різні модифікації у процесі волого-теплових обробок, а також спроможністю волокна зберігати у сухому стані отриману форму.

Натуральний шовк

Тонкі довгі нитки, які в природних умовах формують гусениці нічних метеликів-шовкопрядів, називають *натуральним шовком*. Шовкопряд у своєму розвитку проходить чотири послідовні стадії (рис. 15): *перша* –

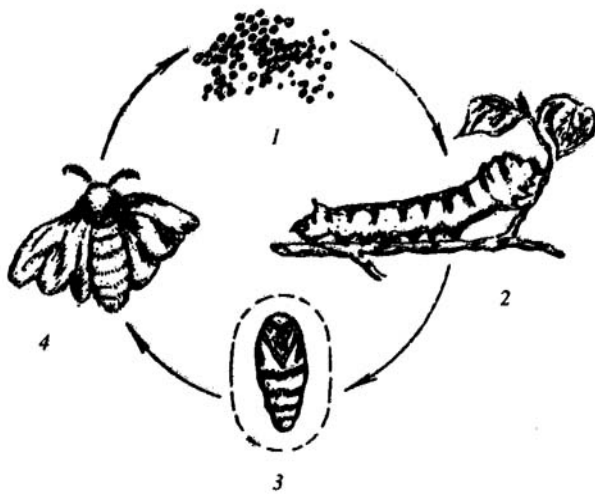


Рис. 1.15. – Стадії розвитку шовкопряда:
1 – грена; 2 – гусениця; 3 – лялечка; 4 – метелик.

відкладання метеликом яєць, які в шовківництві називають *греною*; *друга* – ріст з яйця маленького черв'ячка, або *гусениці*; *третья* – перетворення гусениці на *лялечку* і, нарешті, *четверта* – перетворення лялечки на метелика. Дві останні стадії відбуваються у коконі.

Перетворившись на метелика, шовкопряд з ротової порожнини виділяє розчин лужного типу, який руйнує стінку кокона. Метелик

вибирається назовні через створений ним отвір. Після спарювання метелики-самки знову відкладають яйця, або грону.

Шовковиділювальні залози зрілої гусениці виділяють фіброїн – основну складову частину коконної нитки та серицин – білковий клей, який склеює фіброїнові нитки. Через вивідні протоки білкова маса виводиться назовні через подвійний отвір, що знаходиться у нижній ротовій губі гусениці, із неї формуються дві паралельно розміщені ниточки натурального шовку. Гусениця укладає шовковичну нитку паралельними зигзагами навколо себе і формує кокон. На поверхні фіброїн твердіє швидше, ніж серицин, завдяки чому останній склеює не тільки фіброїнові нитки між собою, а й стінки кокону. Кокони, в яких з лялечки має утворитися метелик-

самиця, мають правильну овальну форму, а кокони метеликів-самців – мають невеликі перехоплення посередині. У шовковичних хазяйствах після збирання завитих коконів та сортування їх запарюють або нагрівають, у наслідок чого лялечки у середині кокону помирають, а стінки кокону залишаються цілими.

Первинна обробка шовку

Розмотування коконів. Сухі кокони поступають на кокономотальні фабрики для розмотування та отримання так званого *шовку-сирця*. Основним завданням первинної обробки коконів є заморювання в них лялечок та приведення їх до стану, який забезпечує можливість довгого зберігання без пошкодження цвіллю. Найчастіше у спеціальних сушилах проводять одночасне заморювання коконів насиченим паром та сушіння їх гарячим повітрям. Розмотують кокони на спеціальних кокономотальних станках. *Шовк-сирець* отримують після короткочасного заварювання коконів у киплячій воді і розмотування їх на кокономотальних автоматах. Розмотуючи кокони, отримують шовк-сирець, який готовий до переробки у текстильному виробництві. Якість шовку-сирця визначається його рівномірністю за тониною, відсутністю дефектів: вузлів, петель, різних нальотів та ін.

Натуральний шовк диких шовкопрядів називається *шовком тасар*. У країнах колишнього СРСР розводився дубовий шовкопряд, волокно якого відрізняється значною жорсткістю, але у той же час більшою міцністю. Кокон дубового шовкопряду важко розмотується, тому, в основному, використовується для отримання шовкової пряжі, яка використовується для виготовлення платтяних та білизняних тканин. Такі матеріали відрізняються красивим зовнішнім виглядом, приємним матовим блиском, мають підвищену міцність, пружність.

Будова волокон шовку

Нитка кокону складається з двох елементарних шовковин, склеєних між собою серицином. Волокно представляє собою сплюснутий циліндр, а поперечний переріз має форму сплющеного овалу. Зовні на волокні помітні

потовщення, тріщини, кінчики шовковин. Після відварювання *шовку-сирцю* в гарячому мильному розчині серицин розчиняється, і коконна нитка поділяється на дві складові шовковини. Поверхня їх стає більш гладкою, а форма поперечного перерізу майже повністю округлою; поперечник елементарної шовковини коливається від 10 до 20 мкм. Елементарне волокно має фібрилярну структуру, яку створюють лінійні макромолекули волокнуотворюючого білка – фіброїну. Фібрилярна будова волокон натурального шовку є основною причиною суттєвого недоліку цих волокон – моховатості, що може виявитися у процесі волого-теплових та механічних обробок текстильних матеріалів.

Хімічний склад волокон шовку

За хімічним складом волокна натурального шовку відносяться до білкових речовин – фіброїну, але на відміну від кератину вовни сірка у фіброїні відсутня. Фіброїн шовку має аморфно-кристалічну будову та представляє собою лінійний полімер. Між лінійними молекулами фіброїну добре розвинені міжмолекулярні зв'язки низьких енергій взаємодії і зовсім відсутні ковалентні зв'язки. Тому натуральний шовк є досить еластичним волокном, піддатливим до подовження. Макромолекули шовку характеризуються високим ступенем орієнтації, що обумовлює високу міцність нитки. Серицин шовку відрізняється за хімічним складом від фіброїну великим вмістом кисню, меншою стійкістю до дії фізико-хімічних реагентів. Цей білок розміщується на поверхні коконних ниток, склеюючи їх, і виконує скріплюючу роль. Вміст серицину в коконній нитці тутового шовкопряду коливається в межах 22-25% від ваги шовку-сирцю. В шовку диких шовкопрядів серицину значно менше (близько 5-10%), однак знесклеювання шовку надає деякі незручності внаслідок наявності у серицині дубильних речовин.

Внаслідок відварювання у воді протягом години при температурі 100°C натуральний шовк повністю звільняється від серицину. Цей процес прискорюється у лужних розчинах навіть при нижчих температурах.

Властивості натурального шовку

Довжина коконної нитки залежить від якості кокону і може досягати 1500 м. *Тонина* коконної нитки неоднакова по всій довжині – спочатку (в верхніх шарах) вона порівняно незначно змінюється, а к кінцю починає сильно потоншуватися – з округлої перетворюється на стрічкоподібну. Для отримання рівномірної технічної нитки використовують кокони, які знаходяться на різній стадії розмотки. За тониною елементарних ниток шовк відноситься до найбільш тонковолокнистих природних волокон. *Товщина* коливається у межах 20-30мкм. На текстильних підприємствах переробляють шовк сирець *лінійною густиною* від 1000 до 6400 мтекс.

Міцність до розриву коконної нитки становить 8–10 сН/нитку, а елементарного волокна 3,5-4,0 сН/волокно. *Відносне розривне навантаження* коконної нитки становить 26-28 сН/текс. У вологому стані розривне навантаження знижується майже на 15%.

Відносне розривне подовження коконної нитки досягає 22-25%. При навантаженнях, які становлять 10-20% від розривних, пружня частка деформації коконної нитки дорівнює приблизно 20 %, еластична 40-50 % та пластична 30-40 % від загального подовження. На відміну від вовни волокна натурального шовку менш пружні, що пов'язано з особливостями їх складу та будови. У мокрому стані подовження коконної нитки зростає.

Гігроскопічність натурального шовку при стандартних умовах сягає 10-11%. У воді волокна натурального шовку набухають. При цьому збільшується площа їх поперечного зрізу приблизно на 16-18%, маса зростає на 35-40%. У розчинах лугів та кислот ступінь набухання зростає, а з підвищенням температури розчинів проходить відповідний гідроліз фіброїну.

До дії лугів натуральний шовк трохи більш стійкий, ніж вовна, але у незначній мірі. Розчиняються волокна натурального шовку в мідноаміачному комплексі та у розчинах деяких солей – хлоридів, бромидів, гідроксиду міді тощо.

До дії світла та світлопогоди натуральний шовк менш стійкий, ніж вовна. Після опромінювання його денним світлом протягом 250 годин міцність ниток знижується на 62%. Під дією прямих сонячних променів волокна натурального шовку спочатку жовтіють, а потім стають темно-бурими.

З усіх природних волокон натуральний шовк є найстійкішим до нагрівання. Тривала дія тепла призводить до термодеструкції фіброїну. Процес прискорюється із зниженням вологості волокон.

Вологий шовк в умовах тривалого зберігання покривається цвільлю. На відміну від волокон вовни, міль не пошкоджує шовк.

Волокна натурального шовку “диких” шовкопрядів більш жорсткі й міцні, витриваліші до дії розчинів кислот та лугів, важче фарбуються синтетичними барвниками. Кокони погано розмотуються. Волокна коротші та грубіші у порівнянні з натуральним шовком шовковичного шовкопряда.

1.2.3. Хімічні волокна

Хімічні волокна отримують з природних та синтетичних речовин в результаті їх хімічної та фізико-хімічної обробки. Незважаючи на суттєві відмінності в хімічній будові та у фізичній структурі, існують загальні властивості і вимоги до волокностворюючих високомолекулярних сполук, які дозволяють виділити їх із усього різноманіття природних та створених людиною полімерів. Основними з таких вимог можна вважати:

- для хімічних волокон, які отримують із розплаву або розчину – можливість розплавлятися або розчинятися без помітної деструкції, а також проявляти високу здатність до волокноутворення;
- лінійна будова макромолекул, бажано без об’ємних замісників;

- певний баланс в макромолекулі полярних та неполярних фрагментів (груп), які визначають сумарну міжмолекулярну енергію взаємодії, що, у свою чергу, визначає фізико-механічні та сорбційні властивості. Слід відзначити, що за цим показником волокностворюючі полімери розрізняються між собою і, відповідно, ми розрізняємо гідрофільні та гідрофобні волокна;
- певна величина молекулярної маси полімеру та її молекулярно-масове розподілення. Ця вимога проявляється як у технології виготовлення волокон (здатність розплавлятися та розчинятися, створюючи розчини необхідної в'язкості), так і у демонстрації високих характеристик міцності волокон у процесі експлуатації. Молекулярна маса і, відповідно, середня довжина макромолекул, визначає інтегральну енергію міжмолекулярної взаємодії, що позначається на показнику міцності до розривання. Чим більш вузьким є спектр молекулярно-масового розподілення, тим більш тривкими та відтворюваними будуть фізико-механічні та інші властивості волокон;
- оптимальна гнучкість макромолекул, пов'язана з їх хімічною будовою, визначає еластичні властивості волокон, а також поведінку полімерів на стадії виробництва волокон (розчинення, розплавлення, формування, витягування);
- певне співвідношення кристалічних та аморфних ділянок. Перші, в основному, визначають міцність, а другі – еластичність, сорбційну здатність, здатність до фарбування;
- певні термічні властивості полімерів, які визначають такі експлуатаційні характеристики, як тепло- та термостійкість – температуру стеклування, розм'якшення та плавлення.

Всі хімічні волокна розділяються на штучні та синтетичні.

Штучні волокна отримують з природних речовин. До них відносять:

- волокна з розчинів целюлози та її похідних (напр., віскозне, мідно-аміачне, ацетатне);

- волокна, які виробляються з розчинів білкових речовин (напр., казеїнове, соєве та ін.);
- волокна штучні мінеральні, які виробляються з сировини мінерального походження (напр. метала, скла).

Синтетичні волокна отримують з високомолекулярних речовин, які синтезуються з низькомолекулярних сполук (напр., продукти переробки нафти, газу, кам'яного вугілля, такі як фенол, бензол, толуол, етилен тощо).

Основні етапи отримання хімічних волокон та ниток

Сучасні способи формування ниток полягають у продавлюванні вихідних розчинів або розплавів полімерів крізь отвори філь'єр.

Незважаючи на деякі відмінності в отриманні хімічних волокон та ниток різних видів, загальна схема їх виробництва складається з п'яти основних етапів.

1. Одержання та попередня обробка сировини. Попередня обробка сировини для штучних волокон та ниток полягає у її очищенні, або у хімічному перетворенні у нові полімерні сполуки. Сировину для синтетичних волокон та ниток одержують шляхом синтезу полімерів з простих речовин на підприємствах хімічної промисловості; попередньо цю сировину не обробляють.

2. Приготування прядильного розчину або розплаву. При виготовленні хімічних волокон та ниток з твердого вихідного полімеру необхідно перевести полімер у рідкий (розчин) або у розм'якшений (розплав) стан, при якому порушується міжмолекулярна взаємодія, збільшується відстань між макромолекулами та з'являється можливість їх вільного переміщення відносно один одного. Розчини використовуються при отриманні штучних та деяких видів синтетичних ниток (поліакрилонітрильних, полівінілспиртових, полівінілхлорідних). З розплавів отримують гетероланцюгові (поліамідні, поліефірні) та деякі карболанцюгові (поліолефінові) волокна та нитки.

Прядильний розчин або розплав готують у декілька стадій. *Змішування* полімерів з різних партій виконують для підвищення однорідності розчинів та розплавів з метою отримання ниток з рівномірними властивостями по всій довжині; змішують полімери у вигляді розчину, або у сухому вигляді до розчинення або розплавлення. *Фільтрація* необхідна для видалення з розчину або розплаву механічних домішок, часток полімеру, що не розчинилися, для того, щоб запобігти засміченню філь'єр та покращити властивості ниток. Проводиться фільтрація шляхом багатократного проходження розчину або розплаву через фільтри (щільну тканину, шар кварцу або кераміки). *Видалення повітря* полягає у видаленні з розчину пухирців повітря, які, потрапляючи у отвори філь'єр, обривають струмені розчину або розплаву та зашкоджують утворенню волокон. На цій стадії розчин витримується протягом декількох годин у вакуумі. Розплав видаленню повітря не підлягає, оскільки у розплавленій масі полімеру повітря практично немає.

3. *Формування ниток* полягає у дозованому продавлюванні прядильного розчину або розплаву через отвори філь'єр, затвердінні струменів, які витікають, а також у намотуванні отриманих ниток на прийомні пристрої. Струмені формуються у елементарні нитки з розплаву або розчину сухим та мокрим способами.

При формуванні розплаву струмені ниток, що витікають з філь'єри, охолоджуються в обдувочній шахті холодним повітрям або інертним газом. При формуванні розчину сухим способом струмені полімеру обробляються гарячим повітрям, внаслідок чого розчинник випаровується, а полімер стає твердим. У випадку формування з розчину мокрим способом струмені ниток з філь'єри поступають у розчин осаджувальної ванни, де відбуваються фізико-хімічні процеси видалення полімеру з розчину а іноді, і хімічні зміни складу вихідного полімеру. На етапі формування утворюються структурні елементи (пачки, фібрили) макромолекул, утворюється первинна структура нитки.

4. *Обробка.* Хімічні волокна та нитки безпосередньо після формування не можуть бути використані для виготовлення текстильних матеріалів. Вони потребують додаткової обробки, яка складається з ряду операцій.

Видалення домішок та засмічень необхідно при отриманні віскозних, білкових та деяких видів синтетичних ниток, що формуються мокрим способом. Ця операція здійснюється шляхом промивання ниток у воді або у різних розчинах. Відбілення ниток та волокон, які потім будуть фарбуватися у світлі та яскраві кольори, здійснюється шляхом їх обробки оптичними відбілювачами. Витягування та термообробка синтетичних ниток необхідні для перебудови їх первинної структури. При витягуванні послаблюються міжмолекулярні зв'язки, відбувається розпрямлення і переорієнтація макромолекул та їх агрегатів у осьовому напрямку нитки та утворюється більш впорядкована структура. У результаті нитки стають більш міцними, але менше розтягуються. Саме тому після витягування проводять термообробку з метою релаксації внутрішніх напружень та часткової усадки ниток з-за деякого послаблення міжмолекулярних зв'язків та отримання макромолекулами зогнутої форми при зберіганні їх орієнтації. Поверхнева обробка (авіаж, апретування, замаслювання) необхідна для надання ниткам здатності до наступних текстильних переробок.

Технологічні процеси і апаратурне оформлення процесів формування і подальших обробок хімічних волокон вельми різноманітні. Вони можуть бути напівбезперервними і безперервними залежно від асортименту, потужності виробництва, технічного рівня і інших чинників. Важливе значення при цьому мають енерго- і матеріаломісткість процесів, регенерація хімікалій, забезпечення санітарно-гігієнічної і екологічної безпеки.

Одним з основних напрямів розширення і поліпшення асортименту хімічних волокон є їх модифікація. Це досягається за рахунок введення змін в технологічний процес. Вся різноманітність методів модифікації є двома видами модифікації – хімічної і фізичної (структурної).

Хімічна модифікація полягає в частковій зміні хімічного складу основного волокнуутворюючого полімеру, що дозволяє отримати волокна з новими властивостями.

Таблиця 1.1

Основні характеристики різних груп і видів хімічних волокон

Групи волокон і ниток	Основні види	Механічні властивості			Термостійкість °С
		Модуль деформації, ГПа	Міцність, сН/текс	Подовження при розриві %	
Волокна і нитки загального призначення	Поліефірні, поліпропиленові, аліфатичні поліамідні, поліакрилонітрильні, полівінілспиртові, гідратцелюлозні	2-6	15-45	18-50	130-160*
Еластомерні нитки	Поліуретанові	$(2-5) \cdot 10^{-2}$	6-12	500-900	70-100
Високоміцні нитки	Поліефірні, поліпропиленові, аліфатичні поліамідні, полівінілспиртові, гідратцелюлозні	6-20	50-90	8-20	150-180*
Надміцні нитки	Параарамідні, параарилатні (ароматичні поліефірні), поліпарафенилен-бензо-бис-оксазольні і -тіазольні, полівінілспиртові, із надвисокомолекулярного поліетилену	70-160	200-400	2-5	200-300
Термостійкі і важкозаймісті волокна і нитки	Арамідні, поліамідні, поліоксазольні, полібензи-мидазольні та ін.	6-15	30-70	4-20	250-300
Волокна і нитки із специфічними властивостями	Електропровідні, сорбційні, іонообмінні, хемостійкі і інші види, призначені для створення матеріалів із специфічними функціональними характеристиками				

Примітка: * Гранична термостійкість поліпропиленових волокон і ниток 110-115 °С.

Фізична модифікація полягає в направленій зміні будови волокон і ниток, їх поперечної і подовжньої форми, у введенні невеликої кількості добавок, зміні розмірів і т.д. Зараз широко використовується отримання профільованих ниток і волокон різної форми: трикутника, багатопрменевої зірочки, трилисника та ін. Профільовані нитки дозволяють отримувати малорозсувні трикотажні вироби, оскільки порізаний профіль різко збільшує тертя між нитками. Профілем, що часто зустрічається, є «трилобал» – трьохпроменевий профіль. Нитки з плоскою поверхнею дозволяють отримати вироби з ефектом блиску унаслідок підвищеного віддзеркалення світла їх окремими ділянками.

Завдяки створенню порожнистих синтетичних волокон, що мають один або декілька каналів або об'ємні порожнини, значно підвищилися показники гігроскопічних і теплозахисних властивостей.

Важливим напрямом фізичної модифікації є отримання мікрониток і мікроволокон, які виготовляються як методами надвисокошвидкісного формування, так і через стадію утворення бікомпонентних ниток. Мікроволокна і мікронитки мають високорозвинену поверхню, тому вироби з них у меншій мірі забруднюються, а також у більшій мірі змочуються водою.

Змінюючи умови орієнтації (витягування) ниток, можна додати їм нерівноважну структуру з внутрішньою напругою, внаслідок чого вони отримують підвищену усадку. Такі нитки використовуються у виробництві щільних нетканих матеріалів і для основи штучної шкіри.

Штучні волокна

До штучних волокон відносяться гідратцелюлозні (віскозні, мідно-аміачні) і ацетилцелюлозні (ацетатні і триацетатні).

Основну масу штучних волокон одержують на основі природного полімеру – целюлози із деревини або бавовняного пуху.

Віскозне волокно одержують з целюлози деревини ялини або сосни. Для відділення розчинних нецелюлозних домішок, деревну целюлозу піддають

обробці лугом натрію, тобто здійснюється процес мерсеризації. В процесі мерсеризації утворюється лужна целюлоза, яку обробляють сірковуглецем. В результаті виникає новий продукт – ксантогенат целюлози. Отриманий в'язкий розчин називається віскозою, а одержувані з неї волокна і нитки – віскозними. Віскозне волокно є циліндром з подовжніми штрихами, що утворюються при нерівномірному затвердінні прядильного розчину.

Віскозні волокна мають порівняно невисоку міцність при розтягуванні. Характерно, що міцність їх в мокрому стані удвічі нижче, ніж в сухому. Віскозні волокна мають невисоку пружність, а тому легко зминаються. Стійкість до стирання досить висока. Дуже важливою позитивною властивістю віскозних волокон є їх гігроскопічність, тобто здатність поглинати воду і її пари. При поглинанні води вони сильно набухають: поперечник їх збільшується, а довжина зменшується. Ця властивість називається усадкою. Віскозні волокна мають таку ж стійкість до дії світла і атмосферних дій, як і натуральні волокна. Віскозні волокна і нитки легко забарвлюються.

Віскозні волокна і нитки застосовуються при виробництві тканин для одягу, білизняного і верхнього трикотажу, як в чистому вигляді, так і в суміші з іншими волокнами і нитками.

В даний час широке розповсюдження отримали різні модифікації віскозних волокон.

Віскозні високомодульні волокна (ВВМ) відрізняються від звичайних віскозних волокон більш високою осьовою орієнтацією. Прикладом ВВМ є волокно сиблон, міцність якого в нормальних умовах в 1,6 рази вище, ніж у звичайного віскозного волокна, а в мокрому стані – в 2 рази вище. Сиблон застосовується як замітник середньоволокнистого бавовника.

Полінозне волокно – це модифіковане віскозне волокно. За своїми властивостями полінозне волокно є близьким аналогом тонковолокнистого бавовника. Воно має високу міцність при розтягуванні, невелику її втрату у вологому стані, відзначається еластичністю, пружністю і низькою усадкою.

Проте поліозне волокно характеризується крихкістю і низькою міцністю при згинанні, що викликає труднощі в його переробці.

Мтілон – хімічно модифіковане віскозне волокно, яке одержують шляхом щеплення до макромолекул целюлози мономерів поліакрилонітрилу. Має підвищену стійкість до дії мікроорганізмів, світлостійкість і стійкість до стирання. Особливість мтілону – шерстеподібність як на вигляд, так і на дотик.

Мідно-аміачне волокно одержують з бавовняного пуху або обробленої деревної целюлози. Целюлозу розчиняють в мідно-аміачному розчині з утворенням гідроцелюлози. Отриманий розчин піддають витягуванню. Внаслідок цього орієнтація волокон дуже висока, що позитивно впливає на властивості волокна. За своїми фізико-механічними властивостями воно аналогічно звичайному віскозному волокну, але має меншу міцність і подовження.

Ацетатне і триацетатне волокна по своїй будові аналогічні віскозним, але мають більш крупні борозенки уздовж волокна. При обробці целюлози оцтовою кислотою отримують сполуки целюлози, розчинні в ацетоні.

Ацетатні нитки мають меншу міцність, ніж віскозні, але і менше втрачають її в мокрому стані. Вони мають більшу пружність, ніж віскозні і тому вони менше мнуться. Відмітною властивістю ацетатних ниток є їх знижена гігроскопічність: у ацетатних – в два рази, а у триацетатних - в три з половиною рази нижче, ніж у віскозних. Следством цього і є здатність ацетатних ниток накопичувати статичну електрику – електризуватися.

Загальною проблемою для штучних волокон і ниток є великі енерговитрати і витрати, пов'язані з рішенням екологічних проблем. Тому в даний час все більше поширення набувають волокна з властивостями, близькими до натуральних. Прикладом таких волокон є ліоцел і полілактидні волокна. Ліоцел – 100% целюлозне волокно, яке виробляють на основі економічно чистого процесу виробництва замкнутого циклу, оскільки для отримання розчину целюлози використовується органічний розчинник, який

не вступає в хімічний зв'язок з целюлозою і після фільтрації може використовуватися знову. Додатково до властивостей натуральних волокон ліоцел має ще і високу міцність, як у вологому, так і в сухому стані. Завдяки своїй стійкій звитій волокна відрізняються чудовою комфортністю і яскравістю кольору.

Полілактідні волокна за своїми властивостями дуже схожі на поліефірні з чудовою стійкістю до ультрафіолетового опромінення і обмеженою термостійкістю.

Синтетичні волокна

До синтетичних волокон відносяться поліамідні, поліефірні, поліакрилонітрильні, полівінілхлоридні, поліпропиленові та ін.

Сировиною для отримання поліамідних (ПА) волокон служить фенол – продукт переробки кам'яного вугілля або нафти, який в результаті переробки перетворюється на капролактам – мономер поліамідної смоли. Поліамідні волокна відрізняються високою міцністю при розтягуванні, стійкі до стирання, багатократного згинання, мають високу хімічну стійкість, морозостійкість, стійкість до дії мікроорганізмів. Основним їх недоліком є низька гігроскопічність і світлостійкість, висока електризуємість і мала термостійкість. В результаті швидкого «старіння» вони на світлу жовтіють, стають ломкими і жорсткими. За міцності до багатократних згинань і стирання поліамідні волокна перевершують всі інші волокна. По стійкості до стирання вони в 10 разів перевершують бавовну і в 20 разів – вовну. При тривалій дії температури 150°C волокна жовтіють, їх міцність знижується на 60-70%, при температурі 215°C – плавляться. Поліамідні волокна і нитки широко використовуються для виготовлення панчішно-шкарпеткових, трикотажних і галантерейних виробів.

Анід має в основному такі ж властивості, що і капрон, але перевершує його по термостійкістю (температура плавлення 250-265°C), деяким

хімічним і фізико-механічним властивостям. Застосовують це волокно у виробництві штучного хутра і для технічних тканин.

Енант відрізняється високою світлостійкістю. Температура плавлення його 260-300°C. Це волокно використовується для технічних тканин.

Поліефірні волокна (ПЕ) отримують поліконденсацією терефталевої кислоти і етиленгліколя. Технологічний процес отримання поліефірного волокна аналогічний виробництву поліамідних волокон. Поліефірні волокна пружні і еластичні, їх міцність на розрив дещо нижче, ніж у поліамідних. ПЕ волокна вважаються одними з найбільш термостійких волокон, вони витримують нагрівання до 150°C протягом 1000 годин, при цьому міцність знижується тільки на 50%. Плавиться волокно при температурі 260°C. Волокно горить спалахами, а після згорання утворюється тверда кулька. Тканини з поліефірного волокна завдяки термопластичності добре зберігають складки, ефект гофре і плісе. Волокна стійкі до дії слабих кислот і лугів, але під дією концентрованих лугів їх міцність суттєво знижується.

Недоліками волокна є його підвищена жорсткість, здатність до утворення пілінгу на поверхні виробу і сильна електризуємість.

ПЕ волокно застосовується при виготовленні тканин побутового призначення в суміші з натуральними волокнами, що додає виробам підвищену стійкість до стирання і пружність. Вони також широко використовуються в медицині, для виробництва технічних тканин.

Поліакрілонітрільні волокна (ПАН) мають пружність, низьку теплопровідність, високу світлостійкість і термопластичність. Вони стійкі до дії високих температур і до гниття. По м'якості, шовковистості, пухнастості, еластичності акрілові волокна найбільш близькі до вовни, вони розчиняються в концентрованих мінеральних кислотах. При тривалій дії слабих лугів, особливо при підвищеній температурі, волокна руйнуються. Поліакрілонітрільні волокна відрізняються від інших волокон найбільшою стійкістю до світлопогоди. Волокно застосовується у виробництві шерстяних тканин, трикотажних виробів, штучного хутра.

Поліуретанові нитки. Основою цих ниток є гетероцепні полімери, макромолекули яких містять уретанову групу. Поліуретани містять гнучкі і жорсткі блоки. Гнучкими еластичними блоками є низькомолекулярні полієфіри, а жорсткими, кристалічними – полімочевинні і ароматичні групи. Подібна будова макромолекул надає поліуретану значну еластичність (розривне подовження може досягати 800%). Поліуретанові нитки надають текстильним матеріалам високу еластичність, пружність, здатність не зминатися. Вони мають високу стійкість до стирання (в 20 разів більшу, ніж гумова нитка). Поліуретанові нитки достатньо стійкі до світлопогоди і хімічних реагентів, проте при нагріванні до температури 150°C починається термічна деструкція, нитки жовтіють, підвищується їх жорсткість.

Прикладом поліуретанових ниток є нитки спандекс. Нитки спандекс легкі, м'які, хімоустойкі, стійкі до дії поту і цвілі, добре забарвлюються, додають виробам пружність, еластичність, формостійкість. До їх недоліків відносяться низькі гігроскопічність і теплостійкість. Нитки спандекс широко використовуються для виготовлення трикотажних виробів, нижньої білизни, спортивного одягу, панчішно-шкарпеткових виробів.

Поліолефінові волокна. Вихідною сировиною для отримання цих волокон служать продукти переробки нафти – пропилен і етилен. До них відносяться поліетиленові та поліпропіленові волокна. Поліолефінові волокна стійкі до дії кислот, лугів, окислювачів і відновників. Маючи високу міцність, волокна стійкі до дії мікроорганізмів, молі, цвілі і миючих засобів. Ці волокна унаслідок низької гігроскопічності значно електризуються.

Поліолефінові волокна застосовуються для виготовлення тканин технічного призначення, для виробництва матеріалів для верхнього і спортивного одягу (в суміші з гідрофільними волокнами – бавовною, вовною, віскозним і ін.), взуття, декоративних матеріалів.

Полівінілхлоридні волокна (ПВХ). Вихідною сировиною для отримання ПВХ служать етилен і ацетилен. ПВХ – волокно гідрофобне, не втрачає міцності в мокрому стані, не набухає у воді і при нормальному

атмосферному тиску поглинає не більше 0,15-0,3% вологи. Воно має надзвичайно високу хімічну стійкість: на нього практично не діють концентрована сірчана і азотна кислоти, 30%-й розчини їдких лугів, спирт, бензин, мінеральні масла.

Істотним недоліком ПВХ – волокон є мала термостійкість і значна усадка. При температурі 65-70 °С волокно розм'якшується і деформується, а усадка його досягає 20%. При температурі – 20 °С волокно стає крихким.

Різновидом ПВХ - волокон є волокно хлорін. Хлорін має виключно високу стійкість до хімічних дій, мікроорганізмів, цвілі. До недоліків цього волокна можна віднести низьку світлостійкість і створення високого електростатичного поля, що сприяє утворенню пілінга і високому забрудненню.

Використовується ПВХ-волокно для створення фільтруючих матеріалів для агресивних рідин і газів, як лікувальна білизна, для штучного хутра, для виробництва килимів і нетканих матеріалів.

Полівінілспиртові волокна. Ці волокна виробляють з полівінілового спирту. Особливість полівінілспиртових волокон – висока гігроскопічність, обумовлена наявністю в макромолекулах полімеру великого числа гідроксильних груп. Ці волокна добре забарвлюються фарбниками.

Різновидом цього волокна є вінол. Воно має високу міцність, стійкість до стирання, світлопогоди, хімічних реагентів, багатократних деформацій.

Вінол використовується в чистому вигляді і в суміші з іншими волокнами для виготовлення білизняних, сорочкових, одяжних тканин, різноманітних трикотажних виробів. Тканини із ПВС-волокон мають хороше вологопоглинання, не електризуються, мають красивий зовнішній вигляд. Зносостійкість одягу в 2-3 рази вище, ніж зносостійкість аналогічних виробів з бавовняного волокна із ПВС. ПВС – волокна замінюють вовну при виробленні фетру і валяльно-повстяних виробів. Вироби з начосом із суміші вінілових і бавовняних волокон мають хороші теплозахисні властивості. Ворс у таких виробів після прання не скачується і не витирається.

РОЗДІЛ 2. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ НИТОК

2.1. Класифікація ниток

Текстильними нитками називаються міцні тіла, з невеликими поперечними розмірами, але значної довжини, що використовуються для виготовлення текстильних виробів.

Текстильні нитки діляться на первинні та вторинні.

Первинними називаються нитки, які одержують відразу після процесу прядіння або формування і у яких будова та склад залишається незмінною по всій довжині.

До первинних ниток відносяться пряжа, комплексні нитки, монопітки. *Пряжа* – текстильна нитка, що складається з подовжньо та послідовно розташованих, більш менш розпрямлених волокон, отриманих скручуванням в процесі прядіння. За будовою розрізняють пряжу *однопіткову, троцену та кручену*. Однопіткова пряжа утворюється на прядильних машинах шляхом правого та лівого скручування елементарних волокон. При обертанні веретена або прядильної камери за годинниковою стрілкою утворюється пряжа правої крутки Z, при обертанні проти годинникової стрілки – пряжа лівої крутки S. Троцена пряжа складається з двох та більше подовжньо складених ниток, які не з'єднані між собою круткою. Троцена пряжа широко поширена у трикотажному виробництві. Кручена пряжа утворюється на крутильних машинах, за способом скручування вона поділяється на однокруткову, багатокруткову, фасонну, армовану, текстуровану та комбіновану. Однокруткову пряжу отримують при скручуванні двох, або трьох ниток однакової довжини, вона має гладку поверхню. Ця пряжа частіше буває недостатньо врівноваженою при крутці. Багатокруткову пряжу отримують у результаті двох та більше процесів кручення, що йдуть один за одним. Частіше всього з'єднують дві однокруточні нитки, скручуючи їх у напрямку, зворотному попередній крутці.

Фасонна пряжа складається з серцевинної нитки, яку обвивають нагінною (ефектною) ниткою більшої довжини, ніж серцевинна. Нагінна

нитка може утворювати по довжині серцевинної нитки рівномірно розташовані спіралі. Переривчастий ефект створюється у вузликівій пряжі з щільними, рівномірно розподіленими круглими або подовженими, однокольоровими або різнокольоровими вузликами та в пряжі епонж з нерівномірними, рихлими вузликами. Фасонна пряжа з волокон всіх видів широко застосовується при виготовленні платтяних, костюмних та пальтових тканин та трикотажних полотен.

Епонж – багатозвита однорідна або неоднорідна пряжа. При першому скручуванні нагінна пряжа подається вільно, без натягу щодо стрижньової. Завдяки цьому отримують різні структурні зовнішні ефекти, які при другому скручуванні із закріпною пряжею фіксуються.

Вузликову пряжу отримують, скручуючи стрижньову і нагінну складові, які надходять у крутильний пристрій з перемінним натягом. Унаслідок цього нагінна пряжа утворює на поверхні вузлики - потовщення.

Петельну пряжу, або букле, отримують, скручуючи стрижньовий кінець з нагінною ниткою, що складається з більш пружних волокон, ніж стрижньові, і має незначну крутку. Нагінний кінець пряжі подають без натягу, вільно, завдяки чому отримують зовнішні різні за розмірами петлі.

Пряжа із сукрутинами має нагінний кінець з високою первинною круткою. Надходячи в механізм скручування вільно, без натягу, нагінна пряжа утворює сукрутинки, які періодично чергуються на поверхні готової пряжі у вигляді скручених петельок.

Хвилясту пряжу отримують, скручуючи більш грубу нагінну пряжу з тонкою стрижньовою. Завдяки різним еластичним властивостям і різному натягу на поверхні готової пряжі отримують чітко помітні хвилясті виступи.

Синель – пряжа, що має ворсисту поверхню. Вона складається з двох стрижньових кінців пряжі, між якими в процесі їх скручування різальним механізмом вводяться короткі волокна нагінної пряжі. Останні міцно вплітаються в структуру готової пряжі і перпендикулярно до її вісі виходять на поверхню.

Армована пряжа має сердечник (частіше всього з комплексних хімічних ниток), обвитий з зовні бавовняними, вовняними або штапельованими хімічними волокнами. Волокна зовнішнього шару повинні бути прикріплені до сердечника та не переміщуватися вздовж нього.

Текстурована пряжа має збільшений об'єм, пористість, пухкість, м'якість та високу розтяжність.

Комбінована пряжа може бути еластичною ворсистою. Еластична пряжа утворюється скручуванням стержневої комплексної синтетичної нитки з бавовняною або вовняною ниткою. При послідуєчій термообробці в безконтактній термокамері, що нагрівається електричним способом, стержнева нитка зсідается. Скручуванням двох таких ниток отримують комбіновану пряжу.

Ворсисту пряжу отримують аеродинамічним способом. При дії на бавовняні або вовняні волокна струменів стиснутого повітря вони переплутуються з комплексними синтетичними нитками, внаслідок чого утворюється пухка пряжа збільшеної об'ємності.

Елементарна нитка – тонка одинична нитка, яка не ділиться в поперечному і подовжньому напрямі без руйнування.

Комплексні нитки. Будова комплексних ниток визначається числом та розташуванням в них елементарних ниток, а також способом їх з'єднання (скручуванням або склеюванням). *Кручені комплексні нитки* з хімічних волокон бувають одно-, дво- та багатокруткові. *Первинні хімічні комплексні нитки* складаються з паралельних або слабо скручених елементарних ниток, що переплетені у процесі формування за допомогою стиснутого повітря. Такі нитки мають досить гладку поверхню та нагадують звичайну нитку пологої крутки. *Нитки вторинної крутки* отримують шляхом скручування двох та більше первинних комплексних ниток. При скручуванні комплексних ниток різного волокнистого складу утворюється неоднорідна комплексна нитка. При скручуванні комплексної нитки з пряжею отримують *кручені комбіновані нитки*.

За ступенем крутки розрізняють нитки *похилої крутки* (до 230 кр/м), які використовуються у трикотажному виробництві, при виготовленні підкладкових та деяких видів платтяних тканин, нитки *середньої крутки* – мусліни (від 230 до 900 кр/м) – застосовуються у виробництві платтяних тканин, нитки *високої крутки* – крепи (від 1500-2500 кр/м)

Мооскреп – скручені у два кінці нитки натурального шовку або з хімічних (переважно штучних) волокон. Для їх отримання використовують одну нитку крепову, а другу звичайну (100-200 кр/м). Після з'єднання їх скручують разом у напрямі крепового скручування (до 500-600 кр/м) і запарюють для стабілізації отриманої структури.

Креп-граніт та ондуле – нитки, що отримують за схемою, подібною до виробництва мооскрепу. Різниця полягає в тому, що після з'єднання крепової нитки з ниткою звичайною скручування проводять у напрямі, протилежному скручуванню крепової нитки (до 500 кр/м). На відміну від мооскрепу *креп-граніт* після запарювання має кращі еластичні властивості, менш жорсткий.

Фасонні нитки – це поодинокі, односкручені або багатоскручені нитки, які мають різноманітні зовнішні фасонні ефекти. Фасонний ефект – це місцева зміна структури або кольору, яка безперервно або періодично повторюється по всій довжині нитки.

Фасонні нитки з кольоровими ефектами – це нитки з різнокольоровими повздовжніми смугами (строкаті), з різнокольоровими відрізками, що чергуються між собою, з хаотично розміщеними скупченнями кольорових волокон (мушкваті) або багатониткові пряжі з різнокольоровими компонентами, що чергуються між собою (муліне).

Фасонні нитки із структурними ефектами – це однопниткова фасонна пряжа з ефектами у вигляді потовщених або потоншених відрізків, які періодично чи хаотично повторюються (непси), ефекти можуть також бути у вигляді окремо виступаючих волокон або у вигляді хвиль (хвиляста пряжа).

Ворсовані фасонні нитки – це нитки, які мають пухнасту поверхню за рахунок ворсування (ворсова) або оксамитоподібну поверхню за рахунок періодично розміщених відрізків волокон, що стирчать (синель).

Текстуровані нитки відрізняються від гладких об'ємністю, рихлістю та розпушеністю за рахунок зміненої структури. Завдяки звитості їх поперечні розміри у порівнянні з первинними розмірами ниток, які їх складають, значно збільшені. Утворені між нитками повітряні прошарки покращують теплозахисні властивості виробів з них. Текстуровані нитки за своєю структурою поділяються на три види: високої розтяжності (100% та більше), підвищеної розтяжності (до 100%) та звичайної розтяжності (до 30%).

Мононитки можуть бути різної товщини та мати круглу, плоску або профільовану форму поперечного перерізу. З тонких монониток виготовляють тканини для літніх платтів, блузок, а з товстих (типу кінського волосся) – прокладочні та декоративні тканини.

Широке розповсюдження мають металізовані розрізні нитки. *Алюнит (люрекс)* – стрічки шириною 1-2мм з алюмінієвої фольги з різнокольоровими покриттями поліефірної плівки. Алюнит використовується у тканинах для створення декоративного ефекту. *Пластилекс* – стрічки з поліетиленової плівки, на які у вакуумі нанесено розпилений метал. Пластилекс міцніший за алюнит, має деяку еластичність. *Метанит* – металізовані нитки прямокутного перерізу. З них виготовлюють платтяні та декоративні тканини з мерехтливим блиском.

За волокнистим складом нитки діляться на однорідні, змішані і неоднорідні.

Однорідними бувають: пряжа яка складається з волокон одного виду (бавовна, шерсть, льон), комплексні нитки, що складаються з елементарних ниток одного виду.

Змішаною буває пряжа, що складається з волокон різного виду (бавовна і віскозне волокно, вовна і поліефірне волокно).

Неоднорідними як правило, бувають кручені нитки, в яких відбувається з'єднання хімічних ниток з пряжою з натуральних волокон (наприклад, з'єднання вовняної однорідної пряжі з поліамідною комплексною ниткою).

Залежно від мети використання, нитки підрозділяються: на ткацьку, трикотажну, для виробництва, нетканих полотен і ін.

2.2. Основні характеристики будови та властивостей текстильних ниток

Будова (структура) ниток значною мірою визначає їх властивості і можливості використання. Звичайно структура визначається розмірами і формою елементів, з яких складаються текстильні нитки, взаємним розташуванням елементів і їх властивостями. Елементи в структурі ниток мають багато рівнів (від найдрібніших елементарних частинок до волокон і ниток), проте при аналізі структури ниток враховується лише перший рівень – волокна для пряжі, елементарні нитки для комплексних ниток, пряжа або комплексна нитка для кручених ниток і т.д. Молекулярний рівень враховується побічно через властивості волокон, елементарних ниток і т.д.

Основними властивостями пряжі та ниток, які визначають їх призначення та поведінку в процесах переробки в тканину, трикотажне полотно та нетканий матеріал, є: лінійна густина (товщина), рівномірність за товщиною, скрученість, рівномірність скрученості, інтенсивність та напрям скручування, міцність до розриву, еластичність, стійкість до стомлення, фізичні та фізико-хімічні властивості.

Геометричні властивості волокон і ниток

До геометричних властивостей відносяться розміри і форми волокон і ниток. Найважливішими з них є довжина і тонина волокон і ниток.

Довжиною волокна L називається відстань між кінцями волокон в розпрямленому стані.

В масі волокон довжина їх неоднакова, тому використовують різні зведені характеристики довжини і нерівномірності волокон по довжині.

Нехай в загальній масі сировини міститься n_1 волокон завдовжки L_1 і масою M_1 , n_2 волокон завдовжки L_2 і масою M_2 і т.д.

Середню арифметичну довжину L_a часто називають середньою довжиною.

$$L_a = (L_1 n_1 + L_2 n_2 + \dots) / (n_1 + n_2 + \dots) = \sum (L n) / \sum n \quad (2.1)$$

Цю зведену характеристику використовують при визначенні довжини хімічних волокон, а також довжини заплутаних або коротких волокон, для яких обов'язково вимірювання окремих волокон. Оскільки такий промір і підрахунок числа волокон однакових довжин вельме трудомісткий, тому значно частіше застосовують метод при якому розсортовують волокна на групи однакової довжини та їх окреме зважування.

Середня масодовжина L_δ підраховується по аналогії з середньою арифметичною, тільки замість числа волокон n береться їх маса M :

$$L_\delta = (L_1 M_1 + L_2 M_2 + \dots) / (M_1 + M_2 + \dots) = \sum (L M) / \sum M \quad (2.2)$$

Для бавовняних волокон підраховують модальну, штапельну і середню масодовжину. *Модальна масодовжина* L_m відповідає довжині волокон, що становлять групу з найбільшою масою. *Штапельна масодовжина* $L_{шт}$ підраховується як середня масодовжина з довжин, більших модальної масодовжини. Для бавовняних волокон $L_{шт} \approx 1,1 L_m$.

Нерівномірність волокон по довжині оцінюють середнім квадратичним відхиленням S , мм, і коефіцієнтом варіації C % по формулах (2.3) і (2.4)

$$S = \sqrt{\sum (L_i - L_{cp})^2 n} / \sum n \quad (2.3)$$

$$C = 100 S / L_{cp} \quad (2.4)$$

де L_i – середня довжина окремих груп волокон, мм; n – число волокон в окремих групах.

Довжину волокон виражають не тільки перерахованими характеристиками, але іноді зображають у вигляді діаграм розподілу, штапельної діаграми (рис. 16).

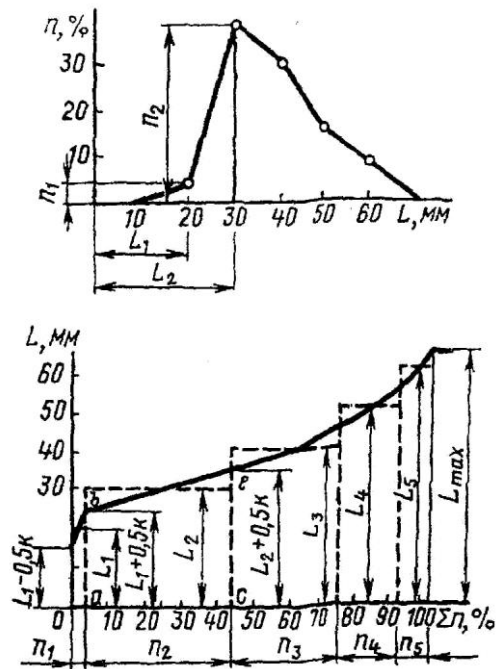


Рис. 2.16. Діаграма розподілу (а)
та штапельна діаграма (б)

Довжина різних волокон змінюється в досить широких межах, мм:

Бавовняне	25-45
Елементарні:	
ляне	15-20
конопля	10-15
джут	2-4
Технічні	
ляне	500-750
прядиво	700-1500
джут	2000-3000
Шерсть	
тонка, напівтонка	50-100
напівгруба, груба	50-200
Віскозне	34-120
Акрілове	33- 95
Поліамідне	65-110
Поліефірне	35-100

Довжина волокон визначає вибір системи прядіння, основні параметри процесу прядіння, а також властивості пряжі. При однаковому скрученні пряжа з більш довгого волокна буде міцнішою, оскільки площа контакту волокон, а отже, і сила тертя між ними буде більшою.

Тонин волокон визначається непрямим методом – як відношення маси даного зразка до його довжини. За одиницю маси прийнятий грам (г), за одиницю довжини кілометр (км). Одиниця вимірювання тонини називається лінійною густиною, текс, і визначається за формулою

$$T = m / L \quad (\text{г/км; мг/м}) \quad (2.5)$$

Чим нижче лінійна густина волокон або ниток, тим вони тонше, тобто цей показник характеризує тонину. Чим тонше волокно, тим пряжа буде більш тонка, рівномірна і міцна. З більш тонких ниток виробляють більш тонкі, легкі тканини і трикотажні полотна, при цьому витрачається менше сировини. Проте надмірна тонина приводить до утворення вузликів і грудочок, що викликає підвищену обривність в прядінні і виробках.

Разом з цим, достатньо часто доводиться визначати діаметр волокон і ниток. Якщо прийняти перетин близький до круглої форми, то

$$d_{\text{ум}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} \quad (2.6)$$

де $d_{\text{ум}}$ – умовний діаметр, мм;

T – лінійна густина, текс;

γ - густина речовини, мг/мм³.

У зв'язку з тим, що усередині волокон є мікропустоти, а також пустоти, які утворені в результаті нещільного прилягання волокон в пряжі, у формулі (2.6) замість густини речовини ρ використовується середня густина ниток σ .

$$d_{\text{ум}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad (2.7)$$

Середня густина σ менше ρ . Чим рихліша пряжа або комплексна нитка, тим менше σ по порівнянню з ρ . (табл.2.1).

Для оцінки тонини швейних ниток в торгівлі використовується такий показник, як торговий номер швейних ниток. Чим більше числове значення торгового номера, тим тонше швейні нитки. Торговий номер вказується на етикетках, наклеюваних на пакуваннях ниток.

В цьому випадку розрахунковий діаметр визначається за формулою:

$$d = \frac{A\sqrt{T_R}}{31,6} \quad (2.8)$$

де T_R – результуюча лінійна густина;

A – коефіцієнт, який залежить від об'ємної маси і будови ниток.

Значення коефіцієнту A для певного виду пряжі приведені нижче:

Пряжа:

бавовняна	1,19-1,26
ляна	1,00-1,19
вовняна	1,26-1,76
віскозна	1,26
поліамідна	1,19-1,46

Розрізняють номінальну, фактичну, кондиційну, розрахункову і результуючу лінійну густина ниток

Номінальною T_o називають лінійну густина одиночної пряжі або нитки, запланованої до вироблення на виробництві.

Номінальну лінійну густина розраховують при заправці прядильних машин виходячи з лінійної густини початкового продукту.

Номінальну лінійну густина одиночної пряжі позначають цілим числом, номінальну лінійну густина кручених ниток з однакових по товщині одиночних ниток – рядом цифр, розділених знаком множення, що стоять, наприклад 5×3 ; $1,44 \times 2$. Перше число позначає номінальну лінійну густина одиночних скручених ниток, друге число складань. Номінальна лінійна густина кручених ниток з різних по товщині одиночних ниток позначається їх сумою, наприклад $T_1 + T_2 + T_3$ або $T_1 \times 2 + T_2$ і т.д. Лінійну густина комплексних хімічних ниток позначають двома числами. Перше число указує лінійну густина комплексної нитки, а друге в дужках – число елементарних ниток в ній, наприклад 120.

Фактичною T_f називають лінійну густина однопіткової пряжі або комплексної нитки, визначеної лабораторним шляхом. Фактична лінійна густина часто не співпадає з номінальною унаслідок нерівномірності будови

волокон або елементарних ниток, розладнання технологічного устаткування, недотримання технологічного процесу. Тому в стандартах встановлені допуски відхилень фактичної лінійної густини від номінальної, перевищення яких неприпустимо. Відхилення визначається по формулі:

$$\Delta T = \frac{T_{\phi} - T_0}{T_0} 100 \quad (2.9)$$

Таблиця 2.1

Лінійна густина і густина основних видів волокон і ниток

Вид волокна, пряжи і нитки	Лінійна густина текс	Густина речовини мг/мм ³	Середня густина мг/мм ³
1	2	3	4
Волокна			
Бавовна	0,17-0,2	1,52	0,9-1,3
Льон	0,2-0,3	1,50	1,40
Вовна тонка	0,3-1,0	1,32	0,9-1,1
Вовна груба	1,2-3,0	1,30	0,3-0,9
Шовкова нитка	0,3-0,4	1,34	–
Хімічні волокна			
віскозне	0,2-0,7	1,52	1,50
ацетатне	0,3-0,4	1,32	1,0
поліамідне	0,2-0,8	1,14	–
поліефірне	0,2-0,7	1,38	–
Пряжа			
Бавовняна	5-100	1,52	0,8-0,9
Лляна	16,7- 677	1,50	0,9-1,0
Вовняна апаратна	41,7 -166	1,32	0,70
Вовняна гребінна	15,6 -41,7	1,32	0,80
Шовкова	5×2–20×3	1,34	–
Віскозна	12,5-41,7	1,52	0,80
Комплексні нитки			
Шовк-сирець	1-3,2	1,34	1,10
Віскозна	6,6-28	1,52	1,0-1,2

1	2	3	4
Ацетатна	11-22	1,32	0,6-1,0
Поліамідна	1,7-7,0	1,14	0,6-0,9
Поліефірна	11	1,38	–

Кондиційною T_k лінійною густиною називається фактична лінійна густина одиночної нитки, приведена до нормальної вологості.

$$T_k = T_\phi \frac{1 + W_k}{1 + W_\phi} 100 \quad (2.10)$$

де T_k – кондиційна лінійна густина ниток, текс;

T_ϕ – фактична лінійна густина, текс;

W_k – кондиційна вологість ниток %;

W_ϕ – фактична вологість ниток %.

Розрахункова лінійна густина T_p підраховується для трощених ниток, в яких окремі її складові не піддаються сумісному скручуванню:

$$T_p = T_1 + T_2 + \dots + T_n \quad (2.11)$$

де T_1, T_2, T_n - номінальна лінійна густина окремих строщених ниток.

Результуючою лінійною густиною R називається лінійна густина кінцевого продукту, отриманого в результаті процесу кручення або трощіння.

Відомі прискорені (експресні) методи визначення товщини волокон, наприклад засновані на залежності повітропроникності маси волокон від їх товщини. За всіх інших рівних умов, в одиницю часу через шар тонких волокон повітря проходить менше, ніж через шар товстих (грубих) волокон. Схема приладу, призначеного для визначення лінійної густини волокна, приведена на рис.17 [3]. Стиснуте повітря під постійним тиском поступає в трубку 1, проходить в конічну трубку 3 з поплавцем 4, трубку 5 і циліндр 6, в який закладається певне навішування волокна 7, стиснена до заданої середньої густини δ (0,25 г/см³). Пропускаючи повітря через волокно під тиском, визначають висоту підйому H поплавця 4 по шкалі 2, і потім по спеціальних номограмах знаходять відповідні значення лінійної густини.

Природно, що чим тонше волокно, тим на меншу висоту підіймається поплавець. Метод рекомендований для визначення лінійної густини бавовняного волокна і шерсті.

Нерівномірність ниток. Нерівномірність ниток по товщині є важливим показником якості, оскільки наявність цієї нерівноти викликає смугастість

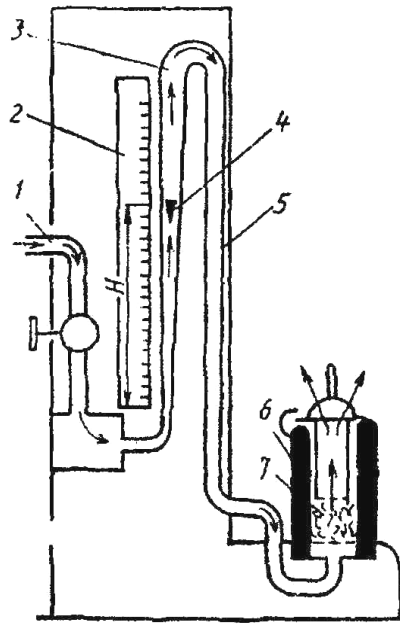


Рис.2.17. Схема приладу для визначення лінійної густини волокон

виробів і псує їх зовнішній вигляд. Підвищена нерівномірність ниток знижує міцність волокон в пряжі або елементарних ниток, за рахунок чого погіршуються механічні властивості ниток і підвищується їх обривність при переробці в ткацтві і в'язе. Тому визначення нерівномірності входить в загальну якісну оцінку ниток найрізноманітніших видів.

Застосовуються наступні методи оцінки нерівності ниток по лінійній густині: ваговий (по масі відрізків заданої довжини), візуальний (на око) та з застосуванням різних приладів (механічних, фотоелектричних, ємнісних та ін.).

Перший метод трудомісткий і вимагає високої точності приготування відрізків однакової довжини, особливо коротких. В стандартах на оцінку якості пряжі і ниток різних видів встановлені норми коефіцієнтів варіації

лінійної густини тих же відрізків, які використовувалися для визначення лінійної густини.

При візуальному методі нитки намотують з рівномірною розкладкою на екранні мотовила контрастного кольору. Зіставляючи намотані зразки з фотоеталонами різного ступеня нерівноти і, враховуючи інтенсивність смуг і їх ширини, підраховують штрафні бали за нерівномірність по лінійній густині.

З приладів найперспективнішими і достатньо поширеними є прилади електроємності (наприклад, прилад Устер) [3]. Суть вимірювання нерівноти на приладах цього типу (Рис.18) полягає в тому, що коливання маси одиниці

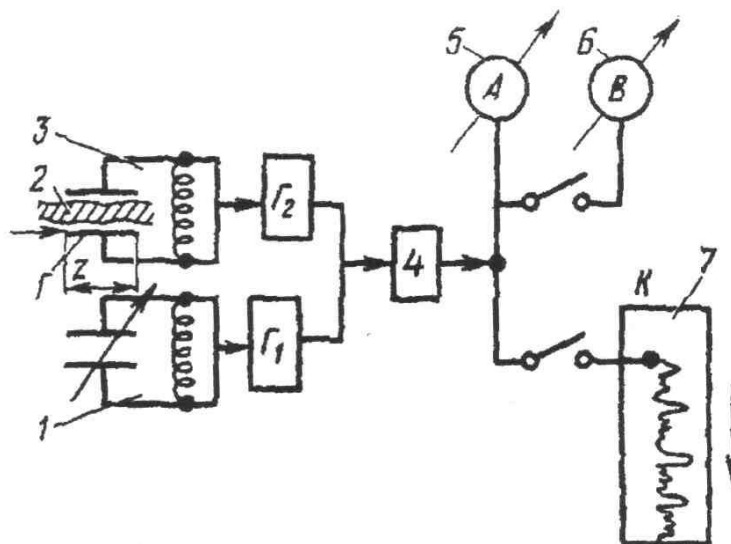


Рис.2.18. Схема приладу з ємнісними датчиками для визначення нерівноти нитки по товщині

довжини продукту (стрічки, рівниці, пряжі, комплексних ниток), що рухається, викликають зміну ємності конденсатора-датчика 3, між пластинами якого пропускається продукт 2 з певною швидкістю. Якщо він нерівномірний, то частота генератора Γ_2 , рівна спочатку частоті генератора Γ_1 , змінюється і частотомір 4 виміряє різницю частот генераторів Γ_1 і Γ_2 . Конденсатор 1 має змінну ємності і служить для вирівнювання частоти коливальних контурів генераторів Γ_1 і Γ_2 , щоб різниця частот їх була рівна

нулю. Таким чином, в приладах з датчиками коливання ємності, пропорційні зміні маси відрізків ниток, перетворюються в зміни величини напруги, яка живить інтегратор 6, який піраховує коефіцієнт нерівності або коефіцієнт варіації маси відрізків заданої довжини. Записуючий пристрій 7 пише діаграму коливань маси уздовж продукту. Показчик міліамперметру 5 показує відхилення маси подальших відрізків нитки у відсотках від маси ділянки нитки, що знаходиться між пластинами конденсатора-датчика 3 у момент вирівнювання частот коливних контурів генераторів.

Скрученість ниток

Скручування дозволяє сформувати з порівняно коротких волокон пряжу будь-якої довжини, тим самим забезпечує зв'язок між елементами пряжі.

Скрученість забезпечує зв'язок між елементами нитки. Збільшення сил тангенційного опору волокон, яке відбувається завдяки ущільненню маси при скручуванні, дає змогу отримати пряжу з волокон порівняно невеликої довжини. При цьому міцність пряжі та інші властивості залежать від ступеня (інтенсивності) скручування. Скручуванням декількох ниток (пряжі) отримують більш товсту, міцну та рівномірну нитку. Використовуючи різну інтенсивність та способи скручування, отримують також нитки з різними зовнішніми ефектами та об'ємністю. До характеристик будови ниток відносять напрямлення крутки. При правому напрямку скручування (Z) окремі складові нитки направлені зліва вгору направо, а при лівому (S) – справа вгору наліво. Для ниток, що скручені у декілька прийомів, напрямок скручування може змінюватись для кожного періоду скручування Z/Z/S або Z/S/Z. Таке чергування скручування необхідне для урівноваження скрученості крученої пряжі та ниток, а також швейних ниток.

Застосування ниток та пряжі з різним та однаковим напрямком крутки сприяє зовнішньому оформленню тканин, а також забезпечує їм деякі властивості. Якщо скрученість основних та уточних ниток у тканині має однаковий напрямок, то малюнок переплетення виступає більш чітко. Якщо

нитки основи та утку мають різний напрямок скрученості, то в тканині витки розташовані в одному напрямку, завдяки чому полегшуються процеси начісування ворсу та валки тканин.

Скрученість ниток характеризується *числом скручень* K , яке вказує число витків навколо осі нитки, розраховане на одиницю довжини нитки до розкручування. Величина скрученості для різних видів пряжі та ниток може бути різною та коливатися в межах від 80 до 3200 скручень на 1 м. Величина скрученості залежить від лінійної густини, інтенсивність її пов'язана з лінійною густиною пряжі та ниток, але показник скрученості K не характеризує інтенсивність скручування в залежності від лінійної густини пряжі та ниток.

Номінальне число скручень K_n – кількість скручень на 1м, яке встановлюється нормативно-технічною документацією. *Фактичне число скручень* K_ϕ – кількість скручень на 1м, яке отримують при досліді. Його визначають за формулою (7):

$$K_\phi = \frac{1}{n \cdot L_0} \sum K_i. \quad (2.12)$$

де n – це кількість випробувань; L_0 – затискна довжина, м; K_i – число скручень в окремих випробуваннях.

Величину скорочення нитки в процесі скручування характеризують укруткою. *Укрутка* Y – це різниця між довжиною скрученої нитки після розкручування L_1 , мм, та затискною довжиною нитки L_0 , мм, яка виражається у % від L_1 :

$$Y = \frac{(L_1 - L_0)}{L_1} \cdot 100 = \left(\frac{a}{L_0 + a} \right) \cdot 100, \quad (2.13)$$

де L_1 – довжина проби після розкручування, мм; L_0 – затискна довжина проби, мм; a – укруснення проби, мм.

Відхилення фактичного числа скручування від номінального, %:

$$\delta = \frac{K_\phi - K_n}{K_n} \cdot 100, \quad (2.14)$$

де K_n – номінальне число скручувань на 1м, кр/м.

Для оцінки інтенсивності скручування волокон у пряжі або нитках використовують комплексний критерій – коефіцієнт скручування ниток α , який визначають за формулою:

$$\alpha = \frac{K_{\phi} \sqrt{T_{\phi}}}{100}, \quad (2.15)$$

Універсальною характеристикою для розрахунку та порівняння різних ниток за показниками скрученості є визначення кута скручування β окремих зовнішніх волокон, або ниток, до повздовжньої осі скрученої нитки. При скручуванні волокна або нитки розташовуються по гвинтовим лініям з заданим кутом скручування. Чим більше кут скручування β , тим сильніше скручена нитка. При однаковому куті β число скручень на одиницю довжини товстої нитки менше, ніж тонкої.

Скручення ниток визначають на приладах, які називають круткомірами. Принципова схема круткоміра приведена на рис. 19.

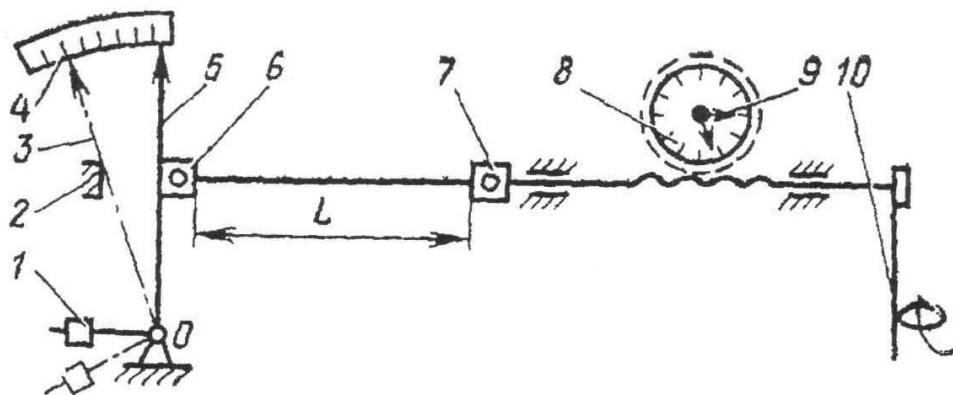


Рис.2.19. Принципова схема круткоміру

Круткомір має два затиски: той що не обертається 6 і той що обертається 7 від привідного механізму 10. В них закріплюється відрізок випробовуваної нитки завдовжки L , мм Затиск 7 з'єднаний з лічильником числа обертів 8, має покажчик 9. Затиск 6, що не обертається, закріплений на двуплечовому важелі 5 з покажчиком на кінці, який може повертатися навкруги осі O під дією вантажу 1. Упор 2 обмежує поворот важеля 5 вліво.

