

**КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

На правах рукопису

ПУГАЧЕВСЬКИЙ Григорій Федорович

**ПРОБЛЕМИ ЗНОСОСТІЙКОСТІ
ЦЕЛЮЛОЗНИХ ТКАНИН**

**Спеціальність 05.19.03—Товарознавство
промислових товарів**

ДИСЕРТАЦІЯ
на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук
(наукова доповідь)

Київ 1995

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00778323 (U)

Київський державний торговельно-економічний університет

На правах рукопису

Пугачевський Григорій Федорович

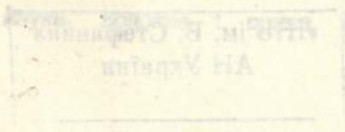
ПРОБЛЕМИ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЦЕЛЮЛОЗНИХ ТКАНИН

Спеціальність: 05.19.08 – Товарознавство
промислових товарів

Дисертація

на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук
(наукова доповідь)

Київ - 1995



Дисертацією є наукова доповідь.

Робота виконана у Львівській комерційній академії

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук,
професор Глубіш Петро Андрійович;
доктор технічних наук,
професор Нестеров Владислав Петрович;
доктор технічних наук,
професор Чурсіна Людмила Андріївна.

Провідна організація - Полтавський кооперативний інститут

Захист дисертації відбудеться "6" жовтня 1995 р.
о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради
Д. 01.28.01 Київського державного торговельно-економічного
університету за адресою: 253156, м. Київ, вул. Кіото, 19.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Київського
державного торговельно-економічного університету

Наукова доповідь розіслана "26" серпня 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук,
доцент



Тищенко Є. В.

ЛНБ ім. В. Стефанька
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Сучасний етап розвитку промисловості України і, зокрема, її складової частини - легкої індустрії вимагає перш за все мобілізації творчих зусиль наукових працівників, науково-технічної інтелігенції і спеціалістів-практиків у подоланні негативних явищ спаду виробництва і виходу з кризової ситуації.

Особливо у важкому стані знаходяться підприємства, що виробляють товари народного вжитку. Через відсутність сировини, важкий фінансовий стан, розлад економічних зв'язків різко зменшено виробництво широкого асортименту непродовольчих товарів.

Серед них значну частку посідають вироби текстильної промисловості, особливо тканини - найважливіші вихідні матеріали для швейної, взуттєвої, мебльової, галантерейної та інших галузей промислового виробництва.

В Україні функціонують лише окремі науково-дослідні заклади і лабораторії текстильного профілю, поки ще не створено загальної системи досліджень у галузі текстильної теорії і практики, майже повністю відсутнє приладобудування для науково-дослідних робіт з текстильного матеріалознавства і товарознавства. Зроблено лише початкові кроки з метрології, стандартизації і сертифікації текстильної продукції.

У цих умовах особливого значення набувають проблеми узагальнення наявних теоретичних розробок і практичних досягнень в галузі текстильної технології і текстильного матеріалознавства і товарознавства.

Маркетингізація народного господарства суттєво зблизила ці дві науки. Волокна і пряжа, сирові тканини і багаточисельні

речовини текстильної технології (барвники, синтетичні смоли, емульсії, тощо) в умовах ринкової економіки стали товарами, а у зв'язку з цим і об'єктами дослідження текстильного матеріалознавства і товарознавства.

З широкого кола наукових проблем текстильного товарознавства особливої уваги заслуговують питання зношування тканин і виробів з них, оскільки з ними пов'язані заходи щодо шляхів підвищення зносостійкості предметів одягу, раціонального використання текстильної сировини, створення оптимальних структур, вдосконалення основних, спеціальних і остаточних обробок полотен.

Питаннями зношування текстильних виробів внаслідок дії різних чинників займалися провідні вітчизняні і зарубіжні вчені Берінгер Г., Глубіш П. А., Галик І. С., Діаніч М. М., Ковальський А. Г., Козьміч Д. І., Крагельський І. В., Кукін Г. М., Марголін І. С., Носов М. П., Парізо А., Павлов А. І., Плеша І. В., Пожидаєв М. М., Семак Б. Д. і інші.

Переважна більшість виконаних робіт була присвячена вивченню дії окремих чинників зношування на текстильні вироби. Перше місце посіли роботи щодо зношування вихідних текстильних матеріалів - волокон, пряжі і готових виробів під дією стирання.

Поряд з цим, поза увагою залишилися дослідження зношування текстильних виробів під дією комбінованих чинників зовнішнього середовища, вивчення механізмів старіння тканин з нових видів волокон, що пройшли різні обробки з застосуванням сучасних текстильно-допоміжних засобів, різних барвників, ультразвукових коливань, знегажування методом інтенсивного ("ударного") вакуумування і інше.

Актуальність подальшого розвитку наукових досліджень з проблем зношування тканин викликана необхідністю вивчення механізмів їх старіння, з'ясування впливу різних обробок на зносостійкість готових виробів, розробки нових методів досліджень і створення потрібного для цього лабораторного обладнання.

Мета і основні завдання досліджень. Метою досліджень було теоретичне обґрунтування явища зношування целюлозних тканин під дією різних чинників і на його підставі розробка рекомендацій щодо підвищення зносостійкості готових виробів у реальних умовах їх використання (експлуатації).

Для досягнення цієї мети належало:

- узагальнити і теоретично обґрунтувати явища зношування, фізичного руйнування і зносостійкості текстильних виробів;

- скласти огляд існуючих способів зношування тканин і проаналізувати показники і характеристики властивостей, які використовують для оцінки кінетики їх змін;

- виявити основні причини, що забезпечують зносостійкість тканин;

- враховуючи загальну ситуацію з відтворенням вихідної сировини для текстильної промисловості, дослідження тканин провести з використанням у їх складі перспективних текстильних волокон;

- дослідити зношування целюлозних тканин під дією окремих чинників, зокрема: а) світла; б) тепла; в) стирання; г) згинання і д) розтягнення;

- дослідити зношування целюлозних тканин під дією комбінованих чинників - світла, стирання, багаторазового згинання і розтягнення;

- створити устаткування для природного і модельованого (лабораторного) старіння текстильних матеріалів під дією світла і світлопогоди;

- створити устаткування для вивчення зношування текстильних матеріалів під дією окремих і сумісних (комбінованих) чинників зовнішнього середовища - світла, стирання, багаторазового згинання і розтягнення;

- створити устаткування для вивчення старіння текстильних матеріалів під дією світла і тепла;

- розробити спосіб і створити ультразвукове устаткування для інтенсифікації обробок текстильних матеріалів синтетичними смолами;

- вивчити вплив ультразвукових обробок на зносостійкість целюлозних тканин;

- розробити методіку і вивчити світлостійкість тканин з камуфляжними обробками;

- розробити спосіб і створити устаткування для знегажування текстильних виробів методом інтенсивного ("ударного") вакуумування з метою підвищення зносостійкості тканин і забарвлень.

Об'єкти і методи досліджень. З урахуванням поточного стану і перспектив розвитку текстильних волокон у світі, наявності вихідних сполук для формування хімічних волокон автор підтримує точку зору вчених і спеціалістів, які вбачають майбутнє за целюлозомісткими волокнами. На підтвердження цього досить зазначити, що щорічно внаслідок фотосинтезу на земній кулі утворюється біля 20 млрд. т, целюлозомістких речовин та деревинної маси, що свідчить про невичерпність цього джерела вихідно!

волокноутворюючої сировини.

Виходячи з цього, наскрісні дослідження проблем зношування були виконані з використанням бавовняних, віскозних, полінозних і високсмодульних віскозних волокон, з яких були виготовлені тканини однакової структури.

Окрім дослідження були проведені з використанням білизняних тканин (бязь арт. 115), сорочкових (репс арт. 770 і поплін арт. 363), тканин спеціального - відомчого - призначення (саржа арт. 3153, 3155, 3224, 6987 і інших літніх та зимових тканин).

Загальною теоретичною і методологічною основою досліджень шляхів підвищення їх зносостійкості були праці провідних вітчизняних і зарубіжних вчених, спеціалістів-практиків текстильної промисловості, окремих відомств, вищих навчальних закладів.

В роботі знайшли застосування стандартні, лабораторні методи і методики досліджень і відповідні їм прилади, методи математичного планування експериментів, математико-статистичної обробки експериментальних досліджень з використанням обчислювальної техніки, випробування методами дослідного носіння предметів одягу, способи, методи, прилади і устаткування, розроблені автором особисто і у співпраці з його співпрацівниками.

Наукова новизна проведених досліджень полягає в наступному:

розроблено теоретичні основи зношування текстильних матеріалів в умовах окремої і сумісної дії світла, тепла, стирання, багаторазового згинання і розтягнення полотен;

вперше комплексно розглянуто і вирішено важливі в теоретичному і практичному відношенні проблеми оцінки якості і підвищення зносостійкості текстильних матеріалів з різних целюлозних

волокон;

проведені комплексні експериментальні дослідження причин, механізмів і закономірностей зношування текстильних матеріалів в залежності від їх волокнистого складу, забарвлення, видів спеціальних обробок і способів їх проведення;

розширено теоретичні уявлення про роль структури целюлозних волокон в зношуванні вироблених з них тканин, сформована ідея про необхідність стабілізації надмолекулярної структури волокон;

з метою підвищення зносостійкості целюлозних тканин розроблені новий спосіб інтенсифікації фарбування целюлозних матеріалів шляхом попереднього знегажування субстрата методом інтенсивного вакуумування, спосіб інтенсифікації спеціальних обробок целюлозних тканин предконденсатами синтетичних смол з застосуванням ультразвукових коливань, захищений авторським свідоцтвом;

для отримання більш достовірної і глибокої наукової інформації щодо вивчення механізмів і кінетики зношування текстильних матеріалів створено оригінальне лабораторне обладнання, зокрема: установка для природного старіння неметалевих матеріалів, захищена авторським свідоцтвом, геліотропна установка, комплекси "світлотермомех" і "фототерм";

запропоновано нові методи дослідження текстильних матеріалів і оцінки їх зносостійкості, вивчення кінетики і механізмів зношування волокон, пряжі і готових виробів під комплексною дією світла, тепла, стирання, багаторазового згинання і розтягнення тканин.

Практична цінність і реалізація результатів роботи.

В результаті проведення і узагальнення комплексних теоретичних

І експериментальних досліджень щодо впливу на текстильні матеріали різних чинників зношування як окремо, так і сумісно вирішена важлива науково-технічна проблема підвищення їх зносостійкості, що має важливе народногосподарське значення.

Нові способи обробки текстильних матеріалів, розроблені автором, забезпечують підвищення міцності фарбування тканин, зростання довговічності малоамінальних ефектів, кращу формостійкість готових виробів.

Поряд з цим, внаслідок інтенсифікації процесів просочування тканин шляхом застосування ультразвукових коливань і інтенсивного вакуумування стає можливим зниження концентрації дорогіших барвників предконденсатів синтетичних смол та інших обробних препаратів у розчинах, що забезпечує реальні економічні вигоди.

Створені автором прилади та устаткування, розроблені ним нові методи досліджень широко використовувались і використовуються у науково-дослідних роботах аспірантів, пошукувачів, в навчальному процесі інститутів і академій різного профілю, деякі положення та результати досліджень використані у підручниках для вищої школи.¹¹⁾

Деякі прилади і методи досліджень, розроблені автором, передані для використання лабораторіям навчальних закладів, Мініборони, науково-дослідних інститутів (наприклад, Інтегратор променевої енергії на фотоелементах, установка для природного старіння неметалевих матеріалів); технічну документацію на спосіб обробки

¹¹⁾ Кукин Г. Н., Соловьев А. Н. Текстильное материаловедение. Ч. III. - М.: Легкая индустрия. 1967. - С. 280.
Пугачевский Г. Ф., Легкун Я. А., Семак Б. Д. и др. Товароведение промышленных товаров. Текстильные, швейные, трикотажные товары и ковры. - М.: Экономика. 1978. - 367 с.
Кукин Г. Н., Соловьев А. Н., Кобляков А. И. Текстильное материаловедение. - М.: Легпромбытиздат. 1992. - С. 224-225, 231.

текстильних матеріалів з целюлозних волокон передано Тернопільському комбінату "Текстерн" для впровадження у виробництво.

Автором розроблені рекомендації про можливість заміни в текстильній промисловості України волокон бавовника модифікованими полінозними і високомодульними віскозними волокнами, як більш зносостійкими і економічними.

Переорієнтація одного з діючих заводів України на випуск модифікованих полінозних і високомодульних віскозних волокон матиме велике практичне значення.

Результати досліджень, проведені автором і його співпрацівниками з проблем формування виробничого асортименту, його оптимізації, підвищення якості тканин з різних волокон передані комбінату "Трьохгорна мануфактура".

На замовлення Мініборони колишнього СРСР автором і його співпрацівниками виконано декілька тем наукових праць, присвячених проблемам зносостійкості тканин і готових виробів військового призначення. Результати цих досліджень передано техкому Мініборони. На постачання армії і флоту було прийнято біля 20 артикулів нових тканин.

Апробування роботи. Розроблювані автором проблеми досліджень входили до координаційного плану Державного Комітету Науки і Техніки колишнього СРСР (розділ "Текстильне матеріалознавство"). Протягом 20 років автор був членом секції текстильної і легкої промисловості Мінсвіти СРСР, членом постійно діючого організаційного комітету наукових конференцій з текстильного матеріалознавства, членом редколегії кількох збірників наукових

праць, учасником міжнародних, всесоюзних і республіканських наукових конференцій у Варні (національна наукова конференція по управлінню якістю товарів, Варна 1982 р.), Вітебську, Вільнюсі (УІ всесоюзна наукова конференція з текстильного матеріалознавства "Механічні властивості, зносостійкість текстильних матеріалів", Вільнюс-Каунас, 1971 р.), Іванові, Каунасі, Києві, Ленінграді, Ляйпцігу, Москві, Новосибірську і багатьох інших містах. Крім того, автор майже щорічно виступав з доповідями на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Львівської комерційної академії за підсумками наукових досліджень з 1970 до 1994 р.

Накопичений досвід було використано в авторській науково-дослідній роботі і керівництві аспірантами та пошукувачами наукових ступенів. Інформування наукової спільноти про розроблені та використані автором методи, прилади та устаткування через періодичну пресу, особисті повідомлення на наукових конференціях, видання монографій і підручників для вищої школи в цілому отримало позитивну оцінку.

Декларація особистого внеску автора у розробку наукових досліджень, що виносяться на захист. На захист виносяться 79 наукових праць і два авторських свідоцтва із 152 наявних публікацій. Головними з них є монографія "Изнашивание целлюлозных тканей при воздействии различных факторов", авторські свідоцтва, тексти лекцій і наукові статті, виконані, підготовлені до друку і опубліковані особисто автором. Автором особисто спроектовані і виготовлені описані в доповіді прилади та обладнання для лабораторних досліджень. Для ілюстрації деяких положень доповіді

автор використав кілька прикладів з сумісних з його аспірантами робіт, про що зроблено необхідні посилання.

ЗМІСТ РОБОТИ

Роботи з проблем зношування целюлозних тканин під дією світла, тепла і інших чинників, пошуки способів підвищення їх зносостійкості і створення необхідних для цього приладів і обладнання виконувались протягом останніх 25 років у лабораторіях ЛТЕІ, інших наукових і дослідних закладів. Декілька наукових тем з цих проблем, виконані під керівництвом автора, були свого часу включені до координаційних планів секції текстильної і легкої промисловості Міносвіти СРСР та перспективних досліджень, які затверджувались черговими всесоюзними конференціями з текстильного матеріалознавства і товарознавства.

Незважаючи на різноплановість досліджень, виконані і опубліковані автором роботи можна згрупувати у такі основні напрями:

1. Розробка способів і створення приладів та устаткування для дослідження зношування текстильних виробів під дією різних чинників зовнішнього середовища.

2. Дослідження зносостійкості целюлозних тканин під дією різних чинників зношування.

3. Розробка способів і створення устаткування для інтенсифікації деяких обробок тканин з метою підвищення їх зносостійкості.

4. Дослідження властивостей целюлозних тканин, просочених предконденсатами синтетичних смол під дією акустичних коливань.

5. Вплив інтенсивного вакуумування на властивості целюлозних тканин.

6. Дослідження зношування целюлозних тканин з камуфляжними обробками.

1. Розробка способів і створення приладів та устаткування для дослідження зношування текстильних виробів під дією різних чинників зовнішнього середовища

В сучасних умовах постають, як ніколи, проблеми якості готової текстильної продукції. Бо тільки висока якість виробів забезпечить функціонування ринкових зв'язків та відносин, конкуренцію на внутрішньому і особливо на зовнішньому ринку. Сьогодні, реформуючи економіку України, нагальною постає потреба орієнтувати промисловість на випуск конкурентоздатної продукції на рівні світових вимог.

Це складне завдання може бути вирішене тільки за умови широкого використання результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених у галузі сучасних технологій, матеріалознавства та товарознавства. Розв'язання цих завдань потребує наявності сучасних способів для широких досліджень властивостей продукції і їх змін в умовах використання, а також різних приладів та устаткування для реалізації цих способів.

Якість продукції - складна техніко-економічна категорія. Стосовно до текстильних виробів їх якість визначають багатьма технічними і економічними показниками та характеристиками. Продукуючи промислову продукцію, у тому числі текстильні матеріали і вироби, особливу увагу звертають на забезпечення якості, яку має

вихідний (новий) матеріал на етапах подальшого його використання або експлуатації.

Для цього потрібні широкі дослідження, пов'язані з вивченням основних чинників зовнішнього середовища, які впливають на зміни основних показників окремих властивостей і якості виробу в цілому, а також обґрунтуванням механізмів та процесів, що відбуваються в складових елементах текстильних матеріалів - волокнах і пряжі - під впливом цих чинників, з метою розробки шляхів їх стабілізації.

В процесі експлуатації виробів з тканин на них діють різні чинники, до головних з яких слід віднести світло, тепло, стирання, багаторазове згинання та розтягнення. Під дією цих та інших чинників початкові властивості тканин погіршуються. Це явище називають зношуванням, а його кінцевий результат - зносом.

Здатність тканини протистояти дії згаданих чинників характеризує її зносостійкість, а оцінка цієї здатності в часі - довговічність. Ця складова якості є дуже важливою техніко-економічною характеристикою виробу, бо її високе значення рівноцінне додатковому виробництву певної продукції.

За розрахунками докт. техн. наук А. А. Копйова підвищення зносостійкості тканин на 25 % рівнозначне економії 100 тис. т. бавовняного волокна на рік, введенню до ладу 1600 тис. веретен і 30 тис. ткацьких верстатів.

Зносостійкість тканин вивчають різними способами і застосовують різноманітні прилади і устаткування, що є однією з причин труднощів співставлення та аналізу отриманих при цьому результатів. Деякі лабораторні способи, навіть стандартизовані, лише приблизно моделюють реальні умови експлуатації тканин і на їх підставі дуже важко, або ж зовсім не можливо обґрунтовано описати механізми, які проходять у волокнах, пряжі і тканинах при

роздільній і комбінованій дії основних чинників зношування.

З метою розробки більш досконалих способів і створення потрібного для цього обладнання були проведені дослідні носіння предметів відомчого одягу і дослідження тканин в реальній експлуатації. Спостереження, експертні висновки та отримані результати дослідного носіння одягу були покладені в основу моделювання лабораторного зношування тканин.

Головним напрямом було обрано вивчення дії світла і світлопогоди на текстильні вироби. Для проведення експериментів були розроблені способи і створено устаткування для природного і штучного старіння матеріалів під дією світла¹¹ - сонячного (інсоляції) та опромінювання штучними джерелами світла.

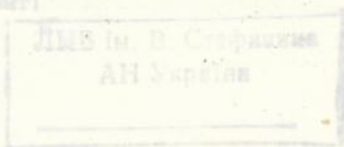
1.1. Устаткування для інсоляції матеріалів

Для вивчення старіння текстильних матеріалів, визначення стійкості забарвлень до дії світла та інших потреб під керівництвом автора та за його участю було спроектовано та оснащено потрібним устаткуванням спеціальний полігон - відкриту площадку на рівні дев'ятого поверху навчального корпусу ЛТЕІ. Тут встановлено пульт електропостачання, статичні і динамічні устаткування для забезпечення інсоляції матеріалів.

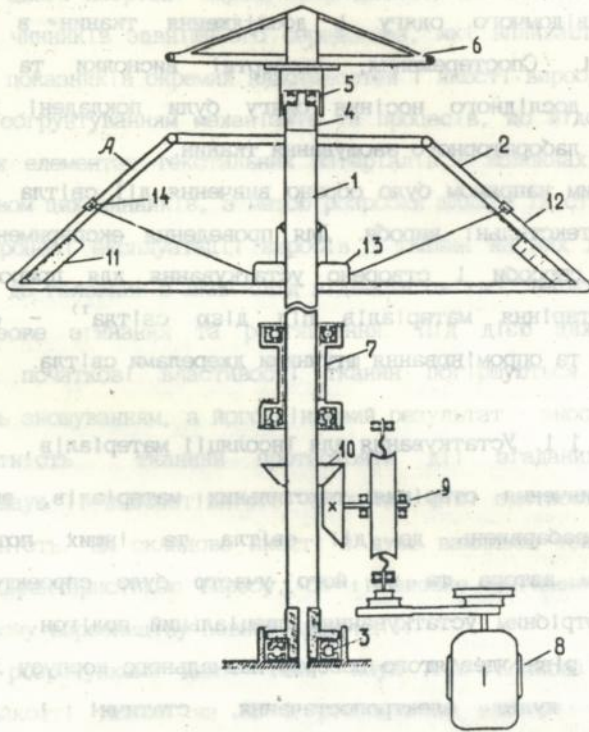
Установка для природного старіння неметалевих матеріалів.

Для забезпечення рівномірності опромінювання матеріалів загальним спектром променів, окремих його зон, прискорення дослідів, можливості підрахування світлової енергії, що досягає поверхні дослідних взірців, було виготовлено і запроваджено в

¹¹Тут і далі за текстом під терміном "світло" розуміємо загальний спектр випромінювання.



практику установку для природного старіння неметалевих матеріалів (мал. 1.1).



