

ISSN 1813-6796

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Міністерство освіти і науки
України

BULLETIN

of the Kyiv National
University of Technologies
and Design

В І С Н И К

Київського національного
університету технологій
та дизайну

Серія
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ»

№ 2 (84), 2015



ЗМІСТ

ОБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТА КОМПЛЕКСИ

1. Каплун В.В., Кравченко О.П., Василенко В.В., Макаревич С.С., Каплун Р.В. Аналіз методів оптимізації мікроенергетичних систем (MicroGrid) на основі джерел розподіленої генерації	5
2. Березін Л.М., Ковальов Ю.А. Експлуатаційні спостереження як інструмент дослідження надійності обладнання	18
3. Піпа Б.Ф., Ковальов Ю.А. Ефективність використання роликів компенсаторів осевих сил косозубих передач	26
4. Піпа Б.Ф., Плешко С.А., Ковальов Ю.А. Удосконалення методу аналітичного проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин	32
5. Піпа Б.Ф., Чабан О.В., Ковальов Ю.А. Ефективність використання відцентрової фрикційної муфти в приводі рукавичного автомата	42
6. Піпа Б.Ф., Чабан В.В., Музичишин С.В. До аналізу впливу параметрів в'язальної машини на величину динамічних навантажень, що виникають під час пуску	49
7. Дворжак В.М., Орловський Б.В. Експериментальне визначення маса-інерційних параметрів рухомих триповодкових ланок механізмів технологічних машин	56
8. Лазарева Д.В., Потапенко А.И., Сурьянинов Н.Г. Экспериментальные исследования асимметричных крупногабаритных рам	63
9. Сурьянинов Н.Г., Потапенко А.И. Применение матриц перехода в краевых задачах расчета тонкостенных стержней	70
10. Гавриш А.П., Роїк Т.А., Віцюк Ю.Ю., Хлус О.С. Особливості високошвидкісного шліфування композитних деталей тертя машино-технологічних комплексів	77
11. Чабан В.В., Кизимчук О.П., Коробченко Є.О. Метод вимірювання деформації в'язального полотна, зумовленої відтяжкою та накатуванням	89

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, ЛЕГКА ТА ТЕКСТИЛЬНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

12. Галавська Л.С., Єліна Т.В. Використання комп'ютерних тривимірних геометричних моделей петельної структури трикотажу у віртуальних експериментах	94
13. Колосніченко О.В., Полька Т.О., Остапенко Н.В. Дослідження теплозахисних властивостей пакетів для створення спецодягу гармонійних форм	104
14. Єліна Т.В. Автоматизоване проектування елементів конструкції трикотажного одягу	110
15. Водзінська О.І. Розробка класифікації чинників, що визначають здатність матеріалів до спрашування	115
16. Щуцька Г.В., Супрун Н.П., Пономаренко Т.В. Розробка післяопераційного взуття для хворих після операцій на нижніх кінцівках	119
17. Смачило О.В., Касьян Е.Є. Оптимізація технологій емульсійного знежирення та знежирення-віблювання хутра	125
18. Луцкер Т.В., Колосніченко М.В., Остапенко Н.В., Винничук М.С. Теоретичне обґрунтування фізичної моделі процесу визначення теплового опору з підвищеною точністю вимірювань	131
19. Слізков А.М., Зайц Т.В., Пилипенко Ю.М., Демківська Т.І. Особливості системи прогнозування властивостей тканин технічного призначення	136
20. Дзикович Т.А. Дослідження особливостей формування структур трикотажу перехресних переплетень	144
21. Первая Н.В., Бондаренко М.В. Дослідження функціонального стану людини при використанні профілактичних устілок з наповнювачами рослинного походження	151

ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА, ДИЗАЙН ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

22. Овчарек В.Є., Омельченко Г.В. Виставковий дизайн: визначення, структура, сфера застосування	157
23. Гаркіна А.І., Чернявський К.В. Перспективні тенденції застосування кольору в рамках конструктивно-функціональної проблематики дизайну	163
24. Кожушко Р.Ю. Дослідження захисних властивостей спеціального одягу для захисту від рентгенівського випромінювання і моди	167
25. Струмінська Т.В., Прасол С.І. Метод пошуку творчих рішень, як засіб створення нових дизайн-об'єктів	172
26. Чупріна Н.В., Яценко Н.В. Еклектика як формуючий принцип створення нових моделей одягу у сучасній індустрії моди	177

МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ, МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

27. Зенкін А.С., Бобрусь О.В. Визначення рівня якості поліграфічної продукції від споживчих властивостей паперу	187
28. Василенко І.Ю., Зенкін А.С. Оцінка якості клейових циліндричних з'єднань з урахуванням впливу мікропрофілю поверхонь деталей	193
29. Зенкін М.А., Киричок Д.С., Корнієвський О.О. Удосконалення контролю якості легкового автомобіля на основних етапах його життєвого циклу	200
30. Зубрецкая Н.А., Федін С.С., Лыстюк Т.И. Актуальные научные проблемы оценки качества промышленной продукции	205
31. Зенкін А.С., Овчаренко О.В. Розроблення принципів і підходів до контролю якості процесу інструментального забезпечення на прикладі машинобудівного виробництва	214
32. Слізков А.М., Упірова Н.І. Проблеми екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості і шляхи їх вирішення	221
33. Зенкін М.А., Федорчук Д.І. Комплексна оцінка якості систем захисту програмного забезпечення	227
34. Хімічева Г.І., Сокотун Ж.В. Сучасні тенденції нормативно-правового забезпечення продукції органічного походження	232
35. Алексеев О.М., Коновалова Н.А., Лозова К.А., Трофименко П.С. Значущість і складність тестових завдань під час оцінювання діяльності викладачів ВНЗ	240
36. Євстаф'єва Є.О., Дядюра К.О. Технічне регулювання експорту окремих видів насосів в країни Європейського Союзу	147

ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНІ, БІОЛОГІЧНІ, ФАРМАЦЕВТИЧНІ

37. Гараніна О.О., Панасюк І.В., Романкевич Я.О., Кравченко Я.Ю. Фарбування функціоналізованих поліакри-лонітрильних волокнистих матеріалів за гетерокоагуляційним механізмом	257
38. Кодиров Т.Ж., Содиков Н.А., Муродов Т.Б. Термоокислительная деструкция кож наполненный новым модифицированным аминокальдегидным олигомером	262
39. Редько Я.В., Романкевич Я.О., Чвортка Т.А., Таран А.О. Дослідження можливості синтезу наночастинок IN SITU для створення наноконпозиційного текстильного матеріалу	269
40. Сова Н.В., Савченко Б.М., Пахаренко В.О. Структурні зміни в сумішах поліетилентерефталат / полікарбонат	275

УДК 621.311.1

КАПЛУН В.В.¹, КРАВЧЕНКО О.П.¹, ВАСИЛЕНКО В.В.²,
МАКАРЕВИЧ С.С.², КАПЛУН Р.В.¹

Київський національний університет технологій та дизайну¹,
Національний університет біоресурсів та
природокористування України²

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МІКРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ (MicroGrid) НА ОСНОВІ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Мета. Аналіз та обґрунтування вибору методів математичного моделювання і багатокритеріальної оптимізації функціонування мікроенергетичних систем з джерелами розподіленої генерації з урахуванням графіків навантаження, якості електричної енергії, надійності роботи та умов експлуатації.

Методика. Використання багатьма дослідниками різних методів математичного моделювання для опису ефективності та надійності роботи MicroGrid базується різному уявленні про вибір архітектури та розподілу потоків електроенергії, а також інформації про поточний стан усіх її вузлів і агрегатів. Доцільність обрання того чи іншого методу полягає у можливості моделювати динамічне управління генерацією і електроспоживання, прогнозування поведінки системи у пікові періоди.

Результати. Одержані рекомендації щодо надання переваг математичному моделюванню MicroGrid з використанням евристичних методів оптимізації, таких як АСО та PSO, які дають можливість одержувати розв'язки на значно коротшому інтервалі часу і характеризується підвищеною стійкістю до збіжності результатів.

Наукова новизна. Аналіз одержаних результатів математичного моделювання функціонування MicroGrid при пошуку мінімальних або максимальних значень багатокритеріальних цільових функцій дав можливість встановити переваги методів АСО та PSO для оптимізаційної процедури з меншою кількістю вихідних параметрів, більшою варіативністю у порівнянні з іншими евристичними чи традиційними методами.

Практична значимість. Використанням евристичних методів оптимізації АСО та PSO дає можливість одержувати розв'язки на значно коротшому інтервалі часу і характеризується підвищеною стійкістю до збіжності результатів при моделюванні MicroGrid з джерелами розподіленої генерації.

Ключові слова: мікроенергетична система, MicroGrid, джерела розподіленої генерації, методи багатокритеріальної оптимізації.

Вступ. Принципи постіндустріального суспільства ХХІ століття та концепція всесвітньої глобалізації виявили нові суспільно-економічні напрями розвитку економіки, які визначальним чином вплинули і на виникнення нових концептуальних положень функціонування електроенергетики. В основі парадигми минулого ХХ століття, століття інтенсивної індустріалізації та науково-технічної революції, була закладена концепція максимального зосередження матеріальних, фінансових, енергетичних та людських ресурсів для виробництва промислових, сільськогосподарських чи інших видів продукції. Основним завданням електроенергетики на той час було досягнення ефективності електропостачання,

що вимагало високої концентрації промислових та енергетичних потужностей і пов'язаних з цим значних економічних витрат.

На сучасному етапі відбувається мінімізація цих витрат шляхом зворотного процесу – розосередження потужностей як промислових, так і енергетичних виробництв. Цей процес спричинив розвиток нових ідеологічних засад менеджменту та маркетингу в сфері енергетичних послуг. Разом з тим, інтенсивний розвиток інформаційних та мережевих технологій, мікропроцесорної та силової електроніки обумовив значний прогрес в досягненні максимальної ефективності енергоспоживання об'єктами, що живляться від декількох конкурентних джерел. Обидва ці процеси, як економічний, так і виробничий, стали передумовою виникнення нового сектору електроенергетики – інтелектуальної електроенергетики, заснованої на концепції інтелектуальних мереж SmartGrid [1].

Ці мережі являють собою автоматизовані системи, які здійснюють власну генерацію, моніторинг та розподіл потоків електричної енергії з урахуванням вимог споживача для досягнення максимальної ефективності енергоспоживання. За визначенням USA Department of Energy Grids 2030: «Інтелектуальна мережа SmartGrid – це повністю автоматизована енергосистема, що забезпечує двосторонній потік електричної енергії та інформації між електричними станціями і електроприладами» [2]. Необхідно зазначити, що у загальному вжитку мнемонічна аббревіатура SMART використовується в проектному управлінні, менеджменті, персональному розвитку, як критерій оцінки задачі або мети. Утворена зі англійських слів *specific, measurable, attainable, relevant, time-bound* — конкретна, вимірювана, досяжна, доречна, визначена в часі. Використання цього терміну для опису технічних багатокомпонентних систем стосується критеріїв, що збільшують імовірність досягнення поставленої мети, а саме: Self-Monitoring (самоконтроль), Analysis (аналіз) and Reporting Technology (формування звітів).

Згідно цієї концепції, функціонування енергетичного сектору забезпечується як за рахунок централізованих, так і децентралізованих розподілених джерел енергії (Distributed Energy Resources, DER). При цьому спостерігається збільшення кількості джерел електроенергії, які розосереджені на певній території чи локальному об'єкті та об'єднані в єдину мікросистему, утворюючи при цьому MicroGrid. MicroGrid має переваги порівняно з централізованими системами електропостачання, оскільки відсутня необхідність будівництва нових генеруючих потужностей, протяжних ліній електропередач та розподільних мереж, що, в свою чергу, потребує значних капіталовкладень і додаткових втрат електроенергії. Система електропостачання в MicroGrid організована шляхом інтегрування малопотужних джерел енергії та максимальної їх адаптації до режимів електроспоживання. Створення таких систем дозволяє радикально змінити відношення споживачів до управління процесами генерації та розподілу електроенергії [3].

У загальному вигляді система MicroGrid складається з декількох джерел електроенергії, пристроїв її акумулювання та засобів регулювання потоків електроенергії. При цьому існує можливість оперативного підключення споживачів до загальної електромережі у випадку перевантаження та коливань напруги, що суттєво підвищує надійність електрозабезпечення. Основою для MicroGrid є система FREEDM (Future Renewable Electric Energy Delivery and Management) [4], яка базується на концепції побудови універсального маршрутизатора енергії (Energy Router, ER), який має здійснювати динамічне

управління розподілом енергії між локальними джерелами та споживачами [5]. ER представляє собою програмований мікроконтролер, в основі програмного забезпечення якого лежать алгоритми оптимізації функціонування та контролю MicroGrid в цілому. Математичний опис таких оптимізаційних алгоритмів в реальному часі є досить складним завданням. Головним чином це обумовлюється нелінійностями при визначенні навантажень, невизначеністю профілів навантаження та стохастичного характеру вхідних параметрів системи і змінних, що описують процес генерації електроенергії. У випадку підключення до загальної електромережі необхідно враховувати диференційні тарифи на електроенергію енергопостачальних компаній. На даний час тарифна політика енергопостачальних компаній в Україні не стимулює кінцевого споживача до радикальної зміни графіків електроспоживання, однак тарифні зони зовнішньої мережі доцільно враховувати при математичному моделюванні та розрахунках оптимізаційних алгоритмів функціонування MicroGrid. Проте необхідно зауважити, що в зв'язку з економічними реформами, які проводяться в Україні у відповідності до Протоколу про приєднання до Енергетичного Співтовариства та Угоди про асоціацію з ЄС, конкуренція між постачальниками електроенергії буде зростати через зменшення державного контролю над енергетичним ринком. Тому при техніко-економічному обґрунтуванні MicroGrid та оптимізації її алгоритмів, необхідно враховувати тенденції на енергетичному ринку загалом.

Особливим питанням при розробці MicroGrid є врахування шкідливих викидів в атмосферу при роботі локальних джерел електрогенерації (дизель – генераторів, мікротурбін, паливних елементів) [6]. Екологічне законодавство в Європейському Союзі, США, Канаді та інших розвинутих країнах чітко визначає допустимі викиди шкідливих компонентів у атмосферу. Дані показники повинні також враховуватися при оптимізації роботи MicroGrid.

Постановка задачі. Ефективність та надійність роботи MicroGrid базується на пошуку її оптимальної архітектури відносно розподілу потоків електроенергії та інформації про стан всіх її вузлів. Задача оптимізації зводиться до мінімізації цільової функції за різними критеріями ефективності. На даний час досить широке коло дослідників пропонують та використовують різноманітні підходи до побудови математичних моделей функціонування мікроенергетичних систем з декількома джерелами розподіленої генерації.

Завданням даної статті є аналіз літературних джерел щодо методів розроблення математичних моделей функціонування та оптимізації режимів роботи MicroGrid.

Результати дослідження. В області електроенергетичних систем пріоритетним завданням є досягнення прийнятних економічних рішень. Ця задача полягає в розробці визначених конфігурацій електричних мереж для забезпечення необхідних вимог, які накладаються на оптимальне (ефективне) функціонування як кожного елемента мережі, так і системи загалом. Такі вимоги закладаються вихідними енергетичними параметрами, а саме: графіком навантаження споживачів, якістю електричної енергії, надійністю роботи електроенергетичної системи, умовами її експлуатації. Важливим параметром, який враховується при розробці оптимальної конфігурації електромережі є також безпека функціонування цієї системи як по відношенню до внутрішніх елементів системи, так і по відношенню до навколишнього середовища. В рамках досягнення необхідного оптимального економічного рішення для оптимізації процесів в електроенергетичній системі, функціонування якої контролюється визначеними параметрами (контроль напруги та

реактивної потужності, визначена локалізація контролюючих та управляючих пристроїв, тощо) були розроблені оптимізаційні алгоритми для забезпечення безперебійної роботи електроенергетичної системи на основі традиційних оптимізаційних методів для розв'язання задач такого типу. Розв'язок полягає в знаходженні мінімального або максимального значення цільової функції, яка включає в себе необхідні параметри функціонування електроенергетичної системи в допустимій області пошуку, яка обмежена вимогами, що накладаються на роботу цієї системи. В загальному вигляді ці методи класифікують наступним чином:

1. Методи лінійного програмування – прості оптимізаційні методи, в яких цільова функція і область пошуку визначаються лінійними залежностями. Методи лінійного програмування застосовувались для різних задач електроенергетики, таких як задачі знаходження економічного розподілу електроенергії, проектування і функціонування електроенергетичної системи, узгодженості її захисту, забезпечення графіка навантаження, оцінювання стану системи [7-9]. До методу лінійного програмування належить також методи цілочислового програмування, в яких всі або деякі змінні визначені як дискретні цілочислові величини. Цей метод використовується для оцінки безпеки енергетичних систем, для оптимізації та проектування ЛЕП, аналізу надійності, проектування розподілених систем та менеджменту навантаження [10-12].

2. Методи нелінійного програмування – оптимізаційні методи, в яких цільова функція задана нелінійною залежністю при допустимій області пошуку, яка може бути виражена як лінійними так і нелінійними залежностями. Однак, вважається, що знаходження оптимального розв'язку нелінійної цільової функції з нелінійними обмеженнями є дуже складною задачею. Тому при розв'язуванні такого типу задач область допустимого пошуку задається лінійною залежністю. Методи нелінійного програмування з лінійно обмеженою областю пошуку належать до лінійно обмежених задач методів нелінійного програмування. [13]. Цей метод інтенсивно використовується для оптимізаційних задач динамічної безпеки електричних систем, контролю перетоків реактивної потужності, проектування і функціонування електричних системи, оптимального потоку потужності в системі, оптимального розміщення засобів компенсації реактивної потужності та оптимальної локації джерел електроенергії [14-17].

3. Методи стохастичного програмування - оптимізаційні методи, які використовуються для розв'язання задач, що містять в собі невизначеність, в яких цільова функція задається імовірнісною функцією. Ці методи також називаються методами динамічного програмування [18]. Цей метод широко використовується для розв'язання задач оптимізації, але знаходження чисельного розв'язку вимагає значних обчислювальних розрахунків, які збільшують імовірність отримання квазіоптимальних результатів, які, здебільшого, обумовлені розмірністю змінних. Наприклад, цей метод був використаний для оптимізації потужності джерел генерації електроенергії та в задачі оптимального функціонування електричної системи на рівні розподіленої системи [19].

4. Евристичні методи оптимізації – оптимізаційні методи, в яких оптимальне значення цільової функції при допустимій області пошуку знаходиться методами нечіткої логіки при використанні алгоритмів, які реалізуються на основі систем штучного інтелекту. Головною особливістю цих методів є їх надзвичайна гнучкість при розв'язуванні задач

оптимізації, які мають область допустимого пошуку, що виражено різноманітними математичними обмеженнями (як лінійними, так і нелінійними). При цьому оптимальний розв'язок задається множиною простору розв'язків. До евристичних методів оптимізації належать: генетичний алгоритм (Genetic Algorithm, GA), алгоритм диференційної еволюції, алгоритм оптимізації мурашиної колонії (Ant Colony Optimization, ACO), алгоритм методу рою частинок (Particle Swarm Optimization, PSO) [20]. Згадані вище евристичні методи інспіровані алгоритмами, які реалізуються для опису функціонування біологічних систем. Зокрема, генетичний алгоритм та алгоритм диференційної еволюції базуються на уяві про загальні принципи механізмів еволюційної біології. Так, в процесі еволюції живих організмів, нащадки наслідують риси, які є оптимальними при заданих умовах [21]. При цьому генетичний алгоритм призначений для оптимізації функцій дискретних змінних, в ньому акцентується увага на рекомбінаціях геномів, тобто цей алгоритм оперує передачею генетичної інформації біологічної популяції. Алгоритм диференційної еволюції направлений на передачу фенотипної інформації.

При використанні генетичного алгоритму оптимальний розв'язок знаходиться швидко, проте цей метод має деякі негативні аспекти, а саме:

- збіжність наближається до локального розв'язку швидше, ніж до глобального. GA нехтує негативним розв'язком, проходячи лише через хороший. Ця особливість є основним недоліком еволюційних методів;

- складність проходження ряду динамічних даних;
- в окремих оптимізаційних задачах, при достатніх потужностях для обчислень, простіший метод оптимізації дає можливість досягнути кращого результату, ніж той, який реалізується за допомогою генетичного алгоритму.

І еволюційні процеси, і розгляд поведінкових ситуацій належить до біологічно-імітаційних алгоритмів при знаходженні оптимальних рішень. Серед цих методів для розв'язання задач оптимізації найкращі результати при знаходженні оптимального розв'язку цільової функції досягаються за допомогою методу оптимізації рою частинок (PSO) порівняно з іншими імітаційними алгоритмами [22]. Цей алгоритм інспірований спостереженнями за особливостями соціальної поведінки живих організмів в колективі (косяк риб, зграя птахів). Індивідуальна частинка колективу співвідносить своє оптимальне положення з найкращим колективним положенням рою. Головною властивістю цього методу є те, що складність і нелінійність задачі не впливають особливим чином на знаходження оптимального значення цільової функції [23].

До переваг алгоритму PSO можна віднести:

- алгоритм PSO краще реалізовується з меншою кількістю вихідних параметрів;
- використання пам'яті у алгоритмі PSO є більш ефективним за рахунок того, що кожна частинка здатна запам'ятовувати як своє найкраще попереднє положення, так і найкраще положення свого сусіда;
- алгоритм PSO характеризується ефективною варіативністю. Це обумовлено тим, що рій частинок використовує найбільш ефективну інформацію для визначення напрямку оптимального розв'язку, як це притаманно поведінці соціальних спільнот.

Приведені вище методи оптимізації при знаходженні мінімального або максимального значення цільової функції при накладених обмеженнях виявилися ефективними при розробці MicroGrid та моделювання її оптимального функціонування.

Як було сказано вище, MicroGrid є керованим компонентом SmartGrid і являє собою низьковольтну мережу невеликої потужності, яка спроектована для електрозабезпечення невеликого локального об'єкту (житла, торгівельної площі, промислової ділянки, тощо).

Математичний опис MicroGrid як оптимізаційної задачі у реальному часі є складним завданням. Головним чином це обумовлено нелінійностями в навантаженнях і в структурі тарифних ставок (наприклад - фіксована чи диференційована плата за обслуговування), необхідністю проведення розрахунків шляхом знаходження цілочисленних розв'язків при функціонуванні/відключенні джерел живлення (пристроїв генерації, акумулювання і перетворення енергії), невизначеністю майбутнього профілю навантаження, можливістю зміни структури MicroGrid, часом і вартістю запуску обладнання. Керування в MicroGrid направлене на забезпечення наступних параметрів:

- безпека системи і її оптимальне функціонування;
- зменшення шкідливих викидів в оточуюче середовище при функціонуванні системи;
- плавний перехід від одного режиму до другого без порушень системних обмежень та експлуатаційних вимог.

Забезпечення цих параметрів досягається наступними функціональними і керуючими компонентами MicroGrid:

1. Для забезпечення якості електроенергії необхідно суттєво вирівнювати баланс між активною і реактивною потужністю усередині MicroGrid за короткий період часу.

2. MicroGrid може функціонувати в двох експлуатаційних режимах: або автономно у межах локального об'єкту без зв'язку централізованою мережею, або в режимі роботи автономних джерел, які приєднані до централізованої мережі.

3. Генерація та акумулювання електроенергії повинно бути належним чином збалансоване з урахуванням необхідних вимог забезпечення графіка навантаження.

4. Економічно вигідна експлуатація забезпечується визначенням графіком генерації електроенергії, ефективним розподілом потужності та оптимізацією потоків енергії різних джерел.

5. Безпека системи підтримується шляхом аналізу наслідків аварій (відключень), можливих при даному режимі функціонування. Необхідно враховувати особливості роботи MicroGrid у аварійному режимі при зниженні навантаження шляхом обмеження або вимикання деяких компонентів системи, виходячи з вимог споживача.

6. Тимчасовий дисбаланс між генерацією і навантаженням повинен вирівнюватися шляхом динамічного прогнозування узгодження графіка навантаження з економічно обґрунтованим обсягом генерації системи, в тому числі і шляхом залучення користувача до управління попитом, в першу чергу через прийняття рішень щодо додаткової генерації або зменшення споживання в пікові періоди роботи MicroGrid.

7. Організація функціонування MicroGrid, якісного енергоменеджменту, захисту і контролю поведінки системи повинна базуватись на використанні телекомунікаційних інфраструктур з відповідними протоколами збору, обробки та передачі інформації.

Математичні методи оптимізації, які використовуються при проектуванні і моделюванні роботи електроенергетичних систем, також знайшли своє застосування і для MicroGrid. Аналогічно їх можна розділити, згідно класифікації, яка наведена нижче.

Методи лінійного програмування. В роботі [24] в рамках багатоцільової оптимізації розглядається сценарій, коли MicroGrid може функціонувати в паралельному режимі. В структуру MicroGrid входять фотоелектричні модулі, вітрові турбіни, електростанції з двигунами внутрішнього згорання, акумуляторні батареї. Крім того робота такої системи передбачає підключення до централізованої електромережі. Потреба в розгляді такого сценарію обумовлена можливими екстремальними факторами роботи, обумовленими порушеннями енергетичного балансу у MicroGrid та недостатньою надійністю джерел електроенергії. В цьому випадку задача управління ефективністю системи являє собою складну задачу багатоцільової оптимізації, для розв'язку якої доцільно використання методу лінійних зважених сум, який належить до інструментарію лінійного програмування, і дає можливість трансформувати її в одноцільову задачу оптимізації.

В роботі [25] розглядається система управління потоками енергії для забезпечення добового графіка навантаження з метою оптимізації експлуатаційних витрат MicroGrid на основі фотоелектричних модулів, які виконують функцію локальних джерел електроенергії. Запропоновані принципи оптимізації ґрунтуються на методах лінійного програмування поряд з евристичними методами. Огляд евристичних методів оптимізації буде викладено нижче, проте в заданому контексті необхідно зауважити, що отримані в цьому дослідженні результати продемонстрували можливість загального підвищення ефективності процесу оптимізації за рахунок комбінації різних алгоритмів функціонування елементів MicroGrid.

В роботі [26] автори постулюють, що для оптимізації функціонування та управління MicroGrid можливо використовувати систему цільових функцій, в якій оптимізується кожна окрема цільова функція, зокрема функції: "високої надійності для споживача", яка включає в себе термін експлуатації мережі, витрати на технічне обслуговування, наявність інтелектуальних вимірювальних пристроїв; "забезпечення користувачу найнижчої кінцевої ціни на електроенергію". Інструментарій лінійного програмування використовується для дослідження функції "високої надійності для споживача". Велика кількість компонентів мережі впливають на показники надійності в цілому. Ідея полягає в тому, що без детального врахування кожного компонента системи коректний опис MicroGrid неможливий. Тому деякі автори пропонують використовувати інтелектуальні давачі, які спроможні передбачати деякі порушення роботи в мікромережі та лінійні вимикачі, які зможуть обмежити поширення таких побічних ефектів на MicroGrid в цілому. Таким чином в описаному підході цільова функція надійності коректно максимізується шляхом звуження граничних обмежень, які накладаються на функцію, що оптимізується, як використанням інтелектуальних давачів, так і лінійних вимикачів. Цей приклад показує ефективність використання методів лінійного програмування шляхом зведення нелінійних граничних умов до лінійної конфігурації за допомогою використання апаратних компонентів для спрощення пошуку оптимуму заданої цільової функції.

Методи нелінійного програмування не знайшли широкого використання в оптимізаційних задачах для MicroGrid. В той же час, стохастичні методи програмування були описані при використанні модифікованої теорії ігор для знаходження оптимальних

значень заданої цільової функції в обмеженому просторі пошуку. Прикладом застосування стохастичних методів оптимізації для MicroGrid є робота [27], в якій розглядалися алгоритми оптимізації на основі теорії ігор. Основна мета цієї роботи полягала в одержанні узагальненого формулювання оптимальної робочої стратегії та економічної схеми оптимізації поруч зі зменшенням шкідливих викидів у атмосферу, які спричинені роботою двигунів внутрішнього згорання та паливних елементів. Поставлена задача формулюється у вигляді нелінійної задачі умовної оптимізації для того, щоб звести до мінімуму функцію вартості системи при обмеженнях, обумовлених попитом споживачів та безпекою системи з врахуванням витрат на експлуатацію, технічне обслуговування та зменшення шкідливих викидів. MicroGrid, для якої здійснюється така оптимізаційна задача, складається з вітрової турбіни, мікротурбіни, електростанції з двигуном внутрішнього згорання, фотоелектричних елементів, паливного елементу та акумулюючих пристроїв.

В роботі [28] представлена стохастична оптимізація на основі методу Монте-Карло як еталонного методу, який порівнювався з функціонуванням MicroGrid, модель роботи якої була реалізована на основі евристичного алгоритму.

Евристичні методи оптимізації для MicroGrid. Генетичний алгоритм (GA), алгоритм оптимізації мурашиної колонії (ACO), алгоритм методу рою частинок (PSO), які належать до евристичних методів оптимізації, були успішно використані для оптимізації роботи MicroGrid. В [29] був запропонований поліпшений GA для MicroGrid за рахунок його комбінації з методом імітації відпалювання для прискорення збіжності розв'язку оптимізаційної задачі. Мета роботи полягала в тому, щоб мінімізувати вартість функціонування ізольованої MicroGrid, що давало можливість одержувати максимальний прибуток при приєднанні до загальної мережі. Крім того, в роботі [30] був описаний багатоцільовий генетичний алгоритм для планування оптимального розміщення елементів розподіленої генерації (DG) та додаткових з'єднань системи між радіальними живлячими лініями для поліпшення надійності автономного функціонування MicroGrid. Автори за допомогою модельного аналізу системи запропонували алгоритм самонавчання (прогнозування поведінки) для зменшення часу комп'ютерних обчислень. Робота [31] присвячена моделюванню роботи MicroGrid, що складалася з вітротурбіни, фотобатарей, паливного елементу та мікротурбіни. В цій статті автори розглядали різні обмеження, що ґрунтуються на особливостях вартості використання обладнання та забезпечення графіка навантаження (прогнозування навантаження) і зміни погодних умов (прогнозування енергетичного потенціалу вітру і сонця) на основі використання GA для знаходження оптимального розв'язку при детерміновано обраному модельному ряді джерел та співвідношеннях установлених потужностей джерел.

Для оптимізації функціонування MicroGrid були також використані оптимізаційні еволюційні алгоритми [32]. Запропонована оптимізаційна стратегія управління роботою автономної MicroGrid, мета якої була сфокусована на можливостях мінімізації повної вартості функціонування при мінімізації шкідливих викидів в атмосферу і припущенні, що залучені поновлювані джерела енергії використовуються максимально ефективно. Для цього використаний еволюційний алгоритм, що здатний автоматично підлаштовуватися для пошуку оптимальних рішень для MicroGrid.

Використання диференціального еволюційного методу для оптимізації функціонування MicroGrid запропоноване у [33]. Була запропонована цільова функція вартості, яка враховує вартісне оцінювання шкідливих викидів у довкілля, а також поточні витрати на функціонування та технічне обслуговування. Алгоритм, який був використаний у цьому випадку, враховував зміну графіка навантаження у часі з відповідною зміною рівня заряду акумуляторів. З іншого боку використовувалися центральні контролери для відповідного реагування на змінні функціонування: погодні умови, інтенсивність сонячної радіації, швидкість вітру, експлуатаційні витрати. Особливості оптимізації обміну електроенергією між MicroGrid і загальною мережею з використанням еволюційного алгоритму показані у роботі [34]. Серед імітаційних методів для розв'язання задач оптимізації функціонування MicroGrid знайшов використання метод, що базується на алгоритмі АСО. Цей алгоритм є вдосконаленим методом графів для знаходження оптимального розв'язку цільової функції при заданих обмеженнях і дозволяє знаходити розв'язок шляхом незначної кількості реалізацій при наявності сукупності обмежень.

Для пошуку розв'язку багатокритеріальних цільових функцій при заданому просторі обмежень в MicroGrid найбільшої популярності серед евристичних оптимізаційних методів набув метод АСО та PSO [35,36,37]. Опис структури керуючого контролера для диспетчерського управління в MicroGrid при заданих обмеженнях та критеріях, які включають в себе екологічні вимоги, доступність до первинного палива джерел та економічну ефективність представлено на основі методів АСО та PSO. Для підвищення надійності існуючої архітектури MicroGrid запропоновано підхід, що враховує граничні умови шляхом застосування штрафних функцій. Доведено, що порівняно з методами динамічного програмування, PSO дає можливість отримати кращі результати.

Модель, за допомогою якої стало можливим визначити багатоцільовий оптимум для функціонування MicroGrid по відношенню до графіка навантаження з урахуванням екологічних вимог представлено у [38]. На результати моделювання впливають випадкові змінні, які характеризують погодні умови, кількість викидів у атмосферу, вартість функціонування системи та підтримки її роботоздатності, вартість початкових капітальних витрат (start-up) та базова потужність.

Цікаві результати показані у роботі [39]. Оптимізація MicroGrid заснована на використанні методу PSO для локальних джерел розподіленої генерації DER, що складається з паливних елементів, мікротурбін, сонячних батарей, вітрогенераторів та накопичувачів електроенергії. Метод PSO був порівняний зі стохастичними методами оптимізації. Автори виходили з того, що MicroGrid, які містять DER не наносять шкоди оточуючому середовищу та збільшують загальну енергетичну ефективність мереж. Своїх переваг MicroGrid може досягти у випадку, коли DER характеризується оптимальною структурою та розташуванням джерел. При цьому метод PSO виявився найбільш ефективним для оптимізації розміру та розташування DER у вузловій мережі, що підтверджується досягненням максимальної економічної переваги внаслідок зменшення втрат у мережах. Також встановлено, що введення нового елементу DER у систему може впливати на безпеку та надійність функціонування MicroGrid і буде залежати від типу та положення доданого елементу у об'єднаній системі. Отже, результати дослідження залежності втрат у мережах від потужності та розташування DER з використанням методу PSO, одержані на протязі значно

коротшого проміжку часу, необхідного для обчислень і мають значно більшу збіжність, порівняно з іншими стохастичними методами.

Оригінальне рішення запропоноване у [40] для спільного використання мікротурбіни та електростанції з двигуном внутрішнього згорання. На основі методу PSO з урахуванням співвідношень використання первинних палив і шкідливих викидів у атмосферу досліджена радіальна MicroGrid з чотирма DER. Оптимізація була здійснена для умов обмеженої потужності джерел та пропускну здатності мереж. Питанням забезпечення стійкості функціонування MicroGrid, яка працює як в автономному режимі, так і паралельно з мережею присвячена робота [41]. Представлені моделі інвертор, як статичне джерело, LC-фільтр, зв'язана індуктивність, фазове автоматичне підстроювання частоти, лінії навантаження, контролери для управління системою за параметрами мережі (потужністю, струмом та напругою). Задача вибору компонентів MicroGrid і параметрів управління системою була сформульована як оптимізаційна задача, для розв'язку якої був використаний метод PSO, що дало змогу знайти коефіцієнти розподілу потужності в автономному режимі функціонування та оптимальні параметри для LC-фільтра та контролера у випадку включення на паралельну роботу MicroGrid з загальною мережею.

Висновки. З наведеного аналізу літературних джерел видно, що для проектування та забезпечення ефективного функціонування MicroGrid придатні до застосування як традиційні, так і сучасні евристичні методи оптимізації. Однак, як свідчать одержані результати математичного моделювання, евристичні методи оптимізації виявилися більш прийнятними для знаходження оптимальних значень цільових функцій, що пов'язано з доведеними перевагами евристичних методів над традиційними методами оптимізації, зокрема пошуку мінімальних або максимальних значень багатокритеріальних цільових функцій.

Серед евристичних методів найбільш популярними в задачах оптимізації стали методи ACO та PSO. Як зазначено вище, метод ACO дозволяє знаходити оптимальний розв'язок за короткий проміжок часу при наявності складних обмежень. Разом з тим, метод PSO дозволяє одержувати розв'язки на значно коротшому інтервалі часу і характеризується підвищеною стійкістю до збіжності результатів, дозволяє знаходити оптимальний розв'язок з меншою кількістю вихідних параметрів, характеризується більшою варіативністю порівняно з іншими евристичними чи традиційними методами.

Список використаних джерел

1. Інтелектуальні електричні мережі: світовий досвід і перспективи України / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, А. В. Праховник, С. П. Денисюк // Праці Ін-ту електродинаміки НАН України : спец. вип. Ч. 1. К., 2011. - С. 5-20.
2. Grid 2030: A National Version for Electricity's Second 100 Years // Office of Electric Transmission and Distribution United State Department of Energy, July 2003.
3. Abinash Singh, Balwinder Singh Surjan MICROGRID: A REVIEW International Journal of Research in Engineering and Technology Volume: 03 Issue: 02 | Feb-2014.
4. Huang, A.Q. , Baliga, J. FREEDM System: Role of power electronics and power semiconductors in developing an energy internet / Power Semiconductor Devices & IC's, 2009. ISPSD 2009. 21st International Symposium on Barcelona, 14-18 June 2009, p.9-12, IEEE.
5. Yi Xu , Jianhua Zhang ; Wenye Wang ; Juneja, A. etc. Energy router: Architectures and functionalities toward Energy Internet /Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2011 IEEE International Conference on Brussels, 17-20 Oct. 2011, p.31 - 36, IEEE.

6. Smart Grid European Technology Platform for Electricity Networks of the Future. European Commission, 2005. [Electronic resource] Mode of access: <http://www.smartgrds.eu/>
7. J. K. Delson and S. M. Shahidehpour, "Linear programming applications to power system economics, planning and operations," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 7, no. 3, pp. 1155–1163, 1992.
8. C. N. Kurucz, D. Brandt, and S. Sim, "A linear programming model for reducing system peak through customer load control programs," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 11, no. 4, pp. 1817–1824, 1996.
9. H. M. Khodr, J. F. Gomez, L. Barnique, J. H. Vivas, P. Paiva, J. M. Yusta, and A. J. Urdaneta, "A linear programming methodology for the optimization of electric power-generation schemes," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 17, no. 3, pp. 864–869, 2002.
10. N. Alguacil, A. L. Motto, and A. J. Conejo, "Transmission expansion planning: amixed-integer lp approach," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 18, no. 3, pp. 1070–1077, 2003.
11. F. G. M. Lima, F. D. Galiana, I. Kockar, and J. Munoz, "Phase shifter placement in large-scale systems via mixed integer linear programming," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 18, no. 3, pp. 1029–1034, 2003.
12. F. Soudi and K. Tomsovic, "Optimized distribution protection using binary programming," Power Delivery, IEEE Transactions on, vol. 13, no. 1, pp. 218–224, 1998.
13. J. Nocedal and S. Wright, Numerical optimization. Springer verlag, 1999.
14. D. Pudjianto, S. Ahmed, and G. Strbac, "Allocation of var support using lp and nlp based optimal power flows," Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings-, vol. 149, no. 4, pp. 377–383, 2002.
15. A. Ramos, I. J. Perez-Arriaga, and J. Bogas, "A nonlinear programming approach to optimal static generation expansion planning," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 4, no. 3, pp. 1140–1146, 1989.
16. W. Hua, H. Sasaki, J. Kubokawa, and R. Yokoyama, "An interior point nonlinear programming for optimal power flow problems with a novel data structure," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 13, no. 3, pp. 870–877, 1998.
17. R. A. Gallego, A. J. Monticelli, and R. Romero, "Optimal capacitor placement in radial distribution networks," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 16, no. 4, pp. 630–637, 2001.
18. E. Diaz-Dorado and J. C. Pidre, "Optimal planning of unbalanced networks using dynamic programming optimization," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 19, no. 4, pp. 2077–2085, 2004.
19. W. J. Hobbs, G. Hermon, S. Warner, and G. B. Shelbe, "An enhanced dynamic programming approach for unit commitment," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 3, no. 3, pp. 1201–1205, 1988.
20. S. Kannan, S. M. R. Slochanal, and N. P. Padhy, "Application and comparison of metaheuristic techniques to generation expansion planning problem," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 20, no. 1, pp. 466–475, 2005.
21. M. Mohammadi, S. Hosseini, and G. Gharehpetian, "Ga-based optimal sizing of microgrid and dg units under pool and hybrid electricity markets," International Journal of Electrical Power and Energy Systems, vol. 35, no. 1, pp. 83 – 92, 2012.
22. R. Hassan, B. Cohan, O. De Weck, and G. Venter, "A comparison of particle swarm optimization and the genetic algorithm," in Proceedings of the 1st AIAA Multidisciplinary Design Optimization Specialist Conference, 2005.
23. L. Arya, L. Titare, and D. Kothari, "Improved particle swarm optimization applied to reactive power reserve maximization," International Journal of Electrical Power and Energy Systems, vol. 32, no. 5, pp. 368 – 374, 2010.
24. Cheng-Shan WANG, Bo YU, Jun XIAO, Li GUO, "Multiscenario, Multi-objective Optimization of Grid-Parallel Microgrid", Proceedings of 4th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT), 2011, 6-9 July 2011, pp. 1638 – 1646.
25. Sudipta Chakraborty, M. Godoy Simoes, "PV-Microgrid Operational Cost Minimization by Neural Forecasting and Heuristic Optimization", IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Edmonton, Alberta, Canada, 5-9, October 2008.
26. Dr. Péter Kádár, "Multi Objective Optimization of Smart Grid Structure", Proceedings of 15th International Conference on Intelligent System Applications to Power Systems, Curitiba, Brazil, 8-12 November, 2009, pp. 1 – 5.
27. Faisal A. Mohamed, Heikki N. Koivo, "Multiobjective optimization using modified game theory for online management of microgrid", European Transaction of Electrical Power, January, -2011, Vol-21, Issue-1, pp. 839-854.
28. C. Rueda-Medina, A. Padilha-Feltrin, "Pricing of Reactive Power Support Provided by Distributed Generators in Transmission Systems", Proceedings of IEEE PES Anchor Conference, Trondheim PowerTech 2011, 19-23 June, 2011, pp. 1 – 7.

29. H.Z. Liang, H.B. Gooi, "Unit Commitment in Microgrids by Improved Genetic Algorithm", Proceedings of International Symposium on Parameterized and Exact Computation (IPEC 2010) , 25-27 August ,2010, pp. 842 -847.
30. J. Giráldez, A. Jaientilal, J. Walz, S. Suryanarayanan, S. Sankaranarayanan, H. E. Brown, E. Chang, "An Evolutionary Algorithm and Acceleration Approach for Topological Design of Distributed Resource Islands", IEEE Conference PowerTech, 2011, Trondheim , Norway 19–23 June, 2011 pp. 1 – 8.
31. Qijun Deng, Xing Gao, Hong Zhou , Wenshan Hu, "System modeling and optimization of microgrid using Genetic Algorithm", Proceedings of 2nd International Conference on Intelligent Control and Information Processing (ICICIP), 2011, Volume: 1 , Date: 25-28 July, 2011 , pp. 540 – 544.
32. S. Conti, S.A. Rizzo, "Optimal Control to Minimize Operating Costs and Emissions of MV Autonomous Micro-Grids with Renewable Energy Sources", Proceedings of International Conference on Clean Electrical Power, 2009 , 9-11 June, 2009, pp. 634 – 639.
33. H. Vahedi, R. Noroozian, S. H. Hosseini, "Optimal Management of MicroGrid Using Differential Evolution Approach", Proceedings of 7th European International Conference on Energy Market (EEM- 2010), 23-25 June, 2010, Spain, pp. 1 – 6.
34. Mirosław Parol, Tomasz Wójtowicz, "Optimization of Exchange of Electrical Energy between Microgrid and Electricity Utility Distribution Network", Proceedings of the International Symposium on Modern Electric Power Systems (MEPS), Poland , Date: 20-22 September, 2010 pp. 1 – 6.
35. C.M. Colson, M.H. Nehrir, C. Wang., "Ant Colony Optimization for Microgrid Multi-Objective Power Management", Proceedings of IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition, 2009, (PSCE '09), 15-18 March 2009, pp. 1-7.
36. C.M. Colson, M.H. Nehrir, S. A. Pourmousavi, "Towards Realtime Microgrid Power Management using Computational Intelligence Methods", Power and Energy Society General Meeting, 2010 IEEE, Date: 25-29 July, 2010, pp. 1 – 8.
37. Joydeep Mitra, Shashi B. Patra, Satish J. Ranade, "Reliability Stipulated Microgrid Architecture Using Particle Swarm Optimization", Proceedings of 9th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems, KTH, Stockholm, Sweden - June 11-15, 2006.
38. Faisal A. Mohamed, Heikki N. Koivo, "Online Management of MicroGrid with Battery Storage Using Multi-objective Optimization", Proceedings of International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives, (POWERENG 2007), Date: 12-14 April 2007, pp. 231 – 236.
39. A.K. Basu, A. Bhattacharya, S.P. Chowdhury, S. Chowdhury, P.A. Crossley, "Reliability study of a Micro grid system with optimal sizing and placement of DER", CIRED Seminar 2008: Smart Grids for Distribution Paper No 127, Frankfurt, 23 - 24 June 2008.
40. A. K. Basu, S. Chowdhury, S.P. Chowdhury, "Operational Management of CHP-Based Microgrid", Proceedings of International Conference on Power System Technology (POWERCON- 2010), 24-28 October, 2010, pp. 1 – 5.
41. M. A. Hassan and M. A. Abido, "Optimal Design of Microgrids in Autonomous and Grid-Connected Modes Using Particle Swarm Optimization", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 26, No. 3, March, 2011, pp. 755 – 769.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (MicroGrid) НА ОСНОВЕ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

КАПЛУН В.В.¹, КРАВЧЕНКО О.П.¹, ВАСИЛЕНКО В.В.², МАКАРЕВИЧ С.С.²,
КАПЛУН Р.В.¹

Київський національний університет технологій та дизайну¹,

Національний університет біоресурсів та природокористування України²

Цель. Анализ и обоснование выбора методов математического моделирования и многокритериальной оптимизации функционирования микроэнергетических систем с источниками распределенной генерации с учетом графиков нагрузки, качества электрической энергии, надежности работы и условий эксплуатации.

Методика. Использование многими исследователями различных методов математического моделирования для описания эффективности и надежности работы MicroGrid базируется на разном представлении о выборе архитектуры и распределения потоков электроэнергии, а также информации о текущем состоянии всех ее узлов и агрегатов. Целесообразность избрания того или иного метода заключается в возможности моделировать

динамическое управление генерацией и электропотреблением, прогнозирования поведения системы в пиковые периоды.

Результаты. Полученные рекомендации о предоставлении преимуществ математическому моделированию MicroGrid с использованием эвристических методов оптимизации, таких как ACO и PSO, которые дают возможность получать решения на значительно более коротком интервале времени и характеризуются повышенной устойчивостью к сходимости результатов.

Научная новизна. Анализ полученных результатов математического моделирования функционирования MicroGrid при поиске минимальных или максимальных значений многокритериальных целевых функций позволил установить преимущества методов ACO и PSO для оптимизационной процедуры с меньшим количеством выходных параметров, большей вариативностью по сравнению с другими эвристическими или традиционными методами.

Практическая значимость. Использование эвристических методов оптимизации ACO и PSO позволяет получать решения на значительно более коротком интервале времени и характеризуется повышенной устойчивостью к сходимости результатов при моделировании MicroGrid с источниками распределенной генерации.

Ключевые слова: микроэнергетическая система, MicroGrid, источники распределенной генерации, методы многокритериальной оптимизации.

ANALYSIS METHOD FOR OPTIMIZING MICRO ENERGY SYSTEMS (MicroGrid) BASED ON THE DISTRIBUTED ENERGY SOURCES

KAPLUN V.¹, KRAVCHENKO O.¹, VASILENKO V.², MAKAREVICH S.², KAPLUN R.¹
*Kyiv National University of Technologies and Design¹,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine²*

Purpose. Analysis and rationale for the selection of methods of mathematical modeling and multi-criteria optimization operation of micropower systems with distributed generation sources considering the energy consumption schedules, quality of electric power, reliability and operating conditions.

Methodology. The use of many researchers of different methods of mathematical modeling to describe the efficiency and reliability of MicroGrid based on different ideas about the choice of architecture and flow distribution of electricity, as well as information about the current state of all its components and assemblies. The expediency of the election of a particular method is the ability to model the dynamic management of the generation and power consumption, forecasting the behavior of the system during peak periods.

Findings. The resulting recommendations are giving possibility mathematical modeling of MicroGrid using heuristic optimization techniques, such as ACO and PSO, which make it possible to obtain solutions at a significantly shorter time interval and characterized by an increased resistance to the convergence of the results.

Originality. Analysis of the results of mathematical modeling of functioning MicroGrid when searching for the minimum or maximum values multicriteria objective functions it possible to establish the benefits of ACO and PSO methods for the optimization procedure with fewer output parameters, greater variability compared with other heuristics or traditional methods.

Practical value. The use of heuristic optimization methods ACO and PSO allows to obtain solutions at a significantly shorter time interval and is characterized by an increased resistance to convergence results when modeling MicroGrid with sources of distributed generation.

Keywords: micro energy system, MicroGrid, distributed energy sources, methods of multi-criteria optimization.

УДК 677.055.621

БЕРЕЗІН Л.М., КОВАЛЬОВ Ю.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ

Мета. Розвиток методології розв'язку прикладних задач оцінки діючого та забезпечення заданого рівня надійності обладнання, інформаційною основою яких слугують результати експлуатаційних спостережень.

Методика. Використано сучасні методи розрахунків надійності деталей машин загального призначення за міцністю в детермінованій та імовірнісній постановках, методи випробувань на надійність, галузеві технічні матеріали з оцінки експлуатаційної надійності обладнання та інші нормативно-технічні документи.

Результати. Запропоновано методологічний підхід до використання даних експлуатаційних спостережень обладнання в розрахунках довговічності та надійності деталей на етапі проектування нових моделей при умові спадковості конструкцій. Представлені основні положення визначення причин відмов обладнання в процесі експлуатації з метою вибору дій по їх усуненню.

Наукова новизна. Досліджена можливість використання хронометричних даних про експлуатаційні відмови обладнання в розрахунках довговічності і надійності при проектуванні нових конструкцій та прототипів.

Практична значимість. Застосування даних експлуатаційних спостережень при модернізації діючих та створенні нових зразків обладнання дозволяє замінити довготривалі та витратні стендові випробування з достатньою для етапу проектування точністю.

Ключові слова: надійність, довговічність, експлуатаційні спостереження, крива втомленості, проектування

Вступ. Однією з головних ознак якості технологічного обладнання є його надійність - властивість обладнання зберігати протягом часу в заданих межах всі параметри, які забезпечують виконання потрібних функцій в заданих умовах експлуатації. Недостатня надійність обладнання призводить до зниження якості виробів, що виготовляються, до значних витрат на обслуговування та ремонт, простою обладнання, до матеріальних та трудових втрат. Переважна більшість видань по надійності має математичну вузьку спрямованість з використанням різноманітних розрахунків та методів випробувань на надійність [1-6]. Спільною рисою цих робіт є відсутність комплексного використання емпіричних даних про строк служби обладнання та його складових, які отримуються в процесі експлуатації. Наявні джерела інформації з експлуатаційних випробувань переважно присвячені кількісній оцінці показників надійності діючого обладнання без встановлення причин відмов та їх впливу на надійність. Дана стаття спрямована на усунення цієї прогалини.

Постановка завдання. Метою статті є подальший розвиток теорії і методології розв'язку прикладних задач оцінки діючого та забезпечення заданого рівня надійності, інформаційною основою яких слугують результати експлуатаційних спостережень.

Обчисленню підлягають циклічна довговічність, яка опосередковано зв'язана з ресурсом деталі, та границя її обмеженої втомленості. Результати роботи представлені на прикладі стержньових елементів панчішно-шкарпеткових автоматів (ПША) як найбільш складного технологічного обладнання галузі.

Результати досліджень. Експлуатаційні спостереження обладнання першочергово пов'язують з визначенням рівня надійності обладнання в умовах реального виробництва. Основними перевагами аналізу надійності обладнання за даними експлуатаційних спостережень є незначна вартість випробувань та повна відповідність результатів експерименту умовам експлуатації.

Для нормативного забезпечення методів, заходів та засобів вимірювання, спрямованих на досягнення необхідного рівня надійності, використовується система стандартів «Надійність у техніці», яка відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 8402-86. З чотирьох властивостей, що характеризують надійність технологічного обладнання, найбільш важливою є довговічність - властивість обладнання тривало зберігати працездатність до граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування та ремонтів. Під граничним станом обладнання розуміють неможливість його подальшої експлуатації через критичну інтенсивність відмов та зниження ефективності роботи. Кількісна оцінка довговічності об'єктів за результатами випробувань та розрахунків визначається за показниками, формули та особливості обчислень яких наведені в [7]. В машинобудуванні стандартами регламентується послідовність збору та обробки експлуатаційної інформації [8], форми обліку та методи оцінки інформації з надійності обладнання в експлуатації [9]. Керівним галузевим матеріалом є положення [10], де представлена система збору та обробки інформації про надійність як сукупність організаційно-технічних заходів.

У відповідності до вимог вибір номенклатури нормованих показників надійності виконують за таблицею за спеціально складеним шифром обладнання [11]. Наприклад, для ПША маємо шифр 2424, за нормовані показники - коефіцієнт готовності, наробіток на відмову та середній час відновлення працездатності механізму.

Галузеве технологічне обладнання відносять до об'єктів, які відновлюються, тобто підлягають ремонту. Для них з п'яти основних планів проведення спостережень приймають план $[N, R, r]$. Згідно з цим планом спостереженню підлягають N об'єктів; об'єкти або їх складові одиниці, які відмовили, замінюють новими або відновлюють; спостереження тривають до досягнення r відмов або граничних станів. Вибір зони спостереження полягає в визначенні кількості об'єктів N , які поставлено на експлуатаційне випробування. Число об'єктів спостереження N обмежується з одного боку тривалістю випробування, а з іншого - повнотою та достовірністю інформації, яку отримують. Для скорочення терміну випробувань доцільно розширювати зону спостережень, але збільшення кількості об'єктів спостереження обмежується інтервалом часу між двома суміжними відмовами, за який необхідно встановити місце та причину відмови, час відновлення працездатності об'єкту з занесенням необхідної інформації до первинних документів. Мінімальне число відмов r визначають за таблицями [11] в залежності від заданої похибки середнього значення показника надійності з певними імовірністю та коефіцієнтом варіації.

Обробка експлуатаційної інформації включає наступні етапи [12]:

- систематизація експлуатаційних даних;
- їх первинна обробка;
- визначення закону розподілу випадкової величини (наробіток на відмову , часу відновлення тощо);
- визначення числових значень показників надійності.

Найбільш повно розрахункові формули, які призначені для визначення точкових оцінок та інтервалів показників надійності за параметрами експоненціального, Вейбула, нормального та логарифмічно-нормального законів розподілу для різних планів досліджень приведені в [13].

Вважається, що методологія кількісної оцінки експлуатаційної надійності машин достатньо відпрацьована, якщо основною задачею є визначення дійсних значень показників надійності. Проте навіть при наявності методичних вказівок [14], системність по визначенню причин відмов обладнання в процесі експлуатації відсутня, оскільки в кожному конкретному випадку необхідно враховувати технологічні та технічні особливості об'єктів дослідження. Авторами пропонується вибір дій в послідовності наслідок – причина, тобто шляхом зворотним виникненню, розвитку та прояву відмови.

Факт відмови доцільно встановлювати у відповідності до критеріїв відмов та граничних станів, які наводяться в нормативно-технічній або конструкторській документації на конкретний тип обладнання. Однакові зовнішні прояви відмов (злом, знос, тріщини тощо та мішані) можуть бути наслідком відмов різного характеру, що значно ускладнює діагностику причин.

Найбільш відповідальним є етап визначення механізму (процесу руйнування) відмови. Перелік можливих механізмів відмов складають до спостереження обладнання в виді класифікаторів механізмів відмов різного характеру. Найбільш поширеними вважаються втомленісні зломи деталей, таблиця-класифікатор яких [5], дозволяє визначити вид злому, оцінити величину робочих навантажень, конструктивні особливості деталей, які спонукають до розвитку втомленісних зломів. Окрім визначення причин відмов, отриману інформацію можна застосовуватися при розробці заходів по зменшенню руйнувань обладнання.

За причиною виникнення відмови поділяють на конструктивні, виробничі та експлуатаційні. Оскільки конструктивні відмови зумовлені помилками при проектуванні, порушенні норм та правил проектування, тобто розповсюджуються на всю сукупність вироблених машин даного типу, причини саме цих відмов встановлюються в ході експлуатаційних спостережень та усуваються при удосконаленні обладнання. Приклад аналізу конструктивних причин відмов в'язальних голок ПША за експлуатаційною інформацією представлено в [12]. За результатами класифікаційно-діагностичної обробки даних встановлено, що більшість відмов голок припадає на втомленісні руйнування їх гачків (для голок поз.0-1305 – 65%; поз.0-1306 – 76%; поз.0-1308 – 85%). Фрактографічний аналіз поверхонь злому гачків голок та класифікація втомленісних зломів, дозволили становити місце зародження втомленісної тріщини (з внутрішньої сторони гачка біля початку його згину), оцінити вид навантаження (двосторонній згин з розтягом), ознаки її величини (помірне та високе номінальне напруження). Це підтверджує, що втомленісний вид відмов є результатом багаторазових знакозмінних ударів та відбиття хвиль в голці.

Питання функціональної надійності обладнання, яка передусім впливає на якість виробів, розглянуті на прикладі експлуатаційних спостереженнях плоско в'язальних машин серійного виробництва. До технологічних відмов, які пов'язані з наднормативними відхиленнями структурних параметрів трикотажу, відносили поперечну нерівномірність структури петель (зебристість), поперечні та повздовжні полоси, різну щільність вертикальних та горизонтальних петель, невідповідність виробу за розмірами та формою, дефекти пряжі тощо, які встановлювали в процесі суцільного контролю виробів візуально та з використанням трафаретів і лекал. Розподіл відмов по видах цієї групи наступний: на відхилення довжини нитки в петлі припадає 37% відмов, на відхилення довжини та ширини виробу – 17%, поперечна нерівномірність структури петель (зебристість), скидання петельного ряду або окремої петлі становить 12%, до інших належить розрідженість петель по краях, деформація еластичної нитки через неузгодженість щільності в'язання на гольниках, затяжки волокон ниток тощо. В 32% обриви ниток виникають через дефекти пряжі (вузли, шишки, не пропряди тощо), більше 50% обривів ниток спричиняють зрив виробів. Технологічні відмови найбільше впливають на коефіцієнт готовності плоско в'язальних машин, як за кількістю відмов (39% від загальної), так і за тривалістю простоїв, оскільки усунення причин дефектності, пов'язано з пошуком неполадок і наступними регулюваннями.

Якщо дані експлуатаційних спостережень при оцінці надійності діючого обладнання є складовою системи експериментальних досліджень, то використання їх для прийняття конструкторських рішень на основі розрахунків на етапі проектування відсутні. Актуальність таких розрахунків підтверджується сучасною закономірністю промислового виробництва порівняно не чисельних партій обладнання або їх модернізації, коли натурні випробування є довготривалими та витратними.

Пропонується для локального удосконалення обладнання, яке спрямовано на усунення або значне скорочення кількості втомленісних відмов з наступною оцінкою реалізованих заходів, використовувати відомості з експлуатаційної надійності їх прототипів. Розрахунок втомленісної довговічності базується на залежності між еквівалентним напруженням $\sigma_{екв_i}$ в небезпечному перерізі деталі та відповідним розрахунковим числом циклів навантаження її до руйнування N_{pi} - рівнянні Велера:

$$N_{p2} = \left(\frac{\sigma_{екв1}}{\sigma_{екв2}} \right)^m \cdot N_{p1} \quad (1)$$

де m - параметр, який враховує нахил робочої ділянки кривої втомленості деталі; i - індекс параметру до ($i = 1$) та після ($i = 2$) удосконалення. Досліджували ресурс T_{pi} як сумарний час в годинах безвідмовної роботи голки до втомленісного руйнування. Число ударів п'ятки голки (циклів навантаження) при взаємодії з усіма клинами замкової системи на робочих швидкісних режимах виготовлення різних ділянок виробу обчислювали за формулою:

$$N_{pi} = 60T_{pi}n_i(N_I + N_{II} + N_{III}), \quad (2)$$

де n_i , - частота обертання голкового циліндру при виготовленні різних ділянок виробу;

N_I, N_{II}, N_{III} - число ударів голки з підйомним, кулірним та підкулірним клинами за один оберт голкового циліндру. Розрахунку N_I, N_{II}, N_{III} передував аналіз траєкторії руху п'ятки голки по клинам в в'язальних системах.

Положення розрахунку також справедливі для оцінки заходів комплексної модернізації при зміні кутів нахилу клинів та їх кількості в системах, жорсткісних C_{np} та інерційних m_{np} параметрів голок або клинів тощо. Реалізація методу можлива при наявності значного об'єму хронометражних даних експлуатаційних спостережень, а також при проектуванні в'язальних механізмів перспективних моделей автоматів з спадковістю конструкцій. Оскільки результати розрахунку є детерміновані і наближені, то запропонований підхід доцільно застосовувати на стадії попереднього розрахунку.

Основною ланкою типових розрахунків довговічності деталей в імовірнісній постановці є залежність між значеннями границі обмеженої втоми деталі $\bar{\sigma}_{-1DN_i}$ від відповідної циклічної довговічності N_{pi} . Прийнята до проектування довговічність N_{pi} по втомленісній міцності деталі досягається у випадках забезпечення еквівалентних напружень в небезпечному перерізі нижче від $\bar{\sigma}_{-1DN_i}$. Реалізацію розрахунку виконували на прикладі в'язальних голок – стержньових елементів складної форми, які є критеріальними за розмірами.

Прийнятність стосовно голок загальних положень типових розрахунків на втомленісню довговічність деталей машин обмежена:

- відсутністю параметрів втомленості голок (границі втомленості деталі σ_{-1D} , абсциси точки перегину кривої втомленості N_G та параметру m);
- складністю урахування конструктивних і технологічних особливостей голки при визначенні загального коефіцієнту зниження границі втомленості K (границя втомленості деталі натуральних розмірів σ_{-1D} звичайно в 2...6 раз менше границі втомленості матеріалу σ_{-1} деталі), що може призвести до значних похибок при обчисленні коефіцієнту K .

В залежності від вимог до точності та повноти отриманих характеристик застосовують звичайні методики побудови кривої втомленості за результатами натурних випробувань зразків на стендах. Традиційний підхід побудови робочої ділянки кривої втомленості гачків голок характеризується значною тривалістю та чималими витратами, що унеможливорює його застосування на стадії проектування. Для спрощення отримання графічної залежності $\bar{\sigma}_{-1DN_i} = f(\lg \bar{N}_{pi})$ пропонується використовувати наявні статистичні дані експлуатаційних спостережень про наробітки голок на відмову за критерієм втоми їх гачків. В цьому випадку послідовність побудови кривої втомленості включає наступні етапи:

- отримання на основі розроблених динамічних моделей ударної взаємодії в системі клин - голка - паз циліндру максимальних навантажень на п'ятку голки з урахуванням згину її стержня та повздожньої і згинальної податливостей;
- обчислення еквівалентних напружень в голках за аналізом їх навантаженості за строк служби до руйнування;
- визначення еквівалентних напружень та відповідних чисел циклів навантаження до руйнування;

- побудова робочої вітки кривої втомленості голки, яка характеризує наробітки голок на відмову.

За даними експлуатаційних досліджень ресурсів та результатами динамічного аналізу визначали три пари характеристики навантаженості для голок позицій 0-1305 0-1306 та 0-1308, які мають різні умови навантажень, за якими отримали графічну залежність границі обмеженої втомленості гачків голок σ_{-1DN_i} від їх циклічної довговічності N_{pi} . Складена базова крива втомленості гачків голок відповідає 50% -ій ймовірності їх руйнування. Для визначення $\sigma_{екв}$ з наперед заданою ймовірністю руйнування необхідно вводити в розрахунок умовний коефіцієнт запасу міцності виду:

$$K_{\sigma} = 10^{U_p \sigma_{lg N_p}}, \quad (3)$$

де $\sigma_{lg N_p}$ - середнє квадратичне відхилення логарифму середньої довговічності голки в циклах навантаження, яке також обчислюється за даними експлуатаційних спостережень;

U_p - квантиль нормального розподілу.

Справедливість виконання розрахунків за даними експлуатаційних спостережень підтверджується ймовірністю погодження $P(U = -1,25) = 0,88$ з результатами натурних стендових випробувань.

Криву втомленості, яка є основною ланкою розрахунків, можна використовувати при обчисленні довговічності стержньових елементів за заданими режимами навантаження та розв'язувати на стадії проектування обернену задачу - за заданим рівнем довговічності стержньових елементів розраховувати конструктивні параметри замкової системи в'язального механізму та швидкісні режими ПША.

