

## ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО БУДОВУ ШКІРИ – ОСНОВА РОЗРОБКИ ЇЇ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНОЇ МОДЕЛІ

**В.В. КОСТРИЦЬКИЙ, Л.Ф. АРТЕМЕНКО**

Київський національний університет технологій та дизайну

**М.Є. СКИБА, Г.В. СКИБА**

Хмельницький національний університет

### Особливості й елементи надфібрилярної структури дерми

#### Повідомлення 2

*Викладена друга частина аналітичного огляду результатів досліджень основних параметрів структурно-волокнистої будови шкіри, що визначають особливості поведінки елементів надфібрилярної структури дерми та фізико механічних властивостей натуральної шкіри.*

Елементи надфібрилярної структури дерми різних ссавців, а також колагенові волокна, з яких вона в основному складається, мають багато особливостей. Крім виду організму, на властивості волокон та дерми впливають топографічні особливості місця відбору проби, а також інші фактори (вік ссавця, стать, шар дерми, умови розвитку організму тощо). Анатомія та гістологія шкірного покриву мають в основному описовий характер (табл. 1) [1].

Таблиця 1. Основні структурні параметри дерми ссавців

Тварина	Товщина дерми, мкм	Товщина сітчастого шару, % від товщини дерми	Діаметр вторинних волокон, мкм
Велика рогата худоба	4000...6600	60...80	20...100
Свиня	2500...5000	100	5...10
Вівця	2800	42	11,5
Коза	400...600	10...35	3,0...6,6
Білка	860	60...65	–
Заєць	270	47	–
Кріт	270...630	35...50	3,6...5,3
Лисиця	460	55	6,0

Вторинні волокна, чи колагенові пучки, утворюються за рахунок пучків первинних волокон (табл. 1). Найчастіше об'єктами дослідження є вторинні волокна, що вискубуються зі шкірного покриву. Найлегше досягається розволокнення шкірного покриву голови (головна частина або чілка) великої рогатої худоби. На цій ділянці розташовані найбільш товсті та довгі пучки.

Контакти між волокнами, що ускладнюють розволокнення дерми, виникають у результаті попереднього зневоднення шкірного покриву шляхом повітряного сушіння. При цьому між елементами структури волокон, а також між самими волокнами в дермі виникає додаткова взаємодія, що зберігається і після зневоднення. При утворенні первинних та вторинних волокон колагену дерми проявляється ефект взаємної орієнтації та взаємодії фібрил, діаметр яких досягає сотень нанометрів. Тому заслуговує на

увагу зіставлення деяких елементарних процесів одержання штучних волокон фільтрним методом та методом агрегації колагенових фібрил у дермі ссавців [2, 3].

Деформації, яких зазнають скупчення фібрил, можна зіставити з тими, яким піддаються прядильні розчини полімерів у результаті вимушеного синерезису при формуванні волокон фільтрним методом [3–8]. У дермі паралельна орієнтація колагенових частинок завершується на рівні вторинних волокон, що мають найбільшу довжину та діаметр на ділянці шиї. Шкірний покрив на цій ділянці дерми має більшу рухливість, ніж на спині, животі й інших ділянках. Шляхом розрізування шматків дерми шкіри корови на горизонтальні шари вдалося визначити довжину вторинних волокон колагену в різних топографічних ділянках шкіри [16] (табл. 2).

Таблиця 2. Звивистість та довжина вторинних волокон на різних ділянках дерми шкіри великої рогатої худоби

№ пп	Показники	Ділянка дерми	
		спина	головна частина (чілка)
1	Товщина дерми, мм	4,75	6,60
2	Середня довжина вторинного волокна, мм	24,50	110,60
3	Звивистість волокна: загальна (2:1)	5,2	16,8
4	Звивистість волокна: на 1 мм його довжини (2:3)	4,7	6,6

Середні показники довжини вторинних волокон на щільних ділянках дерми досягають 24,8 мм та на пухких ділянках – 109,7 мм. Кількість розгалужених волокон складає (4–9) % від їх загальної кількості. Довжина звивистих волокон значно перевищує товщину дерми.