Мал. 1.1. Кінематична схема установки

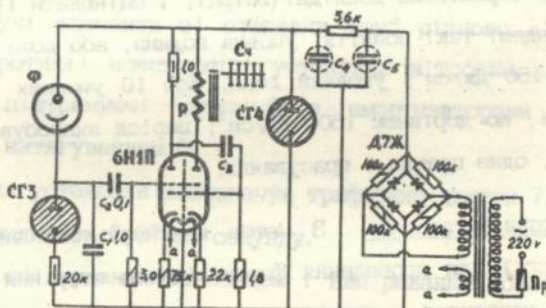
Установка являє собою змонтовану на вертикальному валі 1 карусель 2 для кріплення дослідних з'їрців А. Вертикальний вал 1 під'ятником спирається на упорно-радіальний підшипник 3. Верхній кінець вала має муфту 4, яка входить у підшипник 5 розтяжного пристрою 6. З допомогою втулки 7 і розтяжного пристрою 6 установка зберігає вертикальне положення.

Від електродвигуна 8 через редуктор 9 і кінчні шестерні 10 установка отримує оберти. Камери 11 з наборами світлофільтрів призначені для опромінювання дослідних взірців променями певних довжин хвиль. Щит 12 використовують для кріплення еталонів синьої шкали та дослідних взірців і оцінки стійкості забарвлень до дії світла. Енергію опромінювання підраховують з допомогою інтеграторів 13 на фотоелементах 14:

Суттєвим недоліком багатьох досліджень було те, що ступінь зношування матеріалу під дією світла оцінювали залежно від тривалості інсоляції в годинах, днях або місяцях. Зрозуміло, що отримані при цьому результати характеризували лише загальні зміни та перетворення, оскільки сума енергії опромінювання не підраховувалась.

Щоб усунути цей недолік, автором були продовжені роботи, розпочаті на кафедрі товарознавства непродтоварів ЛТЕІ проф. Новодержкіним П. І. щодо застосування для підрахунків світлової енергії інтеграторів на фотоелементах.

На мал. 1.2 наведена принципова схема інтегратора променевої



Мал. 1.2. Принципова схема інтегратора променевої енергії на фотоелементі

енергії на фотоелементі, розроблена автором і реалізована в готових приладах.

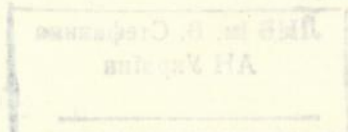
Інтегратор працює за принципом релаксаційного генератора на стабіловольтах. Прилад має блок живлення, фотоелемент, електромеханічний лічильник та електронне реле, яке забезпечує роботу цього лічильника.

Враховуючи те, що доступні фотоелементи мають різну спектральну чутливість, установка була обладнана трьома інтеграторами і відповідно фотоумножувачами ФБУ-1, ФБУ-2 і фотоелементом ЦГ-4. Для підрахунків ультрафіолетового випромінювання використовували інтегратор з ФБУ-2, покритий світлофільтром УФС-2, для підрахунків енергії видимої зони спектру - відповідно ФБУ-1, покритий світлофільтром ЖС-4, і інфрачервоної - фотоелемент ЦГ-4 + світлофільтр КС-19.

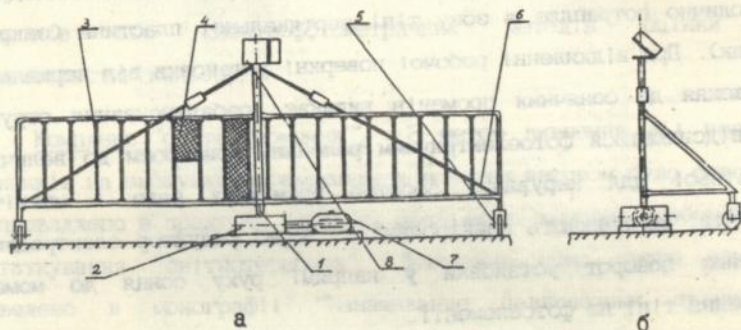
Режим роботи фотоелементів було обрано в межах, де існувала прямулінійна залежність між освітленням і величиною фотоструму. З допомогою піранометра з неселективним приймачем променевої енергії було проведено градування інтеграторів. Це дало можливість підраховувати сумарну дозу променевої енергії у певній зоні спектра, якою опромінено дослідні взірці, і оцінювати її в Дж/см².

Були введені такі поняття: умовна година, або доза інсоляції, що дорівнює 150 Дж/см²; умовний день, або 10 умовних годин, або доза радіації, що дорівнює 1500 Дж/см²; період випробування - сім умовних днів, одне прання і прасування.

Геліотропна установка. З метою максимального використання сонячної енергії для проведення фотохімічного старіння плескатих матеріалів, наприклад, полотен та забезпечення одночасного опромінювання значних площ або великої кількості варіантів (чого



часто потребує програма експерименту) автором разом з пошукувачем Лазуром П. Ю., Інженером Закулісовим А. П. було спроектовано, виготовлено і запроваджено в практику досліджень геліотропну установку, схема якої наведена на мал. 1.3.



Мал. 1.3. Загальна схема геліотропної установки:
а - вид спереди, б - вид збоку

Установка змонтована на опорному елементі 1, який з'єднано з валом редуктора 2. Несучі елементи 3 використовуються для фіксації рам-каркасів 4 з полотнами матеріалів, які випробовуються.

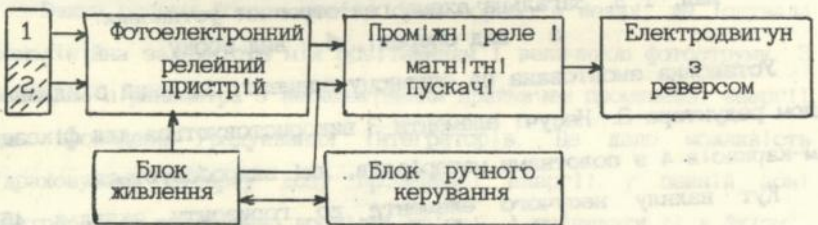
Кут нахилу несучого елемента до горизонту складає 45° . Виконано несучі елементи зі сталевих труб різного діаметру. Для підсилення протидії конструкції установки вітровим навантаженням застосовано підтримуючі катки 5 з амортизаторами і троси з регульованим натягуванням 6.

Обертання установки забезпечує трифазний двигун 7, а редуктор 2 - кутову швидкість $0,6^\circ$ за секунду.

Система слідування за сонцем і вимірювання сонячної енергії 8 здійснює приведення робочої поверхні несучих елементів у положення, перпендикулярне до напрямку падіння сонячних променів протягом усього світлового дня з відхиленням $\pm 1^\circ$. Кількість

падаючої сонячної енергії вимірюється інтегратором променевої енергії на фотоелементі.

Для системи слідкування (мал. 1.4) базується на порівнянні величин струмів двох фотоелементів, один з яких освітлюється сонячними променями постійно (відкритий датчик), а другий періодично потрапляє в зону тіні вертикальної пластини (закритий датчик). При відхиленні робочої поверхні установки від нормального положення до сонячних променів виникає розбалансування струмів, яке підсилюється фотоелектричним релейним пристроєм до величини, достатньої для керування роботою проміжних реле і магнітних пускачів, що вмикають електродвигун. Через редуктор електродвигун здійснює поворот установки у напрямі руху сонця до моменту зникнення тіні на фотоелементі.



Мал. 1.4. Блок-схема керування геліотропною установкою

1 - датчик відкритий; 2 - датчик затемнений

При утворенні тіні на обидвох фотоелементах внаслідок хмарності фотоелектричний релейний пристрій вмикає систему слідкування і установка знаходиться у стані спокою до моменту зникнення хмарності.

Блок керування через кінцеві вимикачі попереджує поворот установки за межі кута пошуку, забезпечує автоматичне повертання системи у початковий стан в кінці світлового дня і переведення її

в режим ручного керування.

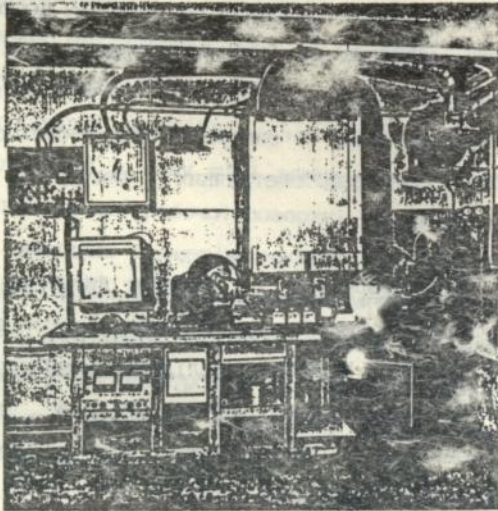
На установці є змога проводити дослідження фотостаріння до 20 пог. м. полотен шириною до 90 см, підраховувати сумарну дозу інсоляції з допомогою інтеграторів на фотоелементах, оцінювати світлостійкість забарвлень з використанням 8-бальної шкали синіх еталонів або спектрофотометричних методів оцінки змін характеристик кольору.

Комплекс "світлотермомех". З метою вивчення дії зовнішніх чинників на зношування текстильних полотен автором було створено і запроваджено в практику наукових досліджень комплекс лабораторного устаткування "світлотермомех". Детальний опис цього комплексу наведено в монографії "Изнашивание целлюлозных тканей при воздействии различных факторов".

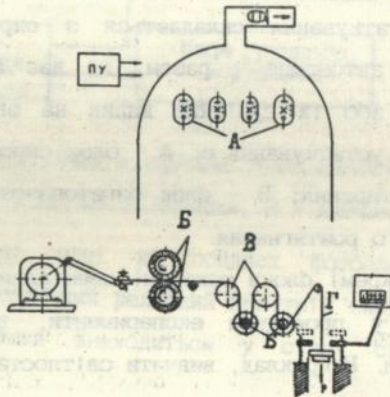
Загальні вигляд та схема устаткування для вивчення зношування полотен під дією стирання, багаторазового згинання, розтягнення і світла наведені на мал. 1.5 і 1.6.

Комплекс устаткування складається з окремих блоків, які можуть працювати автономно і разом, що дає змогу вивчати дію окремих чинників або їх сумісний вплив на зношування полотна. Головними блоками устаткування є: А - блок опромінювання (інсоляції), Б - блок стирання; В - блок багаторазового згинання; Г - блок багаторазового розтягнення.

Крім того, окремі блоки оснащені спеціальними пристосуваннями, що дає змогу проводити експерименти, виходячи з потреб дослідної програми. Наприклад, вивчати світлостаріння матеріалів у різних газових середовищах і вакуумі, опромінювання проводити безперервно певними дозами світлової енергії і інсолювати імпульсно з регульованими світловими і темновими паузами,



Мал. 1.5. Загальний вигляд комплексу "світлотермомех".



Мал. 1.6. Схема устаткування для вивчення зношування текстильних полотень під дією стирання, багаторазового згинання, розтягнення і світла.

змінювати термотехніку досліджуваних полотен, тощо.

Установка "фототерм". Зношування целюлозних тканин і виробів з них супроводжується змінами цілого комплексу властивостей - від зовнішнього вигляду до суттєвого зниження механічних показників і їх характеристик.

Встановлення причин цих змін вимагає більш детальних досліджень, зокрема, вивчення фото- і термоокислювальних реакцій, що відбуваються з вихідною волоконутворюючою речовиною тканин - целюлозою. Ця природна сполука як найбільш розповсюджена у світі і вивчена чи не найбільш досконало. Попри це проблема є в тім, що целюлоза здатна утворювати різні структури на молекулярному і надмолекулярному рівнях. А це, у свою чергу, обумовлює різні властивості виробів або речей, що складаються з целюлози. Це торкається і целюлозних волокон. Багаточисельні їх види, маючи у своєму складі целюлозу, як головну вихідну сполуку, різняться суттєво між собою своєю структурою, особливо надмолекулярною. Зношування виробів з целюлозних волокон - пряжі, полотен, одягу - супроводжується не тільки хімічними змінами целюлози, як головної складової частини волокон, а й змінами їх структури. Про це свідчать результати досліджень текстильних виробів методами електронної мікроскопії і рентгеноструктурного аналізу. Поряд з цим ці методи відображають статику процесу зношування - стан целюлози і структури волокна на певній стадії досліджень. Причому є змога робити висновки на підставі побічних характеристик - реплік або рентгенограм.

Попередні дослідження, проведені автором, підтвердили висновок про необхідність створення спеціального обладнання і розробки методики вивчення кінетики фото- і термоокислювальних

процесів целюлози волокон різної структури.

На мал. 1.7 наведено принципову схему установки "фототерм", створеної автором на кафедрі товарознавства непродтоварів ЛТЕІ.

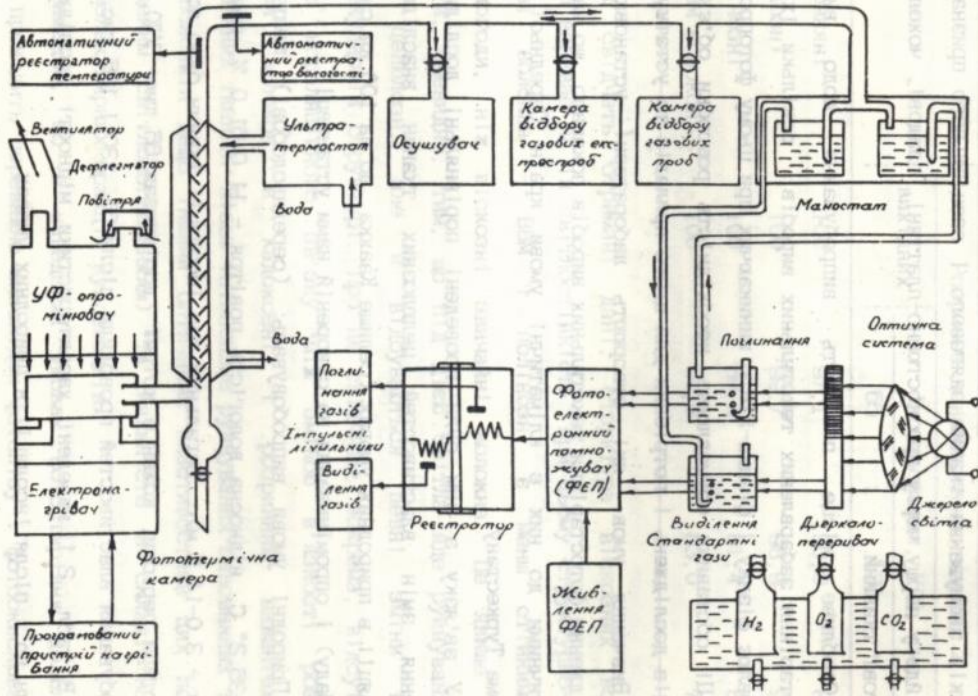
Установка має камеру з кварцевою ковчею, опромінювачем і електронагрівачем та допоміжні до неї пристрої; дефлегматор з ультратермостатом, маностат з каліброваними мікрокапілярами, фотоелектронний блок для підрахунку кількості газів виділення і поглинання, допоміжні пристрої - автоматичні реєстратори температури і вологості, осушувач, камери відбору газових проб, джерела живлення, набори стандартних газів.

2. Дослідження зносостійкості целюлозних тканин

під дією різних чинників зношування

2.1. Об'єкти досліджень

Наскрізні дослідження щодо вивчення впливу світла, світлопогоди, тепла, стирання, багаторазового згинання і розтягнення на зносостійкість тканини з целюлозних волокон були проведені з використанням чотирьох полотен, виготовлених з бавовняних волокон (бавовник 108-Ф), штапельованих віскозних звичайних, полінозних і високомодульних волокон лінійної густини 167 мтекс. З цих волокон була виготовлена поодинокі пряжа для піткання лінійною густиною 25 текс і кручена пряжа для основи лінійною густиною 25 текс х 2. З пражі було отримано тканини платтяно-костюмного призначення переплетенням саржа 2/2 практично од накової будови. Дослідження тканин проводили без їх попередньої обробки, щоб виключити вплив цього чинника на структуру і процеси зношування полотен.



Мал. 1.7. Принципова схема установки "Фототерм"

2.2. Вплив світла на фізико-механічні і деякі оптичні властивості тканин

Відомо, що світло і світлопогоди відносять до головних чинників зношування тканин одягового і спеціального призначення. Мова йде у першу чергу про костюмно-платтяні, плащові, чохольні та наметові тканини.

Особливе місце посідають випробування щодо вивчення фотостаріння забарвлених текстильних виробів, оскільки їх колір обумовлює фізику і фізико-хімію виникаючих при цьому фотопроцесів.

Ці обставини обумовлюють необхідність розробки об'єктивних методів досліджень і потрібних для цього приладів та устаткування.

Вивчення умов, які створюють лабораторні установки для дослідження фотостаріння текстильних виробів показало, що найбільш ідентичними до них є кліматичні умови країн Середньої Азії, зокрема Туркестану.

У зв'язку з цим були проведені порівняльні дослідження щодо вивчення змін властивостей целюлозних тканин внаслідок їх інсоляції в природних умовах (селище Каахка, що на 100 км східніше Ашхабаду) і опромінювання на створеній нами установці.

Природні умови випробувань: (середньодобові) температура $21,4-35,2^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря - 11,0-61,0 %, швидкість вітру - 3,0-14,0 м/с. Загальний час інсоляції тканин було поділено на чотири періоди, кожен з котрих дорівнював 65 тис. УДО, тобто випробування властивостей проводили після 65, 130 і 195 тис. УДО.

В табл. 2.1 наведені характеристики міцності досліджуваних тканин до і після інсоляції в природних умовах.

Під дією світлопогоди міцність тканин зменшується. Ступінь зниження розривного навантаження залежить при цьому від природи волокон і їх структури. Найменш нестійкою виявилась бавовняна

тканина. Накінець випробувань її міцність понизилась на 14 %.

Таблиця 2.1.

Зміна міцності тканин по основі після інсоляції

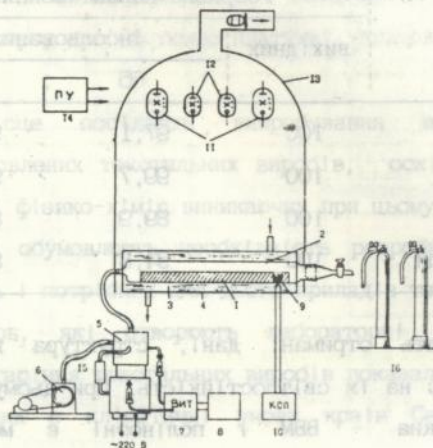
Тканини	Розривне навантаження тканин, %			
	вихідних	Інсольованих, УДО, тис.		
		65	130	195
Бавовняні	100	97,1	90,0	86,0
Віскозні	100	99,7	98,9	97,1
Полінозні	100	89,9	81,4	81,2
З ВВМ волокон	100	94,8	83,0	79,7

Як свідчать отримані дані, структура віскозних волокон суттєво впливає на їх світлостійкість. При цьому структурно-модифіковані волокна - ВВМ і полінозні є менш стійкими до світлопогоди, ніж віскозні звичайні волокна. Це явище можна пояснити, очевидно, тим, що під дією світла йде руйнування не тільки целюлози, але й відбуваються певні зміни в її надмолекулярній структурі. Про це свідчить, зокрема, відсутність тісного кореляційного зв'язку між зміною в'язкості розчинів целюлози волокон в кадоксені і розривним навантаженням інсольованих тканин. Більш інтенсивне руйнування бавовняних тканин можна пояснити дещо іншими оптичними властивостями цих полотен (підвищеним світлопоглинанням) та наявністю в складі волокон низькомолекулярних фракцій вуглеводнів.

Вважаємо, що в наведених умовах фотостаріння целюлозних тканин проходить переважно внаслідок фотолізу і фотоокислювальних реакцій целюлози волокон.

З метою подальшого вивчення механізмів фотостаріння тканин

були проведені дослідження в опромінюванні на установці (мал. 2.1.) полотном в кварцових трубах під вакуумом, в стаціонарній і проточній атмосфері повітря і в газових середовищах різного складу.



Мал. 2.1. Вакуумний пристрій комплексу "світлотермомех"

- 1 - дослідний взірець, 2 - кварцова труба,
- 3 - охолоджуюча рідина, 4 - піддон, 5 - паромасляний насос, 6 - форнасос, 7 і 8 - вимірювачі вакууму, 9 - термопара, 10 - електронний потенціометр, 11 - ксенонові лампи, 12 - ртутно-кварцові лампи, 13 - алюмінієве дзеркало, 14 - пусковий пристрій, 15 - ресівер, 16 - газові балони.

Опромінювання у вакуумі. При залишковому тиску в системі кварцових труб 0,266-2,660 Па в середовищі з досліджуваними тканинами залишаються лише сліди кисню, які визначали методом газової хроматографії.

У режимі працюючого вакуумного блоку вимикали джерела світла установки і блок охолодження кварцових труб. Початок фотохімічних

процесів у волокнах призводив до різкого підвищення тиску в системі труб, що було пов'язано із зневодненням целюлози і виділенням газоподібних продуктів руйнування волокон.

В цих умовах підтримувати низький тиск в трубах важко, бо дуже інтенсивно йде виділення продуктів фоторуйнування тканин.

У разі відключення джерел світла процеси фоторуйнування целюлози волокон продовжуються ще протягом приблизно 30 хв., про що свідчили дані автоматичного запису тиску в системі труб.

Ці факти підтвердили попередні припущення про можливість існування так званих темнових ефектів і виявили певний інтерес до проблем імпульсивного опромінювання об'єктів досліджень.

В табл. 2.2 наведені дані про зміну міцності тканин внаслідок імпульсного опромінювання полотен під вакуумом (1 год. опромінювання - 30 хв. темнова пауза і т.д.).

Таблиця 2.2.

Вплив імпульсного опромінювання на міцність тканин

Тканини	Розривне навантаження тканин по основі, %			
	вихідних	опромінених протягом, год		
		2	4	6
Бавовняні	100,0	109,7	103,6	91,9
Віскозні	100,0	100,0	81,8	79,2
Полінозні	100,0	97,1	80,7	73,4
З ВВМ волокон	100,0	98,0	88,2	84,6

Враховуючи, що в середовищі, де знаходились досліджувані зрізці тканин, залишалися лише сліди кисню, є підстава вважати

фотоліз як переважаючий механізм фотодеструкції целюлози волокон (температура тканин протягом експерименту підтримувалась в межах 17 - 20° С).

Наведені дані суттєво відмінні від результатів досліджень впливу на міцність целюлозних тканин природної інсоляції. Відрізняються не тільки кінцеві результати, але й кінетика цих процесів інша.