Застосовують два методи визначення скручування: безпосереднього розкручування і подвоєного кручення.

При першому способі відрізок нитки завдовжки L закріплюється в затисках 6 і 7. Останній обертають до повної паралелізації окремих волокон в пряжі або нитках. У цей момент показчик 9 лічильника 8 показує число кручень n на довжині нитки L (мм), потім розраховують крутку (кр/м) по формулі

$$K=n10^3/L \quad (2.16)$$

Цей метод застосовують при визначенні крутки пряжі зі всіх видів волокон і ниток лінійної густини 84 текс і більш. В пряжі лінійної густини менше 84 текс і такої, що складається з порівняно коротких волокон важко визначити момент повної їх паралелізації, тому для неї застосовують метод подвоєного кручення.

При другому методі затиск 6, що не обертається, може відходити разом з важелем 5 вліво під дією невеликого вантажу 1. Обертаючи затиск 7 у бік, зворотній крученню, розкручують нитку, при цьому довжина її збільшується, і важіль 5 відходить вліво. З моменту, коли затиснений в затисках відрізок нитки повністю розкручений, а обертання продовжується в ту ж сторону, відрізок нитки почне закручуватися у бік, зворотну первинному крученню, і коротшає. В мить, коли нитка отримає таке ж число кручень, як до розкручування, показчик важеля 5 знову повернеться на нульовий розподіл шкали 4. У цей момент показчик 9 лічильника 8 показує подвоєне число кручень n_i на відрізку нитки завдовжки L . Кручення буде рівне

$$K=n_i10^3/(2L) \quad (2.17)$$

Для запобігання розповзання пряжі у момент розкручування під дією вантажу 1 відхилення важеля 5 вліво до положення 3 обмежують до 2 мм установкою упора 2.

При скручуванні нитки внаслідок оборотної деформації виникає крутильний момент, направлений у бік, зворотній скручуванню. Це приводить до розкручування нитки і утворення петель - сукрутин. Нитка, яка

не створює сукрутін, називається рівноважною. Рівноважність має особливо велике значення для швейних ниток і крученої пряжі. Сукрутини нерівноважних ниток застряють в отворах голок швейних машин або ниткопритягувачах і викликають обривність.

Для визначення рівноважності нитку завдовжки 1 м складають пополам і вважають її рівноважною, якщо на її частині, що звіщується, утворюється не більше шести витків.

Кінчики волокон, виступаючих на поверхні пряжі утворюють ворс, або *ворсисту* пряжу. При малій довжині ворсинок ворсистість майже непомітна, за наявності довгих кінців вона значна. Ворсистість залежить від способу прядіння, ступені розпрямленості волокон, зкручення, лінійної густини нитки, вигляду і довжини волокон. Ворсистість грає важливу роль при виготовленні тканин, залежно від призначення тканини її роль міняється. Так для тканин з яскраво вираженим малюнком ворсистість повинна бути мінімальною, тоді як для тканин піддаються валянню, ворсуванню, необхідна висока ворсистість.

Ступінь ворсистості пряжі характеризують числом ворсинок і петельок, що приходяться на 1 см довжини пряжі, або сумарною довжиною кінчиків волокон, не коротше 1 мм, виступаючих над поверхнею пряжі, і визначають шляхом зарисовки в збільшеному виді проєкцій відрізків ниток певної довжини або на спеціальних приладах.

Знання характеру утворення ворсистості пряжі, її залежність від різних чинників, пов'язаних з формуванням пряжі, дає можливість управляти цим процесом і проектувати пряжу з певними показниками ворсистості.

Звитість характеризує непрямолінійність подовжньої осі волокон і ниток.

Звитість волокон важлива, оскільки від неї залежить вибір системи прядіння, режимів технологічних процесів переробки волокон і якість одержуваної пряжі, а отже, і полотен що виробляються з них.

Серед натуральних волокон найбільшу звитість має вовна. Хімічним волокнам і текстурованим ниткам звитість додають різними механічними, фізико-хімічними або хімічними способами.

Звитість визначається шляхом вимірювання початкової довжини волокон або відрізків ниток в звитому стані, і після розпрямлення витків, вираженому у відсотках від початкової довжини.

Чистота характеризується відсутністю у волокнах і нитках смітних домішок, вад і дефектів і є важливою характеристикою їх якості. Вади і смітні домішки пряжі і комплексних ниток, викликаючи обривність, є причиною порушення процесів ткацтва і в'язання.

Вади і смітні домішки різних волокон неоднакові. Бавовняне волокно має наступні вади: ущільнені пучки волокон (джгутики); скупчення незрілих волокон; частинки насіння з пучками волокон або пуху, виникаючі в процесі волокновідділення; вузлики, що складаються із спутаних коротких волокон; крупні частинки листя, стебел, стулок коробочок бавовника. Вади чесального льону: шишки, що складаються з ущільнених грудок спутаних коротких волокон; недоробки, тобто скріплені з волокном шматочки деревини стебла; багаття – роздрібнена на дрібні шматочки деревина, що залишилася в масі волокна після тріпання. В шерсті частіше за все зустрічаються спутані грудочки коротких волокон, які створюють згодом специфічні для вовняної пряжі вади (мушки), лупу, а також рослинні домішки (шматочки рослин, корму, підстилки і реп'яхів). В хімічних волокнах мають місце склеювання, тобто міцно склеєні разом елементарні волокна, колючки – жорсткі застигли згустки прядильного розчину, мушки – утворені і скачені в грудочки окремі волокна або їх групи.

Вади різних ниток мають багато загального. Це помітні – різкі потовщення і стоншування обмеженої довжини на всьому протязі нитки; шишки – запрацьовані в пряжу дрібні грудочки волокон, і вузлики, які в шерстяній пряжі називають мушками; вузли з довгими кінцями; забруднені місця, частіше всього масляні плями і смітні домішки.

Ступінь чистоти волокон характеризують рівнем вмісту в них смітних домішок і вад, які визначають різними методами.

Найпоширенішим є метод ручної вибірки, суть якого полягає в тому, що за допомогою пінцета з навішування волокон з початковою масою m , вибирають вади і смітні домішки і визначають масу вад m_1 . Ступінь чистоти визначається по формулі %

$$C_n = m_1 100 / m \quad (2.18)$$

Широке розповсюдження знайшов прилад ППП (рис.20), в якому нитка, змотувана з пакування 1 валами 8, проходить між поглибленою канавкою 3

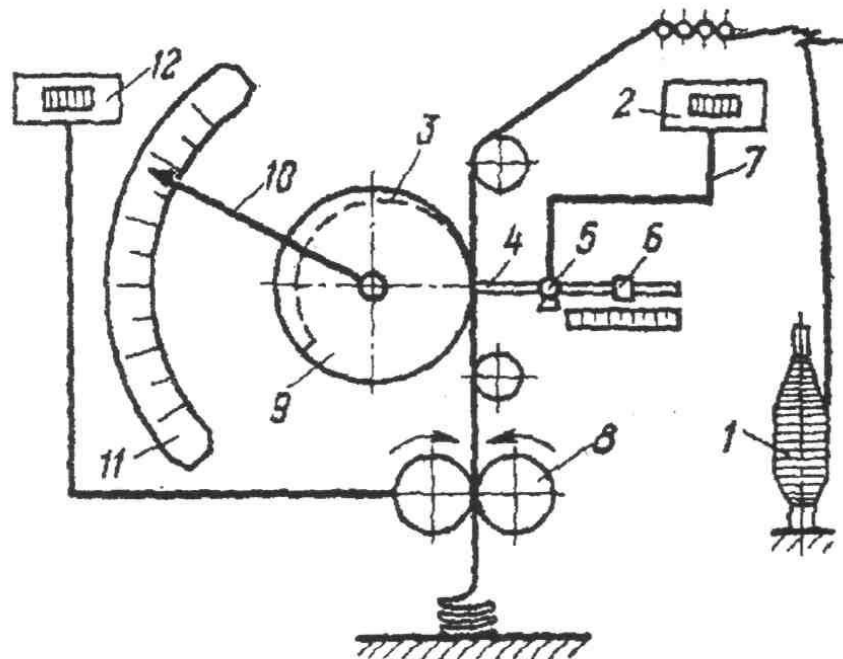


Рис.2.20. Схема приладу ППП для підрахунку вад у пряжі

диски 9 (її ширина і глибина підбираються рівними діаметру нитки) і кінцем важеля 4, який може повертатися щодо осі 5, долаючи дію вантажу 6, встановленого на іншому кінці важеля 4. Якщо нитка не має вад, то вільно проходить через зазор між канавками диска 9 і важеля 4. При появі вади або смітної домішки, розмір яких більше величини зазору, лівий кінець важеля 4 відхиляється вниз, повертаючись щодо осі 5, і важіль 7 включає електромеханічний лічильник 2, який відлічує число вад. Пересуваючи

вантаж 6 по важелю 4 і повертаючи диск 9, підбирають необхідне навантаження і ширину щілини для нитки з будь-якою лінійною густиною, стрілкою, що показується, 10 по шкалі 11. Довжина випробуваної нитки фіксується лічильником 12. Число вад в одному грамі пряжі підраховується по формулі (2.19).

$$C_n = n10^3 / (L T) \quad (2.19)$$

де n – число вад і сміття на довжині L (мм); T – лінійна густина пряжі, текс

Прилад не підраховує стоншування, а також дрібні шишки і вузлики, які можуть сплющуватися завдяки тертю об кромку вимірювального приладу 4 і безперешкодно проходити, не викликаючи спрацьовуванню лічильника 2. Тому важливою перевагою сучасних приладів, крім інших, є безконтактний принцип підрахунку вад. Для безперервного вимірювання і контролю чистоти ниток застосовуються прилади з датчиком ємності. Досліджувана нитка пропускається між пластинами конденсатора, змінюючи його опір. Опір конденсатора обернено пропорційно до його місткості і буде тим менше, чим більше маса нитки, що знаходиться між пластинами.

Одним з приладів цієї групи методів визначення чистоти ниток є прилад «Устер» з приставкою індикатором «Дефект». Приставка дозволяє за допомогою трьох електричних фільтрів виділити навіть малі короткочасні імпульси, що виникають від потовщень, вузликів на коротких відрізках, наявності в пряжі пуху - шишок, стоншувань і потовщень на довгих відрізках. При цьому кожний з трьох фільтрів реєструє імпульси залежно від довжини дефектів.

2.3. Механічні властивості ниток

Механічними називаються властивості, що характеризують відношення матеріалів до дії по-різному прикладених зовнішніх сил. Вони багато в чому визначають умови переробки волокон та ниток, дозволяють судити про те, як поводитиметься матеріал в процесах переробки і експлуатації.

Зовнішні сили можуть діяти в різних напрямках і залежно від цього викликати у волокнах і нитках деформації розтягування, стиснення згинання, кручення. Для текстильних матеріалів і ниток видом дії, що часто зустрічається, є розтягування.

Для кожного виду деформації залежно від способу здійснення випробувального циклу, що включає прикладання до матеріалу сили (навантаження), розвантаження і подальший відпочинок, одержують три групи характеристик механічних властивостей: напівциклові, одноциклові і багатоциклові.

Напівциклові характеристики визначають відношення матеріалів до однократного навантаження і показують граничні механічні можливості матеріалу.

Одноциклові характеристики одержують при тривалих режимах навантаження і подальшого відпочинку. Ця характеристика добре виявляє вплив тимчасового чинника, особливості деформації матеріалу, його здатність зберігати форму і ін.

Багатоциклові характеристики показують вплив механічних властивостей при багатократних силових діях. При дії малих сил, але багато разів, порушується структура тіл, послабляються міжмолекулярні зв'язки, навіть деструктуються молекули. Таким чином, багатоцикловими характеристиками оцінюють стійкість структури.

Механічні властивості ниток

Напівциклові характеристики визначають відношення тіла до одноразового навантаження і дають змогу судити про його граничні механічні можливості. Напівциклові характеристики для волокон та ниток в основному визначають при розтягуванні; при інших видах деформації їх руйнування на практиці або не зустрічається, або зустрічається доволі рідко. Одноциклові характеристики отримують при тривалих режимах навантаження і наступного відпочинку, щоб виявити особливості деформації тіла, його здатності зберігати розміри, форму. Багатоциклові характеристики визначають стійкість тіла до багаторазових невеликих силових дій, які порушують його структуру.

Напівциклові характеристики

До основних напівциклових характеристик відносяться:

Розривне зусилля P_p [Н], – максимальне розривне зусилля, яке витримує проба під час розтягнення.

Абсолютне подовження на момент розривання l_p – приріст довжини проби у момент розриву; визначається за формулою:

$$l_p = L_1 - L_0, \text{ [м]} \quad (21)$$

де L_1 – довжина проби до моменту розриву, м;
 L_0 – початкова довжина проби, м.

Відносне подовження на момент розривання ε_p – абсолютне подовження проби, виражене в відсотках від затискної довжини проби:

$$\varepsilon_p = \frac{l_p}{L_0} \cdot 100, [\%] \quad (22)$$

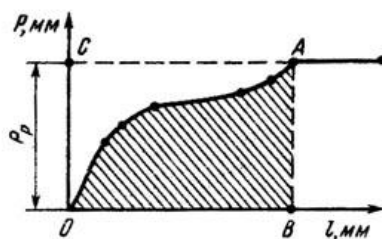


Рис. 2.21. Діаграма розтягування ниток в осях координат навантаження-подовження

Розривне напруження σ_p – відношення розривного навантаження P_p , [сН] до площі поперечного перерізу досліджуваної проби S , [мм²]:

$$\sigma_p = \frac{P_p}{S}, [\text{Па}]. \quad (23)$$

Питоме розривне навантаження P_o – відношення розривного зусилля P_p , [сН] до лінійної густини нитки T , [Текс].

Однак більш повною напівцикловою характеристикою ниток є діаграма розтягування в осях координат зусилля-подовження (рис. 2.21). Ця діаграма дає можливість визначити значення подовження нитки при зусиллях, менших за розривні. За допомогою цієї діаграми можна визначити роботу розривання R .

Абсолютна робота розривання R_p , [Дж] – робота, яка здійснюється зовнішньою силою. Під час розтягнення вона направлена на подолання тертя між волокнами та руйнування енергій зв'язку частинок волокноутворюючого полімеру. Абсолютна робота розриву визначається як площа, обмежена кривою розтягування та віссю абсцис:

$$R_p = \int_0^{l_p} P dt. \quad (24)$$

Роботу розривання проби визначають шляхом вимірювання цієї площі на діаграмному папері за допомогою планіметра. Співвідношення фактичної інтегральної площі по кривій розтягування до інтегральної площі прямокутника з координатами P_p та l_p дає можливість визначити коефіцієнт повноти діаграми розтягування η .

$$\eta = \frac{S_{OAB}}{S_{OCAB}}, \quad \text{причому } \eta < 1, \quad (25)$$

або як відношення маси паперу m_{OAB} з площею S_{OAB} під кривою розтягування до маси паперу m_{OCAB} з площею S_{OCAB} :

$$\eta = \frac{m_{OAB}}{m_{OCAB}}. \quad (26)$$

Чим більше значення η , тим більша робота, що виконується при розриванні.

Питома робота розривання r_m [Дж/г] – відношення абсолютної роботи розривання R_p до маси робочої частини проби, до розриву:

$$r_m = \frac{R_p}{m}. \quad (27)$$

Відносна робота розривання r_v [Дж/м³] – відношення абсолютної роботи розривання R_p до об'єму досліджуваної проби, що знаходиться між затисками:

$$r_v = \frac{R_p}{V}. \quad (28)$$

Важливою характеристикою, що визначає здатність ниток чинити опір зовнішнім діям, є *модуль пружності*, або початковий модуль жорсткості, E_n , [Па]. Модуль пружності характеризується величиною напруження, яке необхідне для розтягнення нитки на 1-3%. Початкова стадія деформації пряжі та швейних ниток на кривих розтягування виражається звичайно прямолінійною ділянкою (рис. 2.21).

Напівциклові характеристики механічних властивостей при розтягуванні визначають при випробуванні волокон і ниток на розривних машинах. Найпоширенішими є машини з маятниковим силовимірювачем, принципова схема яких приведена на рис. 2.22 [3].

Верхній затиск 7 підвішений до сектора 6, який жорстко пов'язаний з маятником 4, має змінний вантаж 3 масою M , і може повертатися навколо нерухомо закріпленій осі 5. Пробу 10 закріплюють у верхньому затиску і нижньому 11, встановлюваним, як правило, на відстані 500мм від верхнього затиску при випробуванні ниток і 10 або 50мм, відповідно при випробуванні коротких і довгих волокон.

При опусканні нижнього затиску в результаті натягнення проби сектор повертається за годинниковою стрілкою і маятник відхиляється вліво. У момент розриву проби маятник утримується зубцями 2 рейки шкали навантаження 1. Показчик 14 маятникового силовимірювача показує на шкалі величину розривного навантаження проби.

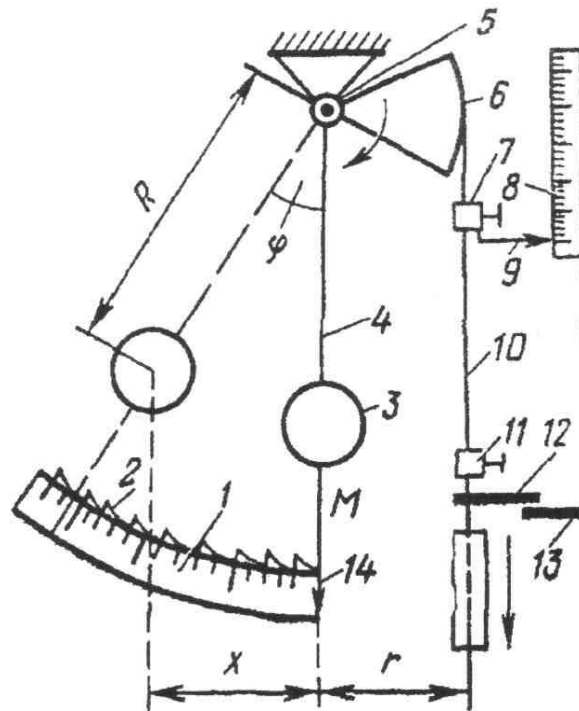


Рис. 2.22. Принципова схема розривної машини з маятниковим силовимірювачем

В період розтягування при опусканні нижнього затиску виступ 12 тягне вниз важіль 13, на верхньому кінці якого закріплена шкала подовження 8. В початковому положенні показчик 9, закріплений на верхньому затиску, знаходиться на нульовому розподілі шкали. При розтягуванні проби верхній затиск відстає від нижнього на величину подовження, яку показує показчик цієї шкали. Навантаження на пробу пропорційне синусу кута φ відхилення маятникового силовимірювача.

В даний час широке розповсюдження отримали машини з електричними силовимірювачами. До їх числа відноситься універсальна розривна машина Інстрон, принципова схема якої показана на мал. 2.23.

Прилад призначений для випробувань різних текстильних матеріалів – волокон, ниток, виробів.

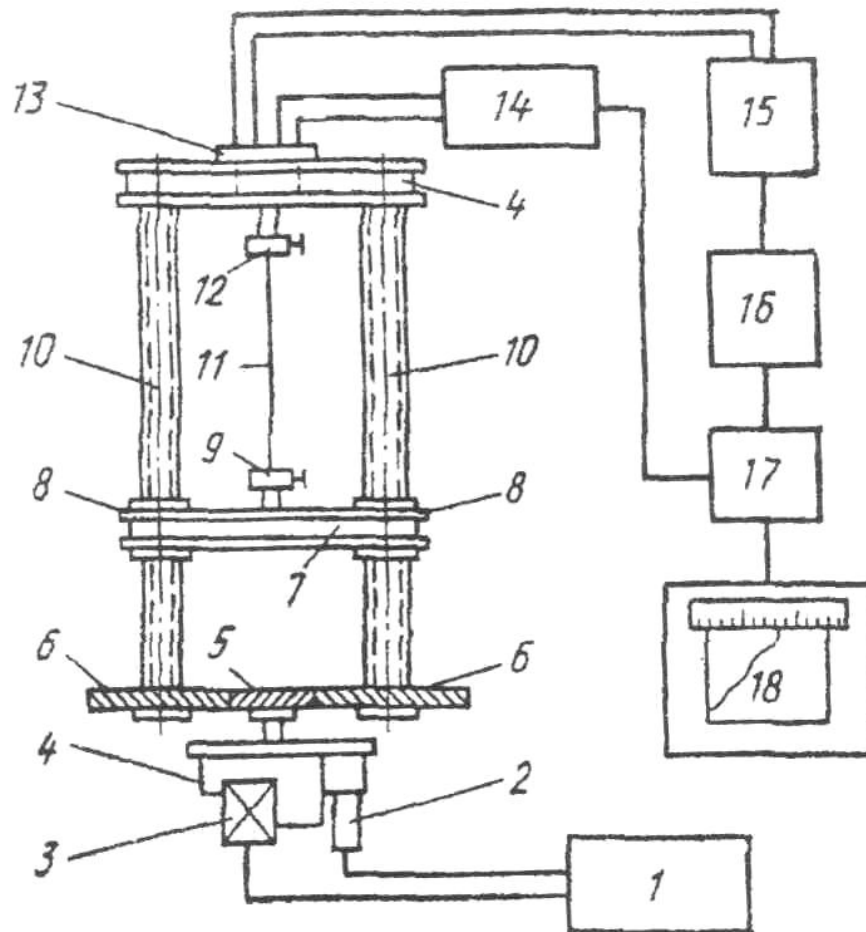


Рис.2.23. Принципова схема розривної машини “Інстрон”

Пробу 11 закріплюють у верхньому затиску 12 і нижньому 9, встановленому на каретці 7, яка за допомогою гайок 8 закріплена на гвинтах 10. При обертанні гвинтів каретка опускається з постійною швидкістю, розтягуючи пробу. Гвинти приводяться в рух від електродвигуна 3 через коробку швидкостей 4 і шестерні 5 і 6. Живлення і регулювання електродвигуна здійснюються від пристрою 1 за допомогою сельсина 2.

Зусилля, що виникають в пробі при розтягуванні через верхній затиск, подаються на електричний силовимірювач 13 (тензодатчик опори). Силівимірювачі є змінними і працюють в трьох діапазонах навантажень, що вимірюються: від 0 до 50 сН – для волокон; 0-2000 сН – для ниток, 0-100000 сН – для виробів.

Живлення силовимірювача здійснюється від генератора 14 струмом з частотою 390 Гц. Струм від силовимірювача, пройшовши два каскади посилення 15 і 16, подається на фільтр 17 і самописець 18 для запису діаграми розтягування. По ній знімають показники розривного навантаження і розривного подовження проби відповідно до масштабу запису, яке визначається відношенням встановлених швидкостей переміщення діаграмного паперу і нижнього затиску.

Одноциклові характеристики

У більшості випадків у процесах переробки та експлуатації у виробах волокна та нитки піддаються натягові протягом деякого часу, а потім розвантажуються та відпочивають. Тому вважається за доцільне вивчати поведінку волокон та ниток у циклі навантаження – розвантаження – відпочинок.

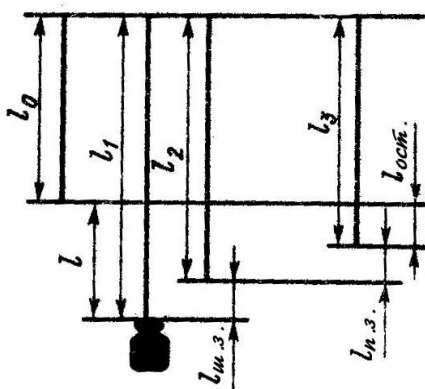


Рис. 2.24. Схема визначення компонентів деформації швейних ниток

Абсолютним повним подовженням l , мм, називається приріст довжини нитки, під дією постійно заданого зусилля, менш ніж розривальне, протягом певного часу (рис.2.21). Як правило, абсолютне повне подовження складається з трьох компонентів (часток): швидкооборотного $l_{ш}$, повільнооборотного $l_{п}$, та залишкового l_3 ,

подовжень:

$$l = l_{ш} + l_{п} + l_3 \quad (29)$$

Абсолютне швидкооборотне подовження ($l_{ш}$) представляє собою компонент повного подовження, який миттєво зникає після розвантаження та який приблизно виражає пружне подовження. Механізм пружного подовження полягає в збільшенні середніх відстаней між атомами та молекулами, а у випадку полімерів він зводиться до зміни довжин зв'язків та

валентних кутів. Пружне подовження супроводжується зміною об'єму тіла під дією зовнішнього навантаження. Після розвантаження зразка пружне подовження зникає практично миттєво, оскільки воно розповсюджується зі швидкістю звука. Визначається $l_{ш.}$, мм, як різниця між довжиною нитки після розтягування під дією постійно заданого зусилля l_1 та довжиною нитки l_2 , вимірної протягом 5 секунд після зняття докладеного зусилля:

$$l_{ш.} = l_1 - l_2. \quad (30)$$

Абсолютне повільнооборотне подовження l_n – це компонент повного подовження, що зникає протягом тривалого відпочинку після розтягнення, яке продовжувалось до припинення помітного подовження довжини нитки; приблизно виражає високоеластичне подовження. Воно виникає під дією зовнішніх сил внаслідок зміни конфігурацій молекул, що проходили без зміни об'єму. Розвиток цього компоненту, також, як і його зникнення після зняття сил, проходить повільно (протягом ряду діб), тобто ці процеси проходять як релаксаційні.

Абсолютне повільнооборотне подовження l_n , мм, – це різниця між довжиною нитки l_2 , вимірною протягом 5с після зняття навантаження та довжиною нитки l_3 після закінчення певного часу відпочинку:

$$l_n = l_2 - l_3. \quad (31)$$

Абсолютне залишкове подовження – це компонент повного подовження, який не зникає після відпочинку та приблизно виражає пластичне подовження. Воно розвивається під дією зовнішніх сил дуже повільно та безперервно; є наслідком процесу течії та викликає незворотні зсуви окремих ланок або цілих молекул. У цей процес входять також незворотні зсуви недостатньо закріплених елементів текстильної структури (волокон, елементарних ниток).

Абсолютне залишкове подовження $l_з.$, мм, – визначається за формулою:

$$l_з. = l_3 - l_0. \quad (32)$$

де l_0 – це затискна довжина проби.

Таким чином, абсолютне подовження (деформація) за час дослідження складає:

$$l = l_{ш.} + l_{п.} + l_{з.} \quad (33)$$

Відношення абсолютних значень деформації до первісної довжини випробуваної проби ниток дає можливість одержати відносні показники, виражені в %. Відносне повне подовження ε – це відношення абсолютного повного подовження до початкової (затискної) довжини нитки, виражене у відсотках:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{ш.} + \mathcal{E}_{п.} + \mathcal{E}_{з.}, \quad (34)$$

або

$$\varepsilon = \frac{l}{l_0} \cdot 100. \quad (35)$$

Відносне швидкооборотне подовження $\varepsilon_{ш.}$ – це відношення абсолютного швидкооборотного подовження до початкової довжини нитки, виражене у відсотках:

$$\mathcal{E}_{ш.} = \frac{100 \cdot l_{ш.}}{l_0} \cdot 100 \quad (36)$$

Відносне повільнооборотне подовження $\varepsilon_{п.з.}$ – це відношення абсолютного повільнооборотного подовження до початкової довжини нитки, виражене у відсотках:

$$\mathcal{E}_{п.з.} = \frac{100 \cdot l_{п.з.}}{l_0} \cdot 100 \quad (37)$$

Відносне залишкове подовження $\varepsilon_{зал.}$ – це відношення абсолютного залишкового подовження до початкової довжини нитки, виражене у відсотках:

$$\mathcal{E}_{зал.} = \frac{100 \cdot l_{зал.}}{l_0}. \quad (38)$$

Частки компонентів відносного подовження в повному подовженні визначаються за формулами:

$$\Delta_{ш.з.} = \frac{l_{ш.з.}}{l}. \quad (39); \quad \Delta_{п.з.} = \frac{l_{п.з.}}{l}. \quad (40); \quad \Delta_{зал.} = \frac{l_{зал.}}{l}. \quad (41)$$

$$\Delta_{ш.з.} = \Delta_{п.з.} + \Delta_{зал.} = 1 \quad (42)$$

Розподіл повного подовження на складові частини носить умовний характер, оскільки ці частини важко розмежувати. Співвідношення зворотних і незворотних компонентів подовження залежить від тривалості дії навантаження і відпочинку, а також температури. Як правило, релаксаційний процес не встигає завершитися за час проведення досліду і частина високоеластичного подовження з тривалим періодом релаксації приймається за незворотне подовження. Повне подовження та його компоненти визначаються на приладах, які називають релаксометрами. Схема приладу приведена на мал. 2.25 [4].

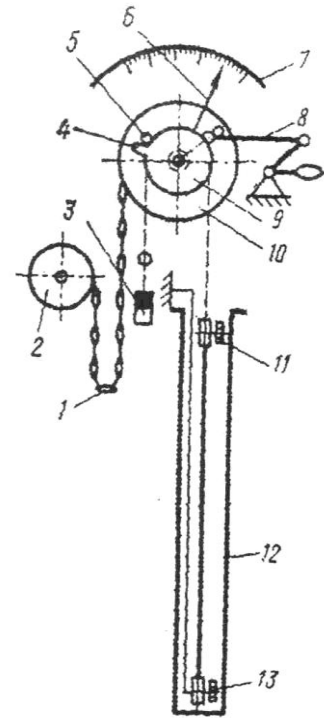


Рис. 2.25. Принципова схема релаксометра РМ-5 для ниток

Кожну окрему нитку закріплюють в нерухомому затиску 13 і в рухомому затиску 11, підвішеному на стрічці на блоці 9 і урівноваженому вантажем 3. На палець 4 блоку 9 тисне штифт 5, закріплений в блоці 10. Вісь, на якій насаджені блоки, складається з двох частин: та частина, де знаходиться блок 9, заточена на конус і обертається з одного боку в підшипнику, а з іншою – в поглибленні, зробленому в другій частині осі, на якій сидить блок 10. Коли штифт 5 тисне на палець 4, блоки повертаються проти годинникової стрілки; коли ж за допомогою системи важеля 8 блок 10 повертається за годинниковою стрілкою, блоки 9 і 10 розчіпляються. При сполучених блоках здійснюють навантаження на нитку ланцюгом 1, закріпленим кінцем на блоці 10, що змотується з блоку 2. Роз'єднуючи блоки, звільняють нитку від навантаження. Це дає можливість спостерігати за зникненням швидкозворотнього і повільнозворотнього компонентів подовження при відпочинку розвантаженої нитки. Зміни довжини нитки показуються

стрілкою 6 по шкалі 7. Спостереження можна вести в різних рідинах, для чого служить стакан 12.

Типові значення компонентів деформації розтягування волокон і ниток приведені в табл.2.2.

Таблиця. 2.2.

Волокно і нитка	Лінійна густина, текс	Повна деформація, % зажимної довжини	Частка компонента деформації від повної		
			пружного	еластичного	пластичного
Средньоволокнистий бавовник	0,2	4,0	0,23	0,21	0,56
Бавовняна кардна пряжа	25	3,7	0,22	0,14	0,64
Лляне технічне волокно	5	1,1	0,51	0,04	0,45
Ляна пряжа сухого прядіння	42	1,8	0,22	0,11	0,67
Тонке вовняне волокно	0,4	4,5	0,71	0,16	0,13
Шерстяна гребінна пряжа	42	3,7	0,30	0,22	0,18
Шелк-сирець	2,5	3,3	0,30	0,31	0,39
Вискозна комплексна нитка					
звичайна	9	6,4	0,11	0,19	0,70
зміцнена	9	4,9	0,12	0,20	0,68
Поліаміне штапельне волокно	0,4	9,5	0,71	0,13	0,16
Поліамідна комплексна нитка	5	6,3	0,76	0,21	0,03
Поліефірне штапельне волокно	0,3	16,2	0,49	0,24	0,27
Поліефірна апаратна пряжа	36	10,0	0,29	0,22	0,49
Нітронове штапельне волокно	0,6	8,6	0,45	0,26	0,29
Поліамідний еластик	25	210,0	0,70	0,05	0,16

Багатоциклові характеристики

Процес поступового місцевого порушення структури матеріалів (у даному випадку ниток), який проходить в результаті тривалої безперервної чи багатократно перервної (циклічної, що чергується з розвантаженням) дії на них напружень, називається *столненням* матеріалу, а результат цього процесу, тобто місцеве руйнування структури – *втомою*. Порушення структури зазвичай розвивається на тих малих ділянках (зонах) ниток, де спостерігається неправильне розташування структурних елементів (волокон та елементарних ниток), маються утонення та потовщення і т.д. та де легко відбуваються зсуви.

В підсумку порушення структури викликає руйнування – розривання матеріалу (втрату ним “суцільності”). Втома, яка викликається тривалою безперервною дією напруг, називається *статичною*, а багатократною перервною дією напруг – *динамічною*.

Витривалість (n_p) – кількість циклів багаторазового розтягування, що витримує проба на момент руйнування. Іноді ця характеристика замінюється іншою – *довговічністю* (τ_p), - проміжок часу від початку багаторазового розтягування проби при заданих деформаціях чи зусиллях до її зруйнування.

Відносна залишкова циклічна деформація ($\varepsilon_{з.ц.}$) – це деформація, що накопичується за деяке число безперервних циклів, які прикладаються до елементарної проби матеріалу (нитки). Вона виражається відношенням накопиченої при випробуваннях залишкової деформації ($l_{з.ц.}$) до затискної довжини (L_0):

$$\varepsilon_{з.ц.} = \frac{l_{з.ц.}}{L_0} \cdot 100\%. \quad (43)$$

Межа витривалості за деформацією (ε_e) – це найбільше значення заданої циклічної деформації, при якій витривалість проби матеріалу (нитки) досягне найбільшої величини (порядку 10^4 та більше циклів).

Прилади, які використовують для визначення механічних властивостей текстильних матеріалів при багатократному розтягуванні, називаються

пульсаторами. Пульсатор ПН-5 (Рис. 2.26) працює за принципом постійності заданої деформації в циклі розтягування, здійснюваній по синусоїдальному закону її зміни. Від електродвигуна 1 через ремінну передачу рух передається валу 4, з яким жорстко зв'язана синусна головка 8-11, а від неї - штовхачу 5, за допомогою якого здійснюється поворотно-поступальний рух верхнього затиску 7. Нитка закріплюється у верхньому затиску 7 і нижньому затиску 16, розташованому на боковій поверхні замка 15. Останній спільно з нижнім затиском 16 може рухатися по направляючому стрижню 12 тільки вниз у момент появи залишкової циклічної деформації нитки і безступінчатий фіксуватися при її натягненні. Для повернення нижнього затиску 16 в початкове положення і його фіксації служить нижній замок 18. Переміщення замка 18 здійснюється при натисненні на язичок фіксатора 19. Нижній замок

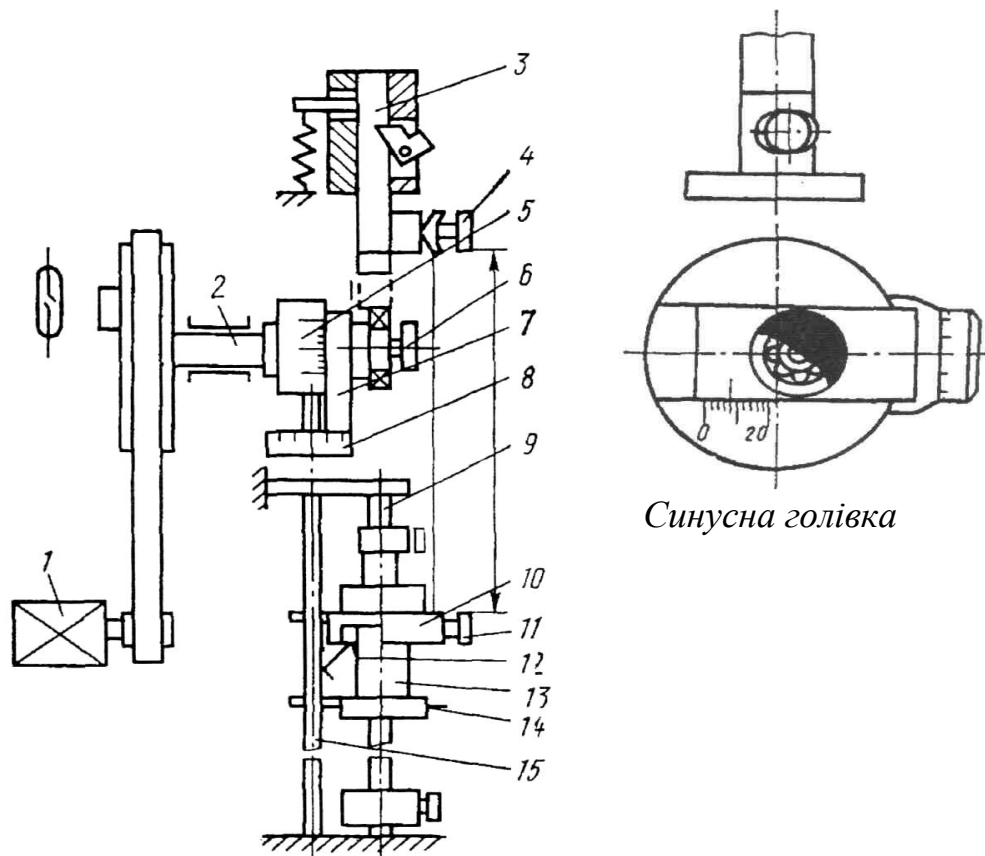


Рис.2.26. Схема пульсатора ПН-5

18 має контакт 17, який пов'язаний з електричним лічильником числа циклів. При обриві нитки контакт 17, взаємодіючий з контактним дротом 20, розмикається і прилад зупиняється. Кількість циклів розтягування фіксується лічильниками, розташованими на передній панелі блоку управління [4].

Багатоциклові характеристики, які одержують при розтягуванні волокон і ниток основних видів, приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Волокно або нитка	Лінійна густина, текс	Межа стійкості	Задана відносна. цикліч. деформація	Стійкість (число циклів до розриву)
			% початкової довжини проби	
Бавовняне волокно	0,2	0,5	0,6	$5 \cdot 10^3$
Бавовняна пряжа	25	0,6-0,8	0,8	$4 \cdot 10^3$
Лляна пряжа	70	0,5-0,7	0,8	$4 \cdot 10^3$
Вовняна пряжа				
гребінна	8,5	–	3,0	$3 \cdot 10^3$
апаратна	250	–	1,0	$1 \cdot 10^3$
Віскозна комплексна нитка	13	0,6-0,8	0,8	$1 \cdot 10^3$
Поліаміна комплексна нитка	29	6,7-7,0	7,0	$2 \cdot 10^5$

2.4. Кручення ниток

Волокна таі нитки нерідко піддаються деформації кручення, в основному при формуванні первинних і вторинних ниток. Цей вид деформації рідко виникає в чистому вигляді, оскільки волокна і нитки, не будучи монолітними і ізотропними, при додатку крутячого моменту, розташовуються по гвинтових лініях, унаслідок чого одночасно діє значне розтягування, особливо в зовнішніх шарах, де радіуси гвинтових ліній більше. Таким чином, випробування на кручення волокон і ниток є випробуванням на складний опір – на кручення і розтягування.

За характеристику міцності нитки до скручування приймають додаткове число кручень на одиницю довжини, яке необхідне надати її, щоб закрутити її до обриву в ту ж сторону, в яку дано початкове кручення.

Проте така характеристика стає незручною, якщо зіставляються показники міцності ниток, що піддаються крученню, які мають різну лінійну густину і початкове кручення. Характеристикою, яку визначають без доведення зразків до руйнування, є момент, що крутить. Він залежить від матеріалу волокна або нитки, їх поперечного перетину і числа кручень.

Для визначення жорсткості на кручення частіше за все використовується крутильний маятник. Для ниток метод випробування і відповідний прилад – крутильний маятник – розроблені І.С.Павловим [5]. Нитку 1 (рис.2.26), складену у вигляді петлі, закріплюють в затиску 2 і перекидають через гачок 4, розташований на щабліні П-подібної стійки 5. На петлю за допомогою гачка підвішують легкий круглий диск 3, який і є крутильним маятником. Він починає розкручуватися в протилежну сторону під дією оборотних деформацій нитки, потім повторно закручується і розкручується. Кручення поступово затухає. Тривалість другого періоду розкручування заміряють по секундоміру. При випробуванні волокон дисковий маятник підвішується не на петлю, а на розпрямлене одиночне волокно і закріплюється.

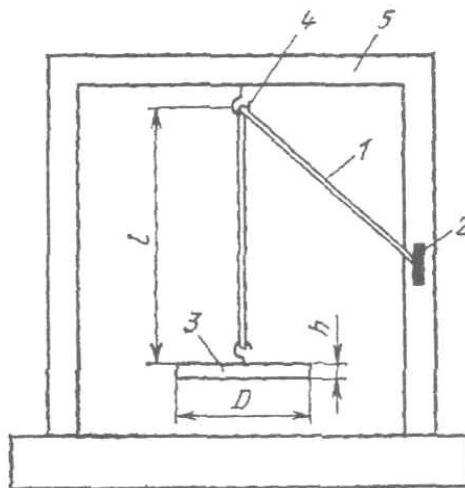


Рис.2.27. Крутильний маятник для ниток конструкції І.С. Павлова

Приймаючи поперечний перетин нитки за коло, для якого полярний момент інерції I_p , як відомо, приблизно рівний $0,1d^4$, і користуючись

звичайними формулами теорії коливань, можна отримати вираз жорсткості через період коливання при прискоренні сили ваги g , довжині підвісу l , діаметр диска D , його товщині h і густині його матеріалу γ :

$$C = GI_p = 0,4\pi^2 l D^4 h \gamma / (t^2 g) \quad (2.44)$$

де t – час випробування, сек

Оскільки в процесі випробування на певному приладі всі величини, окрім t , залишаються постійними, формулу можна представити у вигляді

$$3 = G I_p = K / t^2 \quad (2.30)$$

Значення жорсткості при крученні для різних ниток представлені в табл.2.4.

Таблиця 2.4

Нитка	Лінійна густина, текс	Жорсткість при крученні	
		г см ² (10 ⁻²)	умовні одиниці
Бавовняна кардна пряжа	25	2,27	3,15
Ляна пряжа сухого прядіння	72	12,4	17,22
Шерстяна гребінна пряжа	42	6,42	8,25
Шовк-сирець	2,5	0,05	0,75
Віскозна комплексна нитка	9	0,07	0,99

2.5. Згинання волокон і ниток

Волокна та нитки постійно зазнають деформації згинання. Їх порівняно малий опір цьому виду деформації призводить до того, що вони дуже легко згинаються. Волокнам і ниткам, при їх переробці у вироби, а потім в процесі експлуатації, доводиться зазнавати знакозмінні деформації згинання, унаслідок чого в них виникає *стомлення* – процес поступового місцевого порушення структури матеріалу.

Багатократне згинання дає інтенсивне розхитування структури і притому звичайно на малій конкретній ділянці зразка, де воно здійснюється. Цим воно відрізняється від багатократного розтягування, при якому це розхитування йде повільніше і концентрується в тих місцях по довжині зразка, де є дефекти структури. Крім того, багатократне згинання частіше за все здійснюється при знакозмінній деформації, унаслідок чого втомні явища

при ньому розвиваються швидше, ніж при багатократному розтягуванні. Багатократне згинання добре виявляє ослаблення між- та внутрішньоволоконних зв'язків.

Випробування на багатократне згинання звичайно проводять по одному з наступних трьох методів [5] (рис.2.28):

- 1) з одностороннім згинанням петель без розтягування;
- 2) зі згинанням в дві сторони з одностороннім розтягуванням;
- 3) зі згинанням в дві сторони з одностороннім розтягуванням і випробуванням.

При випробуванні по першому методу зразок 1 (мал. 2.28, а) притискають в нерухомому затиску 2 і рухомому 3. Останній робить горизонтальні поворотнопоступальні рухи; то наближаючись до затиску 2 (положення 3'), то віддаляючись від нього. При цьому зразок одержує петлеподібне одностороннє згинання. Випробування здійснюються на приладі з шатунно-кривошипним приводом до затиску 2.

Випробування по другому методу, який звичайно називають методом «подвійного згинання», здійснюються по схемі, представлений на мал. 2.27 б. Зразок одержує вібруюче (знакозмінний) згинання і одночасно розтягування. Зразок волокон або ниток затискають у верхній затиск 1 і в нижній 2. З останнім пов'язана рамка 3, яка несе вантаж 4, створюючий необхідне натягнення волокна. Затиск 2 з рамкою під час випробування висить на зразку, створюючи розтягуюче статистичне навантаження. При пуску приладу верхній затиск 1 починає повертатися по черзі в обидві сторони на бажаний кут α (звичайно від 10 до 90°) і таким чином переходить з положення 1 в положення 3 (1 – початкове положення). Прилад має лічильник оборотів, вказуючий число подвійних згинань.

При випробуванні по третьому методу зразок – нитку 1 (рис.2.28, в) закріплюють одним кінцем в затиску 2, вільно посадженому на диску 3, що обертається. Через направляючий ролик 4 нитку 1 закріплюють на ролики 5, 6 і 7; на другому її кінці підвішують вантаж 8, що дає статичне розтягування.

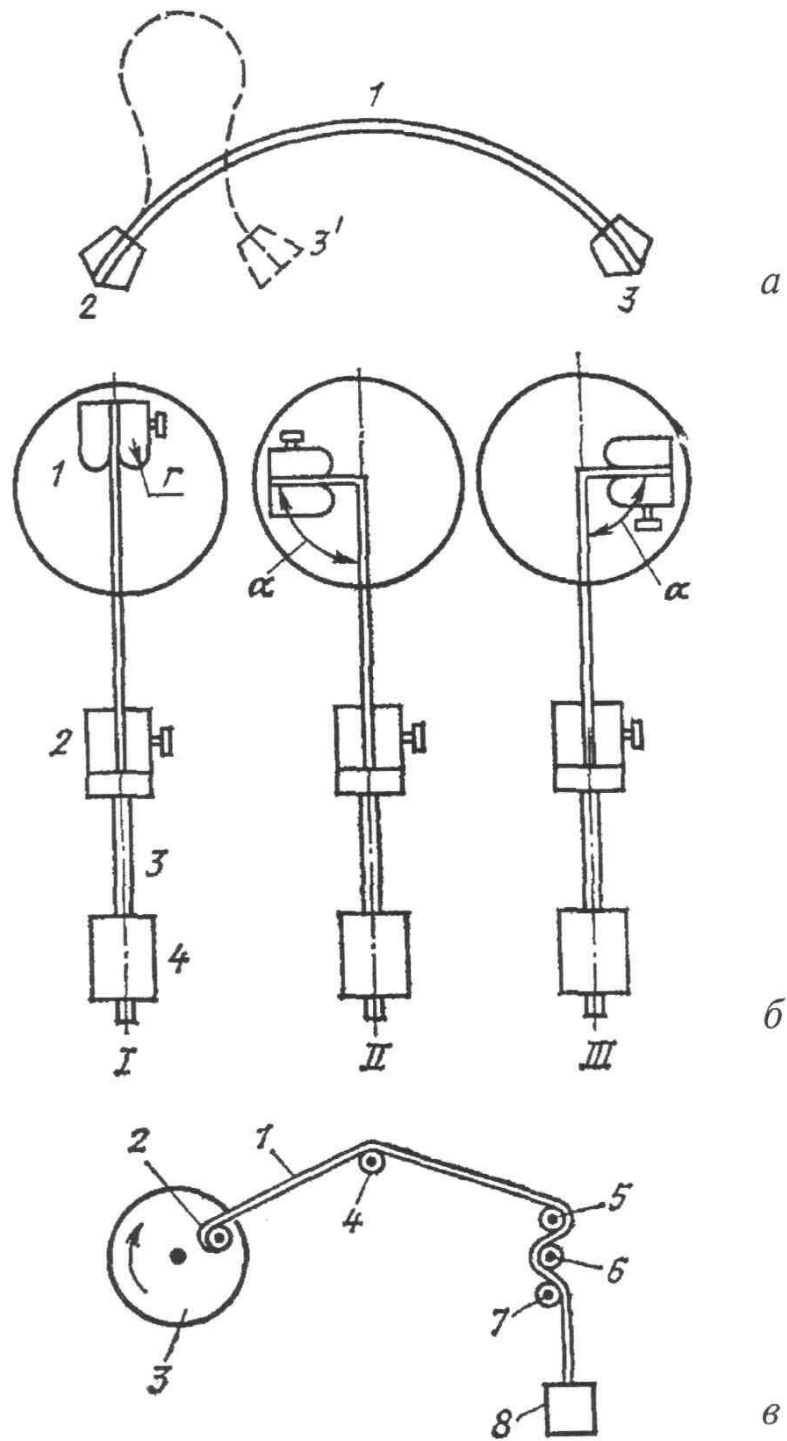


Рис. 2.28. Методи випробувань волокон та ниток на багаторазове згинання:

а – одностороннє згинання петлею без розтягування;

б – двостороннє згинання при одночасному розтягуванні;

в – двостороннє згинання при одночасному розтягуванні та витирані.

При обертанні диска нитка вигинається і третяться об ролики 5, 6 і 7. Випробування триває до того, поки нитка обірветься.

2.6. Тертя і чепкість волокон і ниток

Значення тертя і чіпкості в текстильних матеріалах і в технологічних процесах їх переробки дуже велике. Завдяки тертю та чіпкості окремі волокна, з яких складаються пряжа та різні текстильні вироби, утримуються один біля одного. *Тертям* називають опір взаємному зсуву тіл, виникаючий на поверхнях їх зіткнення під дією зовнішніх зсовуючих сил.

Відносно текстильних матеріалів окрім тертя доводиться враховувати ще *чепкість* – опір, що виникає при відносному переміщенні двох дотичних тіл при нульовому нормальному тиску. Таким чином, коли навантаження рівне нулю, чепкість не рівна нулю, а є кінцевою величиною. При сумісному прояві тертя і чіпкості весь опір в цілому слідє іменувати тангенціальним. Для текстильних матеріалів найбільш типове тертя ковзання сухих тіл (сухе тертя) і граничне тертя. Закони тертя цих двох видів однакові. Тертям сухих тіл називається таке, при якому між тілами, що труться, відсутній шар мастила, граничним – таке, при якому на поверхні є якнайтонша плівка у вигляді моно- або полімолекулярного шару (завтовшки 0,1 мкм). Для текстильних матеріалів, які в більшості своїй вбирають водяні пари і піддаються замасленню, типовий другий вид тертя.

Сила тертя T – кількісна характеристика тертя даної системи. Вона рівна і зворотна по напрямку зовнішній силі, будучи її реакцією. Якщо немає зовнішньої зсувної сили, то немає і сили тертя, тобто немає опору і самого явища тертя.

Необхідно враховувати, що сила тертя між системи може змінюватися від нуля до максимальної величини. Максимальну величину називають *силою тертя спокою* – $T_{\text{п}}$. При зовнішній силі, рівній або перевищуючій по модулю максимальну величину $T_{\text{п}}$, починається взаємний зсув дотичних тіл – їх ковзання.

Найпростіший закон встановлює функціональний зв'язок між нормально діючим навантаженням N і силою тертя спокою T_n .

$$T_n = f_n N \quad (2.44)$$

де f_n – коефіцієнт тертя спокою – безрозмірна величина, якісна і кількісна характеристика фрикційних властивостей пари дотичних тіл, залежна від їх хімічного складу, структури та стану поверхонь зіткнення ($f_n = T_n / N$).

Сила тертя руху T_o рівна по величині і зворотна за напрямом зовнішній тангенціальній силі, що обумовлює безперервне рівномірне переміщення дотичних (що труть) тіл:

$$T_o = f_o N \quad (2.45)$$

де f_o – коефіцієнт тертя руху, аналогічний f_n ($f_o = T_o / N$).

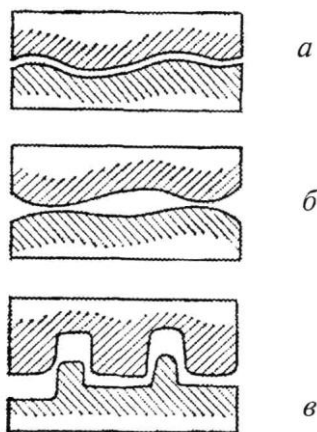


Рис. 2.29 Види одиночних фрикційних зв'язків: а) - взаємне впровадження контактуючих поверхонь, б) - молекулярне зчеплення поверхонь, в) - взаємне чіпляння макронерівностей.

Тертя є явищем, обумовленим двома чинниками: подоланням механічного зачіпляння і молекулярної взаємодії.

Оскільки безперервність контакту двох тіл тільки уявна, то сили тертя виникають не суцільно по всій поверхні контакту, а тільки в окремих контактних групах. Рівнодіюча цих елементарних сил тертя і є силою тертя, а за наявності чіпкості – силою тангенціального опору.

Одиничні фрикційні зв'язки унаслідок подвійної природи тертя і наявності чіпкості можуть здійснюватися трьома способами:

- 1) взаємним впровадженням контактуючих поверхонь (рис.2.29, а);
- 2) молекулярним зчепленням поверхонь (мал. 2. 29, б);
- 3) взаємним зачіплянням макронерівностей (рис.2.29, в).

Таким чином, міцність на зсув двох перших видів фрикційних зв'язків залежатиме від стискаючих, вертикально направлених сил – від навантаження, тоді як для третього зв'язку такої залежності не буде.

Для експериментального вивчення тангенціального опору (тертя) волокон і ниток запропоновано багато різних методів і приладів (рис. 2.30). Одним з найпростіших є метод похилої площини. Поверхня площини 1 (рис. 2.30, а) покривається матеріалом, по якому хочуть вивчити тертя волокон або ниток. Волокна і нитки 2 в розпрямленому стані розташовують паралельно один одному без проміжків, закріплюючи їх на поверхні пластини 3. Вимірюючи кут нахилу α поверхні, помічають, при якому його значенні пластина починає зміщуватися по площині. З розкладання сил виходить, що сила тангенціального опору T , що є реакцією складової сили S , яка примушує пластину сповзати по площині, буде рівна $G \sin \alpha$, а складова, рівна нормальному тиску на площину $N = G \cos \alpha$. В результаті одержуємо, що $f = T/N \operatorname{tg} \alpha$.

Другим поширеним методом є визначення сили тангенціального опору як сили, потрібної для вискубування пучка волокон або ниток через затиск.

В.В. Толепаровським був запропонований метод визначення сили тангенціального опору за допомогою спеціального затиску до розривної машини.

У верхні тиски розривної машини встановлюють спеціальний затиск 1 (рис. 2. 30, б), в якому гвинтом 2 закріплюють пучок волокон або ниток 3. В нижніх затисках розривної машини за допомогою стрижня 13 закріплюють пластину 10, яка закінчується важелем 7 з гвинтами 5. Цими гвинтами на щітці важеля 7 закріплюють матеріал, по якому хочуть вивчити тертя волокон і ниток. На аналогічній щітці важеля 6 той же матеріал кріплять гвинтами 4. Зігнуте плече 8 другого важеля спирається на опору 11, прикріплену до пластини 10, і несе на кінці важеля 9 вантаж 12 вагою Q . Визначаючи по шкалі розривної машини зусилля P , при якому пучок

втягується з щічок, коефіцієнт тангенціального опору підраховують по формулі

$$f = P/(2Q) \quad (45)$$

Цифра 2 входить у формулу, оскільки щічки дві.

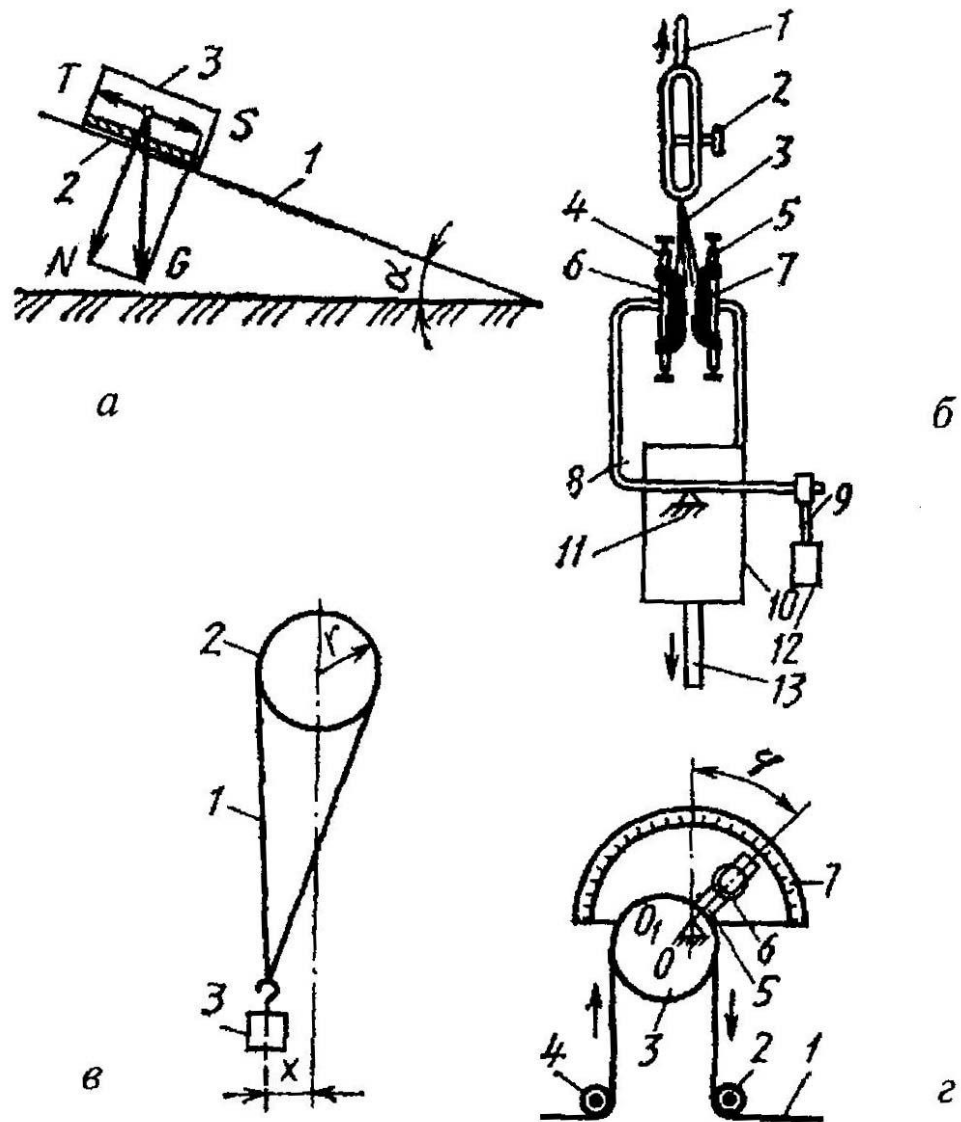


Рис.2. 30. Методи визначення тангенційного опору волокон та ниток:

a – за допомогою наклонної площини; *б* – в спеціальному затиску на розривній машині; *в* – за допомогою петлі; *г* – на ексцентрично закріпленому шкиві

Німецький дослідник В.Крумме запропонував визначати тертя нитки, перекинутої у вигляді петлі 1 (рис.2.30, в) через ролик 2, який обертається з радіусом r , виготовлений з матеріалу, по якому хочуть вивчити тангенціальний опір нитки. На петлю надягають вантаж 3 вагою G . Оскільки натягнення в гілках петлі різне, вантаж зміщується по вертикалі на відстань x . Коефіцієнт тертя визначається по формулі

$$f = 1/\alpha \ln[(r+x)/(r-x)] \quad (46)$$

Іншою видозміною методу є перемотування нитки через той же, але вже нерухомий ролик; вимір проводиться за допомогою пружинних або електротензометричних датчиків натягнення.

При визначенні f по методу англійського дослідника Д. Морроу нитка 1, яка перемотується (рис.2.30, г) пройшовши направляючий ролик, огинає шків 3 і поступає на ролик 4. Поверхню шківа 3 виготовляють з матеріалу, по якому хочуть вивчити тангенціальний опір нитки. Шків обертається на осі, поміщеній не в його центрі, а ексцентрично – в точці O_1 , величина ексцентриситету $OO_1=a$. На шківі радіально закріплений стрижень 5, несучий вантаж противаги 6, який врівноважує всю систему. Кут φ відхилення стрижня 5 визначають по шкалі 7. При перемотуванні нитки між роликком 2 і шківом 3 вона випробовує натягнення P_1 , а між шківом 3 і 4 – натягнення P_2 . Рівняння рівноваги моментів щодо точки O_1

$$P_2 (1 - a \sin\varphi) = P_1 (1 + a \sin\varphi). \quad (47)$$

Тоді

$$f = 1/\alpha [\ln(1 + a \sin\varphi) - \ln(1 - a \sin\varphi)] \quad (48)$$

2.7. Зношування волокон і ниток

Зношування є процесом погіршення показників властивостей, що викликається поступовим руйнуванням структури матеріалу під дією різних чинників.

Для текстильних матеріалів прийнято ділити зношування на три види: стирання, стомлення, старіння.

Стирання є зношуванням під дією тертя, що виникає при зіткненні з іншими твердими тілами; звичайно це матеріали більш жорсткі, ніж текстильні. По відношенню до текстильних вони є абразивами. Стирання звичайно супроводиться деяким зменшенням маси матеріалів, що залежить від тривалості зношування і виникає у зв'язку з відділенням часток матеріалу, що зношується.

Стомлення є результатом багаторазового деформування. При розтягуванні і згинанні – воно відбувається без контакту з іншими тілами, при стисненні – при його наявності. Істотних втрат маси при стомленні звичайно не спостерігається, оскільки відколювання майже не відбувається.

Старіння виникає в результаті деструкції матеріалів під дією фізико-хімічних процесів, пов'язаних з дією газів, зміною температури, світлового випромінювання, різних видів випромінювання.

Стирання волокон і ниток різними абразивами відбувається в результаті поверхневого стирання, мікрорізання і вискубування волокон з пряжі або частин елементарних ниток з комплексної нитки. Перераховані дії виявляються різною мірою залежно від виду абразиву, складу і структури волокон і ниток, причому перші дві дії іноді викликають розщеплювання волокон і супроводжуються механічною деструкцією (розривом макромолекул) полімеру.

На підставі досліджень можна вважати, що високу стійкість до стирання мають нитки, великі, у яких є міцність на розрив і еластичність, але низький модуль жорсткості і низький коефіцієнт тертя.

Зносостійкість звичайно оцінюється числом дій того або іншого вигляду, що призводять до руйнування матеріалу (витривалістю до зношування) або часом, протягом якого ці дії здійснювалися (довговічністю).

Критеріями зносу текстильних матеріалів після визначення числа циклів зношування є наступні:

- зміна структури ниток, зокрема пряжу, яка проявляється в зменшенні розпрямленості складових її волокон, а також їх «запрацьованість», тобто їх зсуви один щодо одного і виходу їх кінців на поверхню пряжі;
- число видимих пошкоджень;
- погіршення механічних властивостей (міцності при розтягуванні, роботи розриву, витривалості при багатократному розтягуванні і згинанні жорсткості та ін.).

Перераховані критерії зносу часто виражають одним числом, що показує відсоток зміни початкового значення властивості після одного певного числа циклів зношування.

По стійкості до стирання волокна та нитки розташовуються від найстійкіших до менш стійких орієнтовно в наступному порядку: поліамідні, поліефірні, поліакрилонітрильні, бавовняні, віскозні, ацетатні, вовняні, казеїнові. В окремих випадках вказаний порядок змінюється залежно від лінійної густини волокон і умов стирання.

Залежно від характеру руху контактних поверхонь (абразиву і зразка) прилади можна розбити на наступні класи:

- 1) з абразивом, що односторонньо обертається;
- 2) з абразивом, що реверсивно обертається;
- 3) з зворотньо-поступальним рухом абразиву уздовж осі нитки;
- 4) з зворотньо-поступальним рухом абразиву під кутом до осі нитки;
- 5) з комбінованим рухом контактних поверхонь.

Різний характер руху абразиву зразка визначає і різний характер зношування.

В різних країнах запропоновано відносно значне число приладів для визначення стійкості волокон і ниток до стирання. В основному в них використовується декілька принципів.

Розглянемо роботу деяких із них.

Прилад для стирання волокон ТКИ 4-27-1 (ВНР) використовують для одночасного стирання десяти волокон завдовжки не менше 30 мм. Кожне

3.