Велика частина вторинних волокон дерми шкіри великої рогатої худоби (70...80%) взагалі не розгалужується. Інші мають по одному розгалуженню. Розходження між звивистістю, віднесеною до товщини дерми, та звивистістю на 1 мм довжини волокна, частково пояснюється її неоднаковим середнім нахилом відносно поверхні. Важливою особливістю вторинних волокон дерми великої рогатої худоби є те, що їх закінчення, які мають діаметр 5...10 мкм, зазвичай розташовані у поверхневих шарах дерми. У середньому її шарі вони потовщуються до 20 мкм [16]. Кожне з них поєднує 20...1000 первинних волокон діаметром близько 5 мкм, у перерізі яких по 200...800 фібрил. Схему розгалуження волокон у дермі та розташування вторинних волокон наведено на рис. 1 [9].

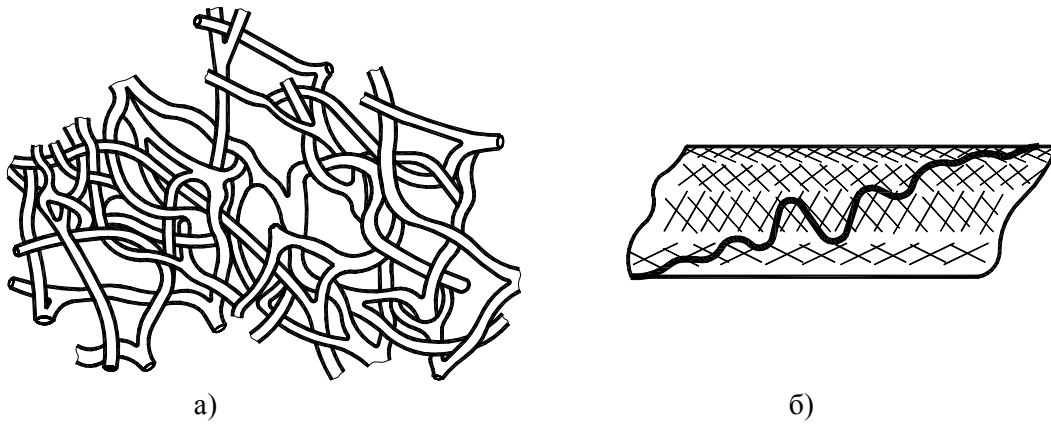


Рис. 1. Схема розгалуження волокон у дермі свині *a* та розташування вторинних волокон *б*

Таким чином, вихідним центром волокноутворення можна вважати первинне волокно, що виникає в шарі дерми, близькому до епідермісу. Воно є стержнем, до якого приєднуються, не зливаючись, первинні волокна, що формуються у середньому шарі дерми. Розходжень у зміні діаметра первинних волокон за їх довжиною, на відміну від вторинних, не спостерігається. У первинних волокнах, поряд з однаково спрямованим укладанням суміжних фібрил, спостерігається також і різноспрямоване укладання, що можна помітити, аналізуючи рисунок поперечного перерізу [10]. Колагенові волокна, порівняно з іншими волокнистими матеріалами, у повітряно-сухому стані містять більше міжструктурних проміжків. Це підтверджується електронно-мікроскопічними зображеннями їх поперечного перерізу. Наслідком «пористості» структури є розходження між істинною та уявною щільністю волокна.

Встановлено, що щільність білкової речовини колагену, який не піддавався повному зневодненню, дорівнює 1,4 [11]. Уявна щільність волокон білка складає 1,096 [12]. Отже, міжфібрилярні проміжки займають приблизно 22% їх об'єму. У результаті інтенсивного стиску діаметр волокон зменшується на 20...40% [13].

Детальніше, ніж інші фізичні властивості повітряно-сухих колагенових волокон, вивчений їх опір деформаціям розтягу. На рис. 2, а зображено типову діаграму розтягу волокон колагену [14].