Висновки.

1. В зв'язку з вищезначеним, експлуатаційні спостереження є необхідною складовою єдиної системи експериментальної оцінки та методів розрахунків характеристик міцності при багато цикловому навантаженні та ресурсу витривалості деталей ПША та іншого технологічного обладнання циклічної дії.

2. Запропоновано методологічний підхід, що сприяє адаптації даних експлуатаційних випробувань обладнання до вибору надійності раціональних конструкторських рішень та технологічних режимів на основі розрахункових рекомендацій за довговічністю.

3. Представлені основні положення визначення причин відмов обладнання в процесі експлуатації з метою вибору дій по їх усуненню з урахуванням їх технічних та технологічних особливостей на прикладі ПША.

4. Оскільки реалізація та точність розрахунків довговічності деталей обладнання в детермінованому та особливо в імовірнісному аспектах залежить від об'єму та достовірності інформації про їх відмови, то доцільним є впровадження експлуатаційних спостережень для накопичення та внесення коректив в базу статистичних даних про строк служби деталей.

Список використаних джерел

1. Проников А. С. Надежность машин / А. С. Проников. – М. : Машиностроение, 1978. – 592 с.
2. Решетов Д. Н. Надежность машин / Д. Н. Решетов, А. С. Иванов, В. З. Фадеев. – М. : Высш.шк., 1988. – 238 с.
3. Когаев В. П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность В. П. Когаев, Н. А. Махутов, А. П. Гусенков. – М. : Машиностроение, 1985. – 224с.
4. Канарчук В. Є. Надійність машин / В. Є. Канарчук, С. К. Полянський, М. М. Дмитрієв. – К. : Либідь, 2003. – 324 с.
5. Гребенник В.М. Надежность металлургического оборудования / В. М. Гребенник, В. К. Цапко. – М. : Металлургия, 1980. – 344 с.
6. Трощенко В. Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов : справочник. В 2-х томах / В. Т. Трощенко, Л. А. Сосновский. – К. : Наукова думка, 1987. – 1315 с.
7. ДСТУ 3433 - 96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. Введ. 01.01.97. – К. : Вид – во стандартів, 1996. – 42 с.
8. РД 50-204-87. Методические указания. Надежность в технике. Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения.
9. ГОСТ 19490-74 Надежность изделий машиностроения. Система сбора и обработки информации. Формы учета результатов обработки эксплуатационной информации. Введ. 01.13.74. – М. : Изд-во стандартов, 1974. – 52 с.
10. РТМ 27 – 72 – 313 – 80. Надежность изделий Минлегпищемаша. Методика сбора и обработки эксплуатационной информации. Введ. 01.07.81. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 69 с.
11. Волощенко В.П. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства / В. П. Волощенко, Б. Ф. Пипа, С. Т. Шипуков. – К. : Техніка, 1977. – 136 с.
12. Березін Л. М. Оцінка довговічності та надійності в'язальних механізмів панчішно-шкарпеткових автоматів: монографія / Л. М. Березін. – К. : КНУТД, 2013. – 191 с.
13. ДСТУ 3433 - 96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. Введ. 01.01.97. – К. : Вид-во стандартів, 1996. – 42 с.
14. Методические указания. Порядок проведения анализа причин отказов изделий. Введ. 01.01.84. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 35с.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

БЕРЕЗИН Л.Н., КОВАЛЕВ Ю.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Развитие методологии решения прикладных задач оценки действующего и обеспечения заданного уровня надежности оборудования, информационной основой которых служат результаты эксплуатационных наблюдений.

Методика. Использовались современные методы расчетов надежности деталей машин по прочности, а также нормативно-технические документы и отраслевые руководящие материалы для оценки эксплуатационной надежности оборудования.

Результаты. Предложен методологический подход к использованию данных эксплуатационных наблюдений оборудования в расчетах долговечности и надежности деталей на этапе проектирования новых моделей при условии конструктивной наследственности.

Научная новизна. Исследована возможность использования хронометрических данных об эксплуатационных отказах оборудования в расчетах долговечности и надежности при проектировании новых конструкций.

Практическая значимость. Использование данных эксплуатационных наблюдений при модернизации действующих и создании новых образцов оборудования позволяет заменить длительные и затратные стендовые испытания с достаточной для этапа проектирования точностью.

Ключевые слова: надежность, долговечность, эксплуатационные наблюдения, кривая усталости, проектирование

OPERATING MONITORING AS INSTRUMENT OF RESEARCH OF EQUIPMENT RELIABILITY

BEREZIN L.M., KOVALEV U.A.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Development of methodology for the applied tasks of evaluation and provide a given level of reliability with the use results of operating monitoring.

Methodology. Use modern methods for the reliability calculations of details strength, standards and industry directions for the evaluation of operating reliability.

Findings. Methodological approach is offered in the calculations of longevity and reliability of details on information of operating monitoring of equipment on the design stage.

Originality. Applicability of chronometric data is investigational about the performance refuse of equipment in the calculations of longevity and reliability at the design stage.

Practical value. During modernization and design of equipment use of information of operating monitoring in exchange to the results of expense stand tests.

Keywords: reliability, longevity, monitoring operation, fatigue curve, design

УДК 677.055

ПІПА Б. Ф., КОВАЛЬОВ Ю. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОЛИКОВИХ КОМПЕНСАТОРІВ ОСЬОВИХ СИЛ КОСОЗУБИХ ПЕРЕДАЧ

Мета. Оцінка ефективності використання роликових компенсаторів осьових сил косозубих циліндричних передач.

Методика. Використані сучасні методи теорії пружності та контактної взаємодії тіл кочення.

Результати. На основі оцінки взаємодії тіл кочення, використаних в якості компенсаторів осьових сил, що виникають в косозубому циліндричному зацепленні, та напружень, що діють в зоні контактної взаємодії робочих тіл компенсаторів з шестернею та зубчастим колесом косозубої передачі, запропоновано нову конструкцію компенсаторів осьових сил. На відміну від відомих компенсаторів осьових сил циліндричних косозубих передач, де в якості робочих тіл використані кульки, запропонована конструкція компенсаторів містить ролики. Використання в якості робочих тіл компенсаторів роликів дозволяє суттєво знизити напруження в зоні взаємодії компенсаторів з шестернею та зубчастим колесом передачі, що призводить до підвищення надійності та довговічності її роботи.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування механічних передач.

Практична значимість. Розробка нової конструкції роликового компенсатора осьових сил косозубих циліндричних передач та інженерного методу вибору його раціональних параметрів.

Ключові слова: косозуба циліндрична передача, роликовий компенсатор осьових сил, контактна взаємодія циліндричного ролика з зубчастим колесом, напруження в зоні контакту ролика з зубчастим колесом.

Вступ. Основним недоліком косозубих циліндричних передач є осьові сили, що виникають при роботі передачі [1-3]. Наявність осьових сил в косозубому зацепленні призводить до додаткових навантажень валів та їх опор (підшипників), що призводить до зниження надійності та довговічності їх роботи [2]. Заміна косозубого циліндричного зацеплення шевронним [3] дозволяє врівноважити осьові сили і, таким чином, усунути зазначений недолік. Але таке конструктивне рішення не завжди доцільне оскільки виготовлення шевронної зубчастої передачі вимагає значно більших затрат, ніж косозубих. Використання кулькових компенсаторів осьових сил косозубих передач зумовлює значні контактні напруження в зоні взаємодії компенсаторів з шестернею та зубчастим колесом передачі [4].

Тому проблема підвищення надійності та довговічності роботи косозубих передач шляхом удосконалення компенсаторів осьових сил є актуальною та своєчасною.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи зубчастих передач шляхом компенсації осьових сил, що виникають в косозубому

зачепленні, завданням досліджень є удосконалення компенсаторів осьових сил зубчастих передач та оцінка ефективності заміни кулькових компенсаторів роликовими.

Результати дослідження. Автори досліджень [4] з метою компенсації осьових сил, що виникають в косозубому зачепленні, пропонують конструкцію косозубої циліндричної передачі з кульковими упорами – компенсаторами осьових сил.

Особливістю проектування запропонованої передачі є забезпечення необхідної контактної міцності пар кільце-кулька і обойма-кулька:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma_H], \quad (1)$$

де σ_{max} , $[\sigma_H]$ - відповідно максимальне та допустиме контактне напруження в зазначених парах.

Згідно з теорією пружності [5, 6] максимальне контактне напруження в зоні взаємодії кульки з жолобчастою опорою знаходиться із умови:

$$\sigma_{max} = 0,365 n_p \sqrt[3]{\frac{F_a \left(\frac{2R_2 - R_1}{R_1 R_2} \right)^2}{\left(\frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2} \right)^2}}, \quad (2)$$

де $n_p = \frac{1}{n_a n_b}$, n_p, n_a, n_b - коефіцієнти, що враховують форму зони контакту тіл, вибираються з таблиць [6] в залежності від співвідношення А/В;

А, В - коефіцієнти рівняння еліпса зони контакту тіл,

$$A = \frac{R_2 - R_1}{2R_1 R_2}; \quad B = \frac{1}{2R_1}; \quad \frac{A}{B} = 1 - \frac{R_1}{R_2}; \quad (3)$$

R_1, R_2 - радіуси відповідно кульки і жолоби канавок кільця і обойми;

F_a - осьова сила;

μ_1, μ_2 - коефіцієнти Пуассона для матеріалів відповідно кульки і жолоби;

E_1, E_2 - модулі пружності матеріалів відповідно кульки і жолоби.

Для випадку, коли кулька і його опори (кільце, обойма) виконані зі сталі ШХ 15, для якої $\mu_1 = \mu_2 = 0,3$; $E_1 = E_2 = 2,15 \cdot 10^5$ МПа, рівняння (2) набуває вигляду:

$$\sigma_{max} = 879,27 n_p \sqrt[3]{F_a \left(\frac{2R_2 - R_1}{R_1 R_2} \right)^2}. \quad (4)$$

Вплив компенсатора осьових сил на зниження коефіцієнта корисної дії передачі можна оцінити, використовуючи формулу:

$$\Delta\eta = \frac{T_T}{T} 100\%, \quad (5)$$

де $\Delta\eta$ - відсоток зниження коефіцієнта корисної дії передачі;

$$T_T - \text{момент сил тертя кочення кульки, } T_T = 2F_a k; \quad (6)$$

k - коефіцієнт тертя кочення, $k = a$;

a - піввісь еліпса контакту тіл, враховуючи [6], для нашого випадку, коли $\mu_1 = \mu_2 = 0,3$; $E_1 = E_2 = 2,15 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, маємо:

$$a = 23,32 \cdot 10^{-3} n_a \sqrt{F_a \frac{R_1 R_2}{2R_2 - R_1}}; \quad (7)$$

T - крутний момент на ведучому валу передачі.

Розглянемо приклад перевірки працездатності та ефективності запропонованої передачі для наступних даних: потужність передачі $P = 2,5 \text{ кВт}$; частота обертання шестерні $n_1 = 1450 \text{ об/хв}$ ($\omega_1 = 151,84 \text{ рад/с}$); дільний діаметр шестерні $d_1 = 60 \text{ мм}$; кут нахилу зубів передачі $\beta = 15^\circ$; діаметр кульки $d_{ш} = 6 \text{ мм}$ ($R_1 = 3 \text{ мм}$); радіус жолоби $R_2 = 3,6 \text{ мм}$; осьова сила в зачепленні $F_a = 147 \text{ Н}$.

Визначивши з рівняння (3) $A/B = 0,1666$, згідно з [6] маємо:

$$n_p = 0,855; \quad n_a = 0,6.$$

Тоді, використовуючи (4), знаходимо: $\sigma_{max} = 2123,87 \text{ МПа}$.

Оскільки для матеріалу сталь ШХ 15 $[\sigma_H] = 3800 \text{ МПа}$ [6], умова працездатності передачі (1) виконується.

Використовуючи формулу (7), знаходимо коефіцієнт тертя кочення кульки по жолобу: $k = a = 0,101 \text{ мм}$.

При цьому момент сил тертя згідно з рівнянням (6): $T_T = 29,69 \cdot 10^{-3} \text{ Нм}$.

Крутний момент на ведучому валу передачі, згідно з нашими даними становить: $T = 16,46 \text{ Нм}$.

Використовуючи отримані результати з (5) визначаємо: $\Delta\eta = 0,18\%$.

З метою підвищення ефективності використання компенсаторів осьових сил в косозубих передачах автори пропонують нову конструкцію косозубої передачі з роликowymi компенсаторами (рис. 1).

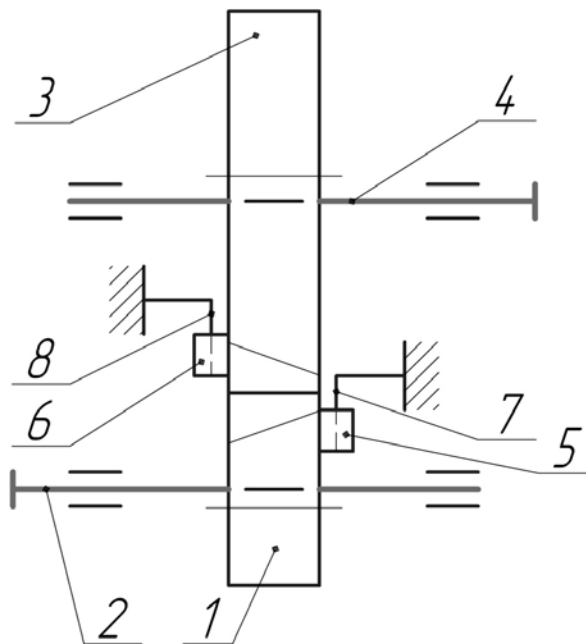


Рис. 1. Схема косозубої передачі з роликівими компенсаторами осьових сил: 1 – шестерня; 2 – ведучий вал; 3 – зубчасте колесо; 4 – ведений вал; 5, 6 – циліндричні ролики; 7, 8 – осі роликів

Зубчаста передача працює таким чином. Обертальний рух ведучого вала 2 та шестерні 1, яка з ним з'єднана, за допомогою зубчастого зачеплення передається зубчастому колесу 3 та вихідному валу 4, з'єднаному з зубчастим колесом. Осьова сила косозубого зубчастого зачеплення, направлена відносно шестерні, наприклад, зліва направо, що виникає при цьому, намагається змістити шестерню 1 вздовж ведучого вала 2 вправо. Реакція тиску ролика 5 на шестерню компенсує осьову силу, що дозволяє виключити дію осьових навантажень на ведучий вал 2 та його опори. Осьова сила косозубого зубчастого зачеплення, направлена при цьому відносно зубчастого колеса справа наліво, намагається змістити зубчасте колесо 3 вздовж веденого вала 4 вліво. Реакція тиску ролика 6 на зубчасте колесо компенсує осьову силу, що дозволяє виключити дію осьових навантажень на ведений вал 4 та його опори. Все це призводить до підвищення надійності та довговічності роботи зубчастої передачі.

Слід відмітити, що запропоноване технічне рішення придатне для нереверсивної зубчастої передачі. При реверсивній роботі передачі компенсатори повинні бути обладнані додатковими роликами, розташованими в зоні шестерні та зубчастого колеса.

При використанні циліндричних роликів контактне напруження в парі ролик-шестерня (або зубчасте колесо) знаходиться із умови [5, 6]:

$$\sigma_{max} = 0,5642 \sqrt{\frac{\frac{F_a}{l R}}{\frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2}}} \quad (8)$$

При $\mu_1 = \mu_2 = \mu$, $E_1 = E_2 = E$ вираз (8) набуває вигляду:

$$\sigma_{max} = 0,5642 \sqrt{\frac{F_a}{lR} \frac{1-\mu^2}{E}} = 0,5642 \sqrt{\frac{F_a E}{2lR(1-\mu^2)}}. \quad (9)$$

Оскільки шестерня, зубчасте колесо та ролики виконані із сталі ($\mu_1 = \mu_2 = 0,3$; $E_1 = E_2 = 2,15 \cdot 10^5$ МПа) рівняння (9) приймає вид:

$$\sigma_{max} = 193,9 \sqrt{\frac{F_a}{lR}}, \quad (10)$$

де l , R - довжина та радіус ролика відповідно.

Використовуючи вихідні параметри прийнятої раніше косозубої передачі та прийнявши із конструктивних міркувань $l = 10$ мм; $R = 5$ мм, згідно з (10) маємо: $\sigma_{max} = 332,47$ МПа, що в 6,39 рази менше ніж при використанні кулькових компенсаторів осьових навантажень.

При використанні роликових компенсаторів коефіцієнт тертя кочення пари ролик-шестерня (зубчасте колесо) знаходиться із умови [6]:

$$k = 0,5b = 0,5 \cdot 1,526 \sqrt{\frac{F_a R}{lE}} = 0,5 \cdot 1,526 \sqrt{\frac{147 \cdot 5}{10 \cdot 2,15 \cdot 10^5}} = 0,014 \text{ мм}.$$

Тоді, використовуючи залежності (5), (6), маємо: $T_T = 4,116 \cdot 10^{-3}$ Нм; $\eta = 0,025\%$.

Висновки. Приведені вище розрахунки показують, що заміна кулькових компенсаторів осьових сил косозубих циліндричних передач роликовими доцільна і ефективна.

Запропонована конструкція роликових компенсаторів осьових сил може бути використана як для циліндричних, так і для інших типів механічних передач (конічних, черв'ячних), а також для механізмів, де мають місце осьові їх навантаження.

Список використаних джерел

1. Хомяк О. М. Передачі / О. М. Хомяк, Б. Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2003. – 167 с.
2. Піпа Б. Ф. Нові конструкції деталей, вузлів та механізмів машин / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, А. І. Марченко. – К. : КНУТД, 2006. – 322 с.
3. Піпа Б. Ф. Деталі машин / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, А. І. Марченко. – К. : КНУТД, 2011. – 358 с.
4. Піпа Б. Ф. Циліндрична косозуба передача з компенсатором осьових сил / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк // Вісник Чернігівського державного технологічного ун-ту. – 2004. – № 21. – С. 47-50.
5. Писаренко Г. С. Опір матеріалів / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка. – К. : Вища школа, 1993. – 655 с.
6. Писаренко Г. С. Справочник по сопроотивленію материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. – К. : Наукова думка, 1988. – 736 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОЛИКОВЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ОСЕВЫХ СИЛ КОСОЗУБЫХ ПЕРЕДАЧ

ПИПА Б.Ф., КОВАЛЕВ Ю. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Оценка эффективности использования роликовых компенсаторов осевых сил косозубых цилиндрических передач.

Методика. Используются современные методы теории упругости и контактного взаимодействия тел качения.

Результаты. На основе оценки взаимодействия тел качения, использованных в качестве компенсаторов осевых сил, возникающих в косозубом цилиндрическом зацеплении, и напряжений, действующих в зоне контактного взаимодействия рабочих тел компенсаторов с шестерней и зубчатым колесом косозубые передачи, предложена новая конструкция компенсаторов осевых сил. В отличие от известных компенсаторов осевых сил цилиндрических косозубых передач, где в качестве рабочих тел использованы шарики, предложенная конструкция компенсаторов содержит ролики. Использование в качестве рабочих тел компенсаторов роликов позволяет существенно снизить напряжение в зоне взаимодействия компенсаторов с шестерней и зубчатым колесом передачи, что приводит к повышению надежности и долговечности ее работы.

Научная новизна. Развитие научных основ и инженерных методов проектирования механических передач.

Практическая значимость. Разработка новой конструкции роликового компенсатора осевых сил косозубых цилиндрических передач и инженерного метода выбора его рациональных параметров.

Ключевые слова: косозубая цилиндрическая передача, роликовый компенсатор осевых сил, контактное взаимодействие цилиндрического ролика с зубчатым колесом, напряжение в зоне контакта ролика с зубчатым колесом.

EFFICACY OF THE ROLLER COMPENSATOR AXIAL FORCES HELICAL TRANSMISSION

PIPA B.F., KOVALEV Y.A.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Evaluating the effectiveness of the use of roller compensators axial forces helical gears.

Methodology. Modern methods of elasticity theory and the contact interaction of the rolling elements.

Findings. Based on the evaluation of interaction of the rolling elements, used as a compensator axial forces generated in the helical gearing, and stresses acting in the zone of contact interaction of working bodies compensators with gear and helical gear transmission, proposed a new design compensators axial forces. Unlike known compensators axial forces cylindrical helical gears, where the working fluids used beads, the proposed construction of compensators contains rollers. The use as working media compensator rollers significantly reduces stress in the zone of interaction with compensators gear and the gear transmission, which increases the reliability and durability of its work.

Originality. Development of scientific principles and methods of engineering design of mechanical transmission.

Practical value. Development of a new design of the roller compensator axial forces helical gears and engineering method of selection of the rational parameters.

Keywords: the helical gear, axial forces compensator roller, a cylindrical roller contacting with the gear, the stress in the contact area with the roller gear.

УДК 677.055

ПІПА Б. Ф., ПЛЕШКО С. А., КОВАЛЬОВ Ю. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ АНАЛІТИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПРОФІЛІВ КЛИНІВ В'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН

Мета. Удосконалення методу аналітичного проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин.

Методика. Використані сучасні методи аналітичного проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин, що забезпечують безударну взаємодію п'яток голок з клинами в процесі в'язання полотна.

Результати. На основі існуючих аналітичних методів проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин одержано новий аналітичний метод, що дозволяє отримати раціональний профіль клина, який забезпечує безударне переміщення голки при допустимому куті підйому або опускання. На відміну від існуючих методів, де формулюються вимоги до профілю клина у вигляді умов на переміщення, прискорення і швидкість для характерних точок профілю, в запропонованому методі крім вимог до профілю в окремих його точках, пред'являються вимоги до деяких похідних (зокрема до третьої похідної) на всій ділянці профілю. Використання профілю клина, побудованого за допомогою розробленого методу, забезпечує безударне переміщення голки при припустимій крутизні її підйому або опускання при максимальному прискоренні.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування в'язальних машин.

Практична значимість. Розробка інженерного методу аналітичного проектування профілів клинів в'язальних машин, що забезпечують безударну взаємодію п'яток голок з клинами.

Ключові слова: в'язальна машина, клин в'язальної машини, голка в'язальної машини, безударний клин, аналітичне проектування профілів клинів.

Вступ. Особливістю в'язальних машин є ударна взаємодія голок з клинами [1,2]. Одним з методів зниження динамічних навантажень, що сприяє підвищенню надійності роботи в'язальних машин, є розробка раціонального профілю клинів, що забезпечує безударне переміщення голки по клину в процесі в'язання полотна.

Існуючі роботи із синтезу криволінійних профілів клинів можна розділити на дві групи. У першій з них [3-5] пропонується який-небудь основний вид кривої (парабола, циклоїда, синусоїда та ін.) або їхнє сполучення для апроксимації профілю клина. В другій групі [6] формулюються вимоги до профілю клина у вигляді умов на переміщення, прискорення та швидкість для характерних точок профілю. Після чого для апроксимації профілю використовують багаточлени необхідного ступеня. Цей останній підхід представляється більш раціональним, оскільки він гарантує виконання поставлених до профілю клина вимог. Але існуючі методи не можуть повністю задовольнити умову безударної взаємодії голок з клинами.

Тому проблема підвищення надійності та довговічності роботи в'язальних машин шляхом зниження динамічних навантажень в зоні взаємодії голок з клинами є актуальною та своєчасною.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин шляхом зниження динамічних навантажень в зоні взаємодії голок з клинами, завданням досліджень є удосконалення методу аналітичного проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин.

Результати дослідження. При удосконаленні методу аналітичного проектування раціональних профілів клинів в'язальних машин авторами розглянуто підхід, який примикає до методу [6] але відрізняється тим, що крім вимог до профілю в окремих його точках, пред'являються вимоги до деяких похідних (зокрема до третьої похідної) на всій ділянці профілю.

Розглянемо профіль кулірного клина в'язальної машини, зображений на рис. 1.

Тут Y і X координатні осі з початком у точці O . Без обмеження спільності вважаємо, що відрізок $OX_1 = OY_1 = 1$.

Серед очевидних вимог до профілю відзначимо наступні:

$$y(0) = 1; y(1) = 0; \quad (1)$$

$$y'(0) = 0; y'(1) = 0; \quad (2)$$

$$\left| \max_{x \in [0,1]} y'(x) \right| = y'_{\max} \leq \beta; \quad (3)$$

$$y'''(0) = 0; y'''(1) = 0, \quad (4)$$

де остання умова відповідає вимозі безударності при переході від кулірної частини траєкторії до підйомної.

В умові (3) величина $\beta > 0$ відповідає максимальній припустимій крутості профілю клина і вважається відомою. Однак вимоги (1)...(4) ще недостатні для того, щоб профіль клина, що задовольняє цим вимогам, був практично прийнятний. Зокрема на рис. 1 штриховою лінією на графіках показані криві, що задовольняють вимогам (1)...(4), але утворюють «хвилястий» профіль клина. Отже, потрібно сформулювати ще таку вимогу до профілю, щоб виключити подібні випадки.

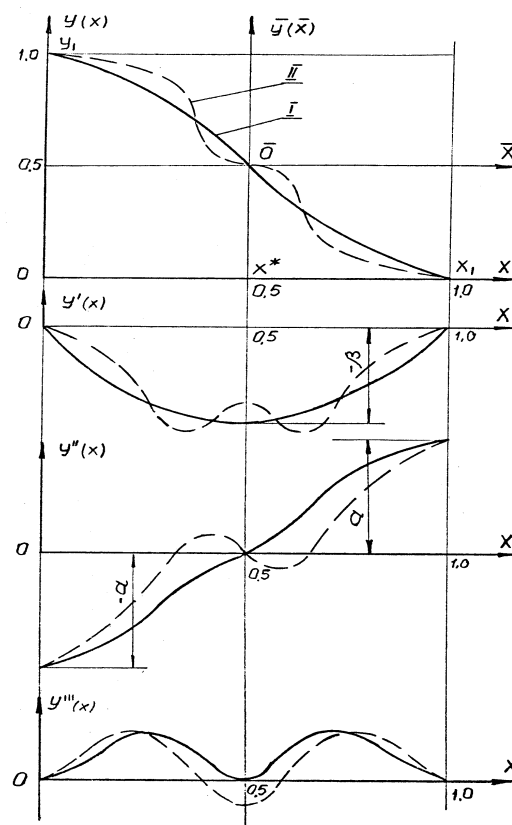


Рис. 1. Бажаний (I) і недопустимий (II) профілі кулірного клина

Це можна зробити, якщо зажадати, щоб функція $y'(x)$ для $x \in [0, 1]$ була опуклою функцією. Інакше кажучи для будь-яких двох точок $x_\alpha \in [0, 1]$ і $x_\beta \in [0, 1]$ повинна бути виконана нерівність:

$$y'[(1-\lambda)x_\alpha + \lambda x_\beta] \leq (1-\lambda)y'(x_\alpha) + \lambda y'(x_\beta), \quad (5)$$

де $0 \leq \lambda \leq 1$.

Зокрема, функція $y'(x)$ буде опуклою, якщо задовольнити вимогу:

$$y'''(x) \geq 0, \quad x \in [0, 1], \quad (6)$$

що і буде передбачатися надалі.

Помітимо, що вимога опуклості кривої $y'(x)$ гарантує єдиність точки $x^* \in [0, 1]$,

для якої:

$$y'(x^*) = \max_{x \in [0, 1]} |y'(x)|. \quad (7)$$

Це означає, що умову (3) можна перевірити тільки в одній точці відрізка $[0, 1]$, а саме, у точці $x = x^*$ (тому що в інших точках відповідно до (7) $|y'(x)| \leq |y'(x^*)|$). Крім того, умова (6) сумісна з іншими вимогами (1)...(4) і, зокрема, з останньою з них (4).

Умова (6) означає також, що крива $y''(x)$ змінюється монотонно, тому максимальні і мінімальні прискорення будуть на відповідних кінцях відрізків $[0,1]$.

Як допущення приймаються наступні два твердження:

а) профіль кулірного клина має центр симетрії в точці $[0,5; 0,5]$;

б) профіль підйомного клина, є дзеркальним відображенням профілю кулірного клина відносно прямої $X = 1$.

З допущення а) випливає наступне: $X^* = 0,5$; (8)

$$y''(0) = -a; y''(1) = a, \quad (9)$$

де a – максимальне прискорення на розглянутій ділянці.

З урахуванням (7), (8) умову (3) можна тепер переписати в більш простому виді:

$$y'(0,5) = -\beta. \quad (10)$$

Помітимо, що з (8) у силу необхідної умови максимуму маємо:

$$y''(0,5) = 0. \quad (11)$$

Допущення б) обмежує задачу синтезу раціонального профілю клина розглядом тільки профілю кулірного клина.

Нарешті, наявність центра симетрії по припущенню а) дозволяє розглядати даний профіль як профіль, що складається з двох ділянок – ділянки в другому квадранті (у координатах $\bar{y}, \bar{x}$ на рис. 1) і йому конгруентної ділянки в четвертому квадранті. У результаті цього задача зводиться до побудови профілю клина тільки на одній з цих ділянок. При цьому в точці сполучення ділянок $X = 0,5$ природно вимагати:

$$y'''(0,5) = 0, \quad (12)$$

гарантуючи тим самим відсутність ударів при сполученні ділянок профілю клина.

Розглядаючи ділянку профілю, що з'єднує точки $[0, 1]$ і $[0,5, 0,5]$ на графіку рис. 1 у координатах X, Y , остаточно сформулюємо вимоги до профілю клина:

$$y(0) = 1; y(0,5) = 0,5; \quad (13)$$

$$y'(0) = 0; y'(0,5) = -\beta; \quad (14)$$

$$y''(0) = -a; y''(0,5) = 0; \quad (15)$$

$$y'''(0) = 0; y'''(0,5) = 0; \quad (16)$$

$$y'''(x) \geq 0; x \in [0, 0,5]. \quad (17)$$

Як буде видно з подальшого, вимогам (13)...(17) можна задовольнити, вибравши як функцію $y(x)$ поліном шостого ступеня:

$$y(x) = \sum_{i=0}^6 a_i x^i, \quad (18)$$

де a_i – коефіцієнти полінома, що підлягають визначенню з умов (13)...(17). Зокрема з цих умов на лівому кінці розглянутої ділянки профілю неважко одержати:

$$a_1 = a_3 = 0; \quad a_0 = 1; \quad a_2 = -\frac{1}{2}a. \quad (19)$$

Решта умов приводять до рівнянь:

$$y(0,5) = 0,5 \rightarrow a_4 + 0,5a_5 + 0,25a_6 = 2a - 8; \quad (20)$$

$$y'(0,5) = -\beta \rightarrow 2a_4 + 1,25a_5 + 0,75a_6 = 2a - 4\beta; \quad (21)$$

$$y''(0,5) = 0 \rightarrow 3a_4 + 2,5a_5 + 1,875a_6 = a; \quad (22)$$

$$y'''(0,5) = 0 \rightarrow 12a_4 + 15a_5 + 15a_6 = 0. \quad (23)$$

Тут поки що не врахована умова (17). Розв'язуючи спільно рівняння (20), (21), (22), знаходимо:

$$a_4 = 12a + 40\beta - 120;$$

$$a_5 = -32a - 144\beta + 384;$$

$$a_6 = 24a + 128\beta - 320. \quad (24)$$

Підстановка цих співвідношень в (23) дає залежність максимального прискорення від максимальної крутизни профілю:

$$a = 20 - 10\beta. \quad (25)$$

Як видно, збільшення крутизни β приводить до зменшення максимального прискорення і навпаки. З огляду на те, що $a > 0$ знаходимо: $\beta \leq 2$. (26)

Це максимально припустиме значення крутизни при розглянутому підході до конструювання профілю клина. Однак, тут ще не була врахована остання умова (17).

Диференціюючи (18) тричі, одержимо:

$$y'''(x) = x(24a_4 + 60a_5x + 120a_6x^2). \quad (27)$$

Оскільки $x \geq 0$, то вимога (17) еквівалентна умові:

$$24a_4 + 60a_5x + 120a_6x^2 \geq 0. \quad (28)$$

Дискримінант цього тричлена дорівнює:

$$D = 25a_5^2 - 80a_4a_6. \quad (29)$$

Підстановка сюди (24) і (25) дає:

$$D = (4 - 3\beta)^2 \cdot 25 \cdot 16^2 \geq 0. \quad (30)$$

Для коренів тричлена (28) знаходимо:

$$x_{(1)} = \frac{1}{2}; \quad x_{(2)} = \frac{3 - 2\beta}{10 - 7\beta}. \quad (31)$$

При $a_6 \geq 0$ на ділянці між цими коренями тричлен (28) буде негативний. Тому для виконання умови (28) при $x \in [0, 0,5]$ потрібно щоб спільно виконувалися наступні дві умови:

$$a_6 = 160 - 112\beta \geq 0; \quad x_{(2)} = \frac{3 - 2\beta}{10 - 7\beta} \geq \frac{1}{2}. \quad (32)$$

Розв'язуючи цю систему, знаходимо:
$$\frac{4}{3} \leq \beta \leq \frac{10}{7}. \quad (33)$$

Ця нерівність гарантує, що на ділянці $[0, 0,5]$ третя похідна $y'''(x)$ буде ненегативна, а значить перша похідна $y'(x)$ буде мати єдиний екстремум (у точці $X=0,5$).

По співвідношенню (25) можна знайти діапазон максимальних прискорень, що відповідає умові (33):

$$\frac{40}{7} < a \leq \frac{20}{3}. \quad (34)$$

Таким чином, умови (13)...(17) при апроксимації профілю поліномом (18) можна виконати в діапазоні (33) і (34) зміни параметрів β і α .

При цьому діапазонаві зміні крутизни β буде відповідати інтервал зміни максимального кута підйому (опускання) $\tilde{\beta}$, що дорівнює:

$$53^\circ \leq \tilde{\beta} \leq 55^\circ, \quad (35)$$

що можна вважати допустимим. Дійсно, при врахуванні масштабного фактора (для реального профілю $ox_1 = d \neq oy_1 = h$ (рис. 1)) крутизна β повинна бути помножена на відношення h/d . Таким чином крутизна реального профілю β_p буде змінюватися в діапазоні:

$$\frac{4}{3} \left(\frac{h}{d} \right) \leq \beta_p \leq \frac{10}{7} \left(\frac{h}{d} \right). \quad (36)$$

При $\frac{h}{d} \leq 1,1$, що звичайно має місце на практиці (для круглов'язальних машин типу КО), і при $\tilde{\beta} = 53^\circ$ $\beta_p \leq 56^\circ$, що вважається допустимим. Таким чином діапазон (28) варто вважати цілком прийнятним. Співвідношення (24) показує при цьому наскільки можна зменшити максимальне прискорення при збільшенні кута нахилу профілю в межах (33).

Остаточно порядок розрахунку профілю кулірного клина на ділянці $[0, 0,5]$ можна задати так:

- вибрати значення крутизни β з умови (33);
- знайти відповідне значення цьому обраному β величини максимального прискорення по формулі (25);
- визначити коефіцієнти полінома (18) по співвідношеннях (19) і (24);
- задаючи значення $x \in [0, 0,5]$, будемо відповідну ділянку профілю клина по формулі (18).

Для того, щоб приведений вище порядок розрахунку зберегти і для випадку, коли $x \in [0, 5, 1]$, зручно вести розрахунок профілю в координатах $\bar{y}$, $\bar{x}$ (рис. 1). У цьому випадку рівняння профілю клина на ділянці $[-0,5; 0]$ буде:

$$\bar{y}(\bar{x}) = \sum_{i=0}^6 a_i (\bar{x} + 0,5)^i - 0,5; \quad -0,5 \leq \bar{x} \leq 0. \quad (37)$$

Для профілю на ділянці $[0; 0,5]$ відповідно одержуємо:

$$\bar{y}(\bar{x}) = \sum_{i=0}^6 (-1)^{i+1} a_i (\bar{x} - 0,5)^i + 0,5; \quad 0 \leq \bar{x} \leq 0,5. \quad (38)$$

Алгоритм розрахунку профілю клина відповідає приведеному вище порядку розрахунку, тільки побудова профілю ведеться в координатах $\bar{y}$, $\bar{x}$. Для цього замість полінома (18) після обчислення коефіцієнтів a_i , $i = 0, 1, \dots, 6$ використовуються поліноми (37) і (38) на відповідних ділянках.

Для розрахунку крутизни і прискорення варто аналітично знайти вирази для першої і другої похідної із виразів (37) і (38).

Зокрема для (37) одержимо:

$$\bar{y}'(\bar{x}) = \sum_{i=1}^6 a_i i (\bar{x} + 0,5)^{i-1}; \quad (39)$$

$$\bar{y}''(\bar{x}) = \sum_{i=2}^6 a_i i (i-1) (\bar{x} + 0,5)^{i-2}, \quad (40)$$

де $-0,5 \leq \bar{x} \leq 0$.

Аналогічно у випадку (38) маємо:

$$\bar{y}'(\bar{x}) = \sum_{i=1}^6 (-1)^{i+1} a_i i (\bar{x} - 0,5)^{i-1}; \quad (41)$$

$$\bar{y}''(\bar{x}) = \sum_{i=2}^6 (-1)^{i+1} a_i i (i-1) (\bar{x} - 0,5)^{i-2}, \quad (42)$$

де $0 \leq \bar{x} \leq 0,5$.

Використовуючи запропонований алгоритм за допомогою ПК був отриманий розрахунковий профіль кулірного клина круглов'язальної машини типу КО, що забезпечує безударну взаємодію голки з профілем клина (рис. 2).

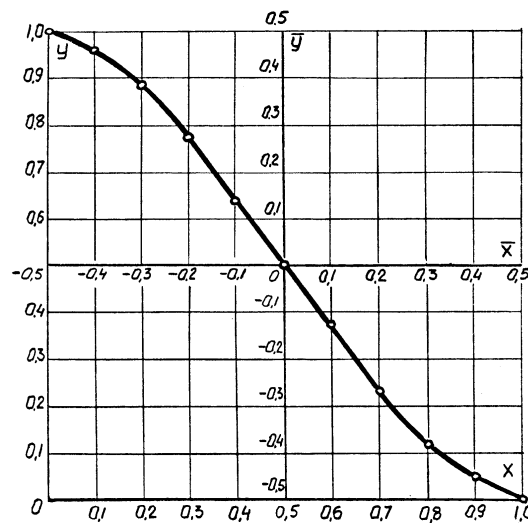


Рис. 2. Розрахунковий профіль кулірного клина круглов'язальної машини типу КО для $\beta = 1,333$; $a = 6,667$

У тому випадку, коли $ox_1 = d \neq oy_1 = h$ (рис. 1) побудований профіль варто розглядати в координатах (Y, X) . При цьому слід вважати, що значення координати Y це частки від значення h , а значення аргументу X – це частки величини d .

Зокрема для максимального значення швидкості підйому (опускання) голки маємо:

$$v_u^{\max} = \frac{h}{d} \beta \omega R, \quad (43)$$

де ω – кутова швидкість голкового циліндра машини;
 R – радіус обертання п'ятки голки.

Аналогічно для максимального значення прискорення одержуємо:

$$W_u^{\max} = \frac{h}{d^2} a \omega^2 R^2. \quad (44)$$

Ці дві формули встановлюють зв'язок величин β і a з реальними швидкостями і прискоренням голки (точніше з їхніми максимальними значеннями).

Приведені вище розрахунки показують, що запропонований метод аналітичного конструювання профілю клина при його порівняльній простоті досить ефективний. Використання профілю клина, побудованого по розробленій тут методиці, забезпечує безударне переміщення голки при припустимій крутизні її підйому (опускання) і при максимальному прискоренні.

Мінімізація максимального прискорення руху голки і забезпечення її безударного переміщення буде сприяти підвищенню надійності роботи системи клин-голка механізму в'язання при одночасному збільшенні продуктивності машини.

Висновки. Приведені вище розрахунки показують, що запропонований метод аналітичного конструювання профілю клина при його порівняльній простоті досить ефективний. Використання профілю клина, побудованого по розробленій тут методиці, забезпечує безударне переміщення голки при припустимій крутизні її підйому (опускання) і при максимальному прискоренні.

Мінімізація максимального прискорення руху голки і забезпечення її безударного переміщення буде сприяти підвищенню надійності роботи системи клин-голка механізму в'язання при одночасному збільшенні продуктивності машини.

Список використаних джерел

1. Хомяк О. Н. Повышение эффективности работы вязальных машин / О. Н. Хомяк, Б. Ф. Пипа. – М. : Легпромбытиздат, 1990. – 208 с.
2. Піпа Б. Ф. Удосконалення робочих органів механізмів в'язання круглов'язальних машин / Б. Ф. Піпа, С. А. Плешко. – К. : КНУТД, 2012. – 470 с.
3. Соловьев Л. И. Клинья трикотажных машин, спроектированные по составным законам движения / Л. И. Соловьев, В. Н. Гарбарук // Известия вузов. Технология легкой промышленности. - 1967. - № 5. - С. 111-117.
4. Сарксян Ф. В. Профилирование подъемного клина кругловязальных машин КЛК / Ф. В. Сарксян // Машиностроение для легкой промышленности. - 1974. - Вып. 10. - С. 11-15.
5. Гарбарук В. Н. Проектирование трикотажных машин / В. Н. Гарбарук. - Л. : Машиностроение, 1980. - 472 с.
6. Аналитическое проектирование безударного профиля клина платинного замка кругловязальной машины / Пипа Б. Ф., Боженко В. И. ; КТИЛП. - К., 1987. - 8 с. Рус. - Деп. в ЦНИИТЭИлегпищмаш 10.04.87, № 762-мл 87.

References

1. Khomyak O. N. (1990) *Povyshenie effektivnosti raboty vyazal'nykh mashin [Improving of the efficiency of the knitting machines]* / O. N. Khomyak, B. F. Pipa. – M. : Legpromizdat. – 208 p. [in Russian].
2. Pipa B. F. (2012) *Udoskonalennyya robochykh orhaniv mekhanizmiv v'yazannya kruhlov'yazal'nykh mashyn [Improving of the working mechanisms of circular knitting machines knitting process]* / B. F. Pipa, S. A. Pleshko. – K. : KNUITD, – 470 p. [in Ukrainian].
3. Solov'ev L. I. (1967) *Klin'ya trikotazhnykh mashin, sproektirovannyye po sostavnym zakonam dvizheniya [Wedges knitting machines, designed for the composite traffic laws]* / L. I. Solov'ev, V. N. Garbaruk // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti*. № 5. - P. 111-117. [in Russian].
4. Sarksyen F. V. (1974) *Profilirovanie pod'emnogo klina kruglovyazal'nykh mashin KLK [Profiling lifting wedge circular knitting machines of CLA class]* / F. V. Sarkisyan // *Mashinostroenie dlya legkoy promyshlennosti*. - Vyp. 10. - P. 11-15.
5. Garbaruk V. N. (1980) *Proektirovanie trikotazhnykh mashin [Design of knitting machines]* / V. N. Garbaruk. - L. : Mashinostroenie, - 472 p. [in Russian].
6. *Analiticheskoe proektirovanie bezudarnogo profilya klina platinnoho zamka kruglovyazal'noy mashiny [Analytical design of unstressed profile wedge lock circular of knitting machine sinker]* / Pipa B. F., Bozhenko V. I. ; KTIPL. - K., 1987. - 8 p. Rus. - Dep. v TsNIITEIlegpishchemash 10.04.87, № 762-ml 87. [in Russian].

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ КЛИНЬЕВ ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

ПИПА Б.Ф., ПЛЕШКО С. А., КОВАЛЕВ Ю. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Совершенствование метода аналитического проектирования рациональных профилей клиньев вязальных машин.

Методика. Используются современные методы аналитического проектирования рациональных профилей клиньев вязальных машин, обеспечивающих безударное взаимодействие пяток игл с клиньями в процессе вязания полотна.

Результаты. На основе существующих аналитических методов проектирования рациональных профилей клиньев вязальных машин получен новый аналитический метод,

позволяющий получить оптимальный профиль клина, обеспечивающий безударное перемещения иглы при допустимом угле подъема или опускания. В отличие от существующих методов, где формулируются требования к профилю клина в виде условий на перемещение, ускорение и скорость для характерных точек профиля, в предложенном методе, кроме требований к профилю в отдельных его точках, предъявляются требования к некоторым производных (в частности к третьей производной) на всем участке профиля. Использование профиля клина, построенного с помощью разработанного метода, обеспечивает безударное перемещения иглы при допустимой крутизне его подъема или опускания при максимальном ускорении.

Научная новизна. Развитие научных основ и инженерных методов проектирования вязальных машин.

Практическая значимость. Разработка инженерного метода аналитического проектирования профилей клиньев вязальных машин, обеспечивающих безударное взаимодействие пяток игл с клиньями.

Ключевые слова: вязальная машина, клин вязальной машины, игла вязальной машины, безударный клин, аналитическое проектирование профилей клиньев.

IMPROVEMENT OF METHODS OF ANALYTICAL DESIGN OF RATIONAL PROFILES KLINV KNITTING MACHINE

PIPA B.F., PLESHKO S.A. KOVALEV Y.A.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Improvement in the method of analytical design of rational profiles wedges knitting machines.

Methodology. Modern methods of analytical design of rational profiles wedges knitting machines, providing a shock-free interaction with wedges heels needles in the process of knitting fabric.

Findings. On the basis of existing analytical methods of designing rational profiles wedges knitting machines received a new analytical method to get the optimum profile of the wedge that provides shock-free movement of the needle at an acceptable angle of ascent or descent. Unlike existing methods, which are stated requirements of the wedge profile in conditions a displacement, acceleration and speed for the characteristic points of the profile, in the proposed method, in addition to the profile requirements in individual points, to some claim derivatives (in particular to the third derivative) over the entire section of the profile. Using a wedge profile, built with the help of the developed method provides shock-free movement of the needle when the allowable steepness of its lifting or lowering at maximum acceleration.

Originality. Development of scientific principles and methods of engineering design knitting machines.

Practical value. Development of engineering method analytical design profiles wedges knitting machines, providing a shock-free interaction with needle heels wedges.

Keywords: knitting machine, knitting machine wedge, needle knitting machine, unstressed wedge design analytical profiles wedges.

УДК 677.055

ППА Б. Ф., ЧАБАН О. В., КОВАЛЬОВ Ю. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЇ ФРИКЦІЙНОЇ МУФТИ В ПРИВОДІ РУКАВИЧНОГО АВТОМАТА

Мета. Оцінка ефективності впливу відцентрової фрикційної муфти на динамічні навантаження, що виникають в приводі рукавичного автомата під час пуску, та розробка нової конструкції приводу рукавичного автомата типу ПА з відцентровою фрикційною муфтою постійного моменту.

Методика. Використані сучасні методи досліджень динаміки механічних систем з метою оцінки впливу відцентрової фрикційної муфти з постійним моментом на зниження пускових динамічних навантажень в приводі рукавичного автомата.

Результати. На основі аналізу особливостей роботи рукавичних автоматів типу ПА встановлена доцільність використання в їх приводі відцентрової фрикційної муфти постійного моменту. Запропоновано нову конструкцію такої муфти для зниження динамічних навантажень, що виникають під час пуску рукавичних автоматів. На відміну від відомих відцентрових фрикційних муфт, запропонована муфта має постійний крутний момент незалежно від частоти її обертання, що дозволяє підвищити ефективність її роботи. Запропоновано нову конструкцію приводу рукавичного автомата з відцентровою фрикційною муфтою постійного моменту.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування приводів рукавичних автоматів.

Практична значимість. Розробка нової конструкції приводу рукавичного автомата з відцентровою фрикційною муфтою постійного моменту.

Ключові слова: рукавичний автомат, привід рукавичного автомата, динамічні навантаження привода, відцентрова фрикційна муфта постійного моменту.

Вступ. Специфікою роботи рукавичних автоматів є значні динамічні навантаження, що виникають у приводі в період його пуску в режимі обох швидкостей роботи електродвигуна [1-3] (особливість технологічного процесу в'язання виробів). При цьому динамічні навантаження в 3 і більше разів перевищують статичні навантаження привода [4], що є однією з основних причин зниження довговічності роботи привода рукавичного автомата.

Тому проблема підвищення надійності та довговічності роботи рукавичних автоматів шляхом зниження динамічних навантажень є актуальною та своєчасною. Виходячи з цього, при проектуванні рукавичних автоматів особливу увагу слід приділяти зниженню динамічних навантажень в приводі. Вирішення цієї проблеми без удосконалення конструкцій приводів неможливе.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи рукавичних автоматів, завданням досліджень є удосконалення їх приводу та розробка нової конструкції відцентрової фрикційної муфти, що забезпечує ефективне зниження динамічних навантажень привода незалежно від швидкісного режиму його роботи.

Результати дослідження. Аналіз сучасних конструкцій рукавичних автоматів [4, 5] показує, що з метою дослідження динамічних процесів, які відбуваються в приводі під час пуску, їх реальну конструкцію доцільно замінити двомасовою динамічною моделлю з параметрами: T_1 - пусковий момент електродвигуна (тут і надалі вказані параметри приведені); T_2 - статичний момент привода (сумарний момент сил опору механізмів машини); J_1 - момент інерції ротора електродвигуна з урахуванням моменту інерції ведучого шківів клинопасової передачі; J_2 - сумарний момент інерції оберտальних мас механізмів машини; C_{12} - жорсткість пасів клинопасової передачі.

Як відомо [6] пуск двомасової механічної системи відбувається в два етапи. Перший етап пуску характеризується рухом першої маси системи і продовжується від 0 до τ_1 , поки момент в пружній в'язі C_{12} не досягне величини T_2 . При цьому починається другий, заключний етап пуску, який характеризується рухом обох мас системи і продовжується від τ_1 до часу пуску машини t_n .

Рівняння руху оберտальних мас системи для першого етапу пуску має вигляд:

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 + C_{12} \varphi_1 = T_1, \quad (1)$$

де φ_1 - кут повороту ведучої маси.

Розв'язок диференційного рівняння (1) можемо представити у вигляді [6]:

$$T_{12} = A_{12} \cos \beta \cdot t + B_{12} \sin \beta \cdot t + a_{12}, \quad (2)$$

де T_{12} - момент пружних сил, що виникає у в'язі C_{12} , $T_{12} = C_{12} \cdot \varphi_1$; (3)

A, B - постійні диференціювання;

$$\beta - \text{циклова частота коливань маси } J_1 \text{ системи, } \beta = \sqrt{\frac{C_{12}}{J_1}}; \quad (4)$$

$$a_{12} - \text{постійна складова моменту } T_{12} : a_{12} = T_1. \quad (5)$$

Враховуючи початкові умови першого етапу пуску системи $T_{(12)0} = 0$; $\dot{T}_{(12)0} = 0$, знаходимо:

$$A_{12} = -T_1; \quad B_{12} = 0. \quad (6)$$

$$\text{Підставивши (5), (6) в (2), маємо: } T_{12} = T_1(1 - \cos \beta \cdot t). \quad (7)$$

З рівняння (7) знаходимо тривалість часу першого етапу пуску системи (початок другого етапу пуску) τ_1 , враховуючи, що другий етап пуску розпочинається при умові

$$T_{12} = T_2 : \quad \tau_1 = \frac{1}{\beta} \arccos \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right). \quad (8)$$

Другий етапу пуску починається при початкових умовах:

$$T_{(12)0} = T_2; \quad \dot{T}_{(12)0} = T_1 \beta \cdot \sin \beta \cdot \tau_1. \quad (9)$$

Рівняння руху мас системи під час другого етапу пуску мають вигляд [4, 6]:

$$J_1 \ddot{\varphi}_1 = T - T_{12}; \quad J_2 \ddot{\varphi}_2 = T_{12} - T_2. \quad (10)$$

Підставивши параметри $\ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2$, знайдені із (9), в рівняння $\ddot{T}_{12} = C_{12}(\ddot{\varphi}_1 - \ddot{\varphi}_2)$, маємо:

$$\ddot{T}_{12} = \frac{C_{12}}{J_2} \left[T_1 \frac{J_2}{J_1} + T_2 - \left(1 + \frac{J_2}{J_1} \right) T_{12} \right]. \quad (11)$$

Розв'язок диференційного рівняння (10) можемо представити у вигляді, наведеному раніше. Для другого етапу пуску системи параметри рівняння (2) знаходяться, враховуючи початкові умови та рекомендації [6], наступним чином:

$$A_{12} = T_2 - T_1; \quad B_{12} = \frac{\dot{T}_{(12)0}}{\beta_1}; \quad a = \frac{T_1 J_2 + T_2 J_1}{J_1 + J_2}; \quad \beta_1 = \sqrt{\frac{C_{12}(J_1 + J_2)}{2J_1 J_2}}. \quad (12)$$

Тоді, аналізуючи рівняння (2) та враховуючи рекомендації щодо складання коливань моментів сил пружності однакової частоти [4], приходимо до висновку, що максимальна величина моменту T_{12} буде дорівнювати:

$$T_{12max} = D + a = \sqrt{A_{12}^2 + B_{12}^2} + a, \quad (13)$$

де D – сумарна амплітуда коливань моментів сил пружності.

Підставивши одержані результати (12) в рівняння (13), знаходимо:

$$T_{12max} = \sqrt{(T_2 - T_1)^2 + \left[\frac{T_1 \sqrt{\frac{C_{12}}{J_1}} \sin \left\{ \sqrt{\frac{C_{12}}{J_1}} \cdot \sqrt{\frac{J_1}{C_{12}}} \arccos \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \right\}}{\sqrt{\frac{C_{12}(J_1 + J_2)}{J_1 J_2}}} \right]^2} + \frac{J_2 T_1 + J_1 T_2}{J_1 + J_2}. \quad (14)$$

Після перетворень вираз (14) остаточно приймає вигляд:

$$T_{12max} = \sqrt{(T_2 - T_1)^2 + \frac{T_1^2 J_2 \sin^2 \left[\arccos \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) \right]}{J_1 + J_2}} + \frac{J_2 T_1 + J_1 T_2}{J_1 + J_2}. \quad (15)$$

Оскільки задачею досліджень є аналіз впливу пускового моменту електродвигуна на динамічні навантаження привода рукавичного автомата, підставивши його параметри ($T_2 = 2,5 \text{ Нм}$; $J_1 = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ кгм}^2$; $J_2 = 0,38 \cdot 10^{-3} \text{ кгм}^2$ [4]) в рівняння (10), маємо:

$$T_{12max} = \sqrt{(2,5 - T_1)^2 + \frac{0,38 T_1^2 \sin^2 \left[\arccos \left(1 - \frac{2,5}{T_1} \right) \right]}{5,48}} + \frac{0,38 T_1 + 12,75}{5,48}. \quad (11)$$

Використовуючи одержану залежність (11), оцінимо вплив пускового моменту електродвигуна на величину пускових динамічних навантажень привода. Враховуючи, що для рукавичного автомата ПА-8-33 $T_1 = T_{1max} = 6,14$ Нм, та прийнявши можливе зниження пускового моменту електродвигуна до величини $T_1 = T_{1min} = 1,1 \cdot T_2 = 2,75$ Нм, з виразу (11) знаходимо: $T_{12max} = 6,62$ Нм; $T_{12min} = 3,28$ Нм.

Таким чином існує реальна можливість шляхом зниження пускового моменту електродвигуна знизити динамічні навантаження рукавичного автомата типу ПА практично в 2 рази.

Для реалізації цього висновку автори пропонують модернізувати привід рукавичного автомата шляхом оснащення його відцентровою фрикційною муфтою постійного моменту, встановленою в ведучий шків пасової передачі.

Додаткове оснащення привода рукавичного автомата відцентровою фрикційною муфтою постійного моменту дозволяє здійснювати пуск рукавичного автомата при обмеженому пусковому моменту електродвигуна при обох швидкісних режимах його роботи, що призводить до зниження динамічних навантажень в приводі і, як наслідок, до підвищення надійності та довговічності його роботи.

Привід рукавичного автомата [7], схема якого представлена на рис. 1, містить електродвигун 1, відцентрову фрикційну муфту 2, встановлену на валу електродвигуна та вмонтовану в ведучий шків 3 клинопасової передачі 4, що кінематично з'єднує електродвигун з механізмами рукавичного автомата (на рис. 1 не показані). Відцентрова муфта (рис. 2) містить хрестовину 5, жорстко закріплену на валу електродвигуна 1, колодки 6, встановлені в хрестовині 5 з можливістю радіального переміщення, штифти 7, жорстко закріплені в кришці 8 відцентрової фрикційної муфти 2, що обмежують радіальне переміщення колодок 6. Кожна з колодок 6 має рухому накладку 9, що утворює поверхню тертя з ведучим шківом 3. Накладка 9 з'єднана з колодкою 6 рухомо за допомогою відгинів 10, розміщених в пазах 11 колодки 6. Між накладкою 9 та колодкою 6 встановлено по дві пружини стиску 12.

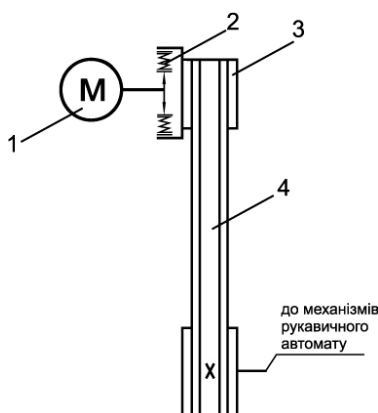


Рис. 1. Кінематична схема привода рукавичного автомата

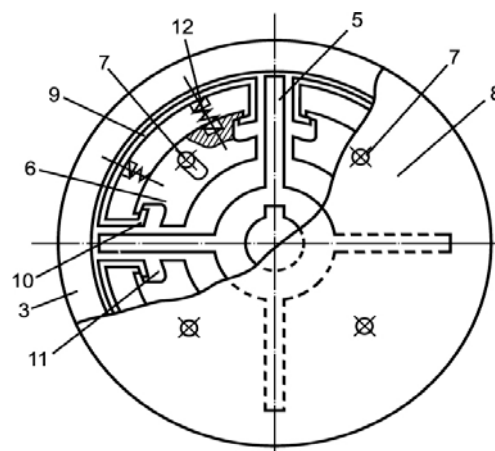


Рис. 2. Схема відцентрової фрикційної муфти постійного моменту

Принцип роботи привода полягає в наступному. При вмиканні електродвигуна 1 на малу швидкість хрестовина 5 починає обертатися. Відцентрові сили, що виникають при цьому, змушують кожну з колодок 6 переміститися в радіальному напрямі до упора її у штифт 7. Переміщення колодки 6 зумовлює стискання пружин 12. Сила пружності пружин 12, що виникає при цьому, притискує накладку 9 до ведучого шківа 3. Сила тертя, зумовлена притисканням накладок 9 до ведучого шківа 3, утворює момент тертя, необхідний для передачі обертального руху електродвигуна 1 за допомогою клинопасової передачі 4 механізмам рукавичного автомата. При переключенні електродвигуна на більшу швидкість величина відцентрової сили кожної з колодок 6 збільшується. Однак оскільки радіальне переміщення колодок 6 обмежено штифтами 7, вони зі збільшенням швидкості електродвигуна залишаються нерухомими. Як і в режимі малої швидкості, момент сил тертя відцентрової фрикційної муфти, що утворюється силами тертя в зоні притискання накладок 9 до ведучого шківа 3, залежить лише від зусилля пружин, яке, оскільки величина їх стискання залишається постійною, залишається також постійним. Таким чином, незважаючи на зміни швидкості електродвигуна, відцентрова муфта забезпечує сталість моменту, що передається, незалежно від зміни швидкості електродвигуна. Таким чином пуск рукавичного автомата відбувається при обмеженому пусковому моменту електродвигуна (моменту відцентрової фрикційної муфти) при обох швидкісних режимах його роботи, що призводить до зниження динамічних навантажень в приводі рукавичного автомата.

Висновки.

Аналіз впливу пускового моменту електродвигуна на динамічні навантаження привода рукавичного автомата показує, що пусковий момент суттєво впливає на величину динамічних навантажень.

Зниження пускового моменту електродвигуна привода в допустимих межах дозволяє знизити динамічні навантаження рукавичного автомата ПА-8-33 в 2 рази.

Запропонований метод динамічного аналізу привода рукавичного автомата дозволяє оцінити ефективність зниження пускового моменту електродвигуна та визначити раціональні його межі.

Застосування запропонованого привода рукавичного автомата типу ПА з відцентровою фрикційною муфтою постійного моменту дозволяє розширити технологічні можливості привода та підвищити ефективність його роботи.

Результати досліджень можуть бути використані при розробці нових моделей рукавичних автоматів та інших типів в'язальних машин.

Список використаних джерел

1. Хомяк О. Н. Повышение эффективности работы вязальных машин / О. Н. Хомяк, Б. Ф. Пипа. – М. : Легпромиздат. – 1990. – 208 с.
2. Присяжнюк П. А. Наладка и эксплуатация плосковязальных трикотажных машин / П. А. Присяжнюк. – К. : Техніка, 1983. – 136 с.
3. Шляхова Э. Н. Новое оборудование перчаточного производства / Э. Н. Шляхова, Н. А. Иванов, Р. Н. Исopenко. – Л. : Легкая индустрия, 1978. – 96 с.
4. Хомяк О. М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів / О. М. Хомяк. – К. : КНУТД, 2008. – 250 с.
5. Автомат перчаточный марки ПА–8–33. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы, 1987. – 89 с.
6. Кожевников С. Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – К. : Наукова думка, 1986. – 288 с.
7. Пат. на корисну модель № 92621 Україна, МПК D04 B 15/16, D04 B 15/96. Привід рукавичного автомата / Б. Ф. Піпа, О. В. Чабан ; опубл. 26.08.2014, Бюл. № 16, 3 с.

References

1. Khomyak O. N. (1990) *Povyshenie effektivnosti raboty vyazal'nykh mashin [Improving of the efficiency of the knitting machines]* / O. N. Khomyak, B. F. Pipa. – M. : Legpromizdat. – 208 p. [in Russian].
2. Prisyazhnyuk P. A. (1983) *Naladka i ekspluatatsiya ploskovyazal'nykh trikotazhnykh mashin [Commissioning and operation of flat knitting machines]* / P. A. Prisyazhnyuk. – K. : Tekhnika, – 136 p. [in Russian].
3. Shlyakhova E. N. (1978) *Novoe oborudovanie perchatochnogo proizvodstva [New equipment of glove Manufacturing]* / E. N. Shlyakhova, N. A. Ivanov, R. N. Isopenko. – L. : Legkaya industriya, – 96 s. [in Russian].
4. Khomyak O. M. (2008) *Dynamika ploskov"yazal'nykh mashyn ta avtomativ [Dynamics of flat knitting machines]* / O. M. Khomyak. – K. : KNUTD, – 250 p. [in Ukrainian].
5. Avtomat perchatochnyy marki PA–8–33. *Tekhnicheskoe opisanie i instruktsiya po ekspluatatsii. [Automatic glove brand-PA 8-33. Technical description and user manual]* – Chernovtsy, 1987. – 89 p. [in Russian].
6. Kozhevnikov S. N. (1986) *Dinamika nestatsionarnykh protsessov v mashinakh [The dynamics of time-dependent processes in machines]*. – K. : Naukova dumka, – 288 p. [in Russian].
7. Pat. na korysnu model' # 92621 Ukrayina, MPK D04 B 15/16, D04 B 15/96. *Pryvid rukavychnoho avtomata [Gloves and mittens drive machine]* / B. F. Pipa, O. V. Chaban ; opubl. 26.08.2014, Byul. # 16, 3 p. [in Ukrainian].

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ В ПРИВОДЕ ПЕРЧАТОЧНОГО АВТОМАТА

ПИПА Б. Ф., ЧАБАН А. В., КОВАЛЬОВ Ю. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Оценка эффективности влияния центробежной фрикционной муфты на динамические нагрузки, возникающие в приводе перчаточного автомата при пуске, и разработка новой конструкции привода перчаточного автомата типа ПА с центробежной фрикционной муфтой постоянного момента.

Методика. Использованы современные методы исследований динамики механических систем с целью оценки влияния центробежной фрикционной муфты с постоянным моментом на снижение пусковых динамических нагрузок в приводе перчаточного автомата.

Результаты. На основе анализа особенностей работы перчаточных автоматов типа ПА установлена целесообразность использования в их приводе центробежной фрикционной муфты постоянного момента. Предложена новая конструкция такой муфты для снижения динамических нагрузок, возникающих при пуске перчаточных автоматов. В отличие от известных центробежных фрикционных муфт, предложенная муфта имеет постоянный крутящий момент независимо от частоты ее вращения, что позволяет повысить эффективность ее работы. Предложена новая конструкция привода перчаточного автомата с центробежной фрикционной муфтой постоянного момента.

Научная новизна. Развитие научных основ и инженерных методов проектирования приводов перчаточных автоматов.

Практическая значимость. Разработка новой конструкции привода перчаточного автомата с центробежной фрикционной муфтой постоянного момента.

Ключевые слова: перчаточный автомат, привод перчаточного автомата, динамические нагрузки привода, центробежная фрикционная муфта постоянного момента.