Під дією імпульсного опромінювання у вакуумі міцність бавовняної тканини спочатку підвищується, а потім знижується. Оскільки структура тканин залишається без змін, це явище можна, очевидно, пояснити змінами структури бавовняних волокон. Не виключена можливість, що підвищення міцності тканин у цих умовах є наслідком вилучення зі структури бавовняних волокон капілярної і, особливо, кристалевої вологи.

Подальша дія світла призвела до зниження міцності бавовняної тканини після 6 год опромінювання на 8,1 %. Інші кінетичні залежності отримано після опромінювання віскозних тканин.

Менш стійкими до дії світла є тканини, вироблені зі структурномодифікованих полінозних і ВВМ волокон. Поряд з руйнуванням целюлози волокон під дією світла проходять і структурні зміни на молекулярному і на надмолекулярному рівнях. Найменш стійкою до світла виявилась тканина з полінозних волокон.

Цікаво відзначити, що внаслідок опромінювання тканин у вакуумі їх колір практично не змінюється, крім появи ледь помітного пожовтіння бавовняної тканини.

Опромінювання в повітряному середовищі. Були проведені дослідні з тканинами в обмеженому середовищі (кварцових трубах) в атмосфері спокійного і проточного повітря. Встановлено, що опромінювання тканин у середовищі умовно-нерухокої атмосфери приводить до більш

інтенсивного фотостаріння целюлози, ніж аналогічне випробування в проточній атмосфері. Енергія світлових променів діє, як відомо, не тільки на тканину, але і на навколишнє середовище - складові частини атмосфери, переводячи їх у збуджений стан, або міняючи їх молекулярну будову. Зокрема, під дією ультрафіолетових променів (175-210нм) внаслідок поглинання киснем одного кванту світла утворюється дві молекули озону¹¹. З появою озону помітно прискорюються фотоокислювальні процеси целюлози, а виведення його та інших збуджених компонентів атмосфери свіжим повітрям за межі дослідного середовища призводить до сповільнення кінетики фотохімічних реакцій і змін властивостей досліджуваних тканин.

Інтенсивність фотостаріння целюлозних тканин суттєво залежить і від температури навколишнього середовища і температури полотен. Блок регулювання температури установки давав можливість підтримувати її в межах від 20 до 80° С. Опромінювання тканин при підвищених температурах (70-80° С) в спокійній атмосфері значно прискорює хід фотохімічних реакцій, що оцінювали появою більш інтенсивного жовто-бурого забарвлення на тканинах, зменшенням в'язкості розчинів целюлози волокон в кадоксені, змінами фізико-механічних властивостей полотен.

В табл. 2.3 наведені дані про зміну міцності досліджуваних тканин після дії фототермічних чинників протягом певної кількості годин. Середовище - обмежене відкрите, температура повітря на початку кожної години опромінювання - + 20°С, після закінчення години + 80°С. Режим дослідів: година опромінювання, півгодини - темнова пауза та охолодження повітря до + 20° С.

¹¹ Разумовский С. Д., Заиков Г. Е. Озон и его реакции с органическими соединениями. - М.: Наука, 1974. - 322 с.

Таблиця 2.3

Зміна міцності тканин під дією фототермічних чинників

Тканини	Розривне навантаження по основі, %, тканин			
	Бавовняних	Віскозних	Полінозних	З ВВМ волокон
Вихідні	100,0	100,0	100,0	100,0
Опромінені протягом, год.:				
4	73,7	92,7	91,3	90,4
6	71,7	52,7	47,7	54,2
12	48,2	39,8	43,3	42,3
24	27,6	34,3	29,7	29,4

Середовище - обмежене відкрите, температура повітря на початку кожної години опромінювання - + 20° С, після закінчення години - 80° С. Режим дослідів: година опромінювання, півгодини - темнова пауза та охолодження повітря до + 20° С.

Найменш стійкою до дії світла і тепла, як про це свідчать наведені дані, виявилась бавовняна тканина. Після 24 годин опромінювання її міцність знизилась на 72,4 %. Порівняно з іншими ця тканина найбільш інтенсивно змінила своє жовто-буре забарвлення, що свідчить про відмінність процесів фотостаріння бавовняних волокон і їх глибину.

Тканини з віскозних волокон, особливо полінозні і з ВВМ волокон, виявились дуже стійкими до пожовтіння, їх колір змінився ледь помітно. Зміна міцності цих тканин під дією світла і тепла свідчить, що і під дією цих чинників пониження розривного навантаження проходить внаслідок структурних змін на надмолекулярному рівні і прямого фотолізу целюлози волокон.

На підставі проведених досліджень щодо вивчення зносостійкості целюлозних тканин з волокон різної структури під впливом світла і тепла можна прийти до таких загальних висновків:

- світлова і теплова енергії діють на целюлозу, як волокноутворюючий елемент, і на волокна, пряжу і тканини, як певні структурні формування. Виходячи з цього, слід розглядати наслідки такої дії на двох основних рівнях: а) на молекулярному рівні і б) на рівні структури;

- механізми взаємодії цих чинників з целюлозою волокон можуть бути різними, а саме: фотоліз, фотоокислювання, фотогідроліз і фототермічна деструкція. Найявність або ефективна перевага того чи іншого механізму такої взаємодії залежить від умов, в яких проходять фототермічні реакції з целюлозою;

- на молекулярному рівні внаслідок дії світла і тепла знижується ступінь полімеризації целюлози, утворюються продукти руйнування і, зокрема, такі, що мають хромофорні групи (переважно кетонні);

- на рівні структури тканини і пряжі слід вважати про можливе протікання процесів релаксації в цих складових їх будови, що підтверджують характеристики анізотропії полотен. Найбільш помітною на рівні структури є дія світлової енергії на надмолекулярні утворення в целюлозі волокон бавовни і особливо структурно-модефікованих полінозних і ВВМ волокон;

- склад волокон, структура пряжі і тканин впливають на оптичні властивості полотен і кінцеві результати фотохімічних реакцій;

- необхідні пошуки і запровадження у виробництво фотостабілізаторів структури целюлозних волокон, особливо бавовноподібних - полінозних і ВВМ волокон.

2.3. Вплив тепла на властивості тканин

Тепло стосовно широкого асортименту побутових тканин є важливим чинником їх зношування. Маємо на увазі, перш за все, багаторазове прання, сушіння, прасування, стерилізацію перегрітою паром, тощо. Ці операції щодо догляду за текстильними виробами проводять при помірних температурах - 40-180° С.

Виходячи з цього, в роботі вивчено вплив тепла на властивості целюлозних тканин: зміну їх кольору і маси, міцності; досліджено кінетику термодеструкції целюлози волокон, проведено визначення легких і рідинних продуктів руйнування целюлозних волокон.

Після кондиціонування тканини з бавовняних, віскозних, полінозних і ВВМ волокон витримували в термостаті при певній температурі протягом певного часу, а потім дослідні проби полотен піддавали спектрофотометричним дослідженням, статичному термогравіметричному аналізу, випробуванню на міцність, а продукти термоокислювальних реакцій - хроматографії, хемілюмінесцентному аналізу і поляграфії.

Попередні досліди показали, що нагрівання і зберігання тканин при температурах до 100° С протягом 3-4 діб суттєво не впливає на їх властивості. Змінюється при цьому помітно лише вологість тканин, а при температурах 85-90° С і вище - їх білість.

Враховуючи ці обставини, досліди було проведено при температурах в термостаті 100, 150, 175 ($\pm 1,0$)° С і зберіганні тканин протягом 3, 9, 21, 39, 63, і 111 год.

Зміна білості тканин. Практика використання вибілених виробів з целюлозних волокон свідчить, що внаслідок їх нагрівання білість знижується поступово в разі невисоких температур і може зменшитись різко при температурі вищій 180° С. При цьому на тканині з'являється жовто-буре забарвлення, інтенсивність якого залежить

від ступеня і тривалості нагрівання.

Білість знижується також при звичайних (стандартних) температурах в разі тривалого зберігання (наприклад, на складах резервів, в торгівлі).

Літературні джерела свідчать, що ступінь пожовтіння виробу з целюлози залежить від багатьох чинників. Головними з них є показники полідисперсності і характеристики полімеризації. Більш високомолекулярні целюлози жовтіють меншою мірою, ніж вироби з низькомолекулярних фракцій. Доказом цього є відоме пожовтіння паперу.

Якщо не брати до уваги наявність в структурі вибілених тканин залишків препаратів вибілювання (наприклад, хлору), головними чинниками стійкості виробів з таких полотен до пожовтіння залишаються характеристики якісного складу целюлози волокон.

Практично поза увагою залишаються питання залежності стійкості до пожовтіння тканин під впливом тепла від структури целюлозних волокон.

Важливим є питання вибору характеристики білості тканин. На підставі результатів кореляційного аналізу з відомих характеристик в роботі було використано коефіцієнт відбиття w за формулою TAPPI (Технологічно асоціації виробництва целюлози і паперу, США):¹¹

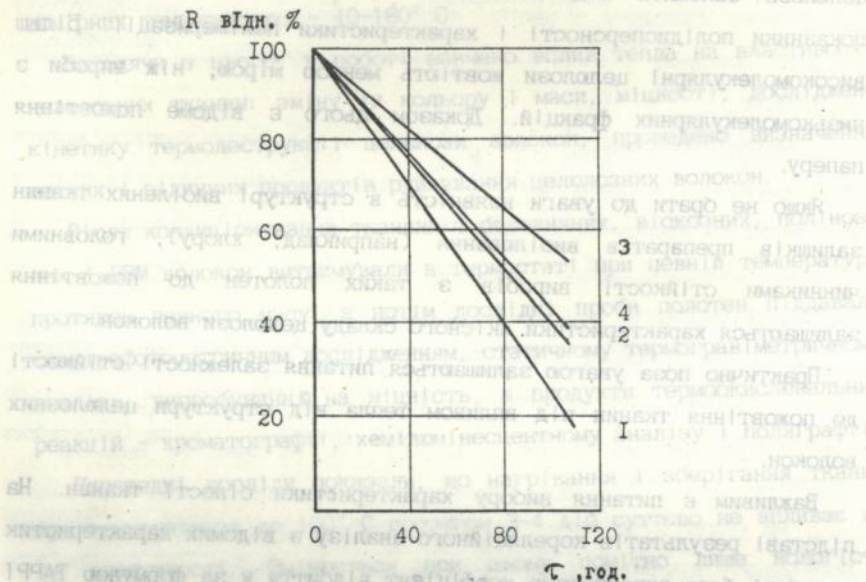
$$w = R_{457}$$

Ця характеристика найкраще узгоджується з візуальними оцінками ступеня пожовтіння полотен експертами, показниками змін фізико-механічних властивостей тканин, їх маси, а також результатами зниження в'язкості розчинів целюлози волокон в кадоксені.

¹¹Применение цветоведения в текстильной промышленности. Сб. статей, ч. 2. Под ред. Л.И. Беленького и Н.С. Овечкиса. -М.: Легкая индустрия, 1971. - 252 с.

На спектрофотометрі СФ-14 з кулею знімали спектри відбиття світла поверхніми тканин в діапазоні 400-750 нм і знаходили коефіцієнт R_{457} , а за методом вибраних координат розраховували кольорову координату y для джерела світла S^{11} .

На мал. 2.2 показана залежність коефіцієнта відбиття R_{457} від тривалості зберігання τ целюлозних тканин при температурі 150°C .



Мал. 2.2. Залежність коефіцієнта відбиття R_{457} від часу зберігання τ целюлозних тканин при температурі 150°C : 1 - тканини з бавовни, 2 - віскозні тканини, 3 - полінозні тканини, 4 - тканини з BVM волокон.

Встановлено, що під дією тепла білість тканин в часі зменшується, а кінетика зниження і кінцеві результати залежать від волокнистого складу тканин, структурно-морфологічної будови

¹¹ Гуревич М. М. Цвет и его измерение. -М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950.-268 с.

волокон, температури і тривалості зберігання полотен в ізотермічних умовах. Найбільш стійкими до дії тепла є тканини з полінозних і ВВМ волокон.

На появу жовто-бурого забарвлення тканин суттєво впливає їх вологість. Зневоднення тканин з допомогою P_2O_5 ¹⁾ не привело до підвищення стабільності білості тканин проти нагрівання. І на зневоднених таким способом тканинах після нагрівання з'являється жовто-буре забарвлення, правда, його інтенсивність приблизно у два рази менша, ніж тканин кондиційної вологості.

Статичний термогравіметричний аналіз. Певний практичний і теоретичний інтерес мало дослідження впливу тепла на зміну маси целюлозних тканин з волокон різної структури.

Отримані результати свідчать, що величини утрати маси тканинами під дією тепла залежать від температури, тривалості зберігання полотен в ізотермічних умовах, складу і будови целюлозних волокон. При температурах до 100° С включно утрати маси тканинами незначні.

Числові характеристики при цьому не перевищують 5-10 % для різних тканин, що по суті дорівнює значенням їх фактичної вологості до термообробок. Під впливом тепла при температурах до 100° С мають місце звичайні процеси висушування тканин. Ці процеси є зворотніми.

З підвищенням температури, крім висушування тканин, проходять термоокислювальні реакції, різко зростають утрати маси, а їх числові значення набагато перевищують максимально можливі характеристики вологості тканин.

Цікаво відзначити, що при температурі 150° С початок терморуйнування бавовняних тканин встановлено після дев'яти

¹⁾ Ничуговский Г. Ф. Определение влажности химических веществ. -Л.: Химия, 1977. - 198 с.

годин їх нагрівання, а віскозних - після трьох годин.

При температурі 175°C процеси висушування віскозних тканин закінчуються протягом першої години нагрівання, а після трьох годин встановлено інтенсивні втрати маси, що можна пояснити початком термоокислювальних реакцій і виділенням летких речовин розпаду, про що буде згадано нижче.

Бавовняні тканини є більш стійкими до нагрівання температурою 175°C . Практично їх повне висушування при цій температурі проходить повільніше, протягом трьох годин, а терморуїнування починається ще пізніше.

Це явище можна пояснити наявністю у волокнах бавовни капілярної і кристалічної вологи, для вилучення якої потрібна більша сумарна теплова енергія.

В табл. 2.4 наведені дані про зміну маси тканин після їх зберігання в ізотермічних умовах протягом певного часу при температурі 175°C .

Таблиця 2.4

Зміни маси тканин під дією тепла температурою 175°C

Тканини	Втрати маси тканин в % після нагрівання їх протягом, год.					
	3	9	21	39	63	111
Бавовняні	7,6	11,2	16,9	25,2	34,6	47,5
Віскозні	9,8	11,1	15,5	18,1	21,5	30,0
Полінозні	8,8	9,3	10,1	11,9	13,3	16,4
З ВВМ волокон	9,5	9,8	10,8	13,9	14,5	21,1

Наведені дані показують, що терморуїнування тканин з віскозних волокон розпочинається раніше, ніж бавовняних, але потім кінетично проходить більш повільно. Після 111 годин термічної обробки маса бавовняної тканини знизилась на 47,5 %. Встановлено, що найбільш стійкими до нагрівання є полінозні і тканини з ВВМ волокон, що свідчить про певну залежність структури волокон цих тканин і їх термостійкості.

Вплив тепла на механічні властивості тканин. В роботі вивчено вплив ізотермічного нагрівання в часі різними температурами - до 175° С включно на деякі механічні властивості тканин. Найбільший інтерес мають питання щодо впливу тепла на характеристики міцності, які часто використовують як критерії оцінки зносостійкості текстильних виробів.

Аналіз отриманих результатів показав, що ефект дії тепла на зміну характеристик міцності тканин залежить від температури нагрівання, його тривалості, волокнистого складу тканин і особливостей будови волокон. Два останні чинники проявляють себе помітніше в міру підвищення температури нагрівання.

При температурах до 100° С включно нагрівання тканин протягом 4,5 діб дуже мало вплинуло на їх міцність. Розривне навантаження за цей час нагрівання знизилось для різних тканин від 5 до 12 % з причини, очевидно, їх зневоднення і деяких втрат еластичності.

В міру підвищення температури нагрівання механічні властивості різко погіршуються. Найменш стійкими до високих температур є бавовняні тканини. При зберіганні в ізотермічних умовах при температурі 175° С протягом 40 год вони гублять цілком свою попередню міцність.

Таблиця 2.5

Зміни розривного навантаження целюлозних тканин в часі
залежно від нагрівання їх при температурі 150° С

Тканини	Розривне навантаження в % по основі після нагрівання протягом, год						
	0	3	9	21	39	83	111
Бавовняні	100,0	90,0	77,7	75,3	43,6	41,4	36,5
Віскозні	100,0	94,5	91,0	86,1	82,6	71,4	66,5
Полінозні	100,0	93,0	90,3	85,9	77,4	61,9	54,2
З ВМ волокон	100,0	90,8	87,8	76,4	72,5	63,2	42,4

В табл. 2,5 наведені дані про вплив ізотермічного нагрівання температурою 150° С на розривне навантаження целюлозних тканин. Ефект дії нагрівання такою температурою являє собою не тільки теоретичний, а й значний практичний інтерес, оскільки деякі процеси на етапах використання виробів з целюлозних тканин, наприклад, прасування проводять саме при таких температурах.

Дані табл. 2.5 засвідчують, що під впливом нагрівання внаслідок зневоднення тканин на початкових стадіях і подальшого терморуїнування целюлози волокон міцність полотен зменшується. Кількісні характеристики при цьому залежать від тривалості нагрівання, складу і будови целюлозних волокон. Найбільш стійкими до нагрівання температурою 150° С є тканини з віскозних звичайних і полінозних волокон, а найменш стійкими - з волокон бавовни. Уже після 20 годин нагрівання міцність бавовняної тканини знизилась майже на четверть.

2.4. Кінетика термоокислювальних процесів і склад продуктів терморуїнування целюлозних волокон

Відомо¹¹, що під впливом тепла певних температур терморуїнування целюлозних волокон проходить за різними механізмами. При цьому зменшення їх маси відбувається за рахунок утворення і виділення з середовища нагріву легких газоподібних продуктів і речовин, які збирають у вигляді конденсатів. Частина речовин терморозпаду целюлози залишається на субстраті. Ці речовини можна вилучити з структури волокон, як правило, лише частково, а деякі - повністю, що і роблять з метою їх ідентифікації. Доступнішими в цьому плані є легкі газоподібні продукти і конденсати.

З точки зору розробки нових технологій оздоблення тканин та підвищення їх зносостійкості до дії обробок, що базуються на використанні тепла, значний практичний і теоретичний інтерес мають проблеми вивчення кінетики термоокислювальних процесів, характеру реакцій, які протікають при цьому, а також визначення продуктів руйнування целюлози волокон при помірних температурах.

З цією метою проби тканин з бавовняних, віскозних, полінозних і ВВМ волокон нагрівали в динамічних і ізотермічних умовах, використовуючи для цього установку "фототерм" (див. 1.1).

Досліджувану тканину нагрівали до заданої температури, а потім витримували її протягом певного часу в ізотермічних умовах. Легкі газоподібні продукти термодеструкції целюлози накопичувались в системі "фототерму" і могли бути оцінені на газовому хроматографі, а в разі їх виділення з газооб'ємної системи установки, підраховані в одиницях об'єму. Сконденсовані продукти збирали на ялинковому дефлегматорі і ідентифікували на хроматографі. Як це

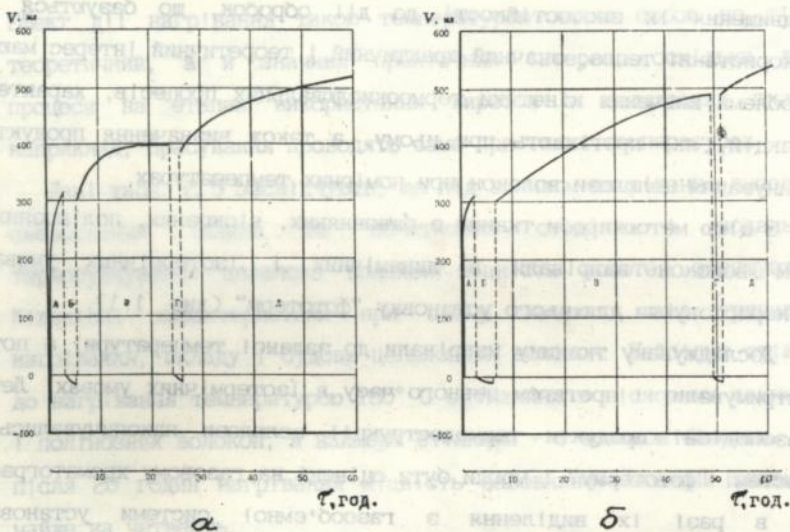
¹¹ Роговин З. А. Химия целюлозы. - М.: Химия, 1972. - 519 с.

встановлено проведеними дослідями, реакції терморуїнування целюлози волокон при температурах 150-175° С супроводжуються газовиділенням або газопоглинанням з періодичним чергуванням цих процесів в часі залежно від виду досліджуваної тканини.

У разі поглинання повітря системою його кількість підраховували в одиницях об'єму, а газовий склад ідентифікували на хроматографі, відбираючи періодично необхідні проби.

Процеси газовиділення і поглинання повітря, якими супроводжуються термоокислювальні реакції целюлози волокон, можна розподілити на кілька стадій залежно від кількості виділеного або поглинутого газу і тривалості ізотермічного нагрівання тканини.

На мал. 2.3 зображено криві, що характеризують кінетику



Мал. 2.3. Криві кінетики виділення газів і поглинання повітря в процесі ізотермічного нагрівання проб бавовняних (а) і полінозних (б) тканин при температурі 175° С

виділення газоподібних продуктів терморуїнування целюлози і поглинання повітря в процесі ізотермічного нагрівання проби бавовняної (а) і поліносної (б) тканин при температурі 175°C .

Після заправки проби тканини відомої маси в колбу установки "фототерм" проводили нагрівання зі швидкістю приблизно 3 град/хв.

З досягненням температури 175°C розпочинали заміри об'ємів газів виділення і поглинання, відбір проб для хроматографічних аналізів, оцінювали кінетику термоокислювальних реакцій.

Встановлено, що при ізотермічному нагріванні проб досліджуваних тканин протягом 60 год. кінетику газовиділення і газопоглинання можна розділити на п'ять стадій: А, Б, В, Г, Д. Кожна стадія характеризує певну залежність газовиділення або газопоглинання в часі, її кількісну сторону. Результати хроматографічного аналізу газів на кожній стадії дають якісну оцінку атмосфери замкнутого середовища системи "фототерм", в якій проходять термоокислювальні процеси целюлози.