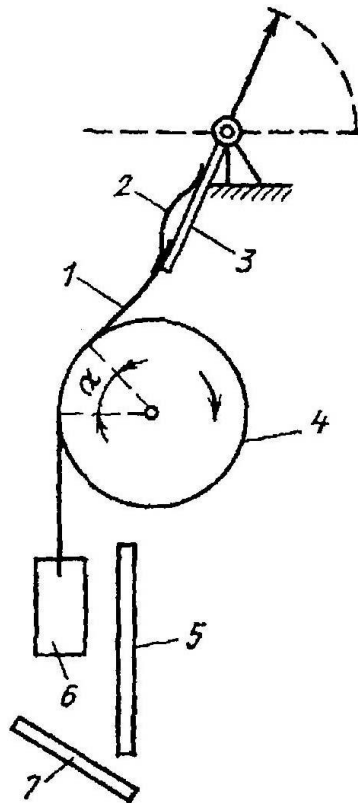


Рис.2.31. Схема приладу ТКИ 4-27-1 (ВНР) із абразивом, що обертається до

волокну 1 (рис.2.31) закріплюють в затиску 2, який розташований на важелі. До нижнього кінця волокна підвішують вантаж 6. Стираючий вал 4 має на поверхні дрібний корундовий абразивний шар і обертається з постійною частотою 1000-5000 об/хв. Він сполучений з лічильником числа оборотів. При обриві волокна вантаж 6 падає і замикає контакти 5 і 7, що викликає сигнал зумера. Почувши його, лаборант записує показник лічильника і обчислює число оборотів абразиву, які викликали обрив волокна. Поворотом важеля 3 можна змінити кут обхвату ниткою валу 4 від 0 до 80°.

Прилад для стирання ниток ТКИ 5-27-1 (ВНР) призначений для одночасного випробування 10 ниток. Один кінець нитки 1 (рис.2.32, а) затискають в нерухомому затиску 2, інший просмикують через отвір металевого галева в ремізі 3 або отвір голки, закріпленої в голкотримачі, і навантажують вантажем 4. Галева або голки, що є абразивами, роблять вертикальні зворотньо-поступальні рухи з постійною частотою, яку можна змінювати від 50 до 1000 цикл/хв, і стирають нитки. Із збільшенням частоти коливань абразиву, а також із збільшенням навантаження Р на зразок стійкість нитки до стирання зменшується.

На цьому приладі замість ремізи 3 можна встановлювати дерев'яний вал 5 (рис.2.32, б) і покривати його стираючим матеріалом 6 різного вигляду – наждачним папером, сірошинельним сукном, капроною або іншою тканиною. Іноді як абразив застосовують наждачний камінь 7 (рис.2.32, в)

або нитку 8 (рис.2.32, г), затиснену в затисках 9 рамки, встановленої замість ремізи 3.

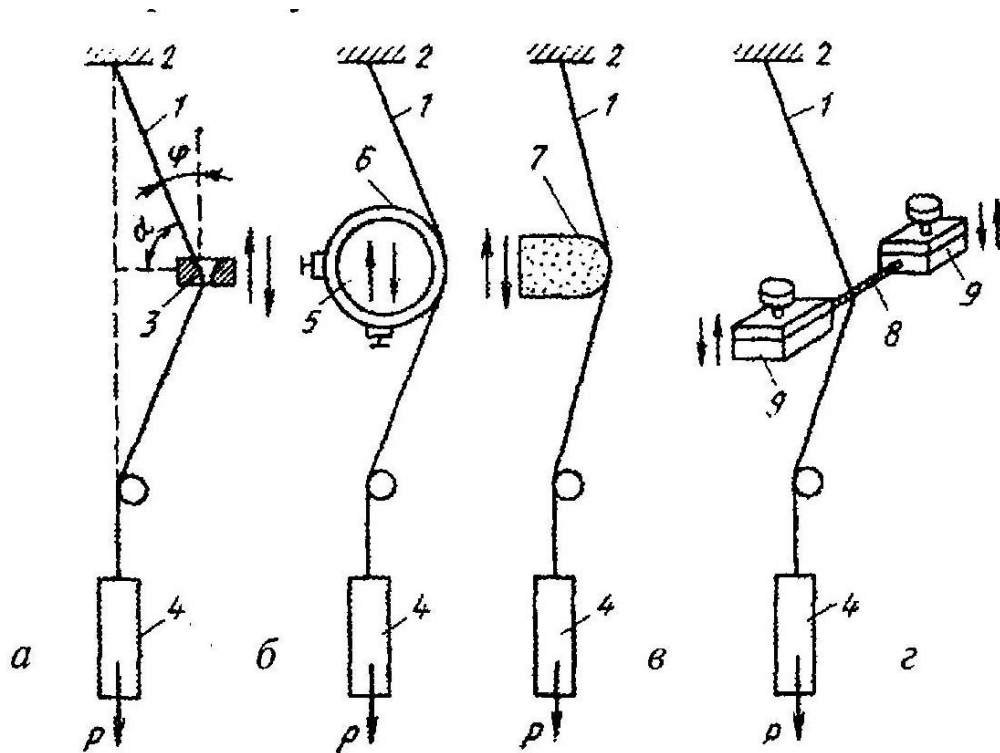


Рис.2.32. Схема приладу ТКИ 5-27-1 для витирання ниток з різними абразивами, що качаються:

а – галева ремізок або отвори готок; *б* – циліндр, який обгнуто тканиною або наждачним папіром; *в* – наждачне каміння; *г* – натягнута нитка

Прилади з пробою, що самостирається, використовуються для елементарних і комплексних ниток. Їх зручно застосовувати для дослідження ниток, що перемотуються з одного пакування на інше в різних виробничих процесах.

В приладі для самостирання нитки випробовувана нитка 1 (рис.2.33) стирається різними своїми ділянками один по одному в місці перехоплення 5. Для цього відрізок нитки закріплюється в затисках 2 і 2', розташованих на важелі 3, який через тягу 4 одержує зворотньо-гойдаючий рух.

При заправці нитку пропускають через блок 6, 6' і 7 для утворення перехоплення 5 і натягнення, яке змінюють, пересуваючи вантаж 9 на важелі 8. Знос звичайно оцінюють числом циклів до руйнування. Перевагою даного

приладу є використання замість абразиву випробовуваного зразка, що виключає зміну результатів оцінки унаслідок зміни стану поверхні абразиву.

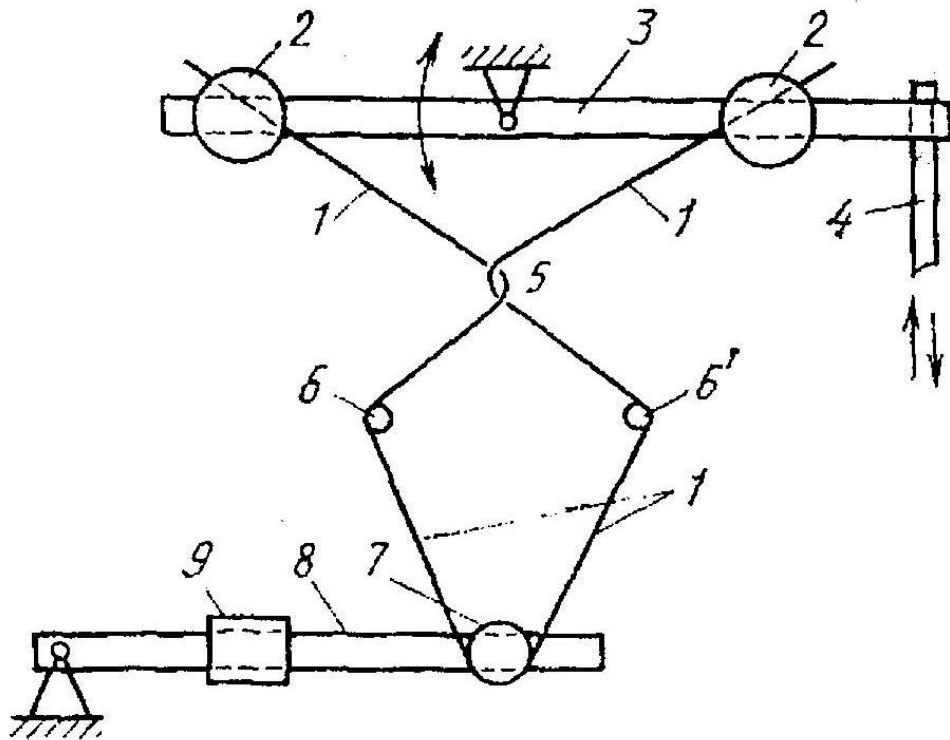


Рис.2.33. Схема приладу для самовитирання ниток

Недолік методу полягає в трудності відносного порівняння стирання волокон і ниток різних видів, оскільки стирання проводиться не одним і тим же абразивом.

В даний час немає єдиних стандартних методів випробувань. Тому при порівняльній оцінці стійкості до стирання волокон і ниток слід мати на увазі, що з підвищенням натягнення зразка збільшується його тиск на абразив, а це знижує стійкість до стирання. Оцінка стійкості до стирання для ниток різних видів і лінійної густини повинна даватися при однакових абсолютних, але не відносних навантаженнях на зразок і виражатися числом циклів стирання до руйнування, що доводяться на одиницю маси або одиницю площі поперечного перетину.

РОЗДІЛ 3. ТЕКСТИЛЬНІ ПОЛОТНА

3.1. Основні процеси прядіння

Прядінням називається комплекс технологічних операцій, які використовуються для виготовлення пряжі з волокон.

Залежно від характеру і властивостей волокон, що переробляються в пряжу і від вимог, що пред'являються до пряжі, розрізняють декілька схем прядіння: кардну, гребінну, апаратну [6].

В той же час необхідно відзначити, що прядіння бавовни певною мірою відрізняється від прядіння шерсті і льону, прядіння середньоволокнистого бавовника відрізняється від прядіння довговолокнистого і т.д. Проте, всі існуючі способи прядіння мають ряд однорідних операцій, до яких відносяться змішування, розпушування, тіпання, чесання, вирівнювання, стоншування стрічок і власне прядіння.

Рихлення проводять, щоб розділити щільно спресовану волокнисту масу на дрібніші клаптики для полегшення подальших операцій. Рихлення здійснюється механічною дією поверхні кілочка на волокнистий матеріал. Сутність процесу рихлення полягає в тому, що на спеціальних машинах спресована волокниста маса розщипується (розтягується) за допомогою поверхонь кілочків (загострених зубів голок) на дрібні клаптики. Чим більше розпушена волокниста маса, тим легше видаляти з неї смітні домішки і волокнисті пороки, тим краще можуть бути перемішані волокна для отримання однорідної суміші.

Змішування. Мета процесу змішування – створення однорідної за своїм складом волокнистої маси. Суть процесу полягає в тому, щоб з різних компонентів, узятих в певному відсотковому співвідношенні, отримати однорідну волокнисту масу, при тому, щоб у будь-якому об'ємі цієї маси зберігалось б прийняте процентне співвідношення змішуваних компонентів. Змішування волокнистої маси проводиться одночасно з процесами рихлення і тіпання, або після рихлення і тіпання, а також при подальших процесах обробки волокон. Отримати однорідну суміш відразу на одній якій-небудь машині не

вдається. Тому процес змішування текстильних волокон проводиться майже на всіх стадіях прядильного виробництва (рихлення, тіпання, чесання, складання і т.д.).

Тіпання. Під процесом тіпання розуміють ударну дію на волокнистий матеріал, що знаходиться в затиснутому або вільному стані, робочими органами машини. Мета тіпання – подальше рихлення волокнистого матеріалу для очищення його від домішок сміття і волокнистих пороків. Рихлення волокнистої маси приводить до руйнування сил зв'язків, що діють між волокнами і домішками, що сприяє інтенсивному виділенню останніх з волокнистої маси

Кардочесання. Процес кардочесання волокон є одним з найважливіших процесів при прядінні бавовни, вовни і інших волокон. Він полягає в розділенні волокон голчатою або пильчатою гарнітурою чесальної машини. Суть процесу кардочесання полягає в роз'єднанні волокон, їх частковому розпрямленні, виділенні з волокон найбільш дрібних домішок сміття і волокнистих пороків. В процесі кардочесання відбувається також додаткове змішування волокон. Кардочесальні машини розділяються на два види: шляпочні і валичні. Для чесання бавовни застосовуються шляпочні кардочесальні машини, робочими органам яких служать еластична голчата і пильчата стрічка. Еластична голчата стрічка складається із основи – п'яти-шести шарів тканини, склеєних між собою, та пружних сталевих голок (скоб), які заломлені в один бік і утворюють коліно. Розчісують пучки волокон дві поверхні, робочими органами яких можуть бути голчаті стрічки або одна голчата стрічка, а інша – у вигляді пильчатої стрічки. Пильчата стрічка є тонкою сталевною стрічкою з зубцями. У процесі чесання бавовни головний барабан кардочесальної машини підводить бавовняні волокна до шляпок, які рухаються із швидкістю, вдесятеро нижчою, ніж швидкість барабану. Між кінцями голок голчатих поверхонь встановлюється дуже малий зазор (0,18-0,25мм). В результаті протилежного напрямку нахилу голок і різниці швидкостей голки шляпок прочісують бавовняні волокна. Під дією

повітряного потоку і центробіжних сил, які виникають в результаті швидкого обертання барабана, видаляються більш важкі домішки та частина коротких волокон, що слабо утримуються. Довгі ж волокна бавовни, які добре утримуються голками барабану, прочісуються, при цьому вичісуються домішки сміття і волокнисті пороки. Взаємодія голчатих поверхонь проводиться неодноразово, тому бавовняні волокна добре прочісуються, очищаються і частково розпрямляються.

Складання – це з'єднання продуктів одного вигляду для їх сумісної обробки. Стоншені і потовщені ділянки нерівномірно розташовані уздовж кожного волокнистого продукту (холстів, стрічок, рівниць) і товщина їх різна. В більшості випадків при складанні стоншені ділянки співпадають з потовщеними ділянками. В результаті витягування складених волокнистих продуктів одночасно отримують продукт, що має більш рівномірну щільність по всій своїй довжині, що приводить до поліпшення якості пряжі. Крім того, в результаті складання волокна в продуктах перемішуються, завдяки чому вирівнюється склад волокон. Негативною стороною процесу складання є те, що, в результаті цієї операції товщина продукту збільшується і у більшості випадків доводиться стоншувати його в стільки разів, в скільки він був потовщений.

Витягування. Мета процесу витягування – стоншування волокнистого продукту. У процесі витягування відбувається зрушення (зсув) волокон в продукті у напрямку його довжини, внаслідок чого поперечний переріз продукту зменшується, а довжина його збільшується. Крім того, в процесі витягування волокна в продуктах за рахунок тертя розпрямлюються і розташовуються паралельно один одному у повздовжньому напрямку.

Продукт (стрічка, рівниця) поступають в затиск живлячої пари циліндрів, яка при обертанні просуває його до середньої пари, а остання просуває продукт до випускаючої пари. Витяжні пари циліндрів розташовані одна від одної на відстані, яка дорівнює довжині найбільш довгих волокон продукту. Оскільки швидкості витяжних пар послідовно зростають від

задньої до передньої, продукт при проходженні через них стоншується і подовжується. При цьому волокна в продукті розпрямляються і розташовуються паралельно один одному.

При витягуванні продуктів, що складаються з довгих волокон (вовна, льон, відходи шовку), до складу яких входять і коротші волокна, для запобігання нерівності продуктів між витяжними парами витяжних приладів встановлюють проміжні пристосування у вигляді рухомих плоских або круглих гребенів.

Гребнечесання проводять для витягування коротких волокон з оброблених продуктів, видалення з волокнистих продуктів домішок сміття і пороків, розпрямлення і паралельного розташування волокон в обробленому продукті, що призводить до створення в ньому більш однорідної за довжиною волокнистої маси. Перед гребнечесанням волокнисті продукти піддаються підготовчим процесам, які полягають в розпрямленні і паралелізації волокон в продукті, а також у вирівнюванні останнього за лінійною густиною.

Сутність гребнечесання полягає в поперемінному прочісуванні волокон, які спочатку закріплюються одним кінцем, а інший, вільний, прочісується, потім затискається вільний, щойно прочесаний кінець, а затиснутий звільняється і прочісується. Процес гребнечесання застосовується в прядінні бавовни, вовни, льону і шовкових відходів. При прядінні бавовни і вовни гребнечесання застосовується для отримання пряжі вищої якості і, головним чином, для отримання пряжі малої лінійної густини. У льонопрядінні і прядінні шовкових відходів гребнечесання є основним процесом цих систем прядіння.

Скручування. На більшості прядильних машин процеси скручування і намотування пряжі здійснюються одночасно. Мета процесу скручування - зміцнення волокнистого продукту (мички), що випускається витяжним приладом. При скручуванні волокна в продукті ущільнюються і між ними

виникають значні сили тертя, що дозволяє отримувати безперервну нитку з волокон порівняно невеликої довжини.

У прядильному виробництві існує декілька типів крутильних механізмів, але принцип скручування волокнистих продуктів залишається один: одному із затиснутих кінців продукту надається обертальний рух в площині, перпендикулярній осі продукту.

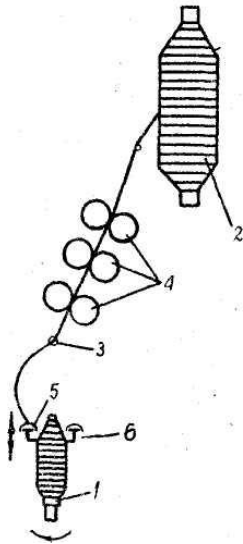


Рис 3.1. Схема кільцевої прядильної машини

На кільцевих прядильних машинах (рис. 3.1) крутильний механізм складається з веретена, кільця і бігунка. Стоншена на витяжному приладі 4 рівниця 2 заправляється уручну в очко ниткопровідника 3, потім огинає бігунки 5 і намотується на патрон, щільно посаджений на веретено. Бігунки надягаються на кільце 6, що охоплює веретено. Кільце обертального руху не має, але для намотування пряжі на шпулю йому надається обертально-поступальний рух у

вертикальному напрямі. Обидва кінці пряжі виявляються затиснутими: один кінець затиснутий випускними циліндрами 7 витяжного приладу машини, а інший закріплений на веретені качана. Якщо веретену дати обертальний рух, то під натягненням нитки бігунки легко почне рухатися по кільцю, здійснюючи при цьому обертальний рух. При кожному оберті бігунки навколо веретена нитка отримує одне кручення. При цьому скручування здійснюється по всій довжині нитки, на поверхні якої волокна розташовуватимуться приблизно по гвинтовій лінії.

Намотування. Мета процесу намотування – утворення пакування пряжі, зручного в подальших процесах переробки. Зазвичай на прядильних машинах пряжа намотується на паперові або картонні патрони. На кільцепрядильній машині намотування пряжі на шпулю проводиться внаслідок різниці окружних швидкостей між веретеном і бігунком. При своєму русі по кільцю

бігунок за швидкістю декілька відстає від веретена внаслідок тертя бігунка об кільце. Для розкладки витків пряжі по висоті качана кільця, укріплені на планці, отримують поворотно-поступальну ходу у вертикальному напрямі.

Кардная система прядіння застосовується для отримання пряжі лінійною густиною 15-84 текс з середньоволокнистого бавовника, а також з хімічних і коротких лляних волокон. Кардная пряжа досить рівномірна, має середню чистоту, але недостатню гладкість.

В *гребенній системі прядіння* використовують тонковолокнисту бавовну, льон, тонку вовну. З гребенної пряжі виготовляють вироби найвищої якості, підвищеної чистоти і гладкості.

Апаратна система прядіння відрізняється від вище наведених тим, що тут відсутній ряд переходів (гребнечесання, стрічковий перехід), а рівниця формується безпосередньо з волоконної маси. Волокна в пряжі мало розпрямлені і мало орієнтовані уздовж нитки, тому пряжа виходить рихлою, ворсистю, пухнастою. Апаратну систему прядіння застосовують при переробці маси неоднорідних і порівняно коротких волокон: бавовни низьких сортів, відходів кардного і гребінного прядіння бавовни, для вироблення товстої пряжі. Ця система прядіння широко застосовується у вовнопрядінні для вироблення пряжі великої лінійної густини з короткої і неоднорідної грубої шерсті в суміші з відходами гребінного прядіння, бавовни і хімічними волокнами.

3.2. Основні процеси виробництва тканин

Тканиною називають текстильний виріб, вироблений на ткацькому верстаті шляхом взаємного переплетення двох перпендикулярно розташованих один до одної систем ниток – подовжніх, які називаються *основою*, і поперечних, які називаються *утоком*.

Ткацтвом в широкому значенні слова називають весь комплекс технологічних операцій, за допомогою яких виробляють тканини. У вузькому

значенні ткацтвом називають тільки заключну операцію, здійснювану на ткацькому верстаті.

Ткацьке виробництво складається з підготовчого етапу і власне ткацтва.

На підготовчому етапі здійснюється процес перемотування, кручення, шліхтування і пробирання.

Перемотування ниток має на меті очистити пряжу від пуха і сміття, видалити крупні вузли і значно збільшити довжину пакувань. *Снування* полягає в приготуванні основи для ткацтва, для чого нитки рівної довжини намотуються з однаковим натягненням на ткацький навоє. *Шліхтування* полягає в нанесенні на нитку основи спеціального склеювального складу (шліхти), внаслідок чого підвищується стійкість ниток до стирання, а отже зменшується обривність в ткацтві. *Проборка* полягає в прив'язці ниток нової основи через систему робочих органів до кінців ниток попереднього шматка тканини.

Підготовка ниток утоку полягає в перемотуванні ниток з качанів на човникові шпулі або конічні бобіни.

Змотуючись з навою 1 (рис. 3.2) нитки основи огинають скало 2, проходять через ламелі 3 основоспостерігача, зупиняючого ткацький верстат при обриві нитки, та подаються в ремізки 4. Ремізка складається з двох планок, з'єднаними галевами, по середині яких є круглі вічка для протягування ниток основи. На рис.4 наведено схему верстата з двома ремізками для виробництва тканини найпростішого полотняного переплетення. При підйомі однієї ремізки та опусканні іншої між нитками основи виникає зів 6, в який човником прокладається нитка утоку. Зів закривається, бердо 5, здійснююче зворотно-поступовий рух, прибиває нитку до опушки тканини 7. Бердо повертається в первинний стан, ремізки міняються місцями: верхня опускається вниз, а нижня піднімається в гору. Знову виникає зів, в який прокладається наступна нитка утоку. Напрацьована тканина огинає грудницю 8, вал'ян 9, що переміщує тканину, направляючий

валик 10 та намотується на товарний валик 11. Таким чином, процес отримання тканини здійснюється від навою до товарного валика.

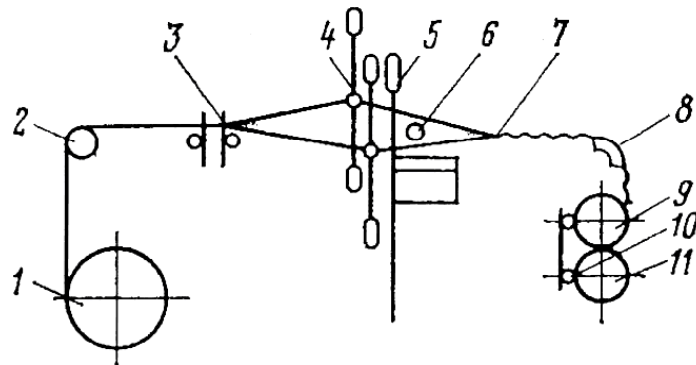


Рис.3.2. Схема ткацького човникового верстата

В залежності від способу прокладання нитки утку в зів ткацькі верстати поділяють на човникові та безчовникові, в залежності від способу зміни утку – на механічні та автоматичні, в залежності від виду зівоутворюючого механізму – на ексцентрикові, кареточні, жакардові, в залежності від кількості човників – на одночовникові та багаточовникові.

Переплетенням називається порядок взаємного перекриття основних ниток уточними. Графічне зображення переплетень ниток в тканині називають рисунком переплетення, що, як правило, виконується на клітчастому папері. Вертикальний ряд кліток приймається за основні нитки, а горизонтальний – за уточні. Місце, де нитки однієї системи перекривають нитки іншої системи називають перекриттям. Ділянки, де основна нитка перекриває уточну і виходить на лицьову сторону тканини (основне перекриття), закрашують або позначають хрестиком. Уточне перекриття не замальовують. Закінчена частина малюнка переплетення називається рапортом і характеризується мінімальним числом ниток, необхідних для його створіння.

Тканини залежно від виду переплетення підрозділяються на чотири класи: головні (прості), дрібновізерунчасті, складні та великовізерункові 3.3) [7].

Клас

Підклас

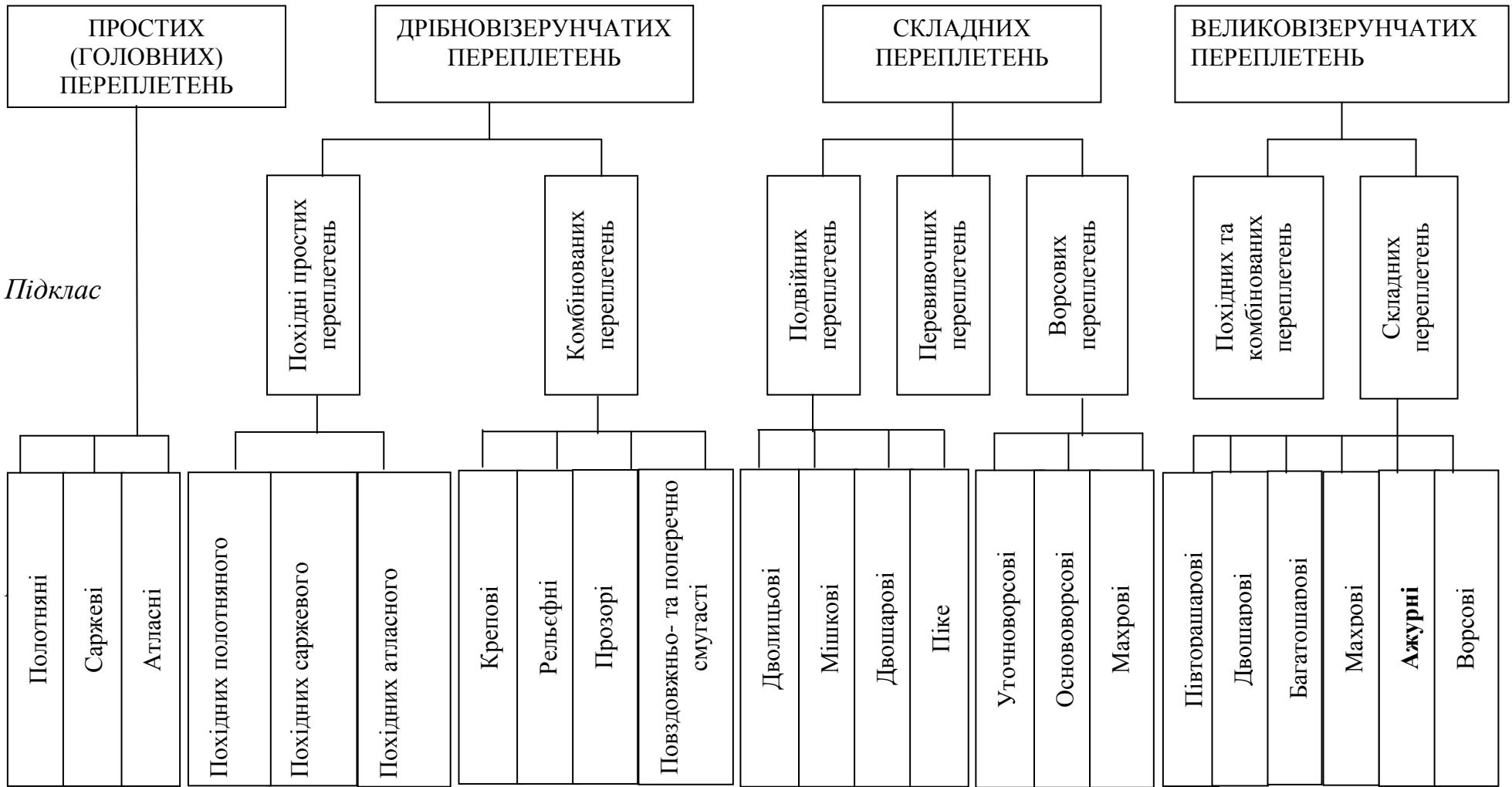
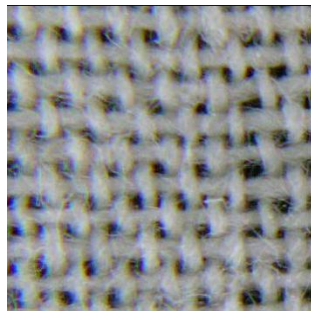


Рис.3.14 – Класифікація тканин за видом переплетення

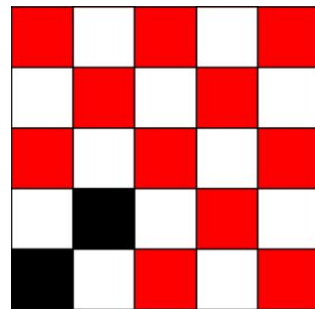
Головні переплетення є порівняно простими по структурі і служать базою для утворення багатьох інших видів переплетень. Відмітна особливість головних переплетень полягає в тому, що вони завжди містять в рапорті однакове число основних і уточних ниток.

До головних переплетень відносяться полотняне, саржеве і сатинове (атласне) переплетення.

В полотняному переплетенні (рис. 3.4) кожна нитка основи переплітається з кожною ниткою утку по черзі, внаслідок чого тканина має деяку жорсткість і одночасно велику міцність до розтягування в порівнянні з тканинами, виробленими іншими переплетеннями. Тканини полотняного переплетення мають рівну поверхню і однаковий зовнішній вигляд лицьової і виворітної сторін. Рапорт полотняного переплетення по основи і утку рівний двом ниткам. Це переплетення застосовується для виготовлення білизняних тканин, ситцю, бортової тканини, лляних і шовкових полотен.



а)



б)

Рис. 3.4. Полотняне переплетення: а) фото тканини полотняного переплетення, б) графічне зображення

Саржеве переплетення (рис.3.5) характеризується наявністю рубчика, що йде по тканині від низу до верху зліва направо. Залежно від кількості ниток в рапорті можуть бути різні варіанти саржевого переплетення. Проте існує правило, по якому в рапорті по основи і утку повинне бути не менше трьох ниток і зсув ткацького малюнка при кожному подальшому прокиданні утку повинен бути на одну нитку вправо.

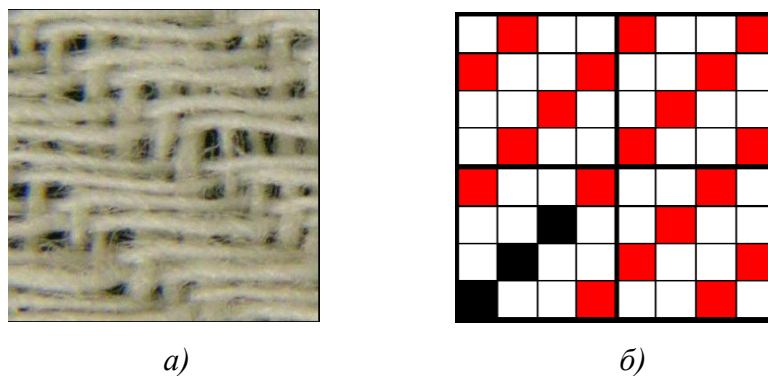


Рис. 3.5. Саржеве переплетення тканини: а) фото тканини б) його графічне зображення

Рапорт саржевого переплетення позначається дробом, чисельник якого показує число ниток основи, виступаючих на лицьовій стороні тканини, а знаменник – число ниток основи, які перекриваються утком.

По характеру перекриттів саржа може бути утоковою (наприклад, $1/3$), яка використовується при виробленні тканин, на лицьовій стороні яких знаходиться більше уткових ниток, і основною (наприклад, $3/1$), оскільки на лицьовій стороні тканини переважає основа.

Якщо в рапорті чисельник більше знаменника або знаменник більше чисельника, то це одностороння саржа, при однакових величинах ($2/2$) чисельника і знаменника виходить рівностороння саржа.

Сатинове (атласне) переплетення (рис. 3.6) значно відрізняється на

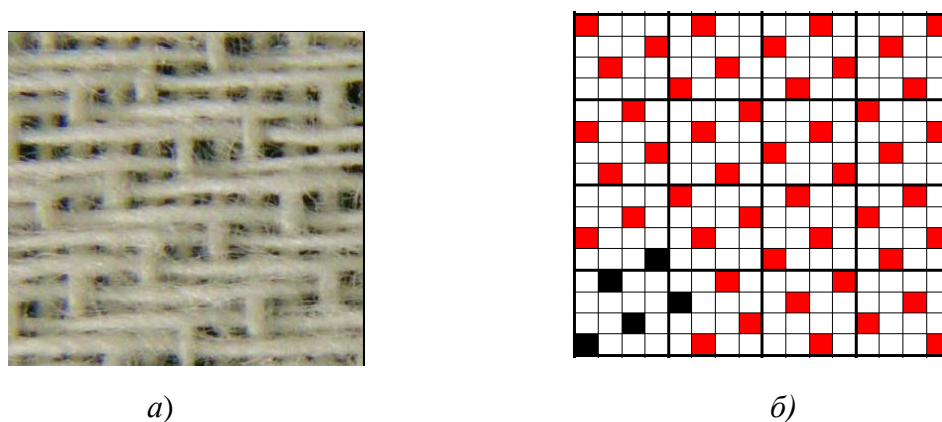


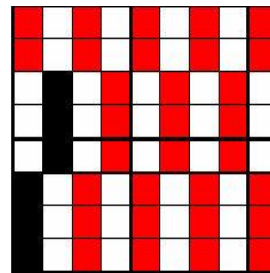
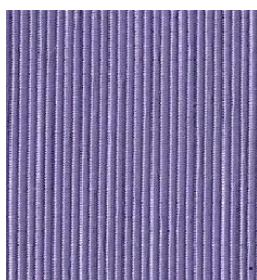
Рис.3.6. Сатинове переплетення тканини: а) фото тканини; б) його графічне зображення

вигляд і будову від полотняного і саржового переплетень. Характерною ознакою сатинового переплетень. Характерною ознакою сатинового переплетення є різка відмінність лицьової сторони тканини від виворотньої. Якщо переважають перекриття утку, то тканина називається сатином, а якщо на лицьовій стороні переважають нитки основи, то атласом. Для сатинів і атласів існує певне правило зсувів: зсув повинен бути не менше 2 і не більш $n - 2$, де n – число ниток в рапорті. Сатиновим, або атласним, переплетенням виробляються бавовняні, шовкові тканини.

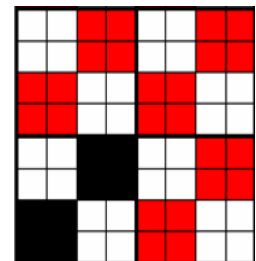
Тканини *дрібновизерунчастих переплетень* підрозділяються на два підкласи: похідних переплетень і комбінованих переплетень.

Тканини похідних переплетень отримують посиленням одиночних основних або уткових перекриттів полотняного, саржового і атласного переплетень. В більшості випадків тканини похідних переплетень зберігають ознаки, характерні для переплетень, з яких вони утворені, але їх рапорт по основі не завжди рівний рапорту по утку. До тканин, утворених переплетеннями, похідними від полотняного, відносяться репс і рогожка.

Тканини *репсового переплетення* утворюються шляхом посилення (подовження) основних і уточних переплетень полотняного переплетення. При цьому декілька ниток основи і утку переплітаються як одна нитка, внаслідок чого рапорт малюнка збільшується. Тканини репсового переплетення можуть бути основними (рис. 3.7, а), якщо їх поверхня утворюється з ниток основи і рубчик виходить поперечним, або утковими, якщо нитки утку перекривають декілька ниток основи і рубчик виходить подовжнім.



а)



б)

Рис. 3.7. Похідні від полотняного переплетення: а – репс (фото тканини та графічне зображення), б – рогожка (фото тканини та графічне зображення)

Тканини переплетення *рогожка* є подвійним або потрійним полотняним переплетенням (рис. 3.7, б), утвореним посиленням (подовженням) перекриттів одночасно по основі і по утку.

До тканин, утворених переплетеннями, похідними від саржевого, відносяться посилена саржа, складна саржа, ламана саржа і ін.

Тканини переплетення посилена саржа одержують при збільшенні довжини одиночних перекриттів саржі простого класу. В порівнянні з простою посилена саржа має більш виразні і широкі діагональні смуги. Із збільшенням числа ниток у рапорті ширина смуг збільшується. Тканини, вироблені переплетенням посилена саржа, позначаються дробом; вони можуть бути утоковими ($2/3$, $2/4$), основними ($3/2$, $4/2$) і двосторонніми ($2/2$, $3/3$). Найширше розповсюдження мають тканини з переплетенням двостороння саржа.

Тканини, утворені переплетенням *складна*, або багаторубчата, *саржа* мають рубчики різної ширини. Тканина переплетення ламана саржа (рис. 3.8) будується на базі переплетень простої, посиленої або складної саржі із зміною напрямку діагоналей, внаслідок чого утворюється узор у вигляді зубців. Завдяки нахилу діагоналей рапорта управо і вліво на тканині створюються подовжні смуги. Злам діагоналі може бути по основі або по утку через довільне число ниток.

Зигзагоподібну саржу утворюють на базі ломаної саржі, але, на відміну від останньої, вершини зубців зигзагоподібної саржі розташовуються не на одному рівні.

Похідні атласного та сатинового переплетень отримують шляхом посилення одиночних перекриттів сатинових переплетень в напрямку утку (рис. 3.9) та одиночних утокових перекриттів в атласних переплетеннях у напрямку основи. Для їх побудови використовуються сатинові та атласні

переплетення, в яких $R \geq 7$ та $S \geq 3$. Ці переплетення мають велику щільність закріплення ниток у тканині, завдяки чому збільшується стійкість до розсування. Зовнішній вигляд тканин, отриманих переплетеннями посиленій сатин і атлас, майже не відрізняється від зовнішнього вигляду тканин, які виробляються сатиновим та атласним переплетеннями.

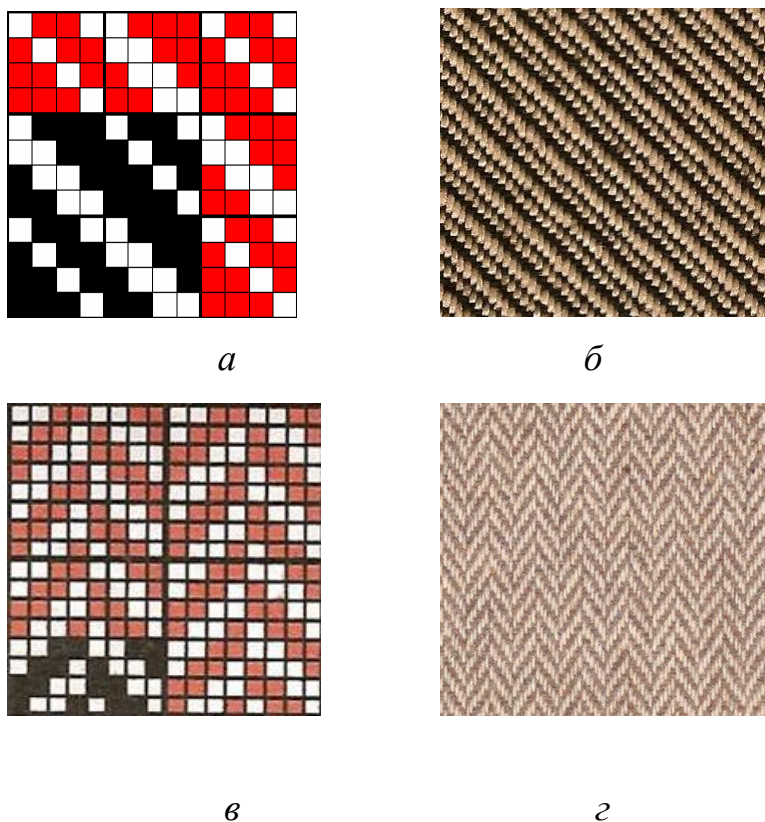


Рис. 3.8. Переплетення, похідні від саржі : *а* – посилена зворотна саржа (графічне зображення), *б* – фото тканини, *в* – ламана саржа (графічне зображення), *г* – фото тканини).

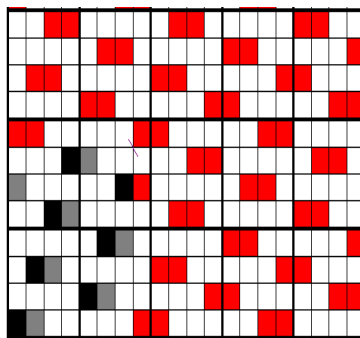


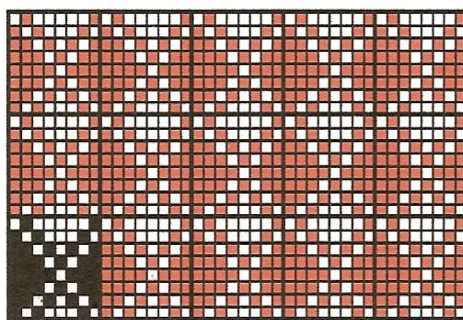
Рис. 3.9. Графічне зображення посиленого сатину

До тканин *комбінованих переплетень* відносяться крепові, рельєфні і тканини, що просвічують, а також тканини з подовжніми і поперечними смугами і клітками, утвореними поєднанням різних переплетень.

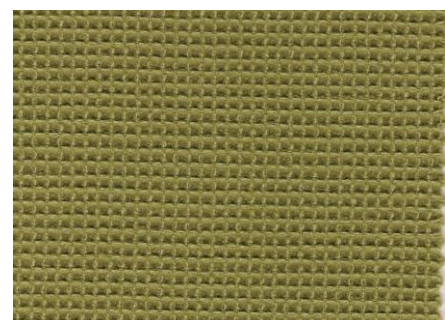
Тканини *крепових переплетень* мають розкидані в різних поєднаннях основні і уточні перекриття, створюючи дрібнозернисту поверхню, що має ефект, створюваний в шовкових тканинах нитками крепового кручення. Креповим переплетенням виробляються платтєві бавовняні, вовняні, а також шовкові тканини.

Тканини *рельєфних переплетень* мають на поверхні рельєфно виступаючий малюнок. До них відносяться тканини, утворювані вафельним, діагональним і рубчиком переплетеннями.

На тканинах вафельного переплетення створюється узор з прямокутних осередків, грані яких виступають, а середина поглиблена (рис. 3.10). Місця з короткими перекриттями відповідають поглибленій частині осередку, довгими перекриттями утворюються виступаючі рельєфні грані прямокутника. Частіше за все вафельне переплетення застосовують для вироблення тканин рушників, оскільки вільно лежачі перекриття ниток основи і утку підвищують здібність тканини до вбирання вологи.



а)



б)

Рис. 3.10. Вафельне переплетення: а – графічне зображення; б – фото тканини

Тканини *складних переплетень* одержують, застосовуючи декілька систем ниток основи і утка, з яких в процесі ткацтва утворюється декілька

шарів, розташованих один над іншим. До тканин складних переплетень відносяться подвійні, ворсові і перевивочні (ажурні).

Дволицьові (півторашарові) тканини утворюються з однієї основи і двох утоків або двох основ і одного утка. Наявність другої системи ниток основи або утка дозволяє виробляти тканини, що мають на лицьовій і виворітній сторонах різні малюнки і перекриття з пряжі різної якості і кольору. Якщо в тканині передбачено два утоку, то для верхнього утку застосовується переплетення, створююче на лицьовій стороні уточний застил, а для нижнього утка – переплетення, при якому уток виявляється в основному на вивороті; нижній уток не повинен бути видний на лицьовій стороні тканини, а верхній на вивороті. Дволицьові тканини (драп і т.д.) мають підвищені товщину і поверхневу густину.

Мішкові тканини утворюються двома системами ниток основи і двома системами ниток утку. Виходить два самостійних розташованих одне над другим полотна, які можуть з'єднуватися тільки по краях, утворюючи замкнуту порожнисту тканину (пожежні рукави), або по малюнку. При з'єднанні по малюнку зв'язок двох полотен здійснюється шляхом взаємної зміни шарів (рис. 3.11), при цьому по контуру малюнка виникають порожнисті замкнуті мішечки. Якщо нитки різних шарів мають різний колір, виходить двосторонній різнокольоровий визерунок.



Рис. 3.11. Графічне зображення двошарових переплетень з різними способами зв'язку полотен

Двошарові тканини утворюються двома системами ниток основи і двома системами ниток утка. Зв'язок полотен здійснюється за всією площею тканини.

Тканина піке – різновид двошарової тканини. Лицьова сторона тканини виробляється полотняним переплетенням. Рельєфний малюнок на тканині створюється завдяки тому, що нитки нижньої основи, розташовуючись по контуру узору над нитками верхнього утка, тягнуть їх вниз, утворюючи поглиблення, як у стьобаній ковдри.

До *ворсових* відносяться тканини, у яких лицьова поверхня має ворсовий покрив, який складається із розпушених кінчиків розрізаних ниток. За способом утворення ворсової поверхні ворсові тканини розділяють на уткововорсові та основноворсові (рис.3.12).

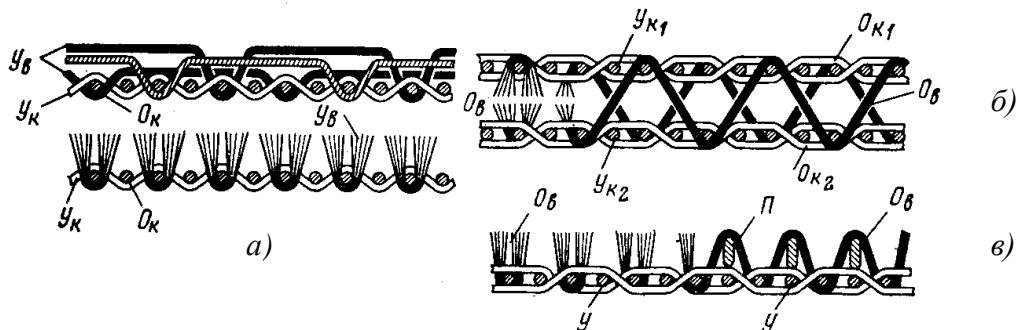


Рис. 3.12. Розрізи ворсових тканин: а) – уткововорсової до та після розрізання ворсу; б) – основноворсової, отриманої двошаровим способом; в) – основноворсової, отриманої прутковим способом (до та після розрізання ворсу).

Для утворення ґрунту в уткововорсових тканинах використовують полотняне та саржеве 2/1 та 2/2 переплетення.

Тканини з *утовком ворсом* виготовляє бавовняна промисловість. Корінна (ґрунтова) основа $О_к$ переплітаючись з корінним утком $У_к$ утворює ґрунт тканини (рис. 3.12, а). Ворсовий уток $У_в$ лягає довгими перекриттями, котрі в процесі обробки розрізаються. Таким чином отримують бавовняні ворсові тканини: напівоксамит, вельвет-корд та вельвет-рубчик. Тканини з *ворсом із основи* виготовляє шовкова промисловість. Для їх виготовлення використовують саморізні верстати та верстати з прутками. Для отримання двошарового оксамиту дві корінні основи $О_{к1}$ та $О_{к2}$ (рис.3.12, б) переплітаються кожна зі своїм утком $У_{к1}$ та $У_{к2}$, утворюючи два самостійних

полотна. Ворсова основа O_8 переходить зі верхнього полотна в нижнє і назад, зв'язуючи полотна між собою. Ніж-саморіз рухається між полотнами, розрізаючи нитки ворсової основи та розділяє полотна на дві самостійні тканини.

Прутковим способом отримують однополотенні ворсові тканини з розрізним або петельним ворсом (рис.3.12, в). При підніманні ниток ворсової основи O_8 в зів закладають пруток П. Після утворення петлі із нитки ворсової основи, її закріплюють наступними прокладаннями корінного утоку, потім пруток витягують. Ніж, який знаходиться на кінці прутка, розрізає петлі. З ворсом із основи виготовляють тканини оксамит та плюш, а також штучне хутро. Довжина ворса у оксамиту до 2мм, у плюшу – довше, ще більш довгий ворс у штучного хутра – до 10мм.

Переплетення, яке використовується для виготовлення *петельних, або махрових* тканин, є різновидом ворсового переплетення, зокрема основноворсового, отриманого за прутковим способом. Характерною особливістю махрових тканин є наявність петель на поверхні. Петлі можуть бути на одній або на обох боках тканини, покривати лише окремі місця тканини в вигляді повздовжніх смуг, квадратів або інших візерунків.

Для отримання на тканині *ажурного* ефекту використовують *перевивочні переплетення*. Для утворення таких тканин потрібен один уток та дві системи основних ниток – стоева та перевивочна, які навиваються на окремі навої. Нитки стоевої основи більш тонкі, мають велике натягнення, а нитки перевивочної основи мають більшу лінійну щільність і менше заправочне натягнення. В момент зівоутворення нитки перевивочної основи додатково послаблюються. На рис.3.13 схематично показані тканини перевив очного переплетення, де стойові нитки 1 розташовані під утком 3, а перевивочні нитки 2 змінюють своє положення відносно стойових ниток після кожної прокидки утоку, розташовуючись від них по чергово то праворуч, то ліворуч.

За будовою, заправкою та зовнішнім виглядом тканини перевивочних переплетень поділяють на дві групи:

- ажурні – газові, в яких використовуються стойові та перевивочні нитки однакової лінійної густини, обидві поверхні тканини майже однакові;
- барежеві, в яких лицьова та зворотна сторони тканини різко відрізняються одна від іншої: тканини нагадують вишивку товстими нитками по тонкому фону.

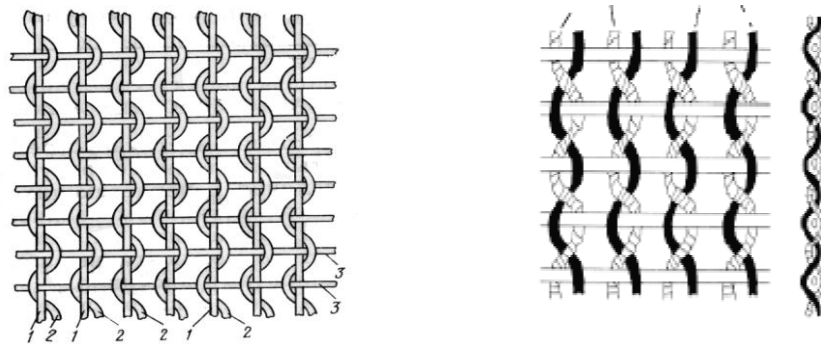


Рис.3.13. Схема ажурних тканин перевивочного переплетення: 1 – стойові нитки, 2 – перевивочні нитки, 3 – нитки утку

Ажурні тканини використовують для виготовлення блузок, занавісок та ін.

Тканини, рапорт переплетення яких по основі складає більше 24-32 різнопереплітаючихся ниток, а іноді досягає кількох тисяч, називають **великовізерунчатими**. Їх виготовляють на ткацьких верстатах, які обладнані більш складним зівоутворюючим механізмом – жакардовою машиною, тому ці тканини також називають **жакардовими** (рис. 3.14).

За своєю будовою великовізерунчаті тканини поділяються на прості та складні. Для виробництва простих великовізерунчатих тканин потрібна одна основа та один уток. Для побудови жакардового візерунка простої великовізерунчатої тканини можна використати всі види головних, похідних та комбінованих переплетень. Виготовлення складних жакардових тканин потребує використання складних переплетень, тобто, в будові беруть участь більше однієї системи основних та більше однієї системи уткових ниток. Нитки основи та утку в цих тканинах розміщують в кількох шарах.



Рис.3.14. Жакардові тканини

Великовізерунчатими переплетеннями виготовляють великий асортимент тканини різного призначення. В бавовняній промисловості випускають пікейні тканини, ковдри з начосом, гобеленові, меблеві та порт'єрні тканини, скатертини, покривала, махрові рушники та простирадла, ажурні та деякі ворсові тканини. В шовковій промисловості виробляють різні за призначенням тканини: платтяні (муар, тафта), костюмні, меблево-декоративні. В лляній промисловості – скатертини та покривала. Підприємства вовняної промисловості виготовляють ковдри та килимові вироби.

СТРУКТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНИНИ

Лінійні розміри тканин характеризуються довжиною, шириною та товщиною. *Довжина* тканини визначається як відстань між початком та кінцем шматку тканини, що вимірюється паралельно ниткам основи. Довжини тканини має велике значення при розкроюванні. Рациональною називається така довжина, яка при розкроюванні не дає залишків тканини, або ці залишки знаходяться в межах норми. Найменшу довжину шматка мають важкі пальтові драпи, найбільшу – легкі шовкові тканини та тканини з

хімічних волокон і ниток. *Ширина* тканини – це відстань між двома краями шматку тканини разом з кромками, або без них, що вимірюється у напрямку, перпендикулярному ниткам основи. Ширина тканини – важливий показник, від якого залежить кількість матеріалу, необхідного для розкроювання виробу. Тканини виробляють з шириною, оптимальною для даної групи, або з шириною, величина якої склалася історично. *Товщина* тканини – це відстань між лицьовою та виворотною поверхнею тканини, що вимірюється при визначеному тиску. Товщина тканини залежить від виду пряжі, величини скручування, виду переплетення, щільності ткацтва та характеру заключної обробки, і може коливатися від значень 0,10-0,20мм (крепдешин, батист, шифон) до 1,0 - 3,2мм (сукна, драпи).

До характеристик маси тканин відносять значення поверхневої густини M_s , яке відображає відношення вагу у грамах одного квадратного метру тканини:

$$M_s = m / l \cdot b, \text{ г/м}^2 \quad (49),$$

а також щільність тканин M_v , яка розраховується за формулою

$$M_v = 10m / lbd, \text{ г/м}^3 \quad (50)$$

де m – маса зразку, г, l – довжина зразку, см, b – ширина зразка, см, d – його товщина, мм.

Нитки основи та утку в процесі ткацтва знаходяться під багаторазовим впливом зовнішніх сил, які залежать від параметрів заправки: натягу ниток основи та утку, положення скала відносно грудниці, висоти та глибини зіву. На будову тканини впливає і процес оздоблення (промивка, відварювання, фарбування, друк, термічна і механічна обробка), в результаті якого змінюється згин ниток, отже і будова тканини.

Чим більше натяг ниток тієї чи іншої системи, тим менший їх згин. Зміна натягу ниток підвищує або знижує щільність тканини – одну з головних характеристик будови тканини. *Щільність тканини по основи* (Π_o) і *по утку* (Π_y) характеризується числом ниток основи або утку на умовній довжині,

рівній 100мм. Тканини можуть бути рівнощільними, тобто мати однакову або майже однакову щільність в обох системах ниток, та нерівнощільними – з різною щільністю по основі та утку. При збільшенні щільності по основі нитки здвигаются у вертикальному напрямку, при збільшенні щільності по утку – у горизонтальному. В результаті вічка тканини перестають бути симетричними, витягуються в тому чи іншому напрямку. Максимальна деформація тканин із ниток однакової будови та товщини відбувається в напрямку діагоналі вічка: в рівнощільних тканинах під кутом 45^0 ; при $P_o > P_y$ під кутом більше 45^0 ; при $P_o < P_y$ під кутом менше 45^0 . Нитки основи і утку в процесі тканеутворення згинаються. У результаті утворюється різниця між довжиною ниток які вводять в тканину, та довжиною шириною виробленої тканини. Це явище характеризується показниками упрцювання ниток основи та утку. *Упрцюванням ниток основи* a_o , % називається різниця між довжиною ниток основи L_o та довжиною тканини L_T , виробленої з них:

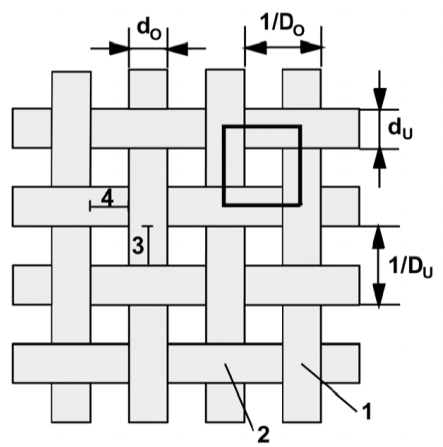


Рис.3.15. Вічко тканини

$$a_o = (L_o - L_T) \cdot 100 / L_o \quad (51)$$

Упрцюванням ниток утку a_y , % називається різниця між довжиною утокової нитки L_y , прокладеної у зів та шириною виробленої тканини B_c :

$$a_y = (L_y - B_c) \cdot 100 / L_y \quad (52)$$

Характеристику будови тканини доповнюють поняття заповнення і наповнення тканини. *Лінійне заповнення тканини по основі* E_o та *по утку* E_y ,

% показує, яка частина довжини тканини вздовж основи, або утку зайнята поперечниками паралельно розташованих ниток (без урахування їх переплетень з нитками перпендикулярної системи). Лінійне заповнення визначається, як відношення фактичного числа ниток основи Π_o , або утку Π_y , до максимально можливого числа ниток Π_{max} того діаметру d , котрі теоретично можуть бути розташовані без проміжків на аналогічній довжині. На довжині $L=100\text{мм}$ максимальна щільність $\Pi_{max}=100/d$; звідси лінійне заповнення % по основі $E_o=100d_o\Pi_o/100=d_o\Pi_o$, по утку $E_y=100d_y\Pi_y/100=d_y\Pi_y$. Визначивши розрахунковий діаметр за формулою $d = A\sqrt{T}/31,6$, одержуємо кінцеві формули для розрахунку лінійного заповнення:

$$E_o = A\sqrt{T_o}\Pi_o/31,6 = A \cdot \Pi_o \sqrt{1000/T_o}; \quad (53)$$

$$E_y = A\sqrt{T_y}\Pi_y/31,6 = A \cdot \Pi_y \sqrt{1000/T_y}. \quad (54)$$

Значення коефіцієнту A залежить від походження волокон.

Для тканини різного призначення лінійне заповнення буде коливатися від 25-150%. Якщо лінійне заповнення тканини більше максимальної щільності, тобто більше 100%, нитки або сплющуються, приймаючи еліптичну форму, або розташовуються із зміщенням на різній висоті. Нижче наведені показники лінійного заповнення тканини різного призначення:

<i>Вид, волокнистий склад тканини</i>	$E_o, \%$	$E_y, \%$
Білизняні (бавовна, хімічні волокна)	40-60	40-50
Платтяні (бавовна, вовна, шовк, хімічні нитки та волокна)	40-70	35-60
Костюмні (бавовна, вовна, хімічні волокна)	65-125	50-90
Пальтові (бавовна, вовна, хімічні волокна)	50 – 150	40-130

По лінійному заповненню можуть бути розраховані розміри полів просвіту (наскрізних пор), мм.

Поверхнєве заповнення $E_{нов}$, % характеризується відношенням площі тканини, заповненої проєкціями ниток основи та утку, до всієї площі

тканини. Так як переплітаючись між собою, нитки основи та утку накладаються одна на одну, площа їх проекції менша за площу, яку займає кожна із складових окремо.

Поверхнєве заповнення тканини розраховується як:

$$E_{нов} = d_o P_o + d_y P_y - 0,01 d_o P_o d_y P_y = E_o + E_y - 0,01 E_o E_y$$

Знаючи поверхнєве заповнення тканини, можливо визначити її поверхнєву пористість $R_{пов}$, яка показує відношення площі наскрізних пор до площі всієї тканини, %: $R_{пов} = 100 - E_{нов}$.

Лінійне наповнення показує, яка частина довжини тканини вздовж основи, або утку зайнята поперечниками ниток обох систем з урахуванням їх переплетення. Утворення кожного поля зв'язку, тобто перехід нитки з лицьового боку на виворітний та з виворітного боку на лицьовий, веде до розсування ниток протилежної системи. Чим більше полів зв'язків має переплетення в межах рапорту, тим менше може бути максимальна щільність тканини. Таким чином, з урахуванням числа полів зв'язку в рапорті лінійне наповнення характеризує ступінь ущільненості (напруженості) тканини.

Тканини з більш рідкими полями зв'язку, в котрих окремі групи ниток отримують можливість розташовуватись щільно, мають більшу наповненість, ніж тканини з короткими перекриттями та частими полями зв'язку. Тому тканини атласного переплетення можливо виробляти із значно більшою щільністю, ніж тканини полотняного переплетення.

Для розрахунку лінійного наповнення по основі та утку, потрібно визначити, яку частину від спільної довжини рапорту складає довжина, заповнена поперечниками ниток основи та утку. Знаючи розрахункові діаметри ниток основи і утку, встановлюють число ниток n рапорту в напрямку однієї системи полів зв'язку C , утворених в рапорті перпендикулярною системою.

При щільності P на довжині 100мм та числа ниток в рапорті n довжина рапорту $L_R = 100n/P$. Звідси лінійне наповнення по основі та утку (y %), можна розрахувати, як

$$H_o=(d_o \cdot n_o+d_y \cdot C_y) \Pi_o/n_o; \quad (55)$$

$$H_y=(d_y \cdot n_y+d_o \cdot C_o) \Pi_y/n_y. \quad (56)$$

Зв'язок елементів в тканині може характеризуватись коефіцієнтом зв'язаності по основі K_o та по утку K_y , представляючи собою відношення лінійного наповнення до лінійного заповнення:

$$K_o=H_o/E_o; \quad K_y=H_y/E_y. \quad (57)$$

Для тканини полотняного переплетення $K_{o,y}=2$, саржевого – $K_{o,y}=1,5$, сатинового – $K_{o,y}=1,25$.

Поверхнєве наповнення прийнято характеризувати відношенням умовно-мінімальної площі S_{min} , яку могла б займати тканина при її умовно-максимальній ущільненості, до фактичної площі $S_{факт}$, яку займає дана тканина. Коефіцієнт наповнення тканини визначається за формулою: $H=S_{min}/S_{факт}$.

Якщо припустити, що при максимальній ущільненості тканини вільних полів просвіту немає, величину умовно-мінімальної площі тканини розраховують за формулою:

$$S_{min}=S_C n_C+S_{П} n_{П}+S_{ПР} n_{ПР}, \quad (58)$$

де S_C , $S_{П}$, $S_{ПР}$ – площа поля зв'язку, поля контакту, поля просвіту відповідно;

n_C , $n_{П}$, $n_{ПР}$ – число полів зв'язку, полів контакту, полів просвіту відповідно.

Поверхнєве наповнення, яке враховує число полів зв'язку в рапорті, краще, ніж поверхнєве заповнення, характеризує ущільненість тканини.

Об'ємне заповнення, %, показує, яку частину об'єму тканини V_m складає об'єм ниток основи і утку V_n , тобто $E_v=100V_n/V_T$.

Об'єм ниток $V_n=m_n/\delta_n$, об'єм тканини $V_T=m_T/\delta_T$:

де m_n , m_T – маса ниток і тканини;

δ_n , δ_T – об'ємна маса ниток і тканини.

Оскільки маса ниток і тканини рівні, отримуємо рівняння:

$$E_V = 100 m_n \cdot \delta_T / \delta_H \cdot m_T = 100 \delta_T / \delta_H, \quad (59)$$

тобто об'ємне заповнення може бути виражене, як відношення об'ємної маси тканини до об'ємної маси ниток. Показники об'ємної маси бавовняних тканин складають 0,25-0,5; льняних 0,4-0,7; вовняних 0,15-0,4 г/см³.

Заповнення по масі тканини, %, визначається відношенням маси ниток до маси, яку міг би мати матеріал при умові повної відсутності пор як між нитками, так і в середині ниток між волокнами:

$$E_m = 100 \delta_T / \gamma \quad (\gamma - \text{густина речовини волокон}).$$

Загальна пористість тканини, %, характеризує частину всіх проміжків між нитками, всередині ниток та волокон: $R_{заг} = 100(1 - \delta_T / \gamma)$.

Загальна пористість тканин коливається від 50 до 85%.