EFFICIENCY OF USING A CENTRIFUGAL FRICTION CLUTCH IN THE DRIVE GLOVE MACHINE

PIPA B.F., CHABAN A.V., KOVALEV Y.A.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Evaluating the effectiveness of the influence of the centrifugal clutch on the dynamic stresses resulting from the drive glove machine at start-up and development of a new drive design glove machine type PA with centrifugal friction coupling constant torque.

Methodology. Modern methods of research of mechanical systems in order to assess the effect of the centrifugal clutch with a constant torque to reduce the start-up of dynamic loads in the drive glove machine.

Findings. Based on the analysis of the features work glove machines type PA established the feasibility of using in their drive centrifugal clutch constant torque. A new design of such couplings to reduce the dynamic loads that occur during start-up glove machines. In contrast to the known centrifugal clutches, the proposed structure has a constant torque regardless of the frequency of rotation, thus enhancing the efficiency of its operation. A new design of the drive glove machine with centrifugal friction coupling constant torque.

Originality. Development of scientific principles and methods of engineering design drives glove machines.

Practical value. Development of a new design glove machine drive with centrifugal friction coupling constant torque.

Keywords: glove machine, glove machine drive, dynamic drive load, the centrifugal friction coupling constant torque.

УДК 677.055

ППА Б. Ф., ЧАБАН В. В., МУЗИЧИШИН С.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ДО АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ВЕЛИЧИНУ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПІД ЧАС ПУСКУ

Мета. Удосконалення методу аналізу впливу параметрів в'язальної машини на величину динамічних навантажень, що виникають під час пуску.

Методика. Використані сучасні методи досліджень динаміки механічних систем з метою оцінки впливу параметрів в'язальної машини на пускові динамічні навантаження.

Результати. На основі існуючих аналітичних методів динамічного аналізу багатомасових механічних систем з пружними в'язями розроблено метод аналізу, за допомогою якого значно простіше розрахунковим шляхом можливо знайти динамічні навантаження, що виникають у в'язальних машинах під час пуску та проаналізувати вплив параметрів машини на величину цих навантажень. На прикладі круглов'язальної машини КО-2 проаналізовано вплив її параметрів на максимальні динамічні навантаження, що виникають в пружних в'язях привода під час пуску. Встановлено, що найбільш ефективним рішенням зниження динамічних навантажень в круглов'язальних машинах типу КО може служити зниження пускового моменту електродвигуна та збільшення моменту інерції ведучої маси привода машини.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ та інженерних методів проектування в'язальних машин.

Практична значимість. Розробка інженерного методу аналізу впливу параметрів в'язальної машини на величину динамічних навантажень, що виникають під час пуску.

Ключові слова: в'язальна машина, динамічні навантаження в'язальної машини, вплив параметрів в'язальної машини на динамічні навантаження.

Вступ. Специфікою роботи в'язальних машин є досить часті зупинки і, відповідно, пуски (кількість зупинок, наприклад, круглов'язальних машин типу КО за зміну в окремих випадках перевищує 200 [1]), що зумовлює значні динамічні навантаження привода та інших механізмів машин. При цьому динамічні навантаження в 3 і більше разів перевищують статичні навантаження [2-4], що є однією з основних причин зниження довговічності роботи в'язальних машин та якості продукції.

Тому проблема підвищення надійності та довговічності роботи в'язальних машин шляхом зниження динамічних навантажень є актуальною та своєчасною. Виходячи з цього, при проектуванні в'язальних машин особливу увагу слід приділяти аналізу впливу параметрів машин на величину динамічних навантажень.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення ефективності роботи в'язальних машин шляхом зниження динамічних навантажень, завданням досліджень є удосконалення методу аналізу впливу параметрів в'язальної машини на динамічні навантаження, що виникають під час пуску.

Результати дослідження. Одним із важливих питань, що виникають при дослідженні динаміки в'язальних машин та розв'язання проблеми зниження динамічних навантажень є

аналіз впливу параметрів машини на величину пускових динамічних навантажень. Особливо важливим є дане питання при модернізації діючих та розробці нових конструкцій в'язальних машин.

Знаходження динамічних навантажень в лініях передач привода механічних систем може бути виконано аналітично з використанням методів, представлених в монографіях [2-6].

Однак, розв'язання задач динаміки в'язальних машин з використанням наведених методів являє собою трудомісткий процес. Ще складніше проаналізувати вплив окремих параметрів машини ($T_1, T_2, T_3, J_1, J_2, J_3, C_{12}, C_{23}$ та ін.) на величину динамічних навантажень. Тому при вирішенні поставленої задачі доцільно використовувати ЕОМ (ПК). Особливу увагу в цьому випадку слід приділяти відпрацюванню правильної математичної формулювання інженерної задачі, розробці програми розрахунку, контролю та аналізу одержаних результатів.

Пуск в'язальних машин, динамічна модель яких представлена у вигляді трирядної системи, як видно із досліджень [2-4], здійснюється в три етапи, що характеризуються рівняннями:

$$\text{1-й етап пуску:} \quad \ddot{T}_{12} = -\frac{C_{12}}{J_1} T_{12} + \frac{C_{12}}{J_1} T_1. \quad (1)$$

$$\text{2-й етап пуску:} \quad \ddot{T}_{12} = -C_{12} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} T_{12} + \frac{C_{12}}{J_2} T_{23} + C_{12} \left(\frac{T_1}{J_1} + \frac{T_2}{J_2} \right); \quad (2)$$

$$\ddot{T}_{23} = \frac{C_{23}}{J_2} T_{12} - \frac{C_{23}}{J_2} T_{23} - \frac{C_{23}}{J_2} T_2. \quad (3)$$

$$\text{3-й етап пуску:} \quad \ddot{T}_{12} = -C_{12} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} T_{12} + \frac{C_{12}}{J_2} T_{23} + C_{12} \left(\frac{T_1}{J_1} + \frac{T_2}{J_2} \right); \quad (4)$$

$$\ddot{T}_{23} = -C_{23} \frac{J_2 + J_3}{J_2 J_3} T_{23} + \frac{C_{23}}{J_2} T_{12} - C_{23} \left(\frac{T_2}{J_2} - \frac{T_3}{J_3} \right). \quad (5)$$

Для розв'язання цих рівнянь на ЕОМ необхідно їх привести до системи першого порядку. Але таке приведення збільшує число машинних операцій і, як правило, знижує точність рішення. Тому рекомендується наступний простий прийом, показаний на прикладі рішення системи рівнянь (4), (5) третього етапу пуску машини.

$$\begin{aligned} \text{Позначивши} \quad C_{12} \frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2} &= A_1^2; \quad \frac{C_{12}}{J_2} = B_1; \quad C_{12} \left(\frac{T_1}{J_1} + \frac{T_2}{J_2} \right) = C_1; \\ C_{23} \frac{J_2 + J_3}{J_2 J_3} &= A_2^2; \quad \frac{C_{23}}{J_2} = B_2; \quad -C_{23} \left(\frac{T_2}{J_2} - \frac{T_3}{J_3} \right) = C_2, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\text{можемо одержати:} \quad \ddot{T}_{12} = -A_1^2 T_{12} + B_1 T_{23} + C_1; \quad (7)$$

$$\ddot{T}_{23} = -A_2^2 T_{23} + B_2 T_{12} - C_2. \quad (8)$$

Розглянемо деякий довільний момент часу t_n , для якого будемо припускати відомі значення координат $T_{12}(t_n) = T_{12}^n$; $T_{23}(t_n) = T_{23}^n$ та їх похідних $\dot{T}_{12}(t_n) = \dot{T}_{12}^n$; $\dot{T}_{23}(t_n) = \dot{T}_{23}^n$.

Припускаючи, що рішення системи рівнянь (7), (8) починається з моменту t_n , перепишемо рівняння (7), (8) в зображеннях по Лапласу [7]:

$$PT_{12}(P) - PT_{12}^n - T_{12}^n = -A_1^2 T_{12}(P) + B_1 T_{23}(P) + \frac{C_1}{P},$$

або
$$(P^2 + A_1^2)T_{12}(P) = B_1 T_{23}(P) + \left(\frac{C_1}{P}\right) + PT_{12}^n + T_{12}^n. \quad (9)$$

Аналогічно знаходимо:

$$(P^2 + A_2^2)T_{23}(P) = B_2 T_{12}(P) + \left(\frac{C_2}{P}\right) + PT_{23}^n + T_{23}^n. \quad (10)$$

Тут $T_{12}(P)$ і $T_{23}(P)$ - зображення по Лапласу відповідних координат (моментів сил пружності T_{12} і T_{23}).

Далі обмежимося розглядом тільки одного рівняння системи, наприклад рівняння (9), оскільки виконані нижче перетворення аналогічно можуть бути перенесені і на рівняння (10).

Розв'язуючи рівняння (9) відносно зображення $T_{12}(P)$, знаходимо:

$$T_{12}(P) = B_1 \frac{T_{23}(P)}{P^2 + A_1^2} + C_1 \frac{1}{P(P^2 + A_1^2)} + \frac{P}{P^2 + A_1^2} T_{12}^n + \frac{1}{P^2 + A_1^2} T_{12}^n. \quad (11)$$

При відліку t від нуля:
$$\frac{1}{P^2 + A_1^2} \Rightarrow \frac{1}{A_1} \sin A_1 t. \quad (12)$$

Для нашого випадку, при відліку від t_n :

$$\frac{1}{P^2 + A_1^2} \Rightarrow \frac{1}{A_1} \sin A_1(t - t_n); \quad (13)$$

$$\frac{1}{P(P^2 + A_1^2)} \Rightarrow \frac{1}{A_1^2} [1 - \cos A_1(t - t_n)]; \quad (14)$$

$$\frac{P}{P^2 + A_1^2} \Rightarrow \frac{1}{A_1} \cos A_1(t - t_n). \quad (15)$$

Використовуючи теорему [7]:
$$F_1(P)F_2(P) \Rightarrow \int_0^t f_1(t - \tau) f_2(\tau) d\tau, \quad (16)$$

одержуємо:
$$B_1 \frac{T_{23}(P)}{P^2 + A_1^2} = T_{23}(P) \frac{B_1}{P^2 + A_1^2} \Rightarrow \int_{t_n}^t \frac{B_1}{A_1} T_{23}(t - t_n - \tau) \sin(\tau - t_n) d\tau. \quad (17)$$

З урахуванням (12)...(17) рівняння (11) прийме вид, переходячи в область часу:

$$T_{12}(t) = \frac{B_1}{A_1} \int_{t_n}^t T_{23}(t - t_n - \tau) \sin A_1(\tau - t_n) d\tau + \frac{C_1}{A_1^2} [1 - \cos A_1(t - t_n)] + \\ + T_{12}^n \cos A_1(t - t_n) + \frac{T_{12}^n}{A_1} \sin A_1(t - t_n). \quad (18)$$

Для $t = t_{n+1}$ (доволі близький до t_n момент часу) можна при обчисленні інтеграла скористатись теоремою про середнє, а тригонометричні функції замінити відповідними рядами. Припускаючи, що на інтервалі $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ момент $T_{23}(t)$ не залежить від часу і в середньому може бути прийнятим рівним

$$T_{23}(t - t_{n+1} - \tau) = \frac{1}{2} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n), \quad (19)$$

після інтегрування, розкладу в ряд тригонометричних функцій і залишення членів ряду аж до другого порядку малості одержимо:

$$\int_{t_n}^{t_{n+1}} T_{23}(t - t_n - \tau) \sin A_1(\tau - t_n) d\tau = \frac{1}{2} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) \cdot \int_{t_n}^{t_{n+1}} \sin A_1(\tau - t_n) d\tau = \\ = \frac{1}{2} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) \frac{(-1)}{A_1} \cos A_1(\tau - t_n) \Big|_{t_n}^{t_{n+1}} = \frac{1}{2} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) \frac{(-1)}{A_1} (\cos A_1 \Delta t - 1) = \\ = \frac{1}{2} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) \cdot \frac{(-1)}{A_1} \left(-\frac{A_1^2 \Delta t^2}{2} \right) = \frac{1}{4} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) A_1 \Delta t^2. \quad (20)$$

$$\text{Тоді: } T_{12}(t) = \frac{B_1 \Delta t^2}{4} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) + \frac{C_1}{A_1^2} \left(1 - 1 + \frac{A_1^2 \Delta t^2}{2} \right) + T_{12}^n \left(1 - \frac{A_1^2 \Delta t^2}{2} \right) + \frac{\dot{T}_{12}^n}{A_1} A_1 \Delta t,$$

$$\text{або} \quad T_{12}^{n+1} = \frac{B_1 \Delta t^2}{4} (T_{23}^{n+1} + T_{23}^n) + \frac{C_1 \Delta t^2}{2} + T_{12}^n \left(1 - \frac{A_1 \Delta t^2}{2} \right) + \dot{T}_{12}^n. \quad (21)$$

При малому Δt похідну по часу $\dot{T}_{12}^n$ можна замінити відповідною різницею

$$\dot{T}_{12}^n \Delta t \approx T_{12}^n - T_{12}^{n-1}. \quad (22)$$

Тоді можна одержати:

$$T_{12}^{n+1} - \frac{B_1 \Delta t^2}{4} T_{23}^{n+1} = \left(2 - \frac{A_1^2 \Delta t^2}{2} \right) T_{12}^n - T_{12}^{n-1} + \frac{B_1 \Delta t^2}{4} T_{23}^n + \frac{C_1 \Delta t^2}{2}. \quad (23)$$

Аналогічно для рівняння (5):

$$T_{23}^{n+1} - \frac{B_2 \Delta t^2}{4} T_{12}^{n+1} = \left(2 - \frac{A_2^2 \Delta t^2}{2} \right) T_{23}^n - T_{23}^{n-1} + \frac{B_2 \Delta t^2}{4} T_{12}^n + \frac{C_2 \Delta t^2}{2}. \quad (24)$$

Зберігаючи члени другого порядку малості, знаходимо:

$$T_{12}^{n+1} = \left(2 - \frac{A_1^2 \Delta t^2}{2}\right) T_{12}^n - T_{12}^{n-1} + 3 \frac{B_1 \Delta t^2}{4} T_{23}^n - \frac{B_1 \Delta t^2}{4} T_{23}^{n-1} + \frac{C_1 \Delta t^2}{2}; \quad (25)$$

$$T_{23}^{n+1} = \left(2 - \frac{A_2^2 \Delta t^2}{2}\right) T_{23}^n - T_{23}^{n-1} + 3 \frac{B_2 \Delta t^2}{4} T_{12}^n - \frac{B_2 \Delta t^2}{4} T_{12}^{n-1} + \frac{C_2 \Delta t^2}{2}. \quad (26)$$

Одержана система рівнянь (25), (26), які характеризують пуск в'язальної машини може бути вирішена чисельно на ЕОМ. Вибір інтервалу Δt (кроку інтегрування) в цьому випадку визначається величиною відкинутих членів в розкладаннях тригонометричних функцій.

Оскільки самий низький порядок відкинутих членів дорівнює трьом, то вибір кроку інтегрування необхідно підкорити умові:

$$i^{max}(A_i \Delta t)^3 \ll 1, \quad (i = 1, 2). \quad (27)$$

Виконані розрахунки дали хороші результати при

$$\Delta t \approx \frac{0,5}{i^{max}(A_i)}, \quad (i = 1, 2). \quad (28)$$

Використовуючи запропонований метод, авторами за допомогою ПК було проаналізовано вплив параметрів в'язальної машини на динамічні навантаження, що виникають під час пуску, на прикладі круглов'язальної машини КО-2.

При рішенні даного питання, враховуючи конструктивні особливості машини КО-2 та перспективи її модернізації, варіювання параметрів машини здійснювалось в межах: $T_1 = (20 \dots 100) \text{ Нм}$; $\Delta T_1 = 10 \text{ Нм}$; $T_2 = (2 \dots 20) \text{ Нм}$; $\Delta T_2 = 2 \text{ Нм}$; $T_3 = (5 \dots 40) \text{ Нм}$; $\Delta T_3 = 5 \text{ Нм}$; $J_1 = (0,01 \dots 0,1) \text{ кгм}^2$; $\Delta J_1 = 0,01 \text{ кгм}^2$; $J_2 = (0,01 \dots 0,1) \text{ кгм}^2$; $\Delta J_2 = 0,01 \text{ кгм}^2$; $J_3 = (0,01 \dots 0,1) \text{ кгм}^2$; $\Delta J_3 = 0,01 \text{ кгм}^2$; $C_{12} = (200 \dots 5000) \text{ Нм/рад}$; $\Delta C_{12} = 200 \text{ Нм/рад}$; $C_{23} = (500 \dots 10000) \text{ Нм/рад}$; $\Delta C_{23} = 500 \text{ Нм/рад}$.

Висновки. Аналіз держаних результатів показує наступне:

1. Величина пускового моменту електродвигуна T_1 суттєво впливає на динамічні навантаження. Збільшення T_1 різко підвищує величину динамічних навантажень в круглов'язальній машині.
2. Збільшення моменту сил опору товароприйомного механізму T_2 практично не впливає на величину динамічних навантажень.
3. Збільшення моменту сил опору механізму в'язання T_3 призводить до незначного збільшення динамічних навантажень в лініях передач C_{12} і C_{23} . При цьому більш помітний вплив моменту T_3 на динамічні навантаження спостерігається в лінії передач привода C_{23} .
4. Збільшення моменту інерції ведучої маси J_1 сприятливо позначається на зниженні динамічних навантажень.

5. Збільшення моменту інерції товароприйомного механізму J_2 підвищує динамічні навантаження в першій в'язі привода C_{12} і дещо знижує навантаження в в'язі C_{23} .

6. Зміна моменту інерції механізму в'язання J_3 несуттєво впливає на динамічні навантаження в пружній в'язі C_{12} і суттєво позначається на величині динамічних навантажень в пружній в'язі C_{23} .

7. Зміна жорсткості пружних в'язей C_{12} і C_{23} в прийнятих межах практично не впливає на динамічні навантаження.

Таким чином, найбільш ефективним рішенням зниження динамічних навантажень в круглов'язальних машинах типу КО може служити зниження пускового моменту електродвигуна та збільшення моменту інерції ведучої маси привода машини.

Список використаних джерел

1. Піпа Б. Ф. Наукові основи проектування та удосконалення систем гальмування круглов'язальних машин / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, Г. І. Павленко. – К. : КНУТД, 2003. – 208 с.
2. Піпа Б. Ф. Динаміка круглов'язальних машин / Б. Ф. Піпа, О. М. Хомяк, Г. І. Павленко. - К. : КНУТД, 2005. – 294 с.
3. Хомяк О. М. Динаміка плосков'язальних машин та автоматів / О. М. Хомяк. – К. : КНУТД, 2008. – 250 с.
4. Чабан В. В. Динаміка основов'язальних машин / В. В. Чабан, Л. А. Бакан, Б. Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2012 – 287 с.
5. Кожевников С. Н. Динамика нестационарных процессов в машинах / С. Н. Кожевников. – К. : Наукова думка, 1986. – 288 с.
6. Голубенцев А. Н. Интегральные методы в динамике / А. Н. Голубенцев. – К. : Техніка, 1967. – 352 с.
7. Корт Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корт, Т. Корт. – М. : Наука, 1968. – 676 с.

К АНАЛИЗУ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЯЗАЛЬНОЙ МАШИНЫ НА ВЕЛИЧИНУ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПУСКЕ

ПИПА Б.Ф., ЧАБАН В.В., МУЗЫЧИШИН С.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Совершенствование метода анализа влияния параметров вязальной машины на величину динамических нагрузок, возникающих при пуске.

Методика. Используются современные методы исследований динамики механических систем с целью оценки влияния параметров вязальной машины на пусковые динамические нагрузки.

Результаты. На основе существующих аналитических методов динамического анализа многомассовых механических систем с упругими связями разработан метод анализа, с помощью которого значительно проще расчетным путем можно определить динамические нагрузки, возникающие в вязальных машинах при пуске и проанализировать влияние параметров машины на величину этих нагрузок. На примере кругловязальной машины КО-2

проанализировано влияние ее параметров на максимальные динамические нагрузки, возникающие в упругих связях привода при пуске. Установлено, что наиболее эффективным решением снижения динамических нагрузок в кругловязальных машинах типа КО может служить снижение пускового момента электродвигателя и увеличения момента инерции ведущей массы привода машины.

Научная новизна. Развитие научных основ и инженерных методов проектирования вязальных машин.

Практическая значимость. Разработка инженерного метода анализа влияния параметров вязальной машины на величину динамических нагрузок, возникающих при пуске.

Ключевые слова: вязальная машина, динамические нагрузки вязальной машины, влияние параметров вязальной машины на динамические нагрузки.

TO THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PARAMETERS KNITTING MACHINES ON THE VALUE OF THE DYNAMIC LOADS ARISING IN STARTING

PIPA B.F., CHABAN V.V., MUSITHISEN S.W.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Improvement of the method of analysis of influence of parameters on the value of the knitting machine dynamic loads encountered during start-up.

Methodology. Modern methods of research of mechanical systems in order to assess the influence of parameters on the knitting machine launchers dynamic loads.

Findings. Based on current analytical methods of dynamic mechanical analysis of multibody systems with elastic connections developed method of analysis which is considerably simpler calculation can be determined by dynamic forces arising when knitting machines start to analyze the impact and machine parameters on the magnitude of these loads. On the example of the circular machine KO-2 analyzed the influence of its parameters on the maximum dynamic loads encountered in elastic ties drive at startup. Found that the most effective solution to reduce the dynamic loads in circular knitting machines such as KO may be a drop in the starting torque of the electric motor and an increase in the mass moment of inertia of the leading machine drive.

Originality. Development of scientific principles and methods of engineering design knitting machines.

Practical value. Development of engineering analysis method parameters influence the knitting machine by the amount of dynamic loads encountered during start-up.

Keywords: knitting machine, knitting machine dynamic loads, impact parameters knitting machine to dynamic loads.

УДК 677.055

ДВОРЖАК В.М., ОРЛОВСЬКИЙ Б.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МАСА-ІНЕРЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХОМИХ ТРИПОВОДКОВИХ ЛАНОК МЕХАНІЗМІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Мета. Вдосконалення методів проектування типових механізмів машин галузі із застосуванням прикладних CAD-програм.

Методика. Використаний експериментальний метод дослідження типових механізмів машин галузі.

Результати. Отриманий алгоритм експериментального дослідження моментів інерції та положень центрів мас ланок механізмів із застосуванням прикладної програми MathCAD

Наукова новизна. Розвиток експериментальних методів автоматизованого проектування типових механізмів машин із застосуванням комп'ютера.

Практична значимість роботи полягає у використанні одержаних результатів досліджень при проектуванні цільових типових механізмів машин галузі.

Ключові слова: момент інерції, центр мас, рухома ланка.

Вступ. Визначення маса-інерційних параметрів рухомих ланок механізмів, таких як моменти інерції приведені до осей коливання (обертання) або до осей, що проходять через центри мас ланок, та положення цих центрів мас, може здійснюватися двома способами – аналітичним, у тому числі з використанням 3D-моделей рухомих ланок у прикладних CAD-програмах, та експериментальним [2].

Переважає більшість рухомих ланок механізмів технологічних машин має досить складну конструкцію, як наприклад, в механізмах з групами Асура 3 і 4 класів [6, 4]. Використання аналітичних методів для визначення маса-інерційних параметрів таких ланок вимагає проведення вимірювань для визначення розмірів окремих простих тіл та значної кількості аналітичних розрахунків [3]. Тому завдання експерименту є доволі актуальним при проектуванні технологічних машин з важільними механізмами зі змінною передаточною функцією.

Для визначення моментів інерції тіл складної геометричної форми широко використовуються експериментальні методи коливань, як наприклад, метод згасаючих коливань [2], який відрізняється простотою реалізації та водночас хорошою точністю результатів. Тому саме цей метод покладений в основу визначення моментів інерції та положень центрів мас рухомих ланок технологічних машин.

Постановка завдання. Завданням цього дослідження є створення певного алгоритму для експериментального визначення моментів інерції ланок та положень їхніх центрів мас та розробка математичних моделей для його реалізації з використанням прикладної комп'ютерної програми MathCAD.

Основний матеріал. Експериментальна установка для визначення осьового моменту інерції та положення центра мас рухомої ланки складається з коливної платформи з противагою 1 (рис. 1), яка закріплюється на вертикальному валові, що встановлюється в підшипниках кочення, які в свою чергу кріпляться до корпусу експериментальної установки (на рис. 1 корпус не показаний). Платформа 1 з протилежної сторони з'єднується із пружним елементом 2, який з'єднується з корпусом експериментальної установки. Рухома ланка 3, що досліджується, встановлюється на коливну платформу 1. Позначимо осі правої системи координат (ПСК) так, щоб вісь Z була віссю коливання платформи 1. Для визначення моменту інерції рухомої ланки відносно осі Z_S , яка паралельна до вертикальної осі Z та проходить через центр мас рухомої ланки, слід розмістити рухому ланку так, щоб площина її руху лежала у площині коливання платформи, тобто у площині XY ПСК.

Якщо вивести цю механічну систему з рівноваги, завдаючи їй малої амплітуди коливань, то платформа разом з ланкою здійснюватимуть коливання навколо осі Z , які, нехтуючи тертям, можна описати диференціальним рівнянням вільних коливань [7]:

$$I^* \cdot \ddot{\varphi}_i + c_{np} \cdot \dot{\varphi}_i = 0; \quad (1)$$

де I^* – приведений до осі Z коливання платформи момент інерції механічної системи;

c_{np} – приведена жорсткість пружного елемента;

φ – кут відхилення платформи від положення рівноваги;

$\ddot{\varphi}$ – кутове прискорення платформи;

i – дискретна змінна, яка визначає номер досліду, $i = 1, 2..n$ (n – кількість дослідів).

Використовуючи теорему Гюйгенса-Штейнера, визначимо приведений момент інерції механічної системи I^* згідно з рис. 1:

$$I^* = I_1 + I_2 + m_2 \cdot [(a+x)^2 + (b+y)^2]; \quad (2)$$

де I_1 – осьовий момент інерції коливної платформи відносно осі коливання Z ;

I_2 – осьовий момент інерції рухомої ланки відносно осі, що проходить через її центр мас Z_S ;

m_2 – маса рухомої ланки;

a та b – відстані від відповідних осей ПСК до рухомої ланки, що визначають положення останньої на коливній платформі (знак параметру b згідно з рис. 1 залежить від розташування рухомої ланки на платформі; для прикладу, що розглядається значення b від'ємне);

x та y – відстані від відповідних площин рухомої ланки до її центра мас.

Приведену жорсткість c_{np} у виразі (1) можна визначити за такою формулою:

$$c_{np} = c \cdot L^2; \quad (3)$$

де c_{np} – приведена жорсткість пружини платформи, Н·м;

c – лінійна жорсткість пружини платформи, Н/м;

L – відстань від осі коливання платформи Z до місця закріплення пружини.

Експеримент пов'язаний з визначенням періоду коливань механічної системи, який визначатимемо з виразу частоти вільних коливань p :

$$p = \sqrt{\frac{c_{np}}{I^*}} = \frac{2 \cdot \pi}{T}; \quad (4)$$

де T – період коливань механічної системи.

Звїдки:

$$I^* = \frac{C_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T^2. \quad (5)$$

Момент інерції самої платформи I_1 , що входить до рівняння (2), визначимо з виразу:

$$I_1 = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_1^2, \quad (6)$$

де T_1 – період коливань самої платформи без рухомої ланки.

Користуючись рекомендаціями [1], жорсткість c слід обирати таким чином, щоб період коливань порожньої платформи приблизно дорівнював $T_1 \approx 1 \text{ сек}$.

Для визначення моменту інерції рухомої ланки та положення її центра мас, експеримент проводитимемо для трьох положень рухомої ланки на платформі.

Перше положення рухомої ланки зображено на розрахунковій схемі на рис. 1.

Для першого положення запишемо рівняння, об'єднавши вирази (2) та (5):

$$I_1 + I_2 + m_2 \cdot [(a+x)^2 + (b+y)^2] = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_{\Sigma 1}^2, \quad (7)$$

де $T_{\Sigma 1}$ – період коливань платформи із встановленою на ній рухомою ланкою, виміряний на першому етапі експерименту.

Друге положення рухомої ланки отримаємо, повернувши її навколо осі Y на 180° (рис. 2).

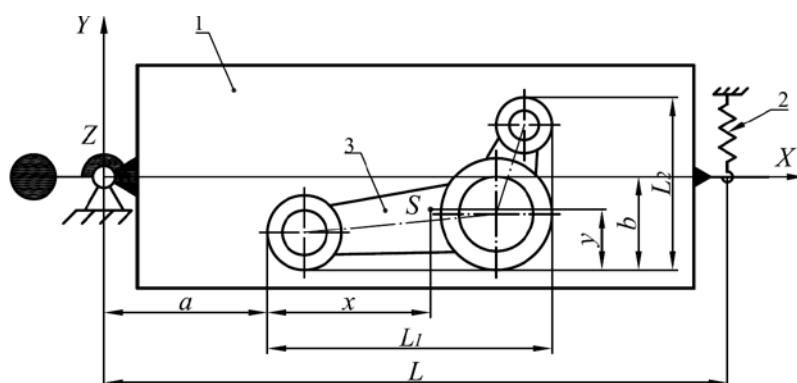


Рис. 1. Розрахункова схема для першого етапу експерименту з визначення моменту інерції та положення центру мас рухомої ланки

Для другого положення запишемо рівняння, об'єднавши вирази (2) і (5) та замінивши співмножник при m_2 у виразі (2) на квадрат відстані між осями Z та Z_S відповідно до рис. 2:

$$I_1 + I_2 + m_2 \cdot \left[(a + (L_1 - x))^2 + (b + y)^2 \right] = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_{\Sigma 2}^2, \quad (8)$$

де $T_{\Sigma 2}$ – період коливань платформи із встановленою на ній рухомою ланкою, виміряний на другому етапі експерименту.

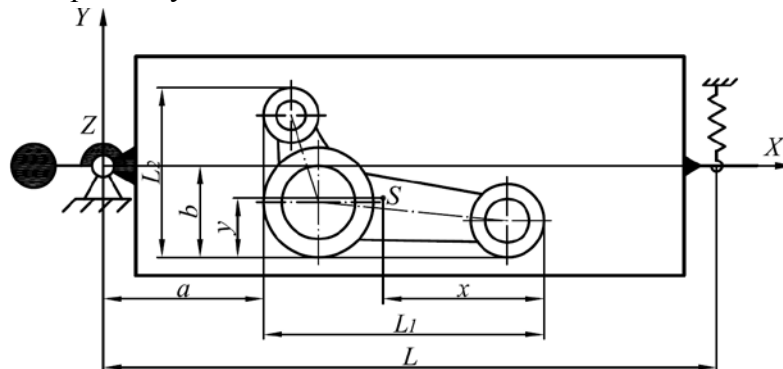


Рис. 2. Розрахункова схема для другого етапу експерименту з визначення моменту інерції та положення центра мас рухомої ланки

Третє положення рухомої ланки отримаємо, повернувши її з другого положення навколо осі Z на 90° (рис. 3).

Аналогічно до рівняння (8) запишемо рівняння для третього етапу експерименту відповідно до рис. 3:

$$I_1 + I_2 + m_2 \cdot [(a + (L_2 - y))^2 + (b + (L_1 - x))^2] = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_{\Sigma 3}^2, \quad (9)$$

де $T_{\Sigma 3}$ – період коливань платформи із встановленою на ній рухомою ланкою, виміряний на третьому етапі експерименту.

Таким чином, об'єднавши рівняння (7), (8) та (9), отримаємо систему рівнянь, з якої визначимо невідомі параметри I_2 , x та y .

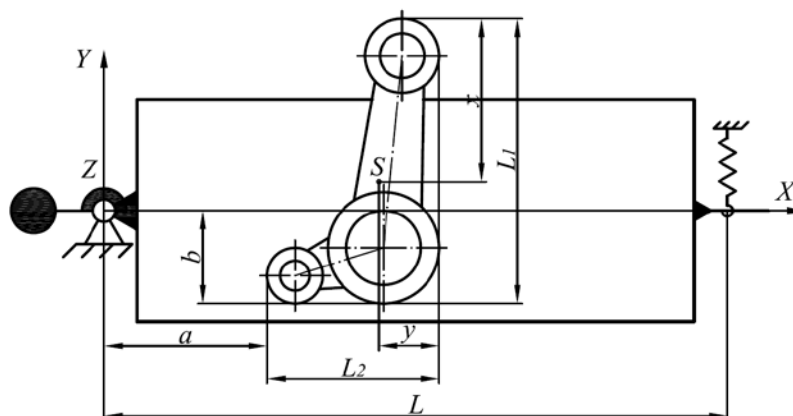
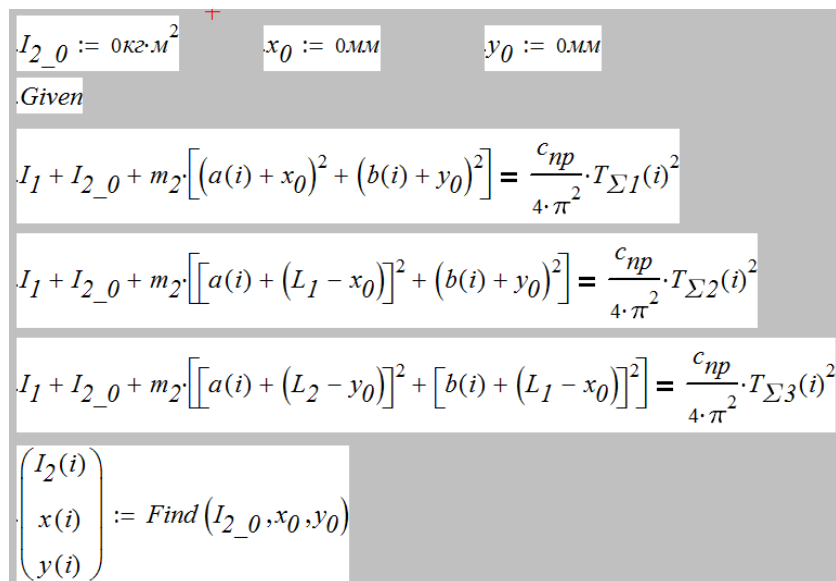


Рис. 3. Розрахункова схема для третього етапу експерименту з визначення моменту інерції та положення центра мас рухомої ланки

Для розв'язку системи рівнянь скористаємося програмою MathCAD із застосуванням обчислювального блоку Given-Find, який представлений на рис. 4. Відомо [5], що обчислювальний блок Given-Find вимагає завдання початкових значень параметрам I_2 , x та y , а саме введення I_{2_0} , x_0 та y_0 , в околиці яких здійснюватиметься пошук розв'язку системи рівнянь.



$$I_{2_0} := 0 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad x_0 := 0 \text{ мм} \quad y_0 := 0 \text{ мм}$$

Given

$$I_1 + I_{2_0} + m_2 \cdot \left[(a(i) + x_0)^2 + (b(i) + y_0)^2 \right] = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_{\Sigma 1}(i)^2$$

$$I_1 + I_{2_0} + m_2 \cdot \left[(a(i) + (L_1 - x_0))^2 + (b(i) + y_0)^2 \right] = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_{\Sigma 2}(i)^2$$

$$I_1 + I_{2_0} + m_2 \cdot \left[(a(i) + (L_2 - y_0))^2 + (b(i) + (L_1 - x_0))^2 \right] = \frac{c_{np}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T_{\Sigma 3}(i)^2$$

$$\begin{pmatrix} I_2(i) \\ x(i) \\ y(i) \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{2_0}, x_0, y_0)$$

Рис. 4. Розрахункова область вікна документа MathCAD для обробки результатів експерименту з визначення моменту інерції та положення центра мас рухомої ланки

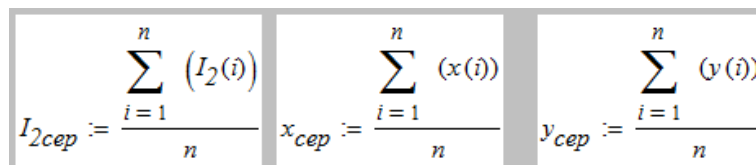
Експеримент проводиться при трьох положеннях рухомої ланки на платформі згідно з рис. 1, рис. 2 та рис. 3 та різних значеннях відстаней $a(i)$ та $b(i)$ в кожному положенні для n дослідів, де дискретна змінна $i = 1, 2..n$. Відповідно цьому, визначаються значення періодів коливань механічної системи $T_{\Sigma 1}(i)$, $T_{\Sigma 2}(i)$ та $T_{\Sigma 3}(i)$. Результати експерименту представляються у вигляді таблиці:

Таблиця 1. Результати експерименту

i	$a(i)$	$b(i)$	$T_{\Sigma 1}(i)$	$T_{\Sigma 2}(i)$	$T_{\Sigma 3}(i)$
1	$a(1)$	$b(1)$	$T_{\Sigma 1}(1)$	$T_{\Sigma 2}(1)$	$T_{\Sigma 3}(1)$
2	$a(2)$	$b(2)$	$T_{\Sigma 1}(2)$	$T_{\Sigma 2}(2)$	$T_{\Sigma 3}(2)$
n	$a(n)$	$b(n)$	$T_{\Sigma 1}(n)$	$T_{\Sigma 2}(n)$	$T_{\Sigma 3}(n)$

У результаті обчислень блоком Given-Find отримаємо матрицю 3×1 параметрів $I_2(i)$, $x(i)$ та $y(i)$ при різних значеннях дискретної змінної i для n дослідів.

Визначаємо середні значення моменту інерції рухомої ланки та координати її центра мас згідно з рис. 5:



$$I_{2\text{сеп}} := \frac{\sum_{i=1}^n (I_2(i))}{n} \quad x_{\text{сеп}} := \frac{\sum_{i=1}^n (x(i))}{n} \quad y_{\text{сеп}} := \frac{\sum_{i=1}^n (y(i))}{n}$$

Рис. 5. Розрахункова область вікна документа MathCAD для визначення середніх значень моменту інерції та положення центра мас рухомої ланки

Таким чином, визначені параметри $I_{2\text{сеп}}$, $x_{\text{сеп}}$ та $y_{\text{сеп}}$ є отриманими результатами експериментальних досліджень.

Висновки. Розглянутий метод експериментального визначення осьового моменту інерції та положення центра мас рухомих ланок дозволяє забезпечити автоматизацію проектування типових механізмів машин галузі з використанням сучасної прикладної комп'ютерної програми MathCAD. Результати дослідження можуть бути впроваджені у навчальну дисципліну «Основи розрахунку та конструювання типових машин» Київського національного університету технологій та дизайну.

Список використаних джерел

1. Бертяев В. Д. Теоретическая механика на базе MathCAD : практикум / В. Д. Бертяев – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 752 с. – ISBN 5-94157-625-0.
2. Гернет М. М. Определение моментов инерции / М. М. Гернет, В. Ф. Ратобыльский – М. : Машиностроение, 1969. – 248 с.
3. Дорошенко І. В. Визначення маса-інерційних параметрів рухомих ланок міні-основов'язальних машин аналітичним методом [Електронний ресурс] / І. В. Дорошенко, Б. В. Орловський, В. М. Дворжак // Технології та дизайн. – 2012. – № 2. – Режим доступу до журн. : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_2/index.html.
4. Кошель С. О. Визначення швидкостей точок плоского механізму з структурними групами третього класу графічним способом / С. О. Кошель, Г. В. Кошель // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 3. – С. 30-34.
5. Макаров Е. Г. MathCAD : учеб. курс. / Е. Г. Макаров – СПб. : Питер, 2009. – 384 с. – ISBN 978-5-388-00201-3.
6. Орловський Б. В. Схемотехнічне моделювання механізмів основов'язальних машин з трьома ступенями вільності зі структурними групами III класу IV порядку / Б. В. Орловський, В. М. Дворжак, І. В. Савченко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 3. – С. 174-181.
7. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко – М. : Наука, 1967. – 444 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССА-ИНЕРЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДВИЖНЫХ ТРЕХПОВОДКОВЫХ ЗВЕНЬЕВ МЕХАНИЗМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

ОРЛОВСКИЙ Б.В., ДВОРЖАК В.М.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Усовершенствование методов проектирования типовых механизмов технологических машин с использованием прикладных CAD-программ.

Методика. Для выполнения исследований использовался экспериментальный метод определения момента инерции и положения центра масс подвижных звеньев механизмов технологических машин отрасли; для обработки результатов эксперимента использовался аналитический метод с применением программы MathCAD.

Результаты. Получен алгоритм экспериментального определения масса-инерционных характеристик подвижных звеньев механизмов, получены математические зависимости, позволяющие вычислить по результатам эксперимента значения осевого момента инерции подвижного звена сложной конфигурации и одновременно координаты его центра масс с использованием прикладной компьютерной программы MathCAD.

Научная новизна. Развитие экспериментальных методов автоматизированного проектирования типовых механизмов технологических машин с использованием компьютера.

Практическая значимость работы состоит в использовании полученных результатов исследований при проектировании целевых типовых механизмов технологических машин.

Ключевые слова: *момент инерции, центр масс, подвижное звено.*

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE MASS-INERTIA PARAMETERS MOVING THREE PEDESTRIAN LINKS OF THE MECHANISM TECHNOLOGICAL MACHINES

ORLOVSKY B.V., DVORZHAK V.M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Improvement of methods of designing standard mechanisms of technological machines using CAD-application programs.

Methodology. To perform the study used an experimental method for determining the moment of inertia and the position of the center of mass of moving parts of the mechanisms of technological machines industry; for processing the results of the experiment used an analytical method using the program MathCAD.

Findings. The algorithm of the experimental determination of the mass-inertial characteristics of mobile units mechanisms derived mathematical relationships that allow to calculate the results of the experimental values of the axial moment of inertia of the moving unit complex configuration while the coordinates of its center of mass using computer applications MathCAD.

Originality. Development of experimental methods aided design standard mechanisms of technological machines using a computer.

Practical Value of the work is the use of the results of research in the design of targeted types of mechanisms of technological machines.

Keywords: *moment of inertia, center of mass, movable link.*

УДК 539.3

ЛАЗАРЕВА Д.В., ПОТАПЕНКО А.И., СУРЬЯНИНОВ Н.Г.
Одесский национальный политехнический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АСИММЕТРИЧНЫХ КРУПНОГАБАРИТНЫХ РАМ

Мета. Експериментальна перевірка чисельних математичних моделей великогабаритних рам.

Методика. Конструкція рами розрахована методом скінчених елементів в ANSYS і чисельно-аналітичним методом граничних елементів в MATLAB, після чого у виявлених чисельними розрахунками трьох небезпечних вузлах наклеєні датчики для визначення напружень експериментальним шляхом.

Результати. Досліджувалися вузли: стінка поперечки в місці примикання до лонжерона; нижня полиця лонжерона, стінка лонжерона в місці кріплення задньої підвіски. Виміри проводилися для характерного циклу роботи рами: холостий хід, навантаження контейнера, транспортування й зняття контейнера. Погрішність між результатами розрахунків, отриманими на основі двох чисельних методів і експериментальними даними, становить 4-5 %.

Наукова новизна. Розвиток інженерних методів проектування великогабаритних рам.

Практична значимість. Спільне використання експериментальних досліджень і розрахункових програм дозволяє уникнути багатьох традиційних помилок, що виникають при проектуванні.

Ключові слова: великогабаритна рама, метод скінчених елементів, метод граничних елементів, натурний експеримент.

Введение. Основной несущей конструкцией многих технических объектов является система, состоящая из перекрестных балок, как правило, тонкостенного поперечного сечения. Их соединение в единое целое осуществляется при помощи сварки, клепки или болтов, причем, дополнительно устанавливаются разного рода накладки, косынки и т. п.

Для идентификации этих систем часто используют термин, заимствованный из механики, — «пространственная рама». Такое название представляется не вполне оправданным, поскольку пространственная рама состоит из плоских рам, т. е. из элементов, лежащих в одной плоскости.

Постановка задачи. Разветвленная и несимметричная геометрия таких систем, наличие совершенно разных по конфигурации и условиям работы элементов, делают невозможным применение общих аналитических методов строительной механики для их расчета. Поэтому на протяжении длительного периода в разных областях техники использовались приближенные подходы, ориентированные исключительно на данную отрасль — транспортное машиностроение, судостроение, авиация, строительство и т. д. Не учитывались также пространственное действие нагрузок, вызывающее помимо изгиба еще и кручение, упругие деформации узлов, вертикальные и горизонтальные эксцентриситеты осей

стержней в этих узлах, а также особенности работы элементов системы как тонкостенных стержней при кручении, сопровождающиеся значительными нормальными напряжениями.

Несколько позже появились новые методы расчета, в которых учитывалось, что конструктивные элементы САТС чаще всего являются тонкостенными стержнями. Это направление получило развитие в работах В.З. Власова [1], его последователей и учеников.

Учет всех указанных выше особенностей крупногабаритных рам стал возможен на основе использования численных методов с применением современной компьютерной техники и наукоемких САПР. В ряде наших работ выполнены теоретические и компьютерные исследования подобных рам на основе двух разных математических моделей — конечно-элементной и гранично-элементной [2-5]. Получены близкие результаты, которые, тем не менее, нуждаются в экспериментальной проверке.

С этой целью выполнены натурные испытания двухосного полуприцепа-платформы (рис. 1). Конструкция была рассчитана методом конечных элементов в ANSYS [6] и численно-аналитическим методом граничных элементов [7] в MATLAB, а потом в выявленных в ANSYS трех опасных узлах наклеенные датчики для определения напряжений экспериментальным путем.

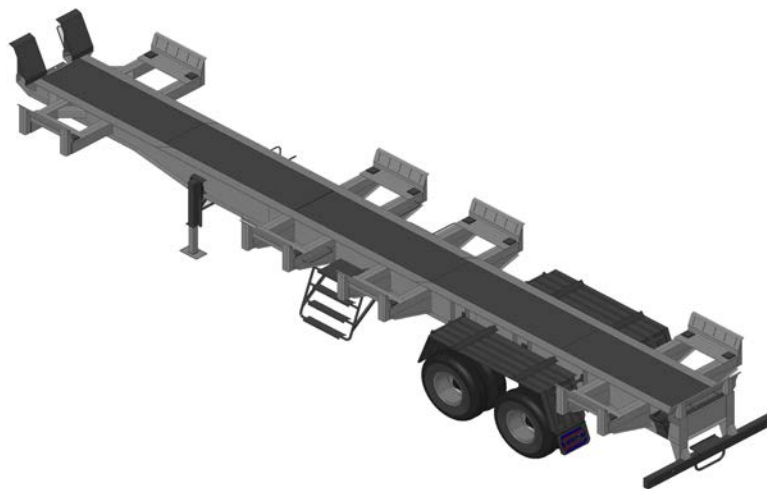


Рис. 1. Двухосный полуприцеп-платформа

Исследовались следующие узлы: стенка поперечины в месте примыкания к лонжерону; нижняя полка лонжерона, где возникают максимальные напряжения; стенка лонжерона в месте крепления задней подвески. Измерения проводились для характерного цикла работы рамы: холостой ход, нагрузка контейнера, транспортировка и снятие контейнера.

Результаты исследования. Натурный эксперимент выполнен с использованием тензодатчиков с малой базой. Информация, полученная в результате деформации тензодатчиков, фиксировалась в вольтах. Для перевода ее в величины абсолютных деформаций использовано тарифовочное устройство. Пересчет деформаций в напряжения (при угле между осями датчиков 45 градусов) осуществлен по формуле

$$\sigma_{1,2} = \frac{E}{1-\mu} \cdot \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \pm \frac{E}{1+\mu} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 + [2\varepsilon_2 - (\varepsilon_1 + \varepsilon_3)]^2} . \quad (1)$$

Для измерения деформаций использованы первичные преобразователи КФ 5П1-5-200-Б-12 с номинальным сопротивлением 200 Ом.

При наклеивании первичных преобразователей полуприцеп находился в разгруженном состоянии. В этом положении первичные преобразователи не имели деформации. Тензодатчики защищались от влаги нанесением на них влагонепроницаемого компаунда на основе парафина. На рис. 2 показан монтаж розетки тензодатчиков в одной из исследуемых точек (точка 3).



Рис. 2. Монтаж розетки тензодатчиков

Вес контейнера составил 21 т. Данные с первичных преобразователей были записаны с помощью программы PowerGraph 3.3 на ПЭВМ. По деформациям определялись главные напряжения (1), а затем — напряжения по Мизесу (рис. 3):

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2} , \quad (2)$$

где σ_1 , σ_2 — главные напряжения.

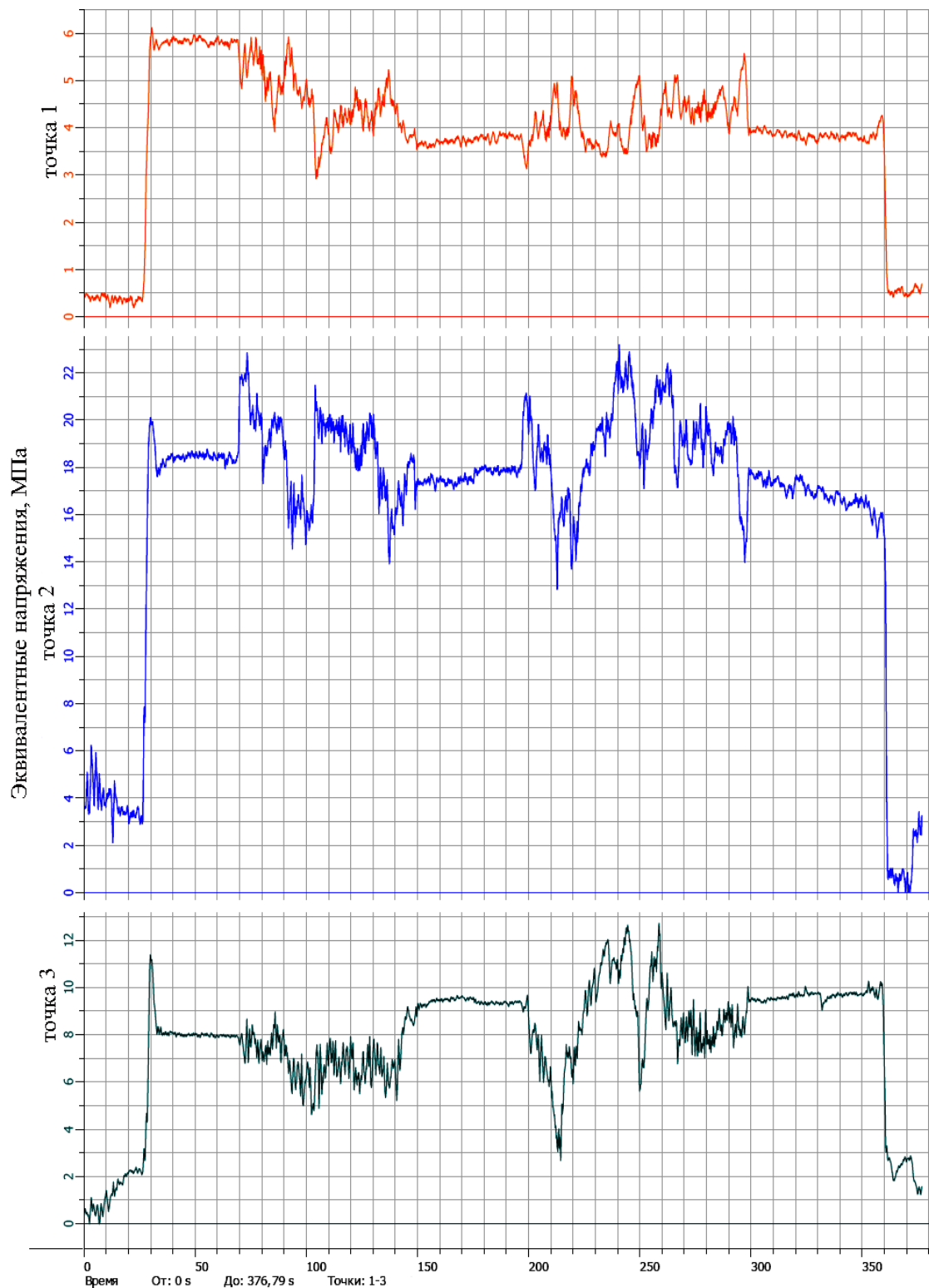


Рис. 3. Изменение эквивалентных напряжений в течение полного цикла работы рамы

Тензометрические испытания проводились при нагрузке 21 т, а максимальная заявленная нагрузка на полуприцеп равна 60 т. Поэтому, напряжения, возникающие при полном цикле работы полуприцепа под действием заявленной нагрузки, были пересчитаны.

Результаты вычислений и экспериментальные данные для точек 2 и 3 при трех режимах движения приведены в табл. 1, а погрешность вычислений указана в табл. 2.

Таблица 1. Напряжения, полученные двумя методами, и экспериментально

№ точ- ки	Положение груза	Напряжение, МПа								
		Движение по прямой			Поворот направо			Поворот налево		
		Эксп.	МКЭ	МГЭ	Эксп.	МКЭ	МГЭ	Эксп.	МКЭ	МГЭ
2	Начальное	20,1	19,20	19,33	18,0	17,1	18,74	-	-	-
	Сдвиг	19,75	18,88	20,65	16,2	16,82	17,12	19,85	18,93	20,69
3	Начальное	7,9	8,31	8,24	6,5	6,14	6,24	-	-	-
	Сдвиг	9,2	8,85	9,75	5,15	5,0	5,36	11,4	10,89	11,87

Таблица 2. Погрешность вычислений

№ точ- ки	Положение груза	Погрешность по отношению к эксперименту, %					
		Движение по прямой		Поворот направо		Поворот налево	
		МКЭ	МГЭ	МКЭ	МГЭ	МКЭ	МГЭ
2	Начальное	4,47	3,83	5,0	4,11	-	-
	Сдвиг	4,41	4,56	3,83	5,68	4,63	4,23
3	Начальное	5,19	4,3	5,54	4,0	-	-
	Сдвиг	3,8	5,98	2,91	4,1	4,47	4,1

Выводы. Анализ полученных результатов показывает, что погрешность между результатами расчетов, полученными на основе двух численных методов и экспериментальными данными, составляет 4-5 %.

Данные, полученные в результате измерений с помощью первичных преобразователей, хотя и отображают реальную картину распределения деформаций и напряжений в течение полного цикла эксплуатации, но их существенным недостатком является дискретность. Второй недостаток состоит в том, что конечную информацию желательно получить в виде напряжений в наиболее опасных местах, однако расположение этих мест заранее неизвестно. Зачастую они определяются, основываясь на опыте исследователей. Неверное определение опасных зон в исследуемом объекте не дает необходимых данных проектировщику, что приводит к бесполезности полученной информации применительно к расчетам.

С другой стороны, расчет металлоконструкций в современных расчетных программах дает непрерывные поля деформаций и напряжений, но при этом имеет место определенная схематизация нагрузок, не все они могут быть точно определены. Следовательно, уже на стадии расчетной модели закладывается довольно значительная погрешность. Совместное использование измерений с помощью первичных преобразователей и расчетных программ позволяет избежать многих описанных выше ошибок.

Список использованных источников

1. Власов В. З. Избранные труды. Т. 3. Тонкостенные пространственные системы / В. З. Власов. – М. : Книга по Требованию, 2013. – 488 с.
2. Дашченко А. Ф. Анализ напряженно-деформированного состояния рамы автомобильного полуприцепа в программе ANSYS / А. Ф. Дашченко, Н. Г. Сурьянинов, Д. В. Лазарева // Труды Харьковского НАДУ. – 2005. – С. 15–17.
3. Лазарева Д. В. Конечно-элементный анализ несущей рамы контейнеровоза / Лазарева Д. В. // Холодильна техніка і технологія ОДАХ. – 2007. – №3 (107). – С. 77–78.
4. Сурьянинов Н. Г. Напряженно-деформированное состояние рамы контейнеровоза при предельных режимах нагружения / Н. Г. Сурьянинов, Д. В. Лазарева // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2007. – № 26(352). – С. 283–289.
5. Оробей В. Ф. Расчет пространственных стержневых систем методом граничных элементов / В. Ф. Оробей, Д. В. Лазарева, Г. Н. Козолуп // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 182–183.
6. Дашченко А. Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А. Ф. Дашченко, Д. В. Лазарева, Н. Г. Сурьянинов ; под ред. Н. Г. Сурьянинова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Одесса : Пальмира, 2011. – 505 с.
7. Численно-аналитический метод граничных элементов : в 2-х т. Т. 1. / А. Ф. Дашченко, Л. В. Коломиец, В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов. – Одесса : ВМВ, 2010. – 416 с.

Список использованных источников

1. Власов В. З. Избранные труды. Т. 3. Тонкостенные пространственные системы / В. З. Власов. – М. : Книга по Требованию, 2013. – 488 с.
2. Дашченко А. Ф. Анализ напряженно-деформированного состояния рамы автомобильного полуприцепа в программе ANSYS / А. Ф. Дашченко, Н. Г. Сурьянинов, Д. В. Лазарева // Труды Харьковского НАДУ. – 2005. – С. 15–17.
3. Лазарева Д. В. Конечно-элементный анализ несущей рамы контейнеровоза / Лазарева Д. В. // Холодильна техніка і технологія ОДАХ. – 2007. – №3 (107). – С. 77–78.
4. Сурьянинов Н. Г. Напряженно-деформированное состояние рамы контейнеровоза при предельных режимах нагружения / Н. Г. Сурьянинов, Д. В. Лазарева // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2007. – № 26(352). – С. 283–289.
5. Оробей В. Ф. Расчет пространственных стержневых систем методом граничных элементов / В. Ф. Оробей, Д. В. Лазарева, Г. Н. Козолуп // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 182–183.
6. Дашченко А. Ф. ANSYS в задачах инженерной механики / А. Ф. Дашченко, Д. В. Лазарева, Н. Г. Сурьянинов ; под ред. Н. Г. Сурьянинова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Одесса : Пальмира, 2011. – 505 с.
7. Численно-аналитический метод граничных элементов : в 2-х т. Т. 1. / А. Ф. Дашченко, Л. В. Коломиец, В. Ф. Оробей, Н. Г. Сурьянинов. – Одесса : ВМВ, 2010. – 416 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ РАМ

ИССЛЕДОВАНИЯ

АСИММЕТРИЧНЫХ

ЛАЗАРЕВА Д.В., ПОТАПЕНКО А.И., СУРЬЯНИНОВ Н.Г.

Одесский национальный политехнический университет

Цель. Экспериментальная проверка численных математических моделей крупногабаритных рам.

Методика. Конструкция рамы рассчитана методом конечных элементов в ANSYS и численно-аналитическим методом граничных элементов в MATLAB, после чего в выявленных численными расчетами трех опасных узлах наклеены датчики для определения напряжений экспериментальным путем.

Результаты. Исследовались узлы: стенка поперечины в месте примыкания к лонжерону; нижняя полка лонжерона, стенка лонжерона в месте крепления задней подвески. Измерения проводились для характерного цикла работы рамы: холостой ход, нагрузка контейнера, транспортировка и снятие контейнера. Погрешность между результатами расчетов, полученными на основе двух численных методов и экспериментальными данными, составляет 4-5%.

Научная новизна. Развитие инженерных методов проектирования крупногабаритных рам.

Практическая значимость. Совместное использование экспериментальных исследований и расчетных программ позволяет избежать многих традиционных ошибок, возникающих при проектировании.

Ключевые слова: крупногабаритная рама, метод конечных элементов, метод граничных элементов, натурный эксперимент.

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF ASYMMETRICAL LARGE FRAME

LAZAREVA D.V., POTAPENKO H.I., SURYANINOV N.G.

Odessa National Polytechnic University

Purpose. Experimental verification of numerical mathematical models of large frames.

Methodology. The frame construction is designed using finite element method in ANSYS and analytical-numerical method of boundary elements in MATLAB, and then identified in the numerical calculations of three dangerous sites pasted sensors to determine the stress experimentally.

Findings. We investigated the nodes: wall cross at the junction to the spar; lower shelf spar, spar wall at the site of rear mount. Measurements were carried out for the characteristic cycle of the frame: idling, load container, transportation and removal of container. The error between the calculated results obtained from the two experimental methods and numerical data, is 4-5%.

Originality. Development of engineering design methods of large frames.

Practical value. Sharing of experimental studies and theoretical programs avoids many traditional errors occurring in the design.

Keywords: large frame, finite element method, boundary element method, natural experiment.

УДК 624.071

СУРЬЯНИНОВ Н.Г., ПОТАПЕНКО А.И.

Одесский национальный политехнический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЦ ПЕРЕХОДА В КРАЕВЫХ ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ

Мета. Застосування матриць переходу для розв'язку крайових завдань розрахунків тонкостінних стрижнів.

Методика. Напружено-деформований стан тонкостінного стрижня описується відомою системою лінійних диференціальних рівнянь із заданими граничними умовами, для розв'язку якої пропонується новий підхід, заснований на застосуванні матриць переходу.

Результати. Для розв'язку основних рівнянь теорії тонкостінних стрижнів, що враховують депланацію поперечних перерізів і деформацію контуру, використані матриці переходу, що дозволило звести розв'язок крайового завдання до розв'язку завдання Коші. При цьому на форму перетину не накладається ніяких обмежень.

Наукова новизна. Новий метод зведення крайового завдання до завдання Коші для тонкостінного стрижня.

Практична значимість. Отримані в роботі вираження й перетворення легко програмуються, а потім можуть бути реалізовані в будь-якому сучасному математичному пакеті.

Ключові слова: матриця переходу, тонкостінний стрижень, крайове завдання, завдання Коші.

Введение. Тонкостенные стержни находят широкое применение в самых разных отраслях промышленности. Это, в первую очередь, прокатные профили, сортамент которых постоянно пополняется новыми формами и материалами. Это также разнообразные элементы машин и механизмов, крановые конструкции, корпуса судов, самолетов, ракет, пролетные строения мостов, плиты перекрытий и др. Сказанное делает очевидной актуальность совершенствования уже известных подходов к расчетам таких конструкций и разработки новых, опирающихся на возможности современной компьютерной техники и программного обеспечения.

Постановка задачи. Объектом исследования является тонкостенный стержень произвольного поперечного сечения (открытого, замкнутого или комбинированного), подверженный воздействию статических нагрузок при любых условиях закрепления стержня. Напряженно-деформированное состояние тонкостенного стержня описывается известной системой линейных дифференциальных уравнений, для решения которой предлагается новый подход.

Система линейных дифференциальных уравнений относительно перемещений $u_m(z)$ и $v_k(z)$ тонкостенного стержня (рис. 1) получена В.З. Власовым [1] и имеет вид

$$\begin{cases} \gamma \sum_{i=1}^m a_{ji} u_i'' - \sum_{i=1}^m b_{ji} u_i - \sum_{k=1}^n c_{jk} v_k' + \frac{1}{G} p_j = 0; \\ \sum_{i=1}^m c_{hi} u_i' + \sum_{i=1}^m r_{hk} v_k'' - \gamma \sum_{k=1}^n s_{hk} v_k + \frac{1}{G} q_h = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $\gamma = \frac{E}{G}$; $a_{ji} = \int_A \varphi_j(s) \varphi_i(s) dA$; $b_{ji} = \int_A \varphi_j'(s) \varphi_i'(s) dA$; $c_{jk} = \int_A \varphi_j'(s) \psi_k(s) dA$;
 $r_{hk} = \int_A \psi_h(s) \psi_k(s) dA$; $s_{hk} = \frac{1}{E} \int_L \frac{M_h(s) M_k(s)}{EI} dS$.

Если в этих уравнениях выбрать функции $\varphi_i(s)$ и $\psi_k(s)$ взаимноортогональными, как это показано в [2], то система значительно упрощается

$$\begin{cases} \gamma a_{jj} u_j'' - \sum_{i=1}^m b_{ji} u_i - \sum_{k=1}^n c_{jk} v_k' + \frac{1}{G} p_j = 0; \\ \sum_{i=1}^m c_{hi} u_i' + r_{hh} v_h'' - \gamma \sum_{k=1}^n s_{hk} v_k + \frac{1}{G} q_h = 0, \end{cases} \quad (2)$$

т.к. при этом

$$\begin{cases} a_{ji} = \int_A \varphi_j(s) \varphi_i(s) dA = 0 \quad \text{при } j \neq i; \\ r_{hk} = \int_A \psi_k(s) \psi_h(s) dA = 0 \quad \text{при } h \neq k. \end{cases} \quad (3)$$

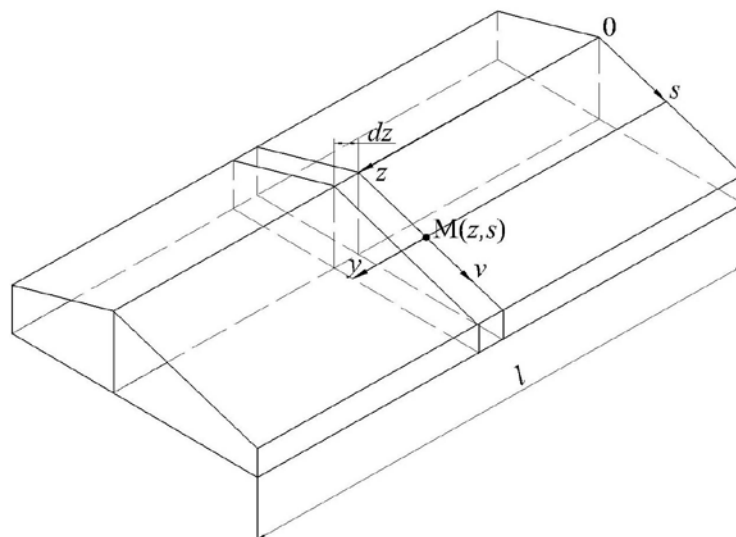


Рис. 1. Тонкостенный стержень произвольного сечения

Если уравнения (2) дополнить граничными условиями, которые могут быть кинематическими, статическими или смешанными, то получим краевую задачу расчета тонкостенного стержня.

