

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет технологій та дизайну

**РЕСУРСООЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА  
ТЕКСТИЛЮ, ОДЯГУ ТА ВЗУТТЯ**

**Том 1**

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА МЕТОДИ РОЗРОБЛЕННЯ  
РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ВИРОБНИЦТВА ТЕКСТИЛЮ, ОДЯГУ ТА ВЗУТТЯ**

Монографія

Київ – 2016

*Рекомендовано Вченою радою Київського національного університету технологій та дизайну для широкого кола викладачів, науковців, аспірантів, магістрів та студентів профільних вищих навчальних закладів, інженерно-технічних працівників швейної та текстильної промисловості  
(Протокол №5 від 27 січня 2016)*

*Колектив авторів:*

*ЩЕРБАНЬ В. Ю.* – д-р техн. наук, проф., завідувач кафедрою інформаційних технологій проектування Київського національного університету технологій та дизайну;  
*ПІПА Б. Ф.* – заслужений діяч науки і техніки України, д-р техн. наук, проф. кафедри прикладної механіки та машин Київського національного університету технологій та дизайну;  
*ЧАБАН В. В.* – д-р техн. наук, проф., проректор з науково-педагогічної роботи Київського національного університету технологій та дизайну;  
*ЩЕРБАНЬ Ю. Ю.* – д-р техн. наук, проф., завідувач кафедрою технології легкої промисловості вищого навчального закладу «Київський коледж легкої промисловості»;  
*КАПЛУН В. В.* – д-р техн. наук, проф., проректор з наукової та інноваційної роботи Київського національного університету технологій та дизайну;  
*ЗДОРЕНКО В. Г.* – д-р техн. наук, проф., завідувач кафедрою комп'ютерно-інтегрованих технологій та вимірювальної техніки Київського національного університету технологій та дизайну;  
*ЧЕРВОНЮК О. К.* – голова спостережної ради ТОВ Т-Стіль на базі Рівненського льонокомбінату;  
*ЧУБУКОВА О. Ю.* – заслужений працівник освіти України, д-р екон. наук, проф., завідувач кафедри економічної кібернетики та маркетингу Київського національного університету технологій та дизайну.

*Рецензенти:*

*САРІБЕКОВ Г. С.* – д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Херсонський національний технічний університет;  
*ОПОНАСЕНКО В. М.* – д-р техн. наук, проф., провідний науковий співробітник, Інститут кібернетики НАН України;  
*ПРИЙМАК О. В.* – д-р техн. наук, проф., завідувач кафедрою, Київський національний університет будівництва та архітектури.

Р 43 Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття: монографія: в 2 т. Т. 1 /Теоретичні основи та методи розроблення ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва текстилю, одягу та взуття / В. Ю.Щербань, Б. Ф.Піпа, В. В.Чабан та ін. – К.: КНУТД, 2016. – 372 с.

ISBN 978-966-7972-59-2

В основу монографії покладені результати фундаментальних та прикладних досліджень, виконаних колективом авторів протягом останніх трьох десятиліть: теоретичні основи, методи та засоби підвищення надійності технологічних комплексів виробництва текстилю, одягу та взуття, що включають розробку нових оригінальних технологічних процесів формування текстилю, як побутового так і технічного призначення (для прокладання труб газо- та нафтогонів з заводським ізоляційним покриттям, для виготовлення фільтрів для вугільної та цукрової промисловості), конструкцій механізмів швейних, в'язальних та ткацьких машин їх робочих органів (в'язальних голок, клинів і платин) на основі оптимізації (мінімізації) їх геометричних розмірів та виключення виникання технологічних дефектів (поперечна смугастість, посадка матеріала при зшиванні текстилю та шкіри), розширення технологічних можливостей за рахунок використання різноманітної сировини, приводів та пристроїв зниження динамічних навантажень, автоматизованих комплексів для розкрою натуральної та штучної шкіри для виготовлення елементів взуття з мінімізацією відходів, пристроїв контролю теплового стану електрообладнання та систем автономного електроживлення, що дало змогу підвищити ресурсоощадність таких виробництв та конкурентоспроможність продукції, збільшити експортні можливості та зменшити імпортозалежність в товарах текстилю, одягу та взуття.