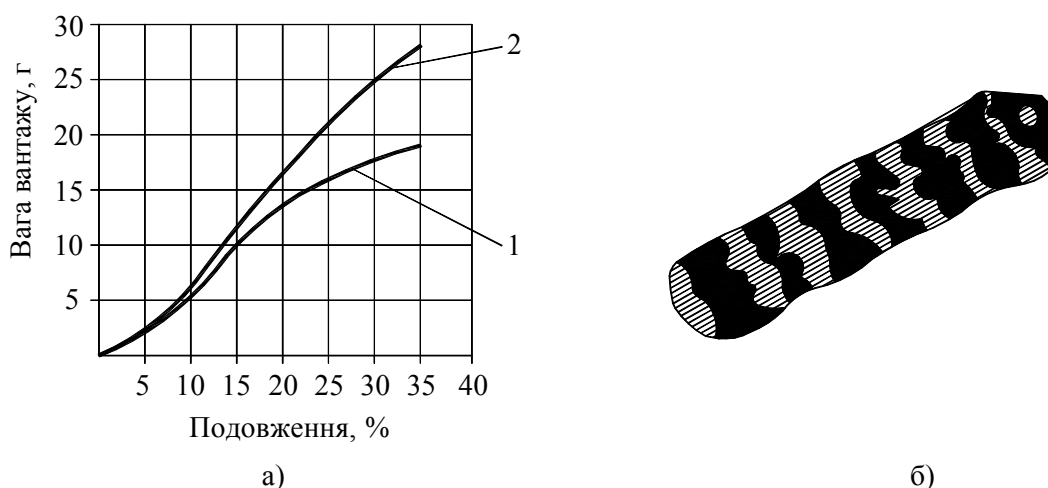


Рис. 8. Деформаційні характеристики волокон колагену:

*a* – типова діаграма розтягу (1 – до сушіння; 2 – після сушіння); *б* – вигляд розтягнутого волокна у полі зору поляризаційного мікроскопа

Початкова ділянка цієї кривої ввігнута у напрямку до осі подовження, що свідчить про те, що коефіцієнт повноти діаграми нижчий за 0,5 [15]. Криві на рис. 2, а можна розбити на такі три ділянки: початкова (зона зростаючого модуля пружності); проміжна (зона постійного модуля пружності); кінцева (зона, що передує зоні розриву). Механізми зміни структури волокон на ділянках кривої розтягу різні.

При мінімальному подовженні хвилястість волокон колагену зменшується. Її можна спостерігати при розтягу волокна, вміщеного у поле зору поляризаційного мікроскопа [16,17]. При цьому чітко простежується чергування темних та світлих поперечних зон з періодом близько 60 мкм (рис. 2, б). Цей ефект зникає, якщо волокно розтягнуте на 1...3%. Особливо виразно він проявляється в сухожиллях, однак його можна знайти також у сухих волокнах, виділених з дерми.

До початкової зони кривої на діаграмі розтягу прилягає менш вигнута її ділянка. Тангенс кута нахилу цього відрізка характеризує в основному зворотну деформацію елементів різних структурних рівнів [14, 18–24]. Меридіональний рефлекс на рентгенограмах волокон колагену, що відповідає відстані 0,29 нм, при розтягу їх на 10% зворотно зростає приблизно на 5%. Відповідно до подовження збільшується й період, що дорівнює 64 нм, на малокутових рентгенограмах [19]. Модуль Юнга повітряно-сухих колагенових волокон дерми дорівнює 300...1500 МПа. Це свідчить про підвищення тягучості таких колагенових волокон.

Модуль Юнга повітряно-сухих плівок і ниток із драглів желатину та тропоколагену у кілька разів вищий від максимального значення модуля для волокон [19]. Ці плівки є крихкими тілами, порівняно з повітряно-сухими колагеновими волокнами які мають підвищену стійкість до багаторазового згину [23].

На останній ділянці кривої деформації цих волокон – у зоні, що передує розриву, подовження частково незворотне. Це можна виявити в процесі дослідження деформації при постійному навантаженні та наступному відпочинку, а також при знятті діаграм багаторазового навантаження. Результати дослідження деформації при постійному навантаженні наведені в табл. 5 [24].

**Таблиця 5. Зміни розмірів колагенових волокон дерми діаметром 60...75 мкм при навантаженні і наступному відпочинку**

Маса навантаження, г	Деформація, %			
	миттєва	зворотна через 3 год	Пластична (незворотна)	загальна
20	5,77±0,37	1,96±0,13	3,23±0,35	10,9
30	6,03±0,31	2,11±0,13	4,25±0,37	12,4

Криві деформації волокон колагену при багаторазовому навантаженні наведені на рис. 3 [14]. У цьому досліді волокна колагену дерми розтягувалися двічі на 20%. Подовження при розриві дорівнювало 22,1%. Петля гістерезису деформації 1-го циклу – 39,1%.