идею применительно к расчету балок на линейно-деформируемом основании со ступенчато-переменным по длине поперечным сечением [4].

Выделим участок тонкостенного стержня между его началом ($z = 0$) и точкой приложения внешней нагрузки $z = l$ (рис. 2).

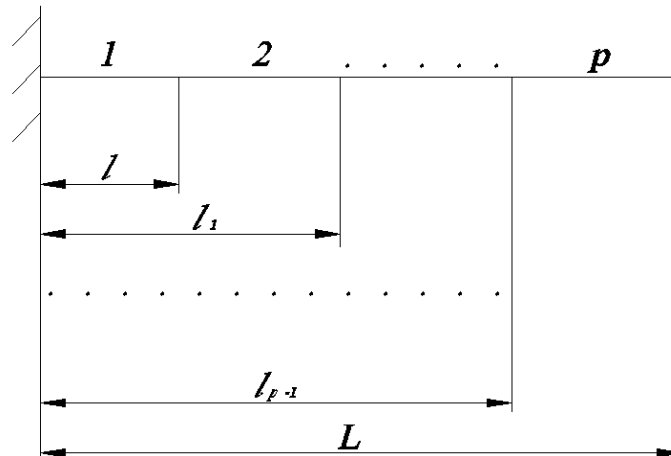


Рис. 2. Схема построения матрицы перехода

Перемещения и усилия в этих сечениях можно связать соотношением

$$\vec{A}(l) = \vec{M} \cdot \vec{A}(0), \quad (5)$$

где $\vec{A}(l)$ и $\vec{A}(0)$ векторы-столбцы, элементами которых являются перемещения и внутренние усилия в сечениях $z = l$ и $z = 0$:

$$\vec{A}(l) = \begin{pmatrix} u_1(l) \\ F_1(l) \\ \dots \\ u_m(l) \\ F_m(l) \\ v_1(l) \\ Q_1(l) \\ \dots \\ v_n(l) \\ Q_n(l) \end{pmatrix}, \quad \vec{A}(0) = \begin{pmatrix} u_1(0) \\ F_1(0) \\ \dots \\ u_m(0) \\ F_m(0) \\ v_1(0) \\ Q_1(0) \\ \dots \\ v_n(0) \\ Q_n(0) \end{pmatrix}, \quad (6)$$

$\vec{M}$ – квадратная матрица перехода от сечения $z = 0$ к сечению $z = l$, элементы которой будем обозначать через M_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$).

Эти элементы определяются исходя из следующих соображений. Решается $2(m+n)$ раз задача Коши для системы линейных дифференциальных уравнений (4) в интервале $(0, l)$. На первом шаге начальные условия будут иметь вид

$$u_1(0) = 1; F_1(0) = u_2(0) = \dots = v_n(0) = Q_n(0) = 0. \quad (7)$$

На втором шаге принимаем

$$F_1(0) = 1; u_1(0) = u_2(0) = \dots = v_n(0) = Q_n(0) = 0. \quad (8)$$

На последнем шаге начальные условия будут такими:

$$u_1(0) = F_1(0) = \dots = v_n(0) = 0; Q_n(0) = 1. \quad (9)$$

Вычисленные на каждом шаге (7) – (9) решения системы (4) перемещения $u(z)$, $v(z)$ и усилия $F(z)$, $Q(z)$, будут являться элементами соответствующих строк матрицы перехода $\bar{M}$.

Затем за начальное сечение следует принять $z = l$, проделать все описанные выше операции, заменяя абсциссу 0 на l , а l – на l_1 .

Постепенный переход от сечения $z = 0$ к конечному сечению $z = l$ позволяет, в конечном итоге, выразить величины $u_1(L)$, $F_1(L)$, ..., $v_1(L)$, $Q_1(L)$, ..., $v_n(L)$, $Q_n(L)$ через значения аналогичных кинематических и статических факторов в сечении $z = 0$. Соответствующее этому преобразованию матричное соотношение имеет вид

$$\vec{A}(L) = \prod_{i=1}^r \bar{M}_i \vec{A}(0), \quad (10)$$

где r – число участков, на которое разбивается стержень.

Предположим теперь, что на каком-либо участке, например, на i -ом, к стержню приложена внешняя нагрузка. Принимая соответствующие перемещения и усилия за начальные условия, можно определить дополнительные факторы на конце i -го участка от действия приложенной нагрузки. С учетом этих дополнительных факторов, выражение (10) принимает вид

$$\vec{A}(L) = \prod_{i=1}^r \bar{M}_i \vec{A}(0) + \sum_{j=i+1}^r \prod_{j=i+1}^r \bar{M}_j \vec{N}, \quad (11)$$

где $\vec{N}$ – вектор приложенной нагрузки.

Знак суммы перед вторым слагаемым в (11) означает, что можно учитывать ряд нагрузок, приложенных в разных сечениях стержня.

Второе слагаемое в правой части (11) можно трактовать как вектор свободных членов и обозначить

$$\sum_{j=i+1}^r \prod_{j=i+1}^r \bar{M}_j \vec{N} = \vec{M}_F,$$

тогда (11) будет таким:

$$\vec{A}(L) = \prod_{i=1}^r \bar{M}_i \vec{A}(0) + \vec{M}_F \quad (12)$$

или

$$\vec{A}(L) = \bar{M}_0 \vec{A}(0) + \vec{M}_F,$$

где

$$\bar{M}_0 = \prod_{i=1}^r \bar{M}_i.$$

Векторы-столбцы $\vec{A}(L)$ и $\vec{A}(0)$ вместе содержат $4(m+n)$ элементов, при этом $2(m+n)$ элементов будут известными в результате рассмотрения граничных условий.

Выполним в (12) следующие преобразования:

1) удалим из векторов $\vec{A}(L)$, $\vec{M}_F$ и из матрицы перехода $\bar{M}_0$ строки, соответствующие ненулевым граничным условиям на правом конце стержня, в сечении $z = L$;

2) удалим из матрицы перехода $\bar{M}_0$ столбцы, соответствующие нулевым граничным условиям в сечении $z = 0$;

3) удалим в векторе-столбце $\vec{A}(0)$ элементы, соответствующие нулевым граничным условиям в сечении $z = 0$.

В результате указанных преобразований, вместо (12), получим систему $(m+n)$ алгебраических уравнений с $(m+n)$ неизвестными начальными условиями:

$$\vec{A}^*(L) = \bar{M}^* \vec{A}^*(0) + \vec{M}_F^*. \quad (13)$$

где знаком «*» обозначены матрицы, усеченные из соответствующих матриц выражения (12) в результате выполнения трех указанных выше преобразований.

Из (13) можно определить неизвестные начальные условия:

$$\vec{A}^*(0) = -(\bar{M}^*)^{-1} [\vec{A}^*(L) - \vec{M}_F^*]. \quad (14)$$

Окончательно имеем $2(m+n)$ начальных условий, часть которых известна из условий закрепления левого концевого стержня $z = 0$, а остальные определяются по выражению (14).

Выводы. Таким образом, изложенный подход позволяет свести краевую задачу для тонкостенного стержня к задаче Коши.

Все приведенные выражения и преобразования легко программируются, а затем могут быть реализованы в любом современном математическом пакете (MathCAD, MATLAB и др.).

Список использованных источников

1. Власов В. З. Избранные труды. Т. 3. Тонкостенные пространственные системы / В. З. Власов. – М. : Книга по Требованию, 2013. – 488 с.
2. Сурьянинов Н. Г. Учет деформации контура поперечного сечения в расчетах тонкостенных стержней / Н. Г. Сурьянинов, Т. Г. Низдропа // Труды ОНПУ. – 2014. – Вып. 1(43). – С. 13–17.
3. Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учеб. для вузов / В. М. Вержбицкий. – М. : Высш. шк., 2002. – 840 с.
4. Лужин О. В. Теория тонкостенных стержней замкнутого профиля и ее применение в мостостроении / О. В. Лужин. – М. : ВИА, 1959. – 115 с.

References

1. Vlasov V. Z. (2013) *Izbrannyye trudyi. T. Z. Tonkostennyye prostranstvennyye sistemyi [Thin-walled spatial systems]* / V. Z. Vlasov. – M. : Kniga po Trebovaniyu, – 488 p.
2. Suryaninov N. G. (2014) *Uchet deformatsii kontura poperechnogo secheniya v raschetah tonkostennyih sterzhney [Accounting of cross-sectional deformation of the contour in the calculation of thin-walled rods]* / N. G. Suryaninov, T. G. Nizdropa // Trudy ONPU. – Byip. 1(43). – P. 13–17.
3. Verzhbitskiy V. M. *Osnovyyi chislennyye metodov : ucheb. dlya vuzov [Basic Numerical Methods: studies for universities]* / V. M. Verzhbitskiy. – M. : Vyssh. shk., 2002. – 840 p.
4. Luzhin O. V. *Teoriya tonkostennyih sterzhney zamknutogo profilya i ee primeneniye v mostostroenii [Theory of Thin-walled Shafts with Closed Profile and Its Application to Bridge Construction]* / O. V. Luzhin. – M. : VIA, 1959. – 115 p.

ЗАСТОСУВАННЯ МАТРИЦЬ ПЕРЕХОДУ В КРАЙОВИХ ЗАДАЧАХ РОЗРАХУНКУ ТОНКОСТІННИХ СТРИЖНІВ

СУР'ЯНІНОВ М.Г., ПОТАПЕНКО Г.І.

Одеський національний політехнічний університет

Мета. Застосування матриць переходу для розв'язку крайових завдань розрахунків тонкостінних стрижнів.

Методика. Напружено-деформований стан тонкостінного стрижня описується відомою системою лінійних диференціальних рівнянь із заданими граничними умовами, для розв'язку якої пропонується новий підхід, заснований на застосуванні матриць переходу.

Результати. Для розв'язку основних рівнянь теорії тонкостінних стрижнів, що враховують депланацию поперечних перерізів і деформацію контуру, використані матриці переходу, що дозволило звести розв'язок крайового завдання до розв'язку завдання Коші. При цьому на форму перетину не накладається ніяких обмежень.

Наукова новизна. Новий метод зведення крайового завдання до завдання Коші для тонкостінного стрижня.

Практична значимість. Отримані в роботі вираження й перетворення легко програмуються, а потім можуть бути реалізовані в будь-якому сучасному математичному пакеті.

Ключові слова: матриця переходу, тонкостінний стрижень, крайове завдання, завдання Коші.

APPLICATION TRANSITION MATRIX IN THE BOUNDARY VALUE PROBLEM CALCULATION THIN-WALLED

SURYANINOV N.G., POTAPENKO H.I.

Odessa National Polytechnic University

Outlines the approach, allowing us to reduce the calculation of boundary value problems of thin-walled arbitrary cross-section to the solution of the Cauchy problem.

All necessary correlation matrix, that performs the conversion.

The problem is solved for a system of differential equations that take into account cross-sectional warping and distortion circuit. In this cross-sectional shape to no restrictions.

Keywords: thin-wall bar, warping, distortion circuit, the transition matrix, boundary value problem, the Cauchy problem.

УДК 621.923.6

ГАВРИШ А. П., РОЇК Т. А., ВІЦЮК Ю. Ю., ХЛУС О. С.
Національний технічний університет України «Київський
Політехнічний Інститут»

ОСОБЛИВОСТІ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ШЛІФУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ТЕРТЯ МАШИНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Мета. Метою роботи є експериментальне дослідження процесів високошвидкісного шліфування композитних деталей тертя машино-технологічних комплексів підприємств легкої та харчової промисловості, а також поліграфічної техніки.

Методика. За методикою обробка зразків виконувалась на плоскошліфувальних та круглошліфувальних верстатах високої точності. Усі досліді були проведені ельборовими кругами на бакеліто-гумовій зв'язці. Зразки для експериментів були виготовлені методами порошкової металургії на основі композиційних матеріалів з відходів інструментальних сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, а також на основі відходів виробництва деталей з нікелевих сплавів типу ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂ та алюмінію АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS₂.

Результати. Доведено, що на параметри продуктивності оброблення та якості поверхні R_a суттєво впливають режими швидкісного шліфування і, в першу чергу, швидкість обертання абразивного круга. Найкращі показники параметра R_a, які задовольняють високі вимоги до робочих поверхонь деталей тертя технологічних комплексів і машинних систем, забезпечують шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю 14-28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці. Показано переваги обробки поверхонь ельборовими кругами.

Наукова новизна. Вперше виконано дослідження технологічного процесу високошвидкісного шліфування нових типів композиційних сплавів з відходів інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів. Показано, що основні закономірності високошвидкісного ельборового шліфування нових композиційних матеріалів, які синтезовані на основі відходів інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів, співпадають з фундаментальними засадами теорії абразивного шліфування.

Практична значимість. Розроблено рекомендації з вибору режимів різання для високошвидкісного ельборового шліфування деталей машин різного технологічного призначення, що виготовляються на основі відходів інструментальних сталей, деталей нікелевих та алюмінієвих матеріалів і які забезпечують вимоги отримання необхідних параметрів шорсткості поверхні та продуктивності оброблення.

Ключові слова: нові композитні матеріали, відходи інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів, деталі тертя, інструмент, шорсткість поверхні, високошвидкісне шліфування, ельборові круги.

Вступ. У сучасних машинах легкої та харчової промисловості, а також у конструкціях новітнього обладнання поліграфічної галузі широко застосовуються зносостійкі композиційні матеріали, які одержані з цінної та дешевої сировини – промислових шліфувальних відходів високолегованих інструментальних сталей та кольорових металів, насамперед нікелевих та алюмінієвих сплавів [1-5].

На основі розгалужених науково-дослідних робіт з регенерації та повторного використання у виробничому циклі цих сировинних ресурсів [6-9] в останні роки були

створені оригінальні високозносоустійкі композиційні сплави на основі використання відходів інструментального виробництва [1-3], а також відходів виготовлення нікелевих [4] та алюмінієвих деталей в аерокосмічній та автотранспортних галузях промисловості [5]. Вони пройшли всебічну промислову перевірку і широко застосовуються для виготовлення деталей тертя (скоби, направляючі, затли та інші) у ножових різальних машинах поліграфії типу WOHLBERG Trim-tec 560, у висікальному обладнанні паперу та картону типів DROSSERTST-6, BOBSTMISTRAL 110 A2, машин легкої промисловості (автооператорів панчох'язальних машин типу PALERMO – 105SR, укладачів швидкісних ткацьких верстатів SPRINT – 1205PI) та машин харчової промисловості (лоткові системи, маніпулятори і затискувачі).

Деякі основні властивості нових зносоустійких композиційних матеріалів на основі алюмінію наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні та антифрикційні властивості високолегованих композитів

Властивості композитів	Марка композиційного сплаву				
	7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	11Р3АМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF ₂	85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF ₂	ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF ₂	АК12ММгН + (9 ÷ 12) % MoS ₂
Межа міцності на розтяг, МПа	600-630	590-620	570-600	510-530	190-197
Твердість НВ, МПа	855-915	850-910	860-920	830-840	595-615
Ударна в'язкість, кДж/м ²	780-790	770-790	750-760	740-750	0,27-0,37
Коеф. тертя при 5 МПа	0,0055-0,0082*	0,0055-0,0080*	0,0055-0,0085*	0,0027-0,0031*	0,0038-0,0050*
Інтенсивність зношування при 5 МПа	0,45-0,75	0,45-0,70	0,50-0,80	0,72-,080	2,61-2,65
Інтенсивність зношування контртіла при 5 МПа	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди
Гранична температура, °С	750-800	850-900	900-950	800-875	155
Граничне навантаження, МПа	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5**	7,9-8,2	6,5**

Примітка: * - випробування при 100 °С; ** - випробування при 150 °С; змащування індустріальним мастилом «І – 20» в парі з контртілом зі сталі 45 (45 - 48 HRC).

Відомо [6 – 8], що зносостійкість деталей, як один із головних параметрів надійності обладнання, суттєво залежить від параметрів якості поверхонь тертя і, в першу чергу, від шорсткості та фізичних властивостей поверхневого шару. Ці параметри формуються на фінішних операціях тонкого абразивного оброблення.

У зв'язку з тим, що нові високозносостійкі композиційні сплави на основі алюмінію, нікелю та високолегованих інструментальних деталей знайшли своє використання у машинобудуванні та приладобудуванні відносно нещодавно, розгалужених та всебічних досліджень процесів їх тонкого абразивного оброблення до цього часу практично немає. Зроблено лише перші кроки у цьому напрямку, зокрема, є поодинокі публікації, присвячені дослідженню впливу складу інструменту та режимів різання на параметри шорсткості поверхонь при тонкому абразивному шліфуванні [6-10].

Виходячи із загальних положень теорії абразивного оброблення матеріалів [11 – 16] та враховуючи специфічні властивості новітніх композиційних сплавів, було б вельми корисним для формування необхідних параметрів шорсткості поверхонь тертя при їх обробленні застосовувати шліфувальні круги з надтвердих синтетичних матеріалів з кубічного нітриду бору, що набув поширення у промисловості під торговою маркою «Ельбор» (ЛЮ) [14 – 16, 19, 20].

Втім відсутність технологічних рекомендацій з швидкісного ельборового шліфування високолегованих та важкооброблюваних композитних сплавів призводить до застосування на практиці різних технологічних схем шліфування, далеко не завжди оптимальних. Вказане викликає поширення різних технологій, часто суттєво суперечливих, і які здебільшого створені відповідно до можливостей того чи іншого підприємства.

Тому дослідження технологічних процесів швидкісного ельборового шліфування високозносостійких композиційних матеріалів на основі швидкорізальних інструментальних сталей, нікелевих та алюмінієвих сплавів є актуальним питанням, що має наукове і практичне значення для технологів-виробничників.

Мета і завдання. Метою даної роботи було дослідження параметрів шорсткості поверхонь при швидкісному ельборовому шліфуванні деталей тертя машинно-технологічних комплексів з нових композиційних матеріалів на основі інструментальних сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF₂, а також композитів на основі нікелю ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF₂ та алюмінію АК12ММгН + (9 ÷ 12) % MoS₂ та встановлення впливу зернистості шліфувального круга, типу зв'язки інструменту і основних режимів різання на якісні показники поверхонь оброблення досліджуваних деталей тертя.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження з означеної науково-технічної задачі виконувались згідно з методикою, наведеною у роботах [6-8, 17-20].

Особливістю експериментів, що становлять сутність даної статті, було застосування найсучаснішого верстатного обладнання, а саме, для швидкісного плоского шліфування – верстата прецизійної точності FF-250 HS-0117 фірми «Abawerk» (ФРН), що здатен забезпечити оброблення поверхонь зі швидкостями шліфувального круга до 120 м/с, а для швидкісного зовнішнього круглого шліфування – високопрецизійного верстата SS-125HS-0321 фірми «Werkzajt» (ФРН), який у змозі здійснювати прецизійне оброблення зовнішніх

циліндричних поверхонь композитних деталей тертя зі швидкостями обертання шліфувального круга до 140-150 м/с.

Також були здійснені заходи по забезпеченню на необхідному рівні вимог техніки безпеки та промислової санітарії.

При швидкісному шліфуванні новітніх типів зносостійких композитів були використані абразивні інструменти з кубічного нітриду бора (марка ЛО, Росія). Цей вибір було зроблено на основі врахування раніше виконаних авторами статті досліджень по вивченню взаємодії матеріалів поверхонь тертя ріжучих абразивних інструментів з широкою гамою фізико-механічних властивостей (електрокорунд, карбід кремнію зелений, моно корунд, алмаз синтетичний АС, ельбор ЛО) та високолегованих композитів різного складу [18]. З урахуванням сучасної теорії електронної побудови речовини, зокрема, металевих поверхонь, було чітко сформульовано висновки, що найкращі результати по досягненню параметрів якості поверхонь оброблення високолегованих композитів забезпечує застосування шліфування оздоблювальними кругами з ельбору (ЛО).

Крім того, для збільшення продуктивності шліфування та міцністних параметрів шліфувальних кругів (особливо, по попередженню випадкової руйнації інструменту і підвищенню техніки безпеки) більш прийнятними є зерна ельбору (ЛО), що мають гексагональну форму побудови, ніж зерна синтетичного алмазу АС, які мають кубічну форму [19 – 20].

Основні результати дослідження швидкісного ельборового шліфування зносостійких композитів на базі інструментальних сталей та кольорових сплавів – нікелю та алюмінію наведені на рис. 1.

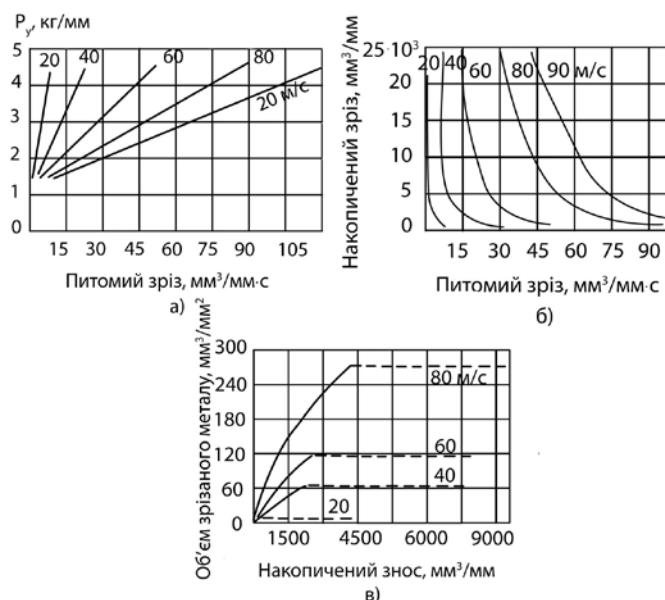


Рис. 1. Результати дослідження процесу швидкісного шліфування композитів при різних швидкостях круга: а – залежність питомої радіальної сили P_r шліфування від питомого зрізу для сплаву 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF_2 ; б – залежність накопиченого зрізу від питомого зняття шару металу для композиту 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7)% CaF_2 ; в – залежність об'єму зрізаного металу на одиницю витрат зношеної частини круга від накопиченого об'єму металу для композиту 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF_2

Аналіз даних свідчить про суттєвий вплив швидкості обертання шліфувального круга на всі найважливіші показники процесу різання. Прослідковується тенденція покращення досліджених параметрів з суттєвим зростанням швидкості обертання ельборового шліфувального круга, наприклад, з 20 м/с до 80-90 м/с. Такі показники позначаються на поліпшенні параметрів якості поверхонь оброблення, зокрема, параметра шорсткості R_a та ступеня наклепу K [7, 8]. У зв'язку з цим, безумовно цікавими є результати дослідження впливу на параметри шорсткості поверхні R_a і питомий зріз металу (для різних типів композитів на основі відходів кольорових сплавів) швидкісного ельборового шліфування (табл. 2).

Таблиця 2. Інтенсивність шліфування високолегованих композитів на основі нікелю та алюмінію

Тип шліфування	Оброблюваний матеріал	Швидкість обертання круга, м/с	Питомий зріз металу в $\text{мм}^3/\text{мм} \cdot \text{с}$	Параметр шорсткості поверхні, R_a , мкм
Кругле	Композит на основі нікелю ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF_2	60	15-38	0,710
		90	100	0,780
Плоске	Композит на основі алюмінію АК12ММгН + (9 ÷ 12) % MoS_2	40	27-40	0,630
		92	105	0,680

Примітки: 1) шліфувальний круг з ельбору ЛОМ28Бр1 100%; 2) інтенсивна подача у зону різання мастильно-охолоджуючої рідини зі складом – гас (70%), норсульфазол (25%), олеїнова кислота (5 %).

Аналіз табл. 2 дозволяє отримати наступні висновки.

По-перше, відзначається підвищення питомого зрізу шару металу з поверхні деталі оброблення у 2,5-3 рази зі зростанням швидкості шліфування. При цьому параметр шорсткості поверхні оброблення достатньо прийнятний і змінюється у межах 10-12 %. По-друге, зазначена закономірність є характерною для різних за своїм складом зносостійких композитів і повністю співпадає з загальними теоретичними напрацюваннями у цій царині [6-16], що є додатковим свідченням єдності законів абразивного оброблення, у тому числі, і у випадку прецизійного ельборового шліфування зносостійких композитів.

Об'єм металу, що зрізується у фіксовану одиницю часу, залежить від глибини занурення окремих абразивних зерен у тіло деталі оброблення кількості зерен, які у дану мить приймають участь у зрізанні стружок і кількість яких залежить від швидкості обертання абразивного інструменту.

Дослідження показали, що зі зростанням глибини різання при шліфуванні збільшується потужність шліфування і при певній глибині різання суттєво збільшуються (перевищуючи прийнятні норми) миттєві контактні температури у зоні зрізання стружки абразивними зернами [7, 8]. Це може викликати неприйнятні спотворення поверхневого шару оброблення. Проте, при подальшому підвищенні глибини різання відбувається

перерозподіл співвідношення силових і температурних факторів при зрізанні перерізів стружки, технологічний процес набуває ознак стабілізації, а потужність шліфування дещо знижується, що може бути пояснено зростанням інтенсивності самозаточування абразивного інструменту.

Наші дослідження підтвердили також, що зі збільшенням швидкості круга зростає питоме критичне навантаження, при якому відбувається перехід у зону роботи з самозаточуванням. На рис. 2 наведені оптимальні значення зрізання шару металу, які відбуваються при відповідному збільшенні питомої сили притискування та швидкості круга.

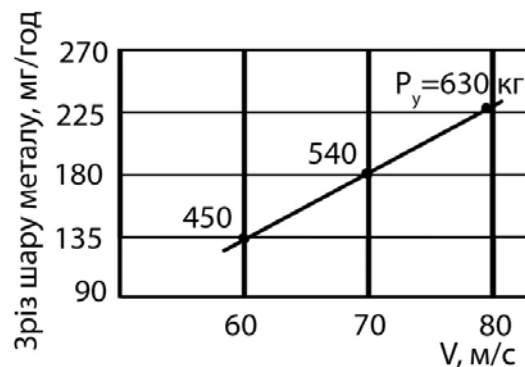


Рис. 2. Залежність між зрізанням зносостійкого композита 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, окружною швидкістю v ельборового шліфувального круга та питомою силою притискування круга P_y , при якій досягаються оптимальні значення по зрізанню об'єму композиту

Заслужовують на детальну увагу результати експериментальних досліджень залежності параметрів шорсткості R_a поверхонь оброблення новітніх композиційних високозносостійких композиційних сплавів [1-5] від режимів швидкісного шліфування та зернистості ельборових кругів (табл. 3, 5).

Аналіз експериментальних даних (табл. 3, 5) дозволяє зробити наступні висновки.

По-перше, режими різання швидкісного шліфування зносостійких композиційних матеріалів суттєво впливають на параметр шорсткості R_a поверхонь оброблення.

Таблиця 3. Параметр шорсткості R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8) % CaF_2 , ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF_2 , АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS_2

Швидкість шліфувального круга $V_{кр}$, м/с	Швидкість виробу (поздовжня подача) $V_{в}$, м/хв	Параметр шорсткості R_a мкм для композитів								
		7ХГ2ВМФ			ХН55ВТКЮ			АК12ММГН		
		Глибина шліфування t , мм								
		0,002	0,010	0,050	0,001	0,010	0,050	0,002	0,010	0,050
30	2	0,63	0,68	0,70	0,60	0,67	0,69	0,59	0,61	0,63
	5	0,65	0,70	0,73	0,63	0,70	0,71	0,60	0,63	0,65
	10	0,67	0,75	0,77	0,67	0,72	0,74	0,62	0,65	0,67
40	2	0,69	0,71	0,73	0,65	0,68	0,71	0,61	0,63	0,65
	5	0,71	0,75	0,77	0,67	0,71	0,75	0,63	0,67	0,69
	10	0,73	0,78	0,80	0,70	0,75	0,77	0,65	0,69	0,71
60	2	0,61	0,66	0,67	0,63	0,67	0,69	0,61	0,62	0,64
	5	0,63	0,67	0,70	0,65	0,70	0,71	0,62	0,63	0,65
	10	0,64	0,69	0,72	0,67	0,73	0,74	0,64	0,65	0,67
80	2	0,60	0,64	0,69	0,62	0,66	0,70	0,55	0,60	0,64
	5	0,62	0,67	0,70	0,64	0,70	0,72	0,58	0,65	0,66
	10	0,65	0,69	0,72	0,65	0,73	0,75	0,60	0,67	0,68

Примітки: 1) абразив-ельбор ЛОМ28Бр1 100%; 2) верстат плоскошліфувальний прецизійної точності FF-250 HS-0117 «Abawerk» (ФРН); 3) поперечна подача $S_{\text{поп}}=0,2$ мм/подв.хід; 4) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Таблиця 4. Вплив зернистості на параметри шорсткості поверхні R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7) % CaF_2 , 85Х6НФТ + (3 ÷ 8) % CaF_2 , ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8) % CaF_2 , АК12ММГН + (9 ÷ 12) % MoS_2

Характеристика ельборового (ЛО) інструменту	Матеріал зносостійких композитів			
	11РЗАМЗФ2	85Х6НФТ	ХН55ВТКЮ	АК12ММГН
	Параметр шорсткості R_a , мкм			
1	2	3	4	5
ЛО10Бр1 100%	0,860	0,875	0,910	0,937
ЛО5Бр1 100%	0,790	0,800	0,750	0,710
ЛОМ28Бр1 100%	0,640	0,650	0,670	0,620
ЛОМ20Бр1 100%	0,405	0,410	0,355	0,321
ЛОМ14Бр1 100%	0,350	0,340	0,310	0,300
ЛОМ10Бр1 100%	0,285	0,275	0,220	0,200
ЛОМ7Бр1 100%	0,190	0,195	0,175	0,165

Примітки: 1) швидкість обертання круга $V_{кр}=60$ м/с; 2) швидкість виробу (поздовжня подача $V_v=5$ м/хв); 3) поперечна подача $S_{\text{поп}}=0,2$ мм/подв.хід; 4) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Таблиця 5. Вплив матеріалу зв'язки ельборового круга на параметри шорсткості поверхні R_a при швидкісному плоскому шліфуванні зносостійких композитних сплавів 11P3AM3Ф2 + (3 ÷ 7) % CaF_2 , 85X6HФТ + (3 ÷ 8) % CaF_2 , AK12MMrH + (9 ÷ 12) % MoS_2

Характеристика абразивного інструменту	Матеріал зв'язки круга	Матеріал композиту		
		11P3AM3Ф2	85X6HФТ	AK12MMrH
		Параметр шорсткості R_a , мкм		
ЛО5Б1 100%	Бакелітна Б1	0,820	0,810	0,730
ЛО5Бр1 100%	Бакелітно-гумова К1	0,790	0,800	0,710
ЛО5К1 100%	Керамічна К1	0,830	0,840	0,750
ЛО5М1 100%	Металева М1	0,840	0,850	0,760
ЛОМ28Б1 100%	Бакелітна Б1	0,660	0,650	0,630
ЛОМ28Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,640	0,650	0,620
ЛОМ28К1 100%	Керамічна К1	0,680	0,670	0,640
ЛОМ14Б1 100%	Бакелітна Б1	0,380	0,370	0,330
ЛОМ14Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,350	0,340	0,300
ЛОМ10Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,285	0,275	0,200
ЛОМ7Бр1 100%	Бакелітно-гумова Бр1	0,190	0,195	0,165

Примітки: 1) швидкість обертання круга $V_{кр}=60$ м/с; 2) швидкість виробу (поздовжня подача $V_v=5$ м/хв); 3) поперечна подача $S_{поп}=0,2$ мм/подв.хід; 4) глибина шліфування $t=0,005$ мм; 5) мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70 %), норсульфозфрезол (25 %), олеїнова кислота (5 %).

Це повністю співпадає з засадничими положеннями теорії абразивного шліфування. У нашому випадку, коли для оброблення застосоване швидкісне ельборове шліфування, необхідно акцентувати увагу на тому, що зростання швидкості обертання шліфувального круга у 2-3 рази, обумовлює покращення шорсткості поверхні. Це може бути пояснено зменшенням перерізу стружки поодиноким ріжучим зерном круга, оскільки в одиницю часу (зі збільшенням швидкості обертання круга) пропорційно збільшується кількість зерен, які приймають активну участь у процесі зрізання стружки. Проте, слід зауважити, що є певна зона (~ 40 м/с), коли відбувається деяке зростання параметру шорсткості R_a (хоча у подальшому процес різання нормалізується і відбувається стабільне покращення шорсткості поверхні). Ця закономірність прослідковується для різних марок високозносостійких композитів, а також при зміні у достатньо широких межах поздовжньої подачі V_v та глибини шліфування t . По-друге, на параметр шорсткості R_a поверхонь оброблення деталей з новітніх марок композиційних сплавів суттєво впливає структура шліфувального круга. Головне – це вплив зернистості інструменту. Параметр шорсткості R_a зменшується майже в 4 рази зі зміною зернистості шліфувального інструменту від 100 мкм до 7 мкм. Розробляючи рекомендації для промислової практики, слід прийняти до уваги, що при швидкісному шліфуванні дрібнозернисті круги (М7-М14) схильні до швидкого засалювання. Тому для розробки технологічних процесів раціонально застосовувати ельборові круги з зернистістю 20-28 мкм. Отримані при цьому параметри шорсткості R_a достатні для здійснення у подальшому фінішних операцій прецизійної доводки, які гарантують отримання найкращих параметрів якості поверхонь оброблення деталей з новітніх марок зносостійких композитів.

Щодо матеріалу зв'язки ельборових шліфувальних кругів, то при швидкісному шліфуванні найкращі результати по параметру шорсткості поверхні R_a забезпечують круги на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 (табл. 5). Це може бути пояснено її більш еластичною здатністю і, таким чином, при шліфуванні (під час врізання ельборового зерна у метал) під дією складових сил різання кожне зерно начебто демфується в напрямку пружно-еластичного середовища зв'язки. Це обумовлює фактичне зменшення глибини різання. Отже, змінюються умови формування шорсткості поверхні оброблення і, як наслідок, зменшується параметр шорсткості R_a , який є одним із найголовніших факторів, що характеризує якість поверхні після тонкого ельборового шліфування.

Зазначені закономірності співпадають з фундаментальними основами теорії абразивного різання металів [6, 7], що є свідченням об'єктивності виконаних досліджень і, безумовно, додатково підтверджує наявність єдиних фізичних законів при обробленні матеріалів з різними фізики-механічними властивостями.

Висновки. Узагальнюючи комплекс виконаних досліджень, необхідно зробити наступні висновки.

1. Вперше досліджено процеси швидкісного ельборового шліфування нових композиційних сплавів, синтезованих на основі утилізованих та регенованих шліфувальних відходів виробництва деталей зі штампових і швидкорізальних високолегованих інструментальних сталей, а також нікелевих та алюмінієвих сплавів.

2. Показано, що основні закономірності швидкісного ельборового шліфування нових композиційних сплавів співпадають з засадничими основами абразивного оброблення.

3. Доведено, що на параметр якості поверхні R_a суттєво впливають зернистість, матеріал зв'язки ельборового круга та режими швидкісного ельборового шліфування.

4. Найкращі показники параметрів продуктивності оброблення і шорсткості поверхні R_a , які задовольняють високі вимоги до поверхонь деталей тертя технологічних комплексів і машинних систем забезпечують шліфувальні круги з ельбору ЛО зернистістю 20-28 мкм на бакелітно-гумовій зв'язці Бр1 та наступні режими різання: швидкість обертання шліфувального круга $V_{кр}=60-80$ м/с, швидкість виробу (поздовжня подача) $V_v=5$ м/хв., поперечна подача $S_{поп}=0,2-0,5$ мм/подв.хід, глибина шліфування $t=0,005-0,01$ мм, мастильно-охолоджуюча рідина (МОР) – суміш зі складом: Гас (70%), норсульфозфрезол (25%), олеїнова кислота (5%).

Подальші дослідження будуть спрямовані на виконання експериментів та встановлення закономірностей параметрів якості поверхонь оброблення деталей тертя машин з композитів на базі інструментальних сталей та нікелю при швидкісному шліфуванні з застосуванням найновітніших абразивних матеріалів на основі кубічного нітриду бора, а саме – кубоніту (Україна) та боразону (США).

Список використаних джерел

1. Патент Україна № 102299, МПК C22C22/02. Антифрикційний композиційний матеріал на основі інструментальної сталі / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, П. О. Киричок, Ю. Ю. Віцюк, О. О. Мельник, Ю. М. Подрезо, С. О. Замулко, Б. П. Зора ; опубл. 25.06.2013, Бюл. № 12.
2. Патент Україна № 60521, МПК C22C33/02 (2006.01). Композиційний підшипниковий матеріал / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, П. О. Киричо, Ю. Ю. Віцюк, О.О. Мельник ; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
3. Патент Україна № 60520, МПК C22C33/02 (2006.01). Антифрикційний композиційний матеріал на основі сталі / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, П. О. Киричок, О. А. Гавриш, Ю. Ю. Віцюк, О.О. Мельник ; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
4. Патент Україна № 31545, МПК (2006) C22C19/03. Антифрикційний композиційний матеріал на основі нікелю / Т. А. Роїк, А. П. Гавриш, О. А. Гавриш, В. В. Холявко, Ю. Ю. Віцюк ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7.
5. Патент Україна №75523, МПК C22C21/02 (2006.01). Зносостійкий матеріал на основі алюмінієвого сплаву / Т. А. Роїк , А. П. Гавриш, О. А. Гавриш, О. О. Киричок, Ю. Ю. Віцюк, О. О. Мельник, С. О. Замулко, І. Є. Дорфман ; опубл. 10.12.2012, Бюл. № 23.
6. Роїк Т. А. Композиційні підшипникові матеріали для підвищених умов експлуатації : монографія / Т. А. Роїк , П. О. Киричок, А. П. Гавриш. - К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 404 с.
7. Технологія поліграфічного машинобудування : навч. посіб. / Киричок П. О. [та ін.] - К. : Вид.-во НТУУ «КПІ», 2014. – 537 с.
8. Фінішне оброблення зносостійких деталей друкарських машин / Киричок П. О. [та ін..] К. : Вид – во . НТУУ «КПІ», 2014. – 557 с.
9. Косторнов А. Г. Триботехническое материаловедение : монографія / А. Г. Косторнов. – Луганск : Ноули, 2012. – 701 с.
10. Нові технології фінішного оброблення композиційних підшипників ковзання для жорстких умов експлуатації : монографія / Гавриш А.П. [та ін.] - К. : Вид-во НТУУ «КПІ», 2012. – 196 с.
11. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов / Е. Н. Маслов – М. : Машиностроение, 1974. – 320 с.
12. Ящерицын П. И. Прогрессивная технология финишной обработки деталей / П. И. Ящерицын. – Минск : Беларусь, 1989. – 312 с.
13. Маталин А. А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин / А. А. Маталин. – К. : Техника, 1971 – 44 с.
14. Эльбор в машиностроении : монография / под. общ. ред. В. С. Лысанова – Л. : Машиностроение, 1978. – 280 с.
15. Основи теорії різання матеріалів : підручник / за заг. ред. М. П. Мазура. – Львів. : Новий світ, 2010 – 423 с.
16. Сверхтвердые материалы. Получение и применение : монография : в 6 т. / под общ. Н. В. Новикова – К. : Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАНУ, 2007 –
Т. 6 : Алмазно-абразивный инструмент в технологиях обработки / под ред. А. А. Шепелева. – 340 с.

17. Филимонов Л. Н. Высокоскоростное шлифование. – Л. : Машиностроение, 1979. – 248 с.
18. Гавриш А. П. Вплив фізико-механічних властивостей абразивних матеріалів на процес шліфування високолегованих композитів для поліграфічних машин / А. П. Гавриш, Т. А. Роїк, П. О. Киричок, О. О. Мельник, Ю. Ю. Віцюк // Технологія і техніка друкарства. – № 3(49). – 2015. – С.119-128
19. Лавриненко В. І. Надтверді абразивні матеріали в механообробі : енциклопедичний довідник / В. І. Лавриненко, М. В. Новіков ; під заг. ред. акад. НАН України М. В. Новікова. – К. : Вид-во ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України, 2013. – 456 с.
20. Инструменты из сверхтвёрдых материалов / под. ред. акад. НАН Украины Н. В. Новикова, д-ра техн. наук С. А. Клименко. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2014. – 608 с.

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРЕНИЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ГАВРИШ А.П., РОИК Т.А., ВИЦЮК Ю.Ю., ХЛУС О.С.

Национальный технический университет Украины «Киевский Политехнический Институт»

Цель. Целью работы является экспериментальное исследование процессов высокоскоростного шлифования композитных деталей трения машинно-технологических комплексов предприятий легкой и пищевой промышленности, а также для полиграфической техники.

Методика. По методике обработка образцов производилась на плоскошлифовальных и круглошлифовальных станках высокой точности. Все исследования были проведены эльборовыми кругами на бакелитно-резиновой связке. Образцы для экспериментов были изготовлены методом порошковой металлургии на основе композиционных материалов на основе отходов инструментальных сталей 7ХГ2ВМФ + (4 ÷ 8)% CaF₂, 11РЗАМЗФ2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8)% CaF₂, а также на основе отходов производства деталей из никелевых сплавов типа ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8)% CaF₂ и алюминия АК12ММгН + (9 ÷ 12)% MoS₂.

Результаты. Доказано, что на параметр качества поверхности обработки R_a существенно влияют режимы скоростного шлифования и, в первую очередь, скорость вращения абразивного круга. Наилучшие показатели параметра R_a, которые удовлетворяют высокие требования к рабочим поверхностям деталей трения технологических комплексов и машинных систем, обеспечивают шлифовальные круги с эльбора ЛО зернистостью 14-28 мкм на бакелитно-резиновой связке. Показаны преимущества обработки поверхностей эльборовыми кругами.

Научная новизна. Впервые выполнено исследование технологического процесса высокоскоростного шлифования новых типов композиционных сплавов из отходов инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов. Показано, что основные закономерности высокоскоростного эльборового шлифования новых композиционных материалов, которые синтезированы на основе отходов инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов, совпадают с фундаментальными основами теории абразивного шлифования.

Практическая значимость. Разработаны рекомендации по выбору режимов резания для высокоскоростного эльборового шлифовки деталей машин различного технологического назначения, которые изготавливаются на основе отходов инструментальных сталей, деталей никелевых и алюминиевых материалов и которые обеспечивают требования получения необходимых параметров шероховатости поверхности.

Ключевые слова: новые композитные материалы, отходы инструментальных сталей, никелевых и алюминиевых сплавов, детали трения, инструмент, шероховатость поверхности, высокоскоростное шлифование, эльборовые круги.

THE HIGH SPEED GRINDING SPECIFICS OF THE COMPOSITE FRICTION PARTS FOR THE MACHINE AND TECHNOLOGY COMPLEXES

GAVRISH A.P., ROIK T.A., VITSUK Y. Y., KHLUS O.S.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Annotation. The purpose of this work is the experimental researches of the processes high-speed grinding of friction composite parts, which were produced from new composite materials based on the instrumental steels, nickel and aluminum alloys for machine and technological complexes of light and food industries enterprises and also for printing equipment.

Methodology. The treatment of the samples was processed on the surface grinding and grinding machines with high accuracy. All studies were carried out grinding elbor discs on bakelite-rubber bond. The samples for the experiments were prepared by powder metallurgy based on the composite materials, which based on instrumental steel waste 7XГ2БМФ + (4 ÷ 8)% CaF₂, 11P3АМ3Ф2 + (3 ÷ 7)% CaF₂, 85Х6НФТ + (3 ÷ 8)% CaF₂, also on the base of wastes from manufactured parts from nickel alloys of type ХН55ВТКЮ + (4 ÷ 8)% CaF₂ and aluminum alloys of type АК12ММrH + (9 ÷ 12)% MoS₂.

Findings. It was demonstrated, that the parameters of the high-speed grinding and, at first, the speed of rotation abrasive disc influence on the surface treatment quality parameter R_a. The best results of the parameter R_a, which satisfy the high requirements to the friction work surfaces of the parts for the machine and technological complexes, give the grinding discs made from elbor ЛЮ with granularity 14-28 mm on bakelite and rubber bunch. It was shown the advantages of surfaces' treatment by elbor discs.

Originality. It was made the researches of the technological processes of high speed grinding of new type of composite allayers from instrumental steels waste, nickel and aluminum alloys for the first time. It was shown that the main regularities of the high-speed elbor grinding of the new composite materials, which are synthesized on the base of the waste of instrumental steels, nickel and aluminum alloys, are the same with the fundamental basics of the abrasive grinding theory.

Practical value. It was developed the recommendations on the choice of cutting parameters for high-speed elbor grinding machine parts for various technological purposes, which are manufactured on the base of the waste of instrumental steels, nickel and aluminum parts and materials that ensure the requirements for obtaining the necessary surface roughness parameters.

Keywords: new composite materials, instrumental steels wastes, nickel and aluminum alloys wastes, friction parts, instrument, surface roughness, high-speed grinding, elbor discs.

УДК 677.055

ЧАБАН В.В., КИЗИМЧУК О.П., КОРОБЧЕНКО Є.О.

Київський національний університет технологій та дизайну

**МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ
В'ЯЗАЛЬНОГО ПОЛОТНА, ЗУМОВЛЕНОЇ
ВІДТЯЖКОЮ ТА НАКАТУВАННЯМ**

Мета. Експериментальне визначення деформації трикотажного полотна, зумовленої його відтяжкою та накатуванням.

Методика. Використані сучасні методи досліджень відносної деформації в'язального полотна, зумовленої відтяжкою та накатуванням безпосередньо при його виробництві.

Результати. В ході досліджень розроблено метод визначення відносної деформації в'язального полотна безпосередньо при його виробництві. Використовуючи запропонований метод було визначено експериментальним шляхом відносну деформацію в'язального полотна в зонах його відтяжки та накатування на круглов'язальній машині «ORIZIO» (модель «Fihn»).

Практична значимість. Запропонований метод може бути використаний при оцінці деформації полотна, що виготовляється на в'язальних машині різних типів і класів.

Ключові слова: відносна деформація в'язального полотна, експериментальне визначення деформації в'язального полотна, в'язальна машина, відтяжка в'язального полотна, накатування в'язального полотна.

Вступ. Якість в'язального полотна суттєво залежить від процесу його відтяжки та накатування [1-5]. Вдосконалення механізмів товароприйому круглов'язальних машин має базуватись на дослідженні впливу режимів відтяжки та накатування полотна на його структуру та якість. Одним з напрямів досліджень є взаємозв'язок зусилля відтяжки та накатування в'язального полотна з його деформацією [2] та напруженнями, що виникають в рулоні готового полотна [6, 7]. В той же час вказані зусилля виникають через деформацію (розтяг) петельної структури трикотажної тканини спричиненою роботою механізмів товароприйому. Експериментальне визначення реально діючих зусиль та деформацій трикотажного полотна, під час роботи машини, є важливим елементом досліджень.

Постановка завдання. Враховуючи актуальність питання підвищення якості в'язального полотна, завданням досліджень є розробка методу визначення відносної деформації в'язального полотна зоні відтяжки та накатування безпосередньо при його виробництві.

Результати дослідження. Основою методу є нанесення на полотно маркерів заздалегідь прийнятих розмірів. Рекомендується виконувати дану операцію з використанням шаблонів квадратної форми, з довжинами сторін

$$L_K = H_K = 100 \dots 200 \text{ мм},$$

де L_K, H_K - довжина та ширина деформованого зразка полотна відповідно, зумовлені зусиллям відтяжки або накатування, виміряна вздовж петельного стовпчика;

Маркери рекомендується наносити так, щоб одна із сторін квадрату проходила вздовж петельного ряду в'язального полотна. Кількість нанесених маркерів, при цьому має бути якнайбільшою в різних частинах полотна. По закінченню виробітки рулону, полотно розмотуються та зберігається у вільному стані, що необхідно для його релаксації. По закінченню терміну релаксації проводиться повторний вимір розмірів маркерів, та визначається його довжини L_0 та H_0 , які будемо вважати початковою довжиною та шириною зразка полотна відповідно. При необхідності ділянки полотна з нанесеними маркерами вирізаються для проведення додаткових експериментальних досліджень в лабораторії, в тому числі для визначення зусиль відтяжки та накатування.

За отриманими даними визначається відносна деформація трикотажу вздовж петельних стовпчиків ε_t та вздовж петельних рядів ε_a

$$\varepsilon_t = \frac{L_{K(t)} - L_{0(t)}}{L_{0(t)}}, \quad \varepsilon_a = \frac{H_K - H_0}{H_0}. \quad (1)$$

З використанням запропонованого методу було визначено відносну деформацію в'язального полотна вздовж петельних стовпчиків ε_t в зоні відтяжки та накатування. Зоною відтяжки вважатимемо ділянку полотна між голками та відтяжними валиками машини. Зоною накатування вважатимемо ділянку між відтяжними валиками машини та рулоном полотна.

Дослідження проводилось на виробничій базі ПАО «Трикотажна фабрика «Роза»» з використанням круглов'язальної машини «ORIZIO» модель «Fihp» 24 класу з 96 системами. Переплетення полотна – кулірна гладь. Заправка – гребінна бавовняна пряжа 20 текс. Ширина полотна – 105x2 см. Натяг нитки – 5 ÷ 6 сН. Щільність полотна $N_p = 200$ петельних рядків на 100 мм.

В процесі експерименту на полотно, яке знаходилося на машині нанесено 2 ряди маркування квадратним шаблоном: 1 ряд – в зоні між голками та відтяжними валиками (5 позначень зліва направо); 2 ряд – в зоні між відтяжними валиками та механізмом накатування (6 позначень зліва направо).

Після релаксації полотна визначалися розміри квадратів маркувань. Інструментальна похибка мірального інструменту (металева лінійка) становить $\Delta_L = 0,2$ мм. Для кожного показника виконувалося по три вимірювання: зліва, посередині і справа. В даному порядку результати представлені в таблицях 1-2. Також однократно вимірювався шаблон, що використовувався при нанесенні маркерів. Отриманий результат визнається середнім арифметичним кінцевої довжини зразка $\bar{L}_K = 100$ мм. Абсолютна похибка прирівнюється до інструментальної похибки (при довірчий ймовірності $P=100\%$) $\Delta_{LK} = \Delta_L = 0,2$ мм.

Кінцева довжина зразка тканини в зоні відтяжки та накатки, обрахована статистичним методом

$$L_K = (100,0 \pm 0,2) \text{ мм}; \quad \delta = 0,2\%; \quad P = 100\%.$$

Таблиця 1. Результати виміру початкової довжин зразка полотна L_0 в зоні відтяжки

Номер виміру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Довжина L_{oi} , мм	84	84	85	85	85	86	86	85	84	84	83	84	83	84	85

Таблиця 2. Результати виміру довжин зразка полотна $L_{0(i)}$ в зоні накатування

Номер виміру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Довжина L_i , мм	85	84	85	84	85	84	87	86	85	86	85	85	85	84	84	85	86	85

Використовуючи метод статистичної обробки результатів експерименту (табл. 1), знаходимо:

Середнє арифметичне значення довжини L_0 :

$$\bar{L}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i = 84,5.$$

Середньоквадратичне відхилення результату виміру:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L}_0)^2}{n-1}} = 0,915.$$

Випадкових грубих похибок немає, оскільки для кожного виміру L_i виконується умова:

$$L_i - \bar{L}_0 \leq \pm 3\sigma.$$

Оцінка середньоквадратичного відхилення середньоарифметичного значення:

$$S_{\bar{L}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 0,236.$$

Випадкова похибка: $\Delta_{\bar{L}} = S_{\bar{L}} t_g = 0,521 \text{ мм}$

де $t_g = 2,20$ - коефіцієнт Стюдента при довірчій ймовірності 95% ;

Абсолютна похибка виміру з врахуванням випадкової похибки $\Delta_{\bar{L}}$ та інструментальної похибки $\Delta_{\text{Л}}$ становить:

$$\Delta_{L_0} = \sqrt{\Delta_{\bar{L}}^2 + \left(\frac{2}{3} \Delta_{\text{Л}}\right)^2} = \sqrt{0,521^2 + \left(\frac{2}{3} 0,2\right)^2} = 0,538 \text{ мм}.$$

Відносна похибка виміру:

$$\delta_L = \frac{\Delta_{L_0}}{\bar{L}_0} 100\% = \frac{0,538}{84,5} 100\% = 0,637\%.$$

Початкова довжина зразка тканини вздовж петельного стовпчика в зоні відтяжки, обрахована статистичним методом:

$$L_0 = (84,5 \pm 0,5) \text{ мм}; \quad \delta = 0,64\%; \quad P = 95\%.$$

Відносна деформація полотна в зоні відтяжки:

$$\bar{\varepsilon}_t = \frac{100,0 - 84,5}{84,5} = 0,1834.$$

Абсолютна похибка:

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{\left(\frac{1}{\bar{L}_0} \frac{2}{3} \Delta_{LK}\right)^2 + \left(\frac{\bar{L}_K}{\bar{L}_0^2} \Delta_{L0}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{84,5} \frac{2}{3} 0,2\right)^2 + \left(\frac{100}{84,5^2} 0,538\right)^2} = 0,007698.$$

Відносна похибка виміру:

$$\delta_{\varepsilon} = \frac{\Delta_{\varepsilon}}{\bar{\varepsilon}_t} 100\% = \frac{0,007698}{0,1834} 100\% = 4,197\%.$$

Відносна деформація тканини вздовж петельного стовпчика в зоні відтяжки, обрахована статистичним методом:

$$\varepsilon_t = (0,183 \pm 0,008); \quad \delta = 4\%; \quad P = 95\%.$$

Аналогічно опрацьовуємо данні з табл. 2.

Початкова довжина зразка полотна вздовж петельного стовпчика в зоні накатування, обрахована статистичним методом:

$$L_0 = (85,0 \pm 0,5) \text{ мм}; \quad \delta = 0,53\%; \quad P = 95\%.$$

Відносна деформація полотна вздовж петельного стовпчика в зоні накатування, обрахована статистичним методом

$$\varepsilon_t = (0,176 \pm 0,006); \quad \delta = 3,5\%; \quad P = 95\%.$$

Висновки. В результаті виконаних досліджень розроблено та апробовано метод визначення відносної деформації в'язального полотна безпосередньо при його виготовленні, як в зоні відтяжки, так і в зоні накатування.

Запропонований метод може бути використаний при оцінці деформації полотна, що виготовляється на в'язальних машині різних типів і класів.

Розвиток даного методу дозволить з високою точністю визначати реальні умови відтяжки та накатування в'язального полотна в процесі його виготовлення.

Список використаних джерел

1. Мойсеєнко Ф. А. Проектування в'язальних машин / Ф. А. Мойсеєнко. – Х. : Основа, 1994. – 336 с.
2. Піпа Б.Ф. Механізми відтяжки та накатування полотна круглов'язальних машин / Б.Ф. Піпа, О. М. Хомяк, О. Ю. Олійник. – К. : КНУТД, 2009. – 234 с.
3. Чабан В. В. Наукові основи проектування пристроїв натягу ниток основи машин легкої та текстильної промисловості / В. В. Чабан. – К. : КНУТД, 2010. – 180 с.
4. Чабан В. В. Динаміка основов'язальних машин / В. В. Чабан, Л. А. Бакан, Б. Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2012. – 287 с.

5. Чабан В. В. Наукові основи проектування механізмів нормалізації процесу відтяжки полотна на основов'язальних / В. В. Чабан, Т. В. Іваненко, Б. Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2012. – 158 с.

6. Чабан В. В. Напружено-деформований стан основов'язального полотна у рулоні / В. В. Чабан, О. Ю. Олійник // Вісник ХНУ. – 2013. – № 2. – С. 49-53.

7. Олійник О. Ю. Напружено-деформований стан круглов'язального полотна у рулоні / О. Ю. Олійник, Б. Ф. Піпа // Вісник КНУТД. – 2010. – Т. 2, № 5. – С. 86-90.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ВЯЗАЛЬНОГО ПОЛОТНА, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ОТТЯЖКИ И НАКАТКИ

ЧАБАН В.В., КИЗИМЧУК А.П., КРАВЧЕНКО Е.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Экспериментальное определение деформации трикотажного полотна, обусловленной его оттяжкой и накатыванием.

Методика. Используются современные методы исследований относительной деформации вязального полотна, обусловленной оттяжкой и накатыванием непосредственно при его производстве.

Результаты. В ходе исследований разработан метод определения относительной деформации вязального полотна непосредственно при его производстве. Используя предложенный метод экспериментальным путем было определено относительную деформацию вязального полотна в зонах его оттяжки и накатки на кругловязальной машине «ORIZIO» (модель «Fihn»).

Практическая значимость. Предложенный метод может быть использован при оценке деформации полотна, которое производится на вязальной машине различных типов и классов.

Ключевые слова: относительная деформация вязального полотна, экспериментальное определение деформации вязального полотна, вязальная машина, оттяжка вязального полотна, накатка вязального полотна.

MEASURING METHOD OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF KNITTED FABRIC CAUSED BY ROLLING AND SLING

CHABAN V.V., KYZYMCHUK O.P., KRAVCHENKO E.O.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Experimental determination of the deformation characteristics of knitted fabric caused by rolling and sling.

Practical value. The proposed method can be used to estimate the deformation of knitted fabric, which is produced on knitting machines of various types and classes.

Keywords: relative strain of knitting fabric, experimental determination of the deformation characteristics of knitted fabric, knitting machine.

УДК 677.25:004.925.8

ГАЛАВСЬКА Л.Є., ЄЛІНА Т.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТРИВИМІРНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПЕТЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТРИКОТАЖУ У ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАХ

Мета. Верифікація розроблених тривимірних геометричних моделей інтегрованого трикотажу гладкого платированого переплетення для підтвердження їх адекватності та можливості використання для прогнозування параметрів структури та властивостей трикотажу.

Методика. Використана авторська методика комп'ютерного тривимірного геометричного моделювання структури трикотажу та загальновідомий метод дослідження характеристик структури трикотажу з використанням електронного мікроскопа (usb digital microscope ММ-2288-5X-S).

Результати. У ході проведених експериментальних досліджень встановлено характеристики структури трикотажу віртуальних моделей, одержаних шляхом тривимірного геометричного моделювання та реальних зразків трикотажу гладкого платированого переплетення, вироблених на в'язальному обладнанні з різним поєднанням видів сировини для формування гідрофільного та гідрофобного шарів. Виявлено адекватність розроблених моделей та відповідність теоретичної бази тривимірного моделювання заданому рівню точності та можливість її використання в універсальних програмно-аналітичних комплексах, які дозволяють на основі загальних законів фізики та термодинаміки розраховувати властивості об'єктів ще на стадії їх технологічного проектування.

Наукова новизна. Розроблено віртуальні тривимірні геометричні моделі структури кулірного трикотажу платированого переплетення, які адекватно описують структуру реального об'єкту.

Практична значимість. Рівень точності одержаних тривимірних геометричних моделей структури трикотажу дозволяє їх використання для прогнозування параметрів структури та властивостей.

Ключові слова: тривимірна геометрична модель структури трикотажу, віртуальна модель, інтегрований трикотаж, прогнозування властивостей трикотажу.

Вступ. Використання комп'ютерних моделей структури трикотажу стане у нагоді за умови відсутності необхідного в'язального або лабораторного обладнання для здійснення експерименту в матеріалі, для відтворення поверхні трикотажу у ході розробки дизайну трикотажу, а також у навчальному процесі та у багатьох інших ситуаціях. На основі адекватних тривимірних моделей структури трикотажу технолог має можливість прогнозувати його параметри та споживчі властивості ще до моменту вироблення на в'язальному обладнанні. Сучасні програмно-аналітичні комплекси, такі як, наприклад Ansys, Abaqus, 3DPTComposit, Solidworks та Autodesk Simulation за умови наявності комп'ютерної моделі об'єкту дозволяють розраховувати та аналізувати його фізичні, механічні та експлуатаційні властивості.

Постановка завдання. Основна мета створення тривимірних геометричних моделей структури трикотажу полягає у подальшому їх використанні у віртуальних експериментах, за допомогою яких з'являється можливість поповнити та розширити знання про властивості реального об'єкту – прототипу. У виробничих умовах наявність комп'ютерних 3D моделей структури трикотажу дозволяє заощадити людські та сировинні ресурси на етапі розробки та впровадження у виробництво трикотажу з заданими параметрами структури та споживними властивостями.

Що стосується навчального процесу, то серед профільюючих дисциплін, передбачених програмою підготовки фахівців за спеціальністю «Технології та дизайн трикотажу», є багато таких, що включають теми та розділи, де для засвоєння матеріалу велике значення має здатність студентів створювати уявні образи предметів, відштовхуючись від умовних позначень та схематичних зображень. До таких предметів можна віднести розташування елементів структури трикотажу у рапорті того чи іншого головного, похідного, візерункового, комбінованого кулірного чи основов'язаного переплетення; візерунчасті ефекти, що утворюються у трикотажі та ін. Часто, студент, опанувавши теоретичний матеріал, має не достатньо повне уявлення про особливості структуроутворення трикотажу, переплетення ниток у трикотажній структурі, що певним чином відображається на якості його знань. Використання тривимірних геометричних моделей у викладанні дисциплін з технології трикотажного виробництва дає змогу показати складні технічні об'єкти у вигляді, найбільш зручному для студентів, представити інформацію у зручній для сприйняття формі та є одним з найбільш сучасних та ефективних шляхів підвищення якості набутих знань.

Результати та їх обговорення. На засадах теоретичного підґрунтя [1] розроблено спеціальні алгоритми та комп'ютерну програму «Структура-3D» [2], що дозволяє створювати комп'ютерні тривимірні геометричні моделі кулірного трикотажу гладкого платированого, плюшевого, футерованого переплетень. Програма написана на мові програмування AutoLisp [3, 4] і може бути використана при роботі в середовищі AutoCAD 2008 та у більш нових версіях AutoCAD. Запуск програми відбувається з документу AutoCAD через меню «Инструменты» > «Загрузить приложение». Далі необхідно знайти директорію, де міститься файл СТРУКТУРА-3D.lst і запустити програму. Запити до користувача, а також введення вихідних даних відбувається через командний рядок. У програмі передбачено можливість побудови моделі структури трикотажу на основі відомих параметрів структури трикотажу чи виходячи з заправної довжини нитки в петлі.

На рис. 1 представлено створену за допомогою програми «Структура 3D» комп'ютерну геометричну модель кулірного трикотажу платированого переплетення.