Так, наприклад, на стадіях А спостерігають інтенсивне газовиділення, що можна пояснити, по-перше, розширенням об'ємів газів в системі внаслідок їх нагрівання і, по-друге, зневоложенням проб тканин. Якісно на цих стадіях в атмосфері системи різко зменшується вміст кисню і зростає вміст азоту.

Розподіл загального процесу терморуїнування целюлозних тканин на стадії залежить в часі від складу волокон і їх структури. Від цього ж залежні кількісні і якісні характеристики кожної кінетичної стадії. Встановлено періодичне чергування газовиділення і газопоглинання як загальних явищ, що не залежать від виду целюлозного волокна, які входили до складу тканин і нагрівали протягом 60 годин.

Слід відзначити, що терморуїнування віскозних звичайних волокон має дуже короткі в часі кінцеві стадії. Реакції носять пульсуючий характер газовиділення і газопоглинання з короткими періодами тривалості в часі і поступово затухаючими амплітудами за об'ємами. Останнє пов'язане зі зменшенням маси проби тканини внаслідок терморуїнування волокон.

Отримані результати досліджень, на наш погляд, мають як теоретичне, так і практичне значення. Зокрема, характеристики термоокислювальних реакцій целюлози волокон слід брати до уваги, розробляючи, наприклад, нові технологічні способи обробки тканин з застосуванням теплових процесів, впроваджуючи у виробництво нові термостабілізатори волокон, тощо.

Накінець, слід зазначити, що нагрівання тканин в обмеженому і закритому середовищі призводить до зменшення їх маси, але ці втрати значно нижчі, ніж результати, що їх отримували після нагрівання відповідних полотен у відкритому середовищі при тих же температурах.

Спектрографічний аналіз і хроматографія продуктів терморуїнування целюлозних волокон. Під дією тепла при певних температурах проходять процеси термодеструкції целюлозних волокон. Продукти руїнування целюлози можуть бути леткими газоподібними, леткими і здатними до конденсації внаслідок охолодження і нелеткими - твердофазними.

При температурах до 175°C виділяються леткі газоподібні продукти: кисень, азот, вуглекислий газ і окис вуглецю. На перших стадіях газовиділення А встановлено виділення перших трьох газів - O_2 , N_2 , CO_2 в різних кількостях, що залежить від волокнистого складу досліджуваних тканин, а також температури нагрівання. Ці продукти - результат термічного розпаду досліджуваних волокон.

Оксид вуглецю починає виділятися після стадії поглинання Б і далі. Можна припустити, що цей газ є продуктом руйнування целюлози як первинного субстрату, або ж є вторинним продуктом, що утворився після поглинання певного об'єму повітря замкнутою системою нагрівання тканин.

Леткі продукти, що здатні до конденсації, осідали на ялинковому дефлегматорі і вилучались з нього з допомогою розчинників. Нелеткі - твердофазні продукти вилучались з волокон з допомогою розчинників целюлози і різних селективних рідин.

Спектрофотометричні аналізи проводили на реєструючому спектрофотометрі Spekord UV VIS на підставі спектрів поглинання променів певними розчинами в ультрафіолетовій і видимій областях довжин хвиль.

Як відомо, спектрофотометричний аналіз має свої переваги і недоліки у порівнянні з багатьма фізико-хімічними методами. Целюлоза і продукти її руйнування відносно легко розчиняються в доступних розчинниках. На особливу увагу заслуговує кадоксен - розчин окису кадмію в етилендіаміні. Кадоксен - прозора, безкольорова рідина. В роботі використовували 5 %-ні розчини окису кадмію в етилендіаміні. Вони добре зберігаються і мають гарні розчинні властивості. Оптичні властивості розчинів целюлози в кадоксені залежать від її складу і ступеня старіння - фотоокислювального, термічного і таке інше. По суті розчини целюлози вихідних волокон являють собою розчини практично "чистої" целюлози, особливо у випадках з дослідженням тканин з віскозних волокон. Розчини целюлози волокон, на які діяли певні чинники зношування, - світло, тепло і т.д. - являють собою складні суміші. До їх складу входять розчини власне целюлози (її залишків з певними змінами) і багатьох відомих і невідомих складових речовин,

що є продуктами первинного руйнування целюлози і можливого вторинного синтезу нових речовин.

Виходячи з цього, розчини целюлози волокон, а також екстракти, що отримували з волокон, які пройшли певні стадії старіння, ми розглядаємо як один псевдокомпонент целюлози. Співставляючи його оптичні характеристики з оптичними показниками вихідної целюлози або відомих індивідуальних сполук, спектральний аналіз стає важливим засобом вивчення зношування целюлозних тканин з причин дії багатьох фізико-хімічних чинників.

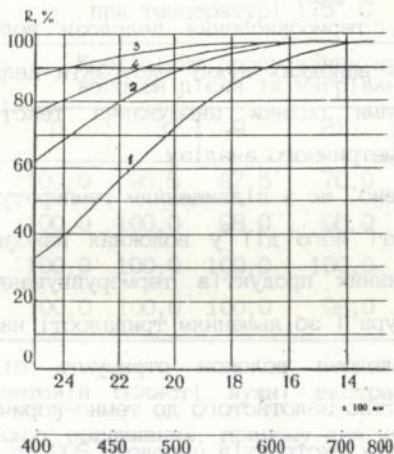
Дослідження розчинів целюлози в кадоксені. Спектрофотометрично-му аналізу піддавали 0,1 % розчини целюлози волокон в кадоксені. Волокна вилучали з бавовняних, полінозних і ВВМ тканин вихідних (нових) і тих, що пройшли модельоване зношування за описаними вище методиками. Як розчин порівняння використовували кадоксен.

Аналіз спектрів абсорбції видимих і УФ-променів показав, що розчини целюлози вихідних волокон у видимій області є повністю прозорими (коефіцієнти поглинання в цій області знаходились в межах 0-1,5 %) і мають два максимуми в ультрафіолетовій області: 1-й - розчини целюлози бавовняних і віскозних волокон при довжині хвилі 228 нм і розчини полінозних і ВВМ волокон при 240 нм; 2-й ледь помітний максимум мали усі розчини при довжині хвилі 285 нм. Очевидно, причиною різних значень першого максимуму поглинання може бути як різний склад волокон (маємо на увазі бавовняних), так і вплив структури волокна на різну здатність целюлози до комплексоутворення її з кадоксеном.

Внаслідок нагрівання тканин розчинність целюлози волокон у кадоксені зростає. Тривалість отримання розчинів скорочується з підвищенням температури і збільшенням тривалості нагрівання. Розчини з прозорих стають забарвленими. Спостерігається різко

помітна селективність спектрів поглинання.

На мал. 2.4 наведені спектри поглинання у видимій області 0,1 %-х розчинів в кадоксені целюлози бавовни, віскозних, полінозних і ВВМ волокон після нагрівання при температурі 175° С протягом 111 годин.



Мал. 2.4. Спектри поглинання 0,1 % розчинів целюлози

Зміна кольору і його прозорості розчинів целюлози в кадоксені свідчить про глибину хімічних перетворень у складі волокон, що відбулися під впливом зовнішніх чинників. Ці оптичні характеристики, таким чином, з повною підставою можна використовувати як критерії оцінки ступеня зношування целюлозних тканин.

Дослідження лужних екстрактів з целюлозних тканин. Відомо, що целюлозні волокна можуть мати у своєму складі низькомолекулярні фракції вуглеводів, інші речовини, які вилучають розчинами лугів певної концентрації. Оптичні характеристики лужних екстрактів

вихідних целюлозних волокон можна вважати як базові.

Під дією різних чинників зношування тканин у волокнах накопичуються нелеткі фракції деструкції целюлози, які легко вилучити, застосувавши розчини лугів. Лужні екстракти при цьому можуть вміщувати лужнорозчинні фракції вихідних волокон (якщо вони входили до їх складу), або ж являти собою тільки розчини продуктів старіння, наприклад, термоокислення целюлози волокон. Але і у першому, і у другому випадках лужні екстракти целюлозних волокон є важливими об'єктами оцінки зношування текстильних виробів методами спектрофотометричного аналізу.

У роботі встановлено, що з підвищенням температури нагрівання і збільшенням тривалості його дії у волокнах накопичується більша кількість лужнорозчинних продуктів терморуїнування целюлози. З підвищенням температури і збільшенням тривалості нагрівання тканин лужні екстракти целюлози волокон отримують більш інтенсивне забарвлення - від світло-золотистого до темно-коричневого.

Для отримання лужних екстрактів целюлози 200 мг абсолютно сухих волокон відварювали протягом години в 50 мл 0,25% розчину NaOH при температурі 100° С. Відвар фільтрували і піддавали спектрофотометричному аналізу у видимій і ультрафіолетовій областях спектру.

В табл. 2.6 наведені коефіцієнти пропускання лужних екстрактів з целюлозних тканин при $\lambda = 457$ нм.

Наведені дані свідчать, що забарвлені продукти терморуїнування целюлози після 3-х годин нагрівання тканин при температурі 175° С з'являються лише на волокнах бавовни, після 9-ти годин - на віскозних і бавовняних волокнах, а на полієстерових - тільки після 39-ти годин. Коефіцієнт пропускання у цих випадках, таким чином, є важливим критерієм оцінки ступеня зношування целюлозних тканин.

Він добре корелює з раніше наведеними характеристиками механічних властивостей досліджуваних тканин.

Таблиця 2.6.

Залежність коефіцієнтів пропускання лужних екстрактів целюлози волокон від тривалості нагрівання тканин при температурі 175° С

Волокна	Коефіцієнт пропускання лужних екстрактів волокон після їх нагрівання протягом годин						
	0	3	9	21	39	63	111
Бавовна	100,0	95,5	87,5	70,0	49,0	30,0	11,0
Віскозні	100,0	100,0	98,0	96,0	82,5	71,5	31,0
Полінозні	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	94,5	86,5
В В М	100,0	100,0	100,0	98,0	94,0	93,0	72,0

В ультрафіолетовій області лужні екстракти целюлози волокон мають декілька смуг поглинання, причому для чотирьох досліджуваних волокон ці смуги майже ідентичні. Найбільш чіткі з них знаходяться в межах 215-225 нм. Після нагрівання бавовняної тканини при температурі 175° С протягом 21 години коефіцієнт пропускання лужного екстракту целюлози цих волокон знизився до 3-5 % при $\lambda = 220$ нм, а розривне навантаження (як це наведено вище) тканини зменшилось на 90 %.

Виходячи з цього, вважаємо доцільним пропонувати як критерій оцінки зношування целюлозних тканин під дією тепла коефіцієнт пропускання лужних екстрактів целюлози волокон при $\lambda = 220$ нм.

Дослідження водяних і спиртових витяжок з целюлозних тканин.

Оскільки нелеткими продуктами термодеструкції целюлозних волокон є моно- і олігосахариди, нами було сформульоване допущення

про можливість їх карамелізації з утворенням забарвлених речовин - карамелів.

Відомо, що внаслідок нагрівання деяких сухих цукрів, наприклад, сахарози, через дегідратацію молекул і конденсацію їх лишків утворюються забарвлені речовини, які звать карамелями. Карамелі являють собою складні суміші ангідридів цукрів, мають гіркий смак, поновлюють фелінгову рідину, під дією розбавлених кислот гідролізуються з утворенням гумінових кислот складу $(C_9H_{10}O_5)_n$, глюкози, фруктози і левулінової кислоти.

Розрізняють декілька різновидностей карамелів: карамелан - його отримують, нагріваючи сахарозу до 170-190° С, втрата маси до 10 %, карамелен - те ж, втрата маси 15 % і карамелін - те ж, втрата маси 20 %. Ці речовини є сумішами близьких за складом сполук і їх можна розділити, скориставшись певними розчинниками. Так, наприклад, карамелан розчиняється в 84%-ному етиловому спирті і воді, карамелен - у воді при кімнатній температурі, карамелін - у воді при кипінні.

Нами були враховані ці властивості і на їх підставі підготовлені спиртові і водяні витяжки з тканин вихідних і термооброблених при різних температурах і протягом різного часу.

Пошукові досліді підтвердили недоцільність проведення спектрофотометричних аналізів у видимій області спектру спиртових і водяних витяжок целюлози волокон. Отримані розчини були практично прозорими, а їх оптичні характеристики - малочутливими до ідентифікації наявних різновидностей витяжок.

Спектриметричні дослідження спиртових і водяних витяжок з целюлозних тканин в ультрафіолетовій області показали наявність високої селективності короткохвильових променів до розчинів у певних зонах. Зокрема, спектри усіх розчинів мали два максимуми

поглинання при довжинах хвиль 227-230 нм і 280-282 нм, а кількісні значення коефіцієнтів поглинання у цих випадках залежали від виду волокна, з якого отримано витяжку, температури нагрівання і тривалості його дії.

Отримані дані співпадають з висновками інших авторів¹¹ і є підставою стверджувати, що внаслідок термодеструкції целюлозних волокон утворюються нелеткі водо- і спирторозчинні сполуки - карамелі. Зокрема, на досліджуваних об'єктах знайдено карамелан і карамелен.

Щоб підтвердити наявність карамелів на волокнах як продуктів термоокислювальних реакцій целюлози нами була визначена їх оптична активність. Було встановлено, що розчинні у воді і спирті продукти термодеструкції целюлозних волокон є оптично нейтральними до поляризованого світла, тобто вони не мають здатності повертати площину поляризації.

Інтенсивність забарвлення тканин і екстрактів целюлози залежить від глибини її термодеструкції. Слід вважати, що відповідальними за забарвлення тканин є в першу чергу карамелі. Продуктами терморуїнування целюлози є також моно- і олігосахариди. Але ці речовини є оптично активними і, як правило, не мають кольору. Вони утворюються при нижчих температурах теплового старіння целюлозних тканин, або що те саме - являють собою результат первинних стадій термодеструкції целюлози волокон. На стадії вторинній утворюються карамелі.

Відповідальними за появу забарвлення тканин після їх термообробки є первинні продукти, які мають у своєму складі карбоксильні і кетонні групи і вторинні продукти - карамелі.

¹¹ Сапронов А. Р. Спектрофотометрическое исследование карамелизации сахарозы // Известия вузов. Пищевая технология. 1963, №1. - С. 33-37.

Різниця між цими забарвленими продуктами полягає в тому, що карамелі практично не здатні окислюватись у процесі вибілювання, навіть у разі застосування таких сильних вибілювальних препаратів як перекис водню.

Карамелі в розчинах утворюють напівколоїди, а за своїми властивостями наближаються до істинних розчинів¹¹. Вони мають високу поверхневу активність і здатність до забарвлення. У водяних розчинах мають позитивний заряд.

Методом капілярного аналізу нами було підтверджено, що забарвлені речовини, вилучені з целюлозних волокон після їх термічної обробки, мають у водному середовищі позитивний заряд. Ця обставина чи не є однією з причин міцного утримання забарвлення на целюлозних тканинах після, наприклад, їх прасування перегрітим пресом або стерилізації перегрітою паром.

Дослідження продуктів конденсації термодеструкції целюлозних волокон. У процесі ізотермічного нагрівання целюлозних тканин у замкнутому середовищі установки "фототерм" частина продуктів деструкції целюлози, поступаючи у дефлегматор, внаслідок його охолодження осідає у вигляді конденсатів. Ці речовини вилучали з дефлегматора з допомогою різних розчинників (води, етилового спирту, хлороформу, ацетону, бензину і ін.) і піддавали спектрофотометричному аналізу і хроматографії.

Для спектрофотометричних аналізів найбільш придатними виявились розчини летких продуктів целюлози в спирті і воді. В ультрафіолетовій області спектри цих розчинів мають два помітних екстремуми: 1-й при довжині хвиль 230 нм. В цій області промені поглинають розчини багатьох органічних кислот - оцтової, янтарної,

¹¹ Чикин Г. А., Синечубова Л. И. О зарядах красящих веществ сахарного производства // Сахарная промышленность. 1970. № 6. С. 15-17.

мурашиної, молочної, ізомаляної; 2-й екстремум є менш помітним, він знаходиться в межах 260-275 нм і, очевидно, свідчить про наявність в розчинах фурфуролу, його продуктів конденсації (наприклад, оксиметилфурфуролу) і карамелів.

Спектри поглинання розчинами конденсатів, отриманих внаслідок термообробки тканин з різних целюлозних волокон, за своїми якісними характеристиками практично однакові. Різниця спостерігається лише в значеннях коефіцієнтів поглинання у відповідних смугах спектрів, що є наслідком розбіжностей концентрації відповідних речовин.

Хроматографічний аналіз конденсатів проводили на газовому хроматографі "Вірухром" за умов: детектор - полум'яно-іонізаційний; газ-носіє - азот; витрати: азоту - 29., водню - 30, повітря - 300 мл/хв; температура колонки - ізотермічно 180° С, випаровувача - 250, детектора 200° С.

Найбільш придатними для хроматографічного аналізу виявились розчини конденсатів у хлороформі, спирті і воді.

Аналіз хроматограм показав, що найбільша кількість легких продуктів (більше 30) утворюється внаслідок термообробки бавовняних тканин, менша - тканин з віскозних волокон. З пониженням температури нагрівання і зменшенням його тривалості кількість легких продуктів-конденсатів зменшується.

2.5. Зношування целюлозних тканин від стирання

Стирання, як відомо, є основним чинником зношування переважної більшості текстильних виробів. В текстильному матеріалознавстві, у зв'язку з цим, ці питання чи не є найбільш досконало розробленими: запропоновано десятки способів випробувань і створено необхідні

прилади для визначення стійкості до стирання текстильної сировини, напівфабрикатів і готових виробів. Теоретично описані механізми зношування від стирання текстильних матеріалів, встановлені залежності ступенів зношування текстильних виробів від складу волокон, будови полотен, особливостей обробки, способів випробувань.

Певні проблеми виникають у разі необхідності співставити результати досліджень стійкості до стирання, наприклад, тканин, отриманих різними авторами, оскільки методики випробувань і прилади різняться між собою дуже суттєво.

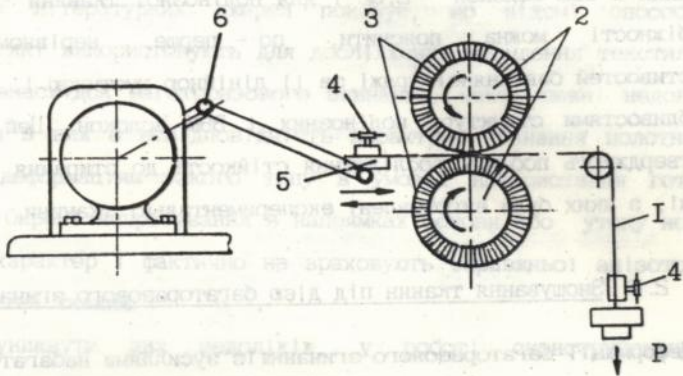
У роботі вивчення впливу стирання на зношування целюлозних тканин було проведено з метою визначення ролі цього чинника у загальному процесі зношування полотен у випадках окремої і сумісної дії з іншими чинниками.

Для досягнення цієї мети було сконструйовано і виготовлено спеціальний пристрій для стирання тканин, який працює автономно, як окремий прилад, або входить до складу установки, описаної в розділі 1.1.

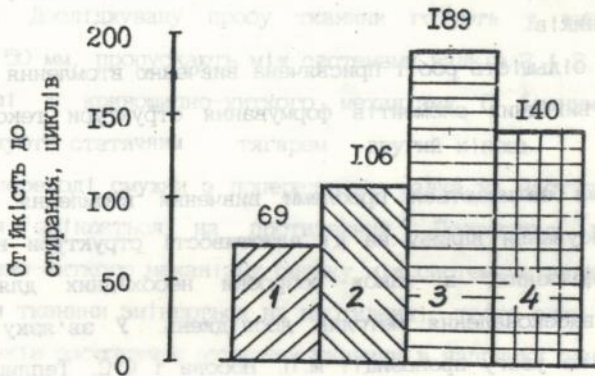
Блок стирання установки (мал. 2.5) забезпечує різноінтенсивне дво стороннє зношування тканини, що знаходиться у навантаженому стані, двома капроновими щітками-абразивами.

Критеріями оцінки зношування тканин можуть бути характеристики міцності або гранична кількість циклів стирання, що їх витримує полотно до повного руйнування.

На мал. 2.6 наведено графік стійкості целюлозних тканин до стирання, з якого видно, що досліджувані тканини, маючи од накову структуру, суттєво різняться за цією властивістю. Якщо стійкість до стирання бавовняної тканини прийняти рівною 1,00, тоді ця характеристика для віскозної тканини буде дорівнювати 1,54, для



Мал. 2.5. Блок стирання установки "світлотермомех"
1 - проба тканини, 2 - валки, 3 - капронові щітки, 4 - затискач, 5 - рухома каретка, 6 - шатун.



Мал. 2.6. Графік стійкості целюлозних тканин до двобічного стирання

1 - тканини з бавовни, 2 - віскозні тканини,
3 - полісезні тканини, 4 - тканини з ВВМ волокон.
Цифри 69, 106, 189, 140 - стійкість до стирання
в циклах до повного руйнування відповідних тканин.

тканини з ВВМ волокон - 2,02 і для поліносноі тканини - 2,74. Ці розбіжності можна пояснити, по - перше, нерівномірностями властивостей бавовняної пряжі за її лінійною густиною і, по-друге, особливостями структури поліносних і ВВМ волокон. Цей висновок підтверджують побічні дослідження стійкості до стирання волокон і пряжі, з яких були виготовлені експериментальні тканини.

2.6. Зношування тканин під дією багаторазового згинання.

Деформації багаторазового згинання із зусиллями набагато меншими від розривних викликають у первинних структурних елементах тканин внутрішні напруги, періодична дія яких призводить до втомлення текстильного виробу. Ці чинники посідають важливе місце у загальному процесі зношування тканин одягового, технічного та іншого призначення, а їх вивчення завжди знаходилося у центрі уваги дослідників.

Переважає більшість робіт присвячена вивченню втомлення волокон і ниток як вихідних елементів формування структури текстильних полотен.

Актуальними залишаються проблеми вивчення втомлення готових тканин і з'ясування впливу на ці властивості структури волокон, зокрема, целюлозних, а також розробки необхідних для цього приладів і вдосконалення методик досліджень. У зв'язку з цим заслуговують на увагу пропозиції М.П. Носова і С.С. Теплицького¹¹ віддавати перевагу класифікаціям і вдосконаленню методів випробувань, оскільки такий шлях сприяє поліпшенню відомих і створенню нових приладів втомлення текстильних матеріалів.