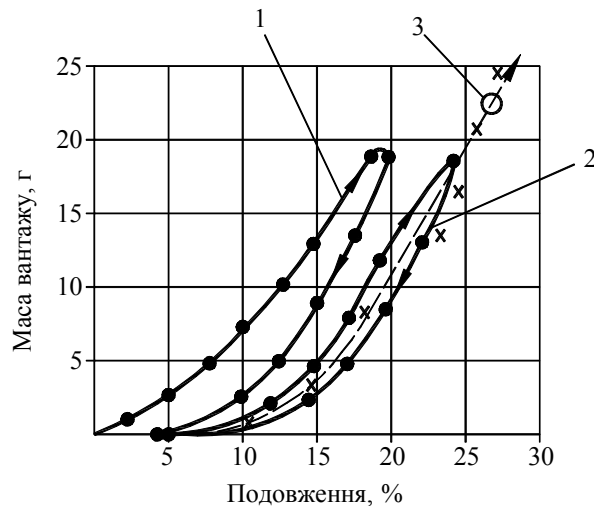


Рис. 3. Діаграми розтягу волокон колагену при багатоцикловому навантаженні: 1 – перший цикл; 2 – другий цикл; 3 – третій цикл до руйнування

Зменшення роботи деформації, що характеризується площею гістерезису при повторному розтягу, склало 24,7%. Пластична (незворотна) деформація до 2-го циклу розтягу складала 4,4%, а після нього – 5,0%.

На відносно подовження при розриві повітряно-сухих волокон колагену дерми мало впливає їх діаметр. У той же час подовження значно змінюється залежно від довжини волокон. Так, подовження волокна довжиною 2 мм досягає 60%, а довжиною 6...10 мм – близько 20% і нижче [25]. Подовження при розриві повітряно-сухих плівок зі тропоколагену та драгледоподібного желатину – близько 2,2%, для висушених розчинів желатину, що містять поліпептиди, воно ще нижче [26, 27].

Границя міцності при розтягу волокон дерми залежно від їх діаметра змінюється у кілька разів. Чим тонші волокна, тим вони міцніші. Межа міцності при розтягу повітряно-сухих плівок із тропоколагену та драгледоподібного желатину близько 100 МПа [26]. У табл. 4 зіставлені показники фізико-механічних властивостей колагенових та інших волокон [15]. Наведені в табл. 4 дані свідчать про те, що в повітряно-сухому стані границя міцності при розтягу колагенових та вовняних волокон мало розрізняється. Колагенові волокна характеризуються значно меншим модулем Юнга, ніж всі інші волокна, тобто колагенові волокна вирізняються більшою еластичністю.

Для характеристики механічних властивостей дерми найчастіше використовується границя міцності при розтягу. Загальна форма кривої деформації дерми аналогічна діаграмі розтягу вторинних волокон; її також можна розбити на три ділянки: початкову (зростаючого модуля еластичності), проміжну (умовно-постійного модуля Юнга), кінцеву (передруйнування).

Таблиця 4. Показники фізико-механічних властивостей різних волокон у повітряно-сухому стані

Волокно	Границя міцності при розтягу, МПа	Подовження при розриві, %	Модуль Юнга, МПа	Щільність, г/см <sup>3</sup>
Колагенове	150...800	10...60	300...1500	1,40
Вовняне	150...180	25...43	600	1,32
Шовкове	530	23	13000	1,37
Бавовняне	290...700	5...7	10000	1,52

Віскозне	200...620	9...30	11000	1,52
Нейлонове	480...970	14...37	3000	1,40
Скляне	2000	2,5	80000	2,60

Модуль Юнга повітряно-сухої дерми при напруженні 1 МПа залежить від її товщини. Для тонких ділянок з черевної частини дерми дорослих тварин або зі спинки телят товщиною до 2,5 мм характерним є модуль Юнга 4...5 МПа, а у товстих шарах дерми (до 5 мм і вище) цей показник зростає до 6...9 МПа. У той же час модуль Юнга повітряно-сухих колагенових волокон дерми 300...1500 МПа. Таким чином, у результаті об'єднання вторинних волокон (пучків) у дерму, модуль Юнга колагенової структури падає у кілька разів.

Границя міцності при розтягу повітряно-сухої дерми дорівнює 1,5...3,0 кПа, тобто значно нижча, ніж границя міцності ізольованих волокон. Якщо врахувати пористість дерми, то границя її міцності зростає у 2–3 рази, залишаючись значно нижчою від аналогічного показника для волокон. Повною мірою це пояснюється тим, що волокна дерми розташовані у різних напрямках відносно розтягуючого зусилля, а можливість їх орієнтації в щільній сітці дерми обмежена [15]. Відносне подовження при розриві дерми зазвичай дорівнює 20...30%. Напруження дерми, що виникло при її розтягу, з часом релаксує.

До встановлення рівноваги проходить не менше декількох годин [28–36], причому поступово зменшується напруження та зростає залишкове подовження, що зберігається після зняття навантаження. Ці явища докладно були досліджені на зразках дерми, підданій дубленню [28].