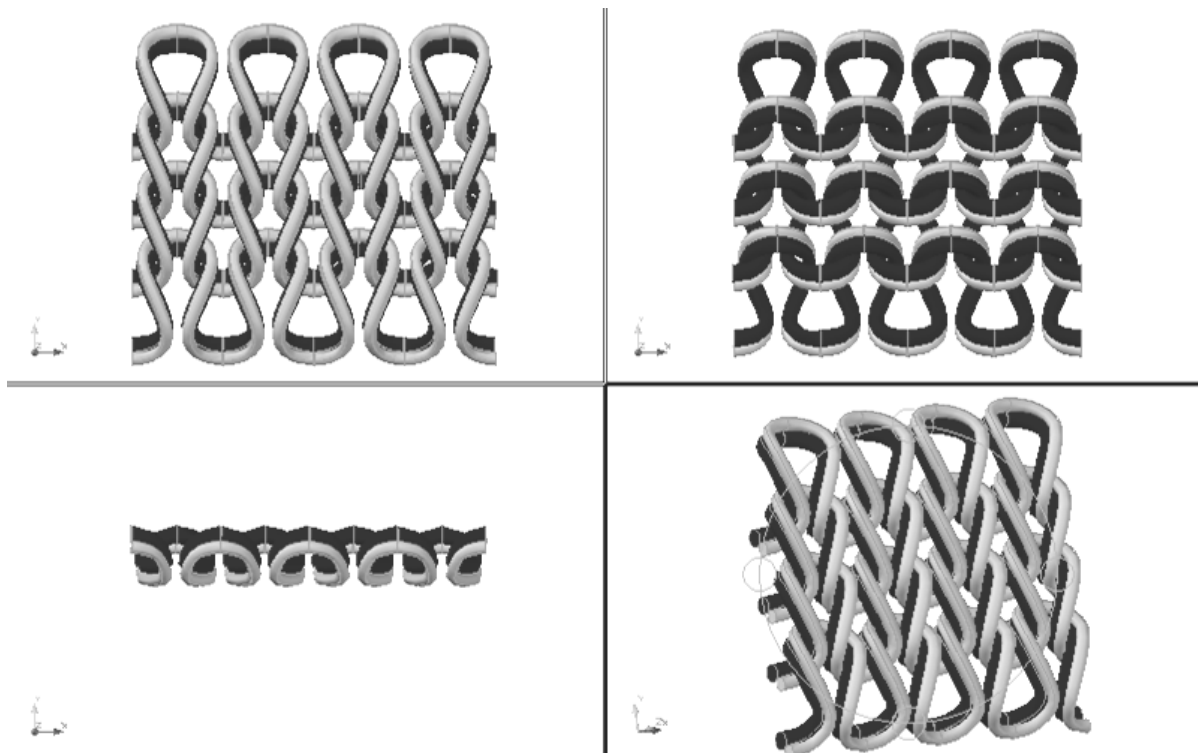


Рис. 1. Тривимірна геометрична модель структури інтегрованого кулірного трикотажу гладкого платированого переплетення

Вихідними даними для створення віртуальної моделі є: параметри структури, лінійна густина нитки, жорсткість нитки на згин, отримана експериментальним шляхом, кут тертя та вид сировини нитки. У ході розрахунку з урахуванням сил міжниткової взаємодії за наведеною вище методикою розраховуються технологічні параметри. Далі визначаються координати опорних точок сплайна та будується осьова лінія віртуальної нитки, на якій в характерних точках цілочисельних значень параметра автоматично знаходиться напрямок дотичної та головної нормалі. У нормальній площині будується пласка фігура, що відтворює контур поперечного перерізу в даній точці. Після відтворення контурів перерізів, програма будує тверде тіло «за перерізами» [1]. Після побудови тривимірної моделі, вона може бути відредагована засобами програми AutoCAD. Крім того, за допомогою інструментів AutoCAD можна визначити її масо-інерційні характеристики, отримати розрізи та перерізи, обертати у просторі, та отримувати зображення у різних проекціях.

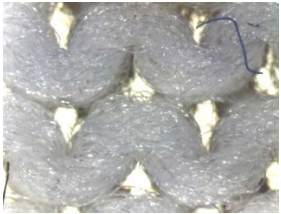
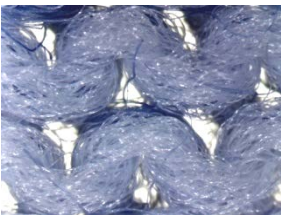
З метою перевірки відповідності тривимірних геометричних моделей реальним об'єктам та їх рекомендації щодо подальшого використання для прогнозування параметрів структури та властивостей трикотажу попередньо на в'язальному обладнанні вироблені зразки інтегрованого трикотажу вищезазначеного переплетення при 5-ти рівнях заправної довжини нитки в петлі ($5,1 \div 7,1$ мм з кроком 0,5 мм) та різному поєднанні видів гідрофільної та гідрофобної сировини. Заправні дані наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Види заправок інтегрованого трикотажу гладкого платированого переплетення

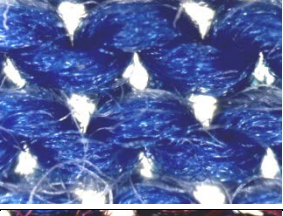
№ зразка	Вид сировини	Лінійна густина
1	грунтова нитка – поліефірна нитка (ПЕ) платировочна нитка – бавовняна пряжа	16,7 текс×2 30 текс
2	грунтова нитка – ПЕ нитка платировочна нитка – вовняна пряжа	16,7 текс×2 31 текс
3	грунтова нитка – ПЕ нитка платировочна нитка – віскозна комплексна багатофіламентна нитка	16,7 текс×2 33,2 текс
4	грунтова нитка – поліпропіленова нитка (ПП) платировочна нитка – бавовняна пряжа	16,7 текс×2 30 текс
5	грунтова нитка – ПП нитка платировочна нитка – вовняна пряжа	33,4 текс 31 текс
6	грунтова нитка – ПП нитка платировочна нитка – віскозна комплексна багатофіламентна нитка	33,4 текс 33,2 текс

У табл. 2 наведено макрофотографії лицьової та виворітної сторін інтегрованого трикотажу гладкого платированого переплетення при довжині нитки в петлі 6,1мм. Усі дослідні зразки трикотажу попередньо приведено в умовно-рівноважний стан шляхом прання.

Таблиця 2. Макрофотографії зразків трикотажу гладкого платированого переплетення

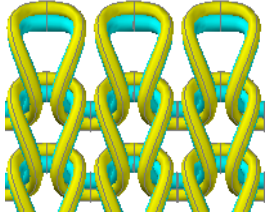
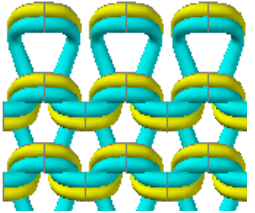
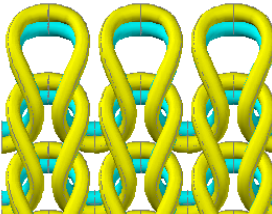
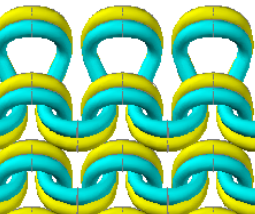
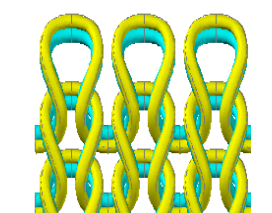
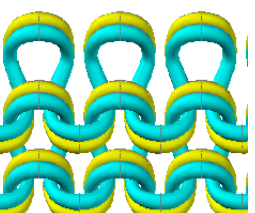
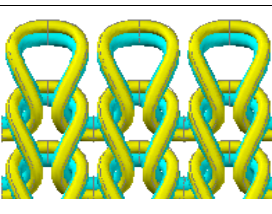
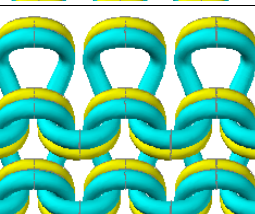
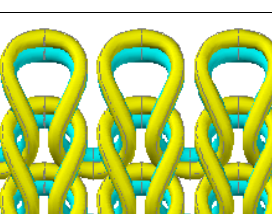
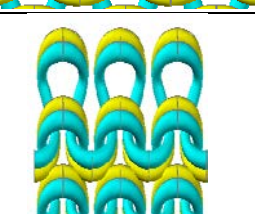
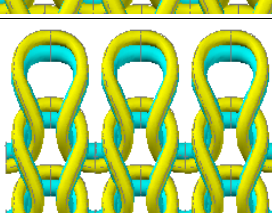
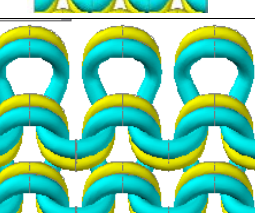
Номер зразка	Макрофотографія	
	лицьової сторони	виворітної сторони
1.3		
2.3		

Продовження табл. 2

3.3		
4.3		
5.3		
6.3		

За заправними даними реальних зразків, вироблених на в'язальному обладнанні, побудовані комп'ютерні тривимірні геометричні моделі інтегрованого кулірного трикотажу гладкого платированого переплетення. У табл. 3 представлено моделі, побудовані при середньому рівні заправної довжини нитки в петлі. У якості вихідних даних при побудові комп'ютерних тривимірних геометричних моделей структури трикотажу використано значення щільності та товщини трикотажу відповідних експериментальних зразків. На основі цих даних теоретично розраховано координати характерних точок сплайна та координати опорних точок, що визначають характер кривизни на кожній з характерних ділянок. У ході одержання комп'ютерних геометричних моделей встановлено емпіричні значення кута нахилу дотичної у точці переплетення у відповідності до структури інтегрованого трикотажу, його заправних даних (виду сировини гідрофільного та гідрофобного шарів) та модуля петлі. Величину кута підібрано таким чином, аби за умови ідентичності параметрів структури у віртуальних моделях та у реальних зразках, довжина сплайна, що представляє у віртуальній моделі осьову лінію нитки, відповідала з похибкою $\pm 5\%$ довжині нитки в петлі відповідного реального зразка. У результаті сформовано базу даних рекомендованих значень кута нахилу дотичної у точці переплетення для розглянутих зразків трикотажу.

Таблиця 3. Комп'ютерні моделі петельної структури інтегрованого кулірного трикотажу платированого переплетення

№ зразка	Лицьова сторона	Виворітна сторона
1.3		
2.3		
3.3		
4.3		
5.3		
6.3		

З метою верифікації розроблених тривимірних геометричних моделей структури інтегрованого кулірного трикотажу вищезазначених переплетень проведено експеримент, у ході якого визначено параметри структури віртуальних (комп'ютерних 3D моделей) та реальних зразків інтегрованого трикотажу гладкого платированого переплетення. Результати досліджень занесені у табл. 4.

Таблиця 4. Параметри структури трикотажу тривимірних моделей та експериментальних зразків інтегрованого кулірного трикотажу платированого переплетення

Номер зразка	Довжина нитки в петлі, мм	Петельний крок А, мм	Висота петельного ряду В, мм	Товщина комп'ютерної моделі трикотажу, мм	Кут нахилу дотичної у точці переплетення, град.	Довжина платировочної нитки в петлі зразка трикотажу, мм	Довжина платировочної нитки в петлі комп'ютерної моделі, мм	Відхилення, %	Довжина ґрунтової нитки в петлі зразка трикотажу, мм	Довжина ґрунтової нитки в петлі комп'ютерної моделі, мм	Відхилення, %
1	5,1	1,16	0,8	1,00	39	5,1	5,29	3,68	4,5	4,29	-4,62
	5,6	1,21	0,93	0,99	36	5,6	5,84	4,21	4,8	4,63	-3,46
	6,1	1,31	1,05	0,98	28	6,1	6,36	4,23	5,1	5,04	-1,23
	6,6	1,40	1,20	0,98	23	6,6	6,74	2,06	5,4	5,46	1,04
	7,1	1,47	1,25	0,97	20	7,1	6,91	-2,62	5,7	5,65	-0,84
2	5,1	1,18	0,81	1,00	37	5,1	5,32	4,22	4,4	4,50	2,32
	5,6	1,30	0,92	0,98	35	5,6	5,61	0,16	4,8	4,77	-0,52
	6,1	1,39	1,04	0,96	18	6,1	6,10	-0,06	5,2	5,29	1,79
	6,6	1,47	1,18	0,94	17	6,6	6,47	-1,93	5,6	5,61	0,20
	7,1	1,54	1,25	0,94	5	7,1	6,93	-2,33	6	6,09	1,54
3	5,1	1,18	0,83	0,99	25	5,1	5,21	2,14	4,5	4,52	0,40
	5,6	1,25	0,96	0,99	20	5,6	5,57	-0,61	4,9	4,88	-0,48
	6,1	1,32	1,08	0,98	15	6,1	5,94	-2,59	5,3	5,24	-1,15
	6,6	1,40	1,23	0,98	10	6,6	6,52	-1,15	5,7	5,82	2,11
	7,1	1,47	1,32	0,97	6	7,1	6,88	-3,03	6,1	6,18	1,36
4	5,1	1,28	0,86	1,00	39	5,1	5,25	2,92	4,5	4,50	0,05
	5,6	1,35	0,95	0,99	35	5,6	5,85	4,53	4,9	4,85	-0,93
	6,1	1,40	0,95	0,98	25	6,1	6,04	-0,95	5,3	5,26	-0,76
	6,6	1,56	1,20	0,98	22	6,6	6,54	-0,95	5,7	5,85	2,69
	7,1	1,66	1,32	0,97	20	7,1	6,91	-2,65	6,1	6,00	-1,71
5	5,1	1,30	0,83	0,99	37	5,1	5,24	2,81	4,5	4,70	4,39
	5,6	1,37	0,93	0,99	35	5,6	5,83	4,19	4,9	4,96	1,14
	6,1	1,49	1,00	0,98	20	6,1	6,25	2,51	5,3	5,39	1,69
	6,6	1,64	1,15	0,98	14	6,6	6,83	3,43	5,7	5,94	4,24
	7,1	1,75	1,25	0,97	6	7,1	7,39	4,04	6,1	6,27	2,71
6	5,1	1,28	0,84	1,00	26	5,1	5,34	4,68	4,5	4,50	-0,01
	5,6	1,39	0,93	0,99	20	5,6	5,69	1,57	4,9	4,85	-1,04
	6,1	1,45	1,04	0,99	16	6,1	6,01	-1,42	5,3	5,18	-2,33
	6,6	1,64	1,18	0,98	12	6,6	6,58	-0,25	5,7	5,74	0,71
	7,1	1,69	1,27	0,98	6	7,1	6,97	-1,77	6,1	6,14	0,71

На основі співставлення значень параметрів комп'ютерних геометричних моделей з параметрами відповідних зразків трикотажу виявлено, що відхилення не перевищують $\pm 5\%$, що підтверджує адекватність одержаних комп'ютерних геометричних моделей та їх відповідність реальним об'єктам.

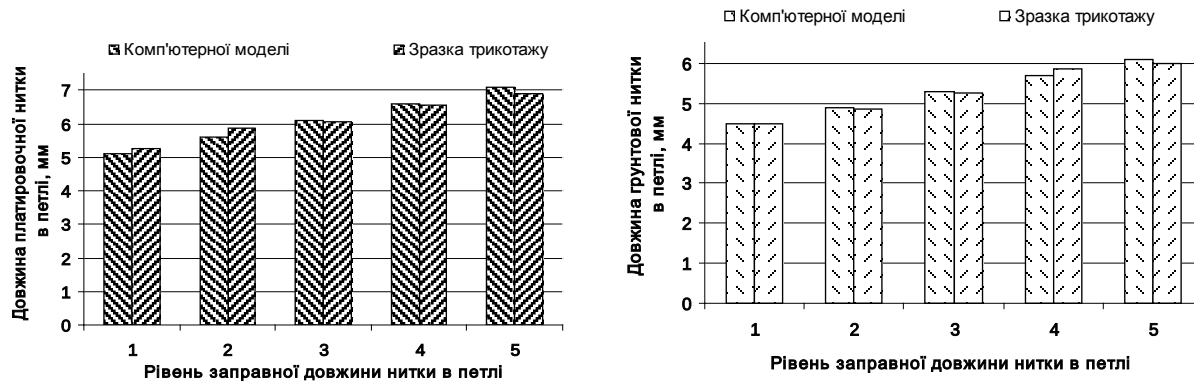


Рис. 2. Результати верифікації розроблених тривимірних геометричних моделей інтегрованого кулірного трикотажу платированого переплетення

Побудовані за результатами досліджень гістограми (Рис.2) довжин платировочної та ґрунтової ниток в петлях інтегрованого трикотажу платированого переплетення, при виробленні якого у якості платировочної нитки використано бавовняну пряжу кардної системи прядіння лінійної густини 30 текс, у якості ґрунтової – поліпропіленову комплексну багатофіламентну нитку лінійної густини 33,4 текс, наглядно ілюструють незначні відхилення значень довжин ниток в петлях комп'ютерних 3D моделей від зразків трикотажу, вироблених на в'язальному обладнанні.

Висновки. Шляхом тривимірного автоматизованого моделювання геометрії ниток в структурі інтегрованого кулірного трикотажу платированого переплетення встановлено характеристики параметрів структури трикотажу. Результати досліджень комп'ютерних 3D моделей структури трикотажу зіпставлено з реальними об'єктами зразків трикотажу, вироблених на в'язальному обладнанні. Верифікація розроблених тривимірних геометричних моделей інтегрованого трикотажу підтвердила їх адекватність та можливість використання для прогнозування параметрів структури та властивостей. Для побудови тривимірних геометричних моделей інтегрованого кулірного трикотажу, розглянутих структур і заправок, встановлено рекомендовані емпіричні значення кута нахилу дотичної у точці переплетення.

Проведені експериментальні дослідження свідчать про відповідність теоретичної бази тривимірного моделювання заданому рівню точності та можливість її використання в універсальних програмно-аналітичних комплексах, які дозволяють на основі загальних законів фізики та термодинаміки розраховувати властивості об'єктів ще на стадії їх технологічного проектування.

Список використаних джерел

1. Єліна Т. В. Силовая тривимірна геометрична модель кулірного трикотажу / Т. В. Єліна, Л. Є. Галавська // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – 2011. – Вип. 34. – С. 77-81.
2. А. с. 46469 Україна. Комп'ютерна програма «Структура – 3D» / Т. В. Єліна, Л. Є. Галавська. – заявка № 46726 ; заявл. 25.09.2012 ; опубл. 23.11.2012.
3. Лоскутов П. AutoLISP и Visual LISP в среде AutoCAD / П. Лоскутов, Н. Полещук – СПб : Изд-во BHV – 2006. – 960 с.
4. Андреева М. Технология визуального проектирования параметрических 3D_моделей в AutoCAD 2008 / М. Андреева // CADmaster. - 2007. – № 5.

References

1. Yelina T. V. (2011) *Sylova tryvymirna heometrychna model' kulirnoho trykotazhu [Power three-dimensional geometric model of filling-knit]* / T. V. Yelina, L. Ye. Halavs'ka // *Mizhvuzivs'kyi zbirnyk «Naukovi notatky»*. – Vyp. 34. – P. 77-81. [in Ukrainian].
2. A. s. 46469 Ukrayina. *Komp'yuterna prohrama «Struktura – 3D» [The computer program "Structure - 3D"]* / T. V. Yelina, L. Ye. Halavs'ka. – *zayavka № 46726 ; zayavl. 25.09.2012 ; opubl. 23.11.2012.* [in Ukrainian].
3. Loskutov P. *AutoLISP y Visual LISP v srede AutoCAD [AutoLISP and Visual LISP in AutoCAD]* / P. Loskutov, N. Poleshchuk – SPb : Yzd-vo VNV – 2006. – 960 p. [in Russian].
4. Andreeva M. (2007) *Tekhnolohyya vyzual'noho proektyrovanyya parametrycheskykh 3D_modeley v AutoCAD 2008 x [The technology of visual design parametric 3D Modeler in AutoCAD 2008]* / M. Andreeva // *SADmaster.* – № 5. [in Russian].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПЕТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТРИКОТАЖА В ВИРТУАЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ.

ГАЛАВСКАЯ Л.Е., ЕЛИНА Т.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Верификация разработанных трехмерных геометрических моделей интегрированного трикотажа гладкого платированого переплетения для подтверждения их адекватности и возможности использования для прогнозирования параметров структуры и свойств трикотажа.

Методика. Использована авторская методика компьютерного трехмерного геометрического моделирования структуры трикотажа и общеизвестный метод исследования характеристик структуры трикотажа с использованием электронного микроскопа (usb digital microscope MM-2288-5X-S).

Результаты. В ходе проведенных экспериментальных исследований установлено характеристики структуры трикотажа виртуальных моделей, полученных путем трехмерного геометрического моделирования, и реальных образцов трикотажа гладкого платированого переплетения, изготовленных на вязальном оборудовании с различным сочетанием видов сырья для формирования гидрофильного и гидрофобного слоев. Подтверждена адекватность разработанных моделей и соответствие теоретической базы трехмерного моделирования

заданному уровню точности и возможности его использования в универсальных программно-аналитических комплексах, которые позволяют на основе общих законов физики и термодинамики рассчитывать свойства объектов еще на стадии их технологического проектирования.

Научная новизна. Разработаны виртуальные трехмерные геометрические модели структуры кулирного трикотажа платированого переплетения, которые адекватно описывают структуру реального объекта.

Практическая значимость. Уровень точности полученных трехмерных геометрических моделей структуры трикотажа позволяет использовать их для прогнозирования параметров структуры и свойств.

Ключевые слова: *трехмерная геометрическая модель структуры трикотажа, виртуальная модель, интегрированный трикотаж, прогнозирование свойств трикотажа.*

USING OF COMPUTER 3D GEOMETRIC MODELS OF THE KNITTED STRUCTURES KNITWEAR FOR VIRTUAL SIMULATIONS.

GALAVSKA L.JE., IELINA T.V.

The Kiev National University of Technologies and Design

Purpose. Verification of the new-developed three-dimensional geometric models of integrated plating plane structures to verify their adequacy and use for parameters and properties prediction.

Methodology. The author's technique of computer 3D geometric modelling of knitted structures and well-known method of knitting structure characteristics study have been used with electron microscope (usb digital microscope MM-2288-5X-S).

Findings. In the course of experimental studies geometric characteristics of virtual models obtained by three-dimensional geometric modelling and real samples of plating plane knits, manufactured with different types of raw materials for the formation of hydrophilic and hydrophobic layers have been studied. The adequacy of the developed models and matching of theoretical framework of three-dimensional models of a necessary level of accuracy and the possibility of their use in universal software and analytical systems that allow to calculate the properties of objects at the stage of technological design on the base of general laws of physics and thermodynamics.

Originality. A virtual 3D geometric models of the structure of weft plane plating knits that adequately describe the structure of the real objects have been worked out.

Practical Value: the level of accuracy of obtained three-dimensional geometric models of the jersey allows their use for predicting of structure parameters and properties.

Keywords. *3D geometric model of the jersey, the virtual model, integrated knitwear, knitwear properties forecasting.*

УДК 687.157

КОЛОСНІЧЕНКО О.В., ПОЛЬКА Т.О., ОСТАПЕНКО Н.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАКЕТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СПЕЦОДЯГУ ГАРМОНІЙНИХ ФОРМ

Мета. Експериментальні дослідження показників теплозахисних характеристик пакетів з метою створення асортиментного ряду надійного теплозахисного спецодягу сучасних гармонійних форм.

Методика. Дослідження здійснено з використанням аналітико-експериментальних методів на базі основних положень теорії тепломасоперенесення, теорії термoprужності оболонок і пластин, методів дослідження теплозахисних характеристик текстильних матеріалів. Застосовано методи системного підходу до проектування теплозахисного спецодягу.

Результати. Систематизовано методи і прийоми гармонізації системи «людина-спецодяг-середовище» відповідно складу пакетів матеріалів та особливостей проектування теплозахисного спецодягу.

Наукова новизна. Обґрунтовано принципи формування та структурний склад пакетів з метою формування естетично привабливого ергономічного спецодягу шляхом балансування його технічних параметрів і візуального сприйняття асортиментних рядів.

Практична значимість. Надано рекомендації щодо зонального розташування посилюючих елементів на окремих ділянках спецодягу відповідно ергономічних вимог при виконанні аварійно-рятувальних робіт.

Ключові слова: теплозахисний спецодяг, гармонізація форми, теплофізичні характеристики матеріалів, дизайн-ергономічна концепція, ергатична система

Вступ. Експериментальні дослідження властивостей матеріалів для теплозахисного спецодягу стали передумовою створення захисних пакетів для різних ділянок спецодягу. [1]. Таке «членування спецодягу» вимагає аналіз топографії впливів небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища (рис.1).

Нами проводились дослідження теплозахисних властивостей пакетів як елементів окремих частин спецодягу шляхом варіювання у визначеній послідовності текстильних матеріалів, різних за призначенням, структурою, сировинним складом, кількістю шарів тощо.

Постановка завдання. Вибір дослідних зразків багатошарових пакетів матеріалів засновано на висновках, отриманих при аналізі існуючих різновидів спецодягу та характеристик матеріалів для його виготовлення. Аналіз умов експлуатації теплозахисного спеціального одягу значно звузив асортимент термостійких матеріалів для проведення експериментальних досліджень внаслідок специфічних потреб виробничого середовища. Оновлення асортименту текстильних термостійких матеріалів різного призначення за останні роки зумовило проведення їх порівняльного оцінювання [1-6].

Метою роботи було дослідження характеру змін характеристик пакетів матеріалів, що відбуваються після теплового оброблення для встановлення параметрів формоутворення в конструюванні різновидів теплозахисного спеціального одягу.

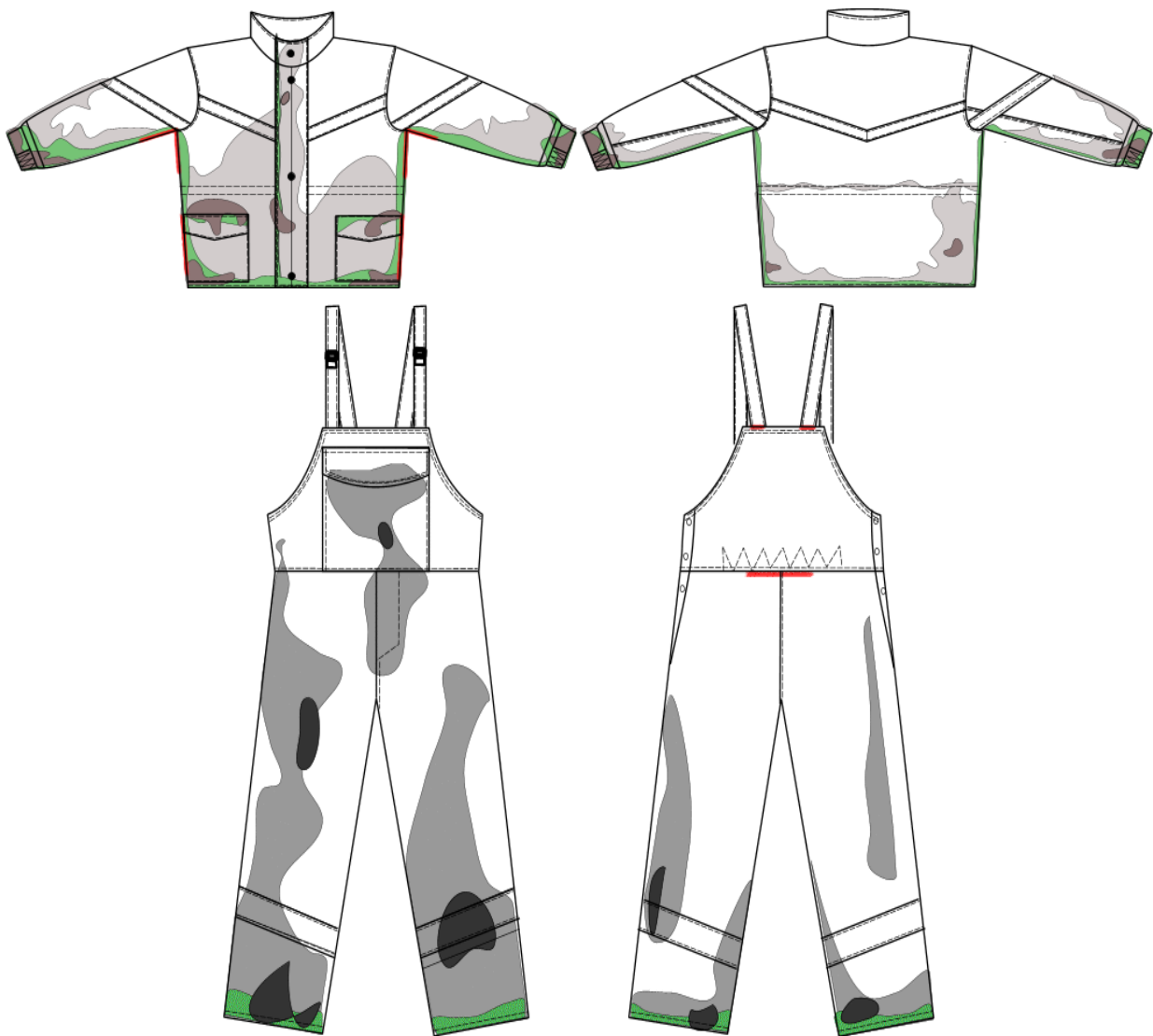


Рис. 1. Схема топографії впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників на комплект теплозахисного спецодягу

Результати дослідження. Передумовою для проведення досліджень стала відсутність даних про теплофізичні властивості пакетів матеріалів спецодягу залежно від температур оточуючого середовища. Ступінь впливу високих температур на властивості матеріалів неоднаковий, тому визначається експериментальними методами. Дослідження проведено за відомими методами [1-6] в лабораторії засобів індивідуального захисту Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД). Методика проведення експерименту передбачає такі вихідні параметри: температурні показники в камері термошафи $T_{от.сер}=(170\pm5)^{\circ}\text{C}$, температура циліндра, що імітує тіло людини, $T_{цил.}=(33\pm1)^{\circ}\text{C}$; використовуються пакети з одним і двома теплоізоляційними шарами. Проводилася фіксація пошарових щосекундних вимірювань температур в пакетах матеріалів. При досягненні гранично-припустимої температури $T_{гран.прип.}=(42\pm1)^{\circ}\text{C}$ поверхні шкіри людини (в нашому випадку прийнята температура повітря підодягового простору), дослідження припинялись відповідно до фізіолого-гігієнічних вимог.

Для визначення тривалості безпечної роботи людини у спеціальному одязі обрано пакети у відповідності до режимів експлуатації спецодягу. За умов повнофакторного експерименту дослідженню підлягали 10 пакетів матеріалів по 10 зразків кожного; керуючими факторами обрано температуру повітря в камері T , K , термічний опір пакетів R , $(m^2K)/Вт$. Пакети сформовано з урахуванням шару білизни. Дослідженню підлягали пакети з розміром зразків 240мм x 284мм, що сформовано у відповідності до науково-обґрунтованих принципів комбінування матеріалів в шарах, які здатні забезпечити використання спецодягу при пасивному і активному способах теплового захисту залежно від умов експлуатації та видового асортименту одягу. Проведено дослідження ергономічних властивостей елементів спецодягу, зокрема визначено їх теплофізичні характеристики. Обрані для досліджень матеріали [1] дозволили створити пакети-пропозиції для формування естетично привабливого ергономічного спецодягу шляхом забезпечення відповідності технічних параметрів та візуального сприйняття асортиментного ряду. Також проведено кодування пакетів. Результати досліджень наведено в табл.1. Обробка результатів експерименту проводилась методами математичної статистики.

Дослідження теплового опору пакетів матеріалів спецодягу відповідних товщин дозволяють прогнозувати їх поведінку під час дії високотемпературних впливів різної інтенсивності. Суттєвим показником при цьому є поверхнева густина пакетів, яка безпосередньо пов'язана з масою теплозахисного спецодягу. Зазначимо, що ці показники визначаються як значущі при оцінюванні впливу на ергономічність та естетичність багатошарового спецодягу, тому нами досліджено їх взаємозв'язки з метою систематизації параметрів формоутворення ергономічних конструкцій спецодягу. Надана графічна інтерпретація зміни товщини, поверхневої густини та теплового опору пакетів матеріалів при використанні одного або двох теплоізоляційних шарів (рис. 2).

Таблиця 1. Теплофізичні характеристики пакетів теплозахисного спецодягу

Номер пакету	Код пакету	Товщина пакету, $\delta, \times 10^{-3}$, м	Поверхнева густина, γ , $кг/м^2$	температуро-провідності, α , $10^{-7} м^2/с$	Питома теплоємність, c , Дж/(кг К)	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м К)	Термічний опір, R , $(м^2К)/Вт$
1	T ₁ I ₄ П ₇	5,011±0,080	0,525	2,38	1430	0,0131	0,38
2	T ₁ I ₄ I ₄ П ₇	9,572±0,180	0,673	4,13	1415	0,0151	0,63
3	T ₁₀ I ₃ П ₄	4,712±0,120	0,541	3,16	1440	0,0134	0,35
4	T ₁₀ I ₃ I ₃ П ₄	8,956±0,160	0,650	4,35	1370	0,0154	0,58
5	T ₆ I ₈ П ₅	6,416±0,110	0,624	4,21	1540	0,0152	0,42
6	T ₆ I ₈ I ₈ П ₅	12,461±0,270	0,968	3,59	1890	0,0204	0,61
7	T ₁₁ I ₈ П ₂	6,507±0,180	0,526	4,17	2130	0,0183	0,39
8	T ₁₁ I ₈ I ₈ П ₂	12,548±0,230	0,874	2,76	2060	0,0224	0,56
9	T ₁₁ I ₃ П ₁	4,697±0,090	0,483	4,12	1940	0,0142	0,33
10	T ₁₁ I ₃ I ₃ П ₁	8,939±0,150	0,591	3,17	2350	0,0190	0,52

Порівняльний аналіз показників довів, що застосування пакетів різних товщин на різних ділянках спецодягу дає змогу варіювати комбінаціями шарів з метою досягнення ергономічної раціональності форми і конструкції спецодягу в цілому. Аналіз класифікації екстремальних рухів працюючих довів, що ергономічність конструкції спецодягу забезпечується визначенням взаємозв'язків його параметрів. При цьому, застосування оригінальних конструктивно-технологічних рішень теплозахисного спецодягу сучасних форм відповідно рушійного компонента трудової діяльності відбувалося за рахунок використання базових конструкцій спецодягу з додатковими ергопараметрами його елементів (зміни покроїв, застосуванням систем прибавок, додатковими елементами частин спецодягу). Таким чином, експериментальні дослідження пакетів стали передумовою створення ескізів системи моделей з використанням геометричних форм та кольорових співвідношень відповідно дизайн-ергономічній концепції створення нових форм теплозахисного спецодягу.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження дали змогу обґрунтувати структурний склад та сформувати пакети теплозахисного спецодягу з термостійкого, водотривкого (за необхідністю), теплоізоляційного та підкладкового шарів загальною товщиною до 0,015м, поверхневою густиною до $\gamma = 0,97 \text{ кг/м}^2$ відповідно ергономічних вимог з метою їх зонального розташування на ділянках спецодягу. Надано рекомендації щодо необхідності використання посилюючих елементів більших товщин на окремих деталях спецодягу при виконанні аварійно-рятувальних робіт.

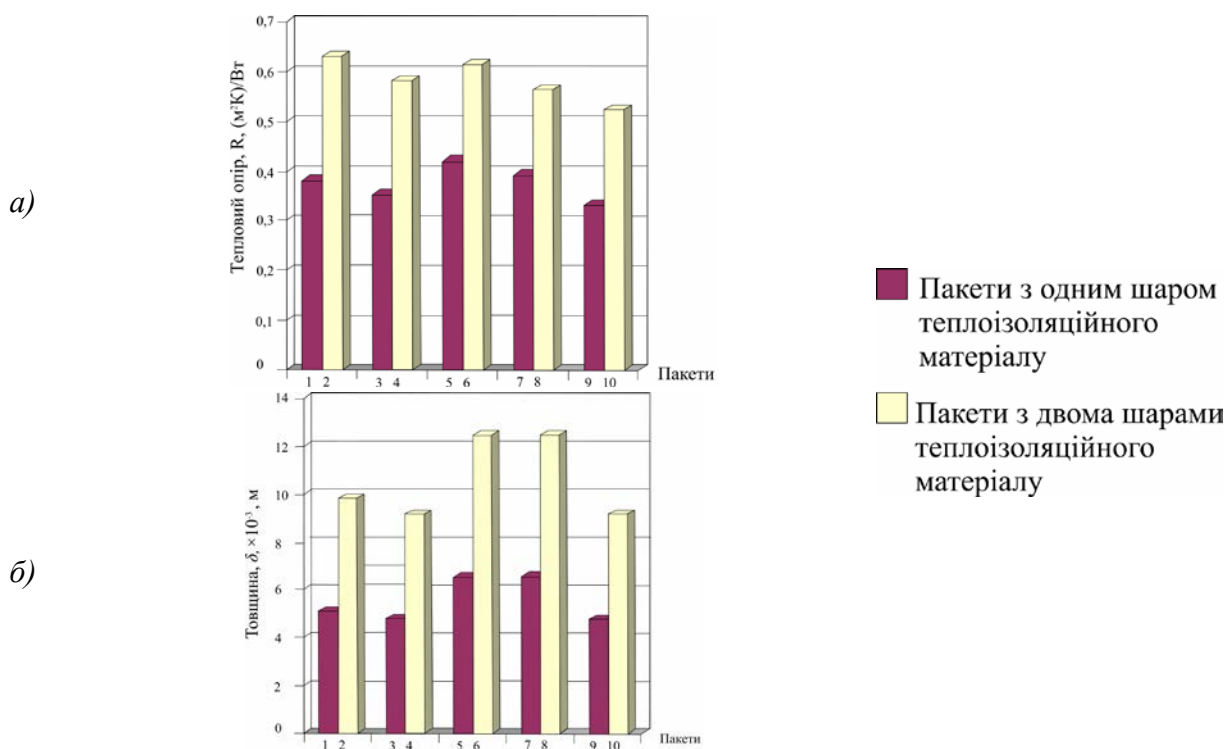


Рис. 2. Графічна інтерпретація результатів дослідження: а-теплового опору; б-товщини пакетів матеріалів з одним та двома теплоізоляційними шарами

Створено пакети-пропозиції для дослідження ергономічних властивостей елементів з метою формування естетично привабливого ергономічного спецодягу шляхом балансування його технічних параметрів і візуального сприйняття асортиментного ряду. Систематизовано методи і прийоми гармонізації системи «людина-спецодяг-середовище» відповідно складу пакетів матеріалів та особливостей проектування асортименту теплозахисного спецодягу. Також шляхом порівняльного аналізу визначених показників доведено, що застосування пакетів різної товщини на різних ділянках спецодягу дозволяє варіювати комбінаціями шарів з метою досягнення ергономічності форми і конструкції спецодягу в цілому. Шляхом аналізу класифікації екстремальних трудових рухів визначено, що ергономічна раціональність конструкції спецодягу забезпечується взаємозв'язками його параметрів. При цьому, застосування оригінальних конструктивно-технологічних рішень теплозахисного спецодягу у відповідності рушійного компонента трудової діяльності, відбувалося використанням базових конструкцій спецодягу з додатковими ергопараметрами його елементів (варіювання покроями, параметрами прибавок, додатковими елементами частин спецодягу). Все це стало передумовою розробки ескізів системи моделей з використанням геометричних форм та кольорових співвідношень відповідно дизайн-ергономічній концепції створення надійного теплозахисного спецодягу сучасних форм.

Список використаних джерел

1. Колосніченко О. В. Експериментальні дослідження матеріалів для створення теплозахисного спецодягу / О. В. Колосніченко, Т. О. Полька, Н. В. Остапенко // Вісник КНУТД. - 2015. - № 1. - С. 191-198
2. Колосніченко О. В. Удосконалення дизайн-ергономічного проектування теплозахисного спецодягу : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.19 / Колосніченко О. В. ; Київський національний університет технологій та дизайну. - К., 2013. - 152 л.
3. Енциклопедія швейного виробництва : навч. посіб. - К. : Самміт-книга, 2010. - 968 с.
4. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу : навч. посіб. / [М. В. Колосніченко, Л. І. Зубкова, К. Л. Пашкевич, Т. О. Полька, Н. В. Остапенко, І. В. Васильєва, О. В. Колосніченко]. - К. : ПП «НВЦ «Профі», 2014. - 386 с.
5. Полька Т. О. Принципи системного підходу щодо створення тепловідбивного захисного одягу пожежників / Т. О. Полька // Вісник КНУТД. - 2008. - № 1. - С. 181-184.
6. Розробка вимог до проектування асортименту спецодягу технологічних конструкцій. / О. В. Колосніченко, Н. В. Остапенко, К. Л. Пашкевич, І. О. Приходько-Кононенко // Вісник КНУТД. - 2014. - № 5. - С. 230-239.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПАКЕТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПЕЦОДЕЖДЫ ГАРМОНИЧЕСКИХ ФОРМ

КОЛОСНИЧЕНКО Е.В., ПОЛЬКА Т.А., ОСТАПЕНКО Н.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Экспериментальные исследования показателей теплозащитных свойств пакетов с целью создания ассортиментного ряда надежной теплозащитной спецодежды современных гармонических форм.

Методика. Исследование проведено с использованием аналитико-экспериментальных методов на базе основных положений теории тепломассопереноса, теории упругости оболочек и пластин, методов исследования теплозащитных характеристик текстильных материалов. Использованы методы системного подхода к проектированию теплозащитной спецодежды.

Результаты. Систематизированы методы и приёмы гармонизации системы «человек-спецодежда-среда» соответственно составу пакетов материалов и особенностей проектирования теплозащитной спецодежды.

Научная новизна. Обоснованы принципы формирования и структурный состав пакетов с целью формирования эстетически привлекательной эргономической спецодежды путем балансирования её технических параметров и визуального восприятия ассортиментных рядов.

Практическая значимость. Даны рекомендации относительно зонального размещения усиливающих элементов на отдельных участках спецодежды соответственно эргономическим требованиям при выполнении аварийно-спасательных работ.

Ключевые слова: теплозащитная спецодежда, гармонизация формы, теплофизические характеристики материалов, дизайн-эргономическая концепция, эргатичная система.

RESEARCH OF THERMOPROTECTIVE PROPERTIES PACKAGES TO CREATE HARMONIC FORMS OF SPECIALS CLOTHES

KOLOSNIICHENKO O.V., POLKA T.O., OSTAPENKO N.V.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Experimental research of performance thermal insulation properties of packages in order to create a reliable product range heatproof overalls modern harmonic forms.

Methodology. The study was conducted with the use of analytical and experimental methods based on the fundamentals of the theory of heat and mass, elasticity theory of shells and plates, methods of investigation of heat-shielding characteristics of textile materials. The methods of a systematic approach to designing a heatproof overalls.

Finding. Systematized methods and techniques of harmonization of the system "man-overalls-environment" respectively part of a package of materials and design features heatproof overalls.

Originality. The principles of formation and structural composition of the packages to form an aesthetically appealing ergonomic overalls by balancing its technical parameters and visual perception assortment series.

Practical value. Recommendations regarding the zonal placing reinforcing elements on separate sites overalls respectively ergonomic requirements in carrying out rescue operations.

Keywords: heatproof clothing, harmonization of forms, thermal characteristics of materials, ergonomic design concept, human-machine system.

УДК
004.925.8:[677.075:687.016]

ЄЛІНА Т. В.
Київський національний університет технологій та дизайну

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ТРИКОТАЖНОГО ОДЯГУ

Мета: визначення вимог до програмного забезпечення для автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення трикотажних виробів, та розробка загального підходу до автоматизації процесу побудови лекал та складання програм в'язання.

Методика: у роботі застосовані стандартні методики теоретичного аналізу та синтезу, структурний підхід, метод декомпозиції.

Результати: здійснено аналіз факторів, які впливають на форму та розміри елементів конструкції трикотажного одягу з метою розробки програмного забезпечення для автоматизації побудови лекал та розрахунку програм в'язання для обладнання, яке не має зв'язку з комп'ютером. Визначено вимоги до вихідних даних та рекомендації до результатів розрахунків окремо для деталей або виробів розкрійного, напіврегулярного та регулярного способів виробництва.

Наукова новизна: запропоновано новий підхід до автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки трикотажного виробництва, який дозволяє урахувати всі особливості конструювання трикотажного одягу із забезпеченням можливості інтеграції в системи автоматизації виробництва більш високого рівня.

Практичне значення: запропонований підхід до автоматизації побудови лекал трикотажних виробів може бути використаний як підприємствами-розробниками програмного забезпечення для легкої промисловості, так і інженерами-конструкторами трикотажного одягу, які володіють базовими навичками програмування для написання власних додатків, призначених для автоматизації креслярських робіт та підготовки програм в'язання.

Ключові слова: трикотаж, трикотажний одяг, САПР, конструювання трикотажних виробів, автоматизація побудови лекал.

Вступ. Сучасні трикотажні підприємства вже важко уявити без засобів автоматизації проектних робіт. Розробка та впровадження у виробництво продукції, що має конкурентні переваги, потребує не тільки точності та швидкодії, які притаманні галузевим CAD/CAM системам, але й урахування всіх особливостей продукції що знаходиться на стадії розробки, вимог найвибагливішого споживача, властивостей сировини, особливостей технологічного процесу та впливу технологічних обробок на фізико-механічні властивості кінцевого продукту.

На ринку програмного забезпечення для текстильної та легкої промисловості широко представлені спеціалізовані CAD/CAM системи, розроблені під певні типи обладнання [1]. Вони зручні у використанні та забезпечують підтримку систем CIM (Computer Integrated

Manufacturing), але ж вартість таких комплексів залишається дуже високою. З іншого боку, на підприємствах швейної галузі для проектування одягу з рулонних текстильних матеріалів, включаючи трикотажні полотна, з успіхом використовують такі програмні продукти як: АССОЛЬ, Грація, СТАПРИМ, Comtens, Julivi та інші [2]. Однак, проблема полягає не тільки в тому, що потужні комерційні програмні продукти та системи не завжди може придбати невеличке підприємство або ательє, - закладені в такі програми алгоритми побудови лекал розраховані в основному на властивості тканин і не враховують особливостей проектування виробів з трикотажу. Для розв'язання цієї проблеми необхідні програми, призначені для автоматизації процесу побудови лекал трикотажних виробів, придатні до подальшої інтеграції в системи автоматизованого виробництва та сумісні із універсальними CAD системами.

Постановка завдання. Проблема коректної побудови контурів лекал трикотажних виробів в автоматизованому режимі пов'язана із вивченням значної кількості факторів що впливають на форму та розміри кожної деталі трикотажного виробу. Вихідними даними для виконання технічного завдання на розробку комплексу креслеників деталей трикотажного виробу є дизайнерський проект із описом характерних особливостей виробу. Алгоритм побудови базової конструкції виробу та контуру лекал залежить в даному випадку як від характеристик моделі (вільний, напівприлеглий або прилеглий силует), так і від фізико-механічних і зокрема, деформаційних властивостей трикотажу, які в свою чергу залежать від виду сировини та переплетення, а також від способу виготовлення та оздоблення.

Результати та їх обговорення. Завдяки візуальній пластичності, рухомості структури та деформаційним властивостям трикотажу, конструкція трикотажного одягу зазвичай дещо спрощена у порівнянні із конструкцією виробів з тканих полотен. Однак, вже починаючи від процесу виготовлення (розкрійні, швейні, оздоблювальні операції) та закінчуючи експлуатацією, фізико-механічні властивості трикотажу впливають на поведінку та формотворчі особливості елементів одягу. Так, розтяжність та пружність трикотажу визначають функціональні розміри деталей. Товщина, розпускальність та закручуваність, товщина впливають на визначення технологічних розмірів деталей (з припусками на шви). Варто зазначити, що для кожного способу виготовлення трикотажних виробів необхідно застосовувати відповідні алгоритми проектування.

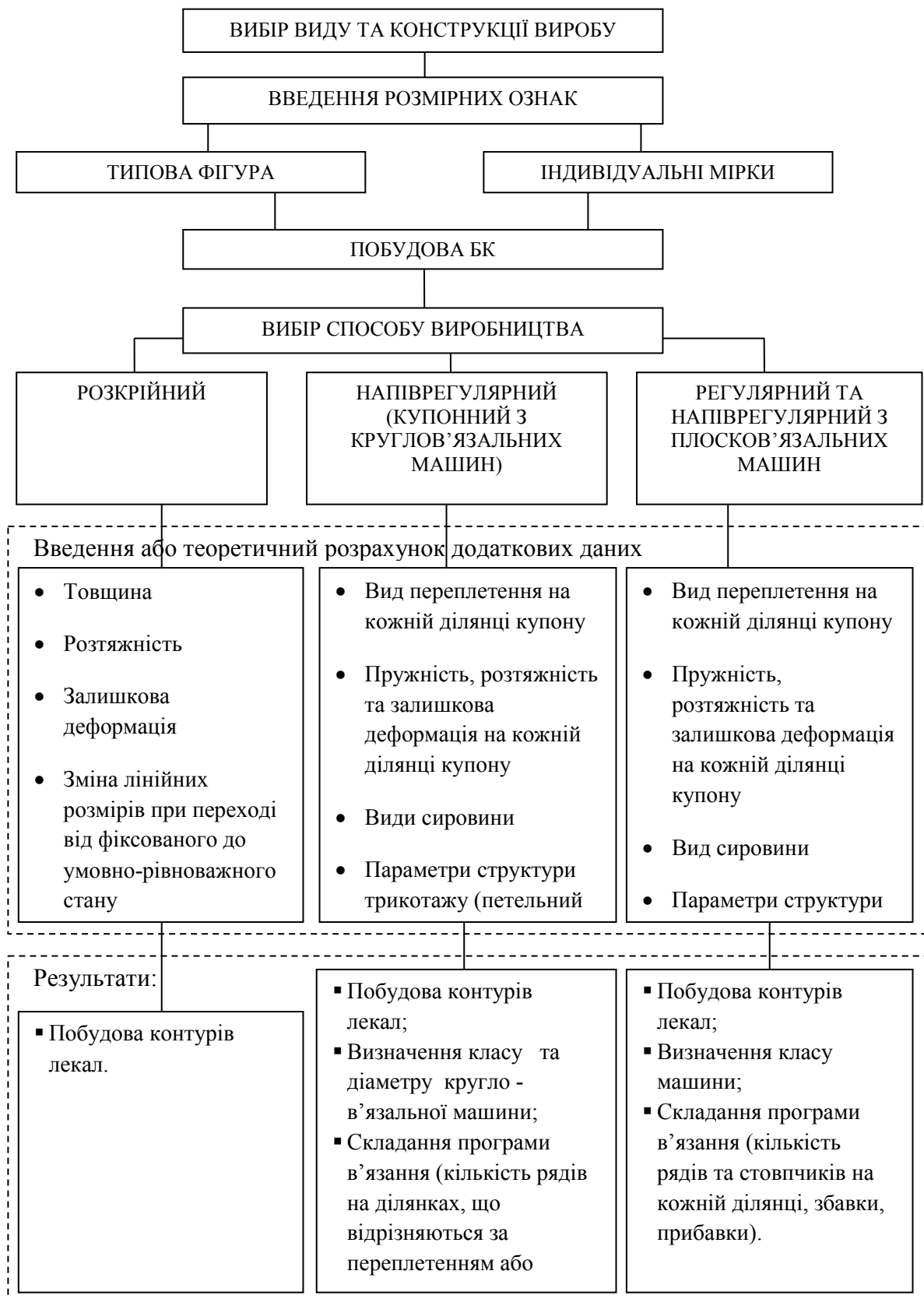


Рис.1. Загальна схема автоматизованого проектування елементів конструкції трикотажного одягу

Вибір виду виробу здійснюється проектувальником із урахуванням методик, що використовує підприємство, або обирається з бібліотеки базових модулів. У відповідності до технологічних особливостей виробництва трикотажу розкрійного, напіврегулярного та регулярного, набір розрахункових даних, необхідних для подальшого використання у виробництві дещо відрізняється (Рис.1). Так, якщо для розкрійного способу кінцевим результатом роботи даної комп'ютерної програми будуть побудовані контури лекал та визначення оптимального варіанту їх розкладок, то для напіврегулярного способу необхідно визначити діаметр машини, придатний для отримання купону потрібної ширини, а для в'язання деталей за заданим контуром може бути необхідним розрахунок кількості працюючих голок на кожній ділянці виробу, та кількість рядів в'язання кожної ділянки.

Висновки. У роботі проаналізовано вимоги до програмного забезпечення, яке може використовуватись як на великих підприємствах, так і на малих та середніх, що не мають спеціалізованих CAD/CAM систем. З'ясовано, що структура алгоритмів побудови контурів деталей трикотажних виробів залежить від способу виробництва. Запропоновано схему формалізованого опису логічних зв'язків між об'єктами автоматизованого проектування всіх способів виробництва деталей трикотажного одягу.

Список використаних джерел

1. Шалов И. И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР / И. И. Шалов, Л. А. Кудрявин. - М. : Легпромбытиздат, 1989. - 286 с.
2. Колосніченко М. В. Комп'ютерне проектування одягу : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Колосніченко, В. Ю. Щербань, К. Л. Процик. - К. : Освіта України, 2010. - 236 с.

References

1. Shalov I. I. (1989) *Osnovyi proektirovaniya trikotazhnogo proizvodstva s elementami SAPR [introduction to design with CAD elements]* / I. I. Shalov, L. A. Kudryavin. - M. : Legprombyitizdat, - 286 p. [in Russian].
2. Kolosnichenko M. V. *Komp'yuterne proektuvannya odyahu : navch. posib. dlya stud. vyshch. navch. zakl. [Computer clothes design software]* / M. V. Kolosnichenko, V. Yu. Shcherban', K. L. Protsyk. - K. : Osvita Ukrayiny, 2010. - 236 s. [in Ukrainian].

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ТРИКОТАЖНОЙ ОДЕЖДЫ

ЕЛИНА Т.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определение требований к программному обеспечению, предназначенному для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства трикотажных изделий и разработка общего подхода к автоматизации процесса построения лекал и составления программ вязания.

Методика. В работе применены стандартные методики теоретического анализа и синтеза, структурный подход, метод декомпозиции.

Результаты. Осуществлен анализ факторов, которые влияют на форму и размеры элементов конструкции трикотажной одежды с целью разработки программного обеспечения для автоматизации построения лекал и расчета программ вязания для оборудования, которое не имеет связи с компьютером. Определены требования к исходным данным и рекомендации к результатам расчетов для деталей или изделий раскройного, полурегулярного и регулярного способов производства.

Научная новизна. Предложен новый подход к автоматизации конструкторско-технологической подготовки трикотажного производства, который позволяет учесть все особенности конструирования трикотажной одежды с обеспечением возможности интеграции в системы автоматизации производства более высокого уровня.

Практическое значение. Предложенный подход к автоматизации построения лекал трикотажных изделий может быть использован как предприятиями-разработчиками программного обеспечения для легкой промышленности, так и инженерами-конструкторами трикотажной одежды, которые обладают базовыми навыками программирования для написания собственных приложений, предназначенных для автоматизации чертежных работ и подготовки программ вязания.

Ключевые слова: трикотаж, трикотажная одежда, САПР, конструирования трикотажных изделий, автоматизация построения лекал.

COMPUTER AIDED DESIGN OF KNITTED GARMENT ELEMENTS

IELINA T.V.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Definition of requirements to software designed to automate the design and technological preparation of production of knitwear and work out a common approach to automation of construction design and knitting programming.

Methodology. Standard methods of theoretical analysis and synthesis, structural approach, decomposition have been applied.

Findings. Analysis of the factors that affect the shape and size of the structural elements of knitted garments for software development for building of patterns and calculation of programs for knitting equipment which has no connection with computer. The requirements for the input data and recommendations to the calculation results for parts or products, which are produced by different modes of production, are suggested.

Originality. A new approach to automation of design and technological preparation of knitwear production that allows to consider all the design features of knitted garments with achieving integration in industrial automation systems of a higher level.

Practical Value. The approach to building automation patterns of jerseys can be used by enterprise-software developers for light industry as well as by design engineers, which have basic programming skills to write their own applications designed to automate drawing works and knitting programs.

Key words: jersey, knitted garments, CAD, knitwear designing, building automation pattern building.

УДК 687.18

ВОДЗІНСЬКА О.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА КЛАСИФІКАЦІЇ ЧИННИКІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЗДАТНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДО СПРАСУВАННЯ

Мета. Систематизація інформації стосовно чинників, що впливають на деформаційні властивості матеріалів при спрашуванні.

Методика. Для аналізу та систематизації даних використано методи системного аналізу.

Результати. Розроблено класифікацію чинників, що впливають на здатність матеріалів до спрасування, яка містить чотири рівні факторів впливу.

Наукова новизна. Розроблена з використанням кольорового індикатора класифікація чинників відображає позитивний чи негативний вплив кожного з факторів на деформаційні властивості матеріалів при спрашуванні.

Практична значимість. Класифікація може бути використана у навчальному процесі для систематизованого представлення інформації студентам при вивченні дисциплін швейного профілю.

Ключові слова: деформаційні властивості матеріалу, спрасування, чинники.

Вступ. Одним із основних завдань, які вирішуються в процесі проектування та виготовлення швейних виробів, є створення стійкої об'ємної форми одягу з плоских матеріалів, якими є тканини, трикотажні полотна і неткані матеріали. Об'ємна форма одягу може бути створена, у тому числі, шляхом зміни геометричних розмірів окремих ділянок деталей способом спрасування чи відтягування, для чого використовують деформаційні властивості матеріалів [1]. На здатність матеріалу формуватися має вплив низка чинників. Визначення характеру впливу того чи іншого чинника на деформаційні властивості матеріалу дає можливість прогнозування якості виготовлення швейного виробу на етапі проектування його конструкції, тому розроблення класифікації чинників є актуальною задачею.

У літературних джерелах є відомості стосовно того, як саме ті чи інші чинники впливають на деформаційні властивості матеріалів. Проте, інформація не систематизована, має описовий характер та представлена розрізнено. Зокрема, відомо, що на здатність тканин спрасовуватись впливають як характеристики волокон та ниток, так і характеристики безпосередньо структури тканини. Має значення також вид покриття матеріалів та напрямок спрасування. Згідно [2], найкраще спрасовуються тонко-сукняні чистововняні драпи, найгірше – тонкі тканини з натурального шовку та напіввовняні із значним вмістом синтетичних волокон, а також лляні. Дуже погано спрасовуються матеріали, які містять синтетичні нитки та пряжу [3].

Що стосується структурних характеристик тканин, то найкраще формуються рихлі суконні чистововняні тканини. Матеріали з високим лінійним заповнення, такі як габардини, костюмні крепи, навпаки, формуються дуже погано. Переплетенням, яке найбільше сприяє формуванню матеріалу, вважають полотняне, оскільки воно забезпечує найменшу кількість контактів ниток основи та утку і незначний тангенціальний опір між ними, та, відповідно, найбільшу рухливість систем ниток. Практично відсутня формівна здатність у нетканих клейових прокладкових полотнах, оскільки структура нетканого полотна не є рухливою [1].

Структурні характеристики пряжі, її товщина та крутка, молекулярна структура та величини міжмолекулярних сил також впливають на рухливість систем ниток. Погано спрасовуються камвольні тканини з крученої пряжі з високим лінійним заповненням. Додаткові види обробок, такі як апрет, клейове покриття на прокладкових матеріалах, войлокоподібний застил на пальтових та пальтово-костюмних тканинах, погіршують здатність тканини утворювати форму.

Як відомо, будова більшості текстильних матеріалів характеризується анізотропністю їх властивостей. Анізотропія тканин є наслідком сітчастої структури матеріалів [1, 4]. Анізотропні властивості проявляються і в процесі спрасування матеріалів. Найкраще спрасування буде в напрямку діагоналі комірок, тобто, під кутом сорок п'ять градусів до основи, найгірше – по основи та утку.

На основі аналізу літературних даних можна зробити висновок, що інформація не систематизована, тому досить складно сприймається.

Постановка завдання. Метою дослідження є упорядкування інформації та розроблення на цій основі класифікації чинників, які впливають на деформаційні властивості матеріалів при спрасуванні.

Результати дослідження. На рисунку представлена, розроблена на підставі системного аналізу, класифікація факторів, які впливають на здатність матеріалів до спрасування. Всі чинники поділено на чотири рівні. Перша група факторів стосується властивостей сировини – волокон, пряжі та ниток, з яких виготовлений матеріал. Друга група чинників характеризує властивості тканин та є показниками якості текстильних матеріалів. До третьої групи віднесені чинники оздоблення матеріалу чи додатково нанесеного на поверхню покриття. Четвертий рівень чинників враховує напрямок спрасування матеріалу. Класифікація розроблена на фасетній основі, тобто всі рівні чинників є незалежними один від одного.

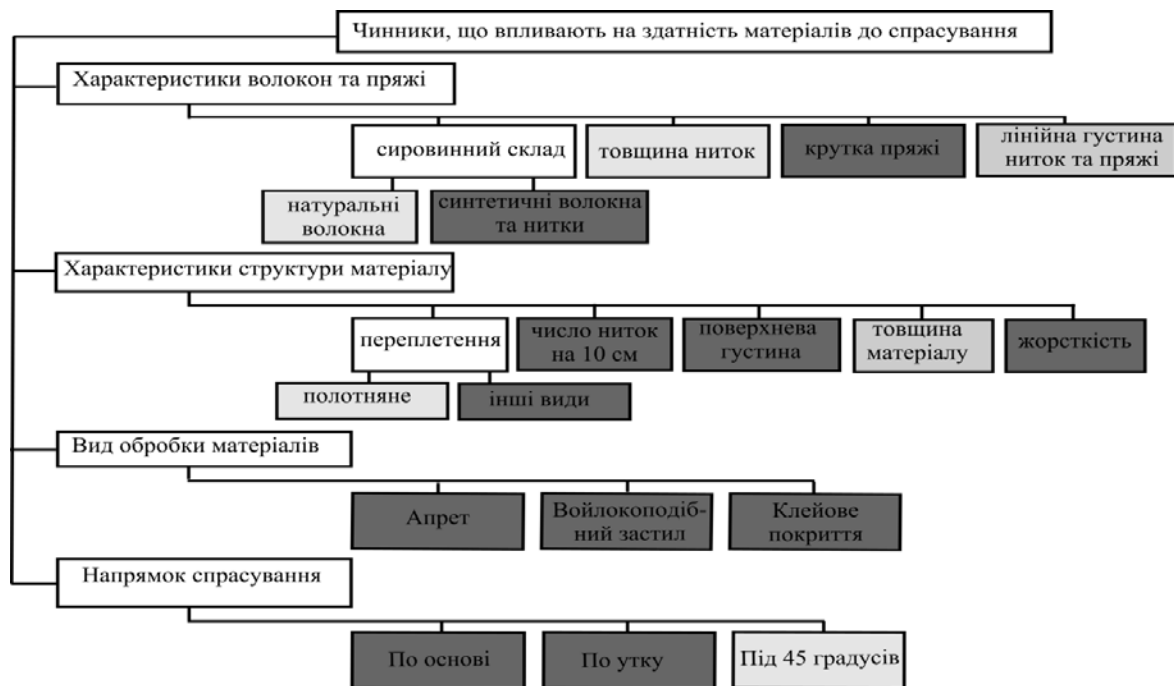


Рис.1. Класифікація чинників, які впливають на здатність тканин до спрасування

-  – світло сірим кольором позначено чинники, які позитивно впливають на процес спрасування або при зростанні значень яких спрасування матеріалу покращується;
-  – темно сірим кольором відмічено фактори, які негативно впливають на процес спрасування або при зростанні значень яких спрасування матеріалу погіршується

Висновки. У результаті системного аналізу літературних джерел систематизовано фактори, що впливають на здатність матеріалів до спрасування. Розроблено чотирьохрівневу структурну схему чинників, які впливають на деформаційні властивості матеріалів при справанні. Запропоновано кольоровим індикатором відображувати позитивний чи негативний вплив факторів на деформаційні властивості матеріалів при справанні.

Список використаних джерел

1. Бузов Б. А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) : учебник [для студ. ВУЗов] / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова .– М. : Академия, 2010. – 448 с.
2. Конструирование одежды с элементами САПР : учеб. для вузов / Е. Б. Коблякова [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 464 с.
3. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества: справочник / К. Г. Гущина [и др.]. – 3-е изд. – М. : Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. – 312 с.
4. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства : учеб. пособ. для вузов / Б. А. Бузов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1991. – 432 с.

References

1. Buzov B. A. (2010) *Materialovedenie v proizvodstve izdeliy legkoy promyshlennosti (shveynoye proizvodstvo) : uchebnik [dlya stud. VUZov] [Materials in the manufacture of light industry products (clothing industry)]* / B. A. Buzov, N. D. Alyimenkova .– M. : Akademiya, – 448 p. [in Russian].
2. *Konstruirovaniye odezhdyi s elementami SAPR : ucheb. dlya vuzov [Designing clothes with CAD elements]* / E. B. Koblyakova [i dr.]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Legprombytizdat, 1988. – 464 p. [in Russian].
3. *Ekspluatatsionnyye svoystva materialov dlya odezhdyi i metodyi otsenki ih kachestva: spravochnik [The performance characteristics of materials for garments and methods of its quality assessment: a guide]* / K. G. Guschina [i dr.]. – 3-e izd. – M. : LYogkaya i pischevaya promyshlennost, 1984. – 312 p. [in Russian].
4. *Laboratornyiy praktikum po materialovedeniyu shveynogo proizvodstva : ucheb. posob. dlya vuzov [Laboratory workshop of sewing production materials]* / B. A. Buzov [i dr.]. – 4-e izd., pererab. i dop. – M. : Legprombytizdat, 1991. – 432 s. [in Russian].

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ К СУТЮЖИВАНИЮ

ВОДЗИНСКАЯ О.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Систематизация информации относительно факторов, влияющих на деформационные свойства материалов при сутюживании.

Методика. Для анализа и систематизации данных использованы методы системного анализа.

Результаты. Разработана классификация факторов, влияющих на способность материалов к сутюживанию, которая содержит четыре уровня факторов.

Научная новизна. Разработанная с помощью цветного индикатора классификация отражает положительное или отрицательное влияние каждого из факторов на деформационные свойства материалов при сутюживании.

Практическая значимость. Классификация может использоваться в учебном процессе для систематизированного представления информации студентам при изучении дисциплин швейного профиля.

Ключевые слова: деформационные свойства материала, сутюживание, факторы.