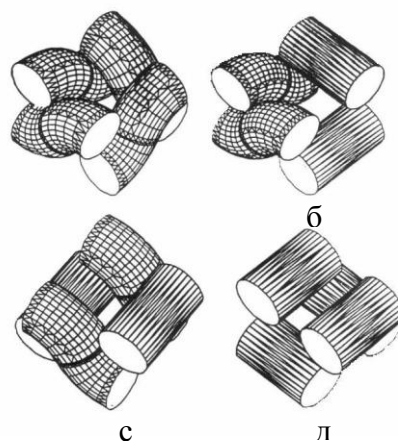
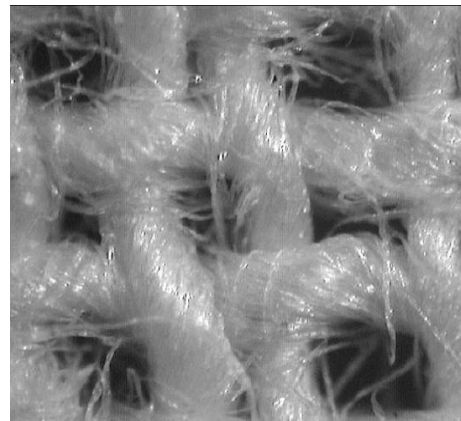


Рис.3.16. А) мікрофотографія наскрізних міжниткових пор у тканині полотняного переплетення; Б) геометричне зображення чотирьох основних видів міжниткових пор у тканинах

У порівнянні з іншими видами текстильних полотен (в'язаними та нетканими) тканини мають більш чітко визначену геометрію порової структури. У тканинах пори можуть знаходитися у волокнах, між волокнами в нитках, а також між нитками основи і утку. До останніх звичайно застосовується термін «макропори» або наскрізні пори. Вважається, що тканини будь-якого виду можуть бути описані 4-мя видами міжниткових вічок (Рис.3.16, Б.); Наприклад, вічки в тканинах полотняного переплетення мають вигляд, представлений на Рис. 3.16, Б, (а), саржевого – Рис. 3.16, Б, (б).

Фази будови тканини. Взаємне розташування основних та уткових ниток та їх взаємодія одна з одною залежать від багатьох факторів: переплетення, щільності тканини по основи та утку, різниці лінійної щільності ниток обох систем, їх матеріалу, способу ткацтва. Основна геометрична властивість одношарової тканини – сума висот хвиль згину ниток основи та утку дорівнює сумі їх діаметрів (рис. 3.17)

$$t = t_o + t_y = d_o + d_y.$$

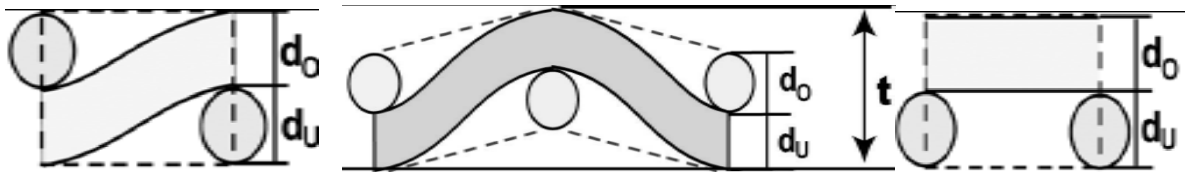


Рис.3.17. Товщина тканини у різних фазах будови, виражена через діаметри ниток

Згідно теорії проф. Н.Г. Новикова, тканини різної будови згруповані в дев'ять порядків фаз. В залежності від висот хвиль згинання основи та утку, порядок фази позначають римськими цифрами від I до IX. При розробці теорії було зроблено ряд допущень: розглядалась тканина полотняного переплетення, нитки основи та утку в тканині зберігають циліндричну форму, одиницею вимірювання прийнятий радіус нитки r ; діаметри ниток основи та утку або рівні між собою ($d_o = d_y = 2r$) або діаметри основи в два рази більші діаметра утку ($d_o = 2d_y = 4r$).

Фаза будови даної тканини не є величиною постійною, вона змінюється в процесах текстильного і швейного виробництва. Впливають на фази будови тканини і процеси експлуатації, які визивають розтягування матеріалу в різних напрямках змінюючи висоту хвилі ниток.

Основні показники, що характеризують будову тканини, істотно впливають на цілий ряд властивостей (масу, зносостійкість, повітропроникність, теплоізоляційні властивості) і змінюються в широких межах. В табл. 3.1 приведені показники заповнення тканини і трикотажу.

Таблиця 3.1

Тканини (трикотажне полотно)	Средня густина, мг/мм ³		Показники заповненості, %					
	нитки	полотна	E_o (E_c)	E_y (E_e)	E_s	E_v	E_m	R_m
<i>Тканини</i>								
Марля бавовняна	0,8	0,15	25	20	40	19	10	90
Ситець	0,8	0,43	47	51	74	54	29	71
Полотно лляне	0,7	0,51	60	56	82	73	34	66
Бостон вовняний	0,6	48	88	85	98	80	37	63
Креп-сатин віскозний	0,8	0,52	44	85	100	65	34	66
<i>Трикотажні полотна</i>								
Гладь бавовняна	0,8	0,27	48	72	85	34	18	82
Ластик вовняний	0,7	0,21	70	80	93	30	16	84
Интерлок віскозний	0,7	0,24	54	106	100	34	18	82

3.3. Трикотажні полотна

Трикотажне полотно – це текстильний матеріал, виготовлений з однієї або багатьох безперервних ниток шляхом утворення петель і взаємного їх з'єднання.

За способом утворення трикотаж поділяють на поперечнов'язаний (кулірний) і основов'язаний. В поперечнов'язаному трикотажі всі петлі одного петельного ряду утворені з однієї нитки, а в основов'язаному кожна петля

петельного ряду утворена з окремої нитки, тому для отримання петельного ряду потрібно стільки ниток, скільки петель в ряді. Поперечно́в'язаний трикотаж легко розпускається у напрямі петельного ряду, основов'язаний – у напрямі петельного стовпчика.

Пряжа, що використовується для отримання трикотажних полотен, має більш слабку крутку, ніж для ткацької пряжі, більш рівномірною по товщині і крутці, гладка, без вузликів.

Підготовка текстильних матеріалів до в'язання полягає в перемотуванні їх на мотальних машинах, парафінуванні або емульсуванні.

Мета перемотування – збільшити об'єм пакувань ниток і одночасно перевірити їх якість. Парафінують бавовняну і шерстяну пряжу для додання їй гладкості, рівності, зниження тертя. Емульсують змішану пряжу і комплексні нитки, щоб запобігти накопиченню на їх поверхні статичної електрики, надати їм гладкість.

В'язання трикотажних полотен проводять на в'язальних машинах двох типів: поперечно́в'язальних (кулірних) і основов'язальних (Рис.3.18).

Процес в'язання полягає в тому, що з однієї або з декількох ниток за допомогою трикотажної голки і інших робочих органів формують петлі, які протягуються через вже наявні петлі. Число голок в'язальної машини відповідає числу петель трикотажного полотна. Сукупність голок у в'язальній машині називаються гольницею.

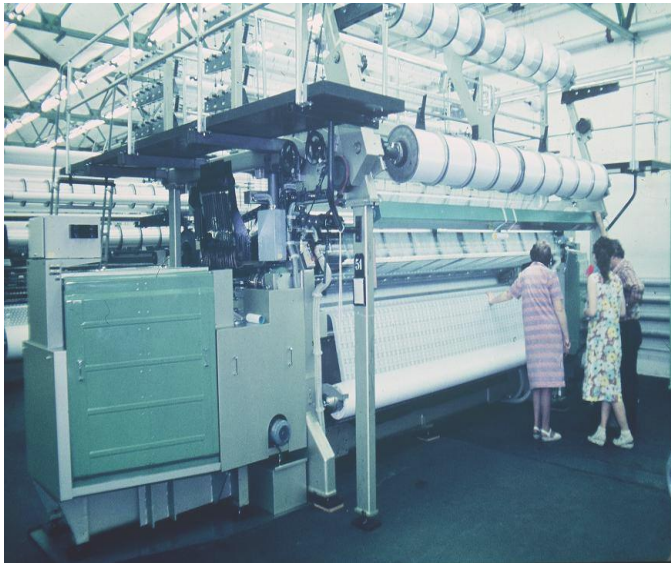
По конструкції гольниці розрізняють в'язальні машини круглі і плоскі. На круглих машинах голки кріпляться в гольниці, розташованій по колу. На таких машинах трикотажне полотно виробляється у вигляді трубки. На плоских машинах голки розташовані у вигляді горизонтального ряду; на цих машинах в'яжеться поперечно́в'язаний і основов'язаний трикотаж у вигляді полотна. На плоских машинах можна в'язати і окремі деталі трикотажного виробу.

По числу гольниць розрізняють машини з однією гольницею – однофонтурні, на яких виробляється одинарний трикотаж, і з двома

гольницямим, розташованими під кутом один до одного –двухфонтурні, на яких виробляється подвійний трикотаж.

Клас в'язальної машини визначається числом голок на одиницю довжини гольниці. Чим тонші за голки і більше їх число, тим вище клас машини. Найтонше і щільне трикотажне полотно виробляється на машинах високого класу.

Обробка трикотажних полотен аналогічна обробці тканин.



а)



б)

Рис.3.18. Загальний вигляд осново'язальної а) та круглов'язальної;
б) трикотажної машини

Продуктивність в'язальних машин у декілька разів вище продуктивності ткацьких верстатів, витрати праці і витрати в трикотажному виробництві нижче. Тому виробництво трикотажних полотен має кращі техніко-економічні показники, ніж ткацьке виробництво.

За елемент структури трикотажу (рис.3.19) приймається петля, яка складається з остова (1,2,3,4) і платинної дуги (протяжки) 4-6. Петлі, які розташовані по довжині трикотажного полотна, утворюють петельний стовпчик, а петлі, які розташовані по ширині – петельний ряд. Відстань А між центрами двох сусідніх петель по лінії петельного ряду називають петельним кроком, а відстань В між сусідніми петлями по лінії петельного

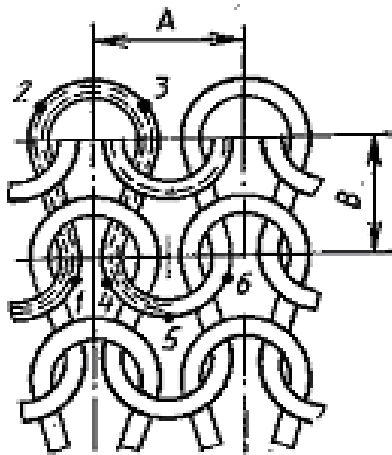


Рис. 3.19. Схема будови поперечнов'язаного трикотажу

стовпця – висотою петельного ряду. За способом утворення петельного ряду розрізняють основов'язаний (повздовжній) і поперечнов'язаний (кулірний) трикотаж.

Поперечнов'язаний трикотаж відрізняється від основов'язаного тим, що кожна нитка послідовно утворює всі петлі петельного ряду. Цей трикотаж має велику розтяжність і легко розпускається. Трикотаж виготовляють одинарним (однофонтурним) чи подвійним (двофонтурним).

Трикотажні переплетення

Порядок формування петель і їх взаємного з'єднання називають трикотажним переплетенням. Полотна отримують власну назву залежно від переплетення. Тому в трикотажному виробництві терміни, «трикотажне переплетення» і «трикотажне полотно» нерідко співпадають. За однакових інших умов властивості трикотажу залежать від виду переплетення.

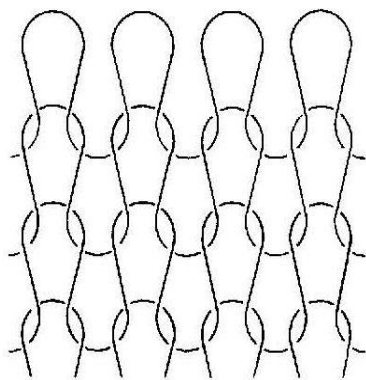
Головні переплетення є найпоширенішими і використовуються за різним призначенням. Їх поділяють на два підкласи – на базові і похідні переплетення. Базові переплетення мають досить просту структуру з однаковими за розмірами петлями: гладь, ластик, двовиворітне полотно, ланцюжок, трико, атлас, ластичний ланцюжок, ластичне трико і ластичний атлас.

Структура похідних переплетень створюється за рахунок комбінації двох або більше базисних. До найпоширеніших похідних переплетень можна віднести: похідну гладь, інтерлочне полотно, похідні сукно, шарме, атлас суконний, інтерлочне трико, інтерлочний атлас тощо.

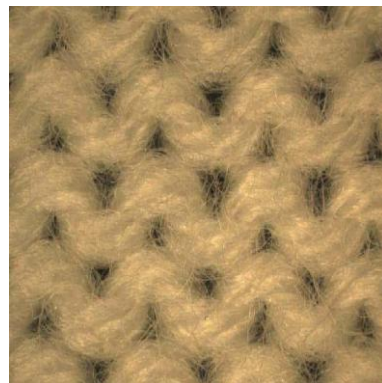
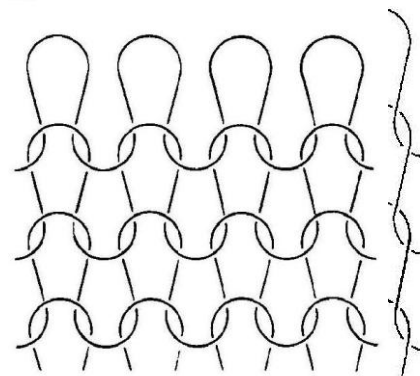
Візерункові переплетення мають структуру, створену на основі базових або похідних переплетень шляхом зміни виду і розміру петель, довжини їх

протяжок, порядку подавання ниток на голки, вив'язування допоміжних ниток для отримання кольорових або візерункових ефектів, зменшення розпускання, зниження розтяжності, підвищення теплозахисних властивостей тощо.

Кулірні головні переплетення. Гладь - одинарне переплетення, в якому петельний ряд утворюється з однієї нитки послідовно зліва направо, а потім справа наліво (на плоских машинах), або по колу (на круглих машинах). За



а)



б)

Рис.3.20 Переплетення кулірна гладь: лицьовий (а) та виворотній (б) бік

структурою – це найпростіше і разом з тим найпоширеніше переплетення. Гладь – однобічна. На лицьовому боці гладі петлі виходять своїми паличками і утворюють петельні стовпчики у вигляді поздовжніх смужок, а на зворотному – дужками, утворюючи при цьому поперечні смужки у напрямі

петельних рядів (рис. 3.20). Товщина гладі дорівнює двом діаметрам ниток, з яких вона виготовлена. Поверхнева густина полотна знаходиться в межах від 130 до 300г/м залежить від класу машини, виду і товщини ниток. Міцність гладі залежить від виду ниток і щільності полотна.

Гладь має високу розтяжність, особливо коли розтягуюче зусилля спрямоване на довжину або ширину. У вільному стані краї гладі закручуються через наявність у полотні пружних деформацій, що виникають у процесі кулірування ниток у петлі та їх формування. Гладь - високопористе полотно, яке добре проводить повітря, пару і тепло. Недолік гладі полягає у здатності полотен розпускатися як уздовж петельних стовпчиків, так і у напрямі петельних рядків. Добре відома здатність панчіх і колготок з гладі утворювати "стрілки" при випадковому пошкодженні однієї або кількох ниток. Щоб уникнути цього недоліку, використовують нитки з високим коефіцієнтом тертя, складають нитки у два-три рази, а також підвищують щільність в'язання полотен. Виробляють гладь переважно на круглов'язальних трикотажних машинах, кругло-панчішних автоматах і на катонних машинах. Гладь використовують для білизняних, спортивних, панчішно-шкарпеткових, рукавичкових і верхніх трикотажних виробів.

Ластик – кулірне подвійне переплетення (рис.3.21), яке отримують на машинах, що мають дві голкові системи. Голки однієї системи щодо голок другої розміщені в шахматному порядку. Нитка прокладається послідовно і поперемінно на голки однієї і другої систем. Скидання петель відбувається так, що на одному і другому боці утворюються чітко помітні петельні стовпчики. Ластик – однобічне полотно. З лицьового і зворотного боку воно подібне до гладі, чому його інколи називають дволицьовою гладдю. У найпростішому ластикі на торці, помітні петельні стовпчики, розміщені у шахматному порядку (рис.3.21). Ластичний трикотаж виробляють на круглих і плоских подвійних машинах – ластичних, фангових, панчішних тощо.

На відміну від гладі, ластик має більшу розтяжність, особливо по ширині, більш високу еластичність, товщину і міцність до розриву.

Початкові петельні ряди ластика не розпускаються, завдяки чому його використовують для виготовлення окремих деталей трикотажних виробів, що не підрублюють: рукавички, білизняні напульсники, низ рукавів верхнього та спортивного трикотажу тощо.



Рис.3.21. Переплетення ластик

Інтерлочне полотно, або подвійний ластик, отримують на машинах з двома голковими системами. На відміну від ластичних машин, голки розміщені не в шахматному порядку, а одна проти другої. Полотно в'яжуть, подаючи дві нитки поперемінно на голки то першої, то другої голкової системи. Інтерлочне полотно складається з двох ластиків, зв'язаних з окремих ниток. У процесі отримання інтерлочного полотна нитки можуть подавати на усі голки або тільки на деякі з них. У першому випадку отримують гладкі полотна, а у другому – полотна з поздовжніми смугами різної ширини. Виробляють інтерлочні полотна на круглих інтерлочних машинах і використовують для виготовлення високоякісних білизняних, верхніх трикотажних і рукавичкових виробів.

Інтерлочні полотна мають меншу розтяжність, більш високу стійкість до витирання, пружність і міцність до розриву.

Кулірні візерункові переплетення. До найпоширеніших кулірних візерункових переплетень можна віднести пресові, платувальні, або покрівні, плюшеві, ажурні, ворсові і комбіновані. Пресові полотна мають петлі різної довжини. У процесі петлеутворення за певним порядком старі петлі не скидаються на нові, вони затримуються на голках, а потім скидаються.

Внаслідок цього отримують полотна різної структури та з деякими зовнішніми ефектами: гладкі, відтіночні, ажурні, рельєфні, стійкі до розпускання тощо.

Фанг – подвійне пресове переплетення, в якому всі лицеві і зворотні петлі мають по одному накиду (пресованій петлі). Полотно складається з подовжених і коротких петель. На кожній довгій петлі знаходиться по одній короткій петлі. Фанг – однобічне полотно, з обох боків якого добре помітні петельні стовпчики. Наявність петель різної довжини можна встановити, розглядаючи розтягнуте полотно на просвіт.

Напівфанг – подвійне пресове переплетення, в якому всі петлі з одного боку мають накиди, а петлі протилежного боку являють собою петлі круглої гладі. Полотно двобічне. На лицьовій поверхні добре помітні петельні стовпчики, що мають довгі петлі без накиду, а на зворотній – стовпчики з петель із накладами. Фанг і напівфанг отримують на плоских і круглих фангових машинах і використовують для верхніх і спортивних виробів.

Пресові переплетення з ажурними ефектами імітують ажур. Їх отримують подвійним або потрійним пересуванням. Петлі являють собою подвійні пресові петлі, що мають по два накиди кожна. Нитка, яка формує петлі, перенапружена. Полотно вимагає обережного ставлення в процесі використання готових виробів.

Малорозтяжні пресові переплетення мають різну довжину петель, складні двобічні накиди. Внаслідок цього готові вироби - панчохи, колготи, шкарпетки – менше розпускаються і краще зберігають форму.

Платувальні або покривні переплетення найчастіше отримують на основі гладі або інших кулірних переплетень. Суть отримання полотен полягає в тому, що нитководи подають на голки одночасно, як правило, дві нитки, різні за складом волокон, або такі, що відрізняються кольором або будовою. При незмінному подаванні ниток одна з них формує деталі петель, що виходять на лицьовий бік, а друга деталі, що виходять на зворотний бік полотна. Так отримують гладкий трикотаж, наприклад віскозний (лицьовий

бік), бавовняний (зворотний бік). Внаслідок періодичної зміни подавання ниток на голки в'яжуть візерунковий покривний трикотаж. Він може мати перемінну, перекидну або іншу кладку ниток.

Плюшеве переплетення, або плюш (рис. 3.22) отримують, прокладаючи на голки дві нитки, які потім кулірують на різну глибину. Нитка, що кулірується в короткі петлі, формує ґрунт плюшу. Друга нитка внаслідок більш глибокого кулірування утворює довгі петлі, які на зворотному боці формують ворс. Полотно двобічне. Воно може бути гладким і візерункчастим, одинарним і подвійним, з петельним і розрізним ворсом.

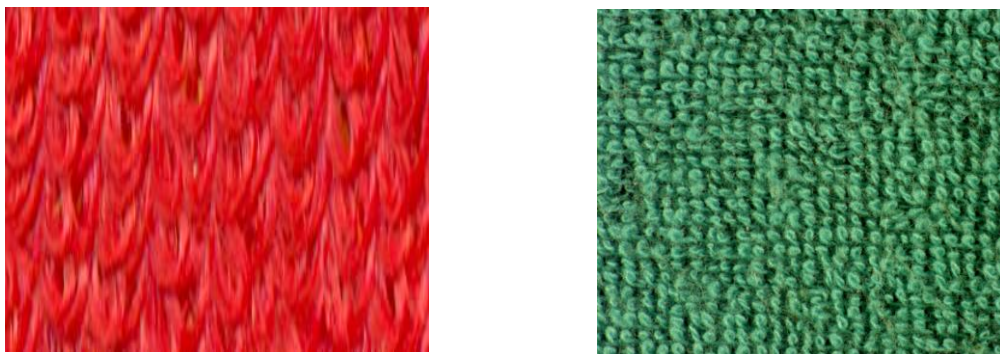


Рис. 3.22. Плюшеве переплетення

Плюш – м'який, має високі теплозахисні властивості і використовується для виробництва теплої трикотажної білизни та для верхнього трикотажу - піжам, халатів та інших виробів.

Ворсові, або футеровані переплетення мають у своєму складі одну або декілька футерних ниток, що зароблені в структуру трикотажу без утворення ними петель (рис. 3.23). Ці полотна можуть бути одинарними (на базі гладі) і подвійними, простими і платувальними. Подвійні полотна можуть мати одно- і двобічний ворс (вразі, коли футерні нитки прокладають на голки обох голкових систем). Щоб отримати ворс за рахунок футерних ниток, полотна начісують. Крім того, футерні нитки можуть прокладатися також для отримання петельного зворотного боку під каракуль, різних візерунків завдяки використанню ниток змішаної структури тощо. Футеровані полотна м'які, еластичні, мають добрі теплозахисні властивості і використовуються для виготовлення білизняних, верхніх і спортивних трикотажних виробів.

Ажурні полотна (рис. 3.24) зовні подібні до мережива, гіпюру, вишивки, тому що мають наскрізні отвори, які розміщені рівномірно і утворюють певні візерунки. Їх отримують завдяки перенесенню петель з одного стовпчика на інший. Вони можуть бути одинарними і подвійними. Завдяки візерунчастим ефектам ажурні полотна використовують для отримання нарядних верхніх, білизняних, панчішних виробів різних обробних деталей.



Рис. 3.23. Ворсове і футерне переплетення

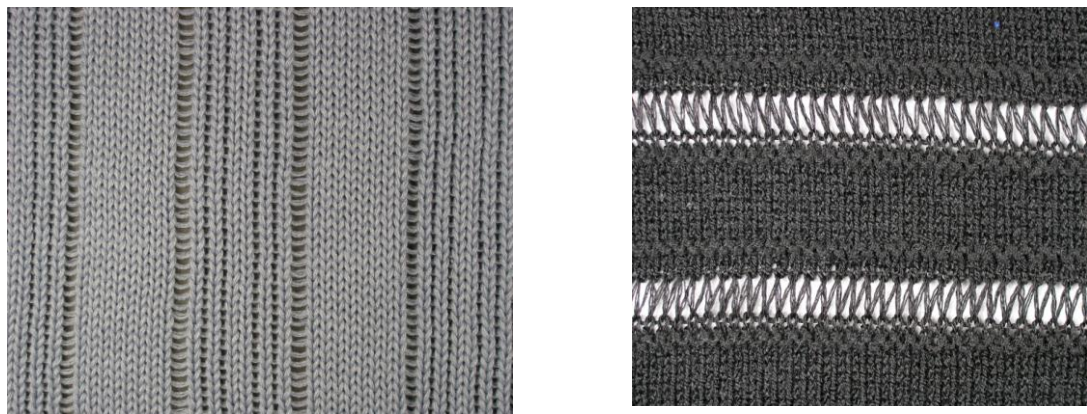


Рис. 3.24. Ажурні переплетення

Жакардові переплетення отримують на машинах із жакардовим механізмом, який керує роботою кожної окремої голки або групи голок і ниткоподавачами. За допомогою жакардових механізмів на в'язаних полотнах і виробих отримують кольорові і рельєфні візерунки будь-якої складності та форми. Жакардовий трикотаж (рис. 3.25) можна отримувати на основі усіх базових і похідних переплетень – одинарних і подвійних. Одинарні кулірні жакардові полотна бувають одноколірними і рельєфними, а

подвійні, крім того, повними і неповними. Жакардові полотна більш стійкі до розпускання, менш еластичні, а подвійні мають більшу поверхневу щільність, ніж відповідні базові полотна. Жакардовий трикотаж використовують для верхніх і спортивних виробів.

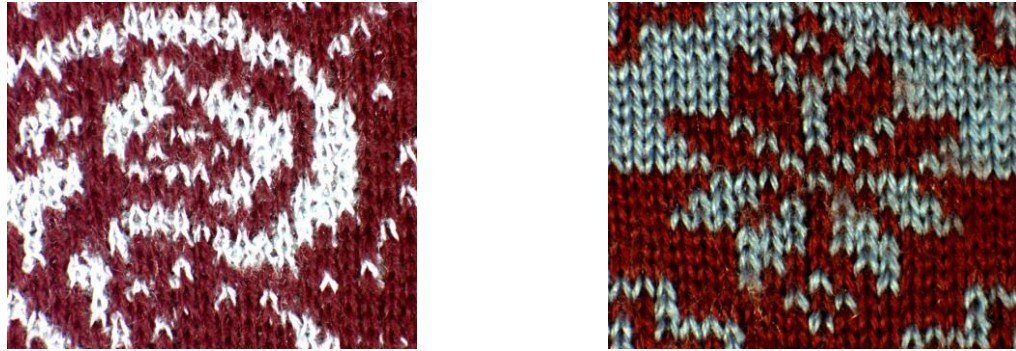


Рис. 3.25. Жакардові переплетення

Комбіновані переплетення отримують шляхом поєднання кількох переплетень базових або похідних в одному полотні. Це дає можливість отримувати більш формостійкі полотна. Виготовляють комбінований трикотаж на основі ластика в поєднанні з петлями кулірної гладі і на основі інтерлоку в поєднанні з пресовими петлями. Найпоширенішими різновидами комбінованих полотен є трикотажний репс, одинарне піке, подвійне піке.

Оснoвoв'язані голoвні переплетення

Оснoвoв'язані полотна голoвних базoвих переплетень бувають одинарними і подвійними. До одинарних відносять ланцюжок, трико і атлас.

Ланцюжок – найпростіше одинарне оснoвoв'язане переплетення, яке отримують, прокладаючи нитку на одну и ту саму голку. За своєю будовою ланцюжок є окремим петельним стовпчиком, що складається із закритих або відкритих петель і зовні має вигляд вузької смужки. Самостійно ланцюжок використовується для отримання хусток, скатертин, шарфів тощо.

Трико – одинарне оснoвoв'язане переплетення, що отримують зміщенням гребінки нитководів на одну голку вправо, прокладанням ниток

на голки, формуванням петель і поверненням гребінки у вихідне положення. Внаслідок цього з'єднання між собою петельних стовпчиків (ланцюжків) приводить до отримання полотна. Петельні стовпчики від дії внутрішніх напруг ниток і протяжок мають вигляд зигзагу, а саме полотно - нестабільну структуру та високу розтяжність (Рис. 3.26).

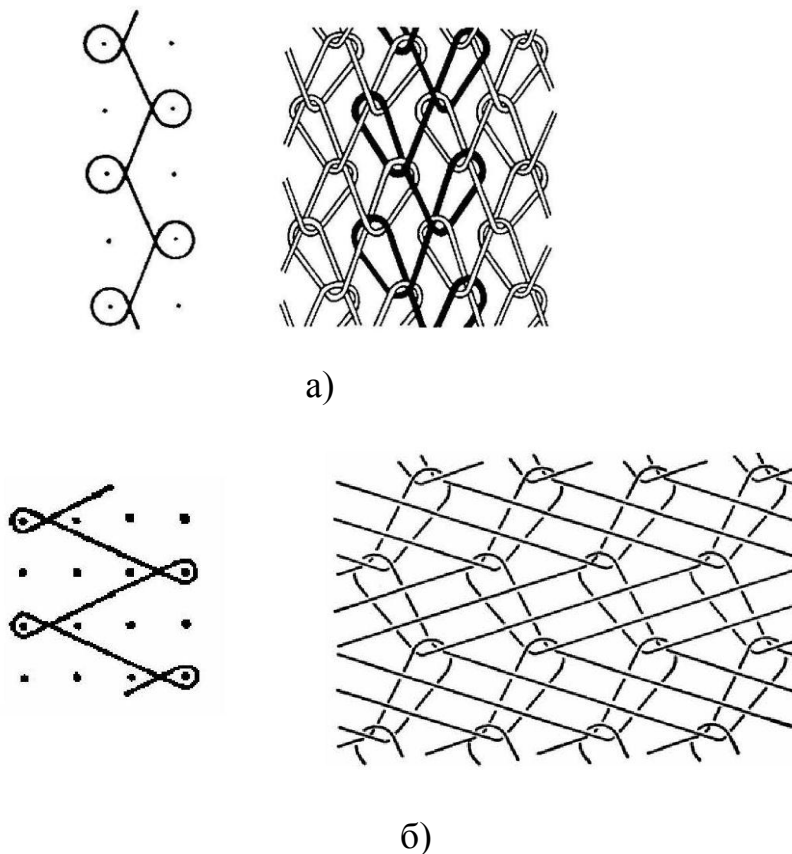


Рис. 3.26. Графічний запис переплетень: а) трико, б) шарме

Атлас – одинарне основов'язане базове переплетення, яке отримують зміщенням гребінки нитководів на кілька голок вправо, послідовним прокладанням кожної нитки на кожну голку, формуванням петель та подальшим поверненням гребінки в тому самому робочому режимі у вихідне положення. У разі використання в основі окремих кольорових ниток на полотні, утворюються зигзагоподібні візерунки або смужки. Структура і властивості атласу подібні до гладі, тому його найчастіше використовують у поєднанні з іншими переплетеннями. Полотна ланцюжок, трико і атлас

отримують також на подвійних основов'язальних машинах. Їх називають ластичними ланцюжком, трико і атласом (Рис. 3.27). Ці полотна мають обмежене практичне використання.

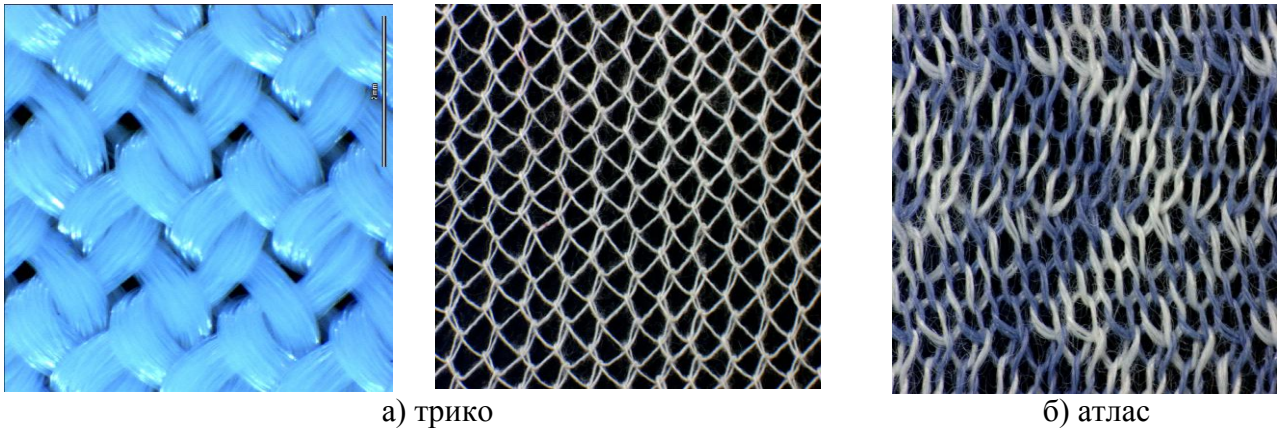


Рис. 3.27. Основов'язані трикотажні переплетення

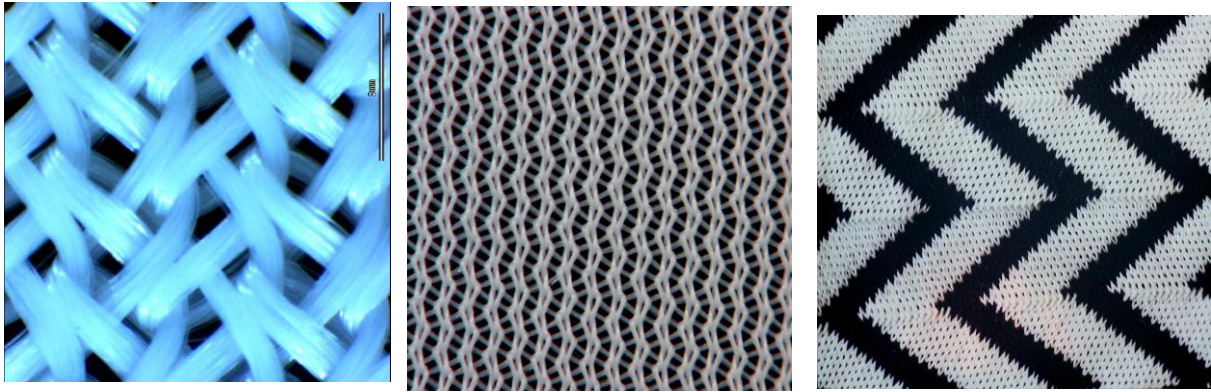
До одинарних основов'язаних похідних від головних переплетень відносяться сукно, шарме, атлас суконний і атлас-шарме.

Сукно, або триголкове трико, отримують, коли гребінка нитководів зміщується вправо і прокладає нитки через одну голку, а потім повертається у вихідне положення. Петлі мають довгі протяжки, які на звороті утворюють поперечні ялинкоподібні смуги. Оскільки зворотний бік сукна має кращий вигляд, то при розкрої полотна його вважають лицьовим боком. Сукно більш стійке до розпускання і широко використовується для виготовлення трикотажної білизни.

Шарме, або чотириголкове трико отримують, прокладаючи нитки основи через дві голки з наступним поверненням гребінки нитководів у вихідне положення. Петельні протяжки на зворотному боці ще довші, вони утворюють суцільний настил у вигляді поперечних смуг гарного вигляду, тому лицьовим боком полотна вважають зворотний. Шарме використовують гладке і ворсове для виготовлення трикотажної білизни, різних виробів дитячого асортименту (рис. 3.28).

Атлас – шарме з лицьового боку має вигляд гладі з більш прямими петельними стовпчиками, ніж у атласу суконного плетення. На зворотному

боці атласу-шарме довгі протяжки закривають петельну структуру полотна і утворюють поперечні смуги, а в разі використання кольорових ниток вони розміщуються у вигляді зигзагу. Порівняно із звичайним атласом полотно більш наповнене, має меншу розтяжність за шириною.



а)

б)

Рис. 3.28. Основов'язані похідні трикотажні переплетення: а) сукно, б) шарме

До подвійних основовязаних похідних головних переплетень відносять інтерлочні ланцюжок, трико і атлас. На відміну від аналогічних видів ластичних базових полотен вони мають дволастичну структуру – петельні стовпчики одного боку розміщені проти відповідних петельних стовпчиків другого боку (один проти одного) Протяжки петель відповідних переплетень розміщуються всередині полотна, наповнюють його і забезпечують кращу формостійкість.

Характеристики структури трикотажних полотен

До основних характеристик структури трикотажу відносяться висота петельного ряду, петельний крок, кількість петель на умовній довжині (щільність), довжина нитки у петлі, модуль петлі та показники заповнення.

Висота петельного ряду B , мм – відстань між двома сусідніми петельними рядками (див. рис. 3.19). *Петельний крок, A* , мм – відстань між двома сусідніми петельними стовпчиками.

Кількість петель на умовній довжині (*щільність трикотажу по горизонталі* Π_2) визначається числом петельних стовпчиків N_c на 100мм, а по вертикалі Π_6 – числом петельних рядів N_p на 100мм:

$$\Pi_2=100/A, \quad \Pi_6=100/B \quad (60)$$

Довжина нитки у петлі, l_n , складається із довжини ниток остова та протяжки. Вона визначається дослідним або розрахунковим шляхом, виходячи із геометричної моделі структури трикотажу.

Лінійне заповнення E , (%) показує, яка частина прямолінійної горизонтальної – E_2 або вертикальної E_6 ділянки трикотажу по довжині зайнята діаметрами ниток d_n :

$$E_2 = 100 \cdot 2d_n / A = 4 \cdot d_n \cdot \Pi_2 \quad (61)$$

$$E_6 = 100 \cdot d_n / B = 2 \cdot d_n \cdot \Pi_6 \quad (62)$$

Поверхнєве заповнення E_n , (%) показує, яку частину від площини, що займає петля, складає площа проекції нитки у петлі:

$$E_s = 100(2d_n l_n - 4d_n^2) / (AB) \quad (63)$$

Об'ємне заповнення E_v , (%) і *заповнення по масі* E_m , (%) трикотажу визначають за формулами:

$$E_v = 100 \delta_T / \delta_n \quad (64)$$

$$E_m = 100 \delta_T / \gamma \quad (65)$$

Лінійний модуль петлі m показує, яке число діаметрів нитки укладається в довжині петлі:

$$m = l_n / d_n \quad (66)$$

Поверхневий модуль m_n - це відношення площі однієї петлі у трикотажі до площі, яку займає нитка петлі:

$$m_n = AB / (l_n d_n) \quad (67)$$

Чим менше модуль петлі трикотажу, тим вище ступінь його заповнення, менше пористість та більше об'ємна маса.

3.4. Неткані матеріали

Нетканими називають гнучкі міцні вироби, найчастіше у вигляді полотен, утворені з одного або декількох шарів матеріалів (полотен) із волокон, не коротших 3мм, або ниток, іноді дубльованих розрідженими тканинами, трикотажними полотнами, плівками та іншими матеріалами, скріплені різними способами: механічними, фізико-хімічними та комбінованими. За зовнішнім виглядом неткані полотна нагадують тканини, але істотно відрізняються від них своєю структурою та властивостями.

Виробництво нетканих полотен

До *механічних* способів виробництва нетканих полотен відносяться в'язально-прошивний, голкопробивний та валяльно-повстяний. При в'язально-прошивному способі з'єднання структурних елементів у полотно здійснюється шляхом їх пров'язування прошивними нитками або волокном. При голкопробивному способі волокнисте полотно проколюється голками зі спеціальними зазублинами так, що волокна поверхневого шару при опусканні голок занурювалися в глиб полотна, що приводить до ущільнення волокон і зміцненню полотна. При валяльно-повстяному способі волокнисте полотно з вовни (або з вмістом вовни) за певних умов піддається механічним діям (стиску, зминанню, затиранню). Це приводить до створення повсті, тобто до дуже щільного зчеплення між собою окремих вовняних волокон без можливості їхнього розтаскування. До *фізико-хімічного* відносяться способи скріплення елементів структури нетканого полотна за допомогою рідких сполук у вигляді водних дисперсій (латексів) синтетичних каучуків, або сухих зв'язуючих у вигляді термопластичних легкоплавких волокон, плівок, ниток, порошків та ін. За першою схемою отримання після нанесення латексу необхідний віджим, каландрування та сушіння, а в другому - гаряче пресування. До *комбінованих* відносяться способи виробництва нетканих полотен, що сумістять два і більше перерахованих. Неткані полотна,

отримані фізико-хімічними або комбінованими способами, одержали назву клейових.

Виробництво в'язально-прошивних нетканих полотен

Наповнювачем в'язально-прошивних полотен можуть служити волокнисте полотно, система ниток, тканина, плівка та ін. Волокнисте полотно формується з бавовняного волокна, прядомих відходів (обратів) прядильного виробництва бавовни, вовни та хімічних волокон. Перераховані види волокон застосовуються як у чистому виді, так і в сумішах з іншими. Розпушення, тіпання (очищення), змішування та замаслювання волокон бавовни здійснюються на розпушувально-тіпальних агрегатах, зібраних у потокову лінію. При використанні вовни ці процеси здійснюються на тіпальних, щипальних і змішувальних машинах. Замаслювання необхідне для запобігання розривів волокон у процесі подальшого чесання, а також для зменшення їхньої електризації в процесі обробки. Кількість замаслювача, що наноситься на волокно, становить 10-20 % від маси волокнистої суміші.

Чесання бавовни, а також хімічних волокон довжиною до 65 мм, що переробляються в чистому виді, здійснюється на шляпочних чесальних машинах, а вовни, сумішей вовни з хімічними волокнами та хімічними волокнами з довжиною більше 55мм, що переробляються в чистому виді, - на валичних чесальних машинах. Ватка-прочіс 1 (рис.3.29), що знімається із барабану чесальної машини, надходить послідовно на транспортуючі грати 2, 3 і 4, що укладають прочіс на грати 6. Отримане полотно 5 з поперечною орієнтацією волокон надходить у в'язально-прошивну машину. Ширина та товщина полотна залежать від розмаху ходу грати 4 і швидкості грат 6.

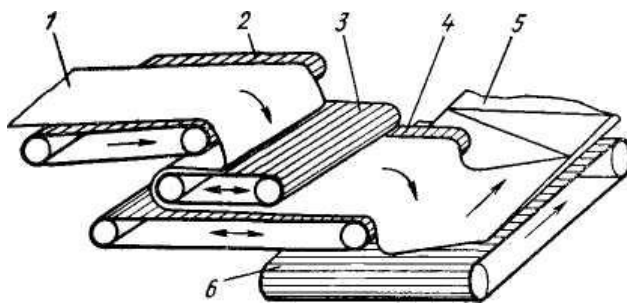


Рис.3.29 Формування полотна

Формування полотна може здійснюватися за допомогою аеродинамічної приставки до чесальної машини або гідродинамічним способом, що застосовується у виробництві клейоних нетканих матеріалів. Пров'язування полотен здійснюється на машинах типу Маливатт та Арахне. На рис. 3.30 представлена схема вузла пров'язування машини Арахне. З навою 1 вушкові голки 2 подають прошивні нитки 3, якими трубчаста голка 7 прошиває полотно 8, що подається конвеєром 9. Заклучна 4 та відбійна 6 платини регулюють процес петле створювання, а випускні валики 5 здійснюють вивід прошитого полотна з машини. Для пров'язування застосовують одиночну або кручену бавовняну пряжу, поліамідні або поліефірні комплексні нитки.

Підготовка ниток до в'язання включає перемотування з метою одержання нитки великої довжини на одному пакуванні, очистку нитки (якщо це пряжа) від сміття, пуху, стовщень, шишок і парафінування або емульгування для додання ниткам гладкості. Пров'язування полотен найчастіше здійснюється оснований'язаними переплетеннями типу трико-ланцюжок, сукно-ланцюжок та ін. У цих випадках в'язально-прошивна

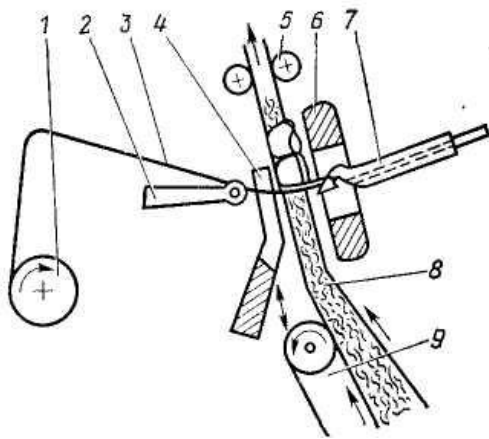


Рис.3.30. Схема вузла пров'язування машини Арахне

машина має дві гребінки з ушковими голками та два навою із прошивними нитками. Системи із двох взаємно перпендикулярних або розташованих під кутом ниток пров'язуються на машинах типу Малімо нитками, що подаються також з навою, як у попередньому випадку. Одержувані цим способом полотна називають ниткопрошивними.

Вони досить міцні, формостійкі, нагадують собою тканини і використовуються замість них. Пров'язування каркасу або ґрунту, що представляє собою розріджену тканину, здійснюється на машинах Маліполь. Тут прошивна нитка утворює петлі, що створюють на поверхні полотна петельний ворс.

Властивості в'язально-прошивних полотен, крім волокнистого складу та структури полотна, залежать від виду прошивної нитки, виду переплетення, щільності прошивання по довжині та ширині полотна і від довжини нитки в петлі. Ці полотна використовуються для пошиття платтів, костюмів, халатів, піжам, дитячого одягу, ковдр, рушниково-серветкових і інших виробів. Для технічних потреб їх використовують як фільтри, для конвеєрних стрічок, пакувальних матеріалів і т.п.

Виробництво голкопробивних нетканих полотен

Волокнисте полотно, яке найчастіше формується аеродинамічним способом, з каркасною тканиною, сіткою з ниток подається конвеєром 2 (рис.3.31, а),

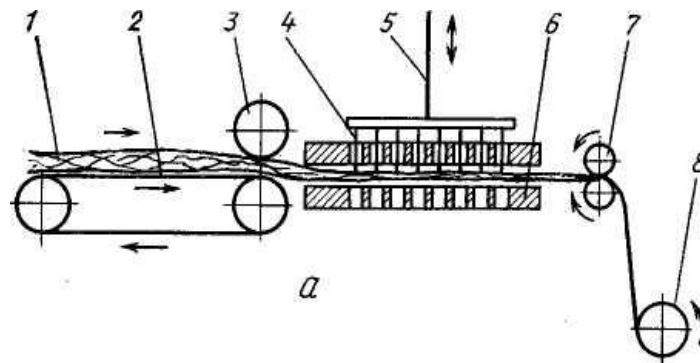


Рис.3.31. Схема машини для виготовлення нетканого полотна голкопробивним способом (а) і процес ущільнення (б)

ущільнюється валиком 3. Надходячи в робочу зону, воно проколюється голками 4 (рис.3.31), закріпленими на голковій дошці 5, що робить зворотно-поступальний рух нагору і донизу. Завдяки наявності на голках зазублин (рис. 3.32) 3. нижньою плитою 6, і ущільнюють його. Голкопробивне полотно виводиться з машини за допомогою відтяжної пари 7 і намотується на валик 8 накатного пристрою (рис.3.31). Іноді проколювання полотна здійснюється з двох сторін на двоголівочних голкопробивних машинах. Властивості

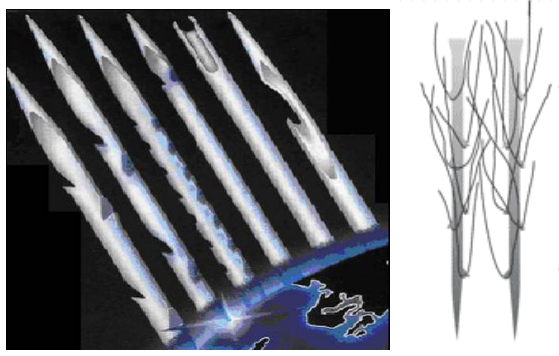


Рис.3.32. Види голок, які використовуються для голкопробивання

голкопробивних полотен, крім складу волокнистого полотна і його структури, у великій мері залежать від основних параметрів процесу їх виготовлення, а саме глибини та щільності (частоти) прокладання та ін.

Виробництво клеєних нетканих полотен

Для виробництва клеєних нетканих полотен застосовується найрізноманітніша сировина: короткі волокна (наприклад лінт, який одержують з поверхні насіння бавовнику після волокновідділення, непрядомі відходи прядильного виробництва, відходи інших виробництв текстильних підприємств), відновлені волокна (отримані шляхом обробки відходів швейного виробництва, старих ношених виробів), хімічні волокна та ін. Основою клеєного полотна можуть бути полотна, отримані різними способами, кілька систем взаємно перпендикулярно покладених ниток, шар хаотично покладених монониток і т.п.

Скріплення елементів структури полотен здійснюється мокрим або сухим способом. При мокрому способі найбільш широке застосування знайшли латекси синтетичних канчуків, водні емульсії термопластичних полімерів, (наприклад, полівінілового спирту) і інші хімічні препарати. Їх можна наносити шляхом просочування полотна (рис. 3.33), розбризуванням або розпиленням за допомогою розпилювачів, розташованих над полотном, і іншими способами.



Рис. 3.33 Виробництво клеєних нетканних полотен шляхом просочування

Суцільне просочення вимагає наступного віджиму для видалення надлишку з'єднувальної рідини, сушіння і термообробки. Віджим здійснюють каландровими валами, сушіння проводять в барабанних сушарках. Щільно облягаючи поверхню гарячих обертових барабанів, полотно висушується, розгладжується і виводиться з машини. У процесі сушіння можлива обробка інфрачервоними променями та струмами високої частоти. Наступна термообробка необхідна для вирівнювання та збільшення міцності з'єднання. При розбризкуванні або розпиленні рідкого сполучного віджим не потрібен. У цьому випадку неткане полотно має більше пухку структуру, кращу проникність і меншу твердість, чим при суцільному просоченні.

Застосовують ще й так званий мокрий, папероробний спосіб, сутність якого полягає в тому, що водна суспензія коротких, як правило, непрядомих волокон довжиною до 2мм і зв'язуючих подається на сітку папероробної машини, на якій формується шар матеріалу у вигляді полотен певної ширини та товщини. Після зневоднювання та сушіння виходить полотно, яке піддають термообробці, іноді з каландруванням (рис. 3.34). У якості зв'язуючих застосовують термопластичні полімери у вигляді легкоплавких волокон, плівок, порошоків, які мають температуру розм'якшення набагато нижчу, ніж у основного волокнистого матеріалу. Розм'якшуючись, вони

створюють міцні зв'язки, склеюють елементи структури полотна, створюючи єдине ціле полотно.



Рис.3.34. Виробництво клеєних нетканих полотен шляхом термоз'єднання

Великий інтерес представляє філь'єрний спосіб одержання нетканого полотна, коли воно формується з рідких ниток полімерів (розплавів або розчинів), що витікають через філь'єру і укладаються неорієнтовано на конвеєр, що рухається, або барабан. Використовують розплави поліетилену, поліпропілену, поліетилентерефталату або розчини ацетатів целюлози, поліакрілонітрилу, полівінілхлориду. При формуванні полотна, поки нитки ще знаходяться в розм'якшеному стані, у місцях контактів внаслідок аутогезії виникають склейки і таким чином клеєне полотно готове (рис. 3.35). При укладанні охолоджених і витягнутих ниток необхідне подальше скріплення полотна введенням клеючих сполук з наступним каландруванням або іншими способами. Властивості нетканих клеєних полотен залежать як від виду волокон і розташування їх у полотні, так і від виду з'єднуючого, його розподілу в полотні, процентного вмісту і способу склеювання. Хаотичне розташування волокон у полотні забезпечує одержання клеєного нетканого полотна з однаковими властивостями в поздовжньому та поперечному напрямку. Клеєні неткані полотна широко застосовуються як прокладкові, декоративні, перев'язні, фільтрувальні, ізоляційні та ін.

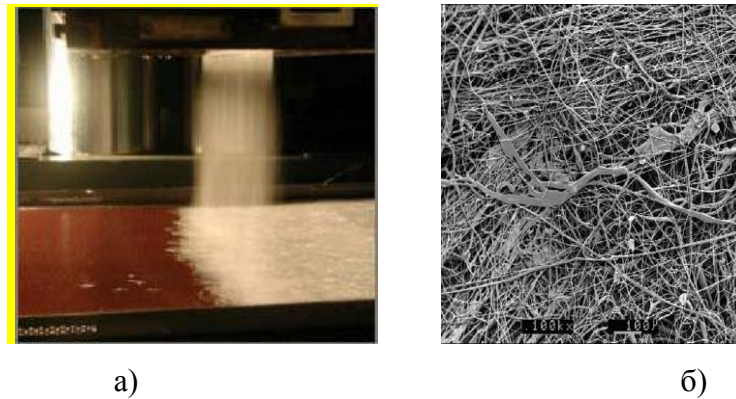


Рис.3.35. Фільтрний спосіб отримання нетканих полотен (а) і структура отриманого полотна (б)

До основних *характеристик структури* нетканих полотен відносять параметри будови їх основи (волокнистого полотна, системи ниток, тканин, трикотажу та ін.) і параметрами елементів скріплення. Структура волокнистого полотна визначається лінійною густиною волокон та ниток, ступенем їх розпрямленості та орієнтації у полотні, кількістю шарів прочосу. Ступень розпрямленості волокон характеризується коефіцієнтом зігнутості C , який визначається як відношення дійсної довжини волокна L_6 до відстані a між точками скріплення волокна або його кінцями:

$$C = L_6 / a. \quad (68)$$

Орієнтація волокон у полотні оцінюється кутом нахилу β волокна до поздовжнього напрямку полотна. Як правило, будуються криві розподілу характеристик ступеню розпрямленості та орієнтації волокон, за якими встановлюються переважні значення величин. Якщо основою нетканого полотна є система паралельних ниток, тканина або трикотаж, то за характеристики структури таких полотен приймається кількість ниток по довжині та ширині, а також загальноприйняті характеристики структури тканин або трикотажу. Характеристика скріплення елементів структури нетканих полотен залежить від виду скріплення. При в'язально-прошивному способі характеристики аналогічні тим, що використовуються для трикотажу – довжина нитки у петлі, кількість петель по довжині і ширині полотна.

Структура голкопробивних полотен характеризується частотою проколів на 1см^2 .

Неткані матеріали

Нетканими матеріалами називаються гнучкі, міцні вироби відносно малої товщини, порівняно великої ширини і невизначеної довжини, утворені з одного або декількох шарів текстильних матеріалів (волокон, ниток, виробів), що скріплюють різними способами.

Зазвичай в нетканих полотнах є дві зв'язані між собою складові системи: *основа* і *зв'язуюче*. Перша складова – *основа* – складається з різних вихідних матеріалів (волокон, ниток, розрізних полотен), достатньо розпрямлених і розташованих на одній площині тісно поряд один з одним. Друга складова – *зв'язуюче*, в якості чого можуть бути або різні нитки (пряжа, комплексні), що прошивають полотно, або різноманітні клейові матеріали (адгезиви), що склеюють полотно. Друга система іноді створюється в результаті самозлипання, тобто здатності поверхонь однієї і тієї ж речовини під тиском давати міцний зв'язок, або шляхом точкової зварки при нагріві струмами високої частоти (рис. 3.36).

Неткані полотна часто виготовляють з декількох полотен, що накладаються одне на одне, та дозволяє виробляти ці вироби різної товщини, а також використовувати волокна різних сортів, багато волоконних відходів і застосовувати суміші різних матеріалів.

Залежно від наявності сировини, відходів прядильного та інших виробництв, для вироблення полотен застосовують різні вихідні матеріали.

Для виробництва нетканих матеріалів застосовують натуральні або хімічні волокна та філаментні нитки, текстильні нитки різного вигляду, а також текстильні полотна (тканини та трикотаж) з невеликим поверхневим і об'ємним заповненням.

Склад структурних елементів нетканих матеріалів буває різним і залежить від призначення нетканих матеріалів і експлуатаційних властивостей виробу.

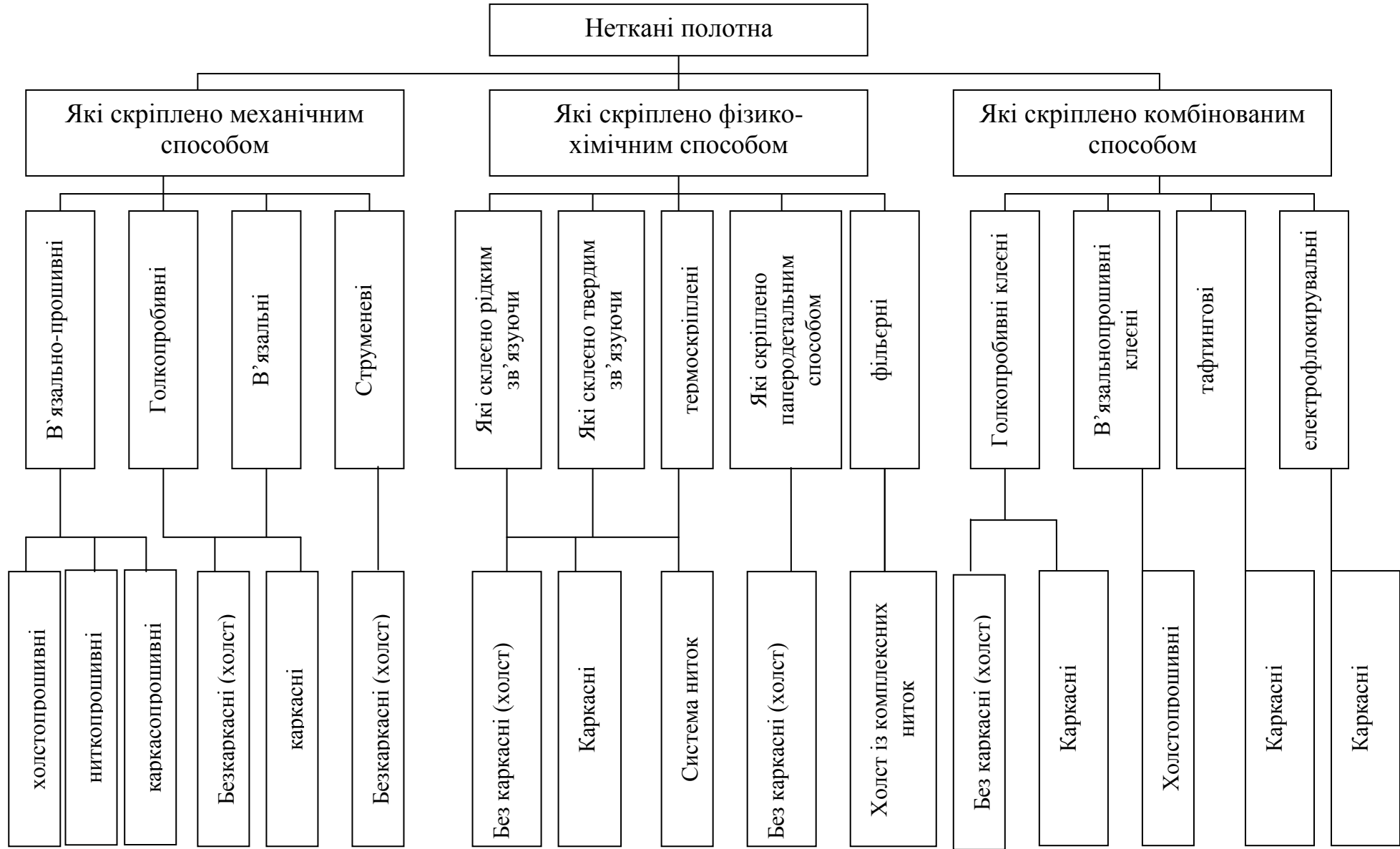


Рис. 3.36 Класифікація нетканих полотен

Виходячи з можливих поєднань структурних елементів, що використовуються для виготовлення нетканих матеріалів, останні можна розділити на одношарові, що складаються з одного матеріалу (волоконне полотно, система ниток), і багатшарові, що складаються з декількох матеріалів (волоконне полотно плюс тканина, волоконне полотно плюс система ниток, система ниток плюс тканина і т.д.).

Виробництво нетканих текстильних матеріалів складається з трьох етапів: підготовки вихідних компонентів, скріплюють структурних елементів, обробки і сортування нетканих полотен.

При виробництві волоконних одношарових нетканих матеріалів на першому етапі здійснюють розпушування кіп волокон; очищення волокон від механічних домішок; змішування волокон і їх рівномірний розподіл щодо один відносно одного; формування волоконного полотна.

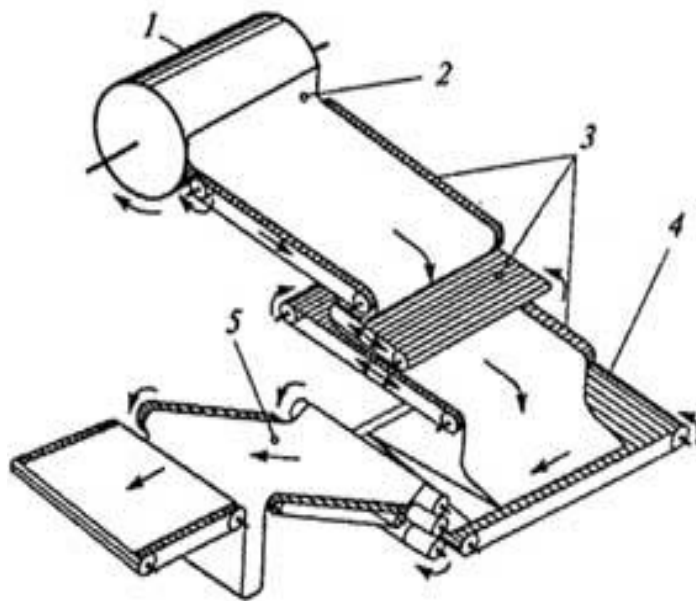


Рис. 3.37. Схема отримання волокнистого полотна з використанням кардочесальної машини:

1 – кардочесальна машина; 2 – ватка-прочіс; 3 – укладальники; 4 – конвеєр; 5 – волокнисте полотно.

Формування волоконного полотна частіше за все здійснюють механічним, аеродинамічним, фільтрним і гідравлічним способами [7].

Основною вимогою до процесу формування волокнистого полотна є рівномірність розподілу волокон за площею полотна і між собою.

При *механічному способі* формування волоконного складу полотна 5 (рис. 3.37) застосовують текстильні кардочесальні машини 1, але

без стрічковкладача, одержуючи елементарне полотно – ватку-прочісування

2. Потім декілька елементарних полотен накладають один на одного за допомогою укладальників 3 на конвеєр 4, що рухається, до певної товщини.

Застосування даного способу дозволяє отримати волокнисте полотно із заданою орієнтацією волокон, певної довжини і ширини, що дозволяє регулювати властивості нетканого полотна і є безперечною перевагою цього способу. До недоліків цього способу можна віднести низьку продуктивність технологічного устаткування і неможливість отримати волокнисте полотно з рівномірною орієнтацією волокон по площі.

При *аеродинамічному способі* формування волоконного полотна очищені і змішані волокна потоком повітря по пневмопроводу поступають у приймальний бункер, звідки через щілину-дозатор потрапляють на зовнішню сторону сітчастого барабана або горизонтальну сітку, де відбувається формування волоконного полотна. Швидкість повітряного потоку повинна забезпечувати рівномірну подачу волокон на полотноформуючі пристрої, що виключає утворення грудок. Якщо в полотні зустрічатимуться волоконні грудки, це приведе до нерівномірності будови і властивостей матеріалів. Після знімання волоконного полотна з описаних пристроїв, його пресують, пропускаючи між валами, що обертаються, з певним зазором для отримання необхідної товщини.

Фільтрний спосіб формування волоконного полотна полягає в наступному. Філаментні нитки 5 (рис. 3.38), які отримано з розплаву або розчину, з бункера 1 поступають в плавильну камеру 2 і з неї на прядильну головку 3, яка має багато фільтер. Виходячі з фільтери 4 і проходячі через повітряну шахту 6, нитки поступають в збірник-дозатор 7, який розподіляє їх на конвеєр 10, формуючи волоконне полотно 8 необхідної ширини. Для отримання волокнистого полотна певної товщини його пресують за допомогою притискного валу 9.

Аеродинамічний і фільтрний способи формування волоконного полотна істотно підвищують продуктивність технологічного устаткування в

порівнянні з його продуктивністю при використуванні кардочесального способу.

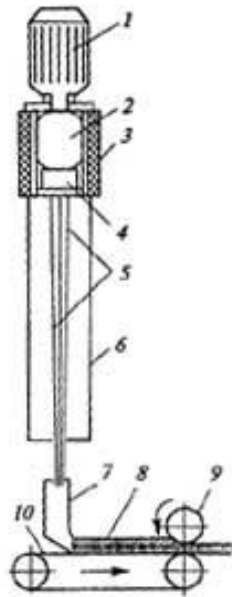


Рис. 3.38. Фільтрний спосіб формування волокнистого полотна:

- 1 – бункер з полімером;
- 2 – плавильна камера;
- 3 – прядильна голівка;
- 4 – фільтра;
- 5 – філаментні нитки;
- 6 – повітряна шахта;
- 7 – збірник-дозатор;
- 8 – полотно;
- 9 – притискний вал;
- 10 – конвеєр

При *гідралічному способі* отримання полотна волокна поміщаються у воду, в яку додають речовини, що склеюють. Утворюється суспензія необхідної концентрації. Під дією потоків води, циркулюючої у ванні, волокна перемішуються і осідають на спеціальній сітці. При досягненні необхідної товщини полотна сітку піднімають і знімають з неї волоконне полотно для подальшої переробки. Речовини, які склеюють, що додають у воду, після видалення води зв'язують волокна між собою. Процес утворення полотна на сітці може бути як переривистим, так і безперервним. В результаті застосування даного способу вдається отримати неткані волоконні матеріали малої товщини і середньої поверхневої густини.