Дерма у повітряно-сухому стані деформується не тільки під час розтягу, але й у результаті пресування (рис. 4). При досягненні тиску близько 300 МПа у випадку повітряно-сухої дерми і 140 МПа у випадку вологої плавність кривої деформації порушується – відбувається її руйнування. Товщина зразків дуже пористої дерми зменшується при стиску більше ніж на 80%. У випадку припинення пресування при тиску, що не перевищує 80% границі міцності при стиску, зразок повільно релаксує. Через 4 місяці залишкова деформація склала 63,3%.

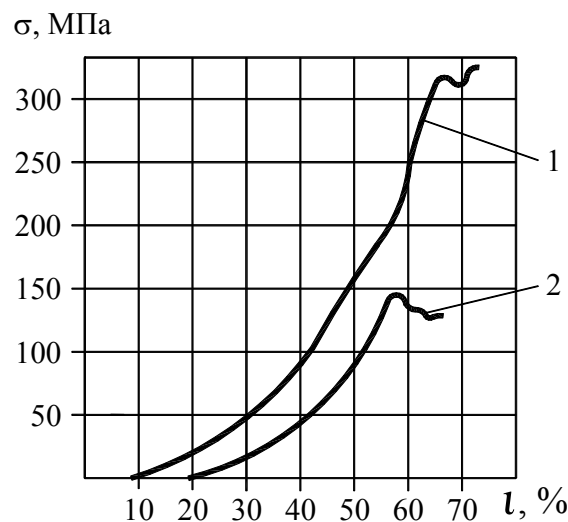


Рис. 4. Діаграми стиску дерми:

1 – зразок, що містить 11 г води на 100 г білку; 2 – зразок, що містить 79 г води на 100 г білку

Формування дерми після розтягу чи стиску широко використовується при виготовленні з неї різних напівфабрикатів. При цьому механічні ефекти зазвичай поєднуються із впливом вологи та тепла. У процесах шкіряного виробництва дерма шкіри зазнає змін, тому шкіра має дещо інші властивості, ніж дерма шкіри, хоча загальна структура останньої в основному зберігається й у шкірі.

Зміна властивостей шкіри зумовлена різними процесами виробництва, і головним чином, дубленням. Дублення є основним і найбільш складним процесом технології у виготовленні шкіри. Найбільш сучасні погляди на процес дублення ґрунтуються на уявленні про дублення шкіри як про поперечне зв'язування суміжних поліпептидних ланцюгів колагену частками дубителя. У результаті цього скріплення, чи «зшивання», утворюються танідні «містки» між макромолекулами білка [37–40]. Важливим доказом правильності поглядів на процес дублення, як на молекулярне зв'язування, є підвищення температури зварювання шкіри, що пояснюється додатковим зв'язуванням часток колагену частками дубителя у місцях аміно– і карбоксильних груп або поліпептидного зв'язку. Це значно зміцнює систему, і тому для руйнування додаткових зв'язків потрібні великі витрати енергії. Шкіри різних видів дублення мають різну температуру зварювання, тобто різну інтенсивність міжмолекулярної взаємодії.

Основною зміною, що відбувається в шкірі при дубленні, є втрата здатності зморщуватися при висиханні. Це явище називається «формуванням структури дерми» [41], що характеризується «об'ємним виходом» [41]. Формування структури дерми полягає в тому, що дубитель, утворюючи місткові зв'язки з колагеном, знижує деформацію дерми при сушінні, і вона зберігає тією чи іншою мірою свій об'єм та пористість. Внаслідок цього шкіра стає досить пухкою, що зумовлює її здатність поглинати воду. Згідно з даними роботи [42], пористість підшовної шкіри досягає 29...47 %. Втрата здатності шкіри склеюватись в результаті дублення, пояснюється блокуванням центрів, що зумовлюють сильне притягання волокон одне до одного [40]. Дублення викликає також збільшення жорсткості структури. Молекулярне скріплення, що відбувається в процесі дублення, перешкоджає набряканню шкіри, тобто збільшенню відстані між поліпептидними ланцюгами [42, 43].

Існує декілька методів дублення: солями тривалентного хрому (хромове) та комбіноване. Шкіру розглядають як систему переплетення колагенових волокон, у якій поверхня структурних елементів «зшита» молекулами дубителя, внутрішня ж структура елементів залишається без зміни; певна кількість танідів знаходиться також у незв'язаному вигляді між структурними елементами шкіри.