DEVELOPMENT CLASSIFICATION OF THE FACTORS, WHICH DETERMINATE THE ABILITY OF MATERIALS TO PRESSING-IN

VODZINSKA O.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Systematization of information regarding the factors, which influence on the deformation properties of materials during pressing-in.

Methodology. For analysis and systematization of data methods of system analysis has been used.

Findings. Classification of the factors which influence the ability materials to pressing-in has been created. It contains four levels of factors.

Originality. The developed classification using a color indicator reflects positive or negative influence of each factor on the deformation properties of materials during pressing-in.

Practical value. The classification can be used in the educational process for the systematic provision of information for students during the study subjects of sewing direction.

Keywords: deformation properties of a material, pressing-in, factors.

УДК 685.343

ЩУЦЬКА Г.В., СУПРУН Н.П., ПОНОМАРЕНКО Т.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНОГО ВЗУТТЯ ДЛЯ ХВОРИХ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЙ НА НИЖНІХ КІНЦІВКАХ

Мета. Розробити конструкцію реабілітаційного взуття для хворих після проведення операцій на нижніх кінцівках та встановити вимоги до матеріалів для його виготовлення.

Методика. За результатами анкетних опитувань лікарів та допоміжного медичного персоналу були визначені оптимальні параметри для виготовлення післяопераційного взуття.

Результати. У статті наведено результати розробки конструкції чоловічих післяопераційних черевиків, призначених для індивідуального захисту стопи при ранах та опіках на ногах в реабілітаційний період.

Наукова новизна. Визначено оптимальну конструкцію післяопераційного взуття для хворих під час реабілітації після, операцій на нижніх кінцівках.

Практична значимість. Аналіз анкетних даних дав змогу удосконалити конструкцію та застосувати нові матеріали для деталей верху післяопераційного взуття.

Ключові слова: післяопераційне, патологія ступнів, травматизуюча дія, трансформація, експертна оцінка.

Вступ. Воєнні дії, які на протязі останнього часу ведуться на території нашої країни, призвели до значного зростання кількості поранених, в тому числі тих, хто потребує серйозного хірургічного втручання на нижніх кінцівках. Процес реабілітації прооперованих протікає довго і складно, полегшати його в певній мірі можуть аксесуари, в тому числі взуття, конструкція і вибір матеріалів яких обрано з урахуванням фізичного стану хворих, за рекомендаціями лікарів, та побажаннями самих хворих [1]. Однак до переліку спеціальних видів взуття, що випускається вітчизняною промисловістю, не віднесено для хворих, яке можна експлуатувати після операцій на ногах. Так само відсутні рекомендації щодо особливості його конструкції, технології виготовлення та вибору матеріалів.

Постановка проблеми. Серед великого різноманіття взуття, яке виготовляє наша промисловість, особливе місце займає спеціальне взуття, яке розраховане на особливі умови експлуатації. Так, існують стандарти та технічні умови, які регламентують особливості конструкцій та вибір матеріалів для взуття працюючих практично у всіх галузях промисловості. Є взуття для медичного персоналу. Для людей, які мають проблеми з формою та функціонуванням нижніх кінцівок, виготовляється протезно-ортопедичне взуття [1]. Сектор споживачів, які пережили операції на ногах, проходять курс реабілітації та практично наново освоюють функцію ходіння, опинився поза зони уваги конструкторів і технологів - взуттєвиків. Між тим, вдала конструкція та раціональний підбір матеріалів такого взуття допоможуть полегшити та скоротити процес одужання. Так, наприклад розроблено взуття медичного призначення для хворих з патологією ступнів, яке може бути використаним при трофічних розладах нижніх кінцівок [3].

Результати досліджень. Відомо, що одним з найбільш об'єктивних методів обґрунтованого вибору матеріалу на виріб певного призначення є метод експертного опитування. При розробці нового виду взуття таке опитування має проводитися в два етапи. На першому етапі встановлюються вимоги до виробу з урахуванням його основних і допоміжних функцій та особливостей умов експлуатації, на другому – проводиться розробка номенклатури показників якості матеріалів для виготовлення деталей взуття та встановлення їх значущості шляхом ранжування.

В якості експертів нами були обрані лікарі та молодший медичний персонал травматологічного та опікового відділень Головного військово-медичного клінічного центру «Головний військовий клінічний госпіталь», які щоденно мають справу з великою кількістю пацієнтів з травмованими нижніми кінцівками. Експертна оцінка проводилася для визначення вагомості обраних показників якості та коефіцієнта конкордації (ступеня узгодженості думок експертів). Для проведення опитування була розроблена анкета (Таблиця 1). Обробка отриманих відповідей на запитання дозволила визначити пріоритетні позиції, які були враховані при розробці конструкції післяопераційного взуття. Домінуючим напрямом при цьому було забезпечення ергономічності та зменшення больових відчуттів при експлуатації. Кількість експертів складала 12 чоловік.

Анкета опитування містить запитання, які направлені на отримання оптимальних параметрів конструкції взуття. В результаті проведеного опитування експертів були отримані анкетні дані за якими розроблена нова конструкція взуття післяопераційного. Дана конструкція допоможе зменшити больові відчуття хворого під час експлуатації взуття.

Таблиця 1. Зразок анкети опитування респондентів (експертів)

№	Запитання	Варіант відповіді		
		1	2	3
1	Які матеріали верху використати для виготовлення післяопераційного взуття?	Шкіра натуральна	Штучна шкіра	Текстильний матеріал
2	В яких умовах має експлуатуватися взуття?	В приміщенні	На вулиці	Комбіновано
3	Як довго передбачається носіння післяопераційного взуття?	1 годину	Періодично	Постійно
4	На скільки має бути закрита стопа у взутті?	30%	50%	100%
5	Чи повинне взуття закривати гомілку стопи?	Так	Ні	Не має значення
6	Чи потрібна у взутті відкрита носкова частина?	Так	Ні	Не має значення
7	Чи має бути у взутті жорсткий піднос ?	Так	Ні	Не має значення
8	Як повинне розкриватися взуття?	Повністю розкриватися	На половину	Не розкриватися
9	Чи потрібен ремінь для фіксації взуття на нозі?	Так	Ні	Не має значення
10	Які застібки будуть найкращими, на Вашу думку?	На шнурках	На текстильній застібці велькро	На застібці блискавка
11	Чи потрібна у взутті вкладна устілка?	Так	Ні	Не має значення
12	Чи потрібна у взутті відкрита п'яткова частина?	Так	Ні	Не має значення
13	Чи має бути у взутті жорсткий задник?	Так	Ні	Не має значення
14	Чи повинен матеріал верху мати бактерицидні (лікувальні) властивості?	Так	Ні	Не має значення

Після опрацювання експертних анкетних даних розроблено та виготовлено оптимальний варіант післяопераційного взуття (Рис.1).



Рис.1 Конструкція післяопераційного взуття

Післяопераційне [2] ортопедичне взуття призначене для хворих з відкритими ранами стоп. Конструкція взуття передбачає можливість його повної трансформації. Взуття фіксується на нозі за допомогою декількох застібок «велькро» по тильній поверхні стопи, які повторюють її контур, що дає змогу регулювати повноту та покращити естетичний вигляд взуття. Дана конструкція взуття полегшує його одягання та знімання зі стопи, що допоможе зменшити больові відчуття під час експлуатації і надійно фіксувати гомілку при ходінні. П'яткова частина закрита, що допомагає стопі в меншій мірі ковзати. Внутрішня поверхня взуття гладка, без грубих швів, які б могли спричиняти натертості та створити тиск в прооперованих місцях стопи. М'якість та легкість взуття дає змогу пацієнту зменшити роздратування і больові відчуття під час експлуатації.

Крім раціональної конструкції, умовою придатності розробленого взуття для комфортного споживання є обґрунтований вибір матеріалів для його виготовлення. Особливо це стосується матеріалів для деталей верху, оскільки вони мають сполучати міцність та формостійкість з високими показниками гігієнічних властивостей. За даними першого етапу опитування виявилось, що для цієї мети респонденти схвалюють за доцільне використовувати текстильні матеріали. Для складання номенклатури показників якості та визначення їх вагомості експертам була запропонована анкета (Табл. 2).

Враховуючи особливості взуття, що розробляється, до гігієнічних показників якості віднесено здатність взуття забезпечувати нормальний повітря - та вологообмін між внутрішньовзуттєвим простором та навколишнім середовищем, мати оптимальні теплозахисні властивості. До показників, що характеризують ергономічність відносяться - невисока жорсткість при згинанні, мінімальна вага [5]. Опитувані респонденти оцінювали також вагомість показників надійності – міцність, стійкість до тертя та до дії поту [4].

Таблиця 2. Анкета експерта (приклад) щодо ранжирування показників якості матеріалів деталей верху ортопедичного взуття.

Позначення	Показники якості матеріалів та їх розмірність	Рангова оцінка
Ергономічні показники		
X1	Гігроскопічність, %	6
X2	Коефіцієнт паропроникності, мг/см ² с	7
X3	Коефіцієнт повітропроникності, дм ³ /см ² с	2
X4	Сумарний тепловий опір, м ² К/Вт	1
X5	Жорсткість, мк Н см ²	3
X6	Поверхнева густина, г/см ²	5
Показники надійності		
X7	Розривальне навантаження, даН	8
X8	Ступінь стійкості фарбування до дії поту, бали	10
X9	Число пілей, пілі/см ²	4
X10	Стійкість витирання по площині, тис циклів	9

Опитування експертів здійснювалося індивідуально, рангова оцінка зводилась до визначення вагомості (значимості) кожного показника рангом. Найбільш важливий показник позначили рангом R=1, а найменш значимий - рангом R= n, де n = 10 (число обговорюваних показників). Коефіцієнти вагомості кожного показника розраховуються за формулою:

$$j_i = \frac{mn - S_i}{0.5mn(n - 1)}.$$

Значення коефіцієнту конкордації склало W=0,78. Також були розраховані істотно значущі показники за формулою:

$$j_w = \frac{j_i}{\sum j_i},$$

де j_i - коефіцієнти вагомості істотно значимих показників.

Отримані результати наведені в Табл. 3.

Таблиця 3. Істотно значимі показники якості матеріалів для верху ортопедичного взуття

№	Позначення	Показники якості	Коефіцієнт вагомості
1	X3	Коефіцієнт повітропроникності, дм ³ /см ² с	0,23
2	X4	Сумарний тепловий опір, м ² К/Вт	0,25
3	X5	Жорсткість, мк Н см ²	0,2
4	X6	Поверхнева густина, г/м ²	0,15
5	X9	Розривальне навантаження, даН	0,17
Сума			1,00

Висновки. Аналіз сучасної ситуації споживання встановив нагальну необхідність розробки нового спеціального виду взуття - чоловічих післяопераційних (реабілітаційних) черевиків. На базі аналізу даних проведеного експертного опитування була розроблена конструкція такого взуття, особливістю якої є забезпечення зручності одягання – знімання та надійності фіксації без травматизуючої дії на стопу. Вони фіксуються на нозі за допомогою застібки «велькро» і мають конструкцію, яка повністю трансформується. Опитування, проведене серед медичного персоналу травматологічного та опікового відділень «Головного військового клінічного госпіталю», дозволило сформулювати вимоги та розробити номенклатуру показників якості матеріалів для деталей верху взуття, з урахуванням цих вимог надалі будуть обиратися матеріали з підвищеними ергономічними властивостями та показниками надійності.

Список використаних джерел

1. Універсальний довідник взуттєвика / за ред.: В. П. Коновала, С. С. Гаркавенко, Л. Т. Свістунової. – К. : Лібра, 2005. – 720 с.
2. Пат. Україна. Профілактично-медичне взуття для хворих з патологією ступнів Гончарук П. М., Коновал В. П. - № 6А61F13/06 ; 2001, Бюл. № 1 .
3. Матеріалознавство виробів легкої промисловості / В. В. Рибальченко, В. П. Коновал, М. Є. Хом'як, Г. І. Шевченко. – К. : КНУТД, 2008. – 320 с.
4. Рибальченко В. В. Матеріалознавство виробів легкої промисловості. Методи випробувань / В. В. Рибальченко, В. П. Коновал, Е. П. Дрегуляс. – К. : КНУТД, 2010. – 394 с.

РАЗРАБОТКА ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ОБУВЫ ДЛЯ БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИЙ НА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЯХ

ЩУЦКАЯ Г.В., СУПРУН Н.П., ПОНОМАРЕНКО Т.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработать конструкцию реабилитационной обуви для больных после проведения операций на нижних конечностях и установить требования к материалам для его изготовления.

Методика. По результатам личных опросов врачей и вспомогательного медицинского персонала были определены оптимальные параметры для изготовления послеоперационной обуви.

Результаты. В статье приведены результаты разработки конструкции мужских послеоперационных ботинок, предназначенных для индивидуальной защиты стопы при ранах и ожогах на ногах в реабилитационный период.

Научная новизна. Определена оптимальная конструкция послеоперационной обуви для больных во время реабилитации после, операций на нижних конечностях.

Практическая значимость. Анализ анкетных данных позволил усовершенствовать конструкцию и применить новые материалы для деталей верха послеоперационной обуви.

Ключевые слова: послеоперационное, патология стоп, травмирующее действие, трансформация, экспертная оценка.

SHOES FOR DEVELOPMENT POSTOPERATIVE PATIENTS AFTER OPERATIONS ON THE LOWER LIMBS

SHCHUTSKA G.V, SUPRUN N.P, PONOMARENKO T.V.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. To develop design shoes for rehabilitation of patients after operations on the lower limbs and establish requirements for materials for its production .

Methodology. Based on the results of questionnaires doctors and auxiliary medical personnel by making optimum parameters for postoperative shoes.

Findings. The results of design of men's shoes postoperative intended for individual protection foot wounds and burns on his feet in a rehabilitation period.

Originality. The optimum design shoes for postoperative patients during rehabilitation after operations on the lower limbs.

Practical value. Analysis of the statement made it possible to improve the design and apply new materials for postoperative shoe upper components.

Keywords: *postoperative pathology feet, traumatic effect, transformation, expert evaluation.*

УДК675.023.25

СМАЧИЛО О.В., КАСЬЯН Е.Є.

Київський національний університет технологій та дизайну

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЕМУЛЬСІЙНОГО ЗНЕЖИРЕННЯ ТА ЗНЕЖИРЕННЯ-ВИБІЛЮВАННЯ ХУТРА

Мета. Досліджено вплив параметрів процесів знежирення та знежирення-вибілювання на показники ефективності знежирення та вибілювання, а також на властивості хутрового напівфабрикату.

Методика. В роботі використано рототабельний план другого порядку Бокса-Хантера, а також комплекс фізико-хімічних та фізико-механічних методів досліджень хутрового напівфабрикату.

Наукова новизна. Отримано математичні моделі процесу знежирення зворотними емульсіями, що дало можливість оптимізувати процеси знежирення та знежирення-вибілювання для забезпечення необхідних властивостей хутрового напівфабрикату.

Практична значимість. Визначені оптимальні умови проведення процесів емульсійного знежирення та вибілювання дають змогу отримати хутровий напівфабрикат високої якості з гарним зовнішнім виглядом та необхідними експлуатаційними характеристиками.

Ключові слова: хутровий напівфабрикат, емульсійні системи, математичне моделювання, знежирення, вибілювання, межа міцності, еластичність, оптимальні параметри процесу.

Вступ. Оброблення хутрового напівфабрикату та одягу з хутра і відновлення його споживчих властивостей є найбільш трудомісткою і проблематичною задачею. Для знежирення хутрового напівфабрикату та хімічного чищення виробів із хутра ще досить активно використовують перхлоретилен (ПХЕ), який іноді замінюють "вологим" чищенням, що є екологічно більш безпечним у порівнянні із традиційним "сухим". Проте впровадження у виробництво "вологого" чищення стримується великою вартістю самої технології та обладнання [1].

Емульсійні системи дозволяють поєднати переваги "сухого" знежирення (легкість видалення жирових речовин) та позитивні якості "вологого" (видалення водорозчинних забруднень) [2]. У зв'язку з цим для підвищення ефективності процесів знежирення хутрової сировини й напівфабрикату та чищення хутрових виробів є актуальним застосування водних емульсійних систем зворотного типу, що також дає можливість використовувати існуюче обладнання.

Процеси знежирення хутрових шкур при підготовці до фарбування та чищення хутрових виробів часто супроводжуються процесом вибілювання. Поєднання процесів емульсійного знежирення та вибілювання хутра забезпечить оптимальне видалення жирових та інших забруднюючих речовин з волосяного покриву і шкірної тканини, а також при необхідності допоможе усунути натуральне забарвлення пігментованого волосу та жовтизну непігментованого волосу.

Постановка завдання. В роботі [3] наводяться результати досліджень впливу компонентів зворотних емульсій для знежирення та вибілювання хутрових шкур на показники ефективності знежирення вибілювання, а також та на властивості хутрового напівфабрикату. За допомогою методу математичного планування експерименту визначено оптимальні склади зворотних емульсій для обробки хутра.

Настільки ж важливим завданням є отримання оптимальних параметрів процесів знежирення та знежирення-вибілювання з метою підвищення ефективності обробки хутрових шкур шляхом видалення з волосяного покриву і шкірної тканини одночасно жирових і водорозчинних речовин та отримання хутрового напівфабрикату високої якості з необхідним комплексом властивостей при зменшенні витрат хімічних матеріалів та із значною економією часу.

Результати дослідження. З метою виявлення оптимальних параметрів процесу знежирення та їх впливу на властивості хутрового напівфабрикату у роботі використаний рототабельний план другого порядку Бокса-Хантера (табл. 1). Факторами впливу вибрано: X_1 – витрата ЗЕ (рідинний коефіцієнт (РК)); X_2 – температура процесу знежирення, °C; X_3 – тривалість процесу знежирення, хв.

Функціями відгуку в математичних моделях процесу знежирення вибрані наступні якісні показники знежиреного хутрового напівфабрикату:

Y_1 – ступінь знежирення, %; Y_2 – видовження шкірної тканини при навантаженні 4,9 МПа, %; Y_3 – міцність волосу, Н.

Характеристика плану подана в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика плану

Характеристика	x_1	x_2 , °C	x_3 , хв
Нульовий рівень	15	20	10
Інтервал варіювання	10	10	5
Верхній рівень	25	30	15
Нижній рівень	5	10	5

Оцінка значущості коефіцієнтів регресії проводилась за критерієм Стюдента, а адекватності моделей - за критерієм Фішера [4]. Розрахунки та побудова оптимальних областей виконувались за допомогою програми Statistica 5 (рис. 1). В результаті отримані математичні моделі процесу знежирення, що описують вплив вихідних параметрів на властивості хутрового напівфабрикату.

$$Y_1 = 87,12 + 24,92X_1 + 6,61X_2 + 16,06X_3 + 5,38X_1X_2 + 4,38X_1X_3 + 4,88X_2X_3 - 18,10X_1^2 - 10,15X_2^2 - 17,57X_3^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 41,04 - 2,63X_1 - 2,08X_2 - 3,59X_3 - 0,13X_1X_2 - 0,13X_1X_3 + 0,13X_2X_3 - 3,56X_1^2 - 2,14X_2^2 - 1,08X_3^2 \quad (2)$$

$$Y_3 = 182,4 - 5,03X_1 - 1,83X_2 - 6,37X_3 - 1,88X_1X_2 + 5,63X_1X_3 - 0,63X_2X_3 - 10,39X_1^2 - 12,16X_2^2 - 13,04X_3^2 \quad (3)$$

Як видно з рівнянь регресії (1)-(3), зростання кожного з трьох факторів процесу знежирення по-різному впливає на якість хутрового напівфабрикату. Так, на ефективність знежирення позитивно впливають всі три досліджувані фактори, причому найбільший вплив мають РК і тривалість обробки хутрових шкур. Звичайно, із збільшенням РК покращується омивання хутрових шкур емульсією і підвищується ступінь дифузії розчинених жирових речовин зі шкірної тканини та волосу. При підвищенні температури покращується видалення зі шкури нежирових забруднень та посилюються солюбілізація і гідротропний вплив органічного розчинника на жирові забруднення, що також прискорює їх видалення зі шкури. Зростання тривалості обробки дозволяє збільшити ефективність даної обробки, що теж позитивно впливає на ефективність знежирення.

На видовження шкірної тканини при навантаженні 4,9 МПа зростання всіх означених факторів впливає негативно, особливо тривалість процесу. Оскільки пластичність і тягучість шкірної тканини, які характеризуються видовженням більше 30 %, залежить від ефективності жирування хутрових шкур та розподілу жирувальних матеріалів у товщі шкірної тканини, то цілком вірогідно, що із збільшенням РК, температури і тривалості процесу зростає вимивання жирувальних матеріалів зі шкірної тканини, що спричиняє її жорсткість і знижує еластичність[5].

Аналогічний за характером вплив факторів на показник міцності волосу. У цьому варіанті, як і в попередньому, зростання РК і тривалості обробки пояснює деструктивний вплив органічного розчинника на кератин волосу і таким чином знижує його міцність і призводить до крихкості і ламкості. Температурний фактор на міцність волосу впливає найменше завдяки високій термостійкості кератину внаслідок наявності в ньому дисульфідних зв'язків.

Аналізуючи вплив факторів знежирення на властивості хутрового напівфабрикату можна

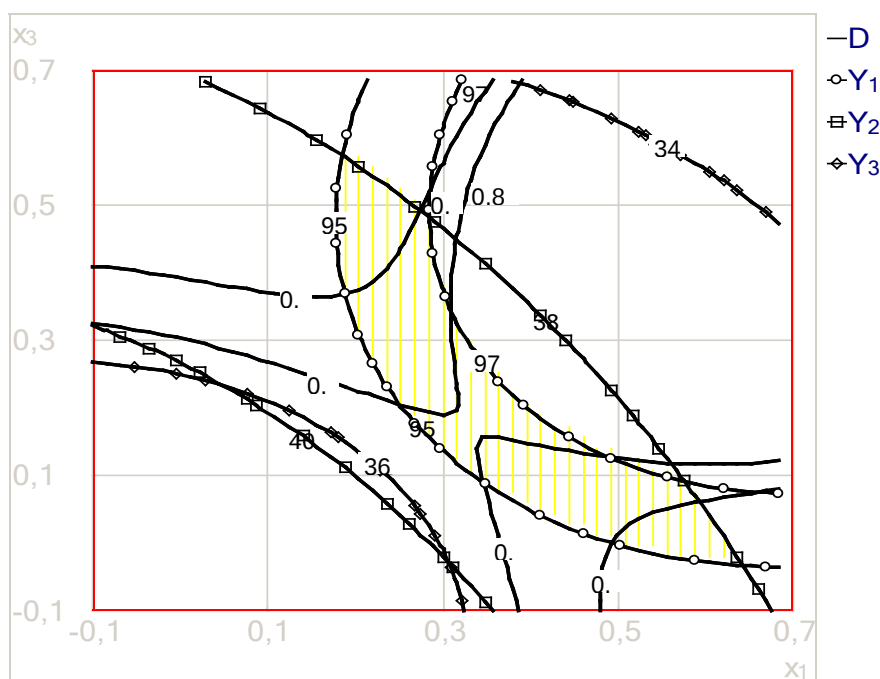


Рис. 1. Оптимальна область параметрів процесу емульсійного знежирення та показники хутрового напівфабрикату

відмітити, що найвагомим є фактор X_1 і досить вагомим фактор X_3 , які інтенсивно впливають на ефективність знежирення. Температурний фактор X_2 є найменш вагомим для всіх вихідних змінних, причому для Y_2 і Y_3 зростання температури є небажаним.

На основі математичної обробки отриманих регресійних моделей визначені параметри процесу знежирення у кодованих одиницях і натуральних величинах, при яких вихідні змінні досягають максимальних значень y_{max} (табл. 2). Як видно з табл. 2, максимальному значенню кожної вихідної змінної відповідають різні параметри процесу знежирення. Причому, розбіжність цих параметрів досить значна, що свідчить про їх індивідуальний вплив на знежирення і якість хутрового напівфабрикату. Однак, значущість усіх вихідних змінних (ступеня знежирення та міцності й тягучості напівфабрикату) є рівновеликою, тобто всі три показники є дуже важливими для ефективного виконання процесу знежирення.

Таблиця 2. Фактори та показники знежирення

Показник напівфабрикату	Кодовані			Натуральні			y_{max}
	X_1	X_2	X_3	x_1 , РК	x_2 , °C	x_3 , хв	
Ступінь знежирення, %	0,768	-0,032	0,568	22,68	19,68	12,84	99,80
Видовження шкірної тканини при наванта- женні 4,9 МПа, %	-0,332	-0,482	-1,0	11,68	15,18	5,00	44,54
Міцність волосу, Н	-0,332	-0,032	-0,3	11,86	19,68	8,50	36,80

Якщо процес описується декількома рівняннями регресії, тобто важливими є декілька вихідних змінних, то у цьому випадку необхідно вирішувати компромісну задачу – визначати екстремальне значення однієї функції відгуку за умови обмежень, що накладаються на інші функції відгуку та на границі областей дослідження. Оптимум параметрів, що досягається з урахуванням виконання цих умов, як правило, називають умовним або відносним.

Зважаючи на те, що температура є найменш вагомим фактором і найменше впливає на зростання всіх вихідних змінних, її величину слід залишити на нульовому рівні, тобто 20 °C.

Зниження температури до нижнього рівня є нераціональним з урахуванням додаткових затрат і зниження ефективності знежирення. Інші фактори (РК і тривалість) варіюють у межах плану експерименту (від -1,68 до +1,68 у кодованих одиницях).

Користуючись рівняннями регресії (1)-(3), розраховані так звані умовно оптимальні (або раціональні) значення y_{opt} показників хутрового напівфабрикату, які досить тісно корелюються з експериментальними значеннями цих показників (табл. 3).

Таблиця 3. Умовно оптимальні фактори та показники знежирення

Характеристика рівня	Кодовані			Натуральні			Y _{1optm}	Y _{2optm}	Y _{3optm}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ , РК	X ₂ , °C	X ₃ , хв			
Рівноважний	0,368	0,118	0,218	18,68	21,18	11,09	97,86	38,46	35,42
Функція Харінгтона	0,368	0,168	0,268	18,68	21,68	11,34	98,69	38,12	35,25
Верхній оптимум	0,47	0	0,14	19,7	20	10,7	97,86	38,48	35,39
Нижній оптимум	0,3	0	0,36	18,0	20	11,8	96,94	38,48	35,32
Нульовий	0,38	0	0,22	18,8	20	11,1	97,02	38,67	35,48
Нульовий (експериментальні значення)				19	20	11	97,5	37,8	34,6

Таким чином, оптимальними умовами знежирення хутрового напівфабрикату в емульсійних системах можна вважати: витрата емульсії або РК – 19; температура процесу – 20 °C; тривалість емульсійного знежирення – 11 хв.

Аналогічним чином проведена оптимізація параметрів процесу емульсійного знежирення-віблювання хутра [6]. Оптимальними параметрами цього процесу вважаються: витрата емульсії або РК – 20; температура процесу – 20 °C; тривалість знежирення-віблювання – 30 хв.

Висновки. Ефективне видалення жирів та інших речовин з поверхні волосу та шкірної тканини, а також достатньо високий ступінь білизни та якості напівфабрикату можна отримати, віблюючи його протягом 25 хвилин при температурі 20 °C та рідинному коефіцієнті 20.

Збільшення величин зазначених параметрів від оптимальних буде супроводжуватись втратою фізико-механічних показників надмірного знежирення шкірної тканини та волосяного покриву.

Отримані оптимальні умови проведення процесів емульсійного знежирення та віблювання дають змогу отримати хутровий напівфабрикат високої якості з гарним зовнішнім виглядом та необхідними експлуатаційними характеристиками.

Список використаних джерел

1. Федорова А. Ф. Технология химической чистки и крашения / А. Ф. Федорова. - М. : Легпромбытиздат, 1990. – 320 с.
2. Runge F. Electric field induced structure change in nonionic water-in-oil microemulsions / F. Runge, W. Rohl // Ber. Bunsenges. phys. Chem. – 1999. - № 4. – P. 485–490.
3. Смачило О. В. Розробка складів зворотної емульсії для знежирення та знежирення-віблювання хутра / О. В. Смачило, Е. Є. Касьян // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 3. – С. 254–258.
4. Ахназарова С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров – М. : Высшая школа, 1985. – 327 с.

5. Смачило О. В. Вплив емульсійної обробки на характеристики міцності та деформації шкірної тканини / О. В. Смачило // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 6. – С. 257–260.

6. Пат. 2255111 Україна. Состав для отбеливания волосяного покрова меховых шкур / [Григорьев Б. С., Богданов Н. В., Комиссарова Л. В. [и др.]. – № 2004103492/12 ; заявл. 02.06.2004 ; опубл. 27. 06. 2005, Бюл. № 14.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЭМУЛЬСИОННОГО ОБЕЗЖИРИВАНИЯ И ОБЕЗЖИРИВАНИЕ-ОТБЕЛИВАНИЯ МЕХА

СМАЧИЛО И.В., КАСЬЯН Э.Е.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследовано влияние параметров процессов обезжиривания и обезжиривание-отбеливания на показатели эффективности обезжиривания и отбеливания, а также на свойства мехового полуфабриката.

Методика. В работе использованы рототабельный план второго порядка Бокса-Хантера, а также комплекс физико-химических и физико-механических методов исследований мехового полуфабриката.

Научная новизна. Получены математические модели процесса обезжиривания обратными эмульсиями, что позволило оптимизировать процессы обезжиривания и обезжиривание-отбеливания для обеспечения необходимых свойств мехового полуфабриката.

Практическая значимость. Определены оптимальные условия проведения процессов эмульсионного обезжиривания и отбеливания позволяют получить пушной полуфабрикат высокого качества с красивым внешним видом и необходимыми эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: пушной полуфабрикат, эмульсионные системы, математическое моделирование, обезжиривание, отбеливание, предел прочности, эластичность, оптимальные параметры процесса.

OPTIMIZATION OF EMULSION DEGREASING AND DEGREASING-BLEACHING TECHNOLOGIES FOR FUR

SMACHYLO O.V., KASYAN E.E.

Kyiv National University of Technology and Design

The Aim. The influence of process parameters degreasing and degreasing-bleaching on performance indicators degreasing and bleaching, as well as the properties of the semi-finished product of fur.

Methods. In the work used rotatable plan of the second order Box-Hunter, as well as complex physic-chemical and physico-mechanical methods of investigation of fur.

Scientific novelty. Obtained of mathematical model of the process of degreasing with an inverse emulsion which made it possible to optimize the processes of degreasing and degreasing-bleaching to ensure the required properties of a furry.

Practical significance. Identified optimal conditions of process emulsion degreasing and bleaching which allows to obtain high-quality semi-finished fur with beautiful appearance and operational characteristics.

Keywords: semi-finished product of fur, emulsion systems, mathematical modeling, degreasing, bleaching, tensile strength, elasticity, optimal process parameters.

УДК 687.174:687.016

ЛУЦКЕР Т.В., КОЛОСНІЧЕНКО М.В., ОСТАПЕНКО Н.В.,
ВИННИЧУК М.С.

Київський національний університет технологій та дизайну

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО ОПОРУ З ПІДВИЩЕНОЮ ТОЧНІСТЮ ВИМІРЮВАНЬ

Мета. Розробка способу визначення теплового опору текстильних матеріалів з підвищеною точністю вимірювань.

Методика. Застосовано теоретичні основи теорії теплопередачі (теплопровідністю, конвекцією та випромінюванням) через багатошарові анізотропні тіла та вимірювання параметрів багатофункціональними термосенсорами.

Результати. Розвинуто теоретичні основи процесу визначення теплофізичних характеристик матеріалів і пакетів одягу.

Наукова новизна. Отримано вираз для розрахунку теплового опору пакета матеріалів спеціального одягу та запропоновано функціональну схему для реалізації запропонованого методу.

Практична значимість. Запропонований спосіб визначення теплового опору пакетів матеріалів спеціального одягу використано для проведення експериментальних досліджень.

Ключові слова: пакет матеріалів, тепловий опір, підвищення точності вимірювань.

Вступ. Відомо [1-4], що теоретичною основою сучасних методів визначення теплофізичних характеристик текстильних матеріалів і пакетів одягу є теорія теплопровідності. В методах прямих вимірювань теплофізичні характеристики досліджуються за реакцією на тепловий вплив, якому піддається зразок у спеціально організованому експерименті. Структура температурного відклику суттєво залежить від геометрії тіла, функціонального виду теплового впливу, а також від стадії теплового процесу.

Постановка завдання. Внаслідок того, що коефіцієнт теплопровідності λ пакетів матеріалів характеризує теплопередачу через шари пакету [1] не лише теплопровідністю, але і конвекцією через повітряні прошарки, пори. Тому тепловий опір пакету матеріалів R_T визначається як відношення величини товщини пакету δ та еквівалентного коефіцієнта теплопровідності λ_E . Аналітичний розрахунок теплового опору пакету матеріалів за теплопровідністю його шарів представляє велику складність, так як теплофізичні коефіцієнти не проявляють властивості адитивності. У зв'язку з цим оцінка теплового опору пакету матеріалів переважно визначається експериментально з використанням різних методів, заснованих на формуванні направленого теплового потоку через пакет матеріалів і вимірюванні його різниці. При цьому втрати тепла, які важко зменшити за допомогою теплоізолюючих прокладок, засипок, радіаційних екранів тощо, є неминучими. Розрахунковий спосіб не дозволяє в повній мірі врахувати вплив втрат тепла. Тому похибка виміру теплового опору пакету матеріалів досягає 7 – 8% при використанні розрахункової формули:

$$R_T = \frac{\Delta T \cdot S}{J^2 \cdot R}, \quad (1)$$

де ΔT – вимірний перепад температури;

S – площа пакету, що нагрівається;

J – змінний струм через нагрівач;

R – опір нагрівача.

Виникає необхідність створення способу визначення теплового опору пакету матеріалів одягу з метою підвищення точності вимірювань.

Результати дослідження. Відомо, що спеціальний одяг має багат шарову структуру. Для його виготовлення використовуються пакети з визначеним призначенням шарів текстильних матеріалів, різних по структурі, властивостям і призначенню, між якими є повітряні прошарки. Оскільки теплопередача через шари пакета одягу (враховуючи відносно малі повітряні прошарки) здійснюється за законом теплопровідності, то їх теплоізоляційний ефект оцінюють величиною теплового опору. Фізична модель процесу визначення теплового опору представлена на рис. 1. В сучасній техніці використовується велика кількість матеріалів, фізичні властивості і умови експлуатації яких надзвичайно різноманітні. Їх теплофізичні властивості досліджують при різних тисках, в широкому діапазоні температур, тому, різноманітними є мета, умови та вимоги до точності вимірювань [1].

Введення операцій по охолодженню осердя, протилежного до осердя, що нагрівається постійним струмом, який пропускають через термоелектричний охолоджувач, встановлення оптимального струму охолодження по мінімальній температурі осердя дозволяє збільшити тепловий потік через пакет матеріалів при тому ж самому його тепловому опорі. Вимірювання температури охолодженого осердя, збільшення постійного струму через термоелектричний охолоджувач і подальше відновлення температури осердя, що нагрівається, до первинного значення зменшенням змінного струму через нагрівач стабілізує рівень теплових втрат у довкілля і збільшує направлений тепловий потік через пакет матеріалів. В результаті збільшення теплового потоку зростає температура охолодженого постійним струмом осердя.

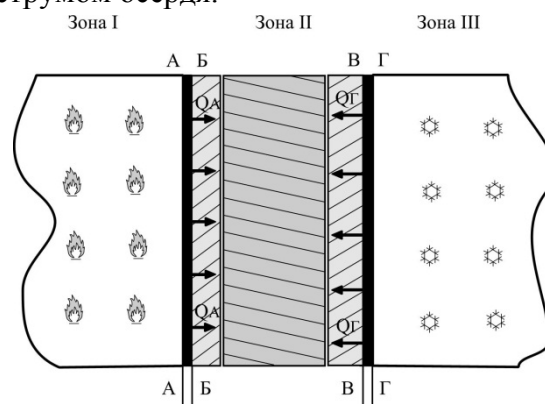


Рис. 1. Фізична модель процесу визначення теплового опору пакету матеріалів:

зона I – елемент, що нагріває; зона II – дослідний пакет матеріалів, що складається з матеріалу верху, теплоізолюючої прокладки, підкладки; зона III – елемент, що охолоджує; А – А – зовнішня поверхня електронагрівача; Б – Б – зовнішня поверхня пакету матеріалів; В – В – внутрішня поверхня пакету матеріалів; Г – Г – зовнішня поверхня термоелектричного охолоджувача

Ступінь зменшення охолодження осердя фіксують виміром збільшеної температури осердя. Вимір початкового змінного струму нагріву і його зменшеного значення, вимір початкової і збільшеної температури охолоджуваного осердя дозволяє обчислити тепловий опір пакету матеріалів без впливу неминучих теплових втрат, що сприяє підвищенню точності процесу визначення теплового опору пакету матеріалів при знижених вимогах до рівня теплових втрат у довкіллі.

Температура охолоджування залежить від значення постійного струму, оскільки поряд з поглинанням теплоти за рахунок ефекту Пельтьє безпосередньо в спаях термоелектродів відбувається і виділення теплоти Джоуля у самих термоелектродах і її вступ в спаї за рахунок теплопровідності термоелектродів. Тому електрична потужність W_x , яка перетвориться безпосередньо в холод, визначається виразом:

$$W_{\delta} = p \cdot I - k \cdot I^2 \cdot r, \quad (2)$$

де p – коефіцієнт Пельтьє матеріалів термоелектродів; I – постійний струм через термоелектроди; r – опір термоелектродів; k – коефіцієнт, що враховує частку теплоти Джоуля, яка надходить у спаї термоелектродів.

Оптимальний струм охолодження I_0 :

$$I_0 = \frac{p}{2 \cdot k \cdot r} \quad (3)$$

Тому рівняння теплового балансу подано у вигляді:

$$W_H \cdot \frac{S \cdot (T - T_1)}{R_T} = W_H'' \cdot \frac{S \cdot (T - T_2)}{R_T}, \quad (4)$$

де S – площа пакета матеріалів між осердями; R_T – тепловий опір пакета матеріалів; T – температура охолодженого осердя; T_1 – первинна температура нагрітого осердя; T_2 – первинна температура охолодженого осердя.

Таким чином, вираз можна подати у вигляді:

$$R_T = \frac{S \cdot (T_2 - T_1)}{(J_1^2 - J_2^2) \cdot R}, \quad (5)$$

де R – опір електронагрівача; J_1 – початковий встановлений змінний струм електронагрівача; J_2 – зменшений змінний струм електронагрівача.

При невеликому охолодженні осердя (до 10°C) струми нагріву J_1 і J_2 близькі по значенням. Тому вираз (4) має вигляд:

$$R_T = \frac{S \cdot (T_2 - T_1)}{(J_1 - J_2) \cdot (J_1 + J_2) \cdot R}, \quad (6)$$

Запропонована розрахункова формула (6) не потребує виміру градієнта температур у дослідному пакеті матеріалів, визначення якого ускладнено через неминучу нестабільність і неідентичність характеристик термодатчиків, вмонтованих в осердях.

Тому, запропоновано фізичну модель процесу визначення теплового опору пакету матеріалу одягу, згідно якої дослідний пакет розміщують між двома металевими осердями,

одне з яких нагрівають пропусканням змінного струму через вмонтований електронагрівач, створюють стаціонарний тепловий потік між осердями, вимірюють змінний струм електронагрівача і визначають тепловий опір по формулі. Після нагріву одне з осердь охолоджують інше осердя пропусканням постійного струму через вмонтований термоелектричний охолоджувач до мінімальної температури осердя, після виміру електронагрівача та температури у обох осердях, збільшують постійний струм через термоелектричний охолоджувач, фіксують збільшення температури нагрітого осердя, зменшують змінний струм електронагрівача до досягнення первинної температури нагрітого осердя, вимірюють встановлений змінний струм нагріву і збільшену відносно первинної температуру охолодженого осердя, а тепловий опір пакету матеріалів визначимо за такою формулою [5]:

$$R_T = \frac{S \cdot (T_2 - T_1)}{2 \cdot (J_1 - J_2) R \cdot J_1}. \quad (7)$$

Отже, використання запропонованого процесу визначення теплового опору пакетів матеріалів одягу підвищить точність вимірювань і спростить методику вимірювань для забезпечення теплозахисних властивостей одягу в агресивному середовищі.

Висновки. Розвинуто теоретичні основи процесу визначення теплофізичних характеристик матеріалів і пакетів одягу та поставлено завдання щодо створення термоелектричного. Теоретично обґрунтовано фізичну модель процесу визначення теплового опору пакета матеріалів, що сприяє підвищенню точності і спрощенню вимірювань теплозахисних характеристик спеціального одягу, що експлуатується в агресивному середовищі. Отримано вираз для розрахунку теплового опору пакета матеріалів спеціального одягу та запропоновано функціональну схему для реалізації запропонованого методу. Новизну означеного рішення підтверджено патентом України на корисну модель.

Список використаних джерел

1. Теплофизические измерения и приборы / Е. С. Платунов [и др.]. – Л. : Машиностроение, 1986. – 255 с.
2. Високоточні вимірювання багатфункціональними термосенсорами : навч. посіб. / Д. Б. Головка, В. О. Дубровний, Ю. О. Скрипник, Г. І. Хімичева. – К. : Либідь, 2000. – 304 с.
3. Термоелектричні прилади контролю : навч. посіб. / [В. П. Гондюл, Д. Б. Головка, Ю. О. Скрипник, А. І. Хімичева, Л. О. Глазков]. – К. : Либідь, 1994. – 200 с.
4. Термоелектричні термометри та їх метрологічне забезпечення : навч. посіб. / М. П. Березненко, Ю. О. Скрипник, Г. І. Хімичова, Л. О. Глазков [та ін.]. – К. : ІСДО, 1994. – 204 с.

References

1. *Teplofizicheskie izmereniya i pribory [Temperature measurement and instrumentation]* / E. S. Platunov [i dr.]. – L. : Mashinostroenie, 1986. – 255 p. [in Russian]
2. *Vysokotochni vymiryuvannya bahatofunktsional'nykh termosensoryamy : navch. posib. [Precision measuring of multi-thermosensors]* / D. B. Holovko, V. O. Dubrovnyy, Yu. O. Skrypnyk, H. I. Khimicheva. – K. : Lybid', 2000. – 304 p. [in Ukrainian].

3. *Termoelektrychni prylady kontrolyu : navch. posib. [Thermoelectric control devices] / [V. P. Hondyul, D. B. Holovko, Yu. O. Skrypnyk, A. I. Khimicheva, L. O. Hlazkov]. – К. : Lybid', 1994. – 200 p. [in Ukrainian].*

4. *Termoelektrychni termometry ta yikh metrolohichne zabezpechennya : navch. posib. [Thermoelectric thermometers and their metrological support] / М. Р. Bereznenko, Yu. O. Skrypnyk, Н. І. Khimichova, L. O. Hlazkov [ta in.]. – К. : ISDO, 1994. – 204 p. [in Ukrainian].*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ ИЗМЕРЕНИЙ

ЛУЦКЕР Т.В., КОЛОСНИЧЕНКО М.В., ОСТАПЕНКО Н.В., ВИННИЧУК М.С.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка способа определения теплового сопротивления текстильных материалов с повышенной точностью измерений.

Методика. Применены теоретические основы теории теплопередачи (теплопроводностью, конвекцией, радиацией) через многослойные анизотропные тела и измерения параметров многофункциональными термосенсорами.

Результаты. Развиты теоретические основы процесса определения теплофизических характеристик материалов и пакетов одежды.

Научная новизна. Получено выражение для расчета теплового сопротивления пакетов материалов специальной одежды и предложено функциональную схему для реализации метода.

Практическая значимость. Предложенный способ определения теплового сопротивления пакетов материалов специальной одежды использовано для проведения экспериментальных исследований.

Ключевые слова: пакет материалов, тепловое сопротивление, повышение точности измерений.

THEORETICAL GROUND OF PHYSICAL MODEL OF PROCESS OF DETERMINATION OF THERMAL RESISTANCE WITH THE BEST EXACTNESS OF MEASURING

LUTSKER T., KOLOSNICHENKO M., OSTAPENKO N., VYNNYCHUK M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Development of method of determination of thermal resistance of textile materials with enhanceable exactness of measuring.

Method. Theoretical bases of theory of heat transfer (by heat conductivity, convection, radiation) are applied through multilayered anisotropic bodies and measuring of parameters multifunction touch controls.

Results. Theoretical Bases of process of determination of thermophysical descriptions of materials and packages of clothing are developed.

Scientific innovation. Expression is got for the calculation of thermal resistance of packages of materials of the special clothing and a functional diagram is offered for realization of method.

The practical value. The offered method of determination of thermal resistance of packages of materials of the special clothing is used for realization of experimental researches.

Keywords: package of materials, thermal resistance, improve accuracy in measurement.

УДК: 677.074

СЛІЗКОВ А.М., ЗАЙЦ Т.В., ПИЛИПЕНКО Ю.М.,
ДЕМКІВСЬКА Т.І

Київський національний університет технологій та дизайну

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТКАНИН ТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Мета. Розробка системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів для прогнозування властивостей волокнистих продуктів на кожному технологічному переході з можливістю управління технологічними процесами та їх оптимізації.

Методика. Розглядаються методи системного аналізу, ідентифікації та кусково-лінійної апроксимації.

Результати. Створено програмний комплекс, який дозволяє здійснювати в діалоговому режимі відбір показників властивостей волокнистих продуктів на кожному технологічному переході з формуванням бази даних, проводити їх статистичну обробку, будувати на основі отриманих даних адекватні математичні моделі досліджуваних властивостей, які в подальшому формують загальну математичну модель їх виробничого перетворення.

Наукова новизна. Доведена можливість застосування системного аналізу, методів ідентифікації та кусково-локальної апроксимації для прогнозування фізико-механічних властивостей текстильних матеріалів технічного призначення.

Практична значимість. Проаналізована асортиментна група тканин технічного призначення. Побудована загальна математична модель виробничого перетворення фізико-механічних властивостей текстильних матеріалів технічного призначення, яка має відхилення прогнозованих значень від фактичних не більше 5 %.

Ключові слова: властивості, текстильні матеріали, тканини, прогнозування, технологічні процеси.

Вступ. Сучасний технічний прогрес текстильної промисловості пов'язаний з кількісним та якісним розвитком техніки та технології. Для успішного управління технологічними процесами та їх оптимізації з метою підвищення продуктивності обладнання та якості продукції актуальною є розробка системи прогнозування властивостей текстильних продуктів для отримання виробів різного призначення.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктом дослідження є система прогнозування властивостей тканин технічного призначення, технологічні процеси отримання текстильних матеріалів, а також дослідження змін властивостей текстильних продуктів на кожному етапі виробничого процесу. В статті розглядаються методи системного аналізу та кусково-лінійної апроксимації.

Постановка завдання. Для успішного управління технологічними процесами текстильного виробництва з виготовлення тканин технічного призначення та їх оптимізації, а також з метою підвищення продуктивності обладнання та якості продукції недостатнім є знання окремих якісних показників текстильних продуктів.

Для вирішення цього питання доцільно застосувати системний аналіз і визначити систему управління технологічним процесом виготовлення текстильних продуктів та

прогнозування їх якістю. Ці системи дають можливість оперативно визначити закономірності зв'язку між показниками властивостей різних текстильних продуктів та особливості їх динамічної зміни.

Результати дослідження. Виготовлення тканин технічного призначення пов'язано з багатофункціональним технологічним процесом, який складає певну систему. Тому застосування системного аналізу для прогнозування властивостей продукції та управління технологічним процесом є важливим етапом в забезпеченні її якості [1-3].

На властивості текстильних виробів найбільш впливають властивості вхідної сировини, стан технологічного устаткування та рівень її обслуговування. За рахунок цього, процеси, які формують властивості сировини при виготовленні кінцевого продукту утворюють певну систему.

Для створення програмного комплексу такої системи застосовують системний підхід і аналіз процесів перетворення властивостей текстильних матеріалів, визначення зв'язків між властивостями вхідної сировини проміжними та кінцевим продуктом з урахуванням факторів, які впливають на них.

Системний підхід має свою теоретичну, правову та практичну базу. Він має ефективну інструментальну різноманітну діяльність, і також є способом мислення. При вирішенні завдань, пов'язаних із прогнозуванням зміни властивостей текстильних матеріалів у процесі їх функціонування, доцільно розглядати процеси зміни їх властивостей від входу до виходу. Систему прогнозування перетворення властивостей текстильних матеріалів, позначивши сукупністю підсистем, визначають, як можна розподілити кожен виробничу систему [4].

В текстильному виробництві системи є цілеспрямованим процесом контролю за створенням виробів шляхом взаємодії різних виробничих, організаційних та експлуатаційних підсистем та дає можливість оперативно визначити закономірності зв'язку між показниками властивостей різних продуктів. [4].

Системний аналіз прогнозування зміни властивостей текстильних матеріалів у процесі їх виготовлення має такі етапи:

- визначення й чітке формулювання мети функціонування СПВТМ;
- вибір показників ефективності функціонування СПВТМ;
- складання переліку факторів, які діють на СПВТМ;
- отримання математичних моделей показників властивостей матеріалів;
- створення загальної математичної моделі СПВТМ.

Мету функціонування СПВТМ визначають, виходячи з практичної доцільності, а асортимент текстильних матеріалів, особливості розвитку сучасної техніки й технології - з огляду на економічну доцільність.

Прогнозування властивостей матеріалів у системі полягає в розробці структурно-функціональної схеми виробництва й визначенні:

- показників властивостей вхідної продукції, за якими проводиться оцінка їх якості й сортування;
- кількісних характеристик виробничого процесу в контрольованих показників якості вихідної продукції та напівфабрикатів;
- характеристик вихідної продукції, які контролюються в процесі виробництва.

В текстильних виробництвах одночасно переробляється велика кількість неоднорідних та нерівномірних за своїми властивостями текстильних матеріалів. Багато процесів, які протікають у текстильному виробництві, базуються на ймовірнісних схемах і мають закономірності, що виявляються за допомогою методів теорії ймовірності та математичної статистики.

Структура та властивості текстильних матеріалів в процесі виробництва та експлуатації змінюються динамічно. Для визначення цієї динаміки застосовують аналітичні (дослідження математичної моделі продукту) або експериментальні (активні або пасивні) методи.

При застосуванні аналітичних методів математичного опису системи можна отримати її реакцію практично на будь-яку взаємодію. При цьому отримана модель може стосуватися не тільки конкретного об'єкта дослідження, а й цілого класу об'єктів [2].

Тобто за допомогою математичної моделі визначають кількісні зв'язки між показниками якості готової продукції та властивостями похідної сировини, напівфабрикатів, технологічного устаткування та управляючими діями з боку відповідних органів. Застосування математичних моделей для прогнозування властивостей продукції та управлінню її якістю дозволяє попередньо визначити та оцінити результати тих або інших заходів і вибрати для реалізації ті з них, які є найбільш ефективні. Основою математичної моделі прогнозування властивостей та управління якістю продукції текстильного виробництва може бути прийнята модель виробничого перетворення вихідних матеріалів в готову продукцію.

Разом з тим потрібно зауважити, що така математична модель враховує тільки ті умови і фактори, які були в неї включені при формалізації фізичної моделі досліджуваного процесу, і не може враховувати умови та усі діючі фактори реально функціонуючої системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів [5].

Відсутність математичних моделей і недостатні знання динамічних властивостей об'єкту призводить до інтуїтивного управління процесом, що відповідно показується на виробництві машин і якості випуску продукції.

Для активного експерименту інформацію про параметри процесу отримують шляхом зміни вхідних параметрів відповідно до заздалегідь підготовленої програмою (матрицею планування).

При пасивному дослідженні технологічних процесів і об'єктів часто виявляється, що вихідний параметр і фактор являються випадковими величинами, а саме записи в експлуатаційних журналах устаткування або в журналах техконтролю. В якості даних пасивного експерименту також можуть використовуватися діаграми. Але така інформація потребує дискретизації. [5].

В нашому випадку для побудови математичної моделі доцільно використовувати пасивні методи визначення динамічного перетворення властивостей текстильних матеріалів із застосуванням числових методів отримання математичних моделей цих властивостей на кожному етапі виробництва матеріалів.

Методика дослідження полягала в наступному. На початку будувалася база даних на усіх переходах технологічного процесу виготовлення текстильної продукції. Це здійснювалося шляхом записування результатів вимірювань кожного параметра

технологічного процесу та показників властивостей продукції на кожному технологічному переході виготовлення матеріалів.

Такий підхід дає можливість широко застосовувати засоби ЕОМ із пакетами прикладних програм обробки даних, а також програмне забезпечення управління базами даних у системі прогнозування властивостей текстильних матеріалів. У таких системах досліджують властивості шляхом аналізу показників продуктів на кожному етапі виробничого процесу.

Отримавши та згрупувавши математичні моделі всіх комплексів текстильного продукту, можна отримати загальну математичну модель усієї системи прогнозування властивостей продукту. Визначаються статистичні показники кожного показника текстильного матеріалу і результати заносяться в таблиці 1 (для прикладу).

Таблиця 1. Статистичні показники лінійної густини стрічки

Середнє арифм.	Середнє квадр. відхил.	Коеф. варіації	Мода	Медіана	Асиметрія	Мінімум	Максимум
12,61	0,83	6,59	12,6	12,6	6,16	11	14,4

Після отримання статистичних характеристик кожного з параметрів досліджуваного продукту результати зводяться в загальну таблицю (табл. 2) в послідовності, яка відповідає переходами виробничого перетворення властивостей текстильного продукту.

Таблиця 2. Зведена таблиця статистичних показників текстильних матеріалів

Номер переходу	Середнє арифм.	Середнє кв. відхил.	Коеф. варіації	Мода	Медіана	Асиметрія	Мін.	Макс.
1	12,61	0,83	6,5	12,6	12,6	6,16	11	14,4
2	29,94	0,87	2,9	29,6	30	-28,96	28	31,4
.....								
N	25,43	0,7031	2,77	25	25,4	-2,43	24	26,8

Після отримання всіх статистичних характеристик досліджуваних продуктів результати заносяться в таблицю 3 бази даних.

Таблиця 3. База даних показників властивостей досліджуваних текстильних матеріалів

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X10=1	X12
53	56	900	55	53	308	290	146	31	24	0,98	2,15
50	58	900	52	56	160	200	110	55	40	0,98	2,2
48	55	890	50	52	300	270	130	31,5	23	0,96	2,2
50	55	900	55	53	298	274	108	31,5	21,5	0,98	2,1
52	57	900	55	55	302	270	126	31	22,5	0,96	2,1
50	55	900	53	52	293	264	120	31,2	29,3	0,98	2,2
53	58	900	55	54	360	400	198	38	34	0,96	2,1
50	56	90	52	53	300	266	150	33	25	0,98	2,2

В подальшому розробляється структура математичних моделей властивостей текстильних продуктів. В якості прикладу в таблиці 4 наведений приклад структури математичних моделей прогнозування властивостей тканини.

Таблиця 4. Структура математичних моделей показників властивостей досліджуваних текстильних матеріалів

Назва продукту \ Технологічний перехід	Перемотування	Ткацтво
	1	2
Нитки (пряжа)	$X_3 (X_1, X_2)$ $X_4 (X_1, X_2)$	
Готова тканина		$X_5 (X_1, X_2, X_3, X_4)$ $X_6 (X_1, X_2, X_3)$ $X_7 (X_1, X_2, X_3)$ $X_8 (X_1, X_2, X_4)$ $X_9 (X_1, X_2, X_4)$ $X_{10} (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ $X_{11} (X_{10}, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$

Для розробки програмного комплексу потрібно отримати фактичні математичні моделі властивостей текстильних матеріалів на кожному етапі їх перетворення та побудувати загальну математичну модель системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів. Для цього потрібно розробити:

- архітектуру програмного комплексу, оформленого у вигляді системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів;
- основні базові математичні моделі та їх складові частини;
- основні компоненти інтерфейсу користувача;
- алгоритм прийняття рішень;
- перевірку дії алгоритму на вже відомому текстильному матеріалі;
- приклад застосування системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів для розв'язання конкретних задач.

За допомогою програми STATGRAPHICS PLUS складені рівняння апроксимуючої моделі для кожного показника якості, які показують залежність одного показника від іншого. За рахунок цього склалися теоретичні параметри для кожного показника тканини різної сировини. За параметрами фактичних показників властивостей технічних тканин та знайдених нами теоретичних параметрів будувалися графіки відхилень між ними на яких також показувалися межі їх зміни (рис.1).

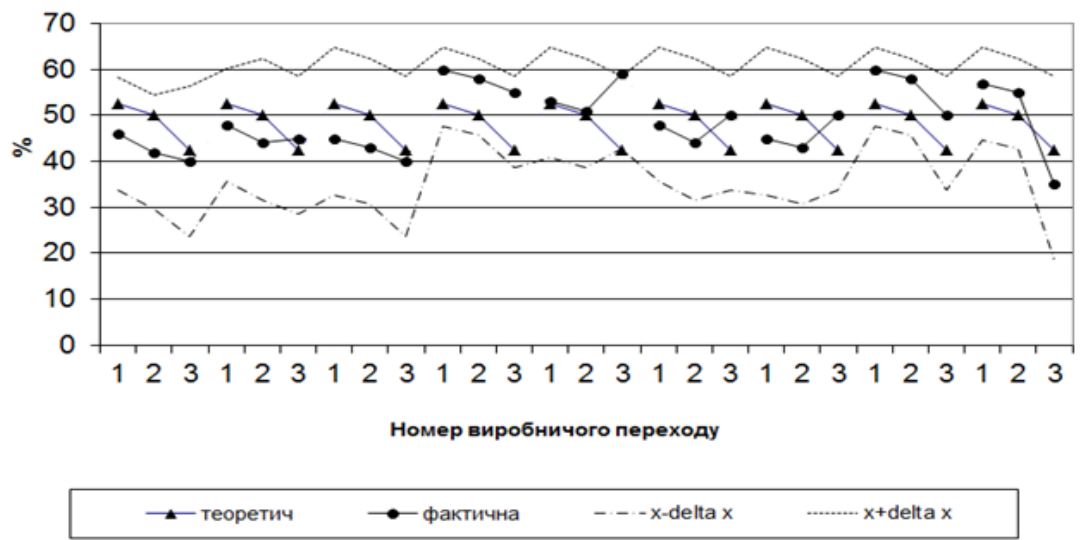


Рис.1 Відхилення подовження при розриві тканини

Програмний комплекс системи прогнозування властивостей текстильних матеріалів розроблено таким чином, що він забезпечує можливість використання шести основних функцій для підтримки прийняття рішень з боку особи, що приймає рішення (ОПР):

1. *Моделювання процесу.* Використовуючи існуючі моделі реальних процесів (або створюючи нові), можна створювати підсистеми їх прогнозування і підсистеми синтезу оптимальних рішень на основі поточних даних (спостережень).

2. *Моделювання критеріїв.* За допомогою математичних методів знаходять математичний опис, або правила для автоматичного об'єднання атрибутів, що характеризують різні варіанти рішень.

3. *Інформаційний менеджмент.* Для збереження, читання й обробки інформації, даних, знань використано сучасні комп'ютерні технології та гнучкий інтерфейс.

4. *Автоматизований і напівавтоматизований аналіз і логічний висновок.* Для часткової або повної автоматизації процесу логічного висновку використовуються методи штучного інтелекту і чисельні методи.

5. *Способи підтримки представлення результатів.* Для того щоб реалізувати функції доступу до інших СПВТМ, баз даних і знань, застосовуються засоби комп'ютерної графіки й інструментарій для обробки мов.

6. *Підвищення якості висновків.* З метою усунення систематичних помилок, що впливають з деяких кількісних евристичних роздумів людини, впроваджено статистичні й інші методи корекції результатів.

Створений програмний комплекс дозволяє здійснювати в діалоговому режимі відбір показників властивостей волокнистих продуктів з формуванням бази даних, проводити їх статистичну обробку на кожному етапі виробничого процесу, отримувати на основі отриманих даних адекватні кусково-лінійні математичні моделі досліджуваних властивостей, які формують загальну математичну модель їх виробничого перетворення.

Проблемами, які виникають при математичному моделюванні властивостей продуктів текстильного виробництва, і які враховані у розробленому програмному комплексі, є:

„зашумленість” та обмежений об’єм результатів спостережень; можлива нелінійність зв’язків між показниками зміни властивостей матеріалів на різних етапах виробничого процесу; відсутність апіорної інформації про структуру математичної моделі; використання даних пасивного експерименту, тощо.

Отже, система прогнозування для виготовлення тканин розкриває сутність та закономірності технологічних процесів; визначає оптимальні режими роботи об’єкта для забезпечення заданої якості продукції, що випускається і високої продуктивності; визначає статистичні та динамічні характеристики об’єкта.

Висновки.

1. В розробці системі прогнозування важливим є наявність точних та оперативних методів та засобів визначення показників якості продуктів. Для визначення цього проаналізовані методи оцінки структурних показників та властивостей текстильних матеріалів.

2. Проаналізована асортиментна група тканин технічного призначення, яка досліджувалася для системи прогнозування у виробничих умовах.

3. Данні, що досліджувались, вказують на те, що для побудови математичної моделі прогнозування доцільно використовувати пасивні методи визначення динамічного перетворення властивостей текстильних матеріалів. При цьому є сенс застосувати числові методи отримання математичних моделей відповідних властивостей на кожному етапі виробництва матеріалів.

4. Будувалася база даних на усіх переходах технологічного процесу виготовлення текстильної продукції. Це здійснювалося шляхом записування результатів вимірювань кожного параметра технологічного процесу та показників властивостей продукції на кожному технологічному переході виготовлення матеріалів.

5. Отримавши та згрупувавши математичні моделі всіх комплексів текстильного продукту, отримано загальну математичну модель усієї системи прогнозування властивостей продукту.

6. За допомогою програми STATGRAPHICS PLUS був проведений регресійний аналіз статистичних показників технічних тканин різного сировинного складу, а також були отримані рівняння апроксимуючої моделі для кожного показника якості.

Список використаних джерел

1. Слізков А. М. Застосування системного підходу до прогнозування властивостей текстильних ниток та виробів. Повідомлення 1 / А. М. Слізков, Р. В. Луцик // Вісник КНУТД. - 2006. – № 3. - С. 42-48.
2. Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : учеб. для вузов текстил. пром-ти / А. Г. Севостьянов. – М. : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
3. Статистична обробка результатів вимірювань та експериментальних даних в текстильній промисловості / О. Б. Демківський, С. М. Краснитський, Ю. М. Пилипенко, А. М. Слізков. – К. : КНУТД, 2012. – 106 с. - Укр.мовою.
4. Попов В. П. Стан, проблеми та тенденції розвитку вовняної промисловості : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Попов, А. М. Слізков. – К. : КНУТД, 2012. – 352 с. - Укр.мовою.

5. Кукин Г. Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) : учеб. для вузов / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

СЛИЗКОВ А.М., ЗАЯЦ Т.В., ПИЛИПЕНКО Ю.Н., ДЕМКОВСКАЯ Т.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка системы прогнозирования свойств текстильных материалов для прогнозирования свойств волокнистых продуктов на каждом технологическом переходе с возможностью управления технологическими процессами и их оптимизации.

Методика. Рассматриваются методы системного анализа, идентификации и кусочно-линейной аппроксимации.

Результаты. Создан программный комплекс, который позволяет осуществлять в диалоговом режиме отбор показателей свойств волокнистых продуктов на каждом технологическом переходе с формированием базы данных, проводить их статистическую обработку, строить на основе полученных данных адекватные математические модели изучаемых свойств, которые в дальнейшем формируют общую математическую модель их производственного преобразования.

Научная новизна. Доказана возможность применения системного анализа, методов идентификации и кусочно-локальной аппроксимации для прогнозирования физико-механических свойств текстильных материалов технического назначения.

Практическая значимость. Проанализирована ассортиментная группа тканей технического назначения. Построена общая математическая модель производственного преобразования физико-механических свойств текстильных материалов технического назначения, имеет отклонения прогнозируемых значений от фактических не более 5%.

Ключевые слова: свойства, текстильные материалы, ткани, прогнозирования, технологические процессы.

SINGULARITY OF TECHNICAL TEXTILES PROPERTIES FORECASTING SYSTEM

SLIZKOV A.M., ZAYTS T.V., PYLYPENKO Y.M., DEMKIVSKA T.I.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Development of textile materials properties forecasting system for predicting properties of fibrous products at each technological stage with the ability to control and optimize workflows.

Methodology. Methods of system analysis, identification and piecewise linear approximation are described.

Findings. A software package was developed, which allows to implement on-line selection of performance properties of fibrous products at each technological transition with the formation of a database, to provide its statistical analysis, to build adequate mathematical models of the properties based on obtained data, which further form a general mathematical model of its industrial transformation.

Originality. Here asserted the possibility of a systematic analysis implementation, methods of identification and piecewise local approximation for prediction of physical and mechanical properties of technical textile materials.