Основним етапом виробництва нетканих матеріалів є скріплення (з'єднання) структурних елементів один з одним. Для скріплення застосовують механічні, фізико-хімічні і комбіновані способи.

Застосування механічних способів скріплення засновано на особливостях будови і властивостей структурних елементів нетканих матеріалів.

Волоконне полотно після його формування є рихлим матеріалом з високою пористістю, низькими значеннями середньої поверхневої густини і міцності при розтягуванні та стисканні. Це пов'язано із тим, що відстань між волокнами велика, а число механічних зв'язків (контактів) мале. Тому основна мета механічного способу з'єднання полягає в тому, щоб збільшити число зв'язків між волокнами. Зближення волокон збільшує число і площу контактів, а також число механічних зв'язків між волокнами. Внаслідок цього зростає міцність волоконного нетканого матеріалу при його розтягуванні і стисненні. В результаті зближення волокон зменшуються товщина і пористість, але збільшуються середня і поверхнева густина матеріалу.

При виготовленні одношарових волоконних нетканих матеріалів механічним способом з'єднання волокон здійснюють за допомогою голкопробивання, голков'язання, а також газо- або гідроструйних, валяльних і прошивних способів.

Спосіб голкопробивання полягає в тому, що сформоване волокнисте полотно 1 (рис. 3.39), проходячи між нижньою нерухомою плитою 5 і рухомою гольницею 2 з розташованими на ній вертикальними голками 4,

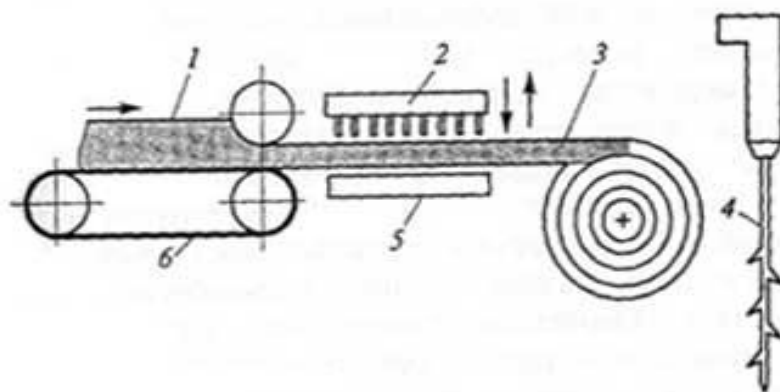


Рис. 3.39. Схема отримання нетканого волокнистого матеріалу способом голкопробивання:

1 – волокнисте полотно; 2 – рухома гольниця; 3 – нетканый матеріал;
4 – голка;

проколюється. На поверхні голок розташовані щербини, які при упровадженні голки у волоконне полотно захоплюють волокна, переміщаючи їх по товщині полотна. Пробиття може бути проведено голкою на всю або на певну товщину полотна. Довжина голок коливається від 55 до 120мм. Гольниці можуть бути розташовані з однією з двох сторін полотна. В результаті голкопробивання волокна зближуються один з одним і частково переплутуються. Число проколів регулюється числом голок на одиницю площі гольниці, швидкістю руху полотна і частотою коливання гольниці. Чим більше проколів на одиницю площі, тим вище число зв'язків і тим щільніше полотно 3.

Збільшення числа проколів понад деяку критичну величину може призвести до руйнування волокон і зниження механічних властивостей матеріалів.

Спосіб голков'язання заснований на з'єднанні волоконного полотна самими волокнами. Це досягається завдяки застосуванню язичкових голок, які використовуються при виготовленні трикотажу. Голки закріплені в гольниці по всій ширині полотна на певній відстані один від одного. Гольниця розташована внизу полотна і виконує у вертикальній площині поворотно-поступальні рухи. При русі гольниці вгору кожна голка проколює полотно по всій товщині, при русі вниз гачок голки захоплює пучок волокон і язичок закривається. Голка протягує пучок волокон через полотно і витягає його на певну висоту, утворюючи петлю. Оскільки полотно переміщається з певною швидкістю, при черговому русі гольниці вгору голки проколюють волоконне полотно в новому місці, при цьому язичок голки відкривається утвореною петлею. При русі гольниці вниз гачки голок закривають нові пучки волокон, які протягуються в знов утворені петлі і витягуються, а утворена раніше петля скидається з гачка голки. Далі процес в'язання повторюється. На поверхні утворюється переплетення петель типу гладь.

Застосування голкопробивання або голков'язання можливо в тому випадку, якщо довжина волокон більше товщини волоконного полотна і при деформації волокон вони не руйнуються.

Модифікація голокопробивання є газо- і гідроструйний способи, особливістю яких є те, що зближення і переплутування волокон відбуваються в результаті дії на полотно, розташоване на сітці конвеєра, тонких повітряних або водних струменів діаметром 0,25мм. Сопла, через які подається повітря або вода, розташовано по ширині полотна на відстані 3,4мм один від одного. Тиск газу або рідини в струмені складає 2-50 МПа.

Внаслідок застосування цього способу виходить екологічно чистий матеріал, не спостерігається міграція волокон з полотна.

Валяний спосіб застосовується для отримання повстини та фетру. Це виробництво засновано на притаманних будові вовни особливостях – лускової поверхні та звитості волокон, що забезпечує їх здатність до утворенню повстини, утворенню механічних зв'язків між волокнами. Волокно вовни, маючи лускову поверхню, може рухатися у волоконній масі тільки в одному напрямку. Враховуючи це, сформоване волоконне полотно з двох сторін обкладають мокрою тканиною і поміщають між металевими плитами, в яких є отвори для подачі пару. Верхня плита робить поворотно-поступальні рухи в горизонтальній і вертикальній площинах, що приводить в рух волокна шерсті в полотні, а дія пари полегшує їх переміщення і пресування полотна.

Для збільшення середньої густини і механічних властивостей повстяне волоконне полотно згортають в рулон і у такому вигляді піддають його подальшій обробці, що полягає в механічних ударних діях молота, що має ребристу форму поверхні, і поворотах рулону після кожного удару. Ця операція забезпечує подальший рух волокон шерсті в об'ємі полотна, при якому волокна утворюють додаткові зв'язки, від чого середня густина матеріалу зростає.

При виробництві фетру застосовують тонкі пухові і перехідні вовняні волокна, а при виробництві повстини – грубі вовняні волокна.

Полотнопрошивний спосіб з'єднання волокон заснований на прошиванні (ниткопрошиванні) або пров'язуванні (в'язальнопрошиванні) волоконного полотна за допомогою сполучних текстильних ниток, внаслідок чого виходять одношарові волоконні неткані матеріали. Скріплення волокон в полотні відбувається завдяки силам натягнення в сполучних швах при утворенні стібка або петлі. Чим вище сила натягнення, тим більше площа контакту між волокнами.

На рис. 3.40 наведена схема отримання волоконного холстопрошивного нетканого матеріалу і вид його лицьової сторони. Волокнисте полотно 1 за допомогою конвеєра 7 подається в зону в'язання. Пазові голки 6 проколюють волоконне полотно від низу до верху і захоплюють пров'язуючі нитки 3, які подаються проушинами 4. Нитки змотуються з навою 2. При зворотному ході пазові голки протягують нитки через полотно, утворюючи основов'язане переплетення. Готове полотно змотується на товарний вал 5.

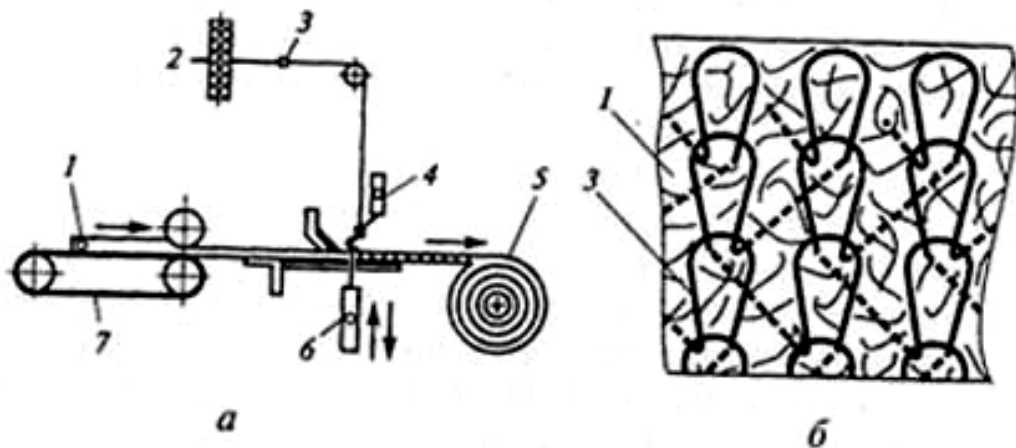


Рис. 3.40. Схема отримання волоконного холстопрошивного нетканого матеріалу (а) та його лицьовий бік (б):
1 – волокнисте полотно; 2 – навой; 3 – текстильна нитка; 4 – проушина; 5 – товарний вал; 6 – пазові голки; 7 – конвеєр

При даному способі з'єднання застосовують переважно капронові і бавовняні нитки. Залежно від призначення матеріалу полотно прошивають на полотнопрошивних машинах різних класів. Від класу машин залежать частота строчки, або пров'язування волоконного полотна, числа строчок або петель. Слід особливо відзначити, що механічні властивості нетканих матеріалів такого типу в основному визначаються властивостями ниток, видом строчок (прямі, зигзагоподібні та ін.) і числом строчок або петель на одиницю довжини або ширини нетканого матеріалу.

При адгезійному (клеєвому) склеюванні волокон використовується хімічна взаємодія склеювальної речовини – адгезиву з активними групами полімерної речовини волокна – субстрата.

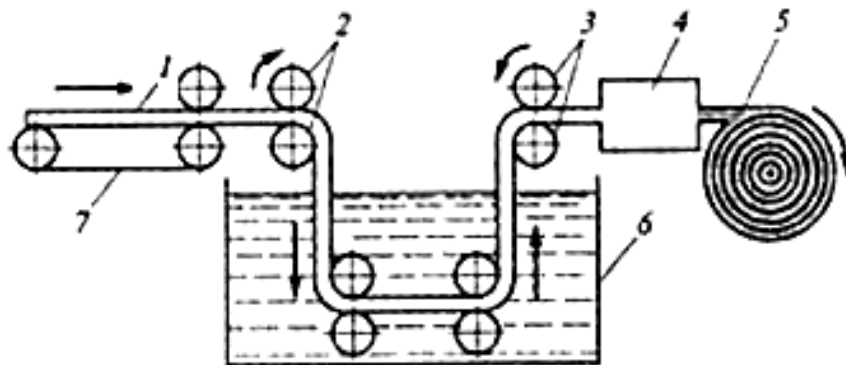


Рис. 3.42. Схема отримання клеєних нетканих матеріалів:
1 – волокнисте полотно; 2 – транспортуючі валики; 3 – віджимні валики; 4 – термокамера; 5 – товарний вал; 6 – ванна з клеєм;
7 – конвеєр

Найбільше розповсюдження при отриманні нетканих матеріалів за допомогою речовин, що склеюють, знайшов спосіб просочення. Волоконне полотно 1 (рис.3.42) подається конвейером 7 і транспортується валами 2 у ванну з клеєм 6. У ванні клей проникає в міжволоконний простір і взаємодіє з активними групами полімерної речовини волокон. Надлишки клею віджимають вальцями 3, і полотно поступає в термокамеру 4, де відбувається остаточне видалення розчинника, що входить до складу клею. Вийшовши з

термокамери, матеріал охолоджується і намотується на товарний вал 5, а потім поступає на операції обробки.

Вибір речовини, що склеює, та її концентрація для просочення волоконної маси визначаються волоконним складом полотна і його призначенням.

Матеріали, отримані цим способом, мають достатню міцність, невелику середню густину. До недоліку даного способу слід віднести нерівномірність розподілу зв'язуючого між волокнами.

Аутогезійний спосіб з'єднання заснований на тому, що скріплення волокон в полотні проводиться самими волокнами при їх переході з високоеластичного у в'язкотекучий стан, при якому волокна плавляться. Плавлення полімерної речовини волокна може бути здійснено нагрівом в термокамерах або при дії електричного струму високої частоти (ТВЧ). При використанні методу ТВЧ до складу волоконного полотна повинні входити термопластичні волокна або волокна з полярних термопластичних полімерів.

При плавленні в місцях контакту між однорідними волокнами утворюється аутогезійний зв'язок, а між різнорідними волокнами – адгезійний зв'язок. Довжина термопластичних волокон при нагріванні, як правило, зменшується. Наявність даного ефекту призводить до того, що неткане полотно ущільнюється, а число зв'язків між волокнами зростає, що веде до поліпшення механічних властивостей нетканого матеріалу.

Скріплення волокон або систем ниток в полотні може бути здійснений шляхом їх нагріву при проходженні через каландр, температура валів якого відповідатиме температурі плавлення волокон, що знаходяться в полотні або в системі ниток.

Властивості нетканих полотен, отриманих аутогезійним способом, залежать від виду термоплавких волокон, їх частки в загальному числі волокон і ступеня рівномірності розподілу в полотні або нитці.

Комбінованими способами скріплення структурних елементів при виготовленні нетканих матеріалів є поєднання механічних і фізико-хімічних

способів: голкопробивного плюс клейового, голкопробивного плюс прошивного, голкопробивного плюс аутогезійного і т.д.

До багат шарових нетканних текстильних матеріалів відносяться тканинопрошивні і неткані матеріали, що складаються з волоконних полотен, сполучених з нитками, тканинами або трикотажем.

Тканинопрошивної спосіб отримання нетканних матеріалів полягає в тому, що система паралельних або перпендикулярних ниток наноситься на тканину, трикотаж або нетканний матеріал і з'єднується з ним прошивними або мононитками за допомогою пряжі з натуральних і хімічних волокон всіх видів.

Неткані матеріали знайшли широке застосування у виготовленні одягу як підкладкові матеріали, а також клейових матеріалів прокладок, що забезпечують деталям виробу збереження вихідної форми при експлуатації.

Для виготовлення виробів одноразового або короткострокового застосування використовуються одношарові волокнисті матеріали, отримані за гідрострумінною технологією або способом, який поєднує голкопробивний спосіб з аутогезією.

Для всіх видів нетканних полотен важливими є наступні характеристики будови:

1. Елементи, з яких складаються ці матеріали (волокна, нитки, розріджені тканини, трикотажні полотна і ін.).
2. Вміст окремих компонентів, який визначається за формулою:

$$K_x = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (68)$$

де m_i – маса одного з компонентів проби; m – маса проби.

3. Для визначення маси компонентів елементарну пробу після зважування розділяють вручну на складові та визначають їх масу роздільно.
4. Середню густину нетканого матеріалу визначають аналогічно тканинам і трикотажу.

5. Заповнення по масі і загальна пористість визначається аналогічно тканинам і трикотажу.

Для нетканих полотен, що містять волоконне полотно крім вищезгаданих характеристик слід враховувати геометричні розміри волокон (довжину, лінійну густину волокон) їх розпрямленість і орієнтацію по відношенню до якого-небудь напрямку, яка характеризується кутом φ між прямою, відповідною цьому напрямку і прямій, проведеній через дві самі видалені точки проекції волокон на екран.

Для всіх видів прошивних полотен визначають:

- лінійну густину прошивних ниток і вид переплетення. Частіше за все застосовують прошивку не пов'язаними один з одним рядами переплетення ланцюжок, трико, сукно або їх комбінацією;
- густину прошивки по горизонталі P_2 – число рядів прошивки по ширині на 50мм і по вертикалі P_6 – число петель прошивної нитки на 50 мм Довжину петлі прошивної нитки визначають на елементарній пробі стандартним методом.

3.5. Механічні властивості текстильних полотен

Механічні властивості – це комплекс властивостей, що визначають відношення матеріалу до дії різноманітно прикладених до нього зовнішніх сил.

Для оцінки механічних властивостей текстильних матеріалів використовують більше 50 різних характеристик, які підрозділяють на типи залежно від характеру деформації (розтягування, стиснення, згинання, кручення).

Особливе значення для текстильних виробів мають два види деформації – деформація розтягування і деформація згинання.

Характеристики кожного типу, у свою чергу, діляться на класи залежно від повноти здійснення циклу механічної дії навантаження-розвантаження-відпочинок.

Характеристики, одержані при здійсненні частини випробувального циклу (навантаження-розвантаження або тільки навантаження), називають *напівцикловими*. Характеристики, які одержують при здійсненні одного повного циклу нагрузка-разгрузка-відпочинок, називають *одноцикловими*. Характеристики, одержані при багатократних повтореннях повного циклу, – *багатоцикловими*.

3.5.1. Напівциклові розривні характеристики

Ці характеристики використовуються в основному для оцінки граничних можливостей матеріалів при механічних діях. Показники властивостей, одержані при розтягуванні матеріалу до розриву, характеризують опір матеріалу руйнуючим механічним діям.

До основних характеристик відносяться наступні показники механічних властивостей:

- *розривне навантаження P_p (Н)* – найбільше зусилля, яке витримується одиничною пробою до розриву;

• **відносне розривне навантаження (питоме розривне навантаження)**
 P_o (кН×м/кг) – характеризує розривне навантаження текстильних полотен в залежності від ширини проби і поверхневої густини матеріалу:

$$P_o = \frac{P_p}{M_i \cdot a} \quad (69)$$

де M_i – поверхнева густина матеріалу г/м²

a – робоча ширина смужки проби, мм

• **Розривне напруження σ (Па)** – відносне навантаження, що виражає відношення розривного навантаження P_p до площі S поперечного перетину одиничної проби:

$$\sigma = \frac{P_p}{S} \quad (70)$$

• **Розривне навантаження при продавлюванні P_n (даН)** – це найбільше навантаження, що витримується матеріалом при продавлюванні його кулькою.

• **Абсолютне подовження при розриві (розривне подовження):**

$$l_p = L_k - L_o \quad (71)$$

де L_k – кінцева довжина одиничної проби, мм;

L_o – початкова довжина зразка, мм

Відносне подовження при розриві ε_p – це подовження при розриві виражене у відсотках від первинної довжини

$$\varepsilon_p = 100 \cdot \frac{l_p}{L_o} \quad (72)$$

Абсолютна робота розриву R_p (Дж) – робота, зроблена зовнішніми силами при розтягуванні одиничної проби до руйнування

$$R_p = P_p \cdot l_p \cdot \eta \quad (73)$$

де η – коефіцієнт повноти діаграми.

Коефіцієнт η визначається відношенням фактичної площі під кривою розтягування S_ϕ до площі прямокутника S , обмеженого координатами P_p і l_p (рис.20):

$$\eta = \frac{S_\phi}{S} = \frac{m_\phi}{m} \quad (74)$$

Чим більше η , тим більше робота, скоювана матеріалом при розтягуванні до розриву.

Питома робота розриву r_p (Дж/г) – робота руйнування структури, віднесена до одиниці маси

$$r_p = \frac{R_p}{M_p} \quad (75)$$

де M_p – маса робочої частини смужки проби, (г)

Об'ємна робота розриву r_v (Дж/см³) – робота розриву, отнесена до об'єму робочої частини зразка:

$$r_v = \frac{R_p}{V_p} \quad (76)$$

де V_p – об'єм робочої частини одиничної проби, см³.

Разом з цим, важливим показником, що характеризує механічні властивості текстильних матеріалів, є **жорсткість** матеріалу.

Показники жорсткості характеризують опір структур полотен зміні її форми і зв'язків елементів і елементарних ланок.

Жорсткість текстильних матеріалів при розтягуванні оцінюють зусиллям P , яке необхідне прикласти до елементарної проби, щоб розтягнути її на величину деформації ε . Жорсткість при розтягуванні характеризується кривою розтягування.

Як показники жорсткості текстильних полотен використовують запропоновані А.Н.Соловьевим [5] початковий модуль жорсткості $E1$, поточний модуль жорсткості E_m , поточний кінцевий модуль $E_{m.k}$ і показник жорсткості K .

Початковий модуль жорсткості E_1 (Па), характеризує напруження, яке необхідне для розтягування проби на 1%.

$$E_1 = \frac{\sigma}{\varepsilon_p^k} \quad (76)$$

Показник жорсткості

$$K = \frac{(1-\eta)}{\eta} \quad (77)$$

де η – коефіцієнт повноти діаграми розтягування.

Поточний модуль жорсткості

$$E_m = K \cdot E_1 \cdot \varepsilon^{k-1} \quad (78)$$

Поточний кінцевий модуль у момент розриву

$$E_{T.K.} = K \cdot E_1 \cdot \varepsilon^{k-1} \quad (79)$$

Початковий модуль жорсткості і показник жорсткості дозволяють розрахувати зусилля (напруження) при будь-якій деформації (від 1% до розривного значення).

Методи випробувань на розтягування до розриву

Методи випробувань текстильних полотен при розтягуванні до розриву розділяються на одноосні і двовісні, при динамічному і статистичному розтягуванні.

Розтягування зразка в одному напрямі, коли зовнішні сили, що розтягують, діють в площині виробу, по якій-небудь прямій, називається одноосним.

Одноосне розтягування елементарної проби текстильних полотен відбувається роздільно по напрямках: вздовж або поперек полотен, в деяких випадках під різними кутами до подовжнього і поперечного напрямку полотна.

Найпоширенішим і універсальним методом визначення розривних характеристик є просте одноосне розтягування за допомогою прямокутних зразків.

Для визначення розривних характеристик застосовуються різні форми зразків.

1. Зразок строго певної ширини, затискається по всій ширині (даним метод називається «стрип-метод») (рис.3.43, а);
2. Зразок вирізується без ретельного визначення його розміру по ширині, затиск по ширині частини зразка (цей метод називається «греб-методом») (рис.3.43, б);
3. Затиск одного кінця зразка по стрип-методу, а інший – по греб-методу; такий комбінований спосіб скорочено називається «напівгреб-метод» (рис.3.43, в);
4. Випробування зразків, за формою близьких до прямокутних, але закріплених особливим способом. Зразок має форму подвійної лопатки (рис. 3.43, г);
5. Випробування зразків, зшитих в кільце, в цьому випадку зразок надягають на два вали, замінюючи затиски (рис.3.43, д).

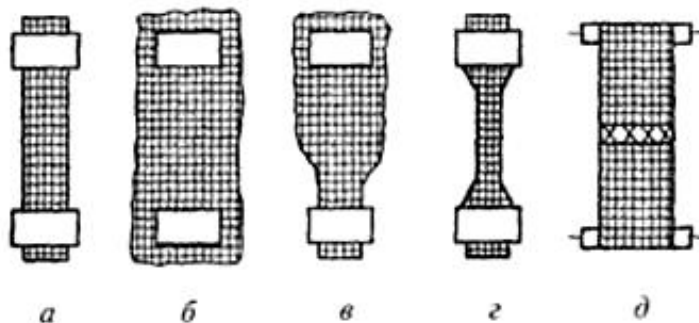


Рис.3.43. Види прямокутних зразків та способи їх закріплення у затисках розривних машин

Перший метод отримав найбільше поширення у нас в країні та й у ряді інших країн, другий метод разом з першим є стандартним і широко розповсюдженим в США. Третій метод (напівгреб) не отримав розповсюдження, оскільки, частково зберігаючи недоліки другого методу, зменшує і його єдину перевагу – скорочення часу на підготовку зразків. Четвертий метод рекомендований для випробування трикотажних полотен з метою отримання рівномірного розподілу зусиль в зразку. Проте складна форма зразка викликає і ряд труднощів: ускладнюється заготівка зразка, утруднюється визначення подовження, крім того, перехідна частина зразка сильно деформується і впливає на весь зразок. У зв'язку з цими утрудненнями даний метод не отримав широкого розповсюдження. П'ятий метод – випробування зразків, зшитих в кільце, дає істотні переваги за рахунок більш рівномірного розподілу подовжень і зусиль в зразку. Цей метод представляє найбільший інтерес при випробуванні зразків дуже товстих виробів, які важко закріплюються в затисках, і сильно розтяжних, таких як трикотаж. Істотним недоліком є наявність шва і збільшення витрат матеріалу на зразки.

Розміри елементарних проб в зоні між затисками впливають на показники випробувань. Із збільшенням розмірів проб збільшується вірогідність появи дефектних або ослаблених місць в пробі, внаслідок чого розривне навантаження та відносна деформація зменшуються. Численні дослідження впливу розмірів на показники механічних властивостей тканин підтвердили, що оптимальним є робочий розмір 100×25 мм. Для трикотажних полотен і повсті прийняті стандартні робочі розміри пробних смужок 100×50 мм. Для нетканих виробів розміри не стандартизовані, але найраціональнішими є розміри смужок 100×50 мм.

Кількість пробних смужок при випробуванні тканини (незалежно від їх розмірів) по основі – 3, по утоку – 4; при випробуванні трикотажних полотен – по вертикалі і горизонталі по 5 смужок; при випробуванні нетканих зразків – в подовжньому і поперечному напрямі по 10 смужок. Вказана кількість

випробувань в більшості випадків забезпечує отримання середніх розривних навантажень і подовжень з коефіцієнтом варіації в 5-10%.

Міцність на роздирання

Оскільки окремі деталі одягу при викроюванні формуються під різними кутами до ниток основи і утку, тканини мають анізотропну структуру, їх міцність в різних напрямках неоднакова (рис. 3.44). При додаванні зусиль розтягування під кутом до ниток основи і утка міцність тканини менше ніж при додатку цих зусиль в подовжньому або поперечному напрямі. Це зв'язано з тим, що у проб, вирізаних під кутом до ниток основи і утка, обома затисками розривної машини затискається лише частина ниток. Але і міцність цієї затисненої частини ниток використовується не повністю, оскільки нитки розташовуються під кутом до діючої сили. При розтягуванні тканини в напрямі під кутом 45° до ниток основи спостерігається помітне збільшення міцності, що пояснюється тим, що розтягуюче зусилля починає сприйматися нитками обох систем. При розтягуванні тканини у напрямі

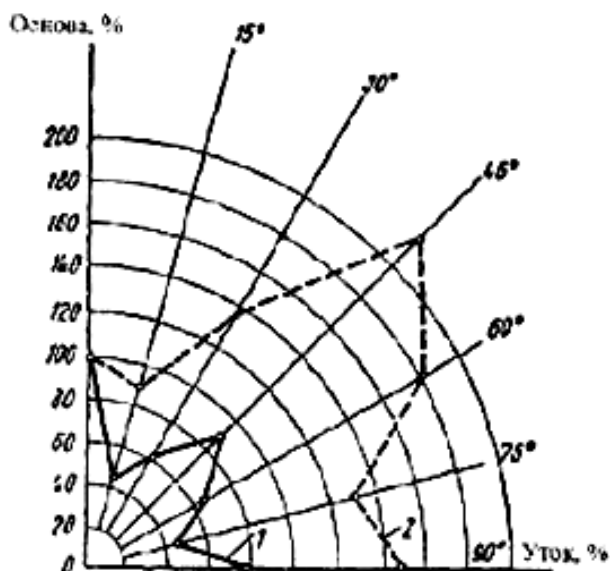


Рис. 3.44. Зміна розривного навантаження та розривного подовження в залежності від величини кута між нитками основи та напрямком розтягнення

ниток основи або утку подовження відбувається в результаті розпрямлення і подовження ниток, розташованих уподовж діючої сили. Розпрямлення вимагає менших зусиль, ніж їх розтягування, яке пов'язане із зміною нахилу спіральних витків крутки, розпрямленням і зсувом волокон. Внаслідок цього подовження тканини на початковому етапі розтягування залежить від глибини і числа згинаннів ниток, що доводяться на одиницю її довжини.

Число згинаннів нитки, у свою чергу, залежить від виду переплетення і числа ниток на одиницю довжини тканини, а глибина вигину – від товщини ниток перпендикулярної системи і фази будови тканини. Цим пояснюється велике подовження тканин полотняного переплетення.

В процесі експлуатації тканини піддаються різним видам місцевих пошкоджень (надрізи, надриви, проколи), тобто піддаються різним зусиллям на роздирання. Особливістю роздирання полотен є концентрація розтягуючих зусиль на малій ділянці проби аж до одиночних ниток. За таких умов в елементарній пробі рвуться по черзі поперечні нитки. На рис. 3.45 наведено форми одиничних проб і схеми їх заправки в затиски розривної машини. При прямокутній пробі розпрямляють кінці розрізаної частини смужки і заправляють в затиски розривної машини. При цьому лінії розрізу співпадають по вертикалі (рис. 3.45, а). По язичковому методу середню надрізану смужку (язичок) заправляють в одні затиски, а дві, що залишилися, смужки – в інші (рис. 3.45), б). В цьому випадку одержують подвоєне зусилля.

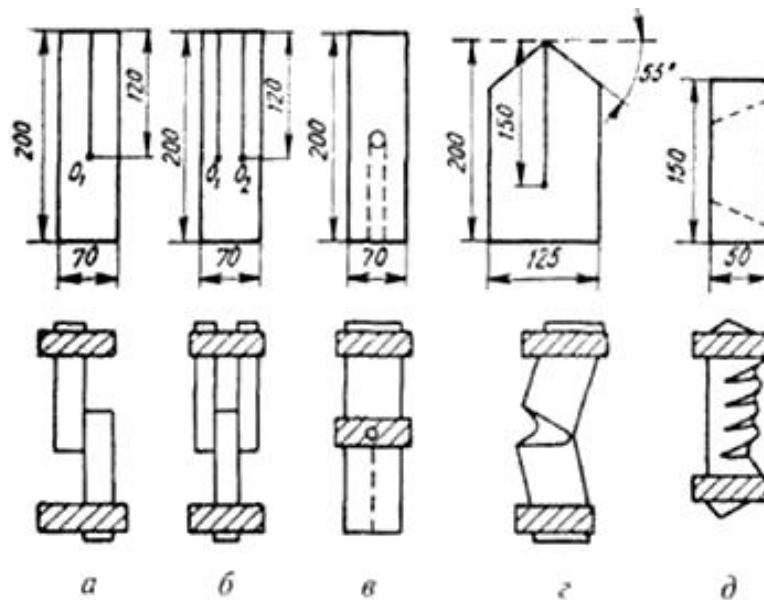


Рис. 3.45. Форми зразків, що застосовуються при випробуванні на одноосне роздирання, та способи їх заправки:
 а – прямокутний зразок з одним поздовжнім надрізом; б – теж саме, з двома поздовжніми надрізами; в – те ж саме, з проколом стержнем; г – п'ятикутний зразок з поздовжнім надрізом;
 д – трапецевидний зразок

Метод цвяха частіше використовують для полотен з неорієнтованим розташуванням ниток, наприклад для трикотажних і нетканих полотен. Цвях є загостреним стрижнем з діаметром, що становить декілька міліметрів. На нього наколюють середину проби (рис. 3.45, в). Верхній затиск є затиском, а нижній затиск складається з двох пластин з отворами для цвяха.

Крилоподібний метод (рис. 3.45, г) подібний до першого методу, проте крім надрізу посередині проби верхні половини зрізають під кутом і заправляють в лещата паралельно зрізам. Зусилля роздирання зосереджується на подовжній крайній нитці. При трапецієвидному методі смужку заправляють в лещата під кутом (рис. 3.45, д). При розтягуванні рвуться нитки подовжньої системи послідовно з короткої частини смужки до довгої її сторони. Розрив ниток може бути одиночним і груповим.

Оцінка міцності тканини на роздирання у витчизняних стандартах як правило, визначається по максимальному навантаженню, яке фіксується силовимірником. За американськими, французькими, шведськими стандартами роздираюче навантаження визначають як середню з п'яти максимальних піків на діаграмах.

Розривні машини для випробування тканин і інших виробів принципово не відрізняються від аналогічних приладів для випробування ниток, але мають окремі конструктивні особливості. Однією з найсучасніших розривних машин для випробування тканин і інших виробів є машина «Інстрон».

Двовісне розтягування

Текстильні вироби в процесі експлуатації достатньо часто випробовують одночасно в двох напрямках. Випробування на двовісне розтягування має ту перевагу, що показує, як чинить опір розтягуванню виріб по обох системах ниток. Двовісне розтягування в площині проби пов'язано з одночасною деформацією елементів в двох взаємно перпендикулярних напрямках, співпадаючих з напрямом ниток основи і утка в тканині, з напрямом петельних стовпчиків і петельних рядів в трикотажі. При цьому напруження

та деформації, що розриваються в різних напрямках виробу, неоднакові і залежать, в першу чергу, від будови і властивостей матеріалу, від умов експлуатації і виду одягу.

При двовісному розтягуванні проби по площині застосовують різні методи випробувань. На рис. 3.45, а показана схема заправки проби квадратної форми. Затиски 1-1 і 2-2 розташовуються перпендикулярно один до одного. При хрестовій пробі двовісне розтягування забезпечується повністю тільки в центральній зоні, а біля затисків відбувається лише одновісне розтягування.

При випробуванні хрестових зразків (рис.3.46, б-д) показники розривного навантаження виявляються менше сумарних показників розривного навантаження по основі та утоку при одноосному розтягуванні, але більше, ніж при одновісному розтягуванні по основі і по утоку. Розривне подовження виявляється менше ніж при одноосному розтягуванні.

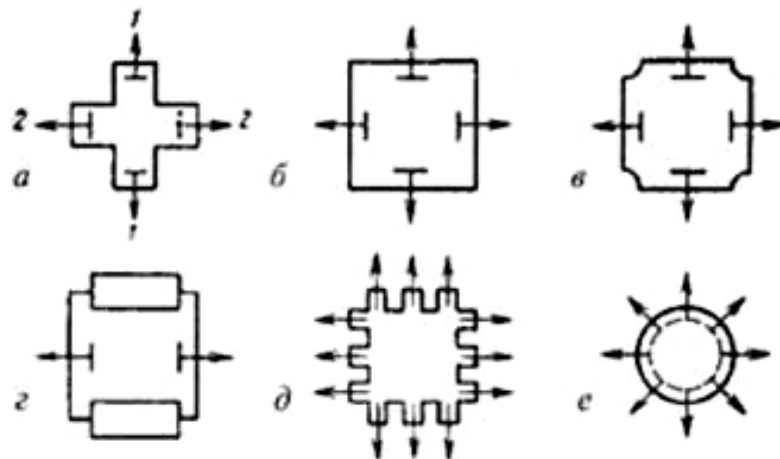


Рис. 3.46. Схема проб при різних методах випробування на двовісне розтягування:

а – хрестовий стрип (при однаковій або різній швидкості розтягування);

б, в – греб-метод;

г – при розтягуванні лише в одному напрямку;

д – з декількома захватами з усіх боків проби;

е – при розтягуванні зрізаної шарової поверхні (показано пунктиром)

Деформація матеріалу при двовісному розтягуванні має складний характер. При симетричному двовісному розтягуванні центр зразка практично не переміщується, тоді як інші структурні елементи тканини мають переміщення щодо зразка.

При двовісному розтягуванні з однаковою швидкістю деформації в обох напрямках більшість розривів відбувалася по основі, тобто по тій системі ниток, яка має менше подовження.

Випробування на продавлювання

Досить часто текстильні вироби піддають навантаженням, направленим перпендикулярно до їх поверхні, розподіленими на деяку площу, вони викликають розтягування виробів одночасно в багатьох напрямках [8].

Розтягування одночасно в багатьох напрямках виникають у готових одяжних виробах з тканин і, особливо, з трикотажу, наприклад, там, де вони облягають суглоби людини – лікті, гомілки, плечі.

В даний час для визначення зусилля, що виникає при продавлюванні кулькою використовується два методи.

В першому випадку (рис. 3.47, а) зразок 1 в середині продавлюється кулькою 2 діаметром, меншим внутрішнім діаметром кільця 3.

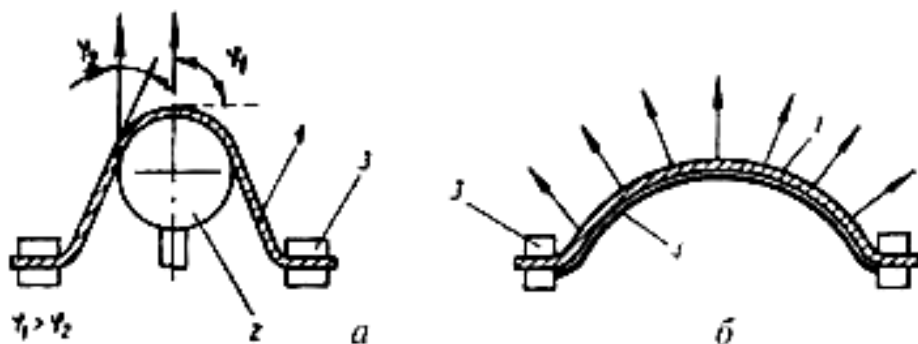


Рис. 3.47. Випробування на продавлювання круглих зразків

При продавлюванні зразка кулькою центральна частина його стикається з кулькою, приймає форму кульового сегменту. На майданчик в центрі зразка діє сила, направлена перпендикулярна до його поверхні. Вона врівноважується силами, що розтягують зразок по контуру цього майданчика на всіх напрямках. Розподіл деформацій і зусиль при цьому виді випробувань неоднорідно. Найбільш напружена центральна частина, в якій звичайно і починається руйнування.

При другому методі (рис. 3.47, б) на зразок 1 під дією тиску повітря або рідини впливає стиснута під ним гнучка гумова мембрана, яка і розриває зразок, затиснений в кільці 3. При продавливанні мембраною тиск повітря або рідини рівномірно розповсюджується на всіх напрямках, і зразок може розглядатися як тонка оболонка, що піддається розтягуванню на всіх напрямках. Зразок руйнується відразу по більшій його частині, нерідко по обох системах ниток.

Розтяжність полотна при продавлюванні характеризується відсотком збільшення поверхні пробного кружка.

Відсоток збільшення поверхні трикутного полотна при продавлюванні кулькою розраховують по формулі:

$$\Delta S = 13.7 f - 87,5\% \quad (80)$$

де f – стріла прогинання, що визначається по шкалі подовжень у момент руйнування пробного кружка.

3.5.2. Одноциклові характеристики

Зміна розмірів текстильних полотен при тривалій дії навантаження, що має величину, істотно меншу за розривну, тобто повзучість і релаксація напруг при припиненні деформації, релаксація деформації (при відпочинку) є

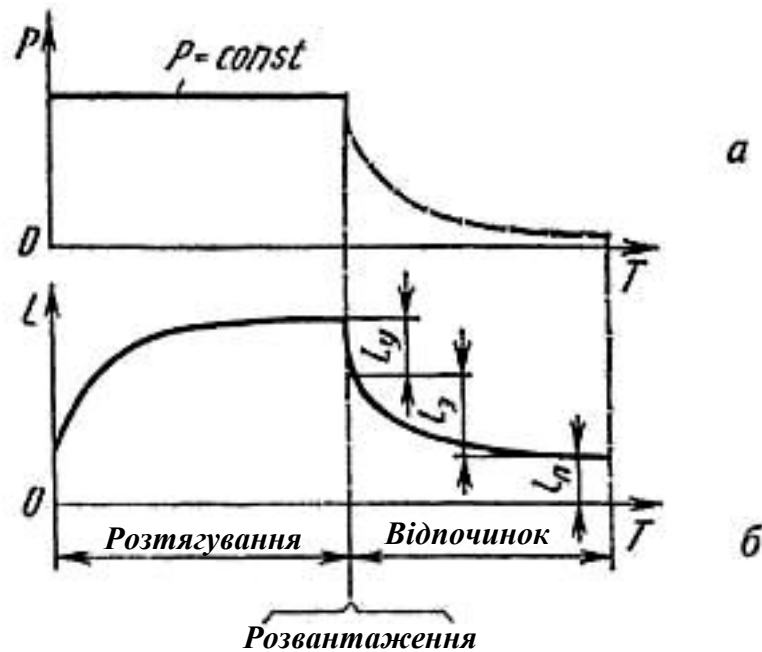


Рис. 3.48. Зміна на протязі часу (при розтягуванні та відпочинку) подовження (а), навантаження (б)

важливими характеристиками механічних властивостей, що мають велике значення в процесах переробки і експлуатації виробів. Характеристики релаксацій залежать від волоконного складу і будови матеріалу і багато в чому визначаються властивості волокон (ниток).

При розтягуванні виробу під дією навантаження виникають порушення зовнішніх і внутрішніх зв'язків, що приводить до його деформації. При цьому в основному значна деформація матеріалу відбувається в початковий період навантаження, а потім деформація поступово затухає і припиняється, встановлюється рівноважний стан (рис. 3.48).

Загальна деформація полотен l_3 складається з трьох складових: пружної, еластичної і пластичної.

$$L_z = l_n + l_e + l_{nl} \quad (81)$$

Пружна деформація l_n розвивається в текстильних матеріалах з величезною швидкістю, тобто практично миттєво. При знятті діючої на матеріал навантаження спостерігається дуже швидке зникнення пружної деформації, оскільки взаємодія між окремими елементами структури виробу була в основному збережена.

Еластична деформація l_e розвивається в часі з невеликими швидкостями. Ця деформація виникає внаслідок зміни зовнішніх і внутрішніх зв'язків під дією зовнішньої сили. Після припинення дії зовнішньої сили текстильний виріб прагне прийти у властивий йому рівноважний стан, але на це потрібен певний час.

Пластична деформація l_{nl} є слідством незворотнього зсуву окремих елементів структури текстильних виробів. Тому такий вид деформації виникає не відразу, а поступово. Після зняття навантаження деформація не зникає, а залишається в самому виробі, нитках і волокнах.

Розділення повної деформації розтягування на складові компоненти є умовним, оскільки набувають значення пружної, еластичної і пластичної деформації залежить від величини навантаження, часу дії навантаження, температурно-вологого режиму випробування.

Ці ж характеристики, поділені на вихідну (затискну) довжину пробної смужки і виражені у відсотках, дають відносні величини повної деформації і її компонентів: $\varepsilon_z = 100 l_o / l_n$ $\varepsilon_e = 100 l_e / l_n$ $\varepsilon_n = 100 l_n / l_n$ $\varepsilon_n = 100 l_n / l_n$.

Перший відлік проводиться звичайно через 2-3 сек. після зняття навантаження, а за цей час вже зникає деяка частка і еластичної деформації з малим періодом релаксації. Частина еластичної деформації, яка не встигла зникнути за обмежений час відпочинку, переходить в пластичну, тим самим, перевищуючи її істинну величину, тому досить часто пластичну деформацію називають залишковою.

Зараз при одноциклових випробуваннях прийнято використовувати два методи розтягування і звільнення від нього.

Перший метод – швидке розтягування випробовуваного зразка до досягнення заданої межі, здійснюваної за десяті частки або одиниці секунд з подальшою тривалою витримкою встановленої межі, швидким звільненням від розтягування і тривалим відпочинком. Цей метод звичайно здійснюється на спеціальних приладах – релаксометрах, екстензиометрах.

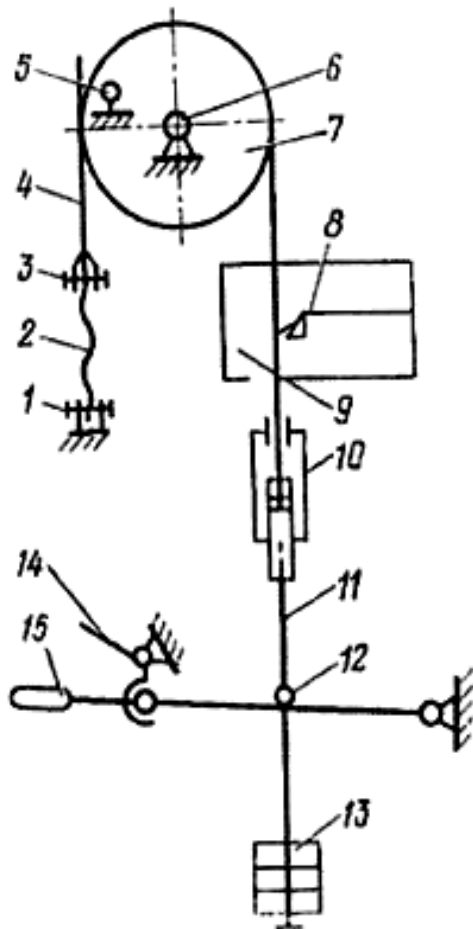


Рис. 3.49 Принципова схема релаксометра РТ-6

Принципова схема релаксометра приведена на рис. 3.49 [3]. Пробну смужку 2 закріплюють в

нерухомому нижньому затиску 1 і рухомому 3, який підвішений на стрічці 4, перекинутої через блок 7, вільно сидячий на осі 6. Другий кінець стрічки сполучений скобою 10 з підвіскою 11 для вантажів 13. Упор 12, спираючись на важіль 15, перешкоджає дії вантажів на пробу. Для навантаження проби відводять гачок 14, при цьому важіль 15, опускаючись, звільнює упор 12 і проба деформується під дією вантажів. Величина подовження реєструється покажчиком 5 на шкалі, нанесеній на ободі блоку. Після закінчення навантаження ваги з підвіски 11 знімають, внаслідок чого проба дістає можливість скорочуватися за рахунок зникнення швидкозворотніх і повільнозворотніх деформацій. Перо 8, закріплене на папері 9 графік

реєструє зміни деформації проби в часі, як під навантаженням, так і після розвантаження.

Другий метод – повільне розтягування до досягнення заданої межі вибраного параметра протягом декількох секунд з постійною швидкістю деформації, навантаження, руху одного із затисків протягом всієї частки циклу, відведеної на розтягування, і таке ж звільнення від розтягування з подальшим відпочинком.

На стійках-релаксометрах можна вести випробування як з постійним навантаженням на пробу, так і постійним подовженням.

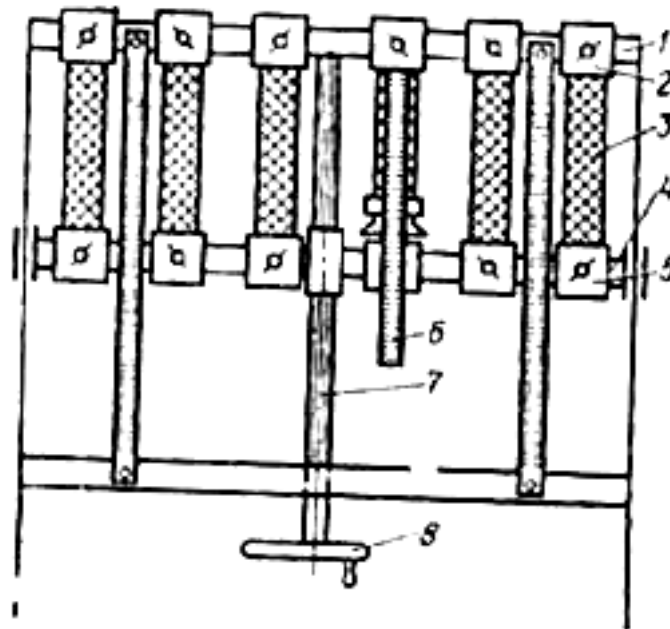


Рис. 3.50. Стійка-релаксометр при випробуванні проб з постійним подовженням

На рис. 3.50 представлена схема стійки – релаксометра для випробувань при постійному заданому подовженні. Пробні смужки 3 заправляють у верхній 2 і нижній 5 затиски, відповідно укріплені на нерухомій 1 і рухомій 4 планках. Обертаючи гвинт 7, штурвальним колесом 8 переміщують нижню планку із затисками, надаючи пробним смужкам задану деформацію.

Після закінчення заданого режиму навантаження (1-1,5г) смужки звільняють з нижнього затиску. Міліметровою лінійкою вимірюють довжину пробних смужок зразу ж після розвантаження і після 2 годин відпочинку.

3.5.3. Багатоциклові характеристики

При виготовленні і особливо при експлуатації одягу матеріал відчуває розтягування, що багато разів повторюється, яке викликає зміну структури матеріалу і приводить до погіршення його властивостей.

В процесі багатократного розтягування полотен відбувається переорієнтація елементарних ланок структури залежно від силового поля. Процес поступової зміни структури і властивостей матеріалу унаслідок його багатократної деформації називається стомленням. В результаті стомлення матеріалу з'являється утомленість – порушення або погіршення властивостей матеріалу, що не супроводиться істотною втратою маси.

Дію багатоциклового розтягування матеріалу оцінюють наступними показниками: витривалістю, довговічністю, залишковою циклічною деформацією та її компонентами, межею витривалості.

Витривалість n_n – число циклів, яке витримує матеріал до руйнування при заданій діючій силі (напрузі) або деформації.

Довговічність t_n – час від початку багатоциклового розтягування до моменту руйнування при заданій деформації (заданому зусиллі) в кожному циклі.

Залишкова циклічна деформація $\varepsilon_{з.ц}$ % – деформація, що нагромадилася за певне (задане) число циклів. Залишкова циклічна деформація складається з пластичної і високоеластичної; період релаксації останньої перевищує час розвантаження і відпочинку в кожному циклі.

$$\varepsilon_{з.ц} = 100 \Delta l_{з.ц} / l \quad (82)$$

де $\Delta l_{з.ц}$ – абсолютне подовження проби матеріалу після заданого числа циклів; l – довжина робочої зони проби матеріалу.

Межа витривалості – найбільша циклічна деформація при якій матеріал витримує дуже велике число циклів навантаження.

При багатоциклових випробуваннях на розтягування текстильних полотен застосовують одноосне, симетричне двовісне і просторове розтягування.

Для багатократного одночасного розтягування використовуються прилади декількох типів. Розрізняють три основні види приладів, що зберігають в кожному циклі постійність амплітуди: абсолютної заданої циклічної деформації; відносної заданої циклічної деформації; заданого циклічного зусилля.

На приладі ПКМ-1, що відноситься до приладів першого типу, проба 3 (рис. 3.51, а) одержує багатократне розтягування завдяки поворотно-поступальному руху верхнього затиску 2 і ексцентрика 1, пов'язаного з штоком 4, який під дією противаги 5 переміщається вниз і вибирає залишкову циклічну деформацію.

В приладах другого типу проба 6 (рис.3.51, б) закріплюється в затисках 7 і 11. При обертанні ексцентрика 8 проба одержує багатократне розтягування. Під дією противаги 10 встановлюється залишкова циклічна деформація, яка реєструється самописцем 9.

До приладів третього типу відносять різні пульсатори. Ці прилади вважаються зручними для досліджень, але мають досить складну конструкцію, що утрудняє їх широке виготовлення і застосування.

Збільшення зусилля при циклічній дії приводить до збільшення загальної і залишкової деформації. Після кожного циклу дій незалежно від їх числа залишкова деформація росте – проба після кожного навантаження дещо збільшує свої розміри. У кінцевому рахунку, при значному числі циклів навантаження, розтягування доходить до граничного і матеріал руйнується.

Із збільшенням густини і ступеня заповнення тканини і трикотажу ростуть зв'язаність їх елементів і витривалість до багатократних розтягувань.

Матеріали, що характеризуються однорідністю і стійкістю зв'язків, мають більшу витривалість.

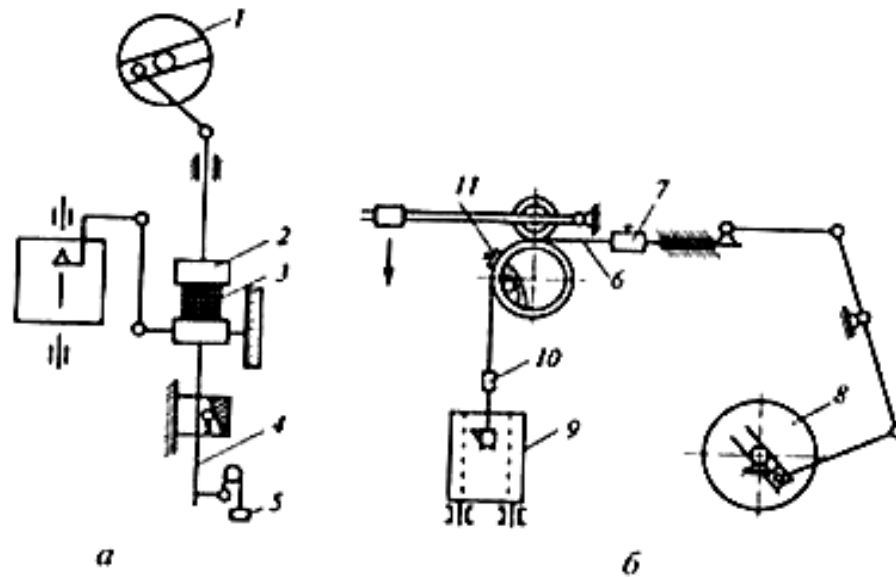


Рис. 3.51. Схема приладів для визначення багаторазового розтягування матеріалу:

а – ПКМ-1; б – прилад Павлової М.І. та Ісаєва А.І.;
1,8 – ексцентрики; 2- верхній затиск; 3,6 – проби; 4 – шток; 5, 10 –
проти важелі; 7, 11 - затиски; 9 – самописець.

Залишкова циклічна деформація матеріалу в значній мірі залежить від його волоконного складу. Матеріали, вироблені з волокон, що мають великою пружністю (синтетичних, вовняних, натуральних шовкових та ін.), при багатоцикловій дії навантаження характеризуються незначитільною залишковою циклічною деформацією.

Витривалість матеріалу і інтенсивність накопичення залишкової циклічної деформації у великій мірі залежать від зусилля деформації в кожному циклі. Для всіх матеріалів збільшення зусилля (деформації) в циклі приводить до різкого зниження витривалості і інтенсивного наростання залишкової циклічної деформації.

3.5.4. Згинання

При виробленні готових виробів текстильні матеріали піддаються значному згинанню.

На відміну від деформації розтягування будова тканини впливає на характер деформації структурних елементів в тканині при її згинанні більшою мірою, ніж при розтягуванні, що відображається на її пружньоеластичному відновленні після згинання. Завдяки багат шаровій будові тканини волокна не одержують навіть в поверхневих шарах зовнішньої сторони згинання граничних деформацій завдяки ковзанню волокон щодо один одного, а також переміщенню у напрямку до нейтральної площини деформації, де деформація мінімальна. Чинники, що впливають на пружноеластичні властивості тканин при деформації згинання, можна підрозділити на дві групи: початкові чинники, що мають місце до деформації тканини; чинники, що виявляються в процесі деформації. До початкових чинників відносяться величина зв'язку між структурними елементами, ступінь їх напруги, тертя при відновленні. До чинників, що виявляються при деформації згинання, відносяться радіус згинання волокон, можливість їх переміщення до нейтральної лінії згинання, ступінь зосередження деформації, можливість утворення бічних згинань. Аналіз вказаних змінних дозволяє скласти прогноз про вплив параметрів будови тканин на їх пружньоеластичні властивості.

Проф. Б.А.Бузовим запропонована класифікація характеристик, одержуваних при згинанні [9].

До напівциклових нерозривних характеристик відносяться жорсткість при згинанні, драпіруванні і скручуваність.

Жорсткість характеризує здатність матеріалу чинити опір зміні форми під дією зовнішніх сил.

На жорсткість текстильних матеріалів впливають властивості вихідних волокон і ниток, волоконний склад, структура та вид обробки. Чим більше розпрямлені і орієнтовані молекули волокностворюючого полімеру, тим

більше внутрішнє тертя, обмежуюче переміщення молекул, і тим менше гнучкість волокон.

Наприклад, підвищена жорсткість лляних тканин пояснюється високим модулем жорсткості лляних волокон, а через низький модуль жорсткості вовняні волокна є м'якими.

На жорсткість матеріалу впливають також і форма перетину волокна. Кругла форма перетину волокна чинить більший опір згинаючим зусиллям, жорсткість зростає із збільшенням товщини волокон.

З підвищенням скручування зростає густина ниток і разом з цим їх жорсткість. Тому у напрямі ниток основи, що мають більш високе скручування, ніж нитки утку, жорсткість тканини при згинанні більше, ніж в напрямі утка. Проте жорсткість ниток при збільшенні скручення росте до певної межі. За межею критичного скручення, коли ділянки волокон, що лежать в периферійних шарах, перенапружені, опір ниток згинання падає. Тому тканини з ниток крепового скручення мають високу гнучкість і драпірування.

Одним з основних чинників, що впливають на жорсткість тканини, є переплетення в ній ниток. Із збільшенням довжини перекриттів і зменшенням числа зв'язків між системами ниток жорсткість тканини зменшується. Наприклад, жорсткість тканин саржевого переплетення менше, ніж полотняного.

Збільшення числа ниток на 10см тканини приводить до підвищення жорсткості всієї системи. При збільшенні товщини матеріалу його жорсткість зростає.

Значно впливають на жорсткість тканин операції обробки, особливо апретування.

Різними дослідниками запропоновані різноманітні методи випробувань, в яких згинання здійснюється по різних схемах. Як зразки використовують, як правило, прямокутні смужки виробів, але при згинанні їх розташовують по різному: затисненими з одного боку так, що вони

утворюють консоль, складеними петлею, складеними у вигляді кільця або з утворенням ряду складок і т.п. Розміри смужок в процесі випробувань залишають постійними і визначають стрілу прогинання або змінюють, добиваючись отримання постійної величини стріли прогинання. Згинання відбуваються під дією власної ваги зразка або під дією зосередженого навантаження. Як характеристики використовують кути згинання, стріли прогинання, згинаючі моменти або просто зусилля при постійній довжині смужки, тобто при постійному плечі. На основі результатів експерименту обчислюють умовну жорсткість на згинання і інші характеристики.

В даний час, як основний метод визначення жорсткості текстильного матеріалу використовується метод консолі.

Жорсткість полотен по методу консолі визначають на гібкомірі ПТ-2, схема якого приведена на рис. 3.52.

Випробувальну смужку 1 розміром 160×30 мм симетрично поміщають обличчям до верху на горизонтальний опорний майданчик 3 і закріплюють вантажем 2, має ширину 2см. При ввімкненні тумблера 9 механізм 8

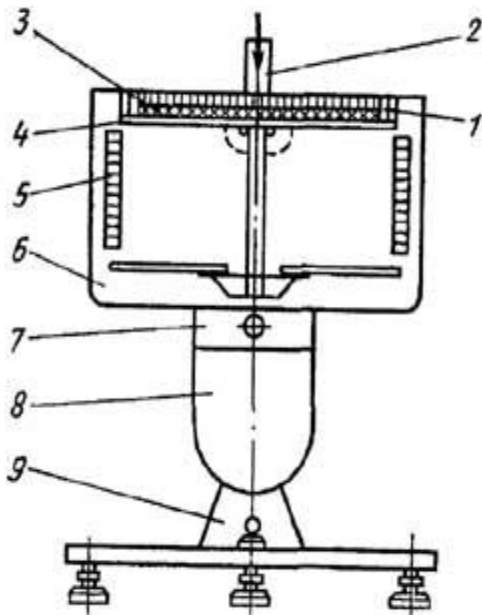


Рис. 3.52. Схема гібкоміру ПТ-2 для визначення жорсткості полотен при згині

плавно і рівномірно опускає рухомі бічні полицьки 4 опорного майданчика. Після відведення майданчика смужка прогинається під дією власної маси. Коли бічні полицьки остаточно опустяться, показчик прогинання 6 переміщують вгору гвинтом 7, відзначаючи по шкалі 5 величину прогинання f з обох боків смужки з точністю до 1мм (рис.3.53, а).

Жорсткість B ($\text{мкН} \times \text{см}^2$) при згинанні тканини по основі або утоку знаходять по формулі:

$$B = EI = 42046 \text{ m} / A \quad (83)$$

де m – маса п'яти пробних смужок; A – коефіцієнт, який вибирають залежно від величини відносного прогинання f_0 , причому $f_0 = f/l$

де f – середня величина прогинання пробних смужок, см; l – довжина кінців пробних смужок, що звішуються, рівна 7см.

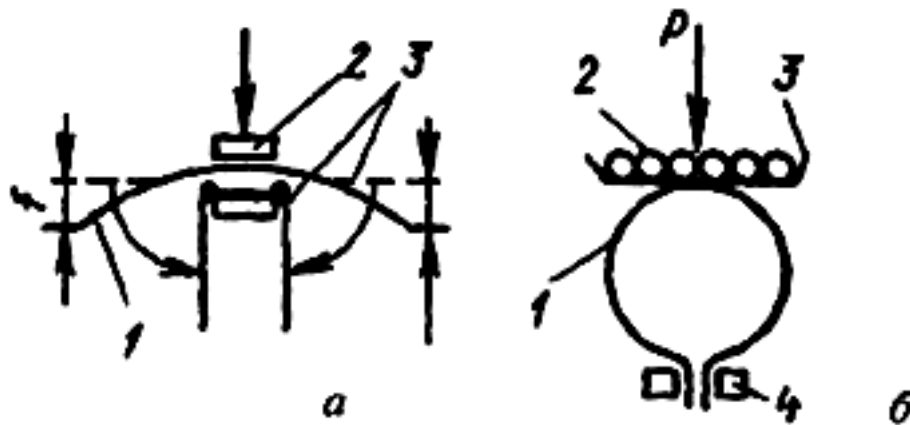


Рис. 3.53. Схема визначення жорсткості матеріалу при згині:
а – метод консолі; б – метод кільця

В табл. 3.2 приведені значення коефіцієнта A залежно від відносного прогинання [3].

Для характеристики жорсткості текстильних матеріалів користуються коефіцієнтом жорсткості K_{EI} , який є відношенням подовжньої жорсткості матеріалу до його поперечної жорсткості.

$$K_{EI} = EI_{\text{прод}} / (EI_{\text{попер}}) \quad (84)$$

Визначення жорсткості вказаним методом проводиться для матеріалів, легко згинаються і мають абсолютне прогинання більше 10мм. Жорсткість матеріалів з абсолютним прогинанням менше 10мм визначають методом кільця на приладі ПЖУ – 12 М.

Метод кільця (рис. 3.53, б) передбачає визначення жорсткості при примусовому прогинанні зігнутої в кільце пробної смужки на $1/3$ діаметра. Пробна смужка 1 закріплюється в затиску 4 так, щоб утворилося кільце діаметром 30 мм. Потім кільце доводять до зіткнення з майданчиком 3 і навантажують падаючими металевими кульками 2. При прогинанні кільця на $1/3$ діаметра виміряють навантаження P , яке характеризує жорсткість матеріалу при навантаженні.

Умовна жорсткість $B_{ум}$, драпірування D , коефіцієнт драпірування Kd , і співвідношення Xo різних тканин (по А.М.Шпаер) приведені в табл.3.3 [8].

Таблиця 3.2

**Значення коефіцієнта A в залежності
від відносного прогину**

f_0	A	f_0	A	f_0	A	f_0	A
0,01	0,08	0,26	2,22	0,51	5,28	0,76	13,34
0,02	0,16	0,27	2,32	0,52	5,44	0,77	14,04
0,03	0,24	0,28	2,41	0,53	5,62	0,78	14,79
0,04	0,32	0,29	2,51	0,54	5,79	0,79	15,63
0,05	0,4	0,3	2,6	0,55	5,97	0,8	16,57
0,06	0,48	0,31	2,7	0,56	6,15	0,81	17,65
0,07	0,56	0,32	2,8	0,57	6,34	0,82	18,92
0,08	0,64	0,33	2,9	0,58	6,54	0,83	20,43
0,09	0,72	0,34	3	0,59	6,74	0,84	22,26
0,1	0,8	0,35	3,1	0,6	6,96	0,85	24,53
0,11	0,88	0,36	3,21	0,61	7,18	0,86	27,35
0,12	0,96	0,37	3,31	0,62	7,42	0,87	30,92
0,13	1,04	0,38	3,48	0,63	7,66	0,88	35,43
0,14	1,12	0,39	3,54	0,64	7,95	0,89	41,17
0,15	1,21	0,4	3,66	0,65	8,24	0,9	48,46
0,16	1,29	0,41	3,79	0,66	8,56	0,91	57,7
0,17	1,38	0,42	3,92	0,67	8,9	0,92	69,4
0,18	1,47	0,43	4,06	0,68	9,27	0,93	84,14
0,19	1,56	0,44	4,19	0,69	9,66	0,94	102,16
0,2	1,66	0,45	4,34	0,7	10,08	0,95	125,81
0,21	1,75	0,46	4,49	0,71	10,54	0,96	154,6
0,22	1,84	0,47	4,64	0,72	11,08	0,97	190,24
0,23	1,94	0,48	4,79	0,73	11,55	0,98	234,14
0,24	2,03	0,49	4,96	0,74	12,1	0,99	288
0,25	2,13	0,50	5,11	0,75	12,7		

**Умовна жорсткість, драпируемість, коефіцієнт драпірує мості та
відношення різних тканин
(за А.М. Шпаер)**

Тканини	В _{ум} , мкН·см ²		D, %		К _д	X ₀
	основа	уток	основа	уток		
Бавовняні						
Сатин	206	152	23,0	9,0	35	1,54
Ситець	287	67	26,0	5,5	38	1,40
Майа	185	84	22,0	7,0	35	1,20
Вовняні						
Кашемір	322	246	7,0	4,0	67	1,18
Бостон	796	520	7,0	2,0	53	0,98
Коверкот	980	585	7,5	0,5	47	1,22
Сукно	1869	1432	1,5	2,0	46	1,06
Трико	5729	3555	0,0	0,0	32	1,08
Драп дамський	4770	2099	1,0	0,5	35	1,40
Віскозні						
Креп-сатин	565	89	48,0	7,0	56	2,20
Крепдешин	252	65	28,0	3,0	51	1,50
Полотно	280	230	8,0	2,0	35	1,03
Штапельне волокно	391	56	50,0	3,0	50	1,66

3.5.5. Драпірування

Здатність текстильних матеріалів в підвішеному стані під дією власної ваги утворювати красиві округлі стійкі складки називається *драпіруванням*. Драпірування залежить від гнучкості матеріалу і його маси. Чим жорсткіше структура матеріалу, тим більші зусилля потрібні для його згинання, тим гірше драпірування. При збільшенні поверхневої густини матеріалу його драпірування поліпшується. Особливо добре драпіруються тонкі гнучкі і важкі матеріали, вони утворюють дрібні складки.