Процес хромового дублення сьогодні розглядається як включення карбоксильних і аміногруп колагену у хромовий комплекс з утворенням внутрішньо комплексних з'єднань [37]. При цьому вважають, що процес хромового дублення, на відміну від комбінованого, не має характеру поверхневої взаємодії, а відбувається в товщі шкіри.

Останнім часом з метою прискорення процесу дублення застосовують комбінування рослинного дублення з хромовим. Цей метод є переважаючим у шкіряній промисловості. У наш час відходи шкір, які використовуються для виробництва штучної шкіри типу картонів, являють собою саме відходи шкір комбінованого методу дублення. При комбінованому методі дублення прискорюється зв'язування танідів з колагеном завдяки первинному зв'язуванню хрому з карбоксильною групою, що полегшує взаємодію танідів з аміногрупою [44, 45]. Проте можна констатувати, що дублення, як правило, призводить до порушення упорядкованості структури колагенових пучків та волокон. Деякою мірою це пов'язано з тим, що, крім молекул різних дубників, зв'язаних з колагеном, у його структурі відкладаються у вигляді

наповнювачів продукти коагуляції чи конденсації інших перетворень дубильних речовин. Результати рентгенівського структурного аналізу ступеня орієнтації елементів тонкої структури колагенових волокон, витриманих при відносній вологості 95% до та після дублення, наведені у табл. 5.

Таблиця 5. Ступінь елементів тонкої орієнтації структури колагенових волокон

Волокна	Ступінь орієнтації волокна, %
До дублення	80
Після дублення:	
– танідами	72,0
– формальдегідом	67,0
– солями хрому	67,5

Крім рентгенівського структурного аналізу, для характеристики ступеня орієнтації волокон колагену може бути використана подвійна променезаломлюваність. Встановлено, що зменшення подвійної променезаломлюваності колагенових волокон у результаті дублення дає такий результат: після дублення танідами – 23%, формальдегідом – 17,9%. Разом з тим, основні міжструктурні відстані, що визначаються розташуванням плям на рентгенограмах колагену, у результаті дублення майже не змінюються.

Після дублення поперечний рисунок колагену, що спостерігається при електронно-мікроскопічному дослідженні, зберігається; однак розміри періоду, який складається з однієї світлої й однієї темної зон, трохи зменшуються.

#### **Висновки**

Таким чином при аналітичному обґрунтуванні структурно-механічної моделі волокнистої будови шкіри повинно бути враховано, що фізико-механічні властивості шкіри визначають такі основні характеристики її структури:

- регулярність сплетення, під якою розуміють правильність повторення структурними елементами утвореного ними малюнка переплетення;
- для дерми шкури тварини властиве регулярне переплетення структурних елементів;
- порушення регулярного сплетення вказує на порушення технологічного режиму в процесі виробництва шкіри;
- розрізняють два крайніх види сплетення: а) сплетення під великим кутом ( $90^\circ$ ), що називається вертикальним; б) сплетення під малим кутом ( $0^\circ$ ), що називається горизонтальним;
- компактність сплетення, що характеризує ступінь взаємного віддалення структурних елементів, яка залежить від щільності їх укладання;
- компактність сплетення зумовлена як природними властивостями шкури тварини, так і методом вичинки шкіри;
- звивистість пучків волокон виражається в наявності більш або менш вигнутих і майже прямих пучків волокон;
- звивистість значною мірою залежить від величини бубняви та ступеня її спадання в процесі виробництва;
- ступінь розщеплення пучків волокон на більш дрібні елементи структури – волокна та фібрили залежить від режиму вироблення шкіри, а також від властивостей сировини;



– повнота пучків залежить в основному від виду тварини, її віку та статі;  
– при розробці структурно-механічної моделі колагену шкіри потрібно враховувати також неколагенові компоненти, які оточують фібрили та утворюють матрицю міжфібрилярного простору.