Practical value. Here examined an assortment of technical fabrics. General mathematical model of industrial transformation of physical and mechanical properties of technical textile materials is constructed, which has deviation from the actual expectations of not more than 5%.

Keyword: properties, textile materials, fabrics, forecasting, workflows.

УДК 677.025.1

ДЗИКОВИЧ Т. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ
СТРУКТУР ТРИКОТАЖУ ПЕРЕХРЕСНИХ
ПЕРЕПЛЕТЕНЬ**

Мета. Дослідження особливостей формування структури трикотажу перехресних переплетень. Систематизація структур та візерункових ефектів трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійного напівфангу та фангу без вимкнення голок.

Методика. Дослідження проводились на основі загальних положень теорії в'язання, візерункового трикотажу й теоретичних основ художнього проектування трикотажних полотен та експериментальних методів досліджень з широким застосуванням цифрових технологій.

Результати. Досліджено особливості формування структури трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійного напівфангу та фангу без вимкнення голок з роботи. Визначено умови, що впливають на формування структур трикотажу перехресних переплетень. Розроблено таблиці-прогнозу візерункових ефектів та структур трикотажу перехресних переплетень.

Наукова новизна. Досліджено та систематизовано структури та візерункові ефекти трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійного напівфангу та фангу без вимкнення голок при різній кількості зсувів голечниці. Досліджено особливості формування структур перехресних переплетень.

Практичне значення. Розроблено методологію формування структури трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійного напівфангу та фангу. Складено таблиці-прогнозу структур та візерункових ефектів, що дає можливість проектувати трикотаж перехресних переплетень із прогнозованими структурними ефектами.

Ключові слова: проектування структури трикотажу, подвійний кулірний трикотаж, трикотаж перехресних переплетень, візерунковий ефект.

Вступ. Головною метою підприємств легкої промисловості є виготовлення товарів народного вжитку для забезпечення потреб населення в одязі, текстильно-галантерейних виробах та взутті. На сьогоднішній час споживач звертає увагу на якісні та сучасні товари. Завдяки комфорту, гарним фактурам трикотажні вироби завжди в моді та привертають на себе увагу. Відомі дизайнери пропонують трикотаж, як актуальний тренд у розвитку сучасної моди. Трикотажні вироби присутні в колекціях практично кожного дизайнера. Трикотажний одяг, виготовлений перехресними переплетеннями, має яскраво виражені, ефектні структури. На основі базових переплетень завдяки зсувов голечниці отримують різноманітні структури.

Постановка завдання. Аналіз наукової та технічної літератури показав, що на сьогодні відсутня систематизація, чіткі рекомендації щодо отримання певного візерункового ефекту трикотажу перехресних переплетень. Розглянуті лише окремі варіанти даних переплетень. Систематизація та прогноз усіх можливих варіантів структур та візерункових ефектів трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійного напівфангу та фангу без вимкнення голок при різній кількості зсувів голечниці дозволить спростити процес підбору структур на етапі художньо-технологічного проектування трикотажних виробів.

Результати та їх обговорення. Трикотаж перехресних переплетень це подвійний кулірний трикотаж, в якому остови петель лицьової та виворітної сторін перехрещуються, а петлі завжди протягнуті через попередні в тих самих петельних стовпчиках [1]. Відомо, що голки протилежних голечниць, які утворюють при зсуві голечниці остови петель, що перехрещуються, є парними. Трикотаж перехресних переплетень виробляється при зсуві однієї голечниці щодо до іншої після пров'язування базового переплетення. При виготовленні базових переплетень, а саме ластика, подвійних напівфангу та фангу на голках утворюються елементи петельної двох видів – петлі та накиди. Петлі або накиди розташовані на голках голечниці, що зсувається, нахиляються у напрямку зсуву голечниці. Петлі або накиди парних голок протилежної голечниці нахиляються у іншому напрямку. Після зсуву голечниці нахиляються та перехрещуються тільки ті елементи петельної структури (петлі з петлями або петлі з накидами) парних голок, які розташовані на голках і з'єднані між собою протяжкою. Пресові петлі парних голок при цьому не нахиляються, тому що з'єднується протяжкою з петлею або накидом вже пров'язаного попереднього ряду протилежної голечниці.

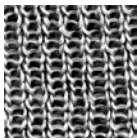
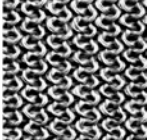
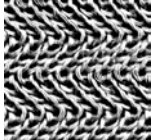
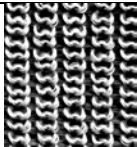
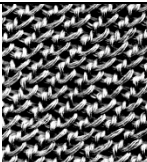
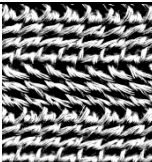
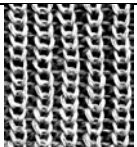
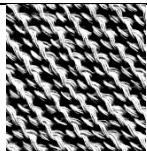
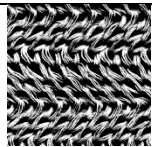
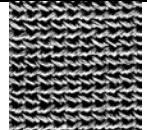
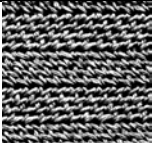
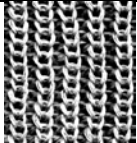
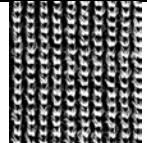
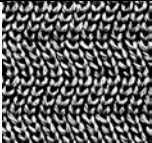
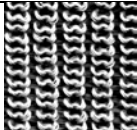
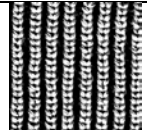
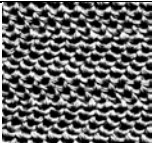
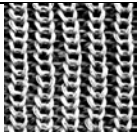
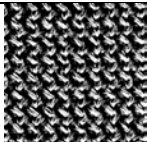
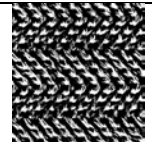
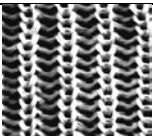
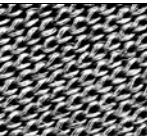
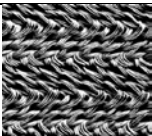
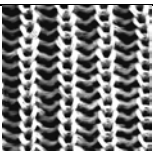
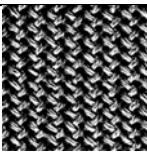
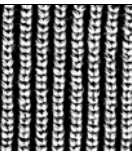
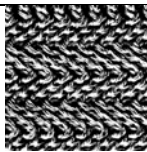
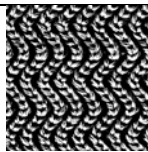
Структури трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійних напівфангу та фангу без вимкнення голок з роботи порівнюючи з базовими переплетеннями суттєво змінюються. Експериментально отримані структури систематизовано у таблиці-прогнозу (Табл. 1) візерункових ефектів та таблиці-прогнозу (Табл. 2) структур трикотажу перехресних переплетень. При виготовленні зразків трикотажу перехресних переплетень зсув голечниці виконувався на один голковий крок після одного, або двох ходів каретки поступово в одному напрямку вправо та вліво. Кількість зсувів голечниці змінювалась від 1 до 10.

Встановлено, що при кількості зсувів голечниці в одному напрямку рівному 1 вправо і вліво після одного ходу каретки, або після двох ходів каретки петельні стовпчики розташовуються один напроти одного, а не у шаховому порядку.

Таблиця 1. Таблиця-прогноз візерункових ефектів трикотажу перехресних переплетень

Порядок зсувів голечниці	Кількість зсувів голечниці	Візерунковий ефект	Будова петельних стовпчиків	Візерунковий ефект	Будова петельних стовпчиків
		одна сторона		друга сторона	
Трикотаж перехресних переплетень на базі ластикау					
після кожного ходу каретки	n=1	невеликий зигзаг	зигзагоподібні	невеликий зигзаг	зигзагоподібні
	n>1	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	нахилені в одну, а потім в другу сторону	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	нахилені в одну, а потім в другу сторону
Трикотаж перехресних переплетень на базі подвійного напівфангу					
після кожного ходу каретки	n=1	діагональ	нахилені в одну сторону	діагональ	нахилені в одну сторону
	n>1	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	нахилені в одну, а потім в другу сторону	зигзаг	при n=2 зигзагоподібні, при n>2 нахилені в одну, а потім в другу сторону
після двох ходів каретки (після утворення на одній фонтурі петель та накидів на другій)	n=1	зигзаг, ефект поперечних петельних стовпчиків	зигзагоподібні	прямі рельєфні смуги	прямі
	n>1	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	нахилені в одну, а потім в другу сторону	при n=2, 3 невелика хвиля, при n>3 зигзаг	нахилені в одну, а потім в другу сторону
після двох ходів каретки (після утворення петель)	n=1	прямі рельєфні смуги	прямі	зигзаг	зигзагоподібні
	n>1	при n=2,3 невелика хвиля, при n>3 зигзаг	нахилені в одну, а потім в другу сторону	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	нахилені в одну, а потім в другу сторону
Трикотаж перехресних переплетень на базі подвійного фангу					
після ходу каретки	n=1	діагональ	нахилені в одну сторону	діагональ	нахилені в одну сторону
	n>1	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	при n=2 зигзагоподібні, при n>2 нахилені в одну, а потім в другу сторону	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	при n=2 зигзагоподібні, при n>2 нахилені в одну, а потім в другу сторону
після двох ходів каретки	n=1	зигзаг	зигзагоподібні	прямі рельєфні смуги	прямі
	n>1	зигзаг, поперечні, відтіючні, структурні смуги	нахилені в одну, а потім в другу сторону	при n=2 хвиля, при n>2 зигзаг	нахилені в одну, а потім в другу сторону

Таблиця 2. Таблиця-прогноз структур трикотажу перехресних переплетень

Порядок зсувів голечниці	Зовнішній вигляд базового переплетення	Перехресне переплетення, при $n=1$	Перехресне переплетення, при $n>1$
Трикотаж перехресних переплетень на базі ластіку			
після кожного ходу каретки			
Трикотаж перехресних переплетень на базі подвійного напівфангу			
після кожного ходу каретки			
			
після двох ходів каретки (після накидів)			
			
після двох ходів каретки (після петель)			
			
Трикотаж перехресних переплетень на базі подвійного фангу			
після кожного ходу каретки			
після двох ходів каретки		 	 

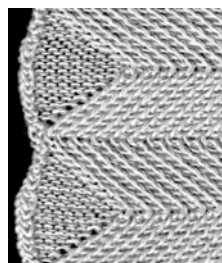
У таких структурах петельні стовпчики можуть бути: з нахиленими петлями вправо і вліво по черзі, з прямими петлями, та з нахиленими петельними стовпчиками в одному напрямку по діагоналі.

У ході досліджень з'ясовано, що петельні стовпчики з нахиленими петлями вправо і вліво по черзі, утворюються у таких структурах:

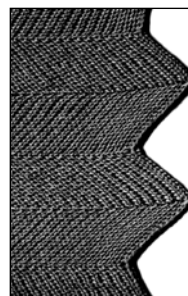
- у перехресному ластикі з обох сторін після одного ходу каретки. Петлі мають малопомітний нахил до лінії петельного ряду;
- у перехресному напівфангу на лицьовій стороні (після двох ходів каретки) при зсуві голечниці після пров'язування петель на одній і накидів на протилежній голечниці;
- у перехресному напівфангу на виворотній стороні (після двох ходів каретки) при зсуві голечниці після пров'язування петель на обох голечницях;
- у перехресному фангу на одній з сторін при зсуві голечниці після двох ходів каретки. Петельні стовпчики з прямими петлями, утворюються у таких структурах:
- у перехресному напівфангу на лицьовій стороні (після двох ходів каретки) при зсуві голечниці після пров'язування петель на обох голечницях;
- у перехресному напівфангу на виворотній стороні (після двох ходів каретки) при зсуві голечниці після пров'язування петель на одній і накидів на протилежній голечниці;
- у перехресному фангу на одній стороні при зсуві голечниці після двох ходів каретки.

Петельні стовпчики нахилені в одному напрямку по діагоналі утворюються на полотнах трикотажу перехресних переплетень на базі подвійного напівфангу та фангу при кількості зсувів голечниці рівному 1 після одного ходу каретки. Такі полотна з нахиленими петельними стовпчиками з обох сторін мають форму паралелограму.

При збільшенні кількості зсувів голечниці в одному напрямку ($n > 1$) вправо і вліво після одного або після двох ходів каретки петельні стовпчики протилежних сторін перехресуються і утворюють сітчасті структури полотен. Петельні стовпчики нахилені в одну, а потім у другу сторону в залежності від кількості зсувів голечниці в одному напрямку. При кількості зсувів голечниці в одному напрямку понад два на краях полотна перехресного ластика утворюються рельєфні зубці, що чергуються з ділянками гладі у формі трикутників (рис. 1 а).



а



б

Рис. 1. Структура краю полотна трикотажу перехресних переплетень:
а - на базі ластика; б - на базі напівфангу

Зубчасті краї одержують на полотнах трикотажу перехресних переплетень на базі напівфангу (рис. 1 б) і фангу. Для цього необхідно виконувати зсуви голечниці після кожного ходу каретки вправо і вліво по черзі, а для зміни нахилу петельних стовпчиків, зсув голечниці виконують після двох ходів каретки.

Висновки. На основі експериментальних досліджень встановлено, що при зсуві голечниці завжди нахилиються і перехреснюються петля з петлею, або петля з накидом парних голок за умови, що вони з'єднанні між собою протяжкою. Визначені умови одержання структур з петельними стовпчиками, що розташовуються один напроти одного або з петельними стовпчиками, що перехреснюються. Розроблено та систематизовано структури трикотажу перехресних переплетень на базі ластика, подвійного напівфангу та фангу без вимкнення голок з роботи. Запропоновано таблиці-прогнозу структур та візерункових ефектів, що дає можливість спростити процес підбору структур та заощадити час на етапі художньо-технологічного проектування трикотажних виробів.

Список використаних джерел

1. Король В. П. Основи теорії в'язання візерункового трикотажу : підручник / В. П. Король, Л. Є. Галавська. – К. : Кафедра, 2014. – 498 с.
2. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства : учеб. для вузов / Л. А. Кудрявин [и др.]. – М. : РИО МГТУ, 2002. – 476с.
3. Нешатаев А. А. Художественное проектирование трикотажных полотен / А. А. Нешатаев, Г. М. Гусейнов, Г. Г. Савватеева. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 271 с.

References

1. Korol' V. P. (2014) *Osnovy teorii v'yazannya vizerunkovoho trykotazhu : pidruchnyk [Basic theory of patterned of knitwear knitting: a textbook]* / V. P. Korol', L. Ye. Halavs'ka. – K. : Kafedra, – 498 p. [in Ukrainian].
2. *Laboratornyi praktikum po tehnologii trikotazhnogo proizvodstva : ucheb. dlya vuzov [Laboratory workshop on knitting technology]* / L. A. Kudryavin [i dr.]. – M. : RIO MGTU, 2002. – 476p. [in Russian].
3. Neshataev A. A. (1987) *Hudozhestvennoe proektirovanie trikotazhnyih poloten [Artistic design of knitted fabrics]* / A. A. Neshataev, G. M. Guseynov, G. G. Savvateeva. – M. : Legprombytizdat, – 271 p. [in Russian].

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР ТРИКОТАЖА ПЕРЕКРЁСТНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

ДЗЫКОВИЧ Т.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование особенностей формирования структуры трикотажа перекрестных переплетений. Систематизация структур и рисунчатых эффектов трикотажа перекрестных переплетений на базе ластика, двойного полуфанга и фанга без исключения игл.

Методика. Исследования проводились на основе общих положений теории вязания, рисунчатого трикотажа, теоретических основ художественного проектирования трикотажных полотен и экспериментальных методов исследований с широким применением цифровых технологий.

Результаты. Исследованы особенности формирования структуры трикотажа перекрестных переплетений на базе ластика, двойного полуфанга и фанга без выключения игл из работы. Определены условия, влияющие на формирование структур трикотажа перекрестных переплетений. Разработаны таблицы-прогноза рисунчатых эффектов и структур трикотажа перекрестных переплетений.

Научная новизна. Исследованы и систематизированы структуры и рисунчатые эффекты трикотажа перекрестных переплетений на базе ластика, двойного полуфанга и фанга без выключения игл при разном количестве сдвигов игольницы. Исследованы особенности формирования структур перекрестных переплетений.

Практическое значение. Разработана методология формирования структуры трикотажа перекрестных переплетений на базе ластика, двойного полуфанга и фанга. Составлены таблицы-прогноза структур и рисунчатых эффектов, что дает возможность проектировать трикотаж перекрестных переплетений с прогнозируемыми структурными эффектами.

Ключевые слова: проектирование структуры трикотажа, двойной кулирный трикотаж, трикотаж перекрестных переплетений, рисунчатый эффект.

RESEARCH OF FORMATION FEATURES OF PATTERNS OF CROSSED INTERLOOPING KNITWEAR

DZYKOVYCH T.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The research of formation features of patterns of crossed interloping knitwear. Systematization of structures and patterned effects of crossed interloping knitwear based on rib structure, double half-cardigan and full cardigan structure without turning off the needles.

Methodology. The research was conducted based on the general provisions of the knitting theory, patterned knitwear and theoretical foundations of the artistic knitted fabric structural design and experimental research methods with extensive use of digital technologies.

Findings. The features of the structure formation of patterns of crossed interloping knitwear based on the rib structure, double half-cardigan and full cardigan structure without turning off the needle examined. The conditions affecting the formation of patterns of crossed interloping knitwear are defined. Prediction-table of patterned effects and patterns of crossed interloping knitwear are designed.

Originality. Patterned effects of crossed interloping knitwear based on the rib structure, double half-cardigan and full cardigan structure without turning off the needle sat different quantity of needle bank shifts were studied and systematized. The features of the structure formation of patterns of crossed interloping knitwear were studied.

Practical importance. The methodology of formation of patterns of crossed interloping knitwear based on the rib structure, double half-cardigan and full cardigan structure is developed. Prediction-tables of the patterned knitwear effect, which makes it possible to design patterns of crossed interloping knitwear with predictable structural effects.

Keywords: knitted fabric structural design, double weft knitted fabric, crossed interloping knitwear, patterned effect.

УДК 685.31

ПЕРВАЯ Н.В., БОНДАРЕНКО М.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ПРИ ВИКОРИСТАНІ ПРОФІЛАКТИЧНИХ УСТІЛОК З НАПОВНЮВАЧАМИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Мета. Метою є дослідження функціонального стану людини при використанні профілактичних устілок з наповнювачами рослинного походження для визначення, як впливають дані вироби на організм людини під час ходьби та роботи.

Методика. Дослідження здійснювалося у лабораторії професійно-трудової реабілітації Державної установи “Інституту геронтології НАМН України ім. акад. Д.Ф. Чеботарьова” за методикою офіційно затвердженою МОЗ України від 26 грудня 2007 р. Тестування проводилося за участю добровольців упродовж робочого дня, на протязі місяця.

Результати. Динаміка отриманих показників функціонального стану людей після дослідної носки показала на покращення показників функціонального психоемоційного стану обстежуваних.

Наукова новизна. Наукова новизна роботи базується на дослідженні функціонального стану добровольців при використанні профілактичних устілок з наповнювачами рослинного походження, які мають природну форму та позитивне мікрохвильове випромінювання, що забезпечує вплив на рефлекторні точки стопи.

Практична значимість. Використання профілактичних устілок з наповнювачами рослинного походження, які забезпечують профілактичний ефект, та водночас механічно впливають на біологічно-активні точки стопи.

Ключові слова: методика САН, об'єкти рослинного походження, профілактичні устілки.

Вступ. Розробка продукції профілактичного призначення з використанням матеріалів природного походження набуває широкого поширення в зв'язку з популяризацією екологічного напрямку у споживанні продукції легкої промисловості та отриманням позитивного ефекту при здійсненні масажу всіх біологічно-активних точок стопи за рахунок природного рельєфу наповнювачів профілактичних виробів.

Теорія рефлексотерапії вказує на те, що існує зв'язок між найвіддаленішими зонами тіла й внутрішніми органами людини, а саме чим найвіддаленіша зона на тілі, тим більш тісний зв'язок між цією зоною та внутрішнім органом на який вона впливає. Таким чином, захворювання органів людини через нервову систему рефлекторно відображаються на відповідних зонах стопи людини та навпаки.

Рефлексотерапія заснована на уявленні, про те що людський організм - це цілісна система, і якщо порушити рівновагу в кожній із частин, то це відразу ж відобразиться на інших частинах. Вважають, що є історичний взаємозв'язок між рефлексотерапією, акупунктурою і акупресурою. Методи масажу ступнів ніг, що зараз використовують в рефлексотерапії, були відомі ще древнім інкам і іншим жителям Америки за довго до наших днів.

Створення та використання профілактичних виробів з наповнювачами рослинного походження забезпечує попередження захворювань, що виникають в результаті малорухливого способу життя, таких як, статична плоскостопість, серцево-судинні захворювання тощо, й спрямовано на підвищення ефективності профілактичних заходів для збереження здоров'я людини. Фахівці давно почали займатися проблемами розподілу тиску стопи людини при стоянні і ходьбі на опорі, яка, як правило, є устілкою у взутті. Відомо, що чим ближче ланка суглобів до опорної поверхні, тим більше момент сили тяжіння, тому найбільше навантаження отримують нижні кінцівки людини, особливо стопа, яка потребує особливої уваги з нашого боку.

Постановка завдання. Для запобігання хвороб, що виникають як наслідок малорухомого образу життя в Київському національному університеті технологій та дизайну були розроблені профілактичні устілки та взуття з наповнювачами рослинного походження. В зв'язку з цим виник інтерес оцінки функціонального стану людей, які використовували ці вироби з метою визначення відповідності фізіологічним вимогам.

Для визначення відповідності фізіологічним вимогам профілактичних устілок у взутті було проведено дослідну носку, в якій брало участь 30 осіб. Перша дослідна група – старші наукові співробітники ДУ «Інституту геронтології ім. Д.Ф.Чеботарьова НАМН України», друга група – ветерани спорту (вікова категорія – 59-75 років, вид спорту – веслування та гандбол).

Дослідна носка проходила на протязі місяця з 15 лютого по 15 березня 2015 року.

Підчас дослідного носіння взуття з профілактичними устілками кожний учасник експерименту заповнював анкету, яка складалася з двох частин.

Перша частина називалася «Результати дослідної носки профілактичних устілок». Ця частина анкети заповнювалася в кінці дослідного носіння профілактичних устілок, в ній опитувані відповідали на запитання, які стосувалися змін фізіологічного стану організму в цілому.

Другу частину анкети складав тест під назвою «Результати дослідної носки профілактичних устілок за методикою САН (самопочуття, активність і настрої людини). Тест САН - різновид опитування станів і настроїв. САН являє собою карту (таблицю), яка містить пари слів, що відображають досліджувані особливості психоемоційного стану (самопочуття, настрої, активність). Три основні складові функціонального психоемоційного стану людини - самопочуття, активність і настрої можуть бути охарактеризовані полярними оцінками, між якими існують континуальна послідовність проміжних значень.

Результати досліджень. САН знайшов широке поширення при оцінці психічного стану хворих і здорових осіб, психоемоційної реакції на навантаження, для виявлення індивідуальних особливостей та біологічних ритмів психофізіологічних функцій.

Самопочуття - це комплекс суб'єктивних відчуттів, що відображають ступінь фізіологічної та психологічної комфортності стану людини, напрямок думок почуттів тощо. Самопочуття може бути представлено у вигляді деякої узагальнюючої характеристики (погане/хороше самопочуття, бадьорість, нездужання), а також може бути локалізовано по відношенню до певних форм відчуття (дискомфорт у різних частинах тіла).

Активність - загальна характеристика живих істот, їх власна динаміка як джерело перетворення або підтримки життєвозначущих зв'язків з навколишнім середовищем, що має

свою ієрархію: хімічна, фізична нервова психічна активність, свідомості, особистості, групи, суспільства. Активність будується відповідно з імовірнісним прогнозуванням розвитку подій в середовищі і положенням в ній організму, одна зі сфер прояву темпераменту яка визначається інтенсивністю та обсягом взаємодії людини з фізичним та соціальним середовищем. За цим параметром людина може бути інертною, пасивною, спокійною, ініціативною чи активною.

Настрій - порівняно тривалий, стійкий стан людини, який може бути представлений, як емоційний фон (піднесений, пригнічений) тобто емоційна реакція не на безпосередні наслідки конкретних подій, а на їх значення для суб'єкта в контексті загальних життєвих планів, інтересів і очікувань. Настрій на відміну від самопочуття завжди спрямований на той чи інший об'єкт. Настрій будучи викликаним певною причиною, конкретним приводом, проявляється в особливостях емоційного відгуку людини на впливи будь-якого характеру.

Опитувані щоденно протягом 10 днів співвідносили свій стан із рядом ознак за багатоступеневою шкалою. Шкала складається з індексів (+ 0 +) і розташована між тринадцятьма парами слів протилежного значення. Випробувач мав вибрати і відмітити той знак із трьох (+ 0 +), який найбільш точно відображає його стан на час обстеження.

Діаграма складається з полюсів, що включають в собі 13 станів. Позитивний полюс (зелений): 1 – хороший настрій, 2 – задоволений стан, 3 – оптимістичний стан, 4 – працездатний стан, 5 – самопочуття хороше, 6 – напружений стан, 7 – відпочивший стан, 8 – свіжий стан, 9 – уважний стан, 10 – активний стан, 11 – бажання працювати, 12 – захоплений стан, 13 – рухливий стан та негативний полюс (синій): 1 – поганий настрій, 2 – незадоволений стан, 3 – песимістичний стан, 4 – розбитий стан, 5 – самопочуття погане, 6 – розслаблений стан, 7 – стомлений стан, 8 – змучений стан, 9 – розсіяний стан, 10 – пасивний стан, 11 – бажання відпочити, 12 – байдужий стан, 13 – малорухливий стан.

Перша група опитуваних – старші наукові співробітники – носили профілактичні устілки кожен день 30-60 хв. Частіше використовував устілку в постійному русі чи сидячи на одному місці.

Час привикання до носіння акупресурних устілок у 20% опитуваних через підвищену чутливість ніг становив 1 тиждень, а інші опитувані привикли до устілок одразу.

Після використання устілок у всіх опитуваних зменшилась втомленість ніг і покращилось самопочуття. Фізична активність покращилась через деякий час у 80% опитуваних.

Використання акупресурних устілок у більшості опитуваних з групи позитивно вплинуло на організм в цілому. У 10% опитуваного покращився кровообіг та зменшилися болі в ногах, які турбували після робочого дня.

Усереднені результати тесту САН першої групи опитуваних (старші наукові співробітники лабораторії трудової реабілітації) зображені на рис.1.

Спостерігаючи за результатами діаграми можна зробити наступні висновки, що використання профілактичних устілок більш позитивно вплинули на організм людей чим негативно. Явні переваги позитивного полюса перед негативним.

Друга група учасників дослідного носіння ветерани спорту носили профілактичні устілки кожен день від 1 до 2 годин і більше. Частіше використовували устілки стоячи на місці чи в постійному русі.

Час привикання до носіння акупресурних устілок у 10% опитуваних через підвищену чутливість ніг становив 1 тиждень, 85% опитуваних привикли до устілок одразу, а в 5% опитуваної привикання до носіння устілок взагалі не відбулося через підвищену чутливість всієї стопи і замінення нижніх кінцівок.

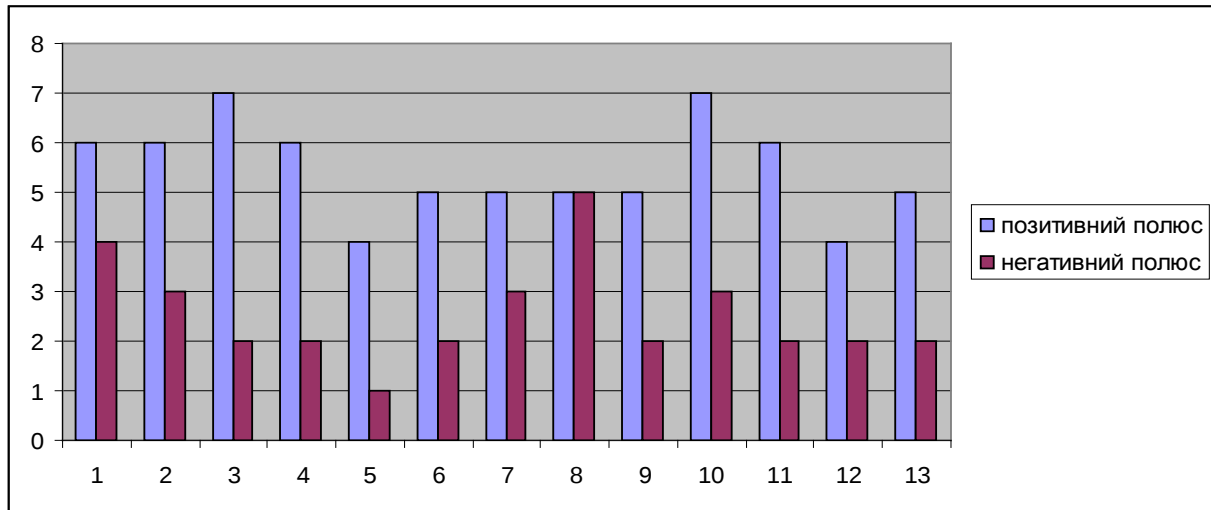


Рис. 1. Діаграма результатів опитування першої групи (старші наукові співробітники лабораторії трудової реабілітації)

Після використання устілок у всіх опитуваних зменшилась втомленість і замінення ніг, покращилось самопочуття та настрій. Фізична активність покращилась через деякий час у 30% опитуваних, а у решти не змінилася. У 50% опитуваних профілактичні устілки стали обов'язковою деталлю домашнього взуття.

Усереднені результати тесту САН другої групи опитуваних зображені на рис. 2.

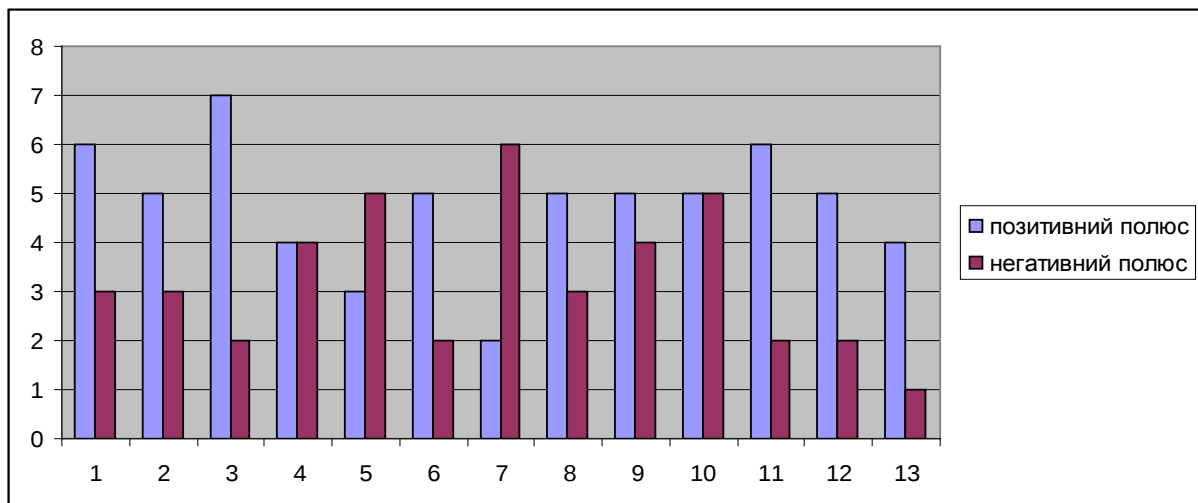


Рис. 2. Діаграма результатів опитування другої групи ветеранів спорту.

Аналізуючи результати представлені на діаграмі (рис.2) можна зробити наступні висновки, що використання профілактичних устілок у групі ветеранів спорту показало на задовільний результат, який був погіршений за рахунок підвищення негативного полюсу

показників стомленості та активності, що є наслідком функціонального стану людини похилого віку. Але більшість показників мають явні переваги позитивного полюса перед негативним.

Висновок. Стимулювання рефлекторних зон стопи людини шляхом точкового масажу позитивно впливає на профілактику плоскостопості та серцево-судинних захворювань. Забезпечити це можливо використовуючи у взутті профілактичні устілки з наповнювачами рослинного походження, які мають свою природну енергетику та рельєф.

Аналіз результатів отриманих після дослідного носіння профілактичних устілок показав на покращення функціонального стану і працездатності груп людей, які їх використовували. Крім того, всі обстежені відмітили зниження симптомів гіподинамії і застійних явищ в нижній частині нижніх кінцівок.

Список використаних джерел

1. Мартынов С. М. Домашняя рефлексотерапия / С. М. Мартынов.- М. : КРОН-ПРЕСС, 1995. – 288 с.
2. Определение функционального состояния человека : метод. рекомен. / А. Л. Решетюк [и др].-К., 1996. – 9 с.
3. Пат. 56216 Украина. Акупресурная стелька / Остапчук И. П., Остапчук А.И., Остапчук Н. В., Первая Н. В., Рогоза Ф. А. - № 201006449 ; заявл. 27.05.2010 ; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1. – 4 с.
4. Профілактичні вироби для забезпечення антиейджингу та якості життя [Електронний ресурс] / Н. В. Первая, І. П. Остапчук, В. П. Коновал, О. М. Конюк // Технології та дизайн. - 2012. - № 1. - Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/td/2012_1/2012-1.html
5. Пат. 56216 Україна. Акупресурна устілка / Остапчук І. П., Остапчук О. І., Остапчук Н. В., Первая Н. В., Рогоза Ф. А. – № 201006449 ; заявл. 27.05.2010 ; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1. – 4 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ СТЕЛЕК С НАПОЛНИТЕЛЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

ПЕРВАЯ Н.В., БОНДАРЕНКО М.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследовать функциональное состояния человека при использовании профилактических стелек с наполнителями растительного происхождения.

Методика. Исследование проводилось в лаборатории профессионально-трудовой реабилитации Государственного учреждения "Института геронтологии АМН Украины им. акад. Д.Ф. Чеботарева " по методике официально утвержденной МОЗ Украины от 26 декабря 2007 Тестирование проводилось с участием добровольцев на протяжении рабочего дня целый месяц.

Результаты. Динамика полученных показателей функционального состояния добровольцев во время и после опытной носки показала на позитивные изменения психоэмоционального состояния обследуемых.

Научная новизна. Научная новизна работы базируется на исследовании функционального состояния добровольцев при использовании разработанных профилактических стелек, обеспечивающих контактную стимуляцию рефлекторных зон стопы за счёт естественной, природной формы наполнителя растительного происхождения.

Практическая значимость. Использование профилактических стелек с наполнителями растительного происхождения, обеспечит профилактику таких часто встречаемых заболеваний, как статическое плоскостопие и гиподинамия за счёт механического воздействия на биологически активные точки стопы.

Ключевые слова: методика САН, объекты растительного происхождения, профилактические стельки.

RESEARCH OF HUMAN FUNCTIONAL STATE WHEN WEARING THE PROPHYLACTIC INSOLES WITH VEGETABLE FILLER

PERVAYA N.V., BONDARENKO M.V.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose. Research of human functional state when wearing the prophylactic insoles with vegetable filler.

Methodology. The research was conducted in the laboratory of Vocational Rehabilitation State Institution "Institute of Gerontology of Ukraine" according to the procedure approved by the Ministry of Health of Ukraine.

Results. Received a positive dynamics in the psycho-emotional state volunteers.

Findings. Research the functional state of the volunteers when wearing preventive insoles that provide stimulation of the reflex zones of the foot.

Practical value. Using prophylactic insoles with fillers of vegetable origin is the prevention of any static flatfoot and hypodynamia.

Key words: methods (HAM (health, activity, mood)), objects of plant origin, preventive insole.

УДК
[7.012:061.43]:339.137.2

ОВЧАРЕК В.Є., ОМЕЛЬЧЕНКО Г.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

ВИСТАВКОВИЙ ДИЗАЙН: ВИЗНАЧЕННЯ, СТРУКТУРА, СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Мета. Теоретичне дослідження особливостей дизайну виставкових заходів.

Методика. В процесі дослідження використано загальнонаукові методи аналізу, синтезу, аналогії, історичний метод.

Результати. У статті розглянуто виставковий дизайн як ефективний засіб вирішення задач, що стоять перед учасниками виставкових заходів. Пропонується визначення терміну «виставковий дизайн», наводиться його структура.

Наукова новизна. Розкрита сутність, сформульоване визначення, наведена структура одного з напрямів сучасної виставкової діяльності – виставкового дизайну.

Практична значимість. Визначені існуючі та перспективні сфери застосування дизайнерських рішень у виставковій діяльності.

Ключові слова: виставка, дизайн, конкурентоспроможність.

Вступ. За багатовікову історію свого існування виставкова діяльність зазнала суттєвих змін. Виступаючи в ролі інструменту просування на ринок товарів, ідей, інвестицій, тощо, виставкові технології постійно вдосконалювались, вбирали в себе найновіші досягнення науки, техніки, культури, мистецтва.

Принцип саморозвитку притаманний виставковій діяльності тому, що для демонстрації нових досягнень у будь-якій сфері завжди необхідно оволодівати новими знаннями та технологіями, популяризувати їх, якнайшвидше впроваджувати у практику [1].

При цьому чи не найголовнішою ознакою та умовою здійснення виставкової діяльності є безпосередня комунікація людей – учасників виставкових заходів і, одночасно, носіїв (експонентів) та споживачів (відвідувачів) таких інновацій.

Не випадково, що дизайн – цей «специфічний ряд проектної діяльності, що об'єднує художньо-предметне мистецтво і науково обґрунтовану інженерну практику у сфері індустріального виробництва» [2], знайшов всебічне застосування у сучасній виставковій діяльності, виступаючи в ролі інструменту вирішення проблем проектування, комунікації, соціальної привабливості.

Характерно, що основними завданнями дизайну, як і виставкової діяльності, є орієнтація на досягнення найповнішої відповідності результатів своєї діяльності потребам людини, можливість застосування практично в усіх сферах соціально-економічних відносин суспільства, використання нових технологій для свого розвитку.

Постановка задачі. Враховуючи існуюче значне взаємне проникнення і вагомий вплив дизайнерських і виставкових технологій на результати спільної діяльності, актуальним є дослідження характеристик такої взаємодії. У першу чергу представляє інтерес визначення сфер застосування дизайнерських рішень у виставковій діяльності та обґрунтування їх впливу на конкурентоспроможність учасників виставок – підприємств-експонентів.

Результати дослідження. Про важливу роль дизайну як творчого методу, процесу і результату художньо-технічного проектування експонатів, інформаційно-реklamних матеріалів, виставкових конструкцій і простору, спрямованого на підвищення ефективності участі у виставці експонентів відмічається практично в усіх роботах вітчизняних та зарубіжних авторів, присвячених виставковій діяльності [3, 4, 5, 6, 7]. Переважна більшість з них досліджує дизайн виставкового стенду, приділяючи йому основну увагу та виокремлюючи з усього комплексу об'єктів та матеріалів, які присутні на виставці, які впливають на відвідувача виставки і які можуть бути використані експонентом.

Розглядаючи виставку як інформаційний привід для ознайомлення ринку із здобутками підприємства, Пекар, Добробабенко, Александрова Н.В., зокрема, приводять рекомендації щодо оформлення рекламної інформаційної продукції експонента. Використанню фірмового стилю експонента присвячені роботи Добробабенка, Шереметьєвої. Питанням ефективного застосування на виставках візуальної реклами, зокрема, фото- та відеореклами присвячені роботи Критсотакіса, Александрова-Филоненка. Про позитивний вплив дизайну виставкового простору (виставкового приміщення) на споживачів виставкового продукту (виставок, ярмарків, конгресів і т.п.) наголошується у роботах Лукашова, Пекар, Александрова, дизайн виставок.

Вперше термін «виставковий дизайн» використаний в роботі [3], але автор не дає його визначення і розкриває сутність поняття лише через перелік конструктивно-технологічних засобів облаштування виставкових об'єктів, в основному – виставкових стендів та його елементів.

Щодо впливу виставкового дизайну на ефективність участі у виставці, зокрема, на успішність вирішення підприємницьких задач учасника виставки, досягнення ним маркетингових цілей, у тому числі, й з підвищення конкурентоспроможності товарів та іміджу на ринку системно й послідовно дослідження не проводились.

Таким чином, слід визнати, що виставковому дизайну як одній з найважливіших складових сучасних виставкових технологій не приділялось достатньо уваги.

Приймаючи рішення про участь у виставці, експонент, звичайно, повинен чітко визначити цілі, які необхідно досягти в результаті роботи на стенді. Прийнято ділити цілі на п'ять груп, які відповідно до їх вмісту мають такі назви: загальні, товарні, цінові, логістичні та комунікативні [5].

У ринкових умовах цілі підприємства - учасника виставки завжди підпорядковані його першорядній цілі – підвищенню конкурентоспроможності своїх товарів.

Згідно ДСТУ 3294-95, конкурентоспроможність визначається, як «найважливіша комплексна ринкова характеристика товару, його здатність бути проданим на конкретному ринку в певні терміни за наявності аналогічних товарів-конкурентів», а в Енциклопедії швейного виробництва, визначення більш розширене – «це властивість об'єкта, яка характеризується ступенем реального або потенційного задоволення їм конкретної потреби у порівнянні з аналогічними об'єктами, та визначає його здатність скласти конкуренцію (від лат. *conspicere* - бігти разом) іншим об'єктам, що представлені на конкретному ринку» [8]. Конкурентоспроможна, продукція чи послуга повинна мати ряд переваг, таких, як технічний рівень, рівень якості виготовлення, дизайн, ціну та строки реалізації, які не поступаються аналогам, що представлені ринком [9].

Для того, щоб мати конкурентоспроможний на ринку товар, підприємство повинно виробляти його таким, що матиме параметри кращі, ніж у конкурентів. Крім того, серед цих параметрів повинні бути такі, що сприятимуть залученню та утриманню споживачів [10]. Вважається, що основними методами конкурентної боротьби є поліпшення якості, дизайну, ефективне рекламування продукції, тощо [11].

Серед існуючих показників та критеріїв конкурентоспроможності товарів, у тому ж числі й підприємств, слід відмітити такі: ефективність реклами та засобів стимулювання збуту; естетичні параметри, що характеризують емоційну виразність експозиції (раціональність форми, цілісність композиції); дизайн товару, експозиції, засобів реклами; ергономічні параметри, які, зокрема, визначають раціональне розміщення у виставковому просторі персоналу, функціональних зон, спеціального обладнання, експонатів, тощо; іміджеві фактори бренду (загальні уявлення споживачів про підприємство та його товари [9]. Саме ці критерії та показники мають безпосереднє відношення до виставкового дизайну, як сфери застосування дизайнерських рішень на виставках. Таким чином, виставковий дизайн можна визначити як діяльність і результат творчого процесу у сферах:

- художнього та архітектурного оформлення виставкового простору (виставкових центрів, приміщень, стендів, майданчиків);
- розробки графічних матеріалів, які використовуються на виставковому ринку (елементи корпоративного стилю, сувенірна продукція, нагороди, дипломи, грамоти, релізи, плакати, запрошення, каталоги, інші інформаційно-рекламні матеріали);
- висвітлення та просування на виставкових заходах продукції, послуг, брендів, подій за допомогою сучасних засобів комунікації (фото-, відео-, аудіо та мобільних, комп'ютерних та Інтернет технологій).

Структура виставкового дизайну має наступний вигляд (рис. 1):

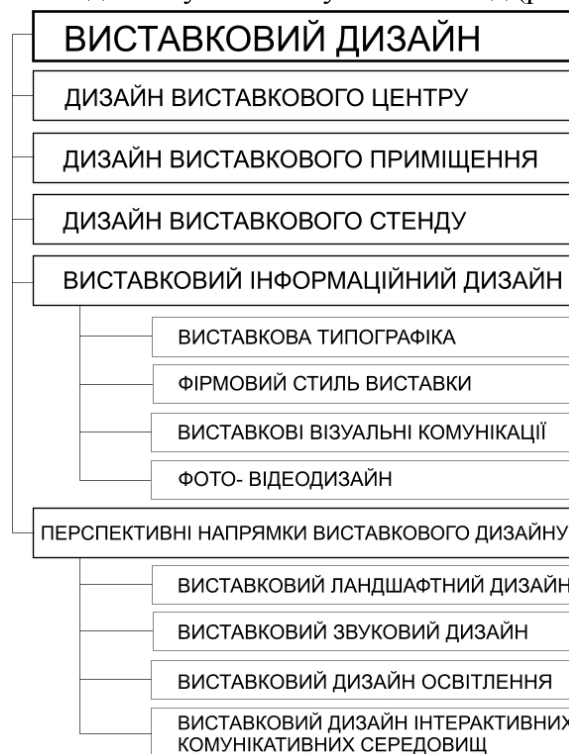


Рис. 1. Основні складові виставкового дизайну

Не зупиняючись на таких традиційних сферах застосування дизайн-технологій на виставках, як стенди, приміщення, графічні інформаційно-рекламні матеріали, слід зазначити, що останнім часом все більшу роль в оформленні виставкового простору відіграють засоби фото і відео дизайну, які одночасно виступають також потужним інструментом реклами. Фото-відео репортажі, відеоролики, фотоколажі організатори використовують у ЗМІ з метою просування виставки, а експоненти з метою просування на виставці власного підприємства та його товарів. Наявність такого роду матеріалів дозволяє зайняти більш привабливе місце в інформаційній полосі, тим самим підвищити можливість кращого запам'ятовування, порівняно з фірмами, у яких в якості реклами є лише друкована інформація. Фото- та відеодизайн створюють позитивний емоційний фон, на якому легше проводити переговори і отримувати потрібні результати.

Останнім часом спостерігається сплеск використання у виставковому дизайні інтерактивних комунікативних середовищ. Таким чином потенційних клієнтів залучають до «розширеної реальності», де за допомогою віртуальних елементів можна управляти реальним середовищем. Таким чином, в уяві людини утворюється нове середовище зі стертими границями між реальністю та віртуальністю і єдиним художнім образом, який впливає на поведінку споживача. При цьому відвідувач може не тільки відчувати інформацію, яку отримає, а й змінювати її структуру, взаємодіяти з нею [12].

Аромодизайн, музичний дизайн та дизайн освітлення також активно використовують у виставковому дизайні для просування та реклами, залучення нових клієнтів та створення позитивного образу.

Висновки. Учасники виставки для досягнення своїх підприємницьких цілей мають можливість застосовувати такі ефективні різновиди дизайну: стенду, приміщення, інформаційний, фото-, відео-, аудіо та інші, що в колаборативному відношенні (процесі) утворюють потужну платформу виставкового дизайну. Це - область, що постійно розвивається і має на меті залучати виробників і споживачів виставкового продукту до продуктивної взаємодії. Застосовуючи засоби виставкового дизайну, підприємства - учасники виставок демонструють свою конкурентоспроможність, свій творчий потенціал та рівень володіння інноваційними технологіями.

Список використаних джерел

1. Овчарек В. Є. Виставкова діяльність в Україні: історичний аспект : навч. посіб. / В. Є. Овчарек. - К. : КНУТД, 2014. - 86 с.
2. Дизайн. Вікіпедія [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD>.
3. Пекар В. О. Основи виставкової діяльності : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. О. Пекар; ВНЗ «Ін-т реклами»; Вища школа виставкового менеджменту. – К. : Євроіндекс, 2009. – 348 с.
4. Лукашова Л. В. Організація виставкової діяльності : навч. посіб. / Л. В. Лукашова. - К. : КНТЕУ, 2009. - 372 с.
5. Критсотакис Я. Г. Торговые выставки и ярмарки. Техника участия и коммуникации / Я. Г. Критсотакис. – М. : Ось-89, 1977. – 224 с.

6. Александрова Н. В. Выставочный менеджмент: стратегии управления и маркетинговые коммуникации / Н. В. Александрова, И. К. Филоненко. – Тула : ОАО ИПО «Лев Толстой», 2006. – 384 с.
7. Добробабенко Е. В. Выставка под ключ. Готовые маркетинговые решения / Е. В. Добробабенко, Н. С. Добробабенко. – СПб. : Питер, 2007. — 208 с.
8. Енциклопедія швейного виробництва : навч. посіб. / [Волков О. І., Березненко М. П., Березненко С. М. та ін.]. – К. : Самміт-книга, 2010. – 968 с.
9. Оснач О. Ф. Промисловий маркетинг: навч. посіб. / О. Ф. Оснач, В. П. Пилипчук, Л. П. Коваленко. – К. : ЦУЛ, 2011. – 364 с.
10. Мескон М. Х. Основы менеджмента : пер. с англ. / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2008. – 672 с.
11. Немцов В. Д. Стратегічний менеджмент / В. Д. Немцов, Л. Є. Довгань. – К. : ТОВ «УВПК «ЕксОб», 2002. – 560 с.
12. Лоренц Я. Дизайн выставок: практическое руководство /Ян Лоренц, Ли Сколник, Крейг Бергер ; пер. с англ. П. В. Кодолова. – М. : АСТ : Астрель, 2008. – 256 с. : ил.

References

1. Ovcharek V. E. (2014) Vistavkova diyalnist v Ukrayini: istorichniy aspekt: navch. posibnik [Exhibition activities in Ukraine: the historical aspect]/ - К. : KNUTD, - 86 p. [in Ukrainian].
2. Dizayn. Vikipediya. // [Elektronniy resurs] // Rezhim dostupu: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D0%B9%D0%BD>
3. Pekar V. O. (2009). Osnovi vistavkovoyi diyalnosti : navch. posib. dlya stud. visch. navch. zakl. VNZ «in-t reklami»; Vischa shkola vistavkovogo menedzhmentu. [Fundamentals of exhibition activity] – К. : Evroindeks, – 348 p. [in Ukrainian].
4. Lukashova L. V. (2009). Organizatsiya vistavkovoyi diyalnosti: navch. posibnik. [The organization of exhibition activity] К. : KNTEU, - 372 p. [in Ukrainian].
5. Kritsotakis Ya. G. (1977). Torgovyie vyistavki i yarmarki. Tehnika uchastiya i kommunikatsii. [Trade shows and fairs. Appliances of participation and communication] – М. : Os-89,. – 224 p.
6. Aleksandrova N. V. (2006). Vyistavochnyi menedzhment: strategii upravleniya i marketingovyye kommunikatsii [Exhibition management: management strategy and marketing communications]/ N.V. Aleksandrova, I. K. Filonenko/ – Tula : ОАО IPO «Lev Tolstoy»,. – 384 p.
7. Dobrobabenko E. V. (2007). Vyistavka pod klyuch. Gotovyye marketingovyye resheniya. [Turn-key exhibition. Ready-made marketing solutions]/ E. V. Dobrobabenko, N. S. Dobrobabenko / - SPb.: Piter,. — 208 p.
8. Entsiklopediya shveyного виробництва: navchalniy posibnik [Encyclopedia of clothing manufacture]/[Volkov O. I., Bereznenko M. P., Bereznenko S. M. ta In.]. (2010) – К.: «Sammit-kniga»,. – 968p. [in Ukrainian].
9. Osnach O. F. (2011). Promisloviy marketing. [Industrial Marketing]. / O. F. Osnach, V. P. Pilipchuk, L. P. Kovalenko/ – Navch. posib. – К. : Tsentr uchbovoyi literaturi,. – 364 p. [in Ukrainian].

10. Meskon M. H., Albert M., Hedouri F. (2008). Osnovy menedzhmenta [Fundamentals of Management]: Per. s angl. – M.: ООО «I.D. Vilyams», – 672 p.
11. Nemtsov V. D. (2002). Strategichnyi menedzhment. [Strategic management] / V. D. Nemtsov, L. E. Dovgan/. – K.: TOV «UVPK «EksOb»,. – 560 p. [in Ukrainian].
12. Lorents Yan. (2008). Dizayn vyistavok: prakticheskoe rukovodstvo [Design exhibitions: practical guide] / Yan Lorents, Li Skolnik, Kreyg Berger; per. s angl. P.V.Kodolova. – M.: AST: Astrel. – 208 p.

ВЫСТАВОЧНЫЙ ДИЗАЙН: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, СТРУКТУРА, СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ ОВЧАРЕК В. Е., ОМЕЛЬЧЕНКО А. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Теоретическое исследование особенностей дизайна выставочных мероприятий.

Методика. В процессе исследования использованы общенаучные методы анализа, синтеза, аналогии, исторический метод.

Результаты. В статье рассмотрено выставочный дизайн как эффективный способ решения задач, стоящих перед участниками выставочных мероприятий. Предлагается определение термина «выставочный дизайн», приводится его структура.

Научная новизна. Раскрыта сущность, сформулировано определение, приведена структура одного из направлений современной выставочной деятельности - выставочного дизайна.

Практическая значимость. Определены существующие и перспективные сферы применения дизайнерских решений в выставочной деятельности.

Ключевые слова: выставка, дизайн, конкурентоспособность.

EXHIBITION DESIGN: DEFINITION, STRUCTURE, SPHERE OF APPLICATION OVCHAREK V. E., OMELCHENKO A. V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Theoretical investigation of features of design exhibitions.

Methodology: general scientific methods of analysis, synthesis method, the method of analogy, the historical method.

Findings. The article considers the exhibition design as an effective way to solve problems, facing the participants of exhibitions. Is offered define the term "exhibition design" and show the structure of exhibition design.

Originality. In the article has been revealed the essence, formulated the definition, showed the structure one of the directions of modern exhibition activity - exhibition design.

Practical value. In the article has been defined existing and potential scope of application of the design in the exhibition activities.

Keywords: exhibition, design, competitiveness.

УДК 7.012

ГАРКІНА А.І., ЧЕРНЯВСЬКИЙ К.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛЬОРУ В РАМКАХ КОНСТРУКТИВНО- ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМАТИКИ ДИЗАЙНУ

Мета. Формування цілісної уяви смаків споживачів, щодо рекламних повідомлень, на підставі гендерного аспекту та національно-культурних особливостей.

Методика. Проаналізована важливість психології кольору, для правильного використання в рекламному повідомленні.

Результати. В ході вивчення питання перспективних тенденцій застосування кольору, було досліджено, що психологія допомагає розробити таку рекламу, яка впливатиме не просто на людський розум, але і на почуття. Колір – це елемент, який за умови професійного використання може забезпечити ефективність реклами і, як наслідок, досягти поставлених цілей рекламодавця. Методика аналізу психології кольору допомагає вирішити конструктивно-функціональну проблематику дизайну в цілому, та в окремих сферах.

Наукова новизна. Розглянуто семантику кольору в дизайні, та вивчено психофізіологічний вплив на споживача.

Практична значимість. Отримані результати сприятимуть створенню більш ефективних рекламних повідомлень. Реклама стає успішнішою і завдяки правильному використанню кольорів, які з часом стають фірмовою колірною гамою.

Ключові слова: дизайн, аналіз психології кольору, проблематика дизайну, застосування кольору, гендерний аспект впливу, національно-культурний аспект.

Вступ. Дана стаття присвячується розгляду перспективних тенденцій застосування кольору в рамках конструктивно-функціональної проблематики дизайну. Актуальність теми статті полягає в необхідності аналізу кольорів сучасної реклами стосовно їх впливу на реципієнта, адже на сьогодні в сфері графічного дизайну існує дуже велика конкуренція, що вимагає від рекламодавця наукового знання психології сприйняття людиною інформації про товар. Колір не тільки надає важливу інформацію про предмет, але й має здатність викликати думки та почуття. Вітчизняному рекламістові доводиться знаходити відповіді на цілий ряд питань: як впливає колір на споживачів рекламної інформації?; які національно-культурні особливості сприйняття кольору?; який гендерний аспект у сприйнятті кольору?

Постановка завдання. Розкриття питання перспективної тенденції застосування кольору в рамках конструктивно-функціональної проблематики дизайну в цілому, та в окремих сферах.

Метою статті є показ важливості вибору кольору в дизайні. Розглянуто семантику різних кольорів та їх використання в дизайні. Як показують дослідження, 80% кольору і світла поглинаються нервовою системою і тільки 20% - зором [1]. Тому важливо знати психологію кольору, щоб правильно використовувати його в рекламному повідомленні.

Результати дослідження. Колір впливає на людину через гіпофіз на вегето-судинну систему, викликаючи емоційні реакції. Перше серйозне дослідження в цій області провели понад півстоліття тому психіатр Макс Люшер і психолог Карл Флехінгаус. Саме вони довели, що абсолютно всі люди сприймають вісім основних кольорів - жовтий, синій, червоний, фіолетовий, зелений, коричневий, сірий, чорний.

Психологічний аспект сприйняття кольору нерозривно пов'язаний з естетичним і соціально-культурним сприйняттям. Поєднання кольорів або кожен окремо взятий колір може сприйматися людиною по-різному, залежно від культурно-історичного контексту, від культурного рівня глядачів, від просторового розташування кольорової плями, його форми і фактури, і багатьох інших факторів. Тому спроби складання жорстких відповідностей між емоційним станом і кольором, не можна визнати плідними. З усього комплексу питань, що становлять складну проблему психологічного впливу кольору, для дизайнерів особливо актуальні питання фізіологічних реакцій людини на колір і про колірні асоціації. Всі спектральні кольори тим чи іншим чином впливають на функціональні системи людини.

Споживча поведінка зумовлена безліччю факторів, серед яких є гендерні відмінності. Психологи-експериментатори з Університету міста Ньюкасл розташованого на півночі Англії, стверджують, що перевагу, яку більшість зрілих жінок віддає відтінкам червоного кольору, закладено в них від природи. Пояснюється такий вибір, ймовірно, тим, що предки нинішніх жінок спеціалізувалися на зборі фруктів, їм потрібно було добре розрізняти зрілі плоди. Інше пояснення - розрізнення рожевих відтінків було важливо при пошуках більш здорових партнерів - для продовження роду. Фахівці з Ньюкасла вирішили перевірити, які в цьому сенсі відмінності між чоловіками і жінками і залежать вони від того, в якій країні людина народилася.

Учені опитали понад 200 добровольців обох статей у віці від 20 до 30 років, кожен з яких повинен був вибирати бажаний їм колір на моніторі комп'ютера. З'ясувалося, що жінки частіше віддавали перевагу відтінкам блакитного, до яких були підмішані червоні тони (на кшталт лілового), тоді як чоловіків залучали більш зеленуваті і жовтуваті тони [2].

Вважаємо, що вплив кольору на людину варто розглядати з позицій психології, фізіології та естетики. На психологічному рівні його вплив може сприяти продажу товару чи послуги або заважати цьому. Фізіологічний вплив полягає у тому, що під дією певних кольорів зіниці очей розширюються або зменшуються, очні м'язи напружуються або розслаблюються. Вплив кольору на естетичному рівні – це створення приємної атмосфери, позитивних емоцій. Колір в рекламі викликає психологічну реакцію, підкреслює якість товару чи послуги, створює потрібне середовище, надає об'ємність йому і предметам [3].

Проведені дослідження дозволили встановити, що в національних середовищах певних країн кольори сприймають по-різному. Так, зокрема, колір залежно від країни означає таке: червоний: у Америці – любов, в Китаї – доброту, свято, успіх, в Україні – високу активність, агресію, боротьбу, в Індії – життя; жовтий: у Америці – процвітання, в Україні – сонячність і розлуку; у Сирії – траур, смерть, в Індії – возвеличення, у Бразилії – відчай; зелений: у Америці – надію, в Китаї – розкішне життя, в Індії – мир і надія; голубий: у Америці – віру, в Індії – правдивість, в Китаї – один з траурних кольорів; синій: в Україні – нічний спокій; білий: у Америці – чистота і мир, в Китаї – небезпека, траур; у Європі –

молодість; чорний: у Америці – символізує складну, надзвичайну ситуацію, в Китаї – чесність [4].

Дизайнери - рекламисти повинні розбиратися у всіх аспектах теорії кольору, хоча вони часто інтуїтивно вирішують психологічні питання, знаходять нові прийоми естетичного впливу, використовують символічного звучання кольору, створюють несподівані композиційні рішення.

Вся реклама товарів і послуг будується в першу чергу на гармонійному і обумовленому виборі колірних рішень. Кожна товарна категорія асоціюється з певним кольором і важливо це враховувати. Один з основних параметрів вибору кольору - це цільова аудиторія. Грамотний вибір кольору дозволяє впливати на цільову аудиторію.

Висновки. Вивчення кольору в дизайні має актуальний характер, тому колір може впливати на людину на фізіологічному і психологічному рівні. У даній роботі систематизовано та проаналізовано важливу інформацію про вплив і сприйнятті кольору в різних параметрах. Крім аналізу кольору на фізіологічному і психологічному рівнях розглянуто гендерний аспект впливу і національно-культурний. Всі кольори мають різний вплив і неоднаково сприймаються представниками обох статей і різних культур.

Список використаних джерел

1. Мокшанцев Р. И. Психология рекламы / Р. И. Мокшанцев ; под. ред. М. В. Удальцова. – М. : Инфра-М, 2007. – 230 с.
2. Базыма Б. А. Психология цвета: теория и практика / Б. А. Базыма. – СПб. : Речь, 2005. -204 с.
3. Курушин В. Д. Дизайн и реклама / В. Д. Курушин. - М. : ДМК Пресс, 2006. - 272 с.
4. Купер М. Язык цвета / М. Купер, А. Мэтьюз. - М. : Наука, 1995. - 147с.

References

1. Mokshantsev R. I. (2007). *Psikhologiya reklamy [The Psychology of Advertising]* / R. I. Mokshantsev ; pod. red. M. V. Udal'tsova. – M. : Infra-M. – 230 p. [in Russian].
2. Bazyma B. A. 2005. *Psikhologiya tsveta: teoriya i praktika [The Psychology Of Color: Theory and Practice]* / B. A. Bazyma. – SPb. : Rech', -204 z. [in Russian].
3. Kurushin V. D. (2006). *Dizain i reklama [Design and advertising]* / V. D. Kurushin. - M. : DMK Press, - 272 p.
4. Kuper M. (1995). *Yazyk tsveta [Dual Colors]* / M. Kuper, A. Met'yuz. - M. : Nauka, - 147p. [in Russian].

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЕ ЦВЕТА В РАМКАХ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОБЛЕМАТИКИ ДИЗАЙНА

ГАРКИНА А.И., ЧЕРНЯВСКИЙ К.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Формирование целостного представления вкусов потребителей, относительно рекламных сообщений, на основании гендерного аспекта и национально-культурных особенностей.

Методика. Проанализирована важность психологии цвета, чтобы правильно использовать его в рекламном сообщении.

Результаты. В ходе изучения вопроса перспективной тенденции применения цвета, было исследовано, что психология помогает разработать такую рекламу, которая будет влиять не просто на человеческий разум, но и на чувства. Цвет - это элемент, профессиональное использование которого может обеспечить эффективность рекламы и, как следствие, достичь поставленных целей рекламодателя. Методика анализа психологии цвета помогает решить конструктивно-функциональную проблематику дизайна в целом, и в отдельных сферах.

Научная новизна. Рассмотрена семантика цвета в дизайне.

Практическая значимость. Полученные результаты будут способствовать созданию более эффективных рекламных сообщений. Реклама становится успешной и благодаря правильному использованию цветов, которые со временем становятся фирменной цветовой гаммой.

Ключевые слова: дизайн, анализ психологии цвета, проблематика дизайна, применение цвета, гендерный аспект воздействия, национально-культурный аспект.

FUTURE TRENDS REGARDING THE USE OF COLOUR WITHIN THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL DESIGN PERSPECTIVE

GARKINA A., CHERNIAVSKYI K.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Formation of a holistic representation of a consumer taste, regarding the advertising messages, based on the gender dimension of national and cultural features.

Methodology. An importance of psychological input on colour use was analysed, in order to understand its' purpose according to the advertising messages and how to use it correctly to achieve a preferable result.

Results. While investing and studying the questions around the perspective trends of use of colour, it was analysed that with the help of psychological input in creation of the advertisement it can influence and manipulate not only human thoughts, but also feelings. Colour is an element, wise use of which can ensure the effectiveness of advertisement and as a result it will lead to achieve the desired result and objective of the advertiser. Methods in analysing the psychology of colours help us to solve the constructional and functional problem of the design sphere as well in general as in separate parts of it.

Scientific innovation. The area of semantic colours in design was researched.

The practical significance. The achieved results will help to establish more effective advertising messages. The advertisement has its' success because of a wise use of colours, which will eventually become the brand colours.

Key words: design, an analysis of a psychology of colour, problems within the design sphere, use of colour, the gender dimension of the impact, national and cultural aspect.

УДК 687.157:613.648

КОЖУШКО Р.Ю.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ
СПЕЦІАЛЬНОГО ОДЯГУ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД
РЕНТГЕНІВСЬКОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Мета. Визначення величини свинцевого еквівалента то встановлення залежності його значення від щільності почорніння матеріалів одягу для захисту від рентгенівського випромінювання..