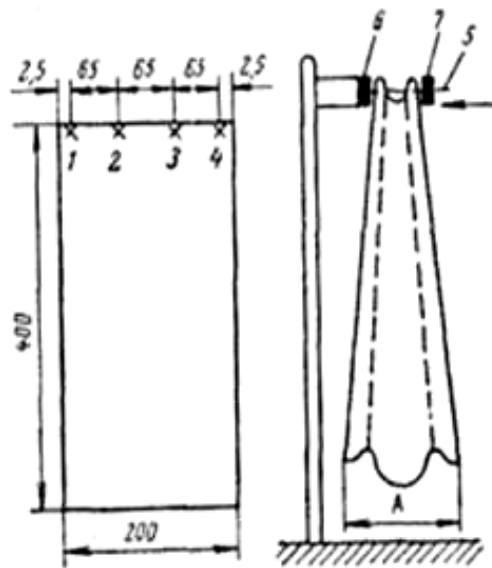


Рис. 3.54. Схема визначення драпірування виробів за методом В.Я. Євдокимова та А.К. Бухарової

Для визначення драпірування використовується два методи: метод голки і дисковий метод.

По першому методу (метод В.Я. Евдокимова і А.К.Бухаровой) зразок виробу розміром 400×200 мм намічають (по стороні 200мм) точками 1, 2, 3, 4 (рис.3.54). Зразок підвішують до стійки, наколюючи його по намічених точках на голку 5 так, щоб вийшли три складки, з яких центральна звернена до експериментатора. Щоб складки на голці не розійшлися, зразок затискають між пробками 6 і 7. В підвішеному стані зразок залишають на 30 хв, після закінчення яких заміряють масштабною лінійкою по нижньому

краю зразка відстань A . При поганому драпіруванні ця відстань буде близькою до ширини зразка в розпрямленому вигляді.

Драпіруємость (%) виробу обчислюють за формулою:

$$D = \frac{(200 - A) \cdot 100}{200} = 100 - 0,50A \quad (85)$$

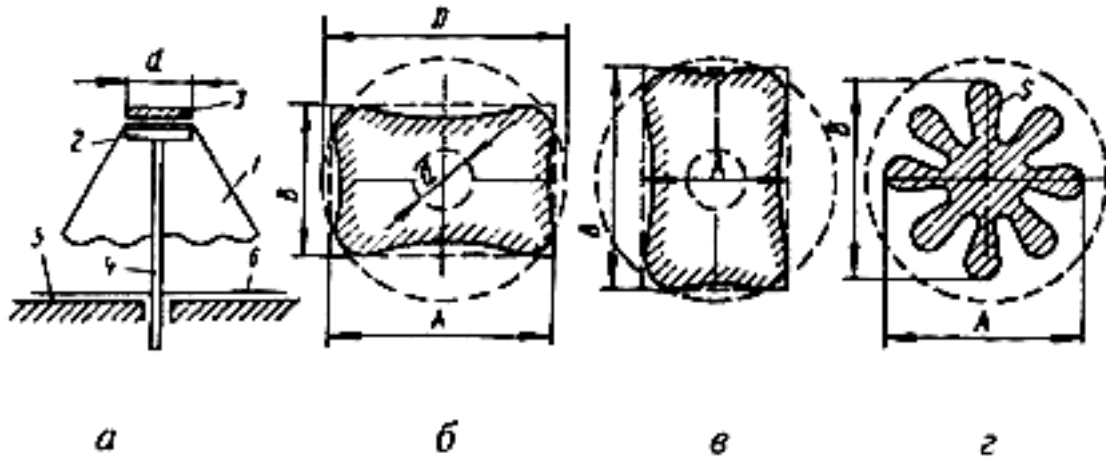


Рис. 3.55 Схема визначення драпірувальності виробів за дисковим методом

Проте цей метод недостатньо відображає всі випадки деформації виробів, які спостерігаються при їх використанні, оскільки він не дозволяє судити про драпірування по двох напрямках відразу.

Дисковий метод полягає в наступному. Центр зразка 1 круглої форми діаметром D (рис. 3.55) наколюють на вістря, виступаюче в середині столика 2, меншого діаметру d . Зразок закріплюють диском 3. Краї зразка вільно звисають із столика, не торкаючись площини 4. Зверху столик із зразком освітлюють паралельним пучком світла. Через 3 хв. після закріплення зразка між дисками замальовують на папері 5, встановленої під підставку 6, форму проекції у вигляді тіні вільно звисаючих країв зразка.

Драпіруємость оцінюють коефіцієнтом драпірування і відношенням габаритних розмірів проекції зразка.

Коефіцієнт драпірування k_{∂} (%) виражає відношення площі проекції $S_{\partial p}$ до дійсної площі зразка S , рівної $\pi D^2 / 4$.

$$k_{\partial} = (1 - S_{\partial p} / S) 100 \quad (86)$$

Для шовкових тканин діаметр зразка рекомендується брати рівним 150мм, для інших – 200мм.

Відношення X_o габаритних розмірів проекції зразка:

$$X_o = B/A \quad (87)$$

де B – максимальний розмір проекції уздовж виробу (по напрямках основи, петельних стовпчиків), мм;

A – максимальний розмір проекції поперек виробу (по напрямках утку, петельних рядів), мм.

При $X_o > 1,1$ матеріал краще драпірується в поперечному напрямі, при $X_o < 0,95$ в подовжньому. Значення $X_o = 0,95 - 1,1$ указують на однакову драпируемість в обох напрямках.

Найбільшу драпірувальність (85%) мають шовкові полотна, шерстяні – 80%, бавовняні – 65%, а льняні – 45%.

3.5.6. Незминальність

Незминальність – властивість матеріалу чинити опір згинанню, зминанню та здатність відновлювати первинний стан після зняття зусилля, що викликало його згинання, або зминання.

Незминальність полотен істотно залежить від волоконного складу і будови.

Для оцінки незминальність необхідно враховувати не тільки пружньоеластичні властивості відновлення після зминання, але і різні навантаження, які діють на матеріал в процесі експлуатації.

Під *зминальністю* розуміють здатність виробу утворювати при перегибах складки і зморшки внаслідок виникнення пластичних деформацій згинання.

Найбільша зминальність характерна для тканин, особливо для тих, які складаються з волокон з мінімальними значеннями величин еластичного відновлення, зокрема з целюлозних волокон (віскозних, бавовняних), а найменша – зминальність характерна для трикотажних полотен.

Зі збільшенням кручення ниток підвищується їх пружність і зменшується зминальність тканин.

Зминальність тканин і трикотажу залежить від розташування ниток, їх взаємної зв'язаності. Найменшу зминальність тканинам додають переплетення типу крепових, що мають нерівномірно розкидані переплетення. Найбільшу зминальність мають тканини полотняного переплетення, для згинання яких потрібне якнайменше зусилля. Зминальність тканин з більш довгими перекриттями, наприклад, тканин атласного переплетення, менше, оскільки зусилля, що виникають в зовнішніх шарах нитки при згинанні такої тканини, протидіють її згинанню.

Зминальність тканин залежить також від числа ниток на 10см. Тканини, взаємний зсув ниток яких обмежений, мають велику пружність, краще зберігають форму в одязі і менше зминаються. Тканини рихлої структури, елементи якої зміщуються без особливих зусиль, значно зминаються.

Трикотаж малозминальний. Нитки у петлях в трикотажі мають складне просторове розташування, тому при зминанні трикотажу в ньому менше ніж в тканині ділянок ниток, що піддаються однаковій деформації. Напружені різною мірою ділянки ниток трикотажу допомагають швидше відновити його первинні розміри. Незминальність текстильних матеріалів може бути визначена методами орієнтованого та неорієнтованого зминання.

Сутність орієнтованого методу полягає в тому, що зразок тканини вирізують Т-образної форми, який складається по лінії між широкою і вузькою частинами, пробу згинають під кутом 180° , навантажують протягом 15 хв. Через 5 хв після зняття навантаження визначають коефіцієнт незминальності (рис. 3.56, а).

$$K = 100 \alpha / 180 \quad (88)$$

де α – кут відновлення проби.

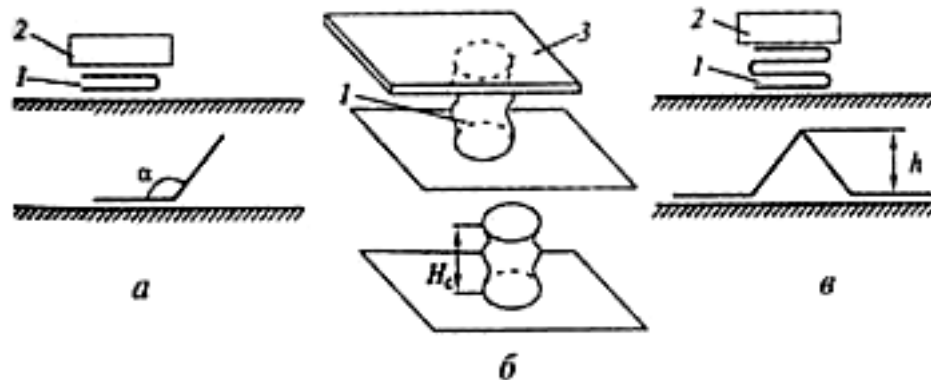


Рис. 3.56. Визначення незминальності (а,б) та зминальності (в) матеріалів:
1 – проба; 2 – груз; 3 – платформа навантаження

Для визначення зминальності використовується прилад СМТ.

Неорієнтоване зминання краще імітує процес зминання, що виникає при експлуатації виробів, але об'єктивна оцінка величини незминальності при цьому утруднена. Особливо це відноситься до візуального методу незминальності визначення при змятті рукою. При цьому прийняті наступні

оцінки ступеню зминання: сильно зім'ятий, зім'ятий, слабо зім'ятий і незім'ятий. Проте цей метод досить суб'єктивний. Незминальність текстильних матеріалів при неорієнтованому зминанні визначають на приладі СТП-6. При випробуванні платформа навантаження опускається і стискає робочу пробу (рис.3.56, б). Незминальність матеріалу характеризується здатністю робочої проби відновлювати висоту після зминання і відпочинку і визначається коефіцієнтом незминальності

$$K_I = 100(H_1/H_0) \quad (89)$$

де H_1 – середня висота робочої проби після одного циклу зминання, мм; H_0 – середня початкова висота незминальності робочої проби, мм. Один цикл зминання на приладі включає 1 хв навантаження і 1 хв відпочинку.

Зминальність вовняних тканин визначають на приладі СТ-1. Пробу перегинають так, щоб утворилися три складки (рис.3.56, в) і витримують під навантаженням протягом 5хвил. Після розвантаження і трихвилинного відпочинку заміряють висоту складки h , мм Коефіцієнт зминальності K_C розраховують по формулі

$$K_C = h/20 = 0,05/h \quad (90)$$

де 20 – ширина металевої пластини, використаної для утворення складки тканини.

3.5.7. Багатоциклові характеристики згинання

В процесі експлуатації текстильні вироби часто піддаються багатократному згинанню, внаслідок чого структура їх в місці згинання поступово погіршується, нарастають необоротні (пластичні) деформації, а потім настає руйнування.

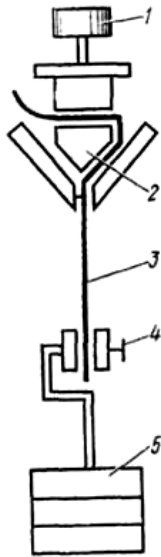


Рис. 3.57. Принципова схема приладу АІНТ-2

Стійкість полотен до багатократного згинання характеризується витривалістю, тобто числом подвійних згинань, яке витримує виріб до моменту руйнування. Стійкість полотен до багатократного згинання визначається за допомогою приладу АІНТ-2.

Пробна смужка 3 (рис.3.57) затискається у верхній затиск 2, який здатний повертатися управо і вліво на заданий кут (звичайно на 90°), і нижній рухомий затиск 4, до якого підвішені вантажі 5 для створення деформації смужки. Руйнування смужки відбувається на малій ділянці, яка піддається згинанню. В табл. 3.4 наведено дані про витривалість тканин при багатократному згинанні.

Найбільшою витривалістю до багатократного згинання відрізняються текстильні вироби з синтетичних волокон і ниток.

Таблиця 3.4

Дані про витривалість тканин при багатократному згинанні

Тканина	Кут згинання при постійних розривних навантаженнях, %					
	10	15	10	15	10	15
Бавовняна бязь	49,9	12,0	5,2	23,9	5,1	2,4
Бавовняний сатин	27,5	12,6	7,0	16,5	7,7	–
Крепдешин з натурального шовку	4,6	2,3	1,3	2,3	1,1	0,7
Вовняний шевіот	17,0	5,6	1,9	22,0	4,6	0,6
Плательна віскозна тканина	16,9	9,0	1,0	5,9	1,8	0,9

3.5.8. Фрикційні властивості

В процесі експлуатації текстильні матеріали постійно вступають в контакт різними поверхнями (текстильними матеріалами, металом, деревом і т.п.). При цьому між поверхнями зіткнення виникають сили опору, які необхідно знати і враховувати. Велике значення мають тертя і чепкість при експлуатації.

Тертя – фізичне явище, що виникає при контакті і подальшій взаємодії двох тіл. Тертя може бути зовнішнім і внутрішнім.

Зовнішнє тертя виникає при контакті поверхонь двох матеріалів і їх русі відносно один одного.

Внутрішнє тертя виникає в матеріалі між його структурними елементами при дії на нього зовнішнього середовища (механічний тиск, електромагнітне поле та ін.).

Внутрішнє тертя між структурними елементами, так само як і зовнішнє тертя, грає як позитивну, так і негативну роль.

З багатьох причин, що приводять до погіршення властивостей текстильних виробів в процесі їх експлуатації, а в окремих випадках, і роблять неможливим подальше використання виробів за призначенням, стирання, особливо у тканин для верхнього одягу, є основним чинником. Дійсно, в процесі носіння одяг руйнується в першу чергу там, де окремі його деталі багато разів стикаються з навколишніми предметами або тканиною інших ділянок цього ж виробу. Такі контакти бувають трьох видів: взаємне впровадження частинок контактуючих тіл; їх молекулярна взаємодія; взаємне зачіпляє нерівностей, що є у контактуючих тел.

Методи оцінки сили і коефіцієнта тангенціального опору текстильних виробів можуть бути вельми різноманітними. Відповідно до цієї класифікації можна виділити наступні групи приладів і методів, в яких площини, що вивчаються, стикаються (рис. 3.58) [8]:

I – при поступальному переміщенні;

II – при обертальному переміщенні;

III – площина торкається з твірною циліндричною поверхнею при обертальному русі однієї з поверхонь;

IV – дві циліндрові поверхні стикаються при їх відносному переміщенні.

Найпоширенішим є пристрій похилої площини, яке відноситься до 1 типу груп.

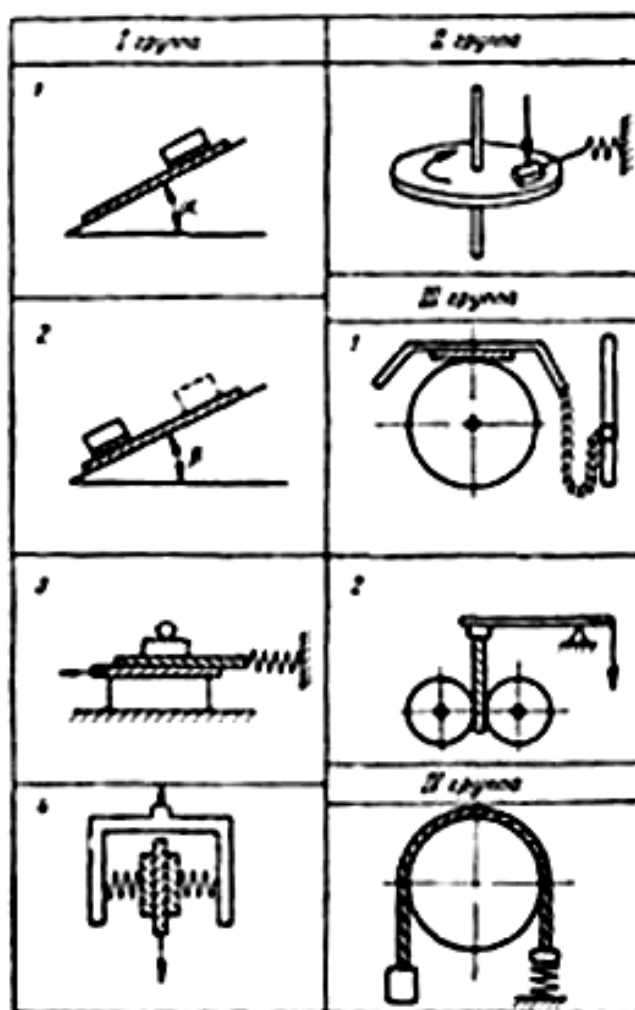


Рис.3.58. Класифікація приладів для визначення тангенційного опору текстильних виробів

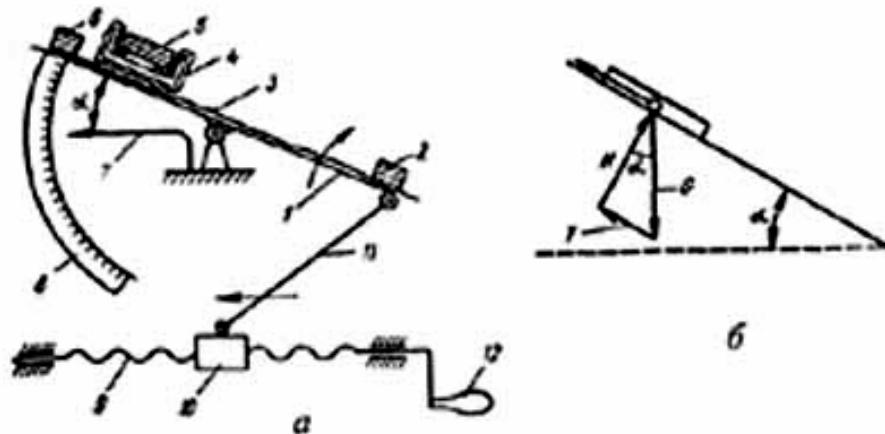


Рис. 3.59. Визначення тангенційного опору текстильних виробів за методом нахильної площини

Метод похилої площини передбачає зміну кута тертя, по якому визначається коефіцієнт тангенціального опору, що характеризує силу статичного тертя поверхні тканини. Відповідно до даного методу на рухомій площині 1 (рис 3.59, а) приладу між затисками 2 і 3 укріплюють зразок випробовуваного матеріалу 4 лицьовою стороною назовні. При обертанні рукояткою 5 і гвинта 6 відбувається рух гайки 7, сполученою тягою 8 з площиною 1, і зміна кута нахилу цієї площини, що фіксується покажчиком 9 за шкалою 10. Встановивши площину 1 в горизонтальне положення, на неї кладуть колодку 11, також обтягнуту зразком випробовуваного виробу 12. Обертаючи рукоятку 5, плавно нахиляють площину 1 доти, доки колодка не зсунеться з місця і не почне ковзати вниз, після чого відзначають кут тертя α .

Згідно рис. 3.59, би сила тангенціального опору впливає:

$$T = G \sin \alpha, \quad (91)$$

нормальний тиск: $N = G \cos \alpha, \quad (92)$

то коефіцієнт тангенціального опору визначається за формулою

$$f = T/N = \operatorname{tg} \alpha \quad (93)$$

Завдяки своїй простоті описаний метод отримав широке розповсюдження. Недоліком даного методу є відсутність постійності тиску і

змінна швидкість руху каретки, а також неможливість вивчення тертя при різних швидкостях ковзання.

Третій метод групи I використовується в американському стандарті. Суть методу полягає в наступному. Один із зразків 3 (рис. 3.59) укладають на поліровану поверхню 4 і за допомогою валика 2, що обертається від рукоятки 1, зміщують, захоплюючи накладений на нього другий зразок 6, придавлений вантажем 5 і закріплений в затиску 7, пов'язаному з пружиною 8. Зусилля, потрібне для зсуву зразка 5, по розтягуванню пружини 8 наголошується пов'язаним з ним через важіль 9 індикатором 10.

Недоліки приладу аналогічні, що і у приладах з похилою площиною.

Четвертий метод групи I (рис. 3.58) використовується як додаткове пристосування до розривної машини. Пластини, жорстко пов'язані з верхніми лещатами розривної машини, за допомогою пружин притискають до смужки виробу щічки, на поверхні яких поміщений другий матеріал пари, що тре. Смужка виробу затискається в нижній затиск розривної машини, при опусканні нижнього затиску і визначається сила тангенціального опору.

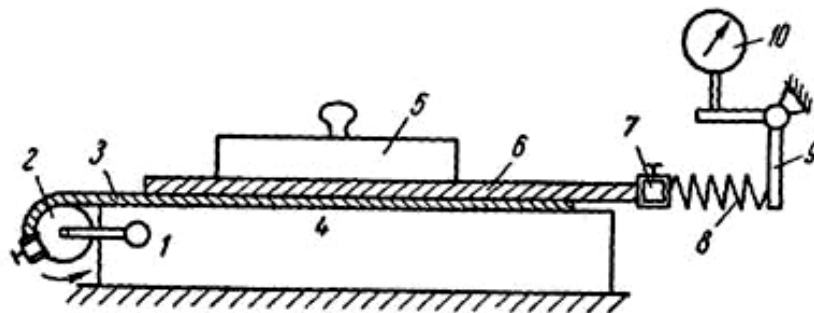


Рис. 3.60. Схема американського приладу для визначення коефіцієнту тангенційного опору тканин (по Е. Дребі)

Метод групи II представлений дисковим приладом (рис.3.58). На горизонтальному диску, який може обертатися з різним числом оборотів, закріплюється один матеріал, другий поміщається на встановлюваній на ньому колодці, утримуваній пружиною (або тягою, сполученою з датчиком

зусиль), за допомогою якої і визначається сила тангенціального опору. Прилад дозволяє експериментувати з широким діапазоном швидкостей. Недоліком його є необхідність застосовувати малі зразки на колодці, оскільки інакше частини зразка, розташовані на різних радіусах диска, взаємодіють при різних швидкостях.

В першому методі групи *III* зразок виробу в рамках притискається до ролика, обтягнутого іншим матеріалом пари, що обертається. Рамка утримується ланцюговими терезами, за допомогою яких і визначається сила тангенціального опору.

В другому методі цієї групи зразок виробу, підвішений на коромислі терезів, силою тангенціального опору захоплюється, обертаються назустріч один одному роликками; про величину цієї сили судять по навантаженню, яке потрібно прикласти до другого плеча, щоб утримати терези в рівновазі.

Те ж можна сказати і про метод групи *IV*, де смужка виробу огинає ролик, що обертається, будучи навантажена з одного боку вантажем і утримувана з іншою – пружиною. Визначаючи сили, діючі по обидві сторони ролика, можна визначити силу тангенціального опору.

Механізм руйнування тканин від стирання доволі складний і має, в основному, фрикційний характер, тобто руйнування йде поступово внаслідок незворотніх змін в структурі матеріалу виробу. При цьому можуть бути виділено три основні стадії руйнування тканини від стирання.

В початковий період (I) на поверхню тканини виходять окремі волокна, погано закріплені в структурі ниток і тканини. Одночасно йде процес руйнування цих волокон за рахунок деформації багатократного розтягування, згинання, кручення, зминальності і т.п. Маса тканини на даній стадії змінюється поступово.

Подальше стирання (II) веде до загасання процесу виведення волокон на поверхню тканини; на даному етапі відбувається інтенсивне розхитування структури матеріалу. Маса тканини практично не зменшується.

В кінцевій стадії стирання (III), коли порушення в структурі ниток і тканини досягає критичних значень, процес руйнування йде надзвичайно швидко та супроводжується видаленням з тканини окремих волокон і зруйнованих ділянок ниток. Має місце значна втрата маси матеріалу.

Стійкість тканин до стирання залежить від виду волокон і сили закріплення їх в структурі матеріалу. Тут в першу чергу грають роль геометричні характеристики волокон, їх фрикційні властивості, структура ниток і тканин. Найбільшу стійкістю до стирання мають тканини, які складаються з волокон, які відрізняються високою стійкістю до багатократних деформацій розтягування, згинання, кручення, зминальності, високу стійкість до стирання і т.п. До цих тканин відносяться ПЕ, ПА, далі слідує тканини з натуральних волокон – вовна, льон, бавовна. Підвищену стійкість до стирання мають тканини з комплексних хімічних ниток (в порівнянні з тканинами з тих же хімічних штапельних волокон). Тканини з тонких і довгих волокон більш стійкі до стирання, ніж тканини з грубих і коротких волокон.

Найраціональнішою з погляду стійкості до стирання є така структура тканини, при якій її опорна поверхня утворюється обома системами ниток (основи та утку) або складається з ниток, що мають більш високу стійкість до стирання. Із зменшенням довжини перекриттів ниток в структурі тканини стійкість до стирання зростає. Якщо перекриття в тканині утворюють надмірно жорстку структуру, її стійкість до стирання може значно знизитися.

Методи і прилади, що використовуються для визначення стійкості тканини до стирання, підрозділяють залежно від виду контакту між випробовуваним матеріалом і абразивом, а також від характеру та напрямку стирання.

На рис. 3.61, а-в показані прилади для визначення стійкості до орієнтованого стирання відповідно по площині, поверхні і згинам. Тут 1 – абразив, 2 – зразок, 3 – груз навантаження.

Найбільш досконалими вважають прилади, на яких здійснюється неорієнтоване стирання тканини, оскільки це відповідає характеру стирання матеріалу в умовах реальної експлуатації. З різноманіття абразивів, вживаних для стирання тканин, найбільш часто використовують так звані зминальні абразиви типу суконних тканин. Вони забезпечують характер руйнування матеріалу, близький до того, який спостерігається у тканин під час носіння.

Неорієнтоване стирання по площині здійснюється на приладі ДИТ-М. За допомогою цього приладу визначають стійкість до стирання всіх тканин, за винятком вовняних.

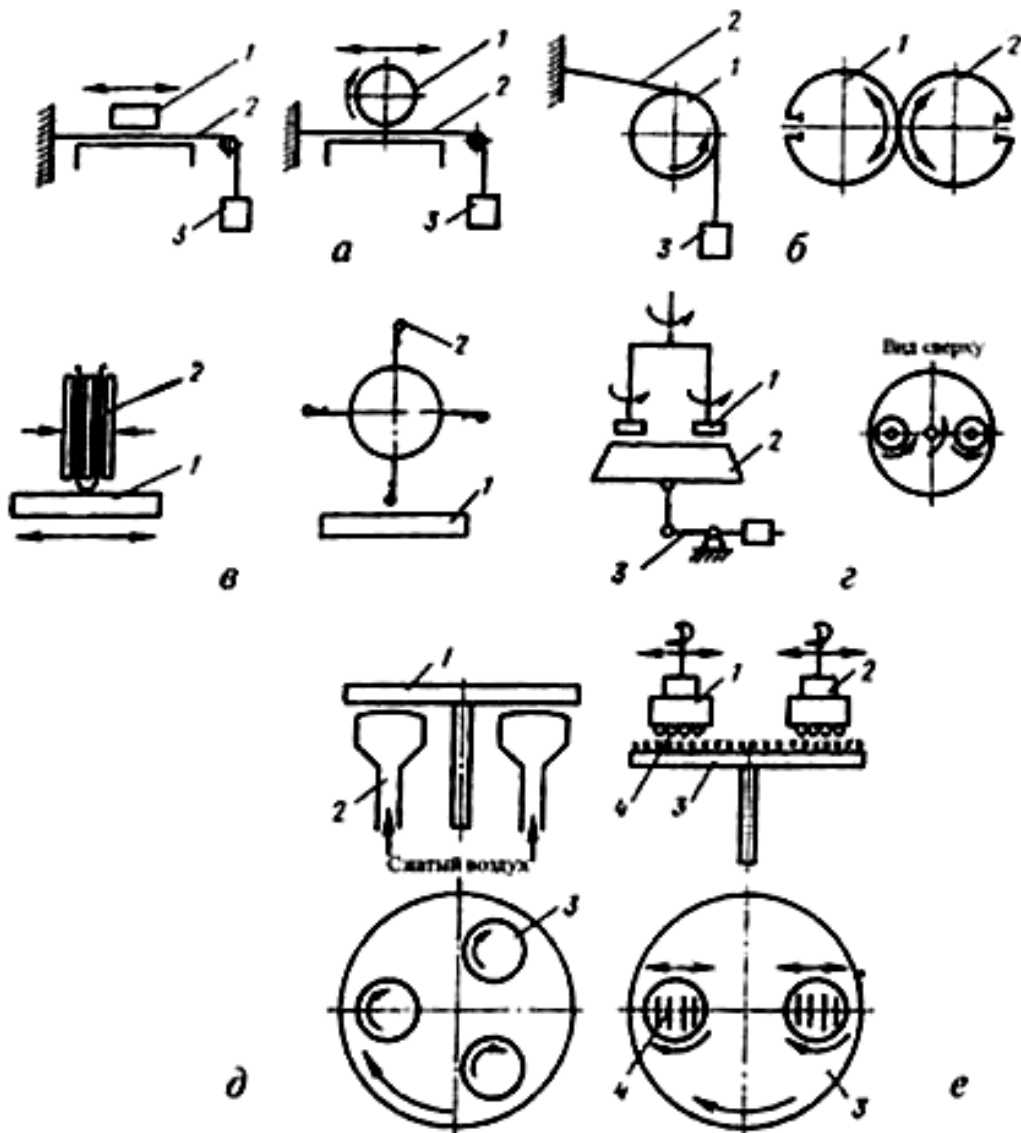


Рис. 3.61. Визначення стійкості тканин до тертя різними методами

При випробуванні бавовняних, шовкових і змішаних тканин, а також тканин з хімічних ниток і пряжі проби у вигляді кружків діаметром 27мм (рис. 3.61, г) заправляють в обойми бігунків 1 лицьовою стороною назовні. З одного зразка для випробування вирізують п'ять пробних кружків. Абразив – сірошинельне сукно закріплюють в п'яльцях 2. Після заправки проб тканини і абразиву п'яльці за допомогою важіль-вантажної системи 3 обережно доводять до зіткнення з бігунками і включають прилад. За рахунок обертання в одну сторону головки, на якій укріплені бігунки, і самих бігунків, здійснюється стирання пробних кружків тканини на всіх напрямках. При руйнуванні пробних кружків (утворенні діри) прилад автоматично зупиняється.

Стійкість тканини до стирання по площині характеризується числом циклів обертання головки приладу, що витримуються тканиною до утворення діри.

У всіх випадках питомий тиск абразиву на тканину дорівнює 1 кгс/см^2 . Бавовняні, шовкові і змішані тканини і тканини з хімічних ниток і пряжі випробовують при частоті обертання головки приладу 100 об/хв, лляні і напівлляні тканини – при частоті обертання 200 об/хв.

Неорієнтоване стирання по поверхні здійснюється на приладі ПІ-1. За допомогою цього приладу визначають стійкість до стирання чистововняних і напівовняних тканин (рис.3.61, д).

Для випробування із зразка тканини вирізають три пробних кружка 3 діаметром 80мм, які заправляють лицьовою стороною назовні в головки 2. Абразив – сірошинельне сукно – закріплюють на диску 1. Всередину головок подається стиснуте повітря, що забезпечує притиснення пробних кружків тканини до абразиву по опуклій поверхні. Завдяки обертанню абразивного диска і головок в одну сторону стирання тканини відбувається на всіх напрямках (неорієнтовано). При руйнуваннях (утворення дір) в пробних кружках прилад автоматично зупиняється; при цьому по лічильнику фіксується число циклів стирання. Стирання проводять при тиску в

пневмосистемі 200мм.рт.ст. Частота обертання абразивного диска і голівок 150 об/хв.

Неорієнтоване стирання по згинах здійснюється на приладі ІТІС. На цьому приладі випробовують тканини бавовняні, з хімічних волокон і змішані. Необхідність визначення стійкості тканини до стирання по згинах пояснюється тим, що у багатьох виробках, наприклад, у чоловічих верхніх сорочках руйнування матеріалу в процесі експлуатації спостерігається, в першу чергу, в місцях складок або перегинів.

Зі зразку тканини вздовж основи вирізають за шаблоном вісім пробних смужок 4 розмірами 45×160мм (рис.3.61, е). За допомогою спеціального пристосування смужки заправляють в касету 1 таким чином, що з неї виступають лише зігнуті ділянки тканини. Касети накладають на абразивний диск 3, що є капроною щіткою. Ступінь притиснення зігнутих ділянок тканини до абразиву регулюється вантажем 2 і складає 200 Н/см². Завдяки обертанню абразивного диска та касет здійснюється стирання тканини по згинах на всіх напрямках. При руйнуванні одній з пробних смужок прилад автоматично зупиняється.

3.5.9. Пілінгуємість

Пілінгуємість характеризує здатність тканин в процесі експлуатації або при переробці утворювати на поверхні невеликі кульки (піли) із загорнених кінчиків і окремих ділянок волокон.

Процес утворення пілінгу на тканинах можна розділити на три стадії:

1. Утворення пілей внаслідок легкого тертя моховитості тканини (витягування на поверхню і підняття окремих ділянок волокон, слабо закріплених в структурі ниток і тканини).

2. Заплутування верхніх ділянок волокон, які стирчать, в щільні грудочки різної форми, які утримуються на поверхні тканини, на «ніжці», що складається з декількох волокон.

3. Руйнування волокон, утримуючих пілі, внаслідок їх багатократної деформації, видалення пілей з поверхні тканини.

Пілінгуємість тканин залежить від волоконного складу матеріалу, геометричних і механічних властивостей волокон, структури ниток і тканини.

Найбільш стійку пілінгуємість мають тканини, при виробленні яких в суміші використовують поліамідні або поліефірні волокна. Ці волокна звичайно мають гладку поверхню, великі подовження і міцність, високу стійкість до багатократних деформацій. Завдяки вказаним властивостям волокна швидко виходять на поверхню тканини, що веде до формування пілей і дуже тривалого утримування їх на поверхні тканини. Навпаки, волокна з незначною міцністю і низькою стійкістю до багатократних деформацій (наприклад, поліакрилонітрильне – акрил) дають, як правило, слабкий пілінг.

Товщина і форма поперечного перетину волокон істотно впливають на пілінгуємість. Більш тонкі та гладкі волокна мають велику схильність до утворення пілінга в порівнянні із товстими. Для зниження пілінгуємості випускають профільовані синтетичні волокна, які мають поперечний перетин у вигляді прямокутника, трикутника або зірочки.

Пілінгуємість знижується при збільшенні довжини волокон, з яких виготовлена тканина.

Структура пряжі і тканини з метою зменшення пілінгуємості повинна забезпечувати міцне і надійне закріплення волокон. Тому при збільшенні скручування, зменшенні довжини перекриттів і збільшенні показників заповнення пілінгуємості тканин знижується.

Зниження пілінгуємості, або повне її виключення, може бути досягнуте в результаті спеціальних обробок тканин.

Методи визначення пілінгуємості засновані на імітації легких стираючих дій поверхні тканини, що приводять до утворення моховитості та

формування пілей, а потім на підрахунок максимальної кількості пілей на певній площі випробовуваного зразка.

Пілінгуємость шовкових і напівшовкових тканин з пряжі та хімічних ниток, а також змішаних бавовняних тканин (із синтетичними волокнами) визначають на приладі «Пілінгметр».

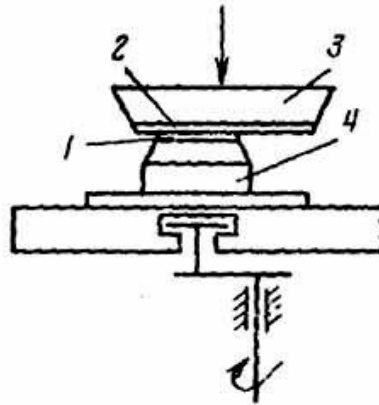


Рис. 3.62. Схема приладу «Пілінгметр»

З кожного зразка тканини вирізають п'ять пробних кружків діаметром 10 см і один абразивний круг діаметром 24 см. Пробні кружки 1 (рис.3.62) заправляють лицьовою стороною вгору в нижній утримувач 4, а абразивний круг 2 – у верхній утримувач 3. Нижній утримувач укріплений на столику, який може бути перемкнутий на один з двох видів руху: гойдаючий та круговий. Верхній утримувач знаходиться під навантаженням, що забезпечує необхідний тиск абразиву на пробу. Навантаження вибирають залежно від жорсткості тканини, яка визначається на спеціальному пристосуванні, що використовується для заправки пробних кружків в нижній утримувач.

Випробування проводять в два етапи: перший припускає утворення ворсистості, другої – формування пілей.

Після 100, 300, 600, 1000, 1500 і 2000 циклів і далі через кожні 500 циклів прилад зупиняють, піднімають верхній утримувач і на нижньому утримувачі на тканині за допомогою лупи і препарувальної голки

підраховують число пілей. Випробування проводять до тих пір, поки число пілей почне зменшуватися або залишатиметься незмінним.

Шовкові сорочкові тканини залежно від пілінгуємості (числа пілей на площі 10 см²) поділяють на три групи (ГОСТ 19103):

Непілінгуємість	0
Малопілінгуємість	1 - 5
Средньопілінгуємість	6 - 10

Пілінгуємість ллянолавсанових тканин визначають на приладі ПЛТ-2 (рис.3.63) [10].

Пробну смужку тканини 3 розміром 40×200 мм закріплюють на гумовій підставі столика 4 і до обох її кінців підвішують вантажі натягнення (500 гс). Абразив 1 – смужку випробовуваної тканини розміром 40×80 мм заправляють в каретку 2, яка робить поворотно-поступальний рух з частотою 87,5 цикли в хвилину. Після 2500, 3000, 3500 і т.д. циклів, тобто через кожні 500 циклів. Прилад зупиняють, знімають пробну смужку і підраховують на ній число пілей на площі близько 24см .

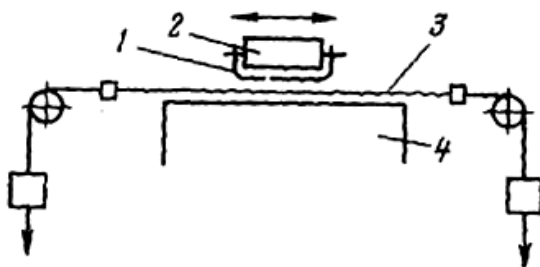


Рис. 3.63. Схема приладу ПЛТ-2

За ГОСТ 15968 ллянополіефірні тканини із вмістом ПЕ менше 50% не повинні пілінгуватися, а із вмістом ПЕ 50% і більш не повинні мати пілінгуємість понад 5-9 пілей на робочу смужку тканини (залежно від переплетення).

Пілінгуємість чистововняних і напіввовняних тканин визначають на приладі ТІ-1, за допомогою якого визначають і стійкість цих тканин до стирання.

Із зразка вирізають шість пробних кружків діаметром 80мм. Абразив – сірошинельне сукно арт. 6405. Через кожні 100 циклів за допомогою спеціального шаблону підраховують число пілей на площі 9 см². Випробування закінчують, коли число пілей, досягнувши максимального значення, починає зменшуватися протягом подальших 400 циклів.

Якщо після 500 циклів з початку випробування пілей на зразках немає, то випробування припиняють і тканину оцінюють як таку, що не пілінгується.

За наслідками випробування оцінюють пілінгуємість тканин і стійкість пілей. За пілінгуємість тканини приймають максимальне з середніх значень числа пілей в перерахунку на 1см². Стійкість пілей (%) визначають по формулі

$$Y = (K_1 - K_0) / K_1 \cdot 100 \quad (94)$$

де K_1 – максимальне з середніх значень числа пілей; K_0 – число пілей, що залишилися після додаткові 400 циклів стирання.

3.5.10. Розсунення і обсипаємість тканин

В процесі експлуатації на тканини та трикотаж діють значні навантаження, і, як наслідок, відбувається порушення їх будови, внаслідок чого відбувається зсув ниток одна відносно іншої.

Розсуненням називають зсув в тканині ниток однієї системи вздовж ниток іншої системи. Коли зсув відбувається біля обрізаного краю тканини, це викликає випадання з нього ниток, що зміщуються; це явище називається **обсипальністю**.

Розсунення, як і обсипання, є наслідком малого тангенціального опору ниток в тканині.

Причиною недостатнього тангенціального опору можуть бути:

- наявність крайніх фаз будови тканини, коли зменшується взаємний контакт ниток (наприклад, в першій фазі по натягнутих нитках основи легко зміщуються уточні нитки);
- вид переплетення (легше зміщуються нитки у переплетеннях з малим числом перекриттів);
- стан поверхні ниток (легко зміщуються нитки вздовж системи, що складається з гладких, міцноскручених ниток);
- механічні властивості ниток (зсув ниток відбувається вздовж ниток, що мають велику жорсткість, менший коефіцієнт тангенціального опору).

Розсунення тканин визначають на приладі РТ-2 (рис. 3.64). Один кінець проби тканини 2 у вигляді смужки 30×450мм кріплять в затиску барабана 3, а до її іншого кінця підвішують вантаж 1 попереднього натягнення. При включенні приладу губки 5 зсовують пробу тканини, а барабан 3 приводить її в рух. При появі провітру між нитками проби, на шкалі 4 реєструють зусилля, яке є характеристикою розсунення.

Обсипання визначають на приладі ПООТ (рис.3.65). Зразок проби тканини 2 розміром 30×450мм закріплюють в затиски 3. Число проб 20. На приладі задають необхідне число циклів випробувань. При включенні брус з

абразивною щіткою 1 утворює коливальний рух щодо проб тканини 2, впливаючи на їх зрізи.

Проби матеріалів піддаються комплексній дії удару, згинання, тертя і струшування. Критерієм обсіпаємості є висота бахроми проби тканини, що утворилася, виражена в міліметрах, після заданого числа циклів випробувань. Перевагами даного методу визначення обсіпаємості є можливість випробування одночасно декількох проб тканин різного волоконного складу і різних видів переплетення.

Обсіпаємість і розсунення нормуються для тканин, до волокнистого складу яких входять хімічні волокна. Ці показники можна зменшити обробкою тканин речовинами, що створюють додаткові зв'язки між нитками основи і утку.

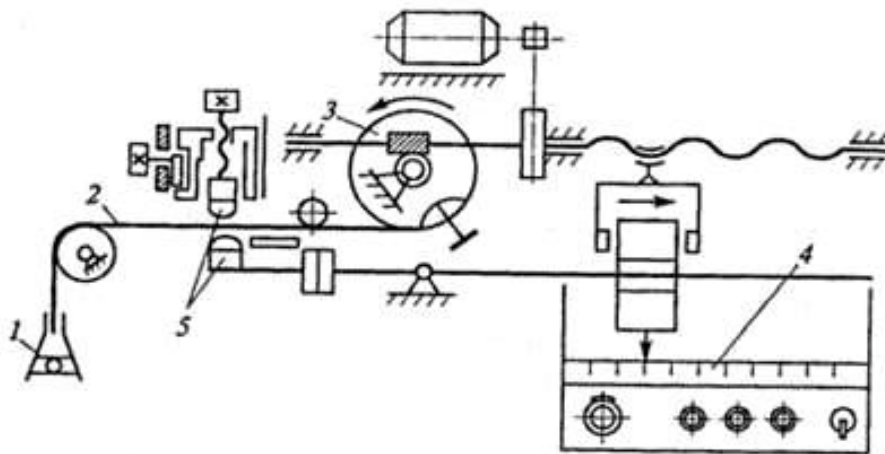


Рис. 3.64. Прилад РТ-2

- 1 – груз; 2 – проба тканини; 3 – барабан для намотування проби;
4 – шкала зусиль;
5 – плоскі резинові губки

Розпускаємістю трикотажу називається здатність одних петель вислизати з інших по напрямку петельних рядів або стовпчиків, вона також є слідством недостатньої сили тангенціального опору і виникає при обриві однієї з ниток. Розпускаємість залежить від виду переплетень, гладкості ниток, їх механічних властивостей і інших причин. При розкрою тканин у

швів залишають від краю запас для того, щоб перешкоджати обсіпанню. Краї трикотажних полотен обметвають спеціальним швом.

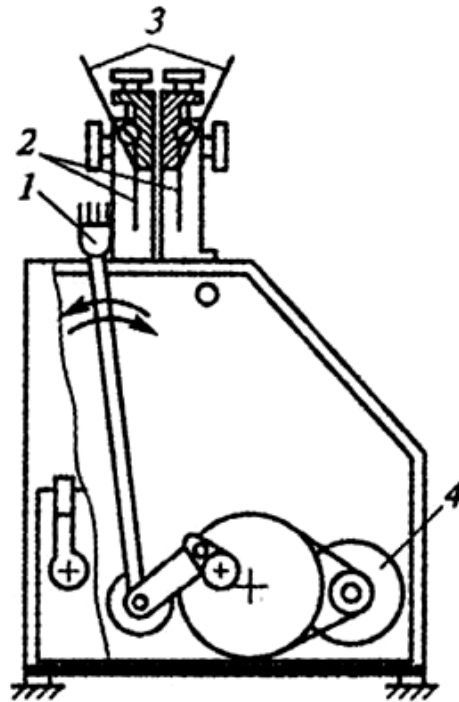


Рис. 3.65. Визначення обсіпання на приладі ПООТ:
1 – брус з абразивною щіткою; 2 – проби; 3 – затиски; 4 - електродвигун

3.6. Фізичні властивості текстильних матеріалів

До фізичних властивостей відносять здатність текстильних матеріалів взаємодіяти з різними властивостями навколишнього середовища. До цих властивостей відноситься здатність матеріалів поглинати і віддавати вологу, пропускати через себе повітря, пару, дим, тепло, радіоактивне і електричне випромінювання і т.п.

Текстильні матеріали мають здатність поглинати різні речовини в газоподібному, пароподібному і рідкому стані. Залежно від зовнішніх умов або умов експлуатації матеріали можуть утримувати поглинені речовини або віддавати їх в оточуюче середовище. Як правило, поглинання супроводжується зміною ряду геометричних, механічних і фізичних властивостей.

Текстильні матеріали відносяться до капілярно-пористих тіл, що мають складну систему пор і капілярів, що розрізняються розмірами і характером розташування. Пори в текстильних матеріалах утворюються в результаті нещільного розташування макромолекул, мікрофібрил, фібрил в структурі волокон, між волокнами і нитками в структурі самого матеріалу. Розрізняють мікропори, радіус яких менше 10^{-7} м, і макропори, радіус яких більше 10^{-7} м. Встановлено, що мікропориста структура матеріалів зв'язана, перш за все, з особливостями будови текстильних волокон і ниток, а макропориста – з будовою самих матеріалів, ступенем їх заповнення волоконним матеріалом. У зв'язку з цим поглинання речовин структурою текстильних матеріалів є складним процесом.

3.6.1. Гігроскопічні властивості

Гігроскопічні властивості текстильних полотен характеризують їх здатність поглинати і віддавати водяні пари і воду. Найважливішими характеристиками гігроскопічних властивостей є вологість, гігроскопічність, вологовідача, капілярність, водопоглинання.

Поглинання парів вологи з навколишнього середовища текстильними матеріалами, що відбувається шляхом *сорбції* водяної пари волокнами, є складним фізико-хімічним процесом. Процес сорбції водяної пари є оборотним, і в певних умовах відбувається віддача – *десорбція* водяної пари. Сорбція складається з декількох етапів. На початковому етапі, коли матеріал потрапляє в середу з великою відносною вологістю повітря, починається процес *адсорбції* – притягування поверхнею волокон парів води, яка утворює на ній щільну полімолекулярну плівку. Адсорбція протікає дуже швидко, і рівноважний стан досягається протягом декількох секунд. При насиченні поверхні волокон водяними парами відбувається процес проникнення (дифузії) молекул води в міжмолекулярний простір, тобто процес *абсорбції*. В результаті процесу абсорбції водяні пари поглинаються всім об'ємом волокон. На відміну від адсорбції дифузійний процес проникання вологи в глибину волокна протікає повільніше, і час досягнення рівноважного стану складає декілька годин.

Сорбція водяної пари протікає нерівномірно в часі (рис. 3.66). В початковій стадії сорбції поглинання вологи відбувається вельми інтенсивно, але при насиченні поверхні матеріалів водяними парами швидкість сорбції знижується і настає сорбційна рівновага, при якій поглинання вологи припиняється. Вологість матеріалу, що відповідає сорбційній рівновазі, називається рівноважною вологістю. Рівноважна вологість матеріалу залежить від вологості і температури повітря. На рис. 3.66 приведена крива залежності рівноважної вологості від відносної вологості повітря при постійній температурі (25°C), які називаються ізотермами сорбції [7].

Початковий етап десорбції також характеризується великою швидкістю; у міру наближення до нового рівноважного стану інтенсивність віддачі знижується. В однакових атмосферних умовах при десорбції рівноважна вологість матеріалу вище, ніж при сорбції, тобто ізотерми сорбції і десорбції не співпадають (рис. 3.68), спостерігається гістерезис сорбції. Пояснюється це тим, що частина вологи абсорбції, що знаходиться в міжмолекулярному

просторі, при десорбції може утримуватися сильнополярними гідрофільними групами макромолекул, що знаходяться на поверхні пор матеріалу.

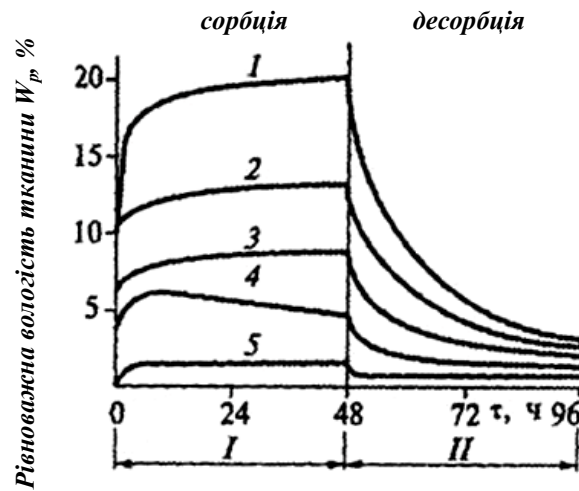


Рис. 3.66. Криві сорбції та десорбції водяної пари тканинами:
 I – віскозними; 2 – з натурального шовку; 3 – бавовняними; 4 – капроновими; 5 – лавсановими;
 II – при відносній вологості повітря 80%;
 III – при відносній вологості повітря 0%.

Криві сорбції і десорбції текстильних матеріалів з волокон різних видів мають різну здатність поглинати вологу. Це пояснюється хімічним складом і надмолекулярною структурою волокон. Сильно полярними являються гідрофільні групи, які притягують і утримують молекули води. Велику здатність поглинати водяні пари мають целюлозні (бавовна, льон) і білкові (вовна, шовк) волокна. З штучних волокон найбільша гігроскопічність спостерігається у віскозних волокон.

Синтетичні волокна (особливо поліефірні, поліолефінові і полівінілхлоридні) мають малу гігроскопічність, оскільки в їх складі майже відсутні гідрофільні групи.

При сорбції парів вологи мікрокапілярами матеріалів волога з повітря конденсується (переходить в рідку фазу) і капіляри наповнюються рідиною.

Здатність текстильних полотен і матеріалів до поглинання оцінюють показниками водопоглинання, водоемності і капілярності.

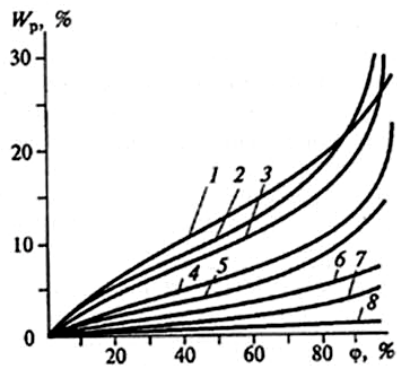


Рис. 3.67. Ізотерми сорбції водяної пари текстильними волокнами:

1 – бавовна; 2 – шовком-сирцем; 3 – льоном; 4 – вовною;
5 – лавсаном; 6 – нітроном;
7 – нейлоном; 8 – ацетатними.

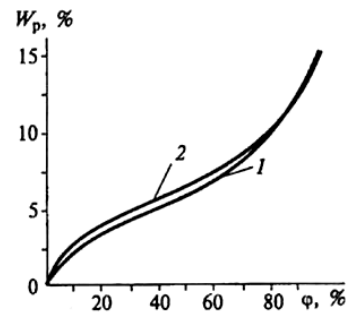


Рис. 3.68. Ізотерми бавовняного волокна

(За даними Е.Н. Чернова):
1 – сорбція; 2 – десорбція

Вологість W %, показує, яку частину маси текстильних матеріалів, складає волога, що міститься в ньому при фактичній вологості повітря:

$$W_{\phi} = (m_{\phi} - m_c) / m_c \cdot 100 \quad (95)$$

де m_{ϕ} – маса проби полотен при фактичній вологості повітря, г;

m_c – маса сухої проби, г.

Кондиційна вологість W %, характеризується вологість матеріалу за нормальних атмосферних умов ($\phi = 65\%$ і $t = 20^{\circ}\text{C}$).

Кондиційну масу розраховують по формулі

$$m_k = m_{\phi} (100 + W_k) / (100 + W_{\phi}) \quad (96)$$

Гігроскопічність W_z %, – вологість текстильних полотен при відносній вологості близької до 100% (98%)

$$W_z = (m_e - m_c) / m_c \cdot 100 \quad (97)$$

де m_e – маса проби, витриманої в ексикаторе при відносній вологості 98%, г.

Капілярність текстильних полотен і виробів характеризує поглинання вологи подовжніми капілярами матеріалу і оцінюється висотою h підйому рідини в пробі, зануреної одним кінцем в рідину на 1 годину (рис. 3.69).

При безпосередньому контакті полотен з водою відбувається поглинання води шляхом дифузії її молекул механічним захопленням частинок води. При механічному захопленні велика роль належить процесам

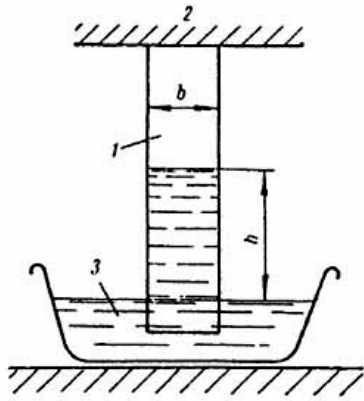


Рис. 3.69. Схема визначення капілярності виробів

змочування і капілярного вбирання. Змочування визначається хімічним складом волокон і ниток, їх здатністю до адсорбції, характером поверхні. Ступінь капілярного поглинання вологи залежить від здатності волокон і ниток змочуватися, а також від розташування капілярів у волокнах і нитках, що сприяє збільшенню капілярної конденсації. У зв'язку з цим напрям капілярів істотно впливає на капілярне поглинання.

Показник капілярності використовують при оцінці якості медичної вати, тканини і нетканих полотен, а також при оцінці гігієнічності полотен, їх здатності намокати (табл. 3.5).

Водопоглинаємість B %, полотен визначається кількістю поглиненою пробюю води при повному зануренні її у воду

$$B_e = (m_e - m_o) / m_o \cdot 100 \quad (98)$$

де m_e – маса пробі після замочування у воді, г, m_o – маса пробі до замочування, г

Приріст вологи Π_v %, характеризує кількість вологи, яка поглинається пробюю в результаті сорбції, капілярної конденсації і водопоглинання:

$$\Pi_e = (m_e - m_c) / m_c \cdot 100 \quad (99)$$

Водоємність (здатність намокати) текстильних полотен B_e , визначається кількістю поглиненої води в грамах в перерахунку на 1 м^2 .

$$B_e = (m_e - m) \cdot 10 / S \quad (100)$$

де m_e – маса проби після замочування, г; m – маса проби до замочування, г; S – площа проби, замоченої у воді, мм².

Таблиця 3.5

Оцінка гігієнічності полотен, їх намоклості

Нитки, що складають тканину	Капілярність h (мм) при тривалості змочування (ч)		Волого поглинання V_v , %	Водоємність, V_e , г/м ²
	1	48		
Капронові:				
елементарні 3,3 текс	5	5	–	–
комплексні 3,3 текс	27	160	–	–
комплексні 6,7 текс	52	360	40-45	–
еластик	180	360	400	366
Віскозні комплексні 16,2 текс	70	560	–	–
Штапельна пряжа:				
капронова	90	400	300	96
віскозна	95	700	–	–
шовкова	–	–	150	75
змішана (капронове волокно та шовк 1:1)	–	–	140-150	79

3.6.2. Проникність

Проникністю текстильних полотен називають здатність виробів пропускати через себе повітря, пару, дим, пил.

Повітропроникність – це здатність матеріалів пропускати повітря. Вона характеризується коефіцієнтом повітропроникності B , дм³/(м²·с), який показує, яку кількість повітря проходить через одиницю площі в одиницю часу при певній різниці тиску по обидві сторони матеріалу.

$$B = V / S t \quad (101)$$

де V – об'єм повітря, яке пройшло через матеріал, дм³; S – площа матеріалу, м²; t – тривалість проходження повітря, с.

Для визначення повітропроникності використовується ряд приладів. Загальний принцип роботи приладу полягає в створенні по товщині випробовуваного виробу 1 (рис. 3.70) різного тиску P_1 і P_2 , унаслідок чого

повітря протікає через виріб. Розрідження за виробом створюється всмоктуючим насосом або вентилятором з камерою 3, закритою виробом. Перепад тиску заміряється чутливим мікроманометром 4. Визначивши кількість повітря V , що пройшло через зразок площею S за час t розраховують по формулі (101) коефіцієнт повітропроникності при заданому перепаді тиску P . Чим вище перепад тиску, тим більше повітропроникності.

При постійному перепаді тиску повітропроникність в основному залежить від пористості, кількості і розмірів відкритих пір, а також від товщини полотен.

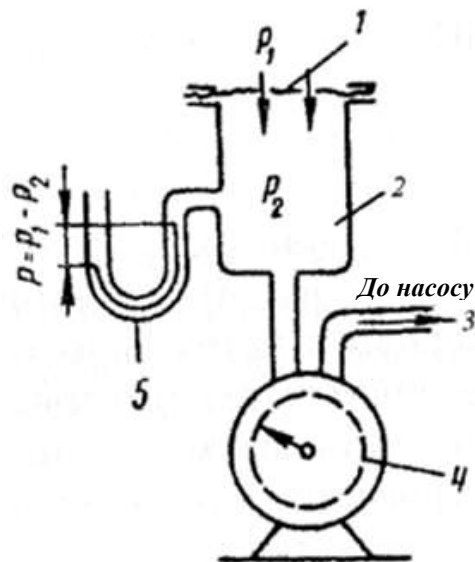


Рис. 3.70. Принципова схема приладу для визначення повітропроникності полотен

Повітропроникність залежить від характеру пористості. Пористість зменшується із збільшенням закритих пор в полотнах. Тканини полотняного переплетення мають меншу повітропроникність в порівнянні з тканинами інших головних переплетень.

Трикотажні полотна мають більшу повітропроникність, ніж тканини саржевого переплетення.

На повітропроникність полотен істотно впливають їх вологість і

температура, а також температура повітря. Із збільшенням вологості повітропроникність полотен знижується. Збільшення вологості приводить до набухання волокон, ниток, до збільшення микро- і макрокапілярної вологості, внаслідок чого зменшується кількість відкритих пір.

Достатньо часто разом із повітропроникністю окремих матеріалів необхідне знання повітропроникності і пакету одягу, що, як правило складаються з декількох видів текстильних матеріалів.

Загальну повітропроникність багат шарового пакету одягу можна розрахувати по формулі Клейтона

$$B_n = \frac{1}{\left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} + \dots + \frac{1}{B_n} \right)}, \quad (102)$$

де B_1, B_2, B_n – коефіцієнти повітропроникності кожного шару матеріалу

Для літнього і спортивного одягу необхідно щоб повітропроникність була вищою, тоді як для демісезонного і зимового одягу, навпаки, необхідна знижена повітропроникність.

Вітропроникність. При дії вільного потоку повітря, що рухається, частина його проникає через пори полотен, пакетів у виробках, а решта частина відштовхується від них або огинає. Та частина потоку, яка проникає через одиницю площі полотна в одиницю часу, характеризує

вітропроникність. Її можна побічно оцінювати по погіршенню теплозахисних властивостей матеріалу при різній швидкості повітря.

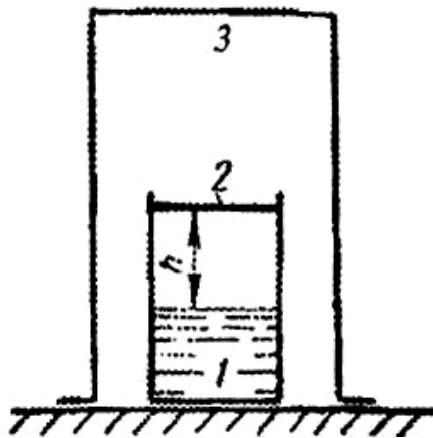


Рис. 3.71. Схема визначення паропроникності

Паропроникність характеризує здатність виробів пропускати водяні пари з середовища з підвищеною вологістю повітря в середу з меншою вологістю. Паропроникність – процес випаровування, дифузія може здійснюватися шляхом

конвекції пари через відкриті пори, а також шляхом сорбції і десорбції. Паропроникність залежить від гігроскопічних властивостей полотен і різниці між температурою і відносною вологістю повітря по обидві сторони проби полотна.

Для визначення паропроникності судину 1 (рис. 3.71) з водою щільно закривають випробовуваним матеріалом 2 і поміщають в камеру 3 з відносною вологістю повітря 60% і температурою 20°C. При спаді ваги

стакана з водою обчислюють коефіцієнт паропроникності B_h , тобто кількість водяної пари в мг, проходять через 1 м^2 виробу за 1 сек.

$$B_h = \frac{A}{FT}, \quad [\text{мг/м}^2 \text{ с}] \quad (103)$$

де A – зменшення ваги води в мг за T с; F – площа виробу, проникного випаровування в м^2 .

Коефіцієнт паропроникності залежить від висоти шару повітря h . Чим більше h , тим менше тиск водяної пари і менше паропроникність. На практиці h вибирають мінімальним.

Відносна пористість B показує процентне відношення кількості пари води A , що пройшло через виріб, до кількості води B , що випарувалася з відкритої судини того ж розміру і за той же проміжок часу:

$$B = (A/B) 100 \quad [\%] \quad (104)$$

Для тканин відносна паропроникність коливається в межах 20-50%.

Пилопроникність. В процесі носіння текстильні матеріали здатні пропускати або утримувати в своїй структурі частинки пилу. Частинки пилу проникають крізь матеріал через різні пори матеріалу і утримуються в його структурі завдяки механічному зчепленню з поверхнею волокон. Кількість пилу, захопленого матеріалом, залежить від його електризуємості. При терті між собою найдрібніші частинки пилу здатні придбати електричний заряд. Заряджені частинки пилу притягуються до поверхні матеріалу за наявності на ньому статичної електрики, тому забрудненість істотно залежить від електризованості матеріалу.