УДК 677.024.3  
ББК 65.9(4)306.4

ISBN 978-966-7972-59-2

© В. Ю. Щербань, Б. Ф. Піпа,  
В. В. Чабан та ін., 2016  
© КНУТД, 2016

ЗМІСТ

Передмова.....	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕСУРСОЩАДНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ НИТОК НА ТЕХНОЛОГІЧНОМУ УСТАТКУВАННІ ТА ПОБУДОВИ РОЗКРІЙНИХ СХЕМ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ВЗУТТЯ ....	13
1.1. Узагальнена теорія механіки зминаємих ниток.....	17
1.1.1. Основні допущення, прийняті при побудові ниток-моделей і їх класифікація.....	18
1.1.2. Визначення геометричних характеристик осі зминаємих ниток.....	23
1.1.3. Визначення швидкостей і прискорень точок осі нитки.....	30
1.1.4. Основні рівняння динаміки нитки, рухомої по направляючої великої кривизни.....	36
1.1.5. Умови взаємодії ниток з напрямною, що деформується.....	42
1.2. Взаємодія ниток з напрямними поверхнями.....	45
1.2.1. Теоретичне дослідження процесу взаємодії нитки з напрямними поверхнями малої кривизни при її подовжньому і поперечному ковзанні	46
1.2.1.1. Визначення натяг ведучої гілки нитки у разі кривизни змінного радіусу.....	47
1.2.1.2. Визначення натягу ведучої гілки нитки у разі постійного радіусу кривизни.....	50
1.2.1.3. Поперечне ковзання нитки по напрямній постійного радіусу кривизни.....	52
1.2.2. Рівновага жорсткої на вигин нитки в полі сили тяжіння.....	55
1.2.3. Рівновага і рівномірний рух нитки у разі направляючої поверхні великої кривизни.....	56
1.2.4. Вплив форми поперечного перетину напрямної на величину натягу ведучої гілки.....	60
1.2.5. Критерії вибору розмірів ниткоспрямовувачів.....	62
1.3. Математичні моделі для САПР технологічного процесу формування тканин на ткацькому верстаті.....	63
1.3.1. Основні допущення, використовувані при отриманні рівнянь рівноваги основних ниток в зоні формування одношарових тканин ....	64
1.3.2. Теоретичне дослідження процесу прибою утка при формуванні тканини полотняного переплетення.....	66
1.3.3. Практична реалізація САПР системи ниткоподачі швейних і текстильних машин.....	68
1.3.3.1. Синтез системи ниткоподачі швейних і текстильних машин....	69
1.4. Розвиток наукових основ автоматизованої побудови розкрійних схем у взуттєвій та шкіргалантерейній галузях.....	72
1.4.1. Розробка методів автоматизованої підготовки інформації про зовнішні контури деталей.....	72
1.4.2. Рациональних решітчастих схем розкрою рулонних матеріалів....	78
1.4.3. Математичні моделі задачі автоматизованого проектування раціональних схем розкрою рулонних матеріалів на деталі взуття та виробів шкіргалантереї.....	82

1.4.4. Математичні моделі задач підготовки інформації про розкрійні схеми для автоматизованого розкрою.....	84
1.4.5. Розробка основних алгоритмів для автоматизованого проектування схем розкрою рулонних матеріалів на деталі виробів шкіргалантереї та взуття	87
Висновки.....	91
Список посилань.....	93
<b>2. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ТА ВИРОБІВ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН ТА АВТОМАТІВ.....</b>	<b>97</b>
2.1. Динаміка взаємодії робочих органів механізмів в'язання трикотажних машин.....	97
2.1.1. Навантаження, що виникають при ударі голки об клин.....	97
2.1.2. Математична модель динаміки напружень у голці.....	104
2.1.2.1. Динаміка поширення хвиль напружень у голці в'язальної машини при ударі її об клин.....	105
2.1.2.2. Динаміка напружень в голці, зумовлена інерційними навантаженнями.....	112
2.2. Динаміка в'язальних машин та автоматів.....	118
2.2.1. Динаміка пуску в'язальних машин та автоматів, динамічна модель яких представлена двомасовою моделлю.....	119
2.2.2. Динаміка пуску в'язальних машин та автоматів, динамічна модель яких представлена тримасовою моделлю з першою ведучою масою.....	121
2.3. Наукові основи та інженерні методи проектування пристроїв зниження динамічних навантажень (ПЗДН) в'язальних машин та автоматів.....	128
2.3.1. Привід в'язальної машини з ПЗДН, що містить пружну запобіжну муфту.....	129
2.3.2. Пристрій зниження динамічних навантажень з циліндричною пружиною кручення.....	133
2.3.3. Привід в'язальної машини з ПЗДН з двосекційною електромагнітною фрикційною муфтою.....	137
2.3.4. Пристрій зниження динамічних навантажень з фрикційною муфтою з регульованим моментом.....	139
2.3.5. Класифікація пристроїв зниження динамічних навантажень механічних систем.....	142
Висновки.....	146
Список посилань.....	147
<b>3. РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН.....</b>	<b>152</b>
3.1. Зниження динамічних навантажень шляхом обмеження пускового моменту електродвигуна.....	152
3.1.2. Зниження динамічних навантажень шляхом попереднього напруження пружних в'язей привода	156