#### ЛІТЕРАТУРА.

1. Fietzek P., Kuhn K. Research of an integument of large horned livestock // *International Review of Connective Tissue Research.*– 1977.– №7.– p.1.
2. Френкель С.Я., Баранов В.Г., Волков Т.Г. Деформация полимерных тел, содержащих фибриллярные сферолиты // *ФТТ.*– 1969, т. 11.– № 5.– с. 1220-1227.
3. Серков А.Т. Теория формирования химических волокон.– М., Химия, 1975. – 342 с.
4. Peterlin A. Morphology and fracture of drawn crystalline polymers // *J. Macromol. Sci. Phys.*- 1973, vol. B8. – №.12. – p.83–89.
5. Prevorsek D.C., Harget P.V., Reimschuessel A.C., Sharta R.K. Nylon 6 fibers: Changes in structure between moderate and high draw ratios // *J. Macromol.Sci.*– 1973, vol, B8 – № 12. – p. 127–156.
6. Clark E.S., Scott L.S. Superdraun Crystalline Polymers: A new Class of High-Streugh Fiber // *Polymer Eng. Sci.* – 1974, v.14. – p. 682–693.
7. Attenburrow G.E., Bassett D.C, Compliances and failure modes or oriented chain-extended polyethylene // *J. Materials Sci.* – 1979, vol. 14. – № 9. – p. 2679–2687.
8. Stirtz T. Research of orientation of collagenic fibres // *Leder und Hautemarkt* – 1971.– №21 (9) . – p. 218– 223.
9. Михайлов А.Н., Титова Е.Ф., Белавцева Е. М. Изменение свойств коллагена при воздействии температурного поля // *Биофизика.* – 1979.– №24 (3).– с. 438 – 445.
10. Николаева С.С., Михайлов А.Н., Пчелин В.А. Изменение структуры первичных волокон коллагена при деформации // *Высокомолекулярные соединения, серия Б.* 1978.– № 4.– с. 521– 529.
11. Кутьин В.А., Сафонова З.В. Исследование пористости фибриллярной структуры коллагена млекопитающих // *Кожевенно-обувная промышленность.*– 1969.– № 7.– с. 39 – 43.
12. Rao B. Change of porosity fibrillar structures of collagen mammal at heating // *Leather Science.* - 1969.– №15 (8) .– p.111– 120.
13. Dillon J. Behaviour fibrillar structures of collagen at deformation // *Leather Science.* – 1962.– №57.– p.136 – 144.
14. Мортон В.Е., Хёрл Д.В.С. Механические свойства текстильных волокон. – М., Мир, 1971. – 400 с.
15. Бер Э., Хильтнер А., Фридман Б. Исследование физико-механических свойств воздушно-сухих коллагеновых волокон // *Механика полимеров.* – 1975.– №6.– с.1051 – 1055.
16. Nakao K. The mechanism of change of structure of collagenic fibres at deformation // *Experimental and Medical Pathology.*– 1972.– №17.– 6 p.
17. Chien J. Use of deformation of fibres of collagen by means of a polarizing microscope // *Journal of Macromolecular Science (Reviews).* – 1975.– №12 C.– p. 12 –24.
18. Jannas J. The diagram of a stretching of air dry fibres of collagen // *Jornal of Macromolecular Science (Revues).* – 1972.– №71C (1).– p. 49– 103.

19. Wright V. Definition of module Junga of air dry fibres of collagen // International Review of Connective Tissue Research.–1975.– № 5, – p.437– 450.
20. Elden H. Research of creep and restoration of collagenic fibres at constant loading // International Review of Connective Tissue Research.– 1969.– №4.– 273 p.
21. Vildic A. Behaviour of air dry fibres of collagen at cyclic loadings // International Review of Connective Tissue Research.– 1973.– №6.– p.127– 209.
22. Blazey A. Use meridional reflexes of roentgenograms at research of deformation of fibres of collagen // Kozarstvi.– 1970.– №20 (2).– p.36– 41.
23. Микаэлян И.И., Кутьин В.А., Михайлов А.Н. Исследование малоциклового усталости воздушно-сухих волокон коллагена // Технология легкой промышленности. Известия вузов. – 1960. – № 1.– с.42 – 48.
24. Mitton R. Research of deformation of collagenic air dry fibres at constant to loading and temperature // Journal of Macromolecular Science (Reviews).– 1960.– №44.– p.170– 182.
25. Миз К. Теория фотографических процессов.– Л., Мир, 1973. – 184 с.
26. Козлов П.В. Исследование физико-механических свойств воздушно-сухих пленок желатин // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии.– 1972.– №17.– с. 59– 66.
27. Файбишенко М.А. Установление оптимальной влажности кожи для ее формирования // Научные труды Московского технологического института легкой промышленности. – 1945. – с. 36-44.
28. Борисова З.В. Исследование релаксации напряжений при растяжении образцов кожи хромового дубления. Сообщение 1 // Кожевенно-обувная промышленность.– 1972.– №6.– с. 46-47.
29. Борисова З.В. Исследование релаксации напряжений при растяжении образцов кожи хромового дубления. Сообщение 2 // Кожевенно-обувная промышленность.– 1972.– №7.– с.40– 43.
30. Абдулаев М.Р. Исследование вязкоупругих свойств дермы млекопитающих при растяжении // Кожевенно-обувная промышленность.– 1973.– № 1.– с.22– 23.
31. Полуторов Н.Н. Особенности поведения образцов воздушно-сухой дермы крупного рогатого скота при действии постоянных нагрузок // Кожевенная промышленность.– М: ЦИНТИЛегпром. - 1970.– № 11.– с. 6– 10.
32. Полуторов Н.Н. Исследование релаксации напряжений образцов натуральных кож хромового дубления//Кожевенная промышленность.–М: ЦИНТИЛегпром. – 1972.– № 4.– с. 8– 12.
33. Петросян М.А. Исследование деформативных свойств воздушно-сухих волокон при постоянной нагрузке//Кожевенная промышленность.–М: ЦИНТИЛегпром .– 1975.– № 2.– с. 6– 14.
34. Петросян М.А. Исследование равновесной деформации образцов воздушно-сухой дермы в широком интервале температур // Кожевенная промышленность.– М: ЦИНТИЛегпром.– 1975.– № 6. – с. 2– 9.
35. Голая Г.Н., Егоркин Н.И. Исследование ползучести и восстановления образцов дермы крупного рогатого скота //Кожевенно-обувная промышленность, 1971.– № 11.– с. 43– 45.
36. Мосолов В.В. Протеолитические ферменты.– М.: Химия, 1971.– 258 с.
37. Ramachandran G. Influence of process tanning on mechanical properties of collagen of a leather // Treatise on Collagen.– Vol. 1, London.–N.J. Academic Press.– 1969.– № 4. – p. 26–38.