¹¹ Носов М.П., Теплицький С.С. Усталість нитей. -Киев: Техника, 1975. - 176 с.

Аналіз літературних джерел показує, що відомі способи і прилади, які використовують для дослідження втомлення текстильних полотен внаслідок багаторазового згинання, мають певні недоліки. Головними з них є невідповідність характеру згинання полотна на приладі деформаціям такого типу в умовах використання готових виробів. Окремі випробування в напрямках основи або утку носять умовний характер і фактично не враховують справжньої анізотропії властивостей тканин.

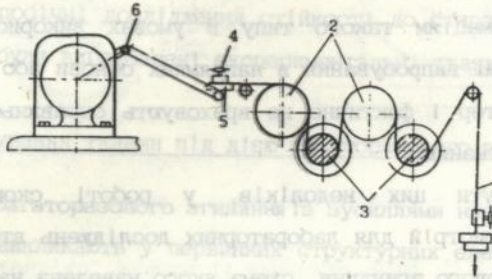
Щоб уникнути цих недоліків, у роботі сконструйовано і виготовлено пристрій для лабораторних досліджень втомлення тканин від багаторазового згинання, схема якого наведена на мал. 2.7.

Пристрій для згинання має дві системи валків - першу з утворюючою у вигляді односмугового гіперболоїда і другу - з утворюючою, що є дзеркальним відбитком утворюючої валків першої системи. Досліджувану пробу тканини готують у вигляді смужки шириною 50 мм, пропускають між системами валків 2 і 3, кріплять у затискачі 4 кривошипно-хиткого механізму 6 (одним кінцем) і навантажують статичним тягарем другий кінець.

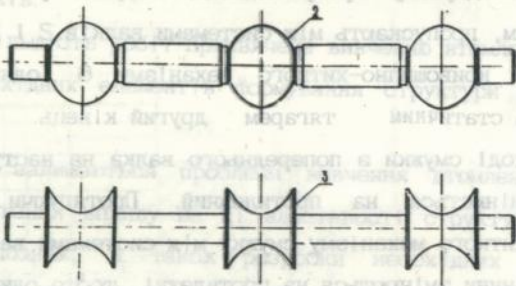
При переході смужки з попереднього валка на наступний напрямок згинання змінюється на протилежний. Протягуючи з допомогою кривошипно-хиткого механізму смужку між системами валків, напрямки згинання тканини змінюються на протилежні, тобто один прохід через пару валків забезпечує згинання тканини в напрямку основи і утку. При цьому деформації мають складний характер і в них беруть участь усі складові елементи структури тканини.

Дослідження втомлення целюлозних тканин з бавовняних, віскозних, полінозних і ВВМ волокон проводили за умов: ширина смужок - 50 мм, статичне навантаження - 4 даН, радіуси валків: $r_1 = 25,8$; $r_2 = 13,8$; $r_3 = 9,2$ мм; швидкість переміщення смужок -

0,032 м/с, швидкість обертального руху каретки - 3,8 об/хв, кількість подвійних згинань за хвилину - 30.



а/.



б/.

Мал. 2.7. Схема приладу для дослідження втомлення тканин від багаторазового згинання (а) і пристроїв згинання (б)

- 1 - проба тканини, 2 - валки згину першої системи, 3 - валки згину другої системи,
- 4 - затискачі смужок, 5 - каретка, 6 - шатун,
- Р - тягар.

Показниками втомлення тканин за наведеними умовами випробувань можуть бути різні характеристики. Нижче наведені значення довговічності тканини, оцінені числом згинань у двовірному просторі, які витримують до повного руйнування смужки досліджуваних тканин, вирізані уздовж основи.

<u>Тканини</u>	<u>Довговічність, число циклів</u>
Бавовняні	7590
Віскозні	20520
Полінозні	56130
З ВВМ волокон	47640

Якщо довговічність бавовняної тканини прийняти за одиницю, тоді цей показник віскозної тканини буде у 2,7 рази більшим, а тканин з полінозних і ВВМ волокон відповідно у 6,6 і 6,3 рази вищим.

В разі визначення стійкості досліджуваних тканин до подвійного згинання за загальноприйнятою методикою наступність кількісних характеристик залишається такою ж (від менш стійких до більш витривалих): бавовняні - віскозні - з ВВМ волокон - полінозні. Правда, розбіжності тут значно менші і не перевищують числом двох разів. Це ще раз свідчить про невідповідність цих випробувань реальним характеристам згинань тканин у готових виробках на стадіях їх експлуатації, а також про нечутливість отримуваних характеристик втомлення до впливу на них особливостей будови пологен і, зокрема, структури волокон.

Як відомо, бавовняні волокна мають нерівномірну структуру і порівняно з віскозними - менше подовження при розтягненні. Внаслідок цього вони є більш здатними до утворення центрів руйнування в зонах найбільших деформацій. Віскозні волокна, особливо структурно-модифіковані ВВМ і полінозні, мають більш

рівномірну структуру, є більш пружними, що забезпечує їм кращу витривалість до невеликих напруг. Цей висновок зроблено на підставі широких досліджень пружно-еластичних властивостей целюлозних тканин при одноциклових випробуваннях у режимі навантаження-розвантаження-відпочинок.

2.7. Зношування тканин внаслідок багатократних розтягнень

Багатократні розтягнення з невеликими зусиллями являють собою важливий чинник поступового втомлення окремих деталей в текстильних виробках і кінцевого руйнування. На відміну від інших цей чинник діє перш за все на структуру полотна, призводить до певного розвитку релаксаційних процесів і явищ втомлення.

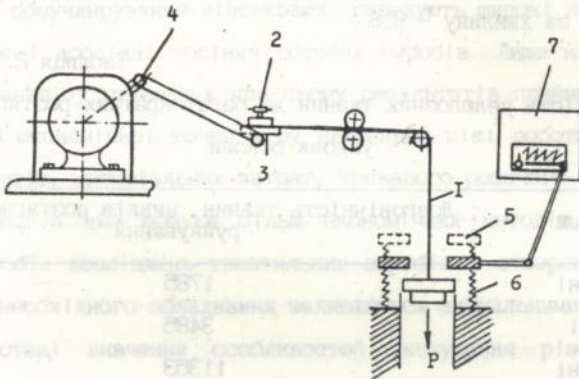
Слід відзначити, що до цього часу ще недостатньо вивчено вплив багатократних розтягнень тканин на зміну параметрів їх будови: товщину, фази будови, переплетення та ін.¹⁾ Зносостійкість текстильних полотен до дії багатократних розтягнень оцінюють показниками витривалості, довговічності, залишкових циклічних деформацій, межі витривалості.

Для дослідження цих показників і знаходження певних характеристик використовують чисельні прилади, які частіше звуть пульсаторами. В роботі не було метою створити ще один прилад. Але оскільки ні один з відомих пульсаторів не відповідав вимогам включення його до складу установки для вивчення зносостійкості тканин під впливом кількох чинників, ми змушені були створювати для цього спеціальний пристрій. Його схема наведена на мал. 2.8.

Пристрій дає змогу вибирати в широких межах вихідні динамічні навантаження і амплітуди деформацій, записувати зміни деформацій в

¹⁾ Кукин Г. Н., Соловьев А. Н., Кобляков А. И. Текстильное материаловедение. - М.: Легпромбытиздат, 1992. - 272 с.

процесі випробувань, вибрати статичне навантаження на пробу і частоту розтягнень.



Мал. 2.8. Схема пристрою для багатократного розтягнення тканин

- 1 - проба тканини, 2 - затискач, 3 - каретка,
- 4 - шатун, 5 - опорна планка, 6 - тарирована пружина, 7 - самопишучий прилад, P - тягар.

Кінцеві результати випробувань на пристрої суттєво залежать від вихідної амплітуди деформації і статичного навантаження на смужку. В разі їх вибору зі значеннями, які відповідають величинам напруг і деформації одягових тканин в процесах носіння готових виробів, значно зростає термін випробувань. Характеристики втомлення тканин у таких випадках дорівнюють десяткам годин і сотням циклів роботи приладу, що є його суттєвим недоліком.

В табл. 2.7 наведені дані дослідження втомлення від багатократного розтягнення тканин з бавовняних, віскозних, полінозних і ВВМ волокон. Досліди проведено на описаному пристрої

за умов: ширина смужок - 50 мм, статичне навантаження на смужку - 39,2 Н, вихідне циклічне навантаження - 19,6 Н, початкова амплітуда деформації - 10 % від затискової довжини смужок, розтягнень за хвилину - 3,8.

Таблиця 2.7

Стійкість целюлозних тканин до багатократних розтягнень уздовж основи

Тканини	Довговічність тканин, циклів розтягнення до руйнування
Бавовняні	1785
Віскозні	3485
Полінозні	11363
З ВВМ волокон	15600

Враховуючи те, що досліджувані тканини мали приблизно однакову будову, значну різницю характеристик довговічності можна пояснити перш за все відміннями макро- і мікро-структури волокон, з яких вироблені ці полотна. Наведені дані тісно корелюють з характеристиками пружних і високоеластичних деформацій відповідних тканин, модулів продовжньої жорсткості, а також показників в стійкості до багаторазового згинання.

Внаслідок проведених широких випробувань і досліджень зроблено висновок про доцільність застосування пристрою багатократного розтягнення тканин в установці для вивчення зношування текстильних полотен під дією кількох чинників.

2.8. Зношування тканин внаслідок дії світла, стирання, багатократного згинання і розтягнення

Запровадженню в масове виробництво продукції, наприклад, нових тканин для обмундирування військових, передують широкі лабораторні дослідження і дослідні носіння готових виробів. Лише на підставі глибокого аналізу отриманих при цьому результатів приймають певні рішення. З економічної точки зору виконання цієї роботи потребує великих коштів, матеріальних затрат, тривалого робочого часу.

У зв'язку з цим пошуки більш економічних методів, розробка нових способів досліджень текстильних виробів і створення для їх виконання необхідного обладнання залишаються актуальними.

На підставі вивчення особливостей зношування різних видів відомчого одягу (за результатами лабораторних досліджень і дослідних носінь) автором методами математичного планування і експертних оцінок було визначено чотири найважливіших чинники цих процесів. Це світло, стирання, багатократні згинання і розтягнення. На готові вироби в реальній експлуатації ці чинники діють сумісно. Причому сумісна дія двох-трьох чинників суттєво змінює загальний характер і кінцевий результат зношування тканин і, як правило, не є сумою ефектів в разі оцінки зношування полотна від дії кожного з чинників окремо. Висновок автора було підтверджено в роботах його аспірантів Д. І. Сапожника, Г. С. Турілкіної, В. П. Медведєва.

З урахуванням особливостей зношування тканин у готових виробах і можливостей мінімізації інтегрованих чинників, що діють на текстильні вироби, їх загальним числом не більше чотирьох було створено спеціальну установку, схема якої наведена на мал.

На цій установці було вивчено зношування тканин різного призначення, трикотажних виробів, ткано-в'язаних полотен під дією

окремих і комбінованих чинників.

Автором було вивчено зношування целюлозних тканин з бавовняних, віскозних, поліозних і ВВМ волокон під впливом сумісної дії світла, стирання, багатократного згинання і розтягнень на створеній ним установці.

Для тканин костюмно-платтяного призначення запропоновано таку методику і умови випробувань: швидкість руху каретки - 3,8 циклів/хв.; лінійна швидкість переміщення смужки тканини - 0,032 м/с; ширина смужки - 50 мм; статичне навантаження на смужку - 4даН; частота обертів верхнього валка стирання - 100 об/хв, нижнього - 93,8 об/хв; абразив - капронові щітки; відстань між утворюючими поверхнями щіток - $0,2 \pm 0,05$ мм; кривизна поверхонь валків для згину: $r_1=25,8$; $r_2=13,8$; $r_3=9,2$ мм; число подвійних згинів за хвилину - 30; число розтягнень за хвилину - 3,8; початкова амплітуда деформації - 42 мм; інтенсивність опромінювання - $83,75$ Дж/см² хв.

Підготовлені проби тканин спочатку опромінювали протягом 60 хвилин, а потім включали блоки стирання, багатократного згинання і розтягнень установки, які працювали одночасно з подальшим опромінюванням, блоком охолодження взірців аж до повного їх руйнування.

Важливими були питання вибору комплексного критерію оцінки стійкості тканин до дії кількох чинників зношування. З цією метою були проведені випробування зношування тканин під дією окремих чинників, про що згадано вище, під дією двох різних чинників, наприклад, світла і стирання, світла і багатократного згинання, стирання і багатократного розтягнення.

Отримані результати були оброблені за спеціальною програмою на ЕОМ ЕС-1022.

На підставі цього запропоновано стійкість тканин до зношування оцінювати показником довговічності (Д) і розраховувати його за формулою:

$$D = 60 + 59,9n + \frac{n}{v}$$

де: n - число подвійних переміщень каретки до повного руйнування смужок тканини;

v - швидкість переміщення каретки, м/хв;

60 - тривалість опромінювання тканин до початку дії механічних чинників зношування, хвилин;

59,9 - коефіцієнт, що визначає частку чинників стирання, згинання і розтягнення у загальному зношуванні тканин.

Для прикладу нижче наведені значення довговічності целюлозних тканин з різних волокон, що були досліджені на установці за описаною методикою.

Тканини	Довговічність, Д
Бавовняні	902,2
Віскозні	2164,7
Полінозні	2586,8
З ВВМ волокон	2346,2

Якщо прийняти довговічність бавовняної тканини за одиницю, тканини з інших волокон перевищуватимуть її: віскозної у 2,4, тканини з ВВМ волокон - у 2,6 і полінозної тканини - у 2,9 рази.

Ці дані найбільш достовірно відповідають оцінкам якості досліджуваних тканин і більш реально відбивають у собі чинник структури волокон та його вплив на зносостійкість тканин.

3. Розробка способів і створення устаткування для інтенсифікації деяких обробок тканин з метою підвищення їх зносостійкості

3.1 Установка і спосіб інтенсифікації малозминальної обробки тканин акустичними коливаннями

Відомо, що тканини з целюлозних волокон, особливо із віскозних штапельованих, у процесі використання дуже мнуться, а при волого-теплових обробках - дають усадку (притяжку). Крім цього, вироби з цих волокон у вологому і мокрому стані на 40-50 % є менш міцними порівняно з сухими.

Ці обставини змушують шукати шляхи модифікації готових виробів з метою усунення або ж зниження ступеня згаданих недоліків, оскільки на стадіях формування структури волокон ліквідувати ці негативні явища повністю не можливо.

Теоретично і практично доведено, що цю проблему можна вирішити, застосовуючи предконденсати термореактивних смол - сечовино-формальдегідних, меламіноформальдегідних, циклічної етиленсечовини, триазонів тощо.

Внаслідок хімічної модифікації виробів з целюлозних волокон карбамолом, карбамолом ЦЕС, етамоном, карбазоном О та іншими предконденсатами отримано в цілому позитивні ефекти, але недовговічні. Після короткого терміну експлуатації спостерігаємо збільшення усадки тканин і зменшення частки пружно-еластичної деформації. Практично за 3-5 модельованих циклів зношування отриманий ефект малозминальної обробки карбамолом ЦЕС майже повністю зникає.

У зв'язку з цим виникає необхідність пошуків шляхів інтенсифікації малозминальної обробки. Вивчення літературних

джерел показало, що таких шляхів може бути декілька. Попередні дослідження показали доцільним використати акустичні коливання, які до цього застосовували для зварювання синтетичних і змішаних тканин, приготування шліхти і обробки нею, вибілювання і очищення тканин від забруднення.

З метою збільшення довговічності малозмінальної і протиусадочної обробки тканин предконденсатами синтетичних смол було прийнято рішення застосувати акустичні коливання певних частот і інтенсивності. Широкі пошукові дослідження дали змогу розробити оптимальний спосіб просочування целюлозних тканин малозмінальними препаратами при одночасній дії акустичних коливань низького і середнього діапазону частот, захищений авторським свідоцтвом.

Роботу було проведено сумісно з інж. Симкович Н. М.¹⁾

Тканини просочували розчином за певним рецептом (карбамол ЦЕС, хлористий магній, поліетиленова і полівінілацетатна емульсія) в емкостях акустичних установок. З цією метою було використано два типи установок: 1) з електромагнітним випромінювачем, що мав частоту 50 Гц і 2) з циліндричним магнітострикційним випромінювачем, який забезпечив отримання пружних коливань середніх частот - 8 і 18 кГц.

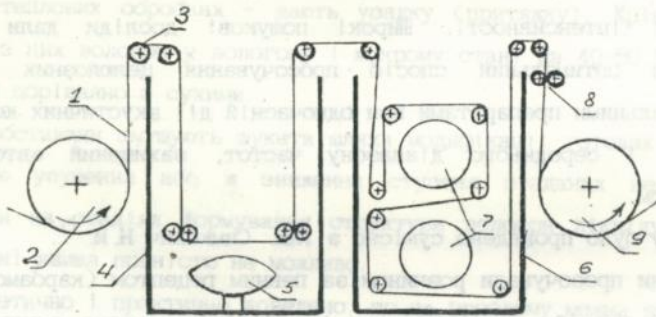
Тканини кріпили на спеціальних держачах і занурювали в просочувальний розчин, який наливали у робочу емкість установки при модулі 1:30.

Тривалість акустичної обробки змінювали від 60 до 300 с., інтенсивність - від $0,8 \cdot 10^{-4}$ до $1,5 \cdot 10^{-4}$ Вт/м², температуру - від 20 до 50° С.

¹⁾ Симкович Н. Н. Исследование свойств хлопчатобумажных тканей, обработанных карбамолом ЦЭМ при воздействии акустических колебаний. Кандидатская диссертация. - Львов, ЛТЭИ, 1978, - 148 с.

Обробку проводили при нормальному (атмосферному) і підвищеному ($5 \cdot 10^5$ Па) тиску.

Внаслідок вивчення впливу акустичних коливань на просочувальні розчини, механічні властивості волокон і тканин, на стійкість малозминального ефекту в разі використання коливань низького і середнього діапазону частот роздільно і сумісно була створена експериментальна установка, схема якої наведена на мал. 3.1.



Мал. 3.1. Схема установки для просочування тканин

азотмісткими препаратами при сумісній дії

акустичних коливань з частотою 50 Гц і 8 кГц

Тканина 1 змотується в товарного валка 2 і через ролики 3 надходить у ванну 4, де вона просочується розчином під дією акустичних коливань з частотою 50 Гц, які генерує електромагнітний випромінювач 5. Після першого просочення тканина надходить у ванну 6 з аналогічним розчином і вмонтованими двома блоками магнітострикційних випромінювачів 7. Ці магнітостриктори розташовані так, що акустичні випромінювання розподіляються рівномірно відносно поверхні тканини. Кільцевий магнітострикційний випромінювач виготовлено з напрусуванням нікельованих пластин на трубу. Щоб забезпечити випромінювання назовні, випромінювачі ізолювали гумою;

оохолодження їх проводили водою.

Після плюсування і обробки акустичними коливаннями тканина проходила віджимання валками 8 і намотувалась на вал 9. Далі слідували сушіння і термообробка за відомими режимами.

3.2. Установка для інтенсивного знегажування текстильних матеріалів і їх подальшої обробки

Відомі багаточисельні способи інтенсифікації основних, спеціальних і остаточних обробок текстильних матеріалів і виробів з них. Зокрема: високої температури, високого тиску, ультразвукових коливань, електромагнітних високочастотних коливань, іонізуючої радіації, ведення обробних процесів при зниженому тиску зовнішнього середовища.

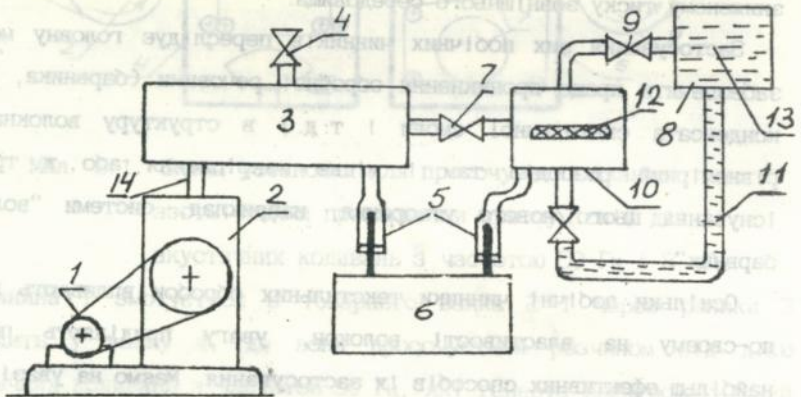
Застосування цих побічних чинників переслідує головну мету - забезпечити краще проникнення обробної речовини (барвника, предконденсата синтетичної смоли і т.д.) в структуру волокна, її рівномірний розподіл там і міцне закріплення або ж тривале існування цього нового утворення, наприклад, системи "волокно-барвник".

Оскільки побічні чинники текстильних обробок впливають кожний по-своєму на властивості волокон, увагу приділяють пошукам найбільш ефективних способів їх застосування. Маємо на увазі, перш за все, застосування способу просочення текстильних матеріалів, попередньо витриманих в ізолюваному середовищі з пониженим тиском газів внаслідок їх відкачування. Подальше просочення субстрату обробною речовиною, наприклад, барвником, шляхом впуску розчину у вакуумоване середовище з одночасним підвищенням у ньому тиску до рівня атмосферного сприяє отриманню кращих кінцевих результатів

обробки. Вакуумування усуває вимушену понижену капілярність волокон, що обумовлено наявністю повітря в середині субмікроскопічних пор. Але при такому способі вакуумування кінетичної енергії потоку газів, відкачуваних насосом, недостатньо для повного або майже повного вилучення сорбованих газів із субмікроскопічних пор волокон.

Цю обставину було нами враховано і покладено в основу розробки більш досконалого способу інтенсивного вакуумування, так званого "вакуумного удару", і створення необхідної для цього установки.

На мал. 3.2 наведено схему установки для інтенсивного знегажування текстильних матеріалів і їх подальшої обробки.