Рихла пориста структура матеріалів, які складаються з волокон з нерівною поверхнею, має більшу здатність захоплювати і утримувати пил, ніж матеріал щільної структури, що має гладку поверхню. Встановлено, що вовняні і бавовняні тканини мають найбільшу пилоємність, а додавання в них поліефітних волокон зменшує пилоємність.

Показники пилопроникності і пилоємності визначають шляхом зтягування через матеріал за допомогою пилососа певної маси „пилу”, що

має визначений склад і розмір частинок. Кількість пилу, що пройшов через матеріал, і що осів на ньому, встановлюють зважуванням.

Розрізняють пилопроникність і пилоємність.

Пилопроникність – здатність матеріалів пропускати частки пилу. Вона може характеризуватися коефіцієнтом пилопроникності Π_n , г/(см² · с).

$$\Pi_n = m / (S \cdot t) \quad (105)$$

де m – маса пилу, що пройшов через пробу матеріалу, г; S – площа проби, см²; t – час, с.

Відносна пилопроникність Π_o %, показує відношення маси пилу, що пройшов через матеріал, m_1 , до маси пилу, узятото для випробування, m_o .

$$\Pi_o = 100 m_1 / m_o \quad (106)$$

Пилоємність – здатність матеріалу сприймати і утримувати пил. Вона характеризується відносною пилоємністю Π_c %, – відношенням маси пилу, поглиненого матеріалом, m_2 , до маси пилу, узятото для випробування, m_o .

$$\Pi_c = 100 m_2 / m_o \quad (107)$$

Водопроникність – здатність текстильних полотен пропускати воду при перепаді тиску називається водопроникністю і оцінюється коефіцієнтом водопроникності B_q , кількістю води в дм³, яка проходить в 1 с через 1 м² при постійному тиску:

$$B_q = V / (S T) \quad (108)$$

де V – об'єм води, що пройшов через пробу матеріалу, дм³; S – площа проби, м²; T – час, протягом якого проба пропускає певний об'єм води, с.

При визначенні водопроникності через випробовуваний зразок 1 (рис. 3.72), затиснений в циліндр 2, пропускають 0,5 дм³ води при температурі 20°C і при постійному тиску 500 н/м². Для цього при закритому крані 3 і відкритому крані 4 через воронку 5 наповнюють водою судину 6. Далі відкривають кран 3 і заповнюють водою циліндр 2 до рівня нижньої поверхні випробовуваного зразка, який потім закладають в циліндр 2 між двома гумовими кільцями і затискають кільцем 7. Пересуваючи по штативу циліндр 6, його встановлюють так, щоб рівень водозливу 8 знаходився на

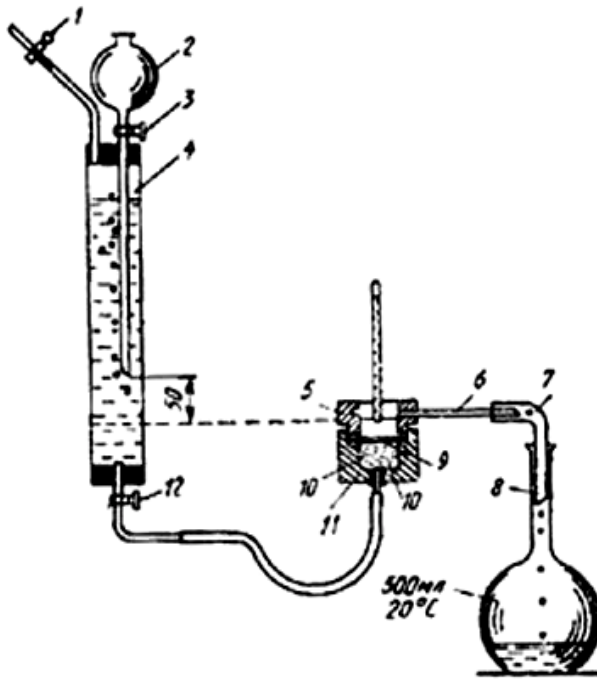


Рис. 3.72. Прилад для визначення водопроникності
полотен

50мм нижче за кінець трубки воронки 5. Водозлив 8 через водостік 9 сполучають з мірною колбою 10 і, відкривши кран 3, чекають, поки вода не почне витікати в колбу. Закривши кран 3, доливають в судину 6 воду, а з колби 10 воду виливають. Далі закривають кран 4 і при відкритому крані 11, повністю відкривши кран 3, помічають по секундоміру час від початку до кінця

заповнення колби 10 по риску. Після цього кран 3 закривають.

Тканини перед випробуванням звичайно звільняють від шліхти, апрету або замаслювача, а для запобігання зміни густини тканин від набухання ниток зразки перед випробуванням замочують у воді.

Водопроникність тканин сильно залежить від їх товщини і заповнення (пористості) і змінюється у великих межах.

Водоопір – це опір текстильних полотен первинному проникненню через них води. Показник водоопору використовують для оцінки брезентів, наметових полотен, полотен із спеціальними водовідштовхувальними просоченнями.

За показники водоопору приймають мінімальний тиск води на випробовувану пробу, при якому з'являється третя крапля води на протилежній поверхні проби. Цей принцип визначення водовпірності матеріалу покладено в основу конструкції приладу пенетрометра (рис. 3.73). На пенетрометр пробу матеріалу закріплюють на циліндрі, в який подається вода. Циліндр пов'язаний з манометром, за допомогою якого заміряється тиск

води H (мм.вод.ст. або Па) на матеріал у момент появи на його поверхні перших трьох крапель води.

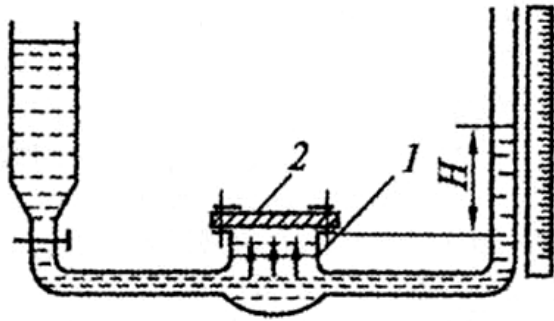


Рис. 3.73. Схема пенетрометра для визначення водоопору:
1 – циліндрична камера;
2 – матеріал.

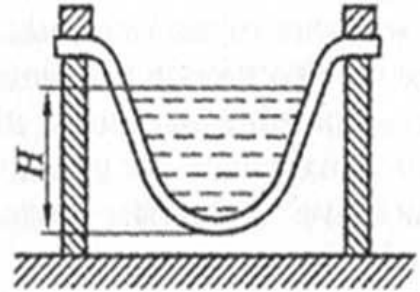


Рис. 3.74. Схема визначення водоопору методом кошеля

Інший метод оцінки водоопору матеріалів – метод кошеля (рис. 3.74) – полягає в тому, що в підвішену пробу наливають воду до висоти H . водоопору визначають за часом з моменту наповнення кошеля водою до моменту просочування третьої краплі або по максимальній висоті шару води, при якій матеріал не пропускає воду протягом 24г.

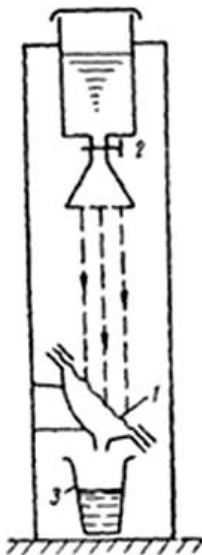


Рис. 3.75. Схема дощувальної установки

Для визначення стійкості тканин до дії дощу використовують дощувальну установку, принцип дії якої полягає в тому, що пробу 1 розташовують під кутом 45° (рис. 3.75) до падаючих з отворів судини 2 крапель води. Водовпірність характеризують часом, необхідним для проникнення через зразок 10см^3 води, мірною мензуркою 3.

Водоопір виробів залежить від показників заповнення виробів волоконним матеріалом. Вона різко зменшується за наявності наскрізних пор, не заповнюваних навіть при набуханні

зволоженого виробу. Навпаки, щільна увалка сукон і повсті, наявність густого, сильного запресованого ворсу значно підвищує їх водостійкість.

Для отримання виробів з підвищеною водостійкістю іноді використовують різні види просочення. Їх можна розділити на дві основні групи. До першої відносять просочення, при яких вироби суцільно покривають плівкою, непроникною для води, наприклад тонким шаром каучуку, поліхлорвініла, висихаючого масла і т.д. В цьому випадку всі пори закриваються водонепроникним шаром, що надає виробу повну водостійкість, але він стає непроникним і для повітря. До другої групи відносять гідрофобні просочення, при яких пори виробу залишаються відкритими і він зберігає повітропроникність. В цьому випадку надання виробам водовідштовхувальних властивостей засновано на створенні в порах тканини поверхневого шару, який утримує воду від протікання через пори, а водостійкість обумовлюється співвідношенням сил притягання між частинками рідини (води), з одного боку, і поверхнею виробу – з іншою.

3.6.3. Теплові властивості

При експлуатації виробів теплообмін між тілом людини і навколишнім середовищем повинен проходити так, щоб температура повітря в підодежному просторі знаходилася в межах 20-25°C. Цей температурний інтервал гарантує комфортні умови роботи і відпочинку людини. Збільшення або зменшення температури приводить до перегріву або переохолодження тіла, викликаючи дискомфорт.

Теплообмін між фізичними тілами і навколишнім середовищем може відбуватися шляхом теплопровідності, конвекції і випромінювання.

Передача теплової енергії відбувається при зіткненні частинок контактуючих поверхонь твердих тел. Передача теплової енергії (конвекція) здійснюється шляхом переміщення частинок з утворенням теплових потоків в рідинах і газах і завжди супроводиться теплопровідністю.

До теплових (термічних) відносяться властивості, які характеризують відношення матеріалів до дії на них теплової енергії. Основними тепловими властивостями текстильних полотен є теплопровідність, теплостійкість, морозостійкість, вогнестійкість.

Теплопровідність характеризує властивості текстильних полотен, пов'язані з перенесенням енергії теплового руху мікрочастинок від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, що приводить до вирівнювання температури.

Теплопровідність текстильних полотен оцінюється коефіцієнтами теплопровідності λ , Вт/(м·°C), теплопередачі K , Вт/(м²·°C), тепловим опором R , м²·°C/Вт, питомим опором ρ , м·°C/Вт:

$$\lambda = \frac{Q \cdot b}{S(T_1 - T_2)}; \quad (109)$$

$$KT = \frac{Q}{T(T_1 - T_2)} = \frac{\lambda}{b}; \quad (110)$$

$$R = \frac{S(T_1 - T_2)}{Q} = \frac{1}{K}; \quad (111)$$

$$\rho = \frac{S(T_1 - T_2)}{Q \cdot b} = \frac{R}{b}; \quad (112)$$

де Q – потужність теплового потоку, що проходить через пробу полотна, Вт; b – товщина полотна, м; S – площа проби, м²; T_1 і T_2 – температура поверхні проби полотна °C.

Теплопровідність текстильних полотен залежить від багатьох чинників: волоконного складу полотен, їх структури, вологості конвекції та ін.

Коефіцієнт теплопровідності λ складає: для повітря – 0,02, вовни – 0,03, шовки – 0,04, льону – 0,04, бавовни – 0,05, води – 0,6. Тому при близьких параметрах структури текстильні полотна різного волоконного складу мають різні показники теплопровідності. На теплопровідність текстильних полотен

істотно впливають переплетення, пористість, спосіб утворення структури та ін.

Текстильні матеріали мають складну пористу структуру, що складається з волокон і заповнених повітрям пір. Пори розташовуються як між волокнами, так і усередині них; форми та розміри їх різноманітні: мікро- і макрокапіляри, наскрізні та замкнуті. Перенесення теплоти в подібних матеріалах з неоднорідною пористою структурою здійснюється завдяки теплопровідності волокон і повітря, що знаходиться в замкнутих порах, конвекції через наскрізні пори, тепловипромінюванням стінками пор. Тому коефіцієнт теплопровідності текстильних матеріалів умовний: він характеризує здатність матеріалу передавати теплову енергію не тільки за рахунок теплопровідності, але і шляхом конвекції та тепловипромінювання.

Враховуючи, що текстильні матеріали мають високу пористість, порівняно малу площу контакту між окремими волокнами і мало розрізняються по теплопровідності, їх теплопровідність визначається значною мірою теплопровідністю повітря в замкнутих порах і конвекцією через відкриті пори. Із збільшенням пористості структури до певної межі теплопровідність текстильних матеріалів знижується, оскільки теплопровідність повітря нижче за теплопровідність волокон. Проте при подальшому підвищенні пористості, коли з'являються незамкнуті наскрізні пори, теплопровідність матеріалів підвищується, оскільки важливу роль починає грати конвекція.

Теплозахисні властивості текстильних матеріалів звичайно визначають методами стаціонарного і регулярного режимів.

Стандартний прилад передбачає вимірювання стаціонарного теплового потоку при постійній різниці температур двох поверхонь, розділених випробовуваним матеріалом. Прилад складається з нагрівача 1 (рис. 3.76), що розігрівається до температури t_1 , і холодильника 2, охолоджуваного водою до температури t_2 . Між ними закладають випробовуваний зразок 3. Потужність електроенергії, робочою електроплитою, що витрачається, 4 і

перетворюваної на тепловий потік, що йде до охолоджуючої камери 2, виміряють вольтметром 5 і амперметром 6. Регулюючи реостатом нагрівання електроплити 4 і змінюючи циркуляцію води – забезпечуємо охолодження камери 2, добиваючись при постійній витраті електроенергії постійності температур t_1 і t_2 , які виміряють за допомогою термопар. Після цього заміряють силу струму I [а] та напругу U [в] в затисках нагрівача 1 і обчислюють потужність теплового потоку

$$Q = I U \text{ [вт]} \quad (113)$$

Даний розрахунок справедливий при перпендикулярному напрямі теплового потоку до площини зразка 3.

Стаціонарний тепловий процес настає після 2-5 годин, що змінює нормальну вологість випробовуваного матеріалу і є недоліком стандартного методу. Крім того, умови теплообміну відповідають випадку, коли одяг з одного боку щільно прилягає до шкіри тіла, а з іншої – до твердої охолоджуючої поверхні. Тому більш цікаві дослідження теплообміну, коли виріб з одного боку прилягає до поверхні шкіри (нагрівача), а з другого боку – стикається з повітрям.

Для цього використовують бікалориметр. Бікалориметр складається з полого металевого циліндра 1 (рис. 3.77, а), на торцях якого встановлені теплоізолятори 2. Усередині приладу встановлені робочі спаї 3 термопари, а інші спаї 4 термопари знаходяться в навколишньому повітрі. Нагрітий бікалориметр з одягненим зразком 5 матеріалу охолоджують в нерухомому повітрі або в повітрі, що рухається, з постійною температурою. По гальванометру 6 виміряють різницю температур Δt приладу і навколишнього повітря через різні проміжки часу T , а потім будують графік залежності $\ln \Delta t$ від T (рис. 3.86, б). Для прямолінійної ділянки АВ, відповідної регулярному режиму теплообміну, визначають темп охолодження:

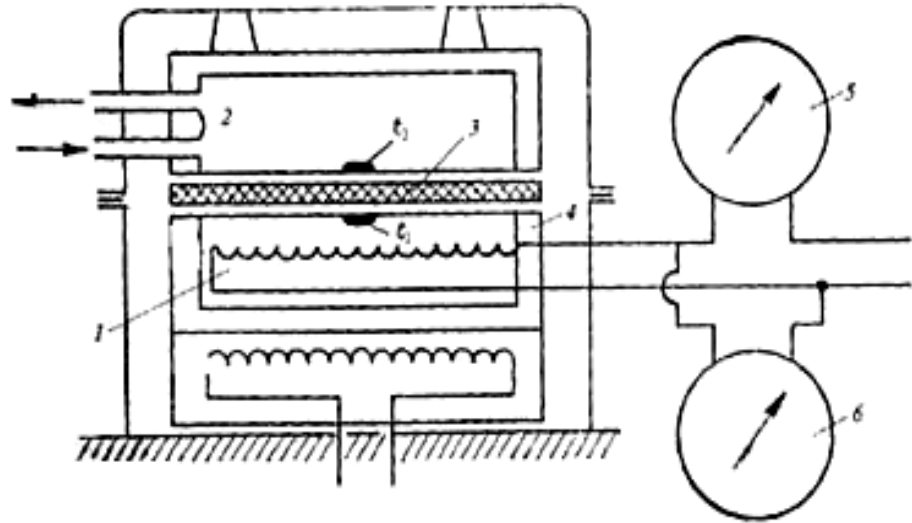


Рис. 3.76. Схема стандартного прилада для визначення теплозахисних властивостей виробів методом стаціонарного режиму

$$m = \frac{\ln \Delta t_1 - \ln \Delta t_2}{T_1 - T_2} \quad (114)$$

де Δt_1 і Δt_2 – різниця температур приладу і повітря відповідно у момент часу T_1 і T_2 .

Сумарний тепловий опір матеріалу обчислюють за формулою:

$$R = \frac{1}{m\phi}, \quad [\text{м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}] \quad (115)$$

де m – темп охолодження бікалориметра, 1/сек;

$\phi = C/F$ – тепловий чинник даного приладу дж/м² · град;

C – теплоємність циліндра бікалориметра, дж/град;

F – бічна поверхня циліндра бікалориметра, м² ;

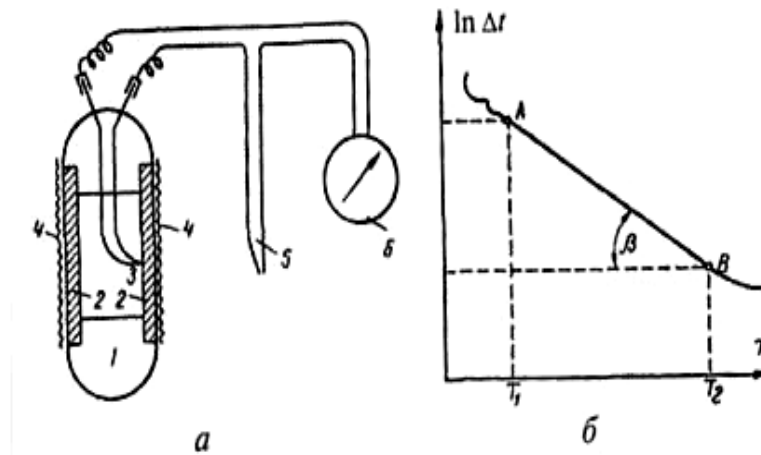


Рис. 3.77. Схема біокориметру (а) та графік для визначення темпу охолодження (б)

Внутрішній тепловий опір $R_m = \rho_m \cdot b$ залежить від товщини виробу і змінюється в межах

Бязь бавовняна	0,007-0,008
Тканина скляна	0,008-0,018
Фланель і байка бавовняні	0,024-0,036
Тканина вовняна	0,020-0,140
Трикотаж ворсовий бавовняний	0,034-0,048
Ковдри	0,066-0,172
Повсть шерстяна і змішані	0,123-0,172
Скляна повсть	0,280-0,290

Теплоємність. Здатність текстильних полотен та виробів поглинати тепло при підвищенні їх температури називають теплоємністю. Показником теплоємності є питома теплоємність матеріалу. Теплоємність характеризує теплову інерцію матеріалу, його поведінка при різких коливаннях температури навколишнього середовища.

Питома теплоємність C , [(дж)/(кг·°C)] 103, текстильних матеріалів, отриманих з приведених волокон складає: [8]

Скловолокно	0,88
Шовкові	1,67
Полівінілхлоридні	0,96
Поліамідне	1,84

Поліефірне	1,13
Поліпропіленове	1,84
Бавовняні	1,38
Вовняні	1,89
Лляні	1,51
Пенополіуретанове	2,14
Поліакрілонітрільне	1,55
Тріацетатне	2,18
Віскозні	1,63

Полотна з більш високою питомою теплоємністю доцільно застосовувати для одягу, експлуатація якого відбувається в умовах швидкої і частой зміни температури.

Для текстильних змішаних полотен П.А.Колесниковим запропонована формула розрахунку питомої теплоємності

$$C_0 = (c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n) \cdot 100 \quad (116)$$

де c_1, c_2, \dots, c_n – питома теплоємність компонентів; x_1, x_2, \dots, x_n – зміст компонентів %; $x_1 + x_2 + \dots + x_n = 100\%$

Тепло- і термостійкість. При використуванні текстильних матеріалів для теплоізоляції, при теплових обробках, в процесах сушки вони можуть піддаватися не сильним, але тривалим нагрівам, а також короткочасним нагрівам до високих температур, які здатні викликати зміни їх властивостей. Теплостійкість матеріалу характеризують максимальною температурою, вище якій настає погіршення властивостей, перешкоджаюче його використанню. Залежно від призначення виробів за критерій теплостійкості приймають погіршення механічних, діелектричних і інших властивостей.

Термостійкість характеризує верхню межу робочих температур в тих випадках, коли настають незворотні зміни властивостей матеріалу (деструкція).

Термостійкість залежить в основному від волоконного складу.

На показники тепло- і термостійкості матеріалів суттєво впливає їх товщина, пористість, характер поверхні. При тривалій дії підвищеної

температури може відбуватися зміна таких важливих механічних властивостей, як міцність, жорсткість. При зіткненні матеріалу з нагрітою поверхнею в процесах прасувальної обробки, пресування і каландрування інтенсивній дії температури піддаються, перш за все, волокна, що знаходяться на поверхні. В порівняно сухих матеріалах через їх малу теплопровідність може відбутися значний перегрів цих волокон, яке приведе до їх пошкодження. В результаті зміниться колір волокон, знизиться стійкість матеріалів до стирання.

Морозостійкість. Здатність матеріалу, просоченого водою, витримувати багатократне поперемінне заморожування і відтавання без погіршення міцності або без видимих ознак руйнування називають морозостійкістю.

При пониженні температури від +20 до - 40°C текстильні волокна і нитки істотно змінюють механічні властивості. Розривне навантаження натуральних і хімічних волокон зростає на 25-60% (окрім бавовняних і лляних, у яких наголошується зниження розривного навантаження на 5-10%), а розривне подовження зменшується на 15-30% (за даними Б.А. Бузова).

На текстильні матеріали пониження температури робить аналогічний вплив. Так, при зниженні температури до -50°C розривне навантаження для тканин з хімічних волокон і ниток зростає на 35-50%; розривне навантаження для тканин з бавовняних волокон збільшується на 6-10% при температурі – від 0 до -15°C. Розривне подовження тканин при знижених температурах зменшується на 10-30%. Розтяжність еластичних тканин при знижених температурах знижується; найбільше зменшення показників пружної і високоеластичний компонент повної деформації розтягування спостерігається при температурі від -20 до -35°C. При знижених температурах в умовах підвищеної відносної вологості (85-90%) зминальна тканин зменшується. Це зменшення для тканин з натуральних і хімічних волокон і ниток складає 20-40%.

З пониженням температури знижується стійкість тканин до багатократних згинань. Показники витривалості і залишкового розривного

навантаження при температурі від -60 до -70°C найбільш різко знижуються для тканин з бавовняних волокон і комплексних ниток, менш різко – для тканин з текстурованих ниток.

В умовах Крайньої Півночі, в арктичних і антарктичних експедиціях експлуатація одягу з тканин, вироблених їх поліефірних текстурованих ниток, показали високу ефективність. При знижених температурах одяг з цих тканин залишається змиальним, зносостійким, відрізняється легкістю і зручністю. Навіть в дуже холодних умовах костюми зберігають теплоту і необхідний вологообмін з навколишнім середовищем.

В одягу, виготовленого з традиційної бавовняної тканини, в умовах знижених температур спостерігається швидкий знос тканини верху і втрата формостійкості. При дії холоду в поєднанні з вологою і паливно-змащувальними матеріалами бавовняні тканини грубіють. Одяг з такої тканини не підлягає повторній експлуатації.

При багатократному охолодженні – нагріванні текстильних матеріалів велике значення мають також такі чинники, як вміст вологи в матеріалі, температура охолодження, число циклів критичної дії, природа волокон (ниток), структура матеріалу, їх структурні параметри. Наприклад, для бавовняної тканини найрізкіше погіршення міцності властивостей спостерігається при охолодженні від -5 до -40°C , при числі циклів дії 100 і більш, при вмісті вологи в тканині 60% і більш.

В результаті багатократного охолодження – нагрівання бавовняної тканини відбуваються значні зміни в структурі і властивостях, як самої тканини, так і становлячих її волокон. Фазовий перехід води, що міститься у волокнах, приводить до змін в їх структурі і властивостях, як самої тканини, так і становлячих її волокон. Наявність вологи в структурі тканини веде до змін її структурних елементів: поперечник ниток збільшується на 30-40%, порушується впорядкованість розташування волокон і ниток.

Трикотажні полотна, що містять більше 50% вологи, після багатократного охолодження-нагрівання також істотно змінюють свої фізико-механічні властивості.

Вогнестійкість. Дію вогню на текстильні полотна та вироби визначають їх вогнестійкість. За стійкістю до полум'я вогню полотна розділяють на негорючі (азбестові, скляні, вуглецеві та ін.), спалахуючі, але припиняючі горіння і тління після видалення з полум'я (вовняні, поліфірні та ін.), і пальні, що продовжують горіти і тліти після видалення з полум'я (бавовняні, лубові, віскозні та ін.).

Оцінка вогнестійкості проводиться по займистості, легкості займистості і горючості (швидкості спалаху).

Випробування текстильних полотен на вогнестійкість проводять при вертикальному, похилому (45°), горизонтальному положенні елементарних проб з використанням нагрітого дроту.

Як показники вогнестійкості текстильних полотен застосовують наступні:

- займистість – легкість або відсутність спалаху, що характеризується температурою і часом запалювання проби;
- горючість – швидкість горіння проби, тривалість залишкового горіння в секундах, час горіння проби після видалення її із зони вогню;
- тривалість залишкового тління – час в секундах свічення проби після її видалення із зони вогню;
- обуглюваність – висота в міліметрах почорнілої ділянки в результаті термічного руйнування волокон і ниток проби.

3.6.4. Оптичні властивості

Оптичними властивостями матеріалів називають їх здатність кількісно і якісно змінювати світловий потік. Внаслідок чого виявляються такі властивості як колір, блиск, прозорість, білизна. Оптичні властивості

текстильних матеріалів мають істотне значення при оцінці зовнішнього вигляду, естетичному сприйнятті одягу. Вони дозволяють виявити, підкреслити або, навпаки, приховувати фактуру матеріалу, конструктивні особливості виробу, об'єм фігури людини.

Світловий потік є видимою частиною спектру електромагнітних випромінювань, що мають довжину хвиль 400-700нм. Світловий потік P (рис.3.78), падаючий на текстильний матеріал, зазнає ряд змін: частина його P_ρ відбивається від поверхні волокон, частина P_α поглинається і частина P_τ проходить через матеріал:

$$\rho = P_\rho / P ; \quad \alpha = P_\alpha / P ; \quad \tau = P_\tau / P$$

Основними характеристиками світлових властивостей матеріалів служать коефіцієнти віддзеркалення ρ , поглинання α і пропускання τ .

Ці коефіцієнти є відношенням відповідно відображеного P_ρ , поглиненого P_α і пропущеного P_τ потоків до падаючого потоку.

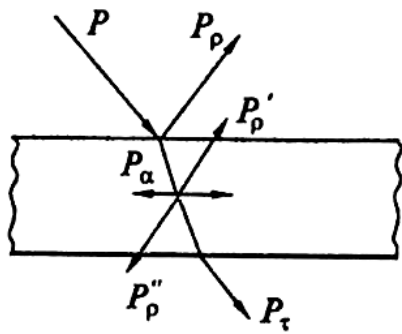


Рис. 3.78 Проходження світлового потоку крізь текстильний матеріал

На показники характеристик оптичних властивостей істотний вплив надають такі чинники, як природа волокон і ниток, структура волокон, ниток і матеріалів.

Тканини атласного переплетення мають дуже високу відбивну здатність. Полотна з довгим ворсом також володіють достатньо високою відбивною здатністю. Навпаки, полотна

із текстурованих ниток, апаратної пряжі, ниток з високим суканням (крепової) розсіюють світловий потік.

Істотно впливають також фарбники, які проявляють велику виборчу здібність до поглинання світлового потоку. Вибірковість поглинання залежить від кількості та характеру розподілу частинок фарбника у волокнах.

Колір. Людина, яка розглядає матеріал із сторони падаючого потоку випромінювань, сприймає світловий потік, як відбитий та дифузійно-розсіяний вгору, що й викликає у нього відчуття кольору.

Якщо матеріал рівномірно поглинає потік випромінювань, то сприйманий світловий потік викликає у людини відчуття того або іншого *ахроматичного кольору* (від білого до чорного) залежно від ступеня поглинання падаючого потоку випромінювань. При повному віддзеркаленні виникає відчуття білого кольору, при неповному поглинанні – сірого кольору (різних відтінків), а при повному – чорного.

При виборчому поглинанні дифузійно-розсіяний світловий потік складається в основному з випромінювань, що мають певну довжину хвиль. В цьому випадку сприйманий світловий потік дає відчуття *хроматичного кольору*, причому випромінювання різних довжин хвиль викликає різне колірне відчуття.

Зорове сприйняття кольору – складний психофізичний процес, який складається з логічної обробки якісної та кількісної інформації, що одержується в результаті перетворення видимого випромінювання зоровим апаратом людини. Виникаюче відчуття кольору має декілька якісних і кількісних характеристик.

Колірний тон – основна якісна характеристика відчуття кольору, яка дозволяє встановити загальне між колірними відчуттями зразка матеріалу і кольором спектрального випромінювання. Відмінність колірних тонів оцінюється колірними порогоми. У видимому спектрі розрізняють близько 130 порогів колірного тону, в пурпурних кольорах – 20-30 порогів.

Насиченість – якісна характеристика відчуття кольору, що дозволяє розрізнити два відчуття кольору, що мають один і той же колірний тон, але різний ступінь хроматичності. Ця характеристика оцінюється порогоми насиченості. Найбільший поріг насиченості у спектральних кольорів; поріг насиченості ахроматичного кольору рівний нулю.

Світлота – кількісна характеристика відчуття кольору, показуюча ступінь загального між даним кольором і білим. Світлота несамосвітних тіл залежить від їх світлових властивостей, зокрема від відбивної здатності. Кольори червоні, оранжеві, жовті, жовто-зелені називають теплими; вони в сприйнятті людини асоціюються з уявленнями про сонячне світло, теплі, нагріті тіла. Кольори зелено-голубі, голубі, сині, фіолетові називають холодними, оскільки вони пов'язані з уявленнями про колір льоду, металу. Білі і теплі кольори яскраві, виступаючі; вони добре виявляють поверхню матеріалу, його фактуру, конструктивні елементи виробу, підкреслює об'ємність фігури, додають їй повноту. Темні і холодні кольори, навпаки, приховують поверхню, об'ємність матеріалу. Швейні вироби, що виготовляються з матеріалів світлих і теплих кольорів, вимагають ретельної обробки, оскільки щонайменші її неточності виглядатимуть як дефекти зовнішнього вигляду виробу.

Поняття теплих і холодних кольорів не співпадають з фізичними поняттями теплих і холодних забарвлень. Теплота сонячного світла або нагрітого тіла обумовлюється інфрачервоним випромінюванням. Тому забарвлення, що відбивають в більшій мірі інфрачервоні промені, менше нагрівають матеріал і носять назви холодних, а забарвлення, які поглинають інфрачервоні промені, в більшій мірі нагрівають матеріал і тому називаються теплими. Очевидно, для літнього сезону слід рекомендувати матеріали з холодним забарвленням, а для осінньо-зимового – з теплим.

Істотно впливають на сприйняття кольору характер освітлення, його спектральний склад і потужність. При зміні джерела освітлення може відбутися зміна світлоти, насиченості та тону кольору. При сонячному освітленні теплі кольори сприймаються менш насиченими та менш світлими, а холодні більш світлими, ніж при вечірньому освітленні. Тому для виробів, що надягають в яскравий, сонячний день весінньо-літнього сезону, рекомендуються матеріали насичених кольорів і малюнків. При зміні джерела освітлення або збільшення його потужності без зміни спектрального

складу змінюється колірний тон, що необхідно враховувати при визначенні призначення матеріалу (наприклад, для денних і вечірніх платтів). Вплив джерел освітлення враховують також при визначенні оптичних властивостей матеріалів, передбачаючи джерела з визначеними, стандартизованими характеристиками випромінювання.

Сприйняття кольору залежить від складу сприйманого світлового потоку, співвідношення хроматичного й ахроматичного випромінювань, що визначається характером поверхні матеріалу та оптичними властивостями волокон. На прозорих волокнах колір відчувається більш насиченим, оскільки вони в більшій мірі вибірково поглинають світловий потік, ніж непрозорі. На гладкій блискучій поверхні колір сприймається більш яскравим, світлим, ніж на нерівній. Колір матеріалів, які мають велику товщину або ворсову поверхню, сприяючи багатократному віддзеркаленню випромінювань волокнами, сприймається більш насиченим, менш світлим. Зміна довжини або нахилу ворсу міняє умови віддзеркалення потоку випромінювань, а разом з цим і колір матеріалу. З цієї ж причини ми відрізняємо колір більш зношених ділянок одягу від кольору менш зношених.

На відчуття кольору впливає розташування кольорів – називається одночасний контраст, який призводить до зміни, як світлоти, насиченості, так і колірному тону. При розташуванні поряд двох різнояскравих ділянок ахроматичних кольорів змінюється їх світлота: у межі розділу менш світла ділянка стає світлішою і, навпаки, більш темна ділянка – темніше. Сірий малюнок на чорному фоні підвищує свою світлоту. Аналогічну картину спостерігають при зіткненні хроматичних кольорів з ахроматичними. Чим більше відмінність в світлоті, тим сильніше світловий контраст.

При зіткненні хроматичних кольорів сприйманий світловий потік як би підсумовується і відчувається як новий колір. Наприклад, на червоному фоні оранжевий колір жовтіє, жовтий зеленіє, зелений голубіє.

При виготовленні текстильних матеріалів істотне значення має точна оцінка *колірної відмінності по тону, насиченості та світлоті*. Необхідність оцінки колірної відмінності виникає в різних ситуаціях: по-перше, при відтворенні кольору стандартного зразка в процесі фарбування текстильних матеріалів, коли необхідно підібрати фарбники так, щоб колір забарвленого зразка був подібний кольору еталона. По-друге, така оцінка потрібна при встановленні різновідтінковості матеріалу, яка виникає в результаті зміни умов або порушення технологічних режимів фарбування та обробки і виражається в наявності ділянок матеріалу, що розрізняються за кольором. Різновідтінковість матеріалу значно утрудняє технологічний процес виготовлення швейних виробів, тому різновідтінковість матеріалу повинна контролюватися.

При експлуатації текстильних матеріалів має значення міцність зв'язку фарбника із волокном, яка може порушуватися під дією води, хімічних препаратів, механічних чинників. В результаті часткове видалення фарбника із структури волокна, що викликає зміну кольору і фарбування дотичних поверхонь.

Стійкість забарвлення текстильних матеріалів оцінюється за комплексом фізико-механічних і хімічних дій: світла, світлопогоди, зволоження, сухого й мокрого тертя, поту, мильного розчину, хімічного очищення, утюжильної обробки. Комплекс фізико-механічних і хімічних дій для конкретних матеріалів встановлюється залежно від їх призначення, умов, в яких вони знаходяться при виготовленні і експлуатації виробів.

Однозначне визначення кольору за допомогою точних характеристик – основна задача *колориметрії*. В повсякденному житті колір характеризують колірними відчуттями, словарним визначенням, що є досить суб'єктивним і неточним методом оцінки кольору.

Більш точний метод колориметрії – візуальне порівняння зразка з еталоном, при якому тотожність відчуттів сприймається як тотожність кольорів. Для цієї мети використовують атласи кольорів, які є набором

колірних зразків, розташованих по певній системі. Атлас кольорів грає роль візуального кольоровимірювального інструменту.

Для визначення ступеня зміни початкового забарвлення від різних фізико-хімічних дій використовують першу шкалу сірих еталонів, що складається з п'яти пар сірих зразків з різною контрастністю; причому в кожному парі включений один і той же темний зразок і другий зразок більш світлого забарвлення. Друга шкала сірих еталонів для визначення ступеня закрашення білих матеріалів також складається з п'яти зразків; кожна пара складена з однакового білого зразка і другого сірого зразка різної інтенсивності. В обох сірих шкалах пари зразків найбільшої контрастності відповідає балу 1, а за відсутності контрасту – балу 5. Якнайменший бал дається за найбільше прояснення початкового забарвлення і найбільше закрашення білого матеріалу.

Блиск матеріалу залежить від стану його поверхні. Відбивна здатність поверхні тіл обмежується двома крайніми станами поверхні тіл обмежується двома крайніми станами поверхні – дзеркальним і абсолютно шорстким. В практичних умовах абсолютно шорсткою поверхнею вважають плоский шар баритових білил, який розсіює світло або відображає в різних напрямках.

Між крайніми межами – блиск поверхонь, що відображають та розсіюючих, маються свій в розпорядженні ступені блиску всіх фізичних тіл. Якщо поверхня, від якої походить віддзеркалення проміння, нерівна або якщо на ній є частинки, що володіють іншим коефіцієнтом заломлення, ніж основна речовина матеріалу, то вона має матовий вигляд унаслідок розсіяного віддзеркалення проміння світла у різних напрямках. На цьому принципі засновано матирування штучних волокон для зменшення їх блиску.

Блиск текстильних матеріалів може бути бажаним або небажаним явищем залежно від призначення матеріалу. Для збільшення блиску при виготовленні матеріалу використовують волокна і нитки з гладкою рівною поверхнею, переплетення з довгими перекриттями, застосовують спеціальні види обробки (мерсеризацію, каландрує) в цілях розташування більшості

волокон на поверхні в одній площині. Використовування переплетень з частим вигином ниток, застосування операцій начісування і валяння сприяють створенню шорсткості поверхні матеріалу, просторовому розташуванню волокон, що приводить до багатократного віддзеркалення світлового потоку, збільшенню його розсіювання.

Блиск (лиск) тканин, що з'являється при їх носінні, пов'язаний з утворенням плоских мікроділянок на волокнах і нитках. Ці ділянки лежать в одній площині та при великій орієнтації викликають направлене віддзеркалення світла поверхнею тканини або блиск. Вказані плоскі ділянки виникають унаслідок стирання і багатократного тиску на тканину при її носінні.

Виникаючий при носці блиск тканин, так само як і блиск від вологотеплової обробки, має специфічно неприємний вигляд, що нагадує жировий блиск. Найпоширенішим способом усунення блиску є дія на блискучі ділянки паром, іноді із застосуванням щіток механічної дії.

Для оцінки блиску текстильних матеріалів застосовують метод віддзеркалення. Суть, якого полягає в тому, що світло падає на зразок під заданим кутом (звичайно від 45 до 80° до нормалі), а інтенсивність дзеркально відображеного світла під таким же кутом вимірюється фотометрією, як від досліджуваного зразка, так і від блискучої еталонної поверхні такого ж розміру. Відносний коефіцієнт віддзеркалення, характеризуючий блиск матеріалу, показує відношення інтенсивності світла, відображеного і розсіяного в даному напрямі від зразка, до інтенсивності світла, відображеного і розсіяного в тому ж напрямі від еталона.

Прозорість. Ця властивість текстильних матеріалів пов'язана із відчуттям проходячого через полотно потоку випромінювань, що дає уявлення про глибину спостережуваного матеріалу. Прозорість залежить від поверхневого заповнення, переплетення, прозорості волокон і ниток. Особливо значна прозорість тканин, трикотажу, виробленого ажурними або подібними їм переплетеннями. Прозорість як явище може відчуватися із

сторони падаючого потоку світла, коли він проходить через полотно, двічі відображаючись від поверхні, на якій розташований матеріал. Прозорість полотна до випромінювань характеризується коефіцієнтом пропускання K_{np} , для визначення якого використовують спектрофотометри:

$$K_{np} = I_{o.f.} / I_{\phi} \quad (117)$$

де $I_{o.f.}$ – струм від ультрафіолетового випромінювання з пробою досліджуваного матеріалу; I_{ϕ} – струм від ультрафіолетового випромінювання без проби досліджуваного матеріалу.

Коефіцієнт пропускання ультрафіолетового випромінювання для щільних целюлозних тканин складає 0,01-0,1, для рідких шовкових тканин – 0,5-0,6.

3.6.5. Електричні властивості

До електричних властивостей текстильних матеріалів відносяться електризуємість, електрична міцність, діелектрична проникність.

Електризуємість – це здібність матеріалів до генерації та накопичення в певних умовах зарядів статичної електрики. Електризація текстильних полотен має поверхневий ефект, що виникає в результаті взаємодії (тертя) між двома поверхнями. При електризації підвищується тертя, оскільки виникають нові і порушуються колишні контакти поверхонь. Крім того, в процесі тертя підвищуються поляризація та діполяризація молекул унаслідок збільшення рухливості діполів через виділення тепла і більш легку орієнтацію діполів. Електричні заряди можуть виникати не тільки при терті, але й при розтягуванні та стисненні.

Густина електричного заряду, що виникає на поверхні матеріалу, та його питомий поверхневий електричний опір залежать, перш за все, від волокнистого складу матеріалу (табл. 3.6).

Найменшою густиною зарядів і електропровідністю характеризуються бавовняні матеріали, а також матеріали з гідратцеллюлозних волокон і ниток (віскозних і мідноаміачних). Трохи вище густина виникаючих зарядів і питомий поверхневий опір у матеріалів з природних білкових волокон (вовняних, шовкових). Матеріали з синтетичних волокон і ниток проявляють при терті найбільшу електризуємість. Ацетатні та триацетатні матеріали займають проміжне положення. Змішування натуральних та гідратцеллюлозних волокон і ниток з синтетичними й ацетилцеллюлозними дозволяє значно понизити електризацію матеріалів.

Таблиця 3.6

Матеріали	Питомий електричний опір ρ Ом·м	Густина заряду σ Кл/см ²
Бавовняний трикотаж	2,1 · 10 ⁸	9,0 · 10 ⁻¹²
Віскозна тканина	4,9 · 10 ⁸	1,08 · 10 ⁻¹¹
Мідноаміачний трикотаж	5,9 · 10 ⁸	1,08 · 10 ⁻¹¹
Вовняний трикотаж	1,7 · 10 ⁹	3,42 · 10 ⁻¹¹
Шовкова тканина	3,82 · 10 ¹¹	8,55 · 10 ⁻¹¹
Ацетатна тканина	3,2 · 10 ¹¹	2,79 · 10 ⁻¹⁰
Триацетатна тканина	9,7 · 10 ¹³	1,6 · 10 ⁻¹⁰
Капронова тканина	1,29 · 10 ¹⁴	3,69 · 10 ⁻¹⁰
Хлоринний трикотаж	1,37 · 10 ¹⁴	3,78 · 10 ⁻¹⁰
Нітроновий трикотаж	1,66 · 10 ¹⁴	–
Віскозноацетатна тканина	8,2 · 10 ¹⁰	9,9 · 10 ⁻¹¹
Бавовняновіскозна тканина	3,2 · 10 ⁸	1,17 · 10 ⁻¹¹
Бавовнянокапронова тканина	7,2 · 10 ¹⁰	9,9 · 10 ⁻¹¹
Бавовнянолавсанова тканина	1,4 · 10 ⁹	1,71 · 10 ⁻¹¹
Бавовняноацетатна тканина	5,1 · 10 ¹⁰	1,08 · 10 ⁻¹¹
Ацетатнокапронова тканина	8,1 · 10 ¹³	2,88 · 10 ⁻¹⁰

Процес розсіювання зарядів з поверхні наелектризованих матеріалів залежить від електропровідності волокон, а також від наявності в повітрі заряджених частинок (електронів та іонів) і їх рухливості. Текстильні волокна і нитки володіють діелектричними (електроізолюючими) властивостями, їх власна електропровідність невелика. Проте текстильні волокна і нитки здатні абсорбувати з навколишнього повітря вологу, внаслідок чого на їх поверхні з'являється моно- або полімолекулярний шар

вологи. Крім цього на поверхні волокон і ниток є забруднення у вигляді різних солей, що грають роль електролітів. Наявність вологи і електролітів створює умови для різкого збільшення електропровідності матеріалів, підвищення швидкості скручення заряду.

З цієї причини у синтетичних текстильних матеріалів, що характеризуються порівняно низьким вологовмістом, питомий поверхневий електричний опір зростає трохи при зменшенні відносної вологості повітря від 65 до 35%. Проте у матеріалів з натуральних і гідратцелюлозних волокон питомий поверхневий опір збільшується майже на три порядки, при цьому відчутно не змінюється поверхнева густина заряду.

Таким чином, електризуємість матеріалів пов'язана не стільки з процесом генерації (електризації) зарядів, скільки з процесом їх розсіювання. Наприклад, з природних волокон найбільшою здібністю до електризації володіє вовна; електризація віскозних волокон вище, ніж поліакрилонітрильних. В той же час електризуємість вовняних, бавовняних, віскозних волокон, що володіють високими гідрофільними властивостями, значно нижче, ніж більшості гідрофобних штучних і синтетичних волокон.

На показник питомого поверхневого електричного опору впливає характер поверхні матеріалу. Встановлено, що найбільший поверхневий електричний опір мають тканини полотняного переплетення, за ними слідують тканини атласних і саржевих переплетень.

В більшості випадків електризуємість текстильних матеріалів є негативним явищем: вона викликає перешкоди в технологічних процесах виробництва матеріалів і виготовлення з них швейних виробів. Електризуємість матеріалів, при носінні одягу викликає неприємні відчуття у людини, прилипання виробу до тіла, швидке забруднення в результаті тяжіння частинок пилу і т.д. Крім того, електризуємість матеріалів, яка виникає при терті об шкіру людини, викликає біологічні дії на організм. Вважають, що гранично допустимою величиною питомого електричного

опору, при якій не виникає незручностей при експлуатації одягу з текстильних матеріалів, є $10^{11} - 10^{12}$ Ом · м (ГОСТ 50720).

Важливе значення має розробка способів зниження електризуємості матеріалів. Одним із способів, що знайшли широке застосування, є обробка матеріалів антистатичними поверхнево-активними речовинами (антистатиками). Антистатики, поглинаючи вологу або вступаючи з нею у взаємодію, утворюють на поверхні матеріалу шар, сприяючий розсіюванню зарядів і тим самим зниженню електризуємості матеріалу. Інший ефективний спосіб зниження електризуємості текстильних матеріалів – поверхнева компенсація зарядів. При виготовленні текстильних матеріалів компоненти волоконного складу підбирають так, щоб при терті об певний матеріал, зокрема об шкіру людини, на поверхні волокон утворювалися заряди протилежних знаків, внаслідок чого відбувалася б їх взаємна нейтралізація. Сумарна величина електричного заряду такого матеріалу і його полярність залежать від виду компонентів і їх процентного співвідношення; можна так підбирати волоконний склад, щоб сумарний заряд був рівний нулю. Ступінь електризуємості можна також понизити, змішуючи гідрофільні і гідрофобні волокна.

Електрична міцність характеризує стан текстильних матеріалів які використовуються як ізолятори. Вона визначається відношенням напруги (у Кв), при якій відбувається пробій ізоляції. Явище пробою характеризується раптовим падінням опору ізоляції до малої величини

Діелектрична проникність характеризує здатність матеріалу реагувати на зовнішнє електричне поле. Вона звичайно оцінюється діелектричною проникністю ϵ , яка показує, у скільки разів збільшується ємність конденсатора при заповненні вакууму між пластинами даного матеріалу.

3.7. Зміна лінійних розмірів текстильних полотен

Тканини, трикотажні, неткані полотна та інші текстильні матеріали володіють здатністю змінювати розміри при різних діях: пранні, замочуванні, прасуванні у вільному стані, хімічному очищенні, обробці хімічними препаратами й тривалому зберіганні, особливо в умовах підвищеної вологості повітря. Найбільша зміна лінійних розмірів текстильних полотен (усадка) спостерігається при волого-теплових обробках, а саме при пранні та замочуванні.

Процес, при якому відбувається зменшення розмірів виробів, називається усадкою, а саме зменшенням розмірів виробів – усадкою, а збільшення – притяжкой.

Усадкою називають величину, на яку змінюються лінійні розміри виробу, які виражаються у відсотках від первинних його розмірів. Вона позитивна, якщо розміри виробу зменшуються, негативна, якщо розміри виробу збільшуються.

Розрізняють усадку лінійну Y_l , поверхневу Y_s , об'ємну Y_v .

$$Y_l = 100 (L_1 - L_2) / L_1 \quad (118)$$

$$Y_s = 100 (S_1 - S_2) / S_1 \quad (119)$$

$$Y_v = 100 (V_1 - V_2) / V_1 \quad (120)$$

де L_1 , S_1 , V_1 – початкова довжина, площа, об'єм зразка; L_2 , S_2 , V_2 – лінійні розміри, площа та об'єм проби після усадки.

Численні дослідження показали, що в основі зміни лінійних розмірів текстильних матеріалів лежать дві причини: процес релаксації і набухання волокон, що приводить до збільшення поперечника ниток. Для трикотажних і нетканних полотен ці причини менше впливають на загальну усадку полотна.

В процесі створення та, особливо, обробки матеріали піддаються значним розтяжним навантаженням, під дією яких в структурі накопичуються еластичні деформації, що виявляються в подовженні волокон та ниток і перебудові структури матеріалу. Ці деформації в умовах текстильного виробництва не встигають повністю зникнути при мокрих

обробках і подальших сушках в обробному виробництві частково фіксуються. Під дією вологи й тепла процес релаксації протікає швидше. Волога, проникаючи в структуру волокон, слабшають міжмолекулярні зв'язки, тепло підвищує кінетичну енергію молекул і атомів. Все це сприяє зняттю внутрішніх напруг, відновленню процесу релаксації та встановленню нового стану релаксації. Зменшенню внутрішніх напруг в структурі матеріалу сприяють також механічні дії при експлуатації, пранні та хімічному очищенні виробів. Механічні дії примушують волокна та нитки долати сили тертя в місцях їх контакту. В результаті процесу релаксації відбуваються вкорочення волокон і ниток та перебудова структури матеріалу.

Зміни лінійних розмірів після мокрих обробок в значній мірі залежать від волоконного складу матеріалу. Найбільш схильні до усадки матеріали з натуральних та гідратцелюлозних волокон, оскільки вони добре вбирають вологу і сильно набухають. Усадка більшості матеріалів з хімічних волокон у меншій мірі залежить від дії вологи, але вона можлива при дії підвищеної температури (теплова усадка), особливо якщо волокна при їх виготовленні піддавалися значному витяжінню.

Усадка та притяжка трикотажу при мокрих обробках відбуваються в основному внаслідок зміни петельної структури, а зміна в структурі ниток і волокон в результаті набухання має другорядне значення. Трикотажні полотна мають більш високу розтяжність, ніж тканини, а тому і більш рухому структуру, чутливу навіть до невеликих докладених зусиль. Із збільшенням довжини нитки в петлі, усадка по довжині полотна звичайно збільшується, а по ширині зменшується. Трикотажні полотна найбільш значно змінюють свої розміри після першого прання.

Усадка нетканих полотен залежить від структури і способу їх виготовлення. Усадка в'язально-прошивних полотен зумовлена зворотнім процесом релаксації й набуханням волокон. Холстопрошивні полотна при заключній обробці зплющуються і потоншуються, а петлі прошивних ниток

набувають овальної форми. При замочуванні та, особливо при пранні, товщина полотна збільшується внаслідок набухання волокон полотна і головним чином релаксації петель прошивних ниток, поновлюючих свою початкову форму. Розширюючись, петлі скорочуються в довжину і стягують неткане полотно. Збільшення розмірів полотна по ширині пояснюється вислизанням волокон з петель, що розширилися. Усадка ниткопрошивних полотен відбувається в основному через зміну конфігурації петель скріплюючих нитки та частково через усадку каркасних ниток. Усадка тканинопрошивних полотен визначається в основному усадкою каркасного полотна. В клеєних нетканих полотнах вільно лежачі і скріпленні зв'язуючим волокна майже не релаксують і усадка полотна практично не відбувається.

Залежно від виду полотен, їх волоконного складу і умов експлуатації використовують різні методи визначення усадки і притяжки.

Зміна лінійних розмірів побутових бавовняних, лляних, напівлляних, з хімічних волокон і змішаних тканин визначають по ГОСТ 8710 після одного циклу мокрої обробки в пральній машині квадратних елементарних проб розміром 300×300мм з мітками, нанесеними вздовж основи та утку на відстані 200мм. Один цикл обробки складається з 30 хвил. прання в підігрітому мильно-содовому розчині, полоскання, віджимання в центрифугі пральної машини і прасування накладенням праски без натиску. Після цього вимірюють відстань між мітками і по формулі (118) підраховують зміну лінійних розмірів. Для трикотажних і нетканих полотен розміри зразків аналогічні.

Для чистововняних та напівшерстяних пальтових і костюмних тканин використовують пробу розміром 250×250мм з мітками, нанесеними на відстані 200мм.

Виявлення повної усадки після багатократного прання або замочування однієї й тієї ж проби вимагає великих витрат часу. Враховуючи, що зі збільшенням числа прання або інших дій, величина загальної усадки зростає,

наближуючись до деякої межі, що є потенційною або повною усадкою. Проф. А. Н. Соловйовим запропонована формула для визначення загальної усадки:

$$Y_n = 100 - 100(1-0,01Y_1)(1-0,01Y_2)...(1-0,01Y_n) \quad (121)$$

У відповідності з ГОСТ 11207 тканини залежно від величини усадки після прання та замочування розділяють на три групи (табл.3.7).

Таблиця 3.7

Група тканин	Характеристика тканин по усадці	Усадка, %, не більше	
		по основі	по утоку
1-а	Практично безусадкові	1,5	1,5
2-а	Малоусадкові	3,5	2,0
3-а	Усадкові	5,0	2,0

3.8. Зносостійкість текстильних матеріалів

Матеріали в процесі виготовлення, при транспортуванні та зберіганні, пранні та хімічному чищенні, особливо в процесі безпосередньої експлуатації виробів, піддаються дії комплексу різних факторів. Поступово вони викликають зміни в мікро-, макроструктурі, що призводить до погіршення зовнішнього вигляду і властивостей матеріалу і, врешті-решт, до його руйнування, тобто відбувається процес поступового **зношування**. Результат зношування звичайно називають **зносом**, а опір матеріалу дії руйнуючих чинників – **зносостійкістю**.

Зношування матеріалу в одязі відбувається нерівномірно, внаслідок чого одні ділянки зношуються швидше, інші – повільніше. В результаті виріб стає непридатним до подальшої експлуатації, хоча велика частина його ще зберігає первинну якість.

В текстильних виробах розрізняють зношування двох видів: **загальне** і **місцеве**. Загальне зношування розповсюджується по всій поверхні виробу і робить його зрештою непридатним для подальшого використання. Місцеве зношування характеризується послабленням, появою потертості, дір в

окремих місцях при достатній міцності або непошкодженості значної частини виробу.

Різноманітні причини, або фактори, зносу виробів можна поділити на наступні групи:

- *механічні* – стирання, зминання, стомлення в наслідок багатократних деформацій та ін.;
- *фізико-хімічні* – дія світла, атмосфери, нагріву, води, поту, миючої рідини;
- *біологічні* – руйнування мікроорганізмами та пошкодження комахами;
- *комбіновані* – *світлопогода, стирання зі стомленням, прання, хімчистка.*

Зношування текстильних виробів обумовлене різними факторами та різним їх поєднанням. Проте, враховуючи умови експлуатації виробів, можна виділити один-два фактори, вплив яких визначає надійність виробу. Наприклад, основною причиною зносу гардин і завісок є дія світла, білизни – прання і стирання, підкладкових тканин – стирання і стомлення, одяг – стирання, стомлення, прання або хімчистка.

В той же час необхідно враховувати, що сума роздільних дій окремих факторів зносу, який ізольовано від інших, може значно відрізнятись від їх одночасної комплексної дії.

Для оцінки зносостійкості звичайно визначають термін служби виробів, тобто час від початку зношування до руйнування виробу, або непридатності його в подальшому використанні. Критерій зносостійкості виражають не лише часом, але і числом циклів зношування.

При оцінюванні зношування полотен або виробів певного числа циклів зношування використовують наступні критерії зносу:

- зниження міцності, витривалості при багатократній деформації і т.д.;
- зменшення числа стираючих циклів до руйнування проби;
- зменшення в'язкості розчину речовини, що становить виріб;

- зменшення кондиційної маси;
- кількість видимих пошкоджень (потертостей, дір, пілей та ін.), їх розташування на виробі (топографія зносу).

З вище наведених критеріїв зносу частіше використовують перші два.

Кінетичні характеристики (критерії зносу) надають інформацію не лише про початкове значення критерію (показника якості) для ненашеного матеріалу, але і про його зміну в процесі експлуатації або лабораторне зношування за допомогою приладу. Це дозволяє об'єктивно порівнювати результати дослідної носки виробу та лабораторного зношування і більш точно прогнозувати стійкість виробів до різних дій.

3.8.1.Знос від стирання

Стирання є найпоширенішим видом зношування, відбувається внаслідок зовнішнього тертя матеріалу об інші поверхні та супроводжується зменшенням його маси.

Текстильні вироби та полотна стираються при терті в місцях контакту з іншими предметами або матеріалами. Характер руйнування волокон та ниток залежить від їх хімічного складу, структури виробів, а також стану стираючої поверхні. При багатократній дії нежорстких стираючих поверхонь відбувається поверхнева і об'ємна деформація волокон і ниток, знос носить втомний характер. Якщо на стираючій поверхні є жорсткі частинки, відбувається мікрорізання волокон і ниток, випадання їх частинок і зменшення маси матеріалу.

Ступінь і характер зносу тканин, трикотажу та нетканих полотен залежить від їх волоконного складу, структури, розміру та характеру опорної поверхні, тобто площі контакту зі стираючими предметами або матеріалами. Чим більша опорна поверхня, тим вище зносостійкість полотен та виробів. При стиранні відбувається часткове розділення пряжі на волокна, комплексних ниток – на елементарні і випадання окремих їх ділянок, а іноді цілих волокон. Тому при збільшенні довжини волокон і до відомої межі

коефіцієнта скручення ниток стійкість до стирання виробів з них підвищується.

На інтенсивність стирання тканин і виробів з них впливає висота рел'єфу і радіус кривизни хвиль ниток, створюючих опорну поверхню.

В трикотажі розрив ниток від стирання приводить до розпуску петель, тому руйнування трикотажу по витертих ділянках відбувається швидше, ніж руйнування тканин. Стійкість до стирання трикотажу, як і тканин, залежить від структури та опорної поверхні. З підвищенням щільності і заповнення трикотажу зносостійкість збільшується.

Для виробів з в'язально-прошивних нетканих полотен одним з основних факторів руйнування при експлуатації є знос від стирання. Спочатку розкуйовджується поверхня полотна, потім випадають волокна, оголюються прошивні нитки і починається руйнування самого каркасу. Аналіз зносу показує, що розподіл зношених місць на виробках одного вигляду і призначення звичайно однакові.

Існують різні методи випробування полотен і виробів на стирання та прилади для їх здійснення. В різних приладах проводиться орієнтоване або неорієнтоване стирання по поверхні (площини) або по згинах проб. Для цього використовують різні стираючі деталі – м'які та жорсткі абразиви. Більш близький до умов реальної експлуатації характер стирання матеріалу отримують на приладах з м'яким абразивом (сукно, капронова щітка) при неорієнтованому стиранні.

Стійкість до неорієнтованого стирання по площині (рис. 3.61, а) і по поверхні (рис. 3.61, б) визначають для різних полотен і виробів з використанням на приладах м'яких і жорстких абразивів.

Прилад ДІТ-М (рис.3.61, а) використовують для стирання бавовнянопаперових, шовкових, змішаних тканин, а також тканин з хімічних ниток. Проби у вигляді кружків заправляють в обойми бігунків 1 і 5 лицьовою стороною вниз. Абразив 2 (сірошинельне сукно) закріплюють в п'яльця 4 і доводять за допомогою важіль-вантажної системи 3 до контакту з

бігунками. Неорієнтоване кільцеве стирання проб відбувається при обертанні головки, на якій встановлені бігунки. При стиранні проби наскрізь, прилад автоматично зупиняється і по лічильнику фіксується стійкість тканини до стирання в циклах.

Для стирання лляних і напівлляних тканин пробу заправляють в п'яльця 4, а абразив (сірошинельне сукно) в бігунки 1 і 5.

Для вовняних і напіввовняних тканин на приладі ТІ-1М (рис.3.61, б) три круглі проби 1 заправляють лицьовою стороною назовню в головки 2. Абразив (сірошинельне сукно) закріплюють знизу на диску 3. Всередину головок подається стисле повітря, що забезпечує притиснення через гумову мембрану проб до абразиву і контакт з ним по опуклій поверхні. При обертанні головок 2 і диска 3 відбувається неорієнтоване стирання поверхні проб. Окрім визначення стійкості до стирання для суконних тканин із настилом або ворсом додатково виміряють на товщиномірі величину товщини проби після 1000 циклів стирання.

Стійкість до стирання трикотажних полотен і виробів визначають на приладі ТІ-1М з твердим абразивом (наждачним диском) по числу циклів до руйнування проби.

Для нетканих полотен стійкість до стирання визначають на приладі з абразивом з сірошинельного сукна.

В таблиці 3.8 приведені норми зносостійкості текстильних матеріалів.

Таблиця 3.8

Вид полотен і виробів	Поверхнева густина, г/м ²	Число циклів	ГОСТ
1	2	3	4
Бавовняні та змішані тканини Білизняні	130-150	1000	20232
	180-189	1800	20232
	190-200	2000	20232
костюмні і пальтові	160-190	1000	20232
	220-240	2500	20232
	280-310	3000	20232
Лляні і напівлляні	100-165	4000	22282

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4
Камвольні тканини			
чистововняні	≥ 150	2000	18208
напіввовняні	≥ 150	2000	18208
Тонкі напіввовняні тканини	≥ 150	3000	18208
Сукняно-костюмні тканини			
шовкові	≤ 100	200	22542
віскозні	≤ 100	300	22542
синтетичні	≤ 100	1000	22542
Трикотажне полотно для верхніх виробів для всіх видів сировини			
особливо міцне	≤ 250	≥ 61	16486
міцне	≤ 250	31-60	16486
звичайне	≤ 250	15-30	16486
Панчішно-шкарпеткові вироби			
група особливо міцна		≥ 401	11595
міцна		201-400	11595
вище звичайної		101-200	11595
звичайна		50-100	11595
Неткані холстопрошивні взуттєві полотна	330-480	10000	13074

3.8.2. Знос від світлопогоди

Від дії світла в текстильних матеріалах відбуваються складні фотохімічні реакції, внаслідок яких є руйнування матеріалу, що посилюється при підвищенні вологості та температури навколишнього повітря, а також за наявності атмосферних опадів. При дії світла можуть відбуватися реакції окислення, розкладання, синтезу та інші.

Стійкість полотен та виробів до фотохімічної деструкції не лише визначається хімічним складом їх речовини, але і залежить від товщини, будови, способів обробки та забарвлення.

Найстійкішими до світла є вовняні, а як найменше стійкими – джутові та шовкові вироби, що відповідає стійкості складових 3 волокон і ниток. З синтетичних виробів меншою світлостійкістю володіють капронові та

лавсанові, дещо кращай – хлоринові, а найбільш світлостійкі нітронові вироби. Меншою світлостійкістю, ніж синтетичні, володіють віскозні та триацетатні.

Водотривкі, противогнилісні, малоусадкові, малозминальні та гідрофобні просочення підвищують світлостійкість матеріалів. За даними проф. Ф.І.Садова, суворі бавовняно-паперові тканини руйнуються при інсоляції менше ніж вибілені. Мерсеризація не лише додає блиск, шовковистість, кращу зафарбованість, але і зменшує їх знос від світлопогоди. Фарбники по-різному впливають на швидкість та інтенсивність світлостаріння матеріалів, оскільки, з одного боку, оберігають полімери від сонячної радіації, а з іншою – сприяють активізації окислювальних процесів.

Стійкість полотен і виробів до світлопогоди визначають двома способами: в природних умовах і на апаратах штучної погоди.

Стендові випробування в природних умовах проводять шляхом витримання проби на даху або спеціальних майданчиках, розташованих під кутом 45° до горизонту в південному напрямі. Проте, тривалість інсоляції за часом не дозволяє точно враховувати і порівнювати результати фотохімічної деструкції, оскільки доза опромінювання від сонячної радіації залежить від пори року, хмарності, заповненої повітря і т.п. Тому для обліку сумарної дози опромінювання використовують фотоелементні прилади і умовні дози опромінювання – УДО. На даний час один безхмарний липневий день з 8 до 18 год., протягом якого зразки одержують дозу опромінювання 2190 Дж/см^2 , приймають за еталон в 5000 УДО.