38. Никитин В.Н., Перский Е.Э., Утевская Л.А. Возрастная и эволюционная биохимия коллагеновых структур. – К.: Наукова Думка, 1977. – 438 с.
39. Вайс А. Макромолекулярная химия желатина.– М.: Мир, 1971.– 318 с.
40. Rice R. Research of influence of temperature on weldability natural leather chromic tanning // Proceedings of the National Academy of Sciences USA.– 1960.– №46.– p. 1186 – 1198.
41. Dayhoff M. Atlas of Protein Sequence and Structure.– Washington: Abstract of National Academy of Sciences USA, 1972. – 286 p.
42. Traub W., Piez K. Influence of process tanning on a volumetric output of a natural leather of large horned livestock // Advances in Protein Chemistry.– 1971.– №25.– p.243– 352.
43. Дэвени Т., Гергей Я. Аминокислоты, пептиды, белки.– М.: Мир, 1976. – 385 с.
44. Шестакова Н.А., Шнейдерович Р.М. Реологические характеристики кожи на основе сетчатой модели // Кожевенно-обувная промышленность.– 1972.– №3.– с. 45-49.
45. Райс Г. Коллаген.– М.: Издательство Легкая индустрия, 1969.– 312 с.

Надійшла 19.11.2008

УДК 677.055

## ФРИКЦІЙНИЙ ПРИВІД КРУГЛОВ'ЯЗальної

## МАШИНИ ТА ВИБІР ЙОГО ПАРАМЕТРІВ

Б.Ф. ПІПА

Київський національний університет технологій та дизайну

*Представлено результати досліджень доцільності використання у приводі круглов'язальної машини конічної фрикційної передачі. Запропоновано конструкцію приводу круглов'язальної машини з конічною фрикційною передачею з автоматичним притиском котків (фрикційний привід) та методику вибору раціональних параметрів такої передачі*

Перспективним напрямком підвищення ефективності роботи круглов'язальних машин є удосконалення конструкції їх приводу, спрямоване на підвищення надійності та довговічності його роботи [1, 2]. Як показують дослідження авторів [3], перспективним напрямком удосконалювання приводу круглов'язальних машин є спрощення його конструкції та використання засобів запобігання аварійних поломок деталей приводу та механізмів круглов'язальної машини, зокрема голок механізму в'язання, при перевантаженнях, що виникають в процесі експлуатації машини (заклинювання голок та ін.).

Задачею даних досліджень стала розробка конструкції приводу з конічною фрикційною передачею з автоматичним притиском котків (фрикційний привід), здатної підвищити ефективність роботи круглов'язальної машини та методику вибору раціональних параметрів такої передачі.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом досліджень обрано фрикційний привід круглов'язальної машини типу КО та методику вибору його параметрів.