Мал. 3.2. Установка для інтенсивного знегажування текстильних матеріалів і їх подальшої обробки

Установка складається з електродвигуна 1, форвакуумного насосу 2, ресивера 3, крана для заповітрявання системи 4, вакуумних ламп 5, вакуумметра 6, вакуумного клапана швидкої дії 7, ємкості з обробним розчином 8, крана для подачі розчину в робочу камеру 9,

робочої камери 10, системи 11 для відкачування обробного розчину в ємкість 8, обробного матеріалу 12, обробного розчину 13 і трубопроводів 14.

Принцип роботи установки полягає в наступному: оброблюваний матеріал 12 розташовують в робочій камері 10 і закривають крани і клапани. З ресиверу 3 відкачують повітря і по досягненні заданого розрідження за допомогою клапану швидкої дії 7 обезгажують робочу камеру 10 і досліджуваний матеріал 12. Після цього матеріал просочують через кран 9 оброблюваним розчином барвника. Далі виконують загальновідомі післяобробні процеси.

Було знайдено необхідні передумови створення установки: об'єм ресиверу повинен в 10 разів і більше перевершувати об'єм робочої камери, кінцеве розрідження в ресивері повинно бути не меншим $3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.; швидкість спрацьовування клапану 7 повинна бути не більше 0,5 с.

4. Дослідження властивостей целюлозних тканин, просочених предконденсатами синтетичних смол під дією акустичних коливань

До проведення основних дослідів в роботі було вивчено дію акустичних коливань різних частот на просочувальні розчини. Було вивчено вплив пружних коливань на розчини - їх густину при 20°C , в'язкість, вміст загального і вільного формальдегіду, вміст азоту, концентрацію водних іонів.

Аналіз результатів досліджень згаданих характеристик розчинів після 60, 900, 1800 і 3600 с пружних коливань показав, що акустична обробка не впливає на їх стабільність.

З метою виявлення ефектів акустичної обробки на просочення тканин були проведені досліді та співставлення отриманих результатів після плюсування полотен дистильованою водою і дії акустичних коливань, плюсування полотен предконденсатами синтетичних смол і дії акустичних коливань різної інтенсивності і плюсування полотен предконденсатами синтетичних смол без акустичних коливань. Далі йшло висушування полотен, їх термостабілізація, кондиціонування та дослідження.

Встановлено, що обробка тканин акустичними коливаннями в дистильованій воді не приводить до змін механічних властивостей. Обробка тканин предконденсатами синтетичних смол без акустичних коливань дає помітні наслідки зміни жорсткості, пружності полотен та зниження характеристик механічних властивостей.

Сумісна обробка тканин предконденсатами смол та акустичних коливань значно інтенсифікує просочувальний процес і призводить ще до більш помітних змін механічних властивостей, сприяє збільшенню вмісту смоли в структурах волокон, пряжі і тканини. Ця обставина була врахована при складанні рецептів просочувальних розчинів і дозволила зменшити вміст головного компоненту предконденсата синтетичної смоли.

Досліді було проведено з використанням бавовняних тканин бязі арт. 115 і репсу арт. 770.

Враховуючи те, що ефективність малозминальної обробки тканини залежить від багатьох чинників, в роботі застосували математичний метод планування експерименту, а саме: відсіюючий експеримент, що базувався на методі випадкового балансу. Результати багаторазових досліджень та їх середні значення були оброблені на ЕОМ ЕС-1022.

З урахуванням реальних можливостей наявної акустичної апаратури були запропоновані такі оптимальні параметри

малозминальної обробки целюлозних тканин карбамолом ЦЕС сумісно з акустичними коливаннями: частота - 8 кГц, інтенсивність - $1,5 \cdot 10^{-4}$ Вт/м², тривалість - 60 с, концентрація карбамолу ЦЕС - 225 г/л.

В роботі було вивчено вплив малозминальної обробки целюлозних тканин карбамолом ЦЕС за звичайними методами і з застосуванням акустичних коливань різних частот на механічні властивості волокон, пряжі і тканин, стійкість протизминального ефекту до багаторазового прання, стабільність геометричних властивостей, стійкість протизминального ефекту до дії світла, зносостійкість тканин з малозминально-акустичною обробкою до комбінованої дії прання і світла.

Крім того, вивчено механізми взаємодії сечовино-формальдегідних смол з целюлозою бавовняних волокон після їх просочення за звичайними методами і в разі застосування акустичних коливань. Для цього були використані хімічні методи, рентгеноструктурний аналіз, інфрачервона спектроскопія, електронна мікроскопія.

В табл. 4.1 наведені коефіцієнти зминання репсу арт. 770 до обробки, після малозминальної обробки за загальноприйнятою методикою, після малозминально-акустичної обробки та зміни цих характеристик під впливом багаторазового прання.

Наведені дані свідчать про те, що внаслідок малозминальної обробки за загальновідомою методикою стійкість репсу до зминання підвищилась в 1,39 раза, а після малозминально-акустичного просочення - в 1,93 раза. Багаторазове прання тканини без обробки карбамолом ЦЕС практично не впливає на її стійкість до зм'яття, якщо не враховувати деяких структурних змін тканини після перших 3-6 прань та часткового підвищення внаслідок цього коефіцієнт а зминання.

Таблиця 4.1.

Репс арт. 770	Коефіцієнт змяття, %, репсу						
	до пра ння	після кількості прань					
		3	6	9	12	36	60
Вибілений, мерсеризований, вихідний	38,6	44,2	44,7	38,9	38,0	36,7	36,4
Той же з малозмінальною обробкою карбамолом ЦЕС 225 г/л	53,9	51,7	50,8	49,4	46,9	45,6	43,3
Той же з малозмінально-акустичною обробкою	74,4	75,3	74,7	67,8	60,8	56,9	55,6

Під дією прального розчину, тепла та тертя має місце руйнування та поступове вимивання продуктів малозмінального апрету, про що свідчить хімічний аналіз, наприклад, зменшення вмісту азоту. Внаслідок цього протизмінальний ефект обробки тканини карбамолом ЦЕС зменшується, але він залишається значно вищим у тканини з малозмінально-акустичною обробкою. Це свідчить про те, що така обробка забезпечує не тільки більш кращі початкові ефекти щодо підвищення стійкості тканини до змінання, але сприяє збільшенню довговічності.

Відомо, що внаслідок структурних змін, які відбуваються у волокнах після малозмінальної обробки, характеристики механічних властивостей тканин зменшуються. Важливим є гранична межа цього зменшення для нових тканин, а також довговічність отриманого протизмінального ефекту внаслідок дії зовнішніх чинників зношування.

В табл 4.2 наведені дані про вплив малозмінальної обробки за загальноприйнятою методикою та малозмінально-акустичного просочення на розривне навантаження репсу арт. 770, а також зміни цих характеристик під дією багаторазового прання.

Таблиця 4.2

Репс арт. 770	Розривне навантаження по основі, даН						
	до пра- ння	після кількості прання					
		3	6	9	12	36	60
Вибілений, мерсеризований, вихідний	30,0	29,8	27,5	26,3	25,7	23,5	21,5
Той же з малозминальною обробкою карбамолом ЦЕС, 225 г/л	22,2	22,5	22,8	23,4	24,2	22,7	19,2
Той же з малозминально-акустичною обробкою	19,3	21,3	21,7	21,9	20,4	19,1	18,7

Аналіз отриманих даних показує, що міцність репсу після малозминальної обробки карбамолом ЦЕС за загальноприйнятою методикою знизилась на 26,0 %, а в разі застосування малозминально-акустичного просочення - на 35,7 %. Враховуючи високий попередній запас міцності репсу вихідного, таке зниження цієї характеристики можна вважати допустимим.

Цікавою є проблема зношування целюлозних тканин під дією багаторазового прання і впливу на ці процеси малозминальної обробки. Загальновідомо, що прання тканини являє собою комплексний фізико-хімічний чинник, об'єктивно-необхідний і домінуючий у зношуванні білизняних та сорочкових виробів. Як про це свідчать наведені дані табл. 4.2, під впливом багаторазового прання міцність репсу поступово зменшується, а темпи зниження цієї характеристики та їх кінцеві значення залежать від способу обробки тканини.

Після 60-ти разів прання міцність вихідного репсу знизилась на 28,3 %, репсу з малозминальною обробкою карбамолом ЦЕС за загальновідомою методикою - на 13,5 %, а взірця з малозминально-акустичною обробкою - лише на 3,1 %. Ці дані

свідчать про те, що малозминальна обробка в цілому сприяє підвищенню стійкості целюозної тканини до прання, а, по-друге, що цей захисний ефект значною мірою залежить від способу малозминальної обробки. Її інтенсифікація ультразвуком призвела до значного підвищення стійкості репсу до багаторазового прання. Завдяки такій обробці забезпечена підвищена зносостійкість репсу, фактично аналогічна взірцеві вихідної тканини. Зниження міцності тканини внаслідок малозминально-акустичної обробки не призвело до пониження її стійкості до багаторазового прання.

Хімічні і структурні зміни, що відбулися у волокнах, пражі і в тканині внаслідок обробки карбамолом ЦЕС в сукупності з ультразвуковими коливаннями суттєво вплинули на кінетичні характеристики зношування.

Малозминально-акустична обробка тканин карбамолом ЦЕС забезпечує отримання значно кращих початкових ефектів порівняно з результатами, отриманими внаслідок звичайних малозминальних обробок, а також суттєво підвищує стійкість цих ефектів до різних чинників зношування - багаторазового прання, світла і світлопогоди, тощо.

Суміщення процесів просочення тканин і їх ультразвукової обробки в розчинах предконденсату смоли призводить, перш за все, до порушення дифузійних граничних шарів. Звуковий тиск викликає коливання і самої тканини та її складових елементів. Внаслідок періодичного розрідження і тиску розчину в напрямку тканини з'являється кавітація - поділ рідини на мілкі кульки і утворення міжкулькових пустот з тиском, меншим тиску насиченого пару цього розчину. При цьому повітря, що знаходиться в мікропорах субстрату, заповнює міжкулькові простори і сприяє кращому просоченню волокон і тканини предконденсатом синтетичної смоли.

Це явище звать акустичною кавітацією. Отже, акустична кавітація забезпечує знегажування волокон і тканини і тим самим сприяє інтенсифікації просочування тканини малозминальним препаратом. Це положення підтверджують отримані дані про вміст у тканинах азоту, формальдегіду і метиленових місточків.

Ультразвукова інтенсифікація просочення тканин предконденсатом карбамолу ЦЕС впливає також на механізм взаємодії карбамолу з целюлозою волокон. Методами рентгеноструктурного аналізу, електронної мікроскопії і інфрачервоної спектроскопії вивчали зміни, що відбуваються в структурі бавовняних волокон, вилучених з тканин з малозминальною обробкою карбамолом ЦЕС і малозминально-акустичною обробкою, і порівнювали отримані дані з результатами аналогічних досліджень волокон без обробок.

Відомо¹⁾, що в разі обробки тканин предконденсатами синтетичних смол за загальноприйнятою методикою переважають механізми смолоутворення. Полімер, що при цьому утворюється, заповнює переважно макропори волокон і формується у вигляді поверхневої плівки, заповнюючи макротріщини і природні поглиблення бавовняних волокон.

Ультразвукова обробка просочувального розчину і тканини, очевидно, в першу чергу внаслідок знегажування волокон сприяє проникненню предконденсату смоли в мікропори і міжфібрилярні простори. Поряд зі смолоутворенням (а цей процес, як відомо, може проходити і свавільно) тут переважають механізми "зшивання" макромолекул целюлози бавовняних волокон і прищеплення низькомоле-

¹⁾ Глубиш П. А., Добровольський С. А. Повышение качества отделки текстильных материалов. - К.: Техника, 1994. - 161 с.

кулярних фракцій карбамолу ЦЕС до бокових гідроксильних груп целюлози.

Цей висновок базується на результатах рентгеноструктурного аналізу і інфрачервоної спектроскопії. Малоозминальна обробка карбамолом ЦЕС за загальноприйнятою методикою практично не впливає на параметри кристалітів целюлози волокон бавовни, що пройшли таку обробку. Внаслідок малоозминально-акустичної обробки предконденсатом карбамолу ЦЕС мають місце зміни розмірів кристалітів і ступеня кристалічності, зокрема, встановлено зменшення продовжніх і збільшення поперечних розмірів кристалітів.

5. Вплив інтенсивного вакуумування на властивості целюлозних тканин

Використавши установку для інтенсивного знегажування текстильних матеріалів, описану в розділі 3.2, автором разом з пошукувачем інж. Снітко О.П.¹⁾ були проведені широкі дослідження щодо вивчення впливу цього чинника на ефективність різних видів основних і спеціальних обробок целюлозних тканин.

В роботі наводимо результати досліджень впливу деяких способів фарбування та малоозминальної обробки репсу бавовняного арт. 770 на якість забарвлень активними барвниками і ефективність малоозминальної обробки карбамолом ЦЕС, її вихідні показники і характеристики, зміни, що відбуваються під дією світла і багаторазового прання.

Тканину фарбували розчином барвника за звичайною методикою

¹⁾Пугачевский Г. Ф., Снітко А. П. Пути интенсификации малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Теория и практика отделки текстильных материалов". - М.: МТИ, 1986. - С. 174.

з попереднім повільним вакуумуванням тканини, просоченням, віджиманням, висушуванням; з попереднім інтенсивним знегажуванням взірця тканини, а далі - ті ж процеси.

З використанням відомих методів визначали вміст барвника на тканинах, загальну кольорову різницю тканин в одиницях ΔE , стійкість забарвлення тканин до сухого і мокрого витирання, стійкість забарвлення тканин до дії світла після різних доз опромінювання з оцінкою в од. ΔE .

Тканини, забарвлені за відомою методикою, вважали як вихідні або базові.

Середні значення отриманих характеристик досліджуваних тканин наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1.

Вплив способу фарбування на деякі характеристики кольору репсу арт.770

Спосіб фарбування	Вміст барвника на тканині, %	Загальна кольорова різниця од. ΔE	Стійкість фарбування до витирання		Стійкість фарбування до світла, в од. ΔE після тисяч доз опромінювання				
			сухе	мокре	5	10	20	30	50
1. Звичайний, загальноприйнятий	0,78	вихідний	5	4	2,28	3,35	4,67	5,51	7,63
2. З попереднім повільним вакуумуванням взірця тканини	0,96	1,3	5	4	1,12	1,97	3,26	4,79	6,28
3. З попереднім інтенсивним знегажуванням тканини	1,04	2,4	5	4-5	0,71	1,68	2,19	3,74	5,71

Аналіз цих даних свідчить, що спосіб фарбування суттєво впливає на кількісні характеристики кольору тканини і відповідно якість забарвлення.

Попереднє знегажування тканини сприяє при незмінній концентрації барвника в розчині помітно кращому вибиранню барвника і збільшенню його вмісту в субстраті, при цьому кращий ефект отримано після інтенсивного знегажування ("ударного вакуумування"). Внаслідок дії цього чинника вміст барвника в субстраті збільшився на 33 %. Це в свою чергу привело до збільшення інтенсивності забарвлення.

Загальна кольорова різниця забарвлення тканин, що пройшли інтенсивне знегажування, більше у два з лишком рази порівняно зі збірцями, що були пофарбовані після попереднього повільного вакуумування.

Спосіб фарбування не вплинув на міцність забарвлення репсу до сухого витирання, що і природно. Поряд з цим найвищу оцінку - 4-5 балів за шкалою сірих еталонів отримали тканини, що були пофарбовані після попереднього інтенсивного знегажування. Ця позитивна характеристика заслуговує на увагу, оскільки підвищення стійкості забарвлень целюлозних тканин до мокрих обробок є проблемою дуже актуальною.

Головним чинником зміни кольору тканин впродовж усього строку їх зношування є світло і світлопогода. Наведені дані свідчать про різну кінетику процесів зміни кольору під дією світла тканин різних способів фарбування, а також різко відмінні кінцеві характеристики.

Найменш стійким до світла є колір тканини, пофарбованої за загальноприйнятим способом. Уже після 5 тис. умовних доз опромінювання (УДО) кольорова різниця у порівнянні з вихідним

взірцем зросла до 2,28 од. Δ E. На кінець випробувань (після 50 тис. УДО) ця характеристика склала 7,63 од. Δ E.

Попереднє інтенсивне знегажування тканини сприяє не тільки кращому вибранню барвника субстратом, але й приводить до отримання більш стійкого забарвлення до дії світла. Поряд з цим попередньо знегажені взірці тканини мають виключно рівномірне забарвлення, а зміна кольору під дією світла кінетично відбувається більш повільно.

Після 50 тис. УДО загальна кольорова різниця досліджуваних взірців склала 5,71 од. Δ E порівняно з вихідними тканинами, що майже на дві одиниці менше (тобто краще), ніж це спостерігаємо в разі випробування тканин, фарбованих без попереднього знегажування. Кількісні характеристики щодо змін кольору тканин, пофарбованих з попереднім повільним вакуумуванням, займають проміжне місце.

Ще більший інтерес, практичний і теоретичний, мають питання про вплив попереднього інтенсивного знегажування целюлозних тканин на ефективність і якість спеціальних малозминальних обробок, бо проблема залишається поза увагою дослідників.

Нами були проведені широкі дослідження з використанням репсу бавовняного арт. 770 щодо впливу повільного і інтенсивного попереднього вакуумування і знегажування на якість малозминальних обробок. Для співставлення отриманих результатів вивчали тканини без обробок, просочені малозминальним апретом за загальноприйнятою методикою і за рецептом (в г/л):

карбамол ЦЕС	160
емульсія поліетиленова	20
емульсія полівінілацетатна	5
магній хлористий	15
вода	решта,

а також тканин, які попередньо до просочення пройшли повільне вакуумування і інтенсивне знегажування.

Після просочення з використанням установки (див. 3.2) тканини віджимали на плюсовці, висушували при температурі 80° С і термо-стабілізували при температурі 150° С протягом 3 хв.

Було вивчено вміст у тканинах азоту і формальдегіду, його зміни під дією світла і багаторазового прання, стійкість тканин до зминання, міцність на розрив, стійкість до стирання та зміни цих властивостей під дією світла і багаторазового прання.

В табл. 5.2 наведені отримані результати про вміст азоту і формальдегіду, коефіцієнти зминання, репсу арт. 770 без обробки та з малоозмиальною обробкою, проведеною за різними способами.

Таблиця 5.2.

Вплив способу малоозмиальної обробки на деякі властивості репсу арт. 770

Тканина оброблена за способом	Вміст в %		Коефіцієнт зминання, %
	азоту	формальдегіду	
1. Без обробки	-	-	36,9
2. З малоозмиальною обробкою (МО) за загальноприйнятим способом	1,36	2,27	53,3
3. З попереднім повільним знегажуванням і МО	2,04	3,02	63,3
4. З попереднім інтенсивним знегажуванням і малоозмиальною обробкою	2,14	3,26	73,3

Аналіз цих даних свідчить, що спосіб малозминальної обробки репсу суттєво впливає на стійкість до стирання. Вдосконалюючи спосіб малозминальної обробки, належало обрати пріоритетні показники і характеристики стійкості тканини до зминання, а також враховувати побічні зміни у властивостях, до яких призведе той чи інший спосіб спеціальної обробки.

Попереднє знегажування тканини сприяє кращому просоченню субстрату малозминальним апретом, сорбції більшої кількості предконденсатів синтетичної смоли целюлозою волокон і їх закріпленню структурами первинних елементів тканини - волокнами і пряжею. Цей висновок підтверджують дані про вміст у тканинах азоту і формальдегіду. При цьому кращі наслідки отримано після інтенсивного знегажування. Стійкість тканини до зминання внаслідок малозминальної обробки за загальноприйнятим способом зросла на 44,4 %, за способом з повільним вакуумуванням - на 71,5 % і за способом з інтенсивним знегажуванням субстрату - у 2 рази. Очевидно, що попереднє знегажування тканини впливає не тільки на рівень сорбції субстратом предконденсату карбамолу ЦЕС, а й на механізм його взаємодії з целюлозою волокон. Вважаємо, що знегажування субстрату суттєво впливає на хід реакції взаємодії целюлози волокон з компонентами апретів - утворенню просторових структур, бокових прищеплень.

Цей висновок підтверджують результати досліджень міцності тканин на розрив і стійкості їх до стирання.

Внаслідок малозминальної обробки полотен за загальноприйнятим способом на кожні 5 одиниць підвищення їх коефіцієнта зминання зниження міцності складає 3 одиниці, в разі застосування попереднього повільного вакуумування тканин це співвідношення складає 5 і 2, в разі інтенсивного знегажування - 5 і 1.

Значний практичний інтерес має проблема довговічності малозминальних ефектів, отримуваних внаслідок обробок целюлозних тканин синтетичними смолами. Як про це свідчать дослідження багатьох авторів, малозминальні обробки в цілому сприяють поліпшенню зносостійкості тканин.

З метою вивчення впливу способів малозминальних обробок із застосуванням попереднього знегажування тканин на довговічність отримуваних ефектів вихідні та оброблені тканини опромінювали на установці (див. 1.1) різними дозами і багаторазово прали, відбираючи періодично потрібні проби полотен для досліджень.

В табл. 5.3 наведені дані про вплив опромінення і багаторазового прання на коефіцієнти зминання репсу бавовняного арт. 770 без обробки і з малозминальними просоченнями, виконаними різними способами.

Під дією світла і багаторазового прання, як відомо, проходять складні фізико-хімічні процеси, що призводять до погіршення властивостей тканин. Ступінь цих змін залежить від багатьох чинників і, зокрема, від виду обробки полотна. Наведені дані свідчать, що досліджувані тканини без обробки не стійкі до зминання і в процесі модельованого зношування практично залишаються такими ж. Коефіцієнт зминання нової тканини і взірців, що пройшли опромінювання і багаторазове прання, практично не змінився. Деякі коливання цієї характеристики - збільшення або ж зменшення на кілька одиниць - можна пояснити частковими структурними змінами тканини.

Інші залежності маємо стосовно тканин з малозминальними обробками. Дія світла і багаторазового прання тут мають різний характер. Проведене опромінювання практично не вплинуло на зміни коефіцієнта зминання. Після перших періодів опромінювання ця

Таблиця 5.3.