Дослідження впливу світлопогоди в природних умовах Москви на розривне навантаження синтетичних ниток показали, що самими зносостійкими виявилися лавсанові тканини, потім капронові та нітронові, а менш стійкими – хлоринові та поліпропіленові.

Згідно ГОСТ 10793 стійкість до фотоокислювальної деструкції (світлопогоді) бавовняних, віскозних і змішаних тканин визначають на приладі денного світла (ПДС) системи ЦНІХБІ (рис. 3.79). Елементарні

проби (смужки) 1 тканини кладуть на лампи денного світла і перед опромінюванням змочують тричі розчином пероксида водню і змочувача ОП або некаля в дистильованій воді. Розчин поступає з сосуду 2 і через отвори в дощувальних трубах 3 змочує проби 1. Потім проби безперервно опромінюють протягом 4 год при систематичному змочуванні через кожну годину. Далі проби промивають у воді, видаляють надмірну воду, висушують при кімнатній температурі та витримують 24 год. в нормальних атмосферних умовах. Знос від фотоокислювальної деструкції оцінюють процентною зміною розривного навантаження в перерахунку на одну нитку окремо по основі та утоку. Чотиригодинний цикл дії на бавовняні та віскозні тканини із зволоженням через кожну годину відповідає приблизно 75-добовій дії світлопогоди.

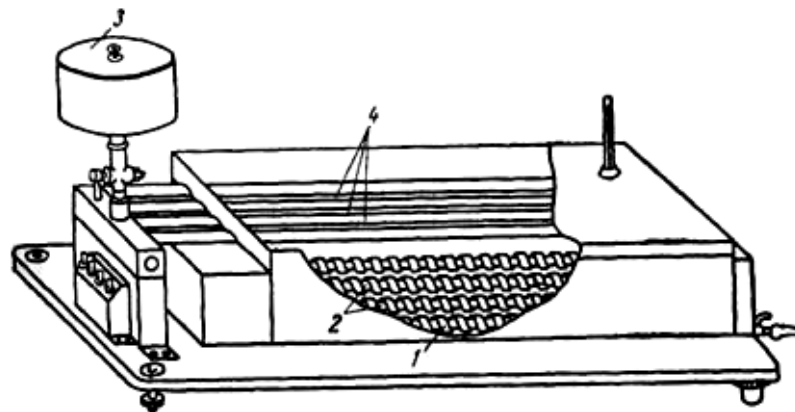


Рис. 3.79. Схема приладу для оцінки стійкості тканин до світлопогоди

3.8.3. Знос від носіння, прання або хімчистки

Знос від експлуатації та прання оцінюють для білизняних тканин, трикотажу і виробів. Хоча вироби перуть після деякого терміну експлуатації, знос відбувається в результаті їх сумісної дії. Тому оцінювати ізольований знос від експлуатації та прання не можна, оскільки вони впливають один на одного, а їх комбінована дія звичайно перевищує суму окремих дій.

Найчастішим пранням піддають вироби з натуральних і штучних целюлозних волокон і ниток. Більшість таких виробів швидше відпирається, ніж зношується. Тому термін їх служби визначається не лише числом прань, але і часом експлуатації між праннями (табл.3.9).

Таблиця 3.9

Число днів експлуатації між праннями	Загальне число прань x_m до зносу сорочок	Число днів y_m експлуатації до зносу	Частка зносу %	
			Δ_c	Δ_n
0	180	0	100	0
1	132	132	73	27
2	112	224	62	38
3	100	300	56	44
4	97	388	54	46
5	96	480	53	47
6	96	576	53	47

Зносостійкість сорочок визначалася загальним числом прань x до їх повного зносу (руйнування) при різному числі днів носіння між суміжними праннями. При цьому визначалися число днів шкарпетки до зносу $y_m = mx$, частка зносу від прання у відсотках $\Delta_c = 100xm/180$ і частка зносу від носіння у відсотках $\Delta_n = 100-\Delta_c$.

Зміна відносної стійкості до стирання кулірного бавовняновіскозного білизняного трикотажу при експлуатації показує, що найінтенсивніше її зниження відбувається протягом перших п'яти циклів (5 прань і 15 днів експлуатації), чому сприяють структурні зміни пряжі, які відбуваються при пранні. Після 35 прань і 105 днів носки знос складає 72-76%.

3.8.4. Знос від біологічних факторів

До біологічного зносу текстильних виробів відносять їх руйнування різними мікроорганізмами і пошкодження комахами.

Пошкодження виробів мікроорганізмами відбувається при транспортуванні та зберіганні в несприятливих умовах, а також при експлуатації в мокрому вигляді. Проте вироби руйнуються за умови, коли складаюча їх речовина є живильним середовищем для мікроорганізмів. Наявність вологи, живильних речовин, сприятлива температура і відсутність на виробках антисептику сприяють розвитку в них бактерій та грибів, які можуть викликати не лише зменшення міцності виробів, але і псувати їх зовнішній вигляд в результаті зміни забарвлення та блиску.

Менш стійкі до дії мікроорганізмів вироби з виляску, лубових, віскозних, мідно-аміачних волокон і ниток. Більш стійкі вовняні, а ще більш стійкі шовкові вироби. Найбільш біостійкі ацетатні, синтетичні, скляні, азбестові текстильні вироби. Щоб попередити розвиток шкідливих мікроорганізмів в текстильних матеріалах, в основному використовують два способи. По-перше, для попередження розвитку цвілевих грибів при зберіганні матеріалів підтримують знижену відносну вологість повітря.

Максимальна вологість повітря, при якій можливе зростання цвілевих грибів, складає 75-95%. По-друге, застосовують антисептичного просочення на основі синтетичних смол, володіючи бактерицидною активністю. Найефективнішим методом захисту хімічних волокон і ниток є їх антимікробна модифікація. В сумішах з натуральними такі волокна захищають від мікробіологічної корозії.

Пошкодження вовняних виробів моллю – досить поширена причина їх місцевого зносу. Личинки молі, що розвиваються відкладених метеликами яєць, харчуються кератином вовни і руйнують її. Для захисту виробів від молі при домашньому зберіганні звичайно використовують нафталін, запах якого відлякує метеликів молі, але не діє на яєчка та личинки. Іншим недоліком нафталіну є його швидке розкладання. Існують і деякі інші

реагенти, які володіють високими молезахисними властивостями. Життєдіяльності молі можуть перешкоджати різні просочення, наприклад молеядовиті препарати типу безбарвних фарбників, що взаємодіють з вовною в умовах фарбування.

3.8.5. Дослідна та лабораторна носка

При дослідній експлуатації виробів досліджують їх знос в процесі тривалого використання і встановлюють термін служби. Проте, тривалість досвідченої експлуатації вельме значна і вимагає великих витрат. Тому дослідну експлуатацію моделюють більш швидким лабораторною носкою (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Вид носки	Білизна з тканини	Трикотажне білизна	Спецодяг з тканини
Дослідна носка	2-5 років 24 дні	1,5-2 роки 3-4 дні	1-2 роки 5-10 днів

Звичайна експлуатація виробів проводиться в умовах їх звичайного застосування. Для експериментальної носки одягу, виготовленого з тканин, трикотажних і нетканих полотен, використовують групу людей-носіїв, які безперервно носять вироби в певні інтервали часу. При цьому регламентуються умови експлуатації виробів, способи спостереження за процесом зносу і методи його оцінки. При органолептичному огляді виробів оцінюють зовнішні ознаки і топологію зносу, та іноді виміряють розміри, а в деяких випадках частину виробів вилучають у носіїв, вирізають з них проби для лабораторних випробувань і вимірювання критеріїв зносостійкості або зносу.

Реальні дії, які вироби випробовують в процесі використання, моделюють комплексом лабораторних дій із застосуванням різних чинників зносу. Їх вибір визначається призначенням виробів і оцінюється порівнянням кінетичних характеристик при експериментальній носці і лабораторному зносі.

Послідовний знос матеріалу від декількох факторів дозволяє використовувати для різних виробів і умов їх експлуатації різні комбінації факторів зносу та їх послідовності для кращої відповідності результатів лабораторного зносу і дослідної носки.

Взаємозв'язок результатів лабораторної і дослідної носки дозволяє об'єктивно оцінювати якість моделювання зносу в лабораторних умовах і більш точно прогнозувати термін служби виробів.

Розділ 4. ОБРОБКА ТЕКСТИЛЬНИХ ПОЛОТЕН

4.1. Основні процеси обробки

Обробне виробництво є завершальним виробництвом текстильної промисловості після прядіння та ткацтва (трикотажного виробництва) і має на своїй меті доведення текстильного матеріалу до готового стану [11].

Технологія обробки суворих текстильних матеріалів складається з численних хімічних і фізико-механічних обробок.

Загальна схема технологічного процесу обробки різних текстильних матеріалів включає чотири переходи: підготовка матеріалу до фарбування та друкування, власне процес фарбування, друкування, заключна обробка. На даний час процеси фарбування та друкування поєднані загальною назвою **колорирування** текстильних матеріалів.

Структура обробного виробництва представлена на рис.4.1.

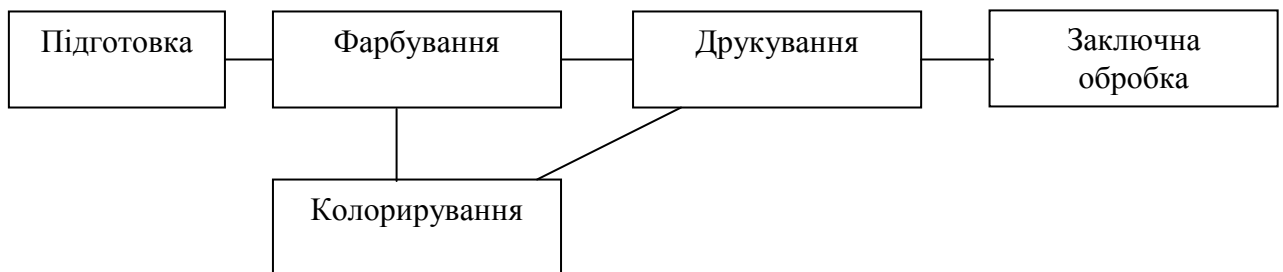


Рис. 4.1.

При обробці текстильний матеріал набуває необхідну структуру і зовнішній вигляд, відповідний його призначенню

Тканини різного призначення з волокон рослинного та тваринного походження підлягають різним обробним операціям. Одні тканини лише вибілюють, інші профарбовують, на деякі наноситься друкарський малюнок. Деякі тканини повідомляється блиск і гладка поверхня, іншим навпаки,

робиться начісування або валяння. У разі потреби тканини обробляються особливими просоченнями, що роблять їх нем'якими та безусадочними.

Підготовка текстильних матеріалів. Метою підготовки текстильних матеріалів є необхідність видалення природних та технологічних домішок, усунення різних дефектів ткацтва, модифікації структури, зміни ряду властивостей.

Підготовка поділяється на наступні операції: обпалення, розшліхтовка, відварювання, білення, мерсеризація, ворсування.

Обпалення полягає у видаленні з поверхні тканини кінчиків виступаючих волокон. При обпаленні одиночні волокна, виступаючі на поверхню, обгорають і видаляються, в наслідок чого поверхня тканини очищується. Дана операція необхідна для того, щоб забезпечити рівномірний процес фарбування.

Обпаленню піддаються всі бавовняні тканини, окрім ворсових (байка, фланель), марлі, тканина рушникового асортименту.

Операція заснована на тому, що тканина із швидкістю 200 м/хвил на відстані в декілька міліметрів проходить над полум'ям, що утворюється пальником, або рідше – за рахунок зіткнення з розпеченою поверхнею насадок. Звичайно використовують 2-4 пальники для забезпечення обпалення як односторонньої, так і двосторонньої тканини. Для запобігання спалаху тканина після пальника проходить через іскрогасники.

Расшліхтовка – видалення шліхти і частини інших природних домішок з поверхні тканини, що полегшує надалі процес відварювання та білення.

Як шліхта використовують плівкообразуючі полімери, здатні на поверхні пряжі (нитки) після просочення і сушки утворювати полімерну плівку.

Для тканин з целюлозних волокон в основному використовується шліхта на основі крохмалю, хоча нерідко застосовується і шліхта на основі полівінілового спирту (ПВС), акрилатів та ін. Для вовни також часто використовується крохмаль. Але для хімічних волокон приклея шліхти на

основі крохмалю недостатньо, тому використовуються інші полімери. Крохмаль не дуже зручний тому, що це харчовий продукт, але головним чином, тому що крохмальна шліхта насилу віддаляється з тканини.

Процес відварювання здійснюється в спеціальних варильних казанах, де тканина обробляється розчином, що складається з їдкого натра, бісульфіта натрію (для запобігання целюлози від окислення киснем повітря), силікату натрію (для зменшення адсорбції забруднень з варильного розчину на тканину) і різних ферментів. Відварювання триває 3-4 години при температурі 120-130 °С. Після відварювання тканина стає м'якою і краще змочується водою, але має сіро-буре забарвлення.

Відбілювання. Процес обробки тканин окислювачами з метою руйнування забарвлених домішок для надання матеріалам стійкої білизни називається відбілюванням. Як відбілювач застосовують хлор- або кислотовмісні окислювачі: гіпохлорит натрію, хлорит натрію, пероксид водню. Пероксидне відбілювання є домінуючою технологією – яка вибілює понад 90% тканин.

Відбілюють не лише тканини, які повинні бути білими, але і тканини, призначені для забарвлення в світлі тони.

Мерсеризація. Короткочасний процес обробки тканини в натягнутому стані 25%-ним розчином їдкого натрію при температурі 15-18°C протягом 30-50 с (суворі неவிбілені тканини обробляються протягом 2-3 хвил.). При цьому тканина набуває нові властивості: вона стає міцнішою, набуває блиску і шовковистості, отримує кращу здатність сприймати фарбники, завдяки чому тканини, що мерсеризують, мають більш глибокі та яскраві забарвлення.

Бавовняні тканини. Суть процесу мерсеризації полягає в частковому переведенні бавовняної целюлози в гідратцелюлозу через проміжну стадію утворення лужної целюлози.

В початковій стадії обробки волокно набухає, стінки його потовщуються, а діаметр каналу зменшується. В результаті характерна форма бавовняного волокна – сплюснутий циліндр у вигляді звитої по довжині

стрічки – змінюється на циліндрову, поверхня волокна розпрямляється, розгладжується і в результаті направлено віддзеркалення падаючого світла з'являється блиск. На ступінь мерсеризації впливає сорт і зрілість бавовняного волокна, рівномірність пряжі по лінійній густині та скрученню, а також вид переплетення. Короткі волокна мерсеризують гірше, оскільки важче піддаються розтягуванню. Сильно кручена пряжа важко просочується розчином луку. Якнайкращий ефект досягається при обробці тканин атласного і сатинового переплетень, виготовлених з високоякісного виляску.

Ляні тканини. Особливості в підготовці виробів з льону обумовлені особливостями структури ляного волокна і наявністю великої кількості природних домішок (до 25% від маси волокна). Щоб добитися високого ступеня очищення виробів і зберегти технічне волокно, не руйнуючи його до елементарних волокон, доцільно не посилювати умови підготовки, а проводити цей процес багатостадійно. Тобто спочатку відбілюють рівницю, з якої виготовляють напівбілу пряжу і відповідно напівбілі тканини, а потім тільки їх добілюють.

Вовняні тканини. При підготовці вовняних тканин до фарбування не лише видаляють домішки, погіршуючі зовнішній вигляд тканини і перешкоджаючі проникненню фарбника у волокно, але і надають тканинам здатність чинити опір механічним деформаціям в процесі подальших обробок і при експлуатації. Суконні тканини перед фарбуванням піддають валянню, а іноді і ворсуванню. Гребеневі платтяні та костюмні тканини перед видаленням домішок проходять обпалення.

Процес хімічного очищення вовняних тканин включає промивку, карбонізування і, іноді, відбілювання.

Промивка проводиться з метою видалення залишків жирових і пітних речовин, замаслювачей та шліхти з метою поліпшення змочуваності тканин, надання їм м'якості. При промивці в основному витягуються воскоподібні природні домішки та жирові речовини, нанесені при замаслюванні. Решта

забруднень віддаляється миючими розчинами достатньо швидко, особливо після видалення жирових речовин, які затруднюють змочування тканини.

Заварювання – обробка тканини киплячою водою протягом 20-30 хвил. з подальшим охолодженням. В наслідок заварювання знімається напруга волокон, що виникла при прядінні, фіксується положення волокон в пряжі і на поверхні тканини. Заварювання запобігає також появі на тканині заломів. Ця обробка застосовується в основному для гребіневих тканин.

Валяння – процес ущільнення суконних і драпових тканин з одночасним увалюванням волокна в поверхневому шарі. Валяння тканин виконують на валяльній машині при температурі 38-42°C. Суконні тканини звалюють 2-18 год., деякі гребеневі костюмні тканини – від 20 до 40 хвил. Валкоздатність – це специфічна особливість вовняного волокна, пов'язана з його лусковою, пружністю та звитістю, що виявляється при масовому переміщенні волокон під механічними діями. На валкоздатність впливають не лише властивості вовняного волокна, але і умови процесу, вживані реагенти і температура.

Карбонізація – обробка вовняних тканин розчином сірчаної кислоти з подальшою термообробкою з метою видалення целюлозних домішок, погіршуючих зовнішній вигляд тканин (реп'ях, залишки корму, солома). Після карбонізації на тканині залишається значна кількість кислоти, яка може бути причиною нерівномірного фарбування і руйнування волокон вовни при подальшому її зберіганні, тому тканину спочатку промивають холодною водою, а потім обробляють в 2% -ному розчині соди або розчині аміаку для нейтралізації незмітої кислоти.

Карбонізацію можна проводити після промивки перед валянням, після валяння і після фарбування.

Ворсування – процес утворення пухнастого, м'якого покриву (ворсу), що приховує структуру тканини, шляхом витягування на поверхню тканини кінців волокон з ниток і розташування цих кінців в певному напрямку і порядку.

Шовкові тканини. Основною задачею підготовки до фарбування та друкування виробів з натурального шовку є видалення шовкового клею (серицину). Тканини з натурального шовку при підготовці піддають відварюванню (знеклеюванню) – обробці в мильному розчині (при температурі 92-95°C протягом 1-2 год. Після відварювання тканина стає значно м'якшою, набуває рівного білого з кремовим відтінком кольору і надалі легко і рівномірно забарвлюється в різні кольори.

Тканини з хімічних волокон. Основна задача при підготовці тканин з хімічних волокон – видалення речовин, нанесених при виготовленні і переробці волокна: мила, мінерального масла, жирових емульсій, шліхти. Процес видалення домішок включає відварювання, тобто обробку розчином ПАВ у присутності невеликої кількості кальцинованої соди при температурі 70-80°C. Після чого необхідно здійснити процес стабілізації, який полягає в тому, що тканина в розпрямленому стані при натягненні піддається короткочасній (30-50 сек) дії високої температури (у водному, повітряному або паровому середовищі), а потім охолоджується холодним повітрям. Температура стабілізації встановлюється залежно від виду волокна, причому вона повинна бути вищою за температуру технологічної обробки або умов експлуатації, але нижче температури розм'якшення.

В процесі стабілізації здійснюється процес релаксації та зняття як внутрішньої так і зовнішньої **напруги** в текстильному матеріалі.

Фарбування є процесом нанесення барвника на текстильний матеріал. Фарбування текстильних матеріалів є складним процесом, залежним від цілого ряду чинників: виду початкового волокна, структури матеріалу, складу фарбника і його дифузійної здатності, температури фарбування та ін. Текстильні матеріали забарвлюються головним чином синтетичними фарбниками, які забезпечують соковите, глибоке, і міцне забарвлення, нешкідливі для людини, не погіршують властивостей волокон. Технічна характеристика найпоширеніших барвників приведена в табл. 4.1 [11].

Таблиця 4.1

Розчинні у воді		Обмежено розчинні у воді	Нерозчинні у воді	Утворюючі на волокні
Аніонні	Катіонні			
1.Прямі 2.Кислотні 3.Активні	Катіонні	Дисперсні	1.Кубові. 2.Сірчані. 3.Пігментні	1. Нерозчинні азобарвники 2.Черный анілін

Прямі барвники, які розчиняються у воді. Ними офарблюють бавовняні, віскозні волокна, натуральний шовк, поліамідні волокна. Гідністю цих барвників є їх низька вартість і простота технології фарбування. Барвники ці дають різноманітні відтінки середній яскравості, проте вони нестійкі до прання і до дії світла.

Для фарбування білкових і поліамідних волокон використовуються кислотні фарбники. Вони забезпечують яскравість забарвлення в широкому світловому діапазоні. До недоліків відноситься слабка стійкість до тертя, мокрих обробок і дії світла.

Принципова відмінність активних барвників від інших видів барвників полягає в тому, що при їх використанні утворюється більш міцний зв'язок між волокном і барвником. Завдяки чому виріб набуває стійкості до дії світла, мокрих обробок, тертя. Активними барвниками забарвлюються целюлозні, білкові, поліамідні волокна.

Катіонні барвники застосовуються для фарбування поліакрилонітрильних волокон. Вони дозволяють отримати міцне, яскраве забарвлення з широкою гамою кольорів.

Дисперсні барвники застосовуються для фарбування поліамідних, поліефірних та ацетатних волокон. Особливість цих барвників полягає в тому, що вони застосовуються у вигляді суспензії або дисперсії. Частинки барвника проникають в структуру волокон де утримуються міжмолекулярними силами взаємодії. Дисперсійні барвники володіють високою яскравістю, доброю вирівнюючою здатністю, але недостатньою стійкістю до світла.

Кубові барвники, які нерозчиняються у воді. За допомогою допоміжної речовини барвник переводять у водорозчинні солі, які легко засвоюються волоконним матеріалом. Кубові барвники відносяться до найміцніших, вони не вицвітають на світлі, не ліняють в пранні, їх недоліком є деяка неміцність до сухого тертя.

Сірчані барвники, які нерозчиняються у воді. Так само як і кубові, їх переводять у водорозчинну сіль, яка добре вбирається волокном. Під дією кисню повітря сірчані барвники знову переходять в нерозчинний стан. Сірчані барвники дають забарвлення в темні кольори (неглибокий чорний, сірий, коричневий, хакі) і тому застосовуються переважно для фарбування одяжних і підкладкових тканин. Сірчисті барвники міцні до прання і тертя і менш міцні до світла.

Пігментні барвники, які нерозчиняються у воді, не мають спорідненості волокну, не проникають в його внутрішню структуру. Вони фіксуються за допомогою спеціальних зв'язуючих речовин шляхом приклея до поверхні. При цьому на стадії термофіксації (130-140°C) утворюється міцна забарвлена плівка. Після термофіксації немає промивки, що спрощує технологію. При цьому хімія волокна ролі не грає, оскільки барвник утримується тільки за рахунок склеювальної речовини. Це важливо для будь-яких видів волокон.

Фарбування нерозчинними азобарвниками. Відмітна особливість цього способу фарбування полягає в тому, що утворення фарби на тканині досягається в результаті хімічної взаємодії на її волокнах двох складових частин барвника – азозоскладаючої і діазоскладаючої. В наслідок хімічної взаємодії двох становлять на волокні утворюється нерозчинний у воді барвник, що володіє гарною міцністю до водних обробок, але помірної міцності до світла і тертя.

Фарбування чорним аніліном. Чорний анілін не володіє розчинністю, тому чорним аніліном фарбують шляхом утворення барвника безпосередньо на волокні. З цією метою пофарбований матеріал просочують розчином солянокислого аніліну в суміші з окислювачем і каталізатором, потім

пропускають через парове середовище і розчин хромпіку. Цим методом фарбують головним чином бавовняні тканини, до якості забарвлення яких пред'являються особливо високі вимоги.

Чорний анілін надає тканинам глибокий чорний колір. Забарвлення чорним аніліном не має собі рівної по повноті кольору і міцності до кислот, окислювачів, відновників, прання, світла і атмосферних дій. Основним недоліком чорноанілінового фарбування є пониження міцності тканини на розрив, нестійкість до хлору, прасування та поту.

4.2. Друкування текстильних матеріалів

Друкуванням тканин називають технологічний процес текстильного виробництва, при якому або фарбують тканину лише на окремих її ділянках (місцеве фарбування), або фарбують всю поверхню, але різними за кольором або відтінком барвниками.

Розрізняють чотири види друкування: пряме, накладне, витравне і резервне.

Залежно від площі, яку займає малюнок, матеріали поділяються на:

- білоземельні в яких кольоровий малюнок займає не більше 40% площі матеріалу;
- напівгрунтові – з площею малюнка 40-60%;
- ґрунтові – колірний фон займає більше 60% площі.

При *прямому друкуванні* фарбу наносять безпосередньо на матеріал.

При *накладному друкуванні* фарбу наносять на заздалегідь забарвлений в світлі тони матеріал.

Витравне друкування дозволяє отримати малюнок шляхом нанесення на гладкофарбовану тканину витравки – речовини, яка руйнує барвник і, таким чином, знебарвлює тканину на заданій ділянці.

Резервне друкування полягає в тому, що на тканину перед гладким фарбуванням наносять речовину – резерв, що оберігає її на певних ділянках від забарвлення при фарбуванні.

Тканини друкують різними способами. При ручному способі друкування малюнок на тканині одержують за допомогою кліше – дерев'яної дошки з рельєфним узором. Проте, на даний час, цей спосіб застосовують лише для друкування хусток і скатертин.

На відміну від ручної набивки, сучасні друкарські машини мають циліндрові мідні вали з поглибленим малюнком. Звичайно роботі на печатній машині передує ряд підготовчих операцій, серед яких найважливіше значення має очищення, виправлення утоку та ширини тканин.

Очищення тканин проводиться з метою попередження утворення дефектів в процесі друкування. З поверхні тканини видаляють пил, що з'явилася в процесі обробки, волокна, нитки, вузлики і пух.

Виправлення перекошеного утоку має особливо важливе значення для тканин, на поверхню яких буде наноситися печатні малюнки правильної геометричної форми. В протилежному випадку після остаточної обробки тканини, нанесенні на неї малюнки можуть бути значно спотворені.

Для виправлення перекошу утоку і ширини тканин використовують поширюючі машини.

Друкувальні машини бувають одновальні – для друкування на тканині одноколірних малюнків і багатовальні (до 16 валів) – для отримання багатоколірних малюнків (число кольорів в малюнку завжди відповідає числу друкувальних валів машини, оскільки кожний вал друкує лише одним кольором певну частину малюнка).

При друкуванні аерографічним способом на матеріал накладають картонний шаблон з вирізами у вигляді певного малюнка. За допомогою пульверизатора через вирізи в шаблоні на тканину наносять барвник. Міняючи положення пульверизатора і час обробки, одержують забарвлення

будь-якої інтенсивності. Аерографним способом друкування можна створювати малюнки з плавними переходами від одного тону до іншого.

При способі фотодруку основним робочим інструментом є шаблон. При вибиванні на тканину накладають шаблон і за допомогою гумової пластини (рамки) протирають фарбу. Для отримання багатоколірних малюнків вимагається застосовувати стільки шаблонів, скільки кольорів в малюнку. Цей спосіб друкування досить трудомісткий і малопродуктивний, проте він дозволяє відтворювати складні малюнки з фотографічною точністю.

Термодрукування включає два основні процеси: друкування малюнка на папері і перенесення малюнка з паперу на тканину. Для перенесення фарби з паперу на тканину використовують ефект сублімації: барвник при певній температурі (150-220°C) переходить з твердого стану безпосередньо в газоподібний. При цьому спочатку відбувається адсорбція молекул барвника на поверхні, а потім дифузія їх всередину волокон і взаємодія з активними центрами волокон.

4.3. Заключна обробка

Під заключною обробкою розуміють комплекс технологічних операцій, якими закінчується виробництво тканин.

Заклучна обробка – це сукупність процесів обробки текстильних матеріалів, поліпшуючих споживацькі якості та товарний вигляд тканини. Розрізняють:

- заключна обробка загального призначення, основна мета – поліпшення наявних властивостей тканини;
- заключна обробка спеціального призначення з метою надання тканини нових цінних властивостей.

Основні задачі заключної обробки загального призначення:

- поліпшення зовнішнього вигляду тканини;
- надання грифа;

- підвищення малоусаджуваності і малозминальності;
- надання стандартних стійких розмірів.

Метою заключної обробки спеціального призначення є надання гідрофобних і маслофобних, бактерицидних, вогнестійких і брудовідштовхуючих, антисептичних та інших цінних властивостей.

Всі обробки визначаються асортиментом і призначенням тканини.

Всі процеси заключної обробки підрозділяються на механічні та хімічні.

До механічних відносяться висушування, вирівнювання перекосів утока і основи на сушильно-поширюючих машинах, розгладження тканини на каландрах, стрижка, декатировка, начісування.

До хімічних відносять процеси, які протікають при обробці тканин різними обробними препаратами – апретами, а операція називається апретування. **Апретуванням** називається просочення тканини крохмалем для надання їй стійкості, необхідної при масовому розкрої тканин. В крохмаль додають для пом'якшення тканини жири та масла, для надання блиску – стеарин, віск. Залежно від густини апрету, який наноситься, тканина може вийти більш м'яка або жорстка. Апрети підрозділяються на змивні і незмивні.

Змивні апрети практично повністю видаляються після першого прання. Крохмальний апрет запобігає руйнуванню целюлози, робить пряжу більш гладкою, підвищує опірність до механічних дій. Незмивні апрети після прань змиваються не більше ніж на 15-20%. Вони базуються на принципі нанесення смол і термопластичних полімерів (емульсій або латексів).

Ширення. В процесах фарбувально-обробного виробництва тканина звичайно витягується в довжину. Для відновлення нормальної ширини тканину на поширюючих рамах розтягують в напрямі утоку. Цей процес є дуже важливим для швейного виробництва, оскільки від його правильної поведінки в значній мірі залежить рівномірність тканини по ширині.

Каландруванням називається пропрасовування тканин за допомогою особливих валів – металевих або з пресованого паперу. Якщо тканина йде

лицьовим боком до металевих валів, вона виходить більш блискучою – лощеної, лицьовим боком до паперових – більш матовою.

Ворсуванню піддаються тканини типу фланелі, байки та бавовняні сукна. При ворсуванні голчаті вали вичісують з уточних ниток кінці волокон, завдяки чому поверхня тканини стає пухнастою. При цьому тканина отримує меншу теплопровідність і кращу здатність зігрівати, тому начосні тканини відносяться по своєму призначенню до зимових.

4.4. Дефекти фарбування, друкування і обробки

В готовому матеріалі, крім дефектів пряжі та ткацтва, в наслідок неправильного проведення обробних операцій можуть з'явитися нові дефекти.

Дефекти фарбування

Разновідтінковість – це зміна забарвлення від середини до кромки або від одного кінця куска до іншого, є слідством поганої промивки тканини або ж неправильних режимів фарбування. В швейних виробках разновідтінковість значно помітніше, ніж в куску тканини, де перехід від одного відтінку до іншого відбувається поступово.

Плями при фарбуванні можуть бути світлі або темні – від поганої підготовки тканини до фарбування, від капання крапель та інших причин. Плями можуть бути масляними та іржавими. При розбракуванні тканин плями оцінюються залежно від розміру. На невидимих частинах виробу плями допускаються.

Непрофарбування – недостатнє фарбування тканини по її товщині, походить від поганої підготовки і неправильних режимів фарбування. Непрофарбована тканина псує вигляд виробу.

Смуги при фарбуванні йдуть від зупинки машини упоперек всієї тканини. Різко помітні смуги при розкрої повинні потрапити або в кінець

настилу, або в кінець секції. При попаданні смуги у видимі частини виробу весь виріб відноситься до браку.

Маркість є слідством недостатньої промивки тканини після фарбування. Маркість не виявляється при зовнішній розбракуванні, але дуже неприємна при експлуатації.

Дефекти друкування

Псування набивного малюнка може відбуватися унаслідок розтікання, розтрафу, належання.

Розтікання з'являються від барвника, що недостатньо загущеного, рідкого, від падання крапель в запарних камерах і сушилках.

Розтраф – дефект з'являється від неправильного збігу окремих частин багатовалляльного малюнка.

Належання – білі або кольорові плями, що утворюються в тих випадках, коли шари недостатньо просушені.

Зарубки – непротиєнуті в пресі місця від тієї, що заклався в складку під час друкування тканини.

Всі місцеві дефекти можуть бути обійдені при розкрої. Якщо один з перерахованих дефектів потрапляє на видимі деталі швейного виробу, сортність виробу знижується.

Вади обробки

Перекуси утворюються при обробці внаслідок неправильного розтягування тканини. При перекусі тканини уточні нитки розташовуються не під прямим кутом до основи, що створює великі ускладнення при розкрої та псує зовнішній вигляд виробу. Особливо перекуси помітні в клітчастих тканинах.

Заломи утворюються на вовняних тканинах у вигляді складок, які нерозпрасовуються. Заломи можуть виникнути в процесі заварки і валяння.

Зморшки – злегка призборенні поперечні смуги, що не розправляються під праскою, утворюються при фарбувально-обробних операціях внаслідок нерівномірної усадки утоку. За наявності зморшок на видимих частинах швейних виробів сортність готового одягу знижується.

Ворсувальні пліщини утворюються в тканинах з начісуванням і є ділянками тканини, що залишилися за тієї або іншої причини без начісування.

РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ

5.1. Показники якості продукції

Якість продукції – це сукупність властивостей продукції обумовлюючих її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.

Для повної оцінки якості текстильних матеріалів важливо обґрунтовано вибрати комплекс показників якості. Показник якості продукції – це кількісна характеристика одного або декількох властивостей продукції, розглядається відповідно до певних умов її експлуатації або споживання.

Якість одягу залежить від багатьох факторів. Найбільше значення мають фактори, безпосередньо формуючі якість одягу: якість вихідних матеріалів, якість проектування (моделювання та конструювання) виробів, якість технологічної обробки та ін.

Якість вихідних матеріалів (тканин, трикотажних, нетканих полотен та ін.), їх властивості (естетичні, гігієнічні, міцність) багато в чому визначають відповідні властивості одягу. Від матеріалів залежить відповідність одягу функціональному призначенню, вигляду і віку споживачів, напрямку моди. Комплекс гігієнічних властивостей матеріалів впливає на стан мікроклімату підодягового простору, що впливає на самопочуття та працездатність людини. Від пружньопластичних властивостей матеріалів, їх жорсткості,

драпіруємості, формостійкості залежить можливість створення необхідної об'ємно-просторової форми одягу та її стійкість в експлуатації.

Якість проектування одягу багато в чому зумовлює не лише об'ємно-просторову форму і композицію одягу, але й її художньо-естетичні властивості. А також забезпечення таких показників якості, як економічність і технологічність виробів.

Показники якості будь-якої продукції можуть бути класифіковані на наступні види [10]:

Показники призначення характеризують властивості матеріалів, визначальні основні функції, для виконання яких він призначений, і обумовлюють область його застосування.

Показники призначення у свою чергу підрозділяються на три підгрупи:

Функціональні (експлуатаційні) – міцність, розтяжність, жорсткість, еластичність, формостійкість, незминальність, електризуємість та ін.

Гігієнічні – гігроскопічність, вологість, вологопоглинання, паропроникність, тепловий опір і ін.

Захисні – водостійкість, вогнестійкість, пилепроникність, проникність хімікатів та ін.

Показники надійності – характеризують здатність матеріала зберігати в часі властивості в заданих межах. До цих показників відносяться безвідмовність і довговічність матеріалів.

Естетичні показники – характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, колористичні властивості текстильного матеріалу (малюнок, колір, блиск, білизна, переплетення).

Показники дефектності – характеризують кількість дефектів в невикористаному матеріалі, а також дефекти, які виникають при експлуатації (піллінгуємість, розсунення в тканинах і швах та ін.)

Показники стандартизації і уніфікації – характеризують насиченість продукції стандартними, уніфікованими і оригінальними частинами, а також рівень уніфікації з іншими виробами.

Патентно-правові показники характеризують ступінь оновлення технічних рішень, що використовуються в продукції, їх патентний захист.

Екологічні показники характеризують рівень шкідливих дій на оточуюче середовище, виникаючих при експлуатації або споживанні продукції.

Існують різні методи визначення показників якості матеріалів.

Оцінка якості **експериментальним методом** здійснюється шляхом вимірювання властивостей (інструментальний метод) або на основі виявлення і підрахунку числа дефектів, або бракованих виробів (розбракування) [12].

Органолептичний метод базується на відчуттях органів відчуття; при цьому іноді вдаються до порівняння досліджуваного матеріалу з еталоном. Правильність оцінок таких методів залежить від накопиченого досвіду і класифікації фахівців, які дають оцінку.

Експертний метод заснований на сумісному обліку оцінок групи з 7-12 фахівців-експертів, що використовують обидва попередні методи.

Соціологічний метод полягає в зборі та аналізі думок фактичних або можливих споживачів продукції.

Розрахунковий метод передбачає обчислення показників якості матеріалу залежно від різних параметрів його структури, технологічного процесу, а також властивостей початкової сировини.

Вибір визначальних показників є першим і основоположним етапом в загальній методиці оцінки якості продукції.

Визначними вважаються ті показники, по яких ухвалюються рішення оцінювати якість продукції. Це може бути зроблено з використанням наступних основних принципів

Вартісний принцип – при якому вагомість i -го показника приймається пропорційно витратам, необхідним для забезпечення існування цього показника.

Евристичний (експертний) принцип – при якому вагомість показників визначають на основі експертного досвіду фахівців.

Експериментальний принцип – при якому ваговість приймається пропорційною середньому значенню ступеня наближення оцінюваного показника до еталонного значення.

Комбінований принцип полягає у використанні деякої комбінації вагомості, отриманих з використанням різних принципів.

На практиці частіше за все використовується експертний метод визначення коефіцієнтів вагомості показників якості продукції.

Експертна оцінка коефіцієнта вагомості показників якості включає в загальному вигляді наступні основні і послідовно виконувані етапи робіт: формування групи експертів; підготовка опитування експертів; опитування експертів; обробка експертних оцінок; аналіз отриманих результатів.

Формування групи експертів полягає в підборі фахівців, які мають достатньо високу кваліфікацію в області створення і функціонування оцінюваної продукції.

Підготовка опитування полягає в складанні спеціальних опитувальників або анкет, в яких висловлюється суть обговорюваного питання, детально дається метод підготовки і оформлення відповідей.

Опитування експертів здійснюється заочно шляхом розсилки анкет і отримання відповідей, або безпосередньо при одночасній роботі всієї групи експертів.

Звичайно експерти дають рангову оцінку обмеженого числа показників якості: найважливіший показник позначають рангом $R = 1$, а якнайменше значущий рангом $R = n$, де n – число показників. Якщо експерт вважає декілька показників рівнозначними, то їм привласнюють однакові ранги, то сума їх повинна бути рівний сумі місць при їх послідовному розташуванні. Сума рангів у кожного експерта постійна і рівна:

$$\sum R = 0,5 n (n + 1) \quad (5.1)$$

Можлива експертна оцінка необмеженого числа показників, коли кожний експерт може давати свій і необмежений комплекс показників, ранжируваний в порядку убавання значущості. В цьому випадку число показників у експертів може бути неоднаковим. Вважають, що показники, яким експерт не дав оцінку, матимуть однаковий найгірший ранг. Тоді при одній бракуючій оцінці їй привласнюють ранг $R = n$, при двох $R = n - 0,5$, при трьох $R = n - 1$, при чотирьох $R = n - 1,5$.

Обробка експертних оцінок полягає у визначенні узгодженості думок експертів і підрахунку зведених характеристик опиту по кожному показнику.

Для оцінки узгодженості думок експертів підраховують коефіцієнт конкордації.

$$W = \frac{(S_i - S)^2}{(1/2)m^2(n^3 - n) - m \sum T_j}, \quad (5.2)$$

де $S_i = \sum R_i$ – сума рангових оцінок експертів по кожному показнику; $S = 1/n \sum S_i = 0,5m(n+1)$ – середня сума рангів для всіх показників; m – число експертів; n – число показників; $T = 1/12 \sum (t_j^3 - t_j)$ – за наявності у окремих експертів однакових рангових оцінок для них обчислюють показник подібності; де t – число рангів з однаковими оцінками у i -го експерта; t_j – число однакових рангів в кожній оцінці γ -й рядки.

Узгодженість думок експертів вважають прийнятною при $W \geq 0,6$ і значущості $P = 0,95$.

Значущість W оцінюють по критерію χ^2

$$\chi^2 = W m (n-1) \quad (5.3)$$

Якщо $\chi^2 > \chi_{\alpha, 2}$, то W значимо з прийнятою вірогідністю.

Аналіз отриманих результатів включає підрахунок коефіцієнтів вагомості оцінюваних показників.

Коефіцієнт вагомості кожного показника підраховують як

$$z = \frac{mn - S}{0,5mn(n-1)}. \quad (5.4)$$

Істотно значущими вважають показники, для яких $z > 1/n$. Ці показники і вибирають визначаючими для даної продукції.

Узгодженість думок експертів по окремих показниках може бути оцінена по коефіцієнту варіації C . Якщо $C \leq 10\%$ – узгодженість думок експертів вважають високою, при $C=11-15\%$ – вище середнього, при $C = 16-25\%$ – середня, при $C = 20-30\%$ нижче середньої та при $C > 35\%$ низкою.

5.2 Визначення комплексних показників якості

Комплексна оцінка якості текстильних матеріалів є узагальненою оцінкою, коли в одному показнику об'єднують комплекс основних, найзначущих властивостей матеріалу. Перевага комплексної оцінки полягає в наявності однієї числової підсумкової оцінки замість декількох по одиничних показниках.

Перед підрахунком узагальнених комплексних оцінок одиничні показники, які мають різну закономірність, переводять в безрозмірні (відносні показники якості, ранги, бали).

Відносні показники якості визначаються за формулою (5.5) для позитивних показників і за формулою (5.6) для негативних показників

$$q_i = x_i / x_{i0} \quad (5.5)$$

$$q'_i = x_{i0} / x_i \quad (5.6)$$

де x_{i0} , x_i – базове і фактичне значення і-го показника якості. При оцінці якості за стандартами за базові показники приймають норми і вимоги відповідного стандарту.

В окремих випадках за базові значення можуть прийматися кращі або гірші значення показників зі всіх порівнюваних варіантів продукції.

Рангові оцінки показників якості є дискретними і безрозмірними, вони означають порядкове місце матеріалу при порівняльній оцінці якості декількох матеріалів.

Кращий матеріал оцінюється рангом $R = 1$, гірший рангом $R = m$, де m – число порівнюваних матеріалів. При цьому можливі і однакові оцінки якості декількох матеріалів.

Дискретні рангові оцінки мають недолік – чисельно близькі показники оцінюються істотно відмінними рангами. Це приводить до помилки при порівняльній оцінці якості матеріалів. Цього можна уникнути, якщо використовувати безперервні рангові оцінки R_{HI} підраховувані за формулами:

– для позитивних показників

$$R_{HI} = R_{\max} - \frac{(R_{\max} - R_{\min})(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}; \quad (5.7)$$

– для негативних показників

$$R_{HI} = R_{\min} + \frac{(R_{\max} - R_{\min})(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}. \quad (5.8)$$

де R_{\max} , R_{\min} – максимальні і мінімальні оцінки відповідно гіршого і кращого матеріалу; x_i – величина показника якості для i -го матеріалу; x_{\max} та x_{\min} – максимальна і мінімальна величини показників якості порівнюваних матеріалів.

Бальні комплексні оцінки показників якості можуть бути дискретними і безперервними. ГОСТ 23554.0 рекомендує використовувати два варіанти шкали бальних оцінок для п'яти або семи градацій якості (табл. 5.1, 5.2).

Таблиця 5.1

Градація	Бал	Якість матеріалу	Оцінка по дефектності		
			Градація	Бал	Якість матеріалу
5	5	Відмінне	5	100	Високе
4	4	Добре	4	80	Вище
3	3	Середнє	3	60	середнього
2	2	Погане	2	40	Середнє
1	1	Дуже погане	1	20	Нижче середнього Низьке

Таблиця 5.2

Градація	Бал	Якість матеріалу	Градація	Бал	Якість матеріалу
7	100	Дуже високе	3	40	Нижче середнього
6	85	Високе	2	25	Низьке
5	70	Вище середнього	1	10	Дуже низьке
4	55	Середнє			

Безперервні бальні оцінки розраховуються за наступними формулами:

– для позитивних показателів:

$$B_{HI} = B_{\max} - \frac{(B_{\max} - B_{\min})(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}; \quad (5.9)$$

– для негативних показателів:

$$B_{HI} = B_{\max} + \frac{(B_{\max} - B_{\min})(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})}. \quad (5.10)$$

Для підрахунку комплексних показників якості j -го матеріалу використовуються наступні формули:

Середня арифметична комплексна оцінка:

$$K_j = \frac{\sum_{j=1}^n z_{ji} Y_i}{\sum_{j=1}^n Y_i}, \quad (5.11)$$

при $\sum_{j=1}^n Y_i = 1$, $K_j = \sum_{j=1}^n z_{ji} Y_i$, (5.12)

Середня геометрична комплексна оцінка

$$G_j = \left(\prod_{j=1}^n Y_i \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n Y_i}}, \quad (5.13)$$

при $\sum_{j=1}^n Y_i = 1$, $G_j = \prod_{j=1}^n Y_i$, $i = 1, \dots, n$ (5.14)

Середня гармонійна комплексна оцінка

$$H_j = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\gamma_i}{q_{ji}} \right)}, \quad (5.15)$$

$$\text{при } \sum_{i=1}^n \gamma_i = 1, \quad H_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\gamma_i}{q_{ji}} \right)}. \quad (5.16)$$

При $q_{ji} = 0$, комплексна оцінка $H_j = 0$

Комбінована комплексна оцінка визначається як середня геометрична з середньої арифметичної комплексної оцінки K_j і як найгіршого показника якості q_x

$$K_{Gj} = \sqrt{K_j \cdot q_x}. \quad (5.17)$$

При $q_x = 0$ комплексна оцінка $K_{Gj} = 0$, а при $q_x > 0$ вона наближається до мінімальної.

5.3. Оцінка якості матеріалів за стандартами

ОЦІНКА ЯКОСТІ ТКАНИН

Оцінка якості за стандартами звичайно зводиться до визначення сорту.

Сорт – це градація продукції певного вигляду по одному або декільком показникам якості, встановлена нормативною документацією. [10].

Сорт тканин визначають залежно від фізико-механічних показників і дефектів зовнішнього вигляду.

Для бавовняних, лляних і вовняних тканин встановлено два сорти (1-й і 2-й), для шовкових – три (1-й, 2-й, 3-й). По більшості фізико-механічних показників, заданих у вигляді граничних значень (наприклад, по стійкості до стирання, незминання, білизни, міцності забарвлення та ін.), вимоги в стандартах встановлені єдині для всіх сортів. Якість продукції по цих показниках оцінюється диференціальним методом шляхом порівняння

фактичних даних випробування з нормами стандарту. Результатом такої оцінки є ухвалення альтернативного рішення: продукція стандартна – відповідає державному стандарту або технічних умов або продукція нестандартна – не відповідає державному стандарту або ТУ. По окремих показниках фізико-механічних властивостей (наприклад, розривному навантаженню, ширині, щільності по основі та утоку, поверхневій густині і т.п.) в стандартах за визначенням сортності встановлені відхилення для тканин 2-го сорту від мінімальних норм по цих показниках для тканин 1-го сорту, що допускаються (табл. 5.3).

В табл. 5.3 дані відхилення тільки в меншу сторону. Відхилення від норм показників у велику сторону при визначенні сорту тканин не враховуються.

Для вовняних тканин 2-го сорту допускаються також відхилення від норм для тканин 1-го сорту по наступних показниках: зміст жиру, вміст рослинних, штучних і синтетичних волокон в напіввовняних (змішаних) тканинах; усадка після замочування і мокрого прасування чистововняних тканин, стійкість забарвлення.

Для бавовняних, вовняних і шовкових тканин за відхилення, що допускаються, в межах норм 2-го сорту передбачені штрафні бали (табл. 5.4).

За наявності відхилень по декількох фізико-механічних показниках враховують лише ті, які оцінені найбільшою кількістю балів.

Сорт бавовняних, вовняних і шовкових тканин визначають по сумі штрафних балів, що призначаються за відхилення по фізико-механічних показниках і за дефекти зовнішнього вигляду. Поширені і місцеві дефекти штрафують різними балами залежно від їх значущості і ступеня вираженості. Штрафні бали за місцеві дефекти, знайдені на даному куску тканини, перераховують на умовну довжину по формулі (5.18).

$$B_m = B' \times L_y / L \quad (5.18)$$

де B' – сума штрафних балів за місцеві дефекти зовнішнього вигляду на шматку тканини завдовжки L ; L_y – умовна довжина куску тканини.

Умовна довжина вказується в стандартах за визначенням сортності тканин і залежить від ширини останніх.

Бали по поширених дефектах зовнішнього вигляду підсумовують без урахування фактичної довжини нитки.

Остаточна сума штрафних балів підраховують за формулою

$$B = B_l + B_p + B_m \quad (5.19)$$

де B_l – штрафні бали, що призначаються за фізико-механічні показники; B_p – штрафні бали, що призначаються за поширені дефекти зовнішнього вигляду; B_m – штрафні бали, що призначаються за місцеві дефекти зовнішнього вигляду.

Таблиця 5.3

Показник	Відхилення, що допускаються, для тканин 2-го сорту від мінімальних норм для тканин 1-го сорту			
	Бавовняні (ГОСТ 161)	Лляні (ГОСТ 357)	Вовняні (ГОСТ 358)	Шовкові (ГОСТ187-71)
Ширина	1см при ширині до 75см (11 балів)	1,5%	1,5% (16 балів)	1см (6-8 балів) і 2см (10-18 балів) при ширині до 70см
	1,5см при ширині більше 75см (11 балів)	–	3,0% (31 бал)	2см (6-8 балів і 3см (10-18 балів) при ширині 70см і більше
Щільність (число ниток на 10см)	2,0% (11 балов)	2,0%	Не більш половини допущення для тканин 1-го сорту (16 балів)	По основі 2,0% (6-8 балів) і 4,0% (10-18 балів)
Розривне навантаження	4,0% (11 балов)	5,0%	Те ж	По утку від 1 нитки на 1см (6-8 балів) і до 3 ниток на 1см (10-18 балів)
Поверхнева густина	5,0% (11 балов)	5,0%	–//–	7,0% (6-8 балів) 15,0% (10-18 балів)
				–

Таблиця 5.4

Бавовняні тканини		Вовняні тканини		Шовкові тканини	
Распространеніє дефекта зовнішнього вигляду	Бали	Розповсюдженніє дефекта зовнішнього вигляду	Бали	Розповсюдженніє дефекта зовнішнього вигляду	Бали
Засміченість костюй, мертвим волокном і мушками, шишковатість пряжи, сукрутини	11	Різка мушкова-тость	31	Шишковатість і засміченість пряжі	8-18
Порушення рисунка, розтрафу	11	Засміченість ріпя'м	31	Порушення ткацького рисунка	8-18
Разнооттеноч-ность	11	Бракуюча ширина	16-31	Смугастість по основі: помітно виражена різко виражена	8 6-18
Смугастість по основі і витчу	11	Помітна різновідтінко-вість	31	Розтраф рисунка	8-18
Зебрістость, перслежистість пряжа	11	Смуги по основі	16	Нерівнота фарбування	4-18
Дефекти обробки	11	Засміченість мертвим волосом	16	Перекіс тканини і малюнка	8-18
		Перекіс	16-31	Вади обробки	6-18

Граничні суми штрафів для тканин 1-го, 2-го і 3-го сорту приведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Сорт тканини	Число штрафних балів для тканини, не більше		
	бавовняних	вовняних	шовкових
1-й	10	12	5-7
2-й	30	36	9-17
3-й	-	-	25-30

При визначенні сорту лляних тканин штрафні бали за відхилення по фізико-механічних показниках і за дефекти зовнішнього вигляду не призначаються. Оцінку проводять диференціальне по всіх фізико-механічних показниках, а дефекти зовнішнього вигляду обмежують: в тканині 1-го сорту не допускаються поширені дефекти, а число місцевих дефектів на умовну

площу тканини 30м^2 не повинне бути більше 8; в тканині 2-го сорту допускаються не більш одного поширеного дефектів і місцевих не більше 22 дефектів на умовну площу; при цьому, якщо в тканині 2-го сорту є поширений дефект, число місцевих дефектів на умовну площу не повинне перевищувати 17.

Перерахунок числа дефектів на умовну площу 30м^2 виконується за формулою

$$P = P_{\phi} \frac{3 \cdot 10^3}{LS}, \quad (5.20)$$

де P_{ϕ} – фактичне число місцевих дефектів, знайдених на куску тканини завдовжки L (м) і шириною S (см).

Оцінка якості трикотажних полотен

При оцінці якості трикотажних полотен враховується відповідність нормам показників фізико-механічних властивостей, наявність зовнішніх дефектів, що знижують їх художньо-естетичну оцінку, стійкість забарвлення.

Нормовані показники фізико-механічних властивостей трикотажних полотен підрозділяються на загальні, обов'язкові для всіх видів полотен, і додаткові, залежно від призначення і волоконного складу полотна. До загальних фізико-механічних показників трикотажних полотен відносяться: склад сировини, процентний зміст різних волокон, лінійна густина ниток, щільність в'язання полотна по горизонталі та вертикалі, розривне навантаження. Додатковими показниками для верхніх і білизняних трикотажних полотен є розтяжність і стійкість до стирання.

Якщо хоча б по одному показнику полотно не відповідає нормам, воно бракується.

Залежно від дефектів зовнішнього вигляду трикотажні полотна поділяться на полотна 1-го і 2-го сорту. Сорт полотна встановлюється залежно від кількості і величини дефектів, знайдених на 1м^2 полотна, по таблиці дефектів відповідних стандартів.

На 1 м^2 полотна 2-го сорту допускається не більше трьох дефектів, причому за наявності на 1 м^2 дефектів різної значущості сорт визначається по дефекту, відповідному низькому сорту.

При тому, що розсортував 1 м^2 полотно подумки ділять на чотири подовжні частини, кожна з яких дорівнює $0,25\text{ м}^2$. Якщо на площі однієї ділянки знаходять більше трьох дефектів, розташованих в подовжньому напрямку, то цю ділянку відносять до несортного, а решта трьох ділянок залежно від дефекту і його величини може бути 1-го і 2-го сорту.

Проглянутий кусок полотна залежно від наявності в ньому різних сортних і несортних ділянок переводиться в масові частки різних сортів шляхом множення числа метрів кожного сорту і несортних ділянок на номінальну масу 1 м^2 полотна.

Кількість полотна 1-го сорту знаходять шляхом віднімання з маси всього куска маси полотна, відповідного 2-му сорту і несортним ділянкам.

Дефекти зовнішнього вигляду трикотажних полотен виникають в результаті використання ниток з підвищеною нерівністю по товщині і суканню, обриву ниток, розладнань машин, а також в процесі обробки. Дефектами полотен, що часто зустрічаються, є: потовщення і стоншування, зебрстість, нерівномірна довжина петель, спущені петлі, перекис петельних стовпчиків, помарки і плями. Дефекти трикотажних полотен в процесах обробки аналогічні дефектам тканин.

Оцінка якості нетканих полотен

Якість нетканих полотен оцінюється залежно від їх типу та призначення. Неткані полотна розрізняють двох типів: типу тканини (холстопрошивні, ниткопрошивні, тканепрошивні, голкопробивні, клеєні, та комбіновані) і типу ватину (холстопрошивні, голкопробивні). За призначенням в стандартах їх підрозділяють на побутові, обтиральні, тарні, пакувальні, взуттєві, прокладки, фільтрувальні, меблеві та ватин.

Неткані полотна залежно від технології їх виробництва і призначення оцінюють по фізико-механічних, фізико-хімічних показниках і наявності дефектів зовнішнього вигляду 1 і 2 сортом.

Для в'язально-прошивних і клеєних полотен нормованими фізико-механічними показниками є наступні: ширина, поверхнева густина, розривне навантаження, розривне подовження, стійкість до стирання, жорсткість, стійкість до пілінгоутворення, незмиральність, зміна лінійних розмірів після прання, змочування, а також зміна фізико-механічних показників після хімічності – залежно від цільового призначення нетканого полотна. Крім того, для в'язально-прошивних полотен нормується густина прошиву по довжині.

В полотнах 2 сорту допускаються відхилення від встановлених мінімальних норм 1-го сорту. Якщо величина відхилень вище допустимих, полотна переводять в несортну продукцію.

Оцінка сортності по дефектах зовнішнього вигляду здійснюється з урахуванням їх конкретного призначення.

Як і в тканинах, дефекти можуть бути поширеними і місцевими. В полотнах 1-го сорту не допускаються наступні поширені дефекти: заломы, ділянки з недостатнім начісуванням і ворсом, перекис полотна або малюнка понад 3%, нерівна ширина, подовжня і поперечна смугастість, засміченість, мушковатість, різновідтінковість.

В полотнах 2-го сорту допускається не більш одного поширеного дефекта.

Також не допускаються такі місцеві дефекти як діри, штопка на довжині більше 10см, масляні плями понад 2см, п'ятикратні потовщення прошивних ниток, обрив прошивної нитки на довжині понад 10см, ділянки з відсутністю ворсових петель.

Кількості місцевих дефектів зовнішнього вигляду на полотнах 1го сорту умовної площі 35м^2 повинне бути не більше 12, а 2-го сорту – не більше 24. Кількість місцевих дефектів B_m зовнішнього вигляду на умовній площі

полотна при довжині шматка L , м, і ширині шматка b , см, визначають з урахуванням фактичного числа дефектів B за формулою:

$$P = P_{\phi} \frac{3 \cdot 10^3}{LS}, \quad (5.21)$$

5.4 Догляд за матеріалами одягу

Зберігання виробів і напівфабрикатів повинне бути організовано так, щоб вони не втрачали свого вигляду та якості. Для запобігання виробів від забруднень, зім'яло і псування належить вживати наступних заходів.

Правила складання, пакування, маркірування, зберігання і транспортування текстильних виробів, бавовняних, льняних, вовняних і шовкових тканин встановлюються стандартом з урахуванням специфіки цих товарів (ГОСТ 8737, ГОСТ 12453, ГОСТ 878, ГОСТ 12451).[13].

Складання і пакування. Складання і пакування тканин повинне забезпечувати збереження їх властивостей при зберіганні, а також зручність виконання торгових операцій. В стандартах (ГОСТ 7000) нормуються довжина тканини і кількість відрізків в куску залежно від ширини тканини. Відрізи в шматку повинні бути одного артикула, сорту, кольору, малюнка.

Бавовняні, льняні і шовкові тканини накатують в рулони або складають метровими штабами, які потім згущають «в книжку». Тканини шириною від 80 до 150см складають удвічі (дублюють) лицьовою поверхнею всередину, льняні тканини шириною більше 150см – в чотири шари. Шовкові та вовняні тканини накатують на фанерні дощечки або картон, обгорнуті папером. Штучне хутро і шовкові ворсові тканини накатують в рулон на круглий шаблон ворсом всередину.

Для стійкості куски і рулони прошивають нитками в одному або двох місцях по кромках з кожної сторони і обв'язують шнуром або тасьмою на відстані 10см від краю. Багато тканин (шовкові, чистововняні, вибілені та

світлофарбовані бавовняні) обгортають папером або легкою пакувальною тканиною.

Штучні вироби одного артикула і **сорту упаковують** в пачки або картонні коробки: головні **хустки** – по 10-15шт.; рушники – по 10шт.; простирадла, ковдри, покривала – по 4-6шт.

Для транспортування тканин використовують м'яку, напівжорстку і жорстку упаковку. Декілька шматків тканин, підібраних в кипу, обгорнули папером, зашивають в рогожку або пакувальну тканину. При напівжорсткій упаковці кипу закривають папером, пакувальною тканиною або рогожкою, потім спресовують, кладуть упоперек дві дерев'яні планки і обв'язують стрічковою сталлю або дротом. При жорсткій упаковці шматки тканини укладають у фанерні ящики, що вистилають папером, а потім ящики затягують дротом. Мірний клапоть складають в пачки, які зшивають або перев'язують. Пачки відрізів шовкових тканин зшивають по кромках і опломбовують.

Маркірування. Маркірують тканини клеймом або ярликом, який підвішують або приклеюють (ГОСТ 14192).

На фабричному товарному ярлику встановленого зразка вказують: найменування підприємства і системи, якої воно підкоряється; місцезнаходження підприємства; товарний знак: найменування тканини; артикул; ширину; вид обробки; сорт; кількість вирізів в шматку і їх довжину; дату випуску тканини; номер Госту або ТУ. Якщо тканина із змішаних волокон, то вказують процентне співвідношення складових частин і вкладають інструкцію-пам'ятку з правилами догляду за тканиною. Товарний ярлик повинен бути прикріплений до тканини до кінця продажу всього шматка. При переведенні тканини в 2-й сорт на ярлику ставлять штамп з вказівкою встановленого сорту. На ярлику тканин 2-го сорту повинна бути діагональна кольорова смуга (на шовкових тканинах 2-го сорту – синя смуга, 3-го сорту – червона).

Зовнішню упаковку маркірують незмивною фарбою набором цифр, які позначають: перші дві цифри – номер складу, подальші – порядковий номер ящика (кипи), масу брутто (в кг), кількість шматків (пачок).

На кожне пакувальне місце оформляється конфекційна карта – документ, в якому указуються всі основні відомості про упаковані тканини, кількість кусків кожного кольору і забарвлення, наклеюються зразки упакованих тканин. Конфекційну карту висилають замовнику разом з рахунком і транспортними документами.

Транспортування і зберігання. По залізниці і по воді тканині перевозять в критих вагонах або контейнерах. Для місцевих перевезень використовують криті автомашини.

Зберігати тканини слід при відносній вологості повітря 60-65% і температурі в приміщенні 15-18°C, з доброю вентиляцією. Розміщують їх на полицях, стелажах, штабелями, на відстані (в см) не менше: від підлоги – 20, від стін – 40, від опалювальної системи – 100, від джерел світла – 50. Тканини, що зберігаються тривалий час, слід періодично перекладати для попередження злежування і утворення заломів. Стелажі закривають завісками, щоб тканини не порошилися і не вицвітали. Для захисту тканин від комах використовують нафталін, парадихлорбензол або інші засоби.

Для спрощення інформації про властивості виробів і, отже, способах догляду за ними розроблені єдині рекомендації по пранню, прасуванню, хімчистці всіх текстильних, трикотажних, швейних товарів з натуральних і хімічних волокон і встановлені спеціальні маркувальні знаки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловйов А.Н. Текстильне матеріалознавство (Висхідні текстильні матеріали). – М.: Легпромбитіздат, 1985. – 214 с.
2. Перепелкин К.Е. Минуте, теперішній час і майбутнє хімічних волокон. – М.: МГТУ ім. А.Н.Косигина, 2004. – 208 с.
3. Садыкова Ф.Х., Садыкова Д.М., Кудряшова Н.И. Текстильне матеріалознавство і основи текстильних виробництв. – М.: Легпромбитіздат, 1989. – 288 с.
4. Кобляков А.И. і ін. Лабораторний практикум по текстильному матеріалознавству. - М.: Легпромбитіздат, 1986. – 344 с.
5. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильне матеріалознавство (Волокна і нитки). – М.: Легпромбитіздат, 1989. – 352 с.
6. Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. Матеріалознавство швейного виробництва. – М.: Видавничий цент «Академія», 2000.- 240 з.
7. Жихарев А.П., Петропавловский Д.Г., Кузин С.К., Мишаков В.Ю. Матеріалознавства у виробництві виробів легкої промисловості. – М.: Видавничий центр «Академія», 2004. – 448 с.
8. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильне матеріалознавство (Текстильні полотна і вироби). – М.: Легпромбитіздат, 1992 – 272 с.
9. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Матеріалознавство у виробництві виробів легкої промисловості. Швейне виробництво. - М.: Видавничий центр «Академія», 2004. – 448 с.
10. Додонкин Ю.В., Кирюхин С.М. Ассортимент, властивості і оцінка якості тканин. – М.: Легка індустрія, 1979. – 192 с.
11. Сафонов В.В. Хімічна технологія обробного виробництва. – М.: РІО МГТУ, 2002. – 280 с.
12. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оцінка якості і стандартизація текстильних матеріалів. – М.: Легка індустрія, 1974. – 248 з.
13. Дерябина Л.И., Шманева Р.Н. Товарознавство текстильних товарів і одяг. – М.: Економіка, 1984. – 272 с.