3.1.3. Зниження динамічних навантажень шляхом встановлення електродвигуна в поворотних опорах.....	160
3.1.4. Експериментальні дослідження впливу відцентрової фрикційної муфти на зниження динамічних навантажень в приводі основов'язальної машини Кокетт.....	164
3.1.4.1. Об'єкт досліджень та експериментальна установка.....	164
3.1.4.2. Результати експерименту та їх аналіз.....	171
3.1.5. Математичний експеримент по оцінці впливу параметрів основов'язальної машин на динамічні навантаження приводу.....	174
3.1.5.1. Вибір математичної моделі експерименту.....	174
3.1.5.2. Вибір діапазону та інтервалу варіювання досліджуваних факторів.....	175
3.1.5.3. Рівняння регресії впливу параметрів приводу основов'язальної машини ОВ-7 на динамічні навантаження.....	176
3.1.5.4. Аналіз одержаних результатів.....	179
3.2.1. Наукові основи проектування стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	180
3.2.2. Удосконалення конструкцій стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	183
3.2.3. Аналітичні дослідження стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	185
3.2.3.1. Вибір методів та базових комп'ютерних програм дослідження стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	186
3.2.3.2. Порівняльний аналіз теорій Кірхгофа-Лява та Тимошенка з позицій методу кінцевих елементів.....	187
3.2.3.3. Побудова матриці жорсткості при розрахунках пластин стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	192
3.2.4. Модальний аналіз стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин методом кінцевих елементів у програмі ANSYS.....	194
3.2.4.1. Основні відомості про модальний аналіз в ANSYS.....	194
3.2.4.2. Чисельні дослідження стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	196
3.2.5. Експериментальні дослідження стабілізаторів натягу ниток основи основов'язальних машин.....	199
3.2.5.1. Метод проведення експериментальних досліджень.....	199
3.2.5.2. Обробка результатів експериментальних досліджень та їх аналіз .....	204
3.3. Дослідження процесу відтяжки основов'язаного полотна.....	207
3.3.1. Аналітичні дослідження впливу руху петлетворюючих органів основов'язальної машини на натяг полотна.....	207
3.3.2. Експериментальні дослідження процесу відтяжки основов'язаного полотна.....	208
3.3.2.1. Метод проведення експерименту.....	208
3.3.2.2. Обробка результатів експерименту.....	210

3.3.2. Математична модель коливання натягу основ'язаного полотна .....	212
3.3.2.1. Постановка завдання .....	212
3.3.2.2. Теоретична база для рішення поставленого завдання .....	213
3.3.2.3. Алгоритм рішення задачі .....	215
3.3.2.4. Результати рішення задачі .....	216
3.3.3. Розробка механізмів дискретної відтяжки основ'язаного полотна .....	217
3.3.3.1. Ротаційний механізм відтяжки полотна .....	217
3.3.3.2. Вибір конструктивних параметрів ротаційного механізму відтяжки полотна .....	219
3.3.3.3. Оптимізація робочих параметрів ротаційного механізму відтяжки полотна .....	223
3.3.3.4. Математична модель ротаційного механізму відтяжки полотна .....	223
3.3.3.5. Визначення параметрів ротаційного механізму відтяжки полотна періодичної дії .....	230
3.3.3.6. Результати рахування програми .....	232
3.3.3.7. Проектування електромагнітного механізму відтяжки основ'язаного полотна періодичної дії .....	234
3.3.4. Наукові основи проектування механізмів накатування полотна основ'язальних машин .....	238
3.3.4.1. Математична модель напружено-деформованого стану основ'язаного полотна у ролоні .....	238
3.3.4.2. Основи проектування механізмів накатування основ'язаного полотна .....	242
3.3.4.2.1. Дослідження напружено-деформованого стану полотна у ролоні при накатуванні в режимі постійного зусилля натягу .....	243
3.3.4.2.2. Дослідження напружено-деформованого стану полотна у ролоні при накатуванні в режимі сталого моменту накатування .....	244
3.3.4.2.3. Порівняльний аналіз та обґрунтування вибору режиму накатування основ'язаного полотна .....	246
Висновки .....	247
Список посилань .....	249
<b>4.РЕСУРСОЩАДНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ШВЕЙНИХ МАШИН З АДАПТОВАНИМ ВПЛИВОМ НА ПАКЕТ МАТЕРІАЛУ (ШАРІВ ТКАНИНИ ТА ШКІРИ).....</b>	<b>265</b>
4.1. Проектування робочих органів швейних машин з адаптованим впливом на пакет матеріалу .....	265
4.2. Проектування швейних машин з диференційної обробкою матеріалу (посадка нижнього прошарку пакету матеріалів) .....	271
4.3. Проектування швейних машин з комбінованою обробкою матеріалу .....	285
Висновки .....	295
Список посилань .....	295
Додаток .....	299