Вплив опромінювання і прання на стійкість репсу до змінання

Тканина, оброблена за способом	Коефіцієнти змінання, %, після											
	опромінювання тканин умовними; дозами, тис. УДО						кількості прань, од.					
	0	2,5	7,5	15,0	22,5	30,0	0	5	10	20	40	60
1. Без обробки	36,9	38,6	41,7	44,7	42,2	39,7	36,9	46,1	42,5	38,9	36,7	35,6
2. З малозминаль- ною обробкою (МО) за загаль- ноприйнятним способом	53,3	61,4	59,7	58,0	56,7	54,7	53,3	50,6	48,3	47,5	44,7	41,4
3. З попереднім повільним зне- гажуванням і малозминальною обробкою	63,3	73,0	70,6	67,2	65,6	64,4	63,3	61,4	58,0	55,8	53,6	52,8
4. З попереднім інтенсивним знегажуванням і малозминаль- ною обробкою	73,9	80,3	80,0	78,9	77,5	75,8	73,9	71,4	69,7	67,5	66,1	65,0

характеристика стала навіть дещо вищою, що свідчить, очевидно, про подальші структурні зміни смолоутворення та реакції взаємодії компонентів аперету з целюлозою волокон.

Багаторазове прання призводить до руйнування не тільки волокон, пряжі і полотен, але й знижує пружно-еластичні властивості тканин, отримані ними внаслідок малозминальних обробок. Встановлено, що найбільш стійкою до багаторазового прання є малозминальна обробка, проведена за способом з попереднім інтенсивним знегажуванням тканин, а найменш стійкою – обробка, проведена за загальноприйнятим способом.

Малозминальні обробки репсу карбамолом ЦЕС захищають тканину від руйнування її діями світла і багаторазового прання. При цьому ступінь захисту залежить від способу проведення малозминальної обробки. Найкращі результати в цьому плані отримані в разі застосування просочення тканин карбамолом ЦЕС з попереднім інтенсивним знегажуванням полотен. Розривне навантаження у взірців тканин, оброблених за таким способом, після 30 тис. УДО понизилось на 15 %, оброблених за загальноприйнятим способом – на 29,7 %, а тканин без обробки – на 84,8 %. Такі ж залежності отримані щодо стійкості тканин до стирання, змін механічних властивостей під дією багаторазового прання.

Таким чином, на підставі багаточисельних досліджень про вплив способів малозминальних обробок на властивості і зносостійкість целюлозних тканин можна зробити такі висновки:

- попереднє інтенсивне знегажування ("вакуумний удар") полотен сприяє кращому просоченню субстрату предконденсатами синтетичної смоли, збільшенню вибирання продуктів аперету целюлозою волокон;
- попереднє знегажування впливає на хід подальших реакцій продуктів аперету з целюлозою волокон;

- тканини, просочені карбамолдм ЦЕС після попереднього інтенсивного знегажування, після віджимання, сушіння, термостабілізації і остаточних обробок отримують цілий комплекс кращих властивостей в порівнянні з аналогічними полотнами, що пройшли обробку за загальновідомим способом. Зокрема, вони мають кращі пружно-еластичні показники і характеристики щодо складових частин деформації, стійкості до зминання, жорсткості, тощо. Вони є більш зносостійкими до дії світла і багаторазового прання. Малоїзминальна обробка захищає значною мірою від руйнування целюлозу волокон, продовжує довговічність малоїзминального аперету, підвищує в цілому зносостійкість готових виробів.

б. Зносостійкість целюлозних тканин з багатокольоровим забарвленням

В асортименті продукції текстильної промисловості багатокольорові тканини посідають значне місце і користуються високим попиту. Їх отримують шляхом пістрявоткацтва, друкуванням, ручним розписом, методом батику та іншими способами. Перше місце посідають багатокольорові тканини, художньо оформлені різними методами друку.

З точки зору споживача головною вимогою до виробів з таких тканин є потреба високохудожнього виконання самої композиції малюнка, по-перше, і, по-друге, забезпечення на стадії обробки тканини високої стійкості забарвлень кожного елемента композиції до дії різних чинників зношування тканини.

До підгрупи цих тканин відносять і багатокольорові полотна спеціального призначення, т.з. камуфльовані тканини. У виробках з

цих полотен кольори відіграють іншу роль, а саме: головне їх призначення - забезпечити максимально можливе маскування на певній місцевості особи чи осіб, наприклад, військових, в разі спостереження за ними візуальним або оптичним методом.

Нааявність в таких тканинах певних кольорів, їх стабільність в часі носіння виробів з них - проблеми надзвичайно актуальні. Від їх вирішення, перш за все, залежить можливість продукування одягу та інших маскуючих матеріалів спеціального призначення, що забезпечують недешифрування людської сили та техніки.

За завданням Мініоборони колишнього СРСР автором разом з інж. Сапожніком Д. І. була виконана науково-дослідна тема з цієї проблеми з використанням приладів, устаткування і методів дослідження, що були розроблені на кафедрі товарознавства непродтоварів ЛТЕІ¹⁾.

Для проведення експериментів були використані бавовняні і бавовно-лавсанові тканини - саржі зимового і літнього асортименту, призначені для верхнього одягу військовослужбовців.

Були проведені лабораторні дослідження тканин за широкою програмою і дослідне носіння одягу в трьох військових округах.

Камуфляжну обробку полотен проводили у фабричних умовах за схемою: підготовка тканин до фарбування, фарбування в один колір, друкування камуфляжних композицій іншими кольорами, спеціальні і остаточні обробки тканин.

В роботі наводимо результати досліджень п'яти тканин спеціального призначення з камуфляжними обробками.

Вихідні характеристики цих тканин наведені в табл. 6.1.

¹⁾ Сапожник Д. И. Особенности изнашивания тканей с многоцветной отделкой и разработка метода оценки светостойчивости текстильных материалов. Кандидатская диссертация. - Львов: ЛТЕИ, 1989. -193 с.

Таблиця 6.1.

Деякі вихідні характеристики тканин спеціального призначення

Ва-ріант	Назва тканини, артикул	Вміст волокон	Щільність ниток		Лінійна густина ниток, текс		Поверхнева густина, г/м ²
			Основа	Уток	Основа	Уток	
1.	Саржа, 3225	100% БВ	443	222	16,5х2	25х2	280
2.	Саржа, 6882	100% БВ	456	372	18,5х2	18,5х2	340
3.	Саржа, 6987	100% БВ	164	133	29,0х3	29,0х3	294
4.	Саржа, 3153	67% БВ 33% ВЛ	423	222	16,5х2	50,0	267
5.	Дослідна, 40-83	55% БВ 45% ВЛ	452	225	16,5х2	25,0х2	295

Підготовлені до фарбування полотна спочатку фарбували в один колір кубозолевыми барвниками: кубозолем золотисто-жовтим ЖХ і кубозолем сірим С. Таким способом отримували тло тканини, а за рахунок різної концентрації барвників в розчині змінювали інтенсивність його забарвлення. Далі прямим друком на двовальних машинах друкували малюнки "зебра". Для цього на основі барвника кубового яскраво-зеленого 4Ж готували склад зелені, а на основі барвника кубового бордо Д і зелені в різних співвідношеннях - загущени фарби чорного і коричневого кольорів: захисний (хакі) - з, чорний - ч і коричневий - к. Наявність в тканинах 4-го і 5-го варіантів лавсанових волокон сприяла отриманню т.з. меланжевого ефекту.

Оскільки досліджувані тканини мали специфічну обробку - камуфляж¹⁾, нами була сформульована робоча гіпотеза: маскуючі властивості одяг зберігатиме при наявності певних кольорів, певного композиційного оформлення маскувальних п'ятен та

¹⁾ Камуфляж - від франц. "camouflage" - маскування.

відсутності кольорової різниці нижче порогових норм (допусків). Ця гіпотеза була сформульована на підставі дослідних візуальних і оптичних спостережень різних фактур земельних покривель і вмонтованих в них закамуфльованих об'єктів.

Вирішення цієї гіпотези викликало за необхідну проблему зонального старіння текстильних матеріалів, зміни кольорів за зонами, проблему контрастів між кольорами, допускових або критичних відстаней маскування і багато іншого.

На стадії цих питань з'явилась необхідність розробити, крім загальноприйнятого безперервного опромінювання, спосіб імпульсної дії світлової енергії на досліджуваний об'єкт з можливостями регулювання світлових і темнових пауз.

Для цього установка, що описана в розділі 1.1, була забезпечена спеціальним пристроєм для кріплення полотен, періодичного вводу їх в зону світла і п'ятьми, обертання в зоні світла з метою забезпечення рівномірності опромінювання і заміру доз світлової енергії, охолодження.

Зносостійкість тканин вивчали за зонами залежно від кольору. В межах тої чи іншої зони критеріями ступеня зношування були характеристики міцності тканин і стійкості їх до стирання.

Зонально проводили також вимірювання спектральних апертурних коефіцієнтів відбиття забарвлених тканин. Для цього використовували спектрофотометри СФ-14 і Shimadzu MPS-50L (Японія), з допомогою яких отримували спектри в зоні 190-2500 нм, зоні - найважливішій з точки зору маскування фарбованих матеріалів військового призначення.

Координати кольору x , y , z і кольоровості x , y , z в колориметричній системі МК0 1964 р. розраховували методом зважених координат з інтервалом довжин хвиль 10 нм. На підставі координат

кольору і кольоровості розраховували значення загальних кольорових різниць ΔE в різноконтрастному кольоровому просторі - U^x, V^x, W^x - МКО 1964 р. за формулою¹⁾:

$$\Delta E = [(\Delta U^x)^2 + (\Delta V^x)^2 + (\Delta W^x)^2]^{1/2}$$

Загальна кольорова різниця в од. ΔE , знайдена за наведеною формулою (система G. Wyszecki), застосовувалась в роботі як характеристика для оцінки міцності фарбування тканин.

Враховуючи умову робочої гіпотези щодо дешифрування замаскованих об'єктів, нами була використана система IOO CIE $L^*a^*b^*$, за допомогою формул²⁾ якої і на підставі спектрів відбиття, крім характеристик ΔE , розраховували світлоту (L^*), насиченість (s), кольоровий тон (t), а також кольорову відмінність за світлотою (ΔL^*), насиченістю (Δs) і кольоровим тоном (Δt) забарвлень досліджуваних тканин.

В таблиці 6.2 наведені вихідні координати кольоровості і колориметричні характеристики забарвлень досліджуваних тканин. Вони свідчать, що вихідні кольори тканин за зонами є дуже близькими між собою, ідентичними. Деяке виключення мають кольори тканин 5-го варіанта, що містить у своєму складі у значній кількості волокно лавсан.

Під дією різних чинників зношування власності тканин і виробів з них поступово змінюються. В роботі було вивчено зношування тканин у розрізі кольорових зон під дією світла, світлопогоди, багаторазового прання і хімічних чищень, в умовах лабораторного випробування і дослідного носіння.

¹⁾ Джалд Д., Высецки Г. Цвет в науке и технике. Пер. с англ. -М.: Мир, 1978. - 592 с.

²⁾ Кириллов Е. А. Цветоведение. -М.: Легпромбытиздат, 1987. -128с.

Таблиця 6.2.

Координати кольоровості і колориметричні характеристики
забарвлень вихідних тканин

Варіант тканини і, ко- лорова зона	Координати кольоровості, од. МКО 1964 р.			Колориметричні характеристики, од. СІЕ L ^a *b ^a * МКО 1976 р.		
	x	y	z	T	L [*]	S
1з	0,315	0,335	0,360	-0,874	51,952	6,085
1к	0,302	0,307	0,391	-1,521	43,154	2,561
1ч	0,292	0,305	0,404	1,125	42,226	4,356
2з	0,314	0,337	0,349	-0,807	51,996	6,918
2к	0,303	0,317	0,380	0,200	45,726	2,323
2ч	0,293	0,312	0,395	0,597	43,589	4,314
3з	0,311	0,334	0,355	-0,695	49,496	6,136
3к	0,298	0,312	0,390	0,802	43,374	2,783
3ч	0,290	0,308	0,402	0,773	42,059	4,718
4з	0,311	0,329	0,360	-0,675	50,411	4,544
4к	0,296	0,308	0,396	1,115	44,142	3,387
4ч	0,285	0,304	0,411	0,938	42,300	5,780
5з	0,315	0,340	0,345	-0,827	52,523	7,814
5к	0,308	0,319	0,373	-0,296	47,350	1,405
5ч	0,296	0,313	0,391	0,588	45,788	3,762

Заслугує на увагу спосіб фототермічного лабораторного старіння текстильних полотен під дією імпульсного опромінювання досліджуваних виробів. Імпульсне опромінювання у порівнянні з безперервним інсолюванням тканин значно прискорює процеси знебарвлення полотен (пересічно в 1,3 рази), зміну їх механічних властивостей, змінює кінетику руйнування компонентів спеціальних обробок тканин - водовідштовхувальної, протизминальної і проти-усадочної.

Більш інтенсивну руйнівну дію імпульсного опромінювання на

тканини можна пояснити появою, поряд з іншими, механізмів втомлення субстратів полотен - волокноутворювальних полімерів, наприклад, целюлози волокон, барвників, компонентів спеціальних обробок, тощо.

Внаслідок багаторазової імпульсної дії світла молекули барвника або целюлози переходять з основного в збуджений стан і навпаки. Це призводить до прискорення руйнування електронно-молекулярних структур і, як наслідок, до зміни комплексу властивостей текстильних виробів.

Відомо, що "Длительность пребывания в возбужденном состоянии при отсутствии безызлучательных процессов называется естественным временем жизни возбужденной молекулы"¹⁾. З закінченням цього часу молекула повертається до основного стану свавільно. Іншими словами, при певних частотних характеристиках імпульсів переважна частка світлової енергії йде на збудження молекул, а їх внутрішні реакції і подальші переходи відбуваються уже в час дії темної паузи.

Під дією світла змінюються усі колориметричні характеристики кольорів. Збільшення абсолютних значень координат x , y і z свідчить про "наближення" кожного кольору до пункту білості у кольоровому трикутнику. З точки зору маскування об'єктів головний інтерес полягає у вивченні кінетики кольорів, змін кольорових характеристик у часі та встановлення порогів маскувальних властивостей.

В табл. 6.3 наведені значення загальних кольорових різниць камуфляжних забарвлень тканин 1-го і 5-го варіантів після чотирьох

¹⁾ Теренин А. Н. Фотоника молекул красителей и родственных органических соединений. -Л.: Наука, 1967, -С.93.

періодів їх імпульсного опромінювання (кожен період дорівнював 50 годинам).

Таблиця 6.3.

Вплив імпульсного опромінювання на загальну кольорову різницю забарвлень тканини

Варіант тканини; I кольорова зона	Загальна кольорова різниця, од. ΔE , після періодів опромінювання			
	1	2	3	4
1з	5,3	8,2	10,0	11,3
1к	3,0	4,3	5,2	5,7
1ч	1,5	2,2	3,0	3,4
5з	5,0	6,4	8,3	9,0
5к	1,8	3,4	4,7	5,2
5ч	1,4	2,3	3,2	3,4

Наведені дані свідчать, що під дією світлової енергії характеристики загальних кольорових різниць збільшуються, а їх абсолютні значення залежать від кольорової зони. Найменш стійким до світла виявлено захисний колір (хакі), колір, яким зафарбовано тло тканин. Вже після першого періоду кольорова різниця у цій зоні склала 5,0-5,3 од. ΔE . Кінетично ця характеристика кольору зростає більш інтенсивно після перших періодів опромінювання, а потім збільшення її сповільнюється і підпорядковується рівнянню параболі другого порядку.

Більш стійкими до світла є кольори коричневої і чорної зон камуфляжного забарвлення. Це свідчить про кращу світлостійкість забарвлень, отриманих фарбуванням кубовими барвниками порівняно з кубозолями.

Нерівномірність у змінах кольорів за зонами - явище негативне. Воно призводить до скорочення довговічності маскувальних

властивостей виробів з таких тканин.

Вивчення зношування тканин і виробів з багатокольоровими забарвленнями підтвердило необхідність продовження досліджень з цих проблем, особливо з питань маскуванння камуфляжних обробок, розробки теоретичних положень і вихідних колориметричних розрахунків, необхідних для проектування нових матеріалів. Ці питання автор продовжує вирішувати.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Результати наукових досліджень автора, які винесені на захист, викладені в науковій доповіді у формі стислого опису головних положень досліджуваної теми. З наведеного тексту і опублікованих праць слідує:

1. На основі експериментальних і практичних досліджень сформульовані теоретичні положення зношування целюлозних тканин в умовах окремої і сумісної дії світла, тепла, стирання, багаторазового згинання і розтягнення полотен. Визначено дію різних чинників зовнішнього середовища та їх вплив на процеси зношування целюлозних матеріалів, сформульовані основні принципи підвищення якості целюлозних тканин шляхом раціонального вибору волокон, барвників і препаратів для заключних обробок готових виробів.

2. Досліджено механізм зношування целюлозних текстильних матеріалів, хімічні і фізико-хімічні перетворення целюлози бавовняних, віскозних, полінозних і високомодульних віскозних волокон,

Вперше комплексно розглянуто і вирішено важливі в теоретичному і практичному відношенні проблеми оцінки якості і підвищення зносостійкості тканин із різних волокон. Створені наукові основи нового перспективного напрямку в хімічній технології волокнистих матеріалів, вдосконалення спеціальних обробок целюлозних тканин з метою підвищення їх зносостійкості шляхом використання ультразвукових коливань і інтенсивного вакуумування.

3. З метою підвищення достовірності лабораторного моделювання процесів зношування текстильних матеріалів автором створено комплекс оригінальних приладів і устаткування, якими обладнано

спеціальний дослідний полігон і лабораторії. Серед них: пристрої для природного старіння неметалевих матеріалів, комплекси "світлотермомех", "фототерм". Використання цього устаткування, поряд з існуючим, сприяло розширенню лабораторної бази, отриманню більш достовірної наукової інформації, прискоренню проведення експериментів і зменшенню затрат на їх виконання.

4. Вдосконалено декілька існуючих і розроблено ряд нових науково-обґрунтованих методик дослідження зношування текстильних матеріалів під дією світла, тепла, стирання, багаторазового згинання і багатократного розтягнення. Це, зокрема: методи і прилади для підрахунків світлової енергії, імпульсного опромінювання досліджуваних об'єктів, вивчення продуктів фото- і термодеструкції волоконотворюючих полімерів, термогравіметричного і спектрофотометричного аналізів, зонального старіння текстильних виробів.

Використання цих методів і створеного устаткування сприяло отриманню більш достовірної і поглибленої інформації щодо особливостей зношування тканин із різних целюлозних волокон і різної обробки, вивченню механізмів і кінетики змін властивостей, виявленню продуктів руйнування целюлози волокон, їх кількісної і якісної оцінки.

5. В умовах ізольованої і комбінованої дії різних чинників старіння і зношування складових елементів тканин проходить по-різному. Як відомо, під дією світла старіння целюлози волокон відбувається внаслідок фотолізу, фотоокислення, фотолідролізу і фототермічної деструкції. Комплексними дослідженнями, проведеними автором, встановлено, що одночасна дія кількох чинників змінює загальний характер внутрішніх перетворень у волокнах, а її кінцевий результат перевищує суму ефектів зношування виробу в разі

роздільної дії цих же чинників. Цим можна пояснити неспівпадання результатів зношування готових виробів з тканин, отриманих за наслідками дослідного носіння і лабораторних випробувань.

6. Особлива увага в роботі приділена вивченню впливу структури целюлозних волокон на зношування тканин. Автор вперше дослідив вплив структури, перш за все надмолекулярної, бавовняних, полінозних і високомодульних віскозних волокон на світло- і теплостійкість, пружно-еластичні властивості і втомлення виготовлених з цих волокон тканин в порівнянні з тканинами із звичайних віскозних волокон. Під дією світла і тепла відбуваються зміни на молекулярному і надмолекулярному рівнях. Причому надмолекулярні структури відіграють захисну роль для волокон до певного рівня їх зношування. Після цього прискорюються перетворення на молекулярному рівні.

Виходячи з цього, автор висуває ідею про необхідність пошуків і запровадження у виробництво стабілізаторів надмолекулярної структури волокон - полінозних і високомодульних віскозних і можливості заміни ними бавовняних волокон з метою поповнення ресурсів текстильної сировини.

7. Досліджено вплив волокнистого складу, способів обробки і оздоблювання тканин на їх зносостійкість, складені математичні моделі, які описують залежності окремих параметрів будови тканин і їх властивостей, параметрів процесів обробки і показників властивостей текстильних матеріалів, вивчено і ідентифіковано деякі продукти фото- і термодеструкції целюлози різних волокон, які обумовлюють зміни їх маси і кольору, оптичні властивості розчинів целюлози.

8. З метою підвищення зносостійкості целюлозних тканин, вибору перспективних напрямів вдосконалення спеціальних обробок

текстильних матеріалів, що її забезпечують, спроектовано, виготовлено і впроваджено в лабораторну практику пристрої для інтенсифікації обробок тканин ультразвуковими коливаннями різних частот, знегажування текстильних виробів перед їх обробкою методом інтенсивного вакуумування. Спосіб ультразвукової інтенсифікації обробок текстильних виробів захищено авторським свідоцтвом, а документацію щодо впровадження пристроїв у виробництво передано Тернопільському бавовняному комбінату "Текстерн".

9. Застосування ультразвукових коливань різних частот сприяє підвищенню зносостійкості целюлозних тканин, оброблених предконденсатами синтетичних смол.

Внаслідок інтенсифікації процесів просочування целюлозних тканин предконденсатами синтетичних смол підвищуються початкові малозминальні ефекти тканин, зростає їх стійкість до дії багаторазового прання, світла і світлопогоди, стає можливим зменшення концентрації головного компонента малозминальних обробок - предконденсатів смол.

Встановлено, що акустичні коливання суттєво впливають на механізми взаємодії синтетичних смол з целюлозним волокном. У разі їх застосування внаслідок кавітаційних явищ проходить знегажування волокон, більш рівномірне просочення субстрату предконденсатом смоли, а на стадіях висушування і термообробки волокон переважають механізми "зшивання" і блокування гідроксильних груп целюлози на відміну від механізмів смолоутворення, що переважають в разі обробки тканин за загальноприйнятими методами.

10. Попереднє інтенсивне вакуумування тканин ("вакуумний удар") проводить знегажування волокон і створює умови для подальшого глибокого і рівномірного просочення їх розчинами барвників і предконденсатів синтетичних смол. Завдяки цьому підвищується

вибирання барвників з розчинів, їх більш рівномірна сорбція внутрішніми поверхнями, краще проникнення в мікропори і міжфібрилярні простори. В разі застосування активних барвників створюються кращі умови для утворення ковалентних зв'язків "барвник-субстрат". Для отримання заданої інтенсивності забарвлення на знегаженому субстраті концентрація барвника в розчині може бути зменшена на 1/3.

Попереднє інтенсивне знегажування тканин сприяє підвищенню якості малозминальних обробок, їх довговічності.

На основі виконаних досліджень пропонуємо:

1. Розпочати підготовчу роботу щодо організації на одному з діючих заводів України виробництва віскозних структурно-модифікованих полінозних і високомодульних віскозних волокон, як більш зносостійких і таких, що можуть у багатьох підгалузях легкої індустрії замінити бавовняні волокна.

Економічний ефект такої заміни з урахуванням кращої зносостійкості виробів з структурно-модифікованих віскозних волокон з розрахунку на 1000 кв.м. сорочкових тканин в цінах вересня 1994 р. складає 120 млн. крб.

2. Львівській комерційній академії разом з Держкомітетом з легкої і текстильної промисловості продовжити роботи щодо стандартизації розроблених автором приладів, устаткування і методів досліджень з метою подальшого їх серійного виробництва і запровадження в практику.

3. З метою створення в Україні необхідного обладнання включити в перспективні плани Держкомітету з легкої і текстильної промисловості питання розвитку технологій обробних виробництв, запропоновані автором з використанням акустичних коливань і інтенсивного вакуумування.

4. Вважати доцільним Львівській комерційній академії разом з Держстандартом України продовжити роботи стосовно стандартизації методів дослідження зносостійкості текстильних матеріалів і способів оцінки їх якості.

5. Міноборони України разом з Львівською комерційною академією продовжити роботи з питань оцінки маскувальних властивостей камуфльованих текстильних виробів, прийняття на постачання армії і флоту нового асортименту тканин для наметів і чохлаів; продовжити співпрацю з автором і його співпрацівниками щодо подальших робіт з питань оптимізації асортименту тканин військового призначення, вивчення їх властивостей і раціонального використання для нових видів обмундирування, заміни натуральних тканих білизняних виробів трикотажними.

Основні результати досліджень викладені:

- в монографіях, підручниках, брошурах:

1. Пугачевский Г. Ф. изнашивание целлюлозных тканей при воздействии различных факторов. -М.: Легкая индустрия, 1977. -135 с.
2. Пугачевский Г. Ф., Легкун Я. А., Скляльников В. П., Семак Б. Д., Дианич М. М. Товароведение промышленных товаров. Товары: текстильные, швейные, трикотажные. Общий курс. -М.: Экономика, 1969. - 369 с.
3. Пугачевский Г. Ф., Легкун Я. А., Семак Б. Д., Скляльников В. П., Дианич М. М. Товароведение промышленных товаров. Текстильные, швейные, трикотажные товары и ковры. Учебник для студентов товароведных специальностей кооперативных вузов. -М.: Экономика, 1978. - 367 с.

4. Симкович Н. Н., Пугачевский Г. Ф., Поликарпов И. С. Специальные виды отделки тканей. Лекция. -М.: УНКДК МЦИ, 1990. -46 с.
- статтях та тезах виступів:
5. Пугачевский Г. Ф., Новодержкин П. И. Установка для инсоляции тканей. // Текстильная промышленность, 1964. №9. С. 60-61.
6. Пугачевский Г. Ф. Изменение свойств тканей в процессе опытной носки рубашек и при воздействии инсоляции и стирок. Пятая межвузовская научная конференция по текстильному материаловедению. //Тезисы докладов. -Иваново: ИВТИ, 1964. С. 51-52.
7. Пугачевский Г. Ф. Действие инсоляции и стирок на лавсано-хлопковую ткань. //Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1966. №6. С. 65-69.
8. Пугачевский Г. Ф. Некоторые потребительные свойства рубашечных тканей из лавсана в смеси с хлопком и вискозным штапельным волокном. //Товароведение. Межведомственный республиканский научно-техн. сборник. -Киев: Техника, 1965. вып.1. С. 33-38.
9. Филатов М. С., Шмельова Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Вплив прання на збiгання тканин з полинозного волокна. //Легка промисловість. 1966. №4. С. 7-9.
10. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Опыт отделки тканей из полинозного волокна айрон. //Текстильная промышленность. 1966. №10. С. 56-57.
11. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Изменение линейных размеров тканей из полинозного волокна айрон рл-500. //Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1966. №6. С. 25-29.
12. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Действие стирок на прочность тканей из полинозных волокон. //Текстильная промышленность. 1967. №1. С. 63-65.
13. Филатов М. С., Шмельова Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Вплив сонячного світла і прання на зносостійкість тканин з полинозних волокон. //Легка промисловість. 1967. №3. С. 19-20.
14. Новодержкин П. И., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Сравнительная характеристика потребительных свойств тканей из полинозных волокон. //Товароведение. Межведомств. республиканский научно-техн. сб. -Киев: Техника, 1967, вып.2. С. 121-129.

15. Пугачевский Г. Ф., Кушнир Е. Г., Дианич М. М. Влияние структуры хлопчатобумажных тканей на качество их несминаемой отделки. // Сб. докладов по итогам НИР ЛТЭИ за 1965 год. - Львов: ЛТЭИ, 1967. С. 121-124.
16. Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. К вопросу об усадке тканей из полинозного волокна айрон РЛ-500. // Сб. докладов по итогам НИР ЛТЭИ за 1965 год. - Львов: ЛТЭИ, 1967. С. 124-127.
17. Пугачевский Г. Ф., Дианич М. М. Влияние химических обработок на светопрочность окрасок тканей. // Сб. докладов по итогам НИР ЛТЭИ за 1965 год. - Львов: ЛТЭИ, 1967. С. 127-129.
18. Пугачевский Г. Ф. Сорочечные ткани из хлопка и вискозного волокна с лавсаном. // Товароведение. Межведомств. респ. научно-техн. сб. - Киев: Техника, 1967, вып. 2. С. 130-135.
19. Филатов М. С., Шмельова Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Деякі гігієнічні властивості тканин із полінозних волокон. // Легка промисловість. 1968. №1. С. 19-21.
20. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Исследование сминаемости полинозных тканей. // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1967. №3. С. 14-16.
21. Филатов М. С., Шмельова Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Руйнування платтяних вискозних тканин під дією світла і прання. // Легка промисловість. 1968. №4. С. 24-25.
22. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние инсоляции и стирок на прочность тканей из полинозных волокон. // Текстильная промышленность. 1968. №6. С. 66-69.
23. Легкун Я. А., Новодержкин П. И., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Исследование некоторых свойств, определяющих внешний вид тканей из полинозных волокон. // Товароведение. Межведомств. респ. публиканский научно-техн. сб. - Киев: Техника, 1968, вып. 3. С. 65-75.
24. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Исследование влияния вида отделки вискозных штапельных тканей на их износ от стирок. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1969. №4. С. 29-31.
25. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние инсоляции и стирок на изменение воздухопроницаемости платьевых тканей. // Текстильная промыш-

- ленность. 1969. №9. С. 47-50.
26. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние многократных стирок на изменение некоторых свойств тканей, содержащих ацетилцеллюлозные волокна. // Информационный листок Б(98). -М.: ЦНИИТЭИЛегпром, 1969. С. 41-49.
 27. Филатов М. С., Шмельова Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние обработки на светостойкость забарвления тканей из полинозного волокна айрон. PL-500. // Легкая промышленность. 1969, №1. С. 43-45.
 28. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Зависимость воздухопроницаемости айроновых тканей от длительности инсоляции и количества стирок. // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1969, №1. С. 31-35.
 29. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние волокнистого состава и вида отделки тканей на их износостойкость. // Текстильная промышленность. 1969, №1. С. 70-73.
 30. Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Ходькин А. П. Исследование светостойкости окрасок и разрушения полинозной ткани. // Сб. докладов по итогам НИР ЛТЭИ за 1968 год. -М.: МКИ, 1970. С. 237-239.
 31. Филатов М. С., Шмелева Л. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние вида отделки на эксплуатационные свойства вискозных штапельных тканей. // Текстильная промышленность. 1970, №1. С. 58-61.
 32. Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Ходькин А. П., Шмелева Л. С. Влияние отделки на светопрочность тканей и светостойкость их окраски. // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1970, №4. С. 31-35.
 33. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние вида отделки на загрязняемость и способность к очистке тканей из полинозного волокна. // Сб. "Крашение и отделка". -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1970. РС-5. С. 8-13.
 34. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние вида отделки на усадку тканей из вискозного штапельного волокна. // Сб. "Хлопчатобумажная промышленность". -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1970, информационный листок №31. -8 с.
 35. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние вида отделки на светостойкость тканей. // Текстильная промышленность. 1971, №1. С. 55-58.

36. Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Ходькин А. П. Влияние инсоляции и стирок на изменение окрасок и износ хлопчатобумажных тканей. //Сб. "Улучшение ассортимента и повышение качества промышленных товаров". -М.: МКИ, 1971. С. 70-76.
37. Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Изменение линейных размеров сорочек с отделкой "форниз" в опытной носке. //Сб. "Улучшение ассортимента и повышение качества промышленных товаров". -М.: МКИ, 1971. С. 189-192.
38. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Ходькин А. П. Влияние отделки на светостойкость окрашенных тканей из целлюлозных волокон. //Сб. "Хлопчатобумажная промышленность". -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома. 1971, информационный листок №11. -6с.
39. Пугачевский Г. Ф., Плеша И. В. Применение хемилюминесцентного метода анализа для определения степени разрушения хлопчатобумажных тканей и трикотажных полотен под воздействием света. В кн. "Механические свойства и износостойкость текстильных материалов". -Вильнюс-Каунас 1971. С. 293-297.
40. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Свойства верхних мужских сорочек с отделкой "форниз" в опытной носке. Обзор. -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1971. -55 с.
41. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Поликарпов И. С. Влияние силиконов на несминаемость хлопчатобумажных поплинов. //Сб. "Хлопчатобумажная промышленность". -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома. 1971, информационный листок № 33. -8 с.
42. Дзядыга И. Н., Пугачевский Г. Ф., Коляденко С. С., Семак Б. Д. Исследование влияния вида отделки на светостойкость хлопчатобумажного поплина. //Текстильная промышленность. 1972. №7. С. 56-57.
43. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Сравнительная характеристика эксплуатационных свойств летних плательных тканей. Обзор. -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1972. - 52 с.
44. Филатов М. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние вида отделки тканей из пряжи пневмомеханического способа прядения на их усадку и воздухопроницаемость. //Сб. "Хлопчатобумажная промышленность". Информ. листок №18. -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1972. -10 с.
45. Дзядыга І. М., Пугачевський Г. Ф., Коляденко С. С., Семак Б. Д. Зміна ефекту білості і деякі фізико-механічні властивості бавовняно го попліну. //Легка промисловість. 1972. №3. С. 40-42.

46. Дзядыга И. Н., Коляденко С. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д. Влияние отделки на светостойкость хлопчатобумажной ткани. //Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1972, №1, С. 22-27.
47. Пугачевский Г. Ф., Плеша И. В. Оценка фотохимической деструкции волокон шерсти хемиллюминесцентным методом. //Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1973. №3. С. 40-43.
48. Пугачевский Г. Ф., Семак В. Д., Яганова В. И. Влияние вида отделки на усадку хлопчатобумажных репсов. //Экспресс-информация. Серия А. Текстильная промышленность. -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1973. - 8 с.
49. Шмелева Л. С., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Шийко И. И. Влияние алкилсиликанатов на светостойкость хлопчатобумажных поплинов, окрашенных ремазолями. //Экспресс-информация. Серия А. Текстильная промышленность. -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1973. - 7 с.
50. Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Захарчук Л. В., Короденкс Г. Д. Влияние активных красителей на структуру и свойства полимерных волокон. Обзор. -М.: ЦНИИТЭИЛегпрома, 1974. - 45 с.
51. Симкович Н. Н., Пугачевский Г. Ф., Фридман В. М. Повышение долговечности малосминаемой отделки. //Текстильная промышленность. 1974. №11. С. 65-66.
52. Пугачевский Г. Ф., Плеша И. В. Определение степени фотодеструкции шерсти при естественном и искусственном облучении хемиллюминесцентным методом. В кн. "Новые методы оценки качества текстильных материалов". //Труды 8-й Всесоюзной конференции по текстильному материаловедению. -Л.: 1974. С. 49-54.
53. Симкович Н. Н., Пугачевский Г. Ф., Фридман В. М. Исследование несминаемости и стойкости к истиранию хлопчатобумажной ткани, обработанной карбамолом ЦМ. //Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1975. №4. С. 104-108.
54. Пугачевский Г. Ф., Ходосевич П. К., Пилявский А. И. О спектральном составе осветителей, имитирующих солнечный свет. //Сб. трудов "Расширение ассортимента и повышение качества промышленных товаров". -М.: МКИ, 1975. С. 204-206.
55. Котляр Г. I., Полікарпов I. С., Пугачевський Г. Ф., Симкович Н. М. Оцінка полярографічним методом світлостійкості бавовняної тканини з малосминальною обробкою. //Легка промисловість. 1975. №3. С. 49-50.
56. Пугачевский Г. Ф. Оценка термостойкости целлюлозных тканей хе-

- милюминесцентным методом. Хемиллюминесценция. //Тезисы докладов Всесоюзного совещания по хемиллюминесценции 11-25.09 1976 г. - Запорожье: 1976. С.191-192.
57. Пугачевский Г. Ф., Симкович Н. Н., Короденко Г. Д. Структура и механические свойства целлюлозных материалов, обработанных карбамолом ЦЭМ при воздействии акустических колебаний. В кн. "Вопросы повышения качества и расширения ассортимента промышленных товаров". //Сб. науч. трудов. -М.: МКИ, 1977. С.59-66.
58. Пугачевский Г. Ф. Новые методы оценки фотодеструкции текстильных материалов. //Текстильная промышленность. 1977. №5. С.43-45.
59. Пугачевский Г. Ф., Симкович Н. Н. Термостойкость тканей из модифицированных вискозных волокон. В кн. "Новые методы исследования строения, свойств и оценки качества текстильных материалов". //Материалы 9-й Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. -Минск: Вышшая школа, 1977. С.77-80.
60. Пугачевский Г. Ф. Хемиллюминесцентный анализ продуктов фотодеструкции целлюлозных волокон. В кн. "Новые методы исследования строения, свойств и оценки качества текстильных материалов". //Материалы 9-й Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. -Минск: Вышшая школа, 1977. С.81-83.
61. Короденко Г. Д., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Шийко И. И. Влияние УФ-облучения на прочность окрашенных полимерных материалов. //Тезисы докладов 1-й Всесоюзной научной конференции "Свето-стабилизация окрашенных волокон и пленок". -М.: МТИ. 1979. С. 54.
62. Короденко Г. Д., Пугачевский Г. Ф., Галык И.С. Влияние активных красителей на деструкцию и механические свойства капронового волокна при γ -облучении. //Тезисы докладов 1-й Всесоюзной научной конференции "Стабилизация окрашенных волокон и пленок". М.: МТИ. 1979. С.58.
63. Легкун Я. А., Пугачевский Г. Ф. Структурно-системный анализ качества текстильной продукции, его теоретическое и практическое значение. В кн. "Исследование износостойкости и оценка качества текстильных материалов и готовых изделий". //Тезисы докладов 10-й Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. Ч. II. -Львов: ЛТЭИ, 1980. С.11-14.

64. Шийко И. И., Котляр Г. И., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Поликарпов И. С. Применение полярографического метода для оценки светостойкости хлопчатобумажных тканей. // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1982. №2. С. 17-20.
65. Поликарпов И. С., Пугачевский Г. Ф., Симкович И. Н. Сравнение разных методов оценки устойчивости малосминаемого эффекта. // Сб. "Товароведение", вып. 16. - Киев: Техника, 1983. С. 37-41.
66. Короденко Г. Д., Пугачевский Г. Ф. Калориметрическое изучение процесса разрушения капроновых волокон, облученных γ -лучами. В кн. "Исследование износостойкости и оценка качества текстильных материалов и готовых изделий". // Тезисы докладов 10-й Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. Ч. 1. - Львов: ЛТЭИ, 1980. С. 155-157.
67. Короденко Г. Д., Пугачевский Г. Ф., Семак Б. Д., Шийко И. И. Исследование влияния активных красителей на светостойкость капронового волокна. // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1983. № 2. С. 21-25.
68. Короденко Г. Д., Пугачевский Г. Ф. Сравнительная характеристика влияния излучений различной энергии на выцветание активных красителей и механические свойства полимерных материалов. В кн. "Современные химические и физико-химические методы отделки текстильных материалов. // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. - Душанбе, 1980. С. 77-78.
69. Короденко Г. Д., Захарчук А. В., Хачатурова Г. Т., Сычко В. Е., Короденко Е. Г., Пугачевский Г. Ф. Исследование ИК-спектров хлопковых волокон, окрашенных минеральными пигментами. В кн. "Проблемы физики прочности и пластичности полимеров". // Тезисы докладов 2-й Всесоюзной научной конференции - Душанбе. 1990. С. 148.
70. Пугачевский Г. Ф., Романов В. Г., Короденко Г. Д., Лукашов В. С. Установка для измерения динамических характеристик целлюлозных волокон. В кн. "Совершенствование методов и приборов, улучшающих оценку качества текстильных материалов". // Тезисы докладов XI Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. - М.: МТИ, 1984. ч. 1. С. 3-5.
71. Пугачевский Г. Ф., Снитко А. П. Пути интенсификации малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей. // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Теория и практика от-

- делки текстильных материалов". - М.: МТИ, 1986. С.174.
72. Пугачевский Г. Ф., Сапожник Д. И. Разработка методики ускоренного светостарения текстильных материалов. //Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. Т.2. -Киев: 1988. С.136-137.
73. Пугачевский Г. Ф., Сапожник Д. И. Трехцветное крашение и его влияние на изнашивание тканей. //Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. Т.3. - Киев: 1988. С.80-81.
74. Короденко Е.Г., Хачатурова Г.Т., Короденко Г.Д., Пугачевский Г.Ф. Влияние механических напряжений на скорость выцветания окрасок на тканях. //Тезисы докладов VIII конференции по старению и стабилизации полимеров. -Черноголовка: АН СССР, 1989. С.104-105.
75. Пугачевский Г. Ф., Сапожник Д. И. Влияние климатических условий на изменение свойств инсолируемых тканей. //Тезисы докладов научной конференции по итогам НИР ЛТЭИ за 1993 год. -М.: ЦУМК, 1994. С.77-79.
76. Медведев В.П., Пугачевський Г.Ф., Скоробогатий Я.П. Дослідження деструкції целюлозних матеріалів. В кн. "Стан і перспективи розвитку хемічної науки та промисловості в західному регіоні України". //Тези наукової конференції. -Львів: 1994. С.41.
77. Пугачевский Г. Ф., Медведев В. П., Скоробогатый Я. П. Исследование фотодеструкции целлюлозных материалов полярографическим методом. //Тезисы докладов международной научной конференции "Новое в технике и технологии текстильной промышленности." -Витебск: 1994. с. 57.
78. Короденко Г. Д., Пугачевский Г. Ф., Короденко Е. Г. Фотохимическая деструкция окрашенных целлюлозных тканей. //Тезисы докладов международной научной конференции "Новое в технике и технологии текстильной промышленности." - Витебск: 1994. С.73-74.
79. Сапожник Д. И., Пугачевский Г. Ф. Оценка качества тканей с многоцветным рисунком. //Тезисы докладов международной научной конференции "Новое в технике и технологии текстильной промышленности." - Витебск: 1994. С. 81-82.
- авторских свидетельств:
80. А.с. СССР, n 164704. Установка для естественного старения неметаллических материалов. (Пугачевский Г. Ф., Новодережкин П. И.). БИ, 1964, n16.
81. А.с. СССР, n 705035. Способ отделки текстильного материала из целлюлозных волокон. (Пугачевский Г. Ф., Симкович Н. Н., Фридман В. М. и Мусиенко С. З.). БИ, 1979, n 47.

Pugatchevskij G.F. Problems of cellulose fabrik durability.

Dissertation as a scientific report for scientific degree of Doctor in Engineering, specialisation 05.19.08 - science of commodities. Kiyiv State Trade and Economica University, Kijiv, 1995.

The author defend# the theoretical foundation of wear-durability and evaluation of wear-resistance of everyday and apecial purpose fabrics with cellulose fibres of different texture and finishing. Investigations were carried out with the help of diffe-rent kinds of equipment and instruments, designed by the scientist himself.

It was atated that wear-durability of fabrics under separate and joint affects of light, warmth, wear-resistance and stretching fabrics. The author discribes the mechanism of wear-resistance, proposes the ways of dyeing and special finishing of cellulose materials with the help of acoustic vibration and intensive vacuuming so as tj improve the quality. The main results of the research are depicted in 82 their scientific works; 2 author certificates were submitted to the textile enterprises for industrial usage; more that 20 brands of fabrics were specialized for the Army and Navy.

Пугачевский Г.Ф. Проблемы износостойкости целлюлозных тканей. Диссертация в форме научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.19.08 - товароведение промышленных товаров. Киевский государственный торгово - экономический университет. Киев, 1995.

Защищаются разработанные автором теоретические основы изнашивания и оценки износостойкости тканей бытового и специального назначения с применением целлюлозных волокон различной структуры и способов отделки. Исследования выполнены с использованием комплекса оригинальных приборов и оборудования, созданных соискателем. Установлено, что износостойкость тканей к совместному и раздельному воздействию света, тепла, истирания, многократного изгиба и растяжения зависит существенно от структуры волокон, вида и способов проведения отделок тканей. Описаны механизмы изнашивания и предложены способы интенсификации крашения и специальных отделок целлюлозных материалов с использованием акустических колебаний и интенсивного вакуумирования с целью повышения их качества. Основные результаты исследований обобщены в 82 научных работах, 2 авторских свидетельствах и переданы текстильным предприятиям для внедрения; более 20 артикулов тканей специального назначения принято на снабжение армии и флота.

Ключові слова: целлюлозні тканини, зносостійкість, світлостійкість, багатократні розтягнення, згинання, стирання, знегажування, імпульсне опромінювання, малозминальна обробка, структура волокон.

G. F. Pugatchevskij

Підписано до друку 6. 07. 95
Формат 60X84/16. Папір пісчий Друк офсетний.
7,0 др. арк. 6,51 ум. др. арк. 8,05 обл.-вид. арк.
Тираж 100 екз. Зам. 323

Віддруковано в друкарні ЛКА
м. Львів-11, вул. Самчука, 6

453952

AB 32.900

AB 32.900