Методика. Використано метод дозиметрії для перевірки свинцевого еквівалента та метод рентгенограми.

Результати. Обґрунтовано вибір матеріалу для виготовлення одягу важкого типу для захисту від рентгенівського випромінювання.

Наукова новизна. Встановлено залежність величини свинцевого еквівалента матеріалів одягу для захисту від рентгенівського випромінювання від щільності почорніння

Практична значимість. Запропоновано свинцевмісткий вініловий матеріал для виготовлення одягу для захисту від рентгенівського випромінювання для ефективного захисту медичних працівників.

Ключові слова: рентгенівське випромінювання, свинцевий еквівалент, спеціальний одяг, радіаційно-захисні матеріали.

Вступ. За час, що пройшов з моменту відкриття рентгенівського випромінювання (РВ), людство накопичило величезний практичний та теоретичний досвід його використання в різноманітних сферах діяльності, особливо у медицині, промисловості, системах безпеки та інших галузях. Опромінення в медичних цілях за даними Наукового комітету з питань дії атомної радіації займає друге місце (після природного радіаційного фону) за вкладом в опромінення населення на Землі. В останні роки радіаційні навантаження від медичного використання випромінювання виявляють тенденцію до зростання, що відображає все більшу поширеність і доступність рентгено-радіологічних методів діагностики у всьому світі. При цьому медичне використання джерел іонізуючого випромінювання робить найбільший внесок в антропогенне опромінення. Усереднені дані опромінення, зумовлені медичним використанням випромінювань в розвинених країнах еквівалентні 50% глобального середнього рівня опромінення від природних джерел. Це пов'язано, в основному, з широким застосуванням у цих країнах комп'ютерної томографії [1].

Один з можливих способів зменшення доз опромінення персоналу та пацієнтів, це наявність в установах, що використовують РВ у медичних цілях, якісних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). В Україні останнім часом склалася досить критична ситуація з цього питання. За останні 10-15 років майже не проводилось закупівель нових ЗІЗ від РВ через їх значну вартість, а наявні засоби захисту в більшості випадків не придатні до використання через свою надто велику масу [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці провідних організацій упродовж тривалого часу займалися дослідженням медичних аспектів дії рентгенівського випромінювання, створенням методів та обладнання для вивчення властивостей, розробкою нових видів одягу для захисту від РВ. Роботи Третьякової Л.Д., Селіверстова А.Є., Литвиненко Г.Є., Пишнева В.М. присвячено вивченню наслідків дії небезпечного іонізуючого випромінювання, дослідженню властивостей рентгенозахисних матеріалів та нових видів ЗІЗ від іонізуючого випромінювання. Протягом багатьох років над цією проблемою працює інститут медичної радіології ім. Григор'єва, науковий центр радіаційної медицини Академії наук України (м. Київ) і провідні закордонні компанії, такі як «Mavig» (Німеччина), «Wolf» (США), «Dr. Goos-Suprema» (Німеччина) та українські – «Оніко», «Крас».

Постановка завдання. Дослідження захисних властивостей матеріалів спеціального одягу для захисту від РВ дозволить виконати їх порівняльну оцінку та рекомендувати для застосування в одязі важкого типу для медичних працівників, що проводять діагностику, лікування на обладнанні з використанням РВ.

Результати дослідження. Показником захисних властивостей матеріалів є свинцевий еквівалент матеріалу – товщина свинцю (в мм), яка послаблює потужність дози іонізуючого випромінювання так само, як і певна товщина захисного матеріалу.

Свинцевий еквівалент визначають за формулою:

$$d_{Pb} = d \cdot M / M_{Pb}, \quad (1)$$

де d – товщина захисного матеріалу, мм;

M – лінійний коефіцієнт послаблення випромінювання у захисному матеріалі;

M_{Pb} – лінійний коефіцієнт послаблення свинцю;

Згідно з даними [2,3], свинцевий еквівалент спецодягу для захисту від РВ при потужності опромінення до 100 кВ повинен бути не менше 0,3мм, а при збільшенні потужності свинцевий еквівалент потрібно збільшувати на 0,1 мм на кожні 10 кВ.

Свинцевий еквівалент ЗІЗ вимірюють шляхом визначення керми «Ке» і порівняння свинцевого еквіваленту з товщиною шару свинцю (ГОСТ 51532-99), що забезпечує таке ж значення «Ке», що і ЗІЗ. Керма – сума початкових кінетичних енергій усіх заряджених часток, звільнених незарядженим іонізуючим випромінюванням (таким як фотони або нейтрони) в зразку речовини, віднесена до маси зразка. Визначається керма коефіцієнтом:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}, \quad (2)$$

де E_{tr} - передана зарядженим часткам енергія.

Перевірку свинцевого еквіваленту матеріалів спецодягу для захисту від РВ проведено методом дозиметрії. В якості випромінювача використовувалась трубка рентгенівського медичного терапевтичного апарату типу РУМ-17. Вимірювання потужності керми «Ке» проводилось медичним дозиметром VA-J-18 (із погрішністю не більше 10 %) [4].

Перевірку неоднорідності захисного матеріалу виконують шляхом вимірювання свинцевого еквіваленту не менш ніж в 5 точках по рентгенограмі матеріалу. При цьому пучок випромінювання повинен мати діаметр 10 мм. Вимірювання здійснюють в точках,

розміщених на відстані 20 мм одна від одної. Неоднорідність визначається як відношення максимального відхилення одиничного значення свинцевого еквіваленту від середнього значення до середнього значення, отриманого при вимірюванні в декількох точках полотна поглинаючого матеріалу.

Значення однорідності обчислюється за формулою:

$$V = \frac{|\delta - \delta_i|}{\delta} \cdot 100, \quad (3)$$

де δ – середнє значення свинцевого еквіваленту, виміряного в 5-ти точках;
 δ_i – одиничне значення свинцевого еквіваленту, виміряне в одній із 5-ти точок.

Результати вимірювань вважають позитивними, якщо неоднорідність захисного матеріалу не більше 20% [5].

Упродовж останніх кількох років більшість європейських країн прийняли вельми жорсткі обмеження використання свинцевмісних матеріалів у медицині. Виробники рентгенозахисних матеріалів і продукції медичного призначення почали виготовляти індивідуальні та колективні засоби захисту від РВ на основі безсвинцевих наповнювачів. Метою експериментальних досліджень було кількісне порівняння захисних характеристик матеріалів зі свинцевими та безсвинцевими наповнювачами. Для досліду було взято зразки матеріалу МР31 основі термопласта з високим вмістом багатоелементної суміші дрібнодисперсного наповнювача з оксидів рідкоземельних матеріалів (виробництво РФ) та зразки свинцевмісткого вінілового матеріалу «Primax» (виробництва Великобританія). Порівнювались вони по показнику свинцевого еквіваленту із контрольними зразками свинцю. Тестування проводили в Київській обласній клінічній лікарні в кабінеті хірургічного відділення на рентгенівському апараті РУМ-17. Дослід виконувався згідно з методикою ТУ У 33.1-19242964-002-2001 [6] методом рентгенограми при анодній напрузі трубки $U_{\text{анодн}} = 100$ кВ, анодному струмі $I_{\text{анодн}} = 200$ мА і часі випромінювання $t = 1$ с. Результати проведених досліджень було оброблено методами математичної статистики [7].

Результати проведеного експерименту представлено в табл. 1, у графічному вигляді – на рисунку 1.

Таблиця 1. Кодування, характеристика та результати дослідження матеріалів

Найменування матеріалу	Код матеріалу	Свинцевий еквівалент, мм	Кількість шарів (товщина)	Щільність почорніння, Белл
Безсвинцевий матеріал МР31	МР31 (1)	0,175	1	0,620
	МР31 (2)	0,25	1	0,530
	МР31 (3)	0,35	2	0,460
	МР31 (4)	0,5	2	0,420
Свинцевмісткий вініловий матеріал «Primax»	СВ (1)	0,175	1	0,304
	СВ (2)	0,25	1	0,264
	СВ (3)	0,35	2	0,238
	СВ (4)	0,5	2	0,228
Свинець	С (1)	0,18	0,18	0,324
	С (2)	0,35	0,35	0,240
	С (3)	0,5	0,5	0,218

З таблиці видно, що у порівнянні з контрольними зразками свинцю матеріал на основі рідкоземельних елементів (MP31) має більшу щільність почорніння, ніж свинцевмісткий вініловий матеріал «Primax», що означає його нижчий рівень захисту від рентгенівського випромінювання.

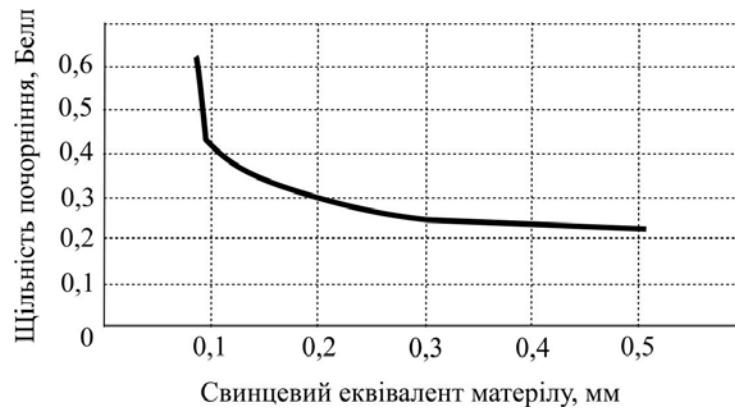


Рис. 1. Графік залежності свинцевого еквіваленту матеріалу від щільності почорніння

Згідно встановлених Державними санітарними правилами і нормами значень свинцевого еквіваленту для ЗІЗ фартух захисний двосторонній виготовляється важкого ($Pb = 0,35\text{мм}$) і легкого ($Pb = 0,25\text{мм}$) типів в залежності від виду рентгенівського обладнання, потужності дози випромінювання та часу роботи в шкідливих умовах.

Висновки. Результати проведених досліджень і їх аналіз дозволили рекомендувати свинцевмісткий вініловий матеріал «Primax» (виробництво Великобританія) для створення спеціального одягу для захисту від РВ.

Для двостороннього фартуха важкого типу рекомендується використовувати два шари захисного матеріалу із свинцевим еквівалентом $0,175\text{мм}$ ($0,175 \times 2 = 0,35\text{мм}$) для переду виробу і два шари захисного матеріалу із свинцевим еквівалентом $0,175\text{мм}$ ($0,175 \times 2 = 0,35\text{мм}$) або один шар свинцевим еквівалентом $0,25\text{мм}$ для спинки. Для фартуха легкого типу рекомендується використовувати один шар захисного матеріалу із свинцевим еквівалентом $0,25\text{мм}$ для переду і один шар захисного матеріалу із свинцевим еквівалентом $0,25\text{мм}$ для спинки.

Список використаних джерел

1. Актуальні питання радіаційної безпеки рентгенодіagnostичних досліджень / О. А. Федько, О. А. Макаровська, С. І. Мірошніченко, Ю. М. Коваленко // Радіологічний вісник. – 2009. – 1(30). – С. 18 -21.
2. Литвиненко Г. Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування : навч. посіб. / Г. Є. Литвиненко, Л. Д. Третякова. – К. : Лібра, 2008. – 320 с.
3. Чубарова З. С. Методы оценки качества специальной одежды / З. С. Чубарова. - М. : Легпромбытиздат, 1988. – 160 с.

4. ГОСТ 20790-93 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1993.- 22с.
5. Бенецкий Б. А. Исследования в области создания текстильных материалов / Б. А. Бенецкий, А. Н. Кузнецов, М. Н. Лифанов. – М. : ЦНИИТЭлегпром, 1992.
6. ТУ У 33.1-19242964-002-2001 Засоби індивідуального захисту при проведенні рентгенологічних досліджень ЗІЗ – Р «Оніко».- К. : [б. в.], 2001. - 33с.
7. Головкин Д. Б. Основы научных исследований : навч. посіб. / Д. Б. Головкин, В. О., Дібровний, Ю. О. Скрипник .– К. : ДАЛПУ, 1999. – 68 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

КОЖУШКО Р.Ю.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Методика. Использован метод дозиметрии для проверки свинцового эквивалента и метод рентгенограммы.

Результаты. Обоснован выбор материала для изготовления одежды тяжелого типа для защиты от рентгеновского излучения.

Научная новизна. Установлена зависимость величины свинцового эквивалента материалов одежды для защиты от рентгеновского излучения от плотности почернения.

Ключевые слова: рентгеновское излучение, свинцовый эквивалент, спецодежда, радиационно-защитные материалы.

STUDING OF QUALITY INDEX FOR CLOTHING WITH X-RAY PROTECTION

KOZHUSHKO R.

Kiev National University of Technology and Design

Methods. The method for dosimetry verification lead equivalent and X-ray method.

Results. The choice of material for the manufacture of heavy-duty garment for X-rays protection.

Scientific novelty. The dependence of the magnitude of lead equivalent materials clothing for protection against X-rays the density of blackening

Keywords: X-rays, the lead equivalent, special clothing, radiation protective materials.

УДК 7.05:687.01

СТРУМІНСЬКА Т.В., ПРАСОЛ С.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

МЕТОД ПОШУКУ ТВОРЧИХ РІШЕНЬ, ЯК ЗАСІБ СТВОРЕННЯ НОВИХ ДИЗАЙН-ОБ'ЄКТІВ

Мета. *Визначити найбільш результативні методи пошуку творчих рішень, які використовуються в дизайн-проектуванні.*

Методики. *Системно - структурний аналіз, порівняльний аналіз існуючих методів пошуку творчих рішень в дизайн-проектуванні.*

Результати. *Обґрунтовано найбільш результативні методи пошуку творчих рішень, які використовуються в дизайн-проектуванні, а саме асоціативні методи: метод морфологічного аналізу, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковостей та асоціацій, як методи які в результаті дають велику кількість дизайн-концептуальних рішень та можуть змінити не лише форму дизайн-об'єкту, а і функціональне призначення об'єкта, конструкцію, технологію виготовлення, матеріал, принцип дії, зовнішній вигляд та оформлення об'єкта.*

Практична значимість. *Визначено, що завдяки універсальності асоціативних методів –дизайнер може формувати гармонійне предметне середовище, що найповніше задовольняло би матеріальні й духовні потреби людини.*

Ключові слова: *методи пошуку творчих рішень, дизайн-об'єкт, дизайн-проектування.*

Вступ. Основною метою дизайну є – формування гармонійного предметного середовища, що найбільш повно задовольняло би матеріальні та духовні потреби людини. Дизайн застосовують під час створення будь-якого технічного промислового виробу, в будь-якій сфері людської життєдіяльності, а знання методів пошуку творчих рішень спрощує роботу дизайнерів у створенні нових дизайн-об'єктів. Дизайн як творчий процес можна поділити на художній дизайн (створення речей з точки зору естетичного сприйняття) та технічну естетику (наука про дизайн, з урахуванням усіх аспектів, і передусім конструкції, функціональності, комфортності, ергономіки, утилізації технічного виробу і т. д.).

Постановка завдання. Визначити, що методи пошуку творчих рішень, які використовуються в дизайн-проектуванні (метод морфологічного аналізу, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковостей та асоціацій) є найбільш результативними завдяки великої кількості генерованих ідей.

Результати дослідження. Дизайн як наукова дисципліна вивчає комплекс проблем, що виникають під час аналізу зв'язків і відносин системи «людина — виріб — середовище».

Результатом їхніх досліджень є розуміння сутності проектування функціонально доцільних, технічно досконалих, економічно виправданих і естетично виразних виробів, що утворюють у сукупності оптимальне предметне середовище для життєдіяльності людини. Вироби, створені за допомогою дизайн-проектування мають відповідати сучасним функціональним, ергономічним та естетичним вимогам.

Процес розробки нових дизайн-об'єктів складається з трьох етапів. До першого етапу належить попередній аналіз і складання технічного завдання: дизайнер має брати участь у складанні технічного завдання на проектування, оскільки в технічному завданні мають бути вказані вимоги дизайну, які ставляться до об'єкту проектування. До другого, перед проектним дослідженням – аналіз і розробка дизайн-концепції: після одержання технічного завдання на проектування дизайнер починає розробляти дизайн-пропозицію. Велике значення на цьому етапі проектування має ефективний збір інформації. Тут можна використовувати різноманітні методи вирішення творчих завдань. Третім етапом розробки дизайн-проекту є створення ескізів. На цьому етапі створюється банк ідей, при цьому пропонується розробити кілька моделей-аналогів проектованого дизайн-об'єкту.

В дизайнерській творчості метод являє собою сукупність прийомів, способів, доцільних дій, направлених на впорядкування проектного процесу. Метод відображає повторюваність прийомів і шляхів дизайнерської діяльності, які надалі стають закономірними для створення проектної моделі та правилами роботи дизайнера. Основними методами пошуку творчих рішень, які використовуються в дизайн-проектуванні є асоціативні методи: метод морфологічного аналізу, метод фокальних об'єктів, метод гірлянд випадковостей та асоціацій.

Морфологічний аналіз створює основу для системного мислення в категоріях основних структурних ознак, принципів та параметрів, що забезпечує високу ефективність його застосування. Він є впорядкованим засобом дослідження, який дозволяє досягти систематичного огляду всіх можливих рішень певної великомасштабної проблеми. Згідно головних положень методу, дослідження проводять у п'ять етапів:

1. Точне формулювання задачі, яку необхідно вирішити. Хоча, як правило, початково питання ставлять про одну конкретну систему, цей метод безпосередньо узагальнює дослідження на всі можливі системи з аналогічною структурою. Отже, задачею, яку необхідно вирішити в ході дослідження, є проектування нових моделей на основі типових елементів, а для цього – організація пошуку потрібних елементів, які якнайкраще б поєднувались у проектованих виробах.

2. Складання переліку всіх морфологічних ознак, або всіх важливих характеристик об'єкта, його параметрів, від яких залежить розв'язання проблеми та досягнення основної мети. В рамках розв'язання досліджуваного питання складають перелік основних конструктивно-технологічних елементів.

3. Розкриття всіх можливих варіантів сполучень за кожною морфологічною ознакою (характеристикою) шляхом складання матриць можливих сполучень конструктивно-технологічних та художньо-композиційних елементів. Їх організовано за принципом: від одиничного до загального.

4. Визначення функціональної цінності всіх отриманих варіантів рішень. Для цього розглядають всі варіанти рішень, отриманих на кожному етапі морфологічного синтезу, що впливають зі структури морфологічних таблиць-матриць, та проводять їх порівняння за одним чи кількома найважливішими для даної технічної системи показниками. Для того, щоб не заплутатись у безлічі отриманих рішень та деталей, оцінка їх характеристик проводять на основі доцільного поєднання в одній моделі кількох, або навіть всіх, розглядуваних морфологічних ознак системи.

5. Вибір найраціональніших конкретних рішень. На цьому етапі дослідження з великої кількості отриманих ескізів моделей, на основі поєднання експертного, інтуїтивного та кількісно-статистичного методів, виділяють оптимальні, з точки зору конструктивно-технологічної та композиційно-естетичної побудови, варіанти. При цьому враховують та оцінюють засоби художньої виразності, конструкцію та технологію дизайн-об'єктів на відповідність їх до умов експлуатації, цільності композиції та ін.

Головним принципом методу морфологічного аналізу є систематичне дослідження абсолютно всіх варіантів, що впливають із закономірностей побудови (тобто морфології) системи, яка підлягає вдосконаленню. При цьому будь-яке поєднання значень параметрів вважається принципово можливим.

Метод фокальних об'єктів дає високі результати під час пошуку нових модифікацій відомих об'єктів. Сутність метода полягає в перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на дизайн-об'єкт, що досліджується.

Подальшим розвитком методу фокальних об'єктів є метод гірлянд випадковостей та асоціацій. Він допомагає віднайти значно більшу кількість підказок для нових ідей шляхом утворення асоціацій.

Аналіз відповідності запропонованих ескізів вимогам поставленого завдання виконують з дотриманням етапів його проведення: оцінка форми, конструкції, оздоблення,

матеріалів, кольорової гами, з точки зору відповідності їх до вимог споживача, для якої проектують вироби; оцінка властивостей дизайнерського об'єкту, з точки зору відповідності їх до умов експлуатації; оцінка цілісності та художньої виразності, композиційного вирішення, їх новизни та відповідності дизайн-об'єкту сучасним напрямкам моди.

Отже, ті з запропонованих варіантів, які найкраще відповідають вимогам поставленого завдання, мають краще композиційне рішення, відповідають вимогам новизни та перспективному напрямку моди, розроблені на основі науково обґрунтованої методики дизайну систем можуть бути запропоновані для подальшої проробки та впровадження у виробництво. Цей заключний етап є загальним для всіх методів пошуку творчих рішень.

Висновки. Використання навіть одного з перелічених методів пошуку творчих рішень дає можливість дизайнеру отримати велику кількість дизайн-концептуальних рішень. Знайдені ідеї різноманітні по своїй суті і можуть бути класифіковані по запропонованим змінам: функціонального призначення об'єкта, конструкції об'єкта, технології виготовлення, матеріалу, форми об'єкта, принципу дії, зовнішнього вигляду та оформлення. Універсальність цих методів надає можливість використовувати їх як в ексклюзивному дизайн-проектуванні так і в промисловому дизайні.

Список використаних джерел

1. Воронов Н. В. Суть дизайна / Н. В. Воронов. - М. : Изд-во «Грантъ», 2002. - 24 с.
2. Антонов А. В. Психология изобретательского творчества / А. В. Антонов. - К. : Вища школа, 1982. - 102 с.
3. Яковенко М. Л. Дизайн як сучасна форма вираження естетичного початку в культурі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.info-library.com.ua/books-text-12063.html>.
4. Буш Г. Я. Аналогия и техническое творчество / Г. Я. Буш. - Рига : [б. и.], 1981. - 124 с.

References

1. Voronov N. V. (2002). *Sut' dizaina [Design Essence]* / N. V. Voronov. - M. : Izd-vo «Grant», - 24 p.
2. Antonov A. V. (1982). *Psikhologiya izobretatel'skogo tvorchestva [Psychology of Inventive Creativity]* / A. V. Antonov. - K. : Vishcha shkola, - 102 p. [in Russian].
3. Yakovenko M. L. Dizain yak suchasna forma virazhennya estetichnogo pochatku v kul'turi [Designed as a modern form of expression of aesthetic beginning in culture]. Retrieved from: <http://www.info-library.com.ua/books-text-12063.html>. [in Ukraine].
4. Bush G. Ya. (1981). *Analogiya i tekhnicheskoe tvorchestvo [Analogy and technical creativity]* / G. Ya. Bush. - Riga : [b. i.], - 124 p. [in Russian].

МЕТОД ПОИСКА ТВОРЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, КАК СРЕДСТВО СОЗДАНИЯ НОВЫХ ДИЗАЙН-ОБЪЕКТОВ

СТРУМИНСКАЯ Т.В., ПРАСОЛ С.І.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определить наиболее результативные методы поиска творческих решений, которые используются в дизайн-проектировании.

Методики. Системно - структурный анализ, сравнительный анализ существующих методов поиска творческих решений в дизайн-проектировании.

Результаты. Обоснованно наиболее результативные методы поиска творческих решений, которые используются в дизайн-проектировании, а именно ассоциативные методы: метод морфологического анализа, метод фокальных объектов, метод гирлянд случайностей и ассоциаций, как методы которые в результате дают большое количество дизайн-концептуальных решений и могут изменить не только форму дизайн-объекта, а и функциональное назначение объекта, конструкцию, технологию изготовления, материал, принцип действия, внешний вид и оформление объекта.

Практическая значимость. Определено, что благодаря универсальности ассоциативных методов дизайнер может формировать гармоничную предметную среду, которая наиболее полно удовлетворяла бы материальные и духовные потребности человека.

Ключевые слова: *методы поиска творческих решений, дизайн-объект, дизайн-проектирования.*

METHOD FIND CREATIVE SOLUTIONS, AS A MEANS OF CREATING NEW DESIGN OBJECTS

STRUMINSKA T.V., PRASOL S.I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. To determine the most efficient ways to find creative solutions that are used in design engineering.

Methodology. System - structural analysis, comparative analysis of existing methods to search for creative solutions in design engineering.

Findings. The most reasonably efficient ways to find creative solutions that are used in design engineering, namely associative methods: morphological analysis, the method of focal objects, the method garlands accidents and associations such as the methods which result in a large number of design concepts and solutions can change not only the shape of the design object, and the object and functionality, design, manufacturing technology, material, mode of operation, appearance and design of the object.

Practical Value. Thanks to the universality of associative techniques - morphological analysis, the method of focal objects and garlands accidents and associations designer can form a harmonious substantive environment that would best meet the material and spiritual needs of man.

Keywords: *methods of finding creative solutions, design object, design engineering.*

УДК 7.05:687.01

ЧУПРИНА Н.В., ЯЦЕНКО Н.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

ЕКЛЕКТИКА ЯК ФОРМУЮЧИЙ ПРИНЦИП СТВОРЕННЯ НОВИХ МОДЕЛЕЙ ОДЯГУ У СУЧАСНІЙ ІНДУСТРІЇ МОДИ

Мета. Дослідження історичних етапів формування еклектичного стилю в костюмі, матеріалізація еклектизму в нових поєднаннях одягу, а також огляд еклектичного стилю у творчості відомих дизайнерів і відомих діячів культурного і політичного життя.

Методика. На основі ретроспективного аналізу культурно-соціальних чинників виникнення еклектики, запропонований сценарій розвитку еклектики з моменту її формування як стилю в одязі, та її еволюція до наших днів.

Результати. В ході дослідження формування стилю еклектики і його впливу на сучасну індустрію моди, розглянуто творчість багатьох модних дизайнерів, досліджено соціально-культурні умови, які стали передумовою розвитку еклектики і сформовано певний хронологічний розвиток цього стилю у вигляді огляду кількох десятиріч і до нашого часу включно.

Наукова новизна. Проведено аналіз розвитку еклектики як стилю в одязі, і відзначено ключові моменти його становлення і розповсюдження.

Практична значимість. Досліджено, що саме спричинило виникнення еклектики в розвитку костюма, а також яким чином еклектика впливає на стан сучасної індустрії моди.

Ключові слова: еклектика, кежуал, мода, дизайн модного одягу, стиль, індустрія моди, одяг.

Вступ. В наш час важко простежити за кожним модним трендом або стильовим напрямом, але можна спробувати зрозуміти, що саме наштовхнуло їх творців саме на такі проектні рішення. На подіумах, в магазинах, в кіно, і просто на вулицях міста можна побачити, що чистота конкретних стилів набуває рідкості, на відміну від поєднання різних стильових напрямів. Ця суміш обґрунтована новим стилем в одязі, а саме еклектикою. Тобто, еклектика – це стиль, який поєднує декілька стилістичних напрямів .

Своє коріння стиль «еклектика» бере від середини 19 століття, коли поєднання різних стильових рішень почали з'являтися в архітектурі та дизайні інтер'єрів. Як не дивно, але покоління того часу сприймало такі стильові суміші недоброзичливо, вважаючи це несмаком. Саме тому, еклектичний стиль взяли до уваги ті народні маси, які не бажали коритися із загальним суспільним устроєм, класикою та набридлими стереотипами. Цей процес відбувався поступово, і вже в середині 20 століття стиль «еклектика» можна було простежити в одязі. [1]

Аналізуючи сучасні колекції провідних столиць світу, можна побачити, що еклектичні прийоми в індустрії моди набирають обертів. Spring 2015 Couture є яскравим тому підтвердженням.

Постановка завдання. За допомогою методу комбінаторики було виявлено принципи створення нових образів в еклектиці. Ці принципи послуговували для формування певних схем формоутворення нових моделей, які свідчать про те, що комбінування різних елементів одягу або елементів костюму мають нескінченні варіації, що служить невичерпним джерелом натхнення. Більше того, еклектика припускає принцип «суміщати несумісне» без певних обмежень, але враховуючи закони композиції і гармонії.

Результати дослідження. У 20 столітті відбулось те, що вважалося неможливим. Не дизайнери зі своїми колекціями трактували, що носити людям, а люди дизайнерам. Вулична мода почала захоплювати все більші і більші маси, тому дизайнерам не залишалось нічого іншого, як перенести вуличну моду на подіуми.

Можна сміливо стверджувати, що стильовий напрям “кежуал” є яскравою матеріалізацією еклектики в одязі. Як підтвердження, слово «casual» перекладається з англійської мови як «випадковий». Цей стиль дозволяє поєднувати речі різні за стилем, формуючи свій гардероб на основі власних вподобань і смаків, а не за модними трендами. За цих умов цей стиль є актуальним і в наші часи. Крім цього, з’явилося декілька його напрямів: «Smart casual», «Street casual», «Sport casual». Кожний з них являє собою полегшений, комфортний, повсякденний одяг для офісу, прогулянок, а також для молоді і тих, хто багато подорожує. [2]

Але, якщо костюм є багатокомпонентним, то цей метод має припускати наявність хоча б одного сполучуваного елемента у різностильовому наборі. Це може бути форма, фактурне або декоративне оформлення, колорит, змістовий чинник. [3]

Враховуючи теорію композиції та закони гармонійності, головними принципами створення нових моделей одягу на основі наведених схем є: поєднування непоєднуваного, гармонійне колористичне рішення, прийоми контрастів та нюансів, пропорційна врівноваженість значення кожного із задіяних стилів, змістовий чинник, доцільне поєднання різних фактур, декорування тощо. Також, не слід забувати про правило трикомпонентності та позначення композиційного центру (центрів).

Першими, хто почав використовувати еклектику в одязі були хіпі. Їх філософія та концепція життя вимагала певного вираження своїх поглядів в одязі. «Діти квітів» виступали за мир в усьому світі і вираження любові до нього. Яскраві кольори в одязі сильно виділялись на фоні загальної маси. В їхньому випадку еклектика стала своєрідним інструментом протесту суспільним стереотипам, способу життя та мисленню, які вважали еклектику проявом несмаку та інакодумства, і цей стиль надав течії хіпі епатажності. Оригінальність, практичність та невичерпне комбінування елементів одягу зробило цей стиль актуальним. Тепер можна було сміливо поєднувати шкіру та шовк, жакети та джинси, ніжність та агресивність.

Еклектику в одязі хіпі виражали через поєднання непоєднаних речей, змішування у гардеробі різних етнічних образів, міксування рослинних орнаментів з геометричними, а також використання у своєму гардеробі речей з блошиних ринків та секонд-хендів, які апріорно продавали речі з різними стилістичними забарвленнями.

Цей стиль припав до душі багатьом музикантам того часу. Так, Джон Леннон ввів у моду хіпі прямий пробір, білий колір, а також круглі окуляри у дротовій оправі. Більше того,

еклектика дала початок іншим стильовим напрямам, таким як “кежуал” (casual), “етно” (ethno), “фьюжн” (fusion). [1]

В гардеробі хіпі можна було зустріти індійські сарі, індіанські пончо, циганські довгі спідниці, африканські прикраси, крупно в’язані светри та кардигани, а також спортивний одяг (кеди, майки, футболки). Всі ці речі просто і сміливо комбінувались, створюючи цікаві еклектичні рішення у поєднанні не лише стильових напрямів, а й різних фактур, тканин, оздоблень.

Журналістка OrientalCat у своїй статті «Стиль хіпі в одязі» звертає увагу на те, що саме хіпі винайшли фасон джинсів-кльош. Клин внизу штанини з’явився завдяки тому, що малі за розміром джинси розрізали по боковому шву і вставляли клин з квітастої тканини, що розширювало об’єм і додавало ефектності. Такі штани сміливо комбінували із замшевими куртками і жилетами з бахромою, які нагадували одяг американських індіанців, або яскравими футболками, які були розмальовані в техніці «тай-дай».[4]

Така спрямованість на еклектику в одязі призвела, до розвитку цього стилю в костюмі. Хіпі стали яскравим прикладом того, що еклектика надає гардеробу більшої виразності, особливості та індивідуальності, є невичерпним джерелом образних експериментів та нової, оригінальної естетики.

Еклектика супроводжувала стилі вісімдесятих років XX століття. В цей період змішались жіночність і мужність, утворивши стиль «унісекс», мілітаризм жіночих костюмів поєднали з романтичністю, а рок “приправили” гламуром.

Однією з ікон стилю цього десятиріччя була Мадонна. Вона відома частою зміною образів, що виражається у її сценічних костюмах та зачісках. Один з її образів тих часів поєднував у собі стиль панків з домішкою віяння сексуальної революції, а також релігійної тематики, де хрести були частиною її костюма. Такий еклектизм став для неї візитівкою її сценічного образу, а аксесуари у вигляді хрестів вона використовує донині.

Іншою іконою стилю вісімдесятих років був король популярної музики Майкл Джексон. Свій індивідуальний стильний імідж він створював довгі роки, і в його основу був покладений стиль мілітарі, який він поєднав з гламуром, роком, і частково класикою. Його сценічні піджаки могли бути повністю прикрашені блискучими стразами, а білу сорочку він доповнював чорними шкіряними ремінцями на рукавах, що додавало екстравагантності. Поєднати стиль мілітарі і гламур запропонував Джексону американський дизайнер Білл Уіттен, який створив для Майкла його найзнаменитіші піджаки червоного та синього кольорів. Червоний піджак у стилі мілітарі був прикрашений блискітками та золотистими еполетами. В ньому співак був на церемонії American Music Awards в 1984 році. Після цього Біллом був створений ще більш вражаючий піджак синього кольору, також у стилі мілітарі, прикрашений блискітками. Цей піджак Майкл одягав на вручення премії Греммі, відкритті його іменної зірки на Алеї слави, а також при зустрічі з президентом Америки Рональдом Рейганом. [5]

Окрім музичних діячів, еклектику у свій гардероб додали і представники політичної сфери. Так, Маргарет Тетчер, яка славилась своєю консервативністю, впродовж усього свого життя була вірна своєму стилю, який виражався у костюмах, де жакет мав акцентовану лінію плечей, а спідниця була пряма і довжиною нижче колін. Такі суґубо ділові костюми міссіс Тетчер любила доповнювати романтичними бантами на блузках, які зав’язувались на шиї.

Такий акцент додавав її образу жіночності і м'якості. Це зайвий раз довело, що еклектизм не є прерогативою несмаку, а навпаки, може додати образу нових значень.

Більш яскраві поєднання романтизму і ділового стилю можна помітити у вбраннях принцеси Діани. Наприклад, на Канському кінофестивалі у Франції в 1987 році принцеса була одягнена в сукню в діагональну чорно-білу смужку, низ якої був оздоблений пишними, романтичними воланами, поверх якої вона одягнула білий двобортний жакет класичного крою.

Також леді Ді доповнювала класичний діловий стиль комірами-шальями, бантами, рукавами-ліхтариками, пишними спідницями та жіночними капелюшками.

Принцеса не боялась використовувати у своєму гардеробі еклектику, оскільки не мала намір слідувати всім монархічним канонам та традиціям у виборі одягу, адже її образ базувався на наближенні принцеси до народу, який не мав змоги і бажання притримуватись чистих стилів.

Образи і наряди принцеси Діани стали натхненням для багатьох дизайнерів, і створили романтичний напрям культури вісімдесятих років XX століття.

На тронну, або монархічну моду звернула увагу британський дизайнер Вів'єн Вествуд. У вісімдесятих роках її власний бутік, названий в її честь, представляв моделі, які поєднували у собі елементи історичного костюму і сучасних модних стильових тенденцій. Вона ввела в моду пишні спідниці і силует «пісочний годинник».

Наприклад, у її колекції «Buffalo Girls» 1982 року дизайнер сміливо поєднала довгі і пишні спідниці з капюшонами спортивного типу, а також форму історичного жіночого взуття з сукнею сучасної в'язки.

Різноманітність модних трендів дифузно впливала на мейнстрім, який створював з них нестандартні суміші. Це стало поштовхом для створення нових ідей і концепцій.

Наприкінці цього десятиріччя стрімко почала розвиватись концепція постмодерну, яка найповніше проявилась у дев'яностих роках.

Постмодерністи підтримували індивідуальний вибір на противагу традиційності, відкриваючи естетичність у повсякденному житті, яке позиціонувалось як естетичне або культурне явище.

Одним із головних векторів розвитку суспільного життя дев'яностих років стала еклектика, яка була спрямована на відображення дійсності у виборі одягу народними масами, створення нової естетики, пошуку найвдаліших поєднань різних стилів.

Така концепція привела до того, що дизайнери епохи постмодерну почали активніше змішувати різні стилі, інколи ризикуючи опинитись на грані несмаку.

Одним із дизайнерів дев'яностих років, який почав сміливо використовувати еклектику у своїх колекціях, був Жан-Поль Готьє.

При створенні своїх моделей він почав звертатись до матеріалів, які вважались непристойними, а тому й недоречними в дизайні одягу. До таких матеріалів відносились гума, лакована та звичайна шкіра.

Так, на показі своєї колекції у 1998 році, Готьє продемонстрував публіці вечірню сукню, яку описано так: «поєднання непоєднуваного: тканина «камуфляж» в моделі вечірньої сукні, сильно декорованої вишивкою, стразами, бусинами і бісером.» [5]

Такі сміливі поєднання призвели до подальшої демократизації моди, а модні тенденції поступились індивідуальному смаку.

Технологічний розвиток дев'яностих років подарував світу нові текстильні ресурси, які поєднували різні за складом та щільністю матеріали, або були двошаровими, поєднуючи хутро і джинс, вельвет і плащову тканину. [5]

Таким чином, дифузність стилів почала відображатись у колекціях інших дизайнерів.

Доменіко Дольче і Стефано Габбана також не оминули увагою еkleктику, яка отримала чудові втілення у поєднанні рваних джинсів і класичних жакетів, штучних нашивних камінців і трикотажу, мережива і хутра.

Одним з найулюбленіших нетрадиційних матеріалів, який, здавалось би, важко з чимось поєднати, став грубий льон, який дуже нагадував мішковину. Так, на показі Spring Summer 1992 дизайнери представили коктейльну сукню з такого льону, оздоблену шрифтовими принтами і червоними стразами, яку демонструвала супермодель Сінді Кроуфорд. Ця сукня була доповнена чорними щільними панчолами і довгими чорними рукавицями.

Цей матеріал повторно був використаний дизайнерами на показі Spring Summer 2013 на Модному тижні в Мілані, де моделі дефілювали у спідницях і сарафанах "під мішковину".

Окрім модних показів, Доменіко і Стефано звернулись до стилю еkleктики, розроблюючи сценічні костюми для світового турне Мадонни у 1993 році. Еkleктика стала чудовим і невичерпним джерелом натхнення для дизайнерів, адже для виступів співачки треба було створити півтори тисячі костюмів.

Так, один зі сценічних образів Мадонни поєднав у собі спортивний стиль і циганську етніку. На співачці красувались квітчаста укорочена блуза з широкими рукавами, які розлітались при кожному русі її рук, і велюрові сині штани спортивного типу, які сильно обтягували стегна і були розширені до низу.

Візитною карткою бренду також стали звірині принти, які були представлені у їхній легендарній колекції «Animal Prints» у 1996 році. В ній можна було побачити сміливе поєднання класичних жіночих плащів зі звіриними текстурами під шкіру леопарда і тигра. Цей хід Доменіко і Стефано використовують у своїх колекціях ще не один раз, і його позичатимуть багато інших дизайнерів. [6]

Дольче і Габбана - яскраві приклади того, як можна сміливо і ефектно поєднувати різнофактурні матеріали і різнохарактерні орнаменти й принти.

Отже, технологічний прогрес у текстильній промисловості, незупинний розвиток нових стилів і модних тенденцій, домінування індивідуального вибору, а також вплив субкультурних течій і відомих діячів і дизайнерів стали потужним і родючим підґрунтям для процвітання еkleктики в костюмі.

У ХХІ столітті еkleктика стала невід'ємною частиною колекцій багатьох модних дизайнерів, зокрема, «...серед відомих Кутюрє кінця ХХ століття, що створюють колекції Високої моди, ушляхетнюючи принципи кітчю, необхідно назвати В. Вествуд, Ж.-П. Готьє, Т. Мюглера, а також Дж. Гальяно та А. МакКвіна». [3] Еkleктика глибоко вкоренилась в якості нескінченного джерела натхнення, завойовуючи все більше і більше прихильників, позбувшись статусу несмаку, даремного осуду і висміювань.

Прихильність до еkleктики виражали не лише світові дизайнери і музиканти, а також зірки кінематографу. Відома акторка Анжеліна Джо́лі, яка славилась бунтівним духом в молоді роки, надавала перевагу речам, які виражали її агресивну сексуальність. Її улюбленим матеріалом у одязі стала чорна шкіра. В її костюмах можна побачити сміливі та екстравагантні поєднання шкіряних спідниць чи брюк з класичними жіночими сорочками, або шкіряні жакети в ансамблі з діловими спідницями.

Не один раз акторка надавала перевагу вечірнім сукням, виготовленим з чорної шкіри, у поєднанні з чорним шифоном. Наприклад, одна з таких суконь була на Анжеліні для виходу на Червону доріжку у 2007 році.

Окрім реального життя, еkleктику в гардеробі акторки можна помітити у її образах у фільмі «Лара Крофт». Опираючись на образ заможної, аристократичної, ерудованої найманки, яка досконало володіла мистецтвом бою, чудово зналася на зброї і всесвітній історії, стилісти комбінували такі стильові напрями як мілітарі, класику, спорт, з нотами сексуальності та аристократичності, розбавляючи це елементами костюмів різних культурних спадщин.

Вплив еkleктики позначився на образах однієї з найстильніших жінок ХХІ століття, а саме Вікторії Бекхем.

У 2003 році на врученні нагород «Гордість Великобританії», вона була одягнена у класичний, білий, брючний костюм, який вона поєднала з кокетливими рожевими підборами і яскравими прикрасами на шиї, які нагадували східний стиль. В повсякденному житті Вікторія поєднала зручні джинси і спортивну кофту з романтичними босоніжками на тонкій шпильці.

Еkleктика невпинно породжувала втілювати все нові і нові поєднання. В повсякденному житті люди стали сміливо одягати водночас джинси і класичний жакет, романтичні мереживні топи і спортивний одяг, суміщати трикотаж і в'язані светри з шифоном, атласом, шовком.

Надихаючись випадковими трендами еkleктики мейнстріму, і перероджуючись в горнилі високої моди, невпинно розвивалась легка промисловість.

Текстильні фабрики стали виготовляти такі тканини, які розширили межі творчого пошуку і експериментів. Наприклад, штучна шкіра набула еластичності, за рахунок розміщення характерної фактури на трикотажній основі; ворсинки велюру легко напилювались на шифон, гіпюр, костюмні тканини; набував популярності в якості матеріалу для одягу та аксесуарів силікон і вініл.

Наприклад, такі модні будинки як Valentino, Nina Ricci, Emilio Pucci, Versus використали вініл для створення прозорих плащів, які мають класичний крій. В свою чергу, Valentino, Burberry та багато інших модних брендів випустили серію вінілових і пластикових сумок. Такі матеріали надають класичним і гламурним речам спортивної і футуристичної суміші.

Окрім сфери високої моди еkleктика активно займає позиції у середовищі одягу середнього класу. Утилітарні і бюджетні бренди, такі як Zara, New Yorker, Bershka, Stradivarius, Pull&Bear пропонують споживачу такий асортимент одягу, який міг би підійти для спорту, повсякденного життя, ділових і світських зустрічей, вечірніх виходів. Уміщуючи у кожній своїй колекції одяг для різноцільового призначення, вони автоматично пропонують

споживачу поєднувати такий одяг між собою в рамках заданої колекції, натякаючи на актуальність і доцільність еkleктики.

Таким чином, у випадкову еkleктику мейнстріму, в той же самий мейнстрім вливається та ж сама еkleктика, яка вже підкоректована і «модно» спрямована популярним магазином.

Враховуючи те, що еkleктика на модні подіуми прийшла з вуличної моди, а потім, за принципом ліфта, пройшла фільтрацію, починаючи з кухні високої моди і закінчуючи бюджетними і масовими брендами, вона робить своєрідне коло, відроджуючись вже в якості повноцінного стилю, а не ряду випадкових поєднань.

Тим не менш, вулична мода і сьогодні задає тон взірцевих прикладів хорошого смаку і цікавих поєднань одягу, але тепер в якості матеріалу для стильових експериментів виступають речі відомих брендів і модних Будинків.

Одним з найяскравіших “трендсетерів” сучасності є стиліст Тейлор Томасі Хілл, яка стала улюбленицею нью-йоркських вуличних фотографів. Кожен новий “лук” у її виконанні не залишає байдужим, і цитування різних стилів в одному образі є основою формування її гардеробу для нового дня. Вона сміливо поєднує романтизм і спорт, брутальність і класику, ретро і футуризм. Вуличний мікс з відомих брендів у її виконанні виглядає сміливо, свіжо і ефектно. [7] Так, на ній можна побачити спортивний трикотажний жилет для гольфа, поєднаний зі спідницею в дусі “мілітарі”, оздобленою тафтою; або великий грубий светр синього кольору, одягнений з легкою спідницею з рисунком “у сердечко” і спортивні кеди (рис. 1).

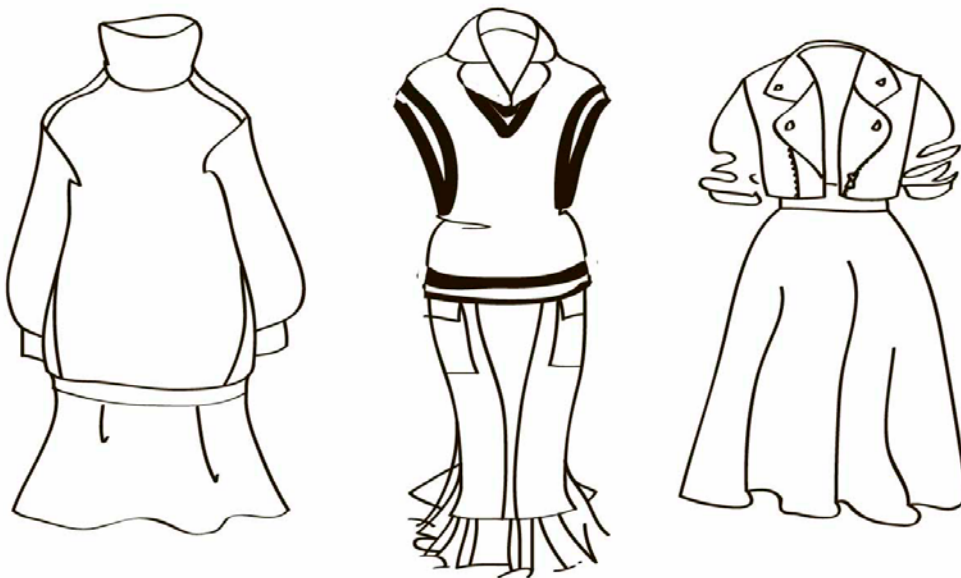


Рис. 1. Приклади образів Тейлор Томасі Хілл

Ще одним законодавцем брендової вуличної моди є модний консультант і московський журналіст Мирослава Дума. Як і Тейлор, вона полюбляє поєднувати в одному образі трикотажні спортивні светри з вечірніми сукнями, російські військові шапки-вушанки з романтичним вбранням, класичні костюми з гламурними топами.

Розвиток фотографії та мережевої комунікації призвів до швидкого обміну інформацією у всіх сферах людської діяльності, в тому числі і моді, що сьогодні відображується у електронних варіантах відомих журналів і модних форумах. Але найбільше це простежується у новоявленій особі блогера, в його іменному блозі.

Одним з найпопулярніших є блог модного редактора з Норвегії Хедвіг Опшауг, яка назвала його «Полярне сяйво», надихаючись атмосферою своєї рідної країни. Незважаючи на те, що її одяг витриманий в тренді мінімалізму, еkleктика все одно не оминає її образи. Стриману геометричну спідницю вона може одягнути з м'яким і пластичним светром і кросівками, джинсові шорти поєднати з картатою сорочкою в дусі кантрі і гламурними підборами, а джинсовий комбінезон в дусі «фермерського стилю» з рокерською курткою.

Серед українських блогерів, які шанують еkleктику, можна виділити Уму, яка підписує себе Umka Estebanovna. Її образи епатажні, шалені й інколи дикі, але в цілому це все перетворюється в оригінальну еkleктику, приправлену нотами кітчю. Так, вона сміливо одягає сукню у «колгоспному стилі» зі спортивним шкіряним жакетом, або одягає під діловий осінній плащ літні авангардні підбори.

Оскільки еkleктика являє собою невичерпне джерело натхнення для створення нових образів та конструкцій, вона стала невід'ємною частиною у модних колекціях за останній сезон у багатьох сучасних дизайнерів.

Оглядаючи матеріали «defile de press» колекцій Spring 2015 Couture, можна побачити, що елементи еkleктики і на далі присутні в колекціях багатьох кутюр'є.

Наприклад, Модний Будинок Bouchra Jagger у своїх моделях вдало поєднує класичний стиль з роком. Класичні твідові тканини проявляють себе доволі узгоджено у поєднанні з агресивним лаком, додаючи ноти консерватизму та стриманості. Такий одяг підійде як для прихильниць року, так і для студенток, або жінок, які, незважаючи на ділові справи, також не забувають про свою індивідуальність та стиль. [8]

Неймовірно елегантне поєднання японського духу, тонкості і стриманості разом з європейською класикою та гламуром можна побачити у колекції Armani Prive Spring 2015 Couture (рис.2). Таким чином еkleктика як стильовий напрям не перестає набувати модних значень і задавати нові тренди як у світі високої моди, так і серед народних мас і усіх проміжних соціальних модних течій та груп хоча б у найменшому своєму прояві.



Рис. 2. Зразки моделей одягу Armani Prive Spring 2015 Couture

Висновки. Таким чином, сьогодні роль еkleктики в індустрії моди можна відзначити як вкорінене і потужне джерело натхнення. Вона є невичерпним джерелом для створення нових костюмних рішень і стильових течій. На основі проведених досліджень представлено кілька варіантів прийомів еkleктики в костюмі як приклад для подальшого новоформоутворення в інших варіантах.

Нині еkleктика набуває все більшої актуальності, і, можна сказати, стає домінуючим стильовим напрямом в сучасній індустрії моди. У подальшому еkleктика, без сумнівів, залишатиметься багатим творчим джерелом, що подарує світу нові стильові напрямки та костюмні рішення.

Список використаних джерел

1. Отличительные черты еkleктики как стиля [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://fashionologia.ru/moda-i-stil/stil-eklektika-v-odezhde.html>.
2. Стиль casual (кежуал) — мода без правил [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://fashionologia.ru/casual.html>.
3. Чупріна Н. В. Еkleктизм як засіб формування модних тенденцій в сучасній індустрії моди / Н. В. Чупріна, Т. М. Остапенко // Вісник ХДАДМ. – 2014. – № 2. - С. 51-55.
4. Стиль хіппі в одязі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://stylish.ru/2011/03/02/stil-xippi-v-odezhde/>.
5. Использование еkleктики и стиля фьюжн в одязі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.irbis.vogu.ru/repos/12032/HTML/105.htm>.
6. Dolce & Gabbana [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://wiki.wildberries.ru/brands/dolcegabanna>.
7. Уличная мода: стиль Тейлор Тамаси Хилл [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://modagid.ru/articles/4242>.
8. Spring 2015 Couture [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.style.com/fashion-shows/spring-2015-couture>.

ЕКЛЕКТИКА ЯК ФОРМИРУЮЩИЙ ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ НОВИХ МОДЕЛЕЙ ОДЕЖДЫ ЭКЛЕКТИКА КАК В СОВРЕМЕННОЙ ИНДУСТРИИ МОДЫ

ЧУПРИНА Н. В., ЯЦЕНКО Н.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование исторических этапов формирования эклектичного стиля в костюме, материализация эклектизма в новых сочетаниях одежды, а также обзор эклектичного стиля в творчестве известных дизайнеров и известных деятелей культурной и политической жизни.

Методика. На основе ретроспективного анализа культурно-социальных факторов возникновения эклектики, предложенный сценарий развития эклектики с момента ее формирования как стиля в одежде, и ее эволюция до наших дней.

Результаты. В ходе исследования формирования стиля эклектики и его влияния на современную индустрию моды, рассмотрено творчество многих модных дизайнеров, исследованы социально-культурные условия, которые стали предпосылкой развития эклектики и сформировано определенное хронологическое развитие этого стиля в виде обзора нескольких десятилетий и до нашего времени включительно.

Научная новизна. Был проведен анализ развития эклектики как стиля в одежде, и отмечено ключевые моменты его становления и распространения.

Практическая значимость. Доказано, что именно послужило причиной возникновения эклектики в развитии костюма, а также каким образом эклектика влияет на состояние современной индустрии моды.

Ключевые слова: эклектика, кэжуал, мода, дизайн модной одежды, стиль, индустрия моды, одежда.

ECLECTICISM AS A FORMING PRINCIPLE OF CREATION OF NEW MODELS OF CLOTHING IN MODERN FASHION INDUSTRY

CHOUPRINA N. V., YATSENKO N. V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The study of historical stages of forming an eclectic style, materialization of eclecticism in new combinations of clothing, and eclectic style review in the creations of famous designers and figures of cultural and political life.

Methodology. It's on the base of a retrospective analysis of cultural and social factors of eclectic, proposal scenario of eclectic since its formation as a style of clothing and its evolution to the present day.

Findings. During the exploration of the formation of eclectic style and its impact on modern fashion industry, the work of many fashion designers was considered, and also investigated the social and cultural conditions which became a prerequisite for the development of eclecticism and formed a chronological development of this style in a review of several decades and to this day, inclusive.

Originality. Was conducted an analysis of eclectic as a style of clothing, and observed the key points of its development and distribution.

Practical value. It is proved the cause of the emergence of eclecticism in costume, and how eclectic influences the condition of the fashion industry.

Keywords: eclectic, casual, fashion, fashion design, style, fashion industry, clothes.

УДК 655.366

ЗЕНКІН А.С., БОБРУСЬ О.В

Київський національний університет технологій та дизайну

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ВІД СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАПЕРУ

Мета. Розробка моделей оцінок якості, що характеризують хмарність і виявлення міри впливу хмарності паперу на властивості, що характеризують якість друкарської продукції з розробкою рекомендацій поліграфістам по вибору паперу для оцінки характеристик якості паперу для поліграфічних виробництв.

Методика. Було досліджено папір з метою оцінки його хмарності. Розроблено програмно-алгоритмічного забезпечення для оцінки міри коливань параметрів, що характеризують якість друкарської продукції.

Результати. Розроблений алгоритм для оцінки якості паперу дозволяє провести аналіз його основних властивостей та визначати його придатність до використання для друку.

Наукова новизна. Розроблені рекомендації про використання паперу, що характеризуються кількісними оцінками властивостей: оптичної щільності, білизни, фарбосприяття, контрасту, розтиску для друку на ньому конкретної продукції: текстові видання, ділова графіка, високохудожні видання і рекламна продукція.

Практична значимість. Проведені експериментальні дослідження виявили найбільш ефективний параметр, що характеризує хмарність паперу, а саме, індекс формування. Отримані моделі, і допустимі межі коливання властивостей паперу, лягли в основу кількісних оцінок якості паперу для її рекомендації до використання для конкретної друкарської продукції.

Ключові слова: хмарність паперу, індекс формування, поліграфічна продукція.

Вступ. У сучасних умовах ринкової економіки розвиток целюлозно-паперової і поліграфічної галузей промисловості диктується двома обставинами: з одного боку збільшення асортименту і різноманітність форматів паперової і поліграфічної промисловості, а з іншого вступ України у ВТО, що висуває певні вимоги до якості продукції, що виробляється, в цих галузях. Згідно таких умов потрібно об'єднання зусиль підприємств целюлозно-паперовій і поліграфічній промисловості для розробки загальних вимог з метою оптимального узгодження параметрів якості продукції для різних сфер її застосування. При цьому необхідно враховувати сучасні технології і устаткування, якість хімікатів і фарб [1, 3].

Нині раціональне використання паперу в друкарському процесі неможливо без урахування його друкарських властивостей. Папір грає визначальну роль в якості друкарської продукції. Без знання друкарських властивостей паперу складно отримати якісний відбиток.

Постановка завдання. Розробити модель оцінки якості, що характеризує хмарність та виявлення міри впливу хмарності паперу на властивості друкованої поліграфічної продукції.

Результати досліджень. Папір – найважливіший поліграфічний матеріал, який відповідає різноманітним вимогам, що пред'являються до таких матеріалів. Правильний

вибір паперу за його властивостями дозволяє отримати необхідну якість конкретної поліграфічної продукції [2].

Відомо, що просвіт паперу характеризує міру однорідності його структури, тобто міру рівномірності розподілу в ньому волокон. Про просвіт судять по спостереженню світла, що проходить через папір. Хмарність паперу, тобто наявність в ньому світлих і темних місць, свідчить про недостатньо рівномірне розташування в папері волокон і нерівномірності їх товщини [4].

Однорідність просвіту – одна з найбільш значимих споживчих характеристик паперу. Папір з незадовільним просвітом відрізняється невисокими естетичними показниками, поганими друкарськими властивостями і при зволоженні стає хвилястим. Рівномірність просвіту паперового полотна обумовлюється цілим рядом чинників, опис яких і механізм взаємодії розкриті ще далеко не повністю. До них слід віднести міру і характер помолу волокнистої маси, наявність або відсутність в масі наповнюючих і проклеюючих речовин, величину концентрації маси, що поступає на сітку папероробної машини, постійність цієї концентрації, швидкість вступу маси на сітку, відносно швидкості самої сітки, умови трясіння на сітковому столі, температуру паперової маси при її вступі на сітку, рН середовища при відливі паперу, конструктивні особливості сіткового столу папероробної машини [2, 5].

Хмарність є однією з можливих причин дефектів друку. Всі параметри, що характеризують якість просвіту паперу можна поділити на три групи:

- параметри розподілу яскравості зразка відносно середнього значення;
- геометричні параметри неоднорідностей;
- параметри, що характеризують нерівномірність розподілу маси в зразку.

До першої групи відносяться:

- світлопроникність зразка;
- індекс формування;
- середньоквадратичне відхилення яскравості усіх точок зразка від середнього значення;
- коефіцієнт варіації.

Світлопроникність розраховується як відношення середнього значення яскравості, що пройшло через зразок світла до яскравості світла, що падає на зразок (1):

$$T = \frac{1}{\Phi} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot 100\%, \quad (1)$$

де Φ_i – значення яскравості світла, що пройшло через точку зразка;

n – кількість оброблюваних точок; Φ – яскравість світла, що падає на зразок.

Як правило, великим значенням маси квадратного метра паперу відповідає менше значення світлопроникності.

Середньоквадратичне відхилення яскравості усіх точок зразка від середнього значення, визначається за виразом (2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Phi_i - \Phi_{cp})^2}, \quad (2)$$

де $\Phi_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Phi_i$.

Наочною ілюстрацією якості просвіту паперу є гістограма розподілу яскравості (рис. 1). На даній гістограмі по осі абсцис відкладені значення яскравості. А по осі ординат процентне значення кількості точок, що мають цю яскравість. Більш висока і вузька гістограма відповідає кращому просвіту [3, 5].

Індекс формування (параметр Кажаані), визначається за формулою (3):

$$I = \frac{N_c}{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}, \quad (3)$$

де N_c – число точок (елементів) зразка паперу, що мають яскравість, рівну Φ_{cp} – середньоарифметичній яскравості усіх точок; $\Phi_{\max}$ і $\Phi_{\min}$ – відповідно максимальне і мінімальне значення яскравостей точок зразка паперу.

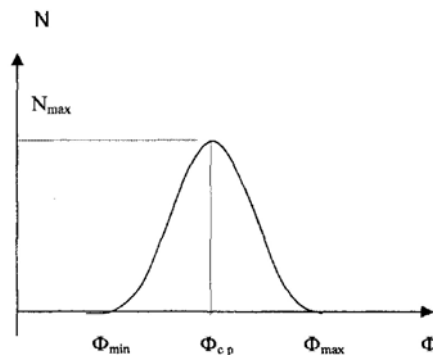


Рис. 1. Гістограма розподілу яскравості паперу

До геометричних параметрів відносяться:

- середні розміри неоднорідностей в подовжньому напрямі;
- середні розміри неоднорідностей в поперечному напрямі;
- анізотропія.

Розрахунок геометричних параметрів представлений на рис. 2. На рисунку показаний розподіл світлового потоку того, що пройшов через зразок вздовж вибраної лінії. Лінії сканування вибираються в подовжньому і поперечному напрямках. Середні розміри неоднорідностей в подовжньому і поперечному напрямі визначаються по одній і тій же формулі, відмінність полягає у напрямі сканування (4):

$$I_{\text{повзд.}}, I_{\text{попереч.}} = \frac{2L}{N}, \quad (4)$$

де, $I_{\text{повзд.}}, I_{\text{попереч.}}$ – середні розміри неоднорідностей;

L – довжина лінії сканування;

N – кількість перетинів графіку світлового потоку з його середнім значенням.

Анізотропія визначається як відношення середніх довжин неоднорідностей в подовжньому і поперечних напрямках (5):

$$A = \frac{I_{\text{повзд.}}}{I_{\text{попереч.}}}, \quad (5)$$

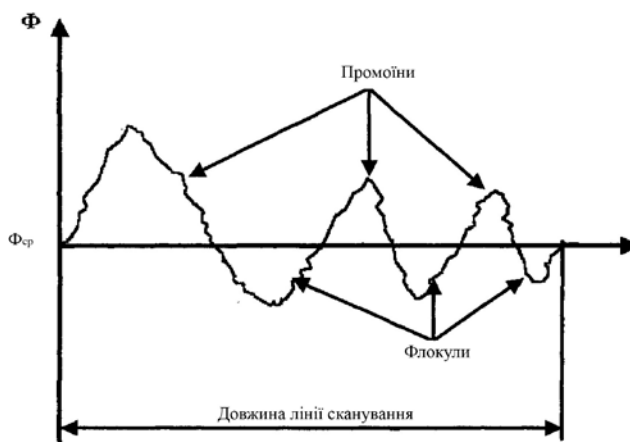


Рис. 2. Розподіл світлового потоку, який пройшов через зразок вздовж вибраної лінії

Папір представляється як плоский лист, на обох поверхнях якого розташовані пагорби (флокули) і ями (промоїни). Розраховується (у відносних одиницях) сумарний об'єм усіх флокул і усіх промоїн. Перша величина визначається як надлишок маси в зразку, друга – недолік маси в зразку. Їх сума називається нерівномірністю розподілу маси. Чим вище значення цих параметрів, тим гірше якість просвіту [1, 2, 5].

Багато поліграфічних підприємств не мають спеціальних приладів, що оцінюють хмарність паперу. Але кожна з них повинна бути забезпечена денситометром. Ґрунтуючись на цьому, нами був розроблений алгоритм (рис. 3) для розсортовування паперу по різних видах друкарської продукції, який включає основні параметри (оптична щільність, розтаскування, фарбосприяття і контраст), що характеризують якість друку, на який робить вплив хмарність паперу. Зрозуміло, що друкувати текстові видання можна практично на будь-якому папері, тоді як високохудожні видання, рекламну продукцію і ділову графіку необхідно друкувати на папері, який не виходить за допустимі межі однорідності [4].

Алгоритм містить:

1. Вхідні дані – це виміри оптичної щільності D в полі з суцільним барвистим шаром (100%) розміром $100 \times 100 \text{ мм}^2$; виміри оптичної щільності на межі полів з суцільним барвистим шаром і на полі з відносною площею друкарського елементу 80% (D_k і D_{kk}); виміри оптичної щільності в полі з відносною площею друкарського елементу розміром $100 \times 100 \text{ мм}^2$ (D_s).

2. Після виконання вимірів, тобто набору масиву даних, робиться визначення максимальної і мінімальної оптичної щільності, а потім визначення коливань оптичної щільності на зразку паперу.

3. Визначення максимального значення контрасту на межі полів з суцільним барвистим шаром (100%) і з відносною площею друкування 80% – K_{max} .

4. Обчислення коливань контрасту на межі полів з суцільним барвистим шаром (100%) і з відносною площею запечатування 80% – dK .
5. Знаходження максимального значення розтиску ($Sr_{\max}$).
6. Набуття мінімального значення розтиску ($Sr_{\min}$).
7. Визначення коливань розтиску (dSr).
8. Розрахунок максимального значення фарбосприяття ($dS_{\max}$).
9. Знаходження мінімального значення фарбосприяття ($dS_{\min}$).
10. Отримання коливань фарбосприяття на друкованому зразку паперу (dS).
11. Умова відбору паперу по видах друкарської продукції ґрунтується на вимоги, що пред'являються, до коливань таких параметрів як оптична щільність на полі з суцільним барвистим шаром; коливанню контрасту на межі полів з суцільним барвистим шаром (300%) і з відносною площею запечатування 80% – dK ; коливанню розтиску і фарбосприяття.
12. Якщо умови виконуються, то цей папір можна використати для високохудожніх видань, рекламної продукції, ділової графіки.
13. Якщо умови не виконуються, то цей папір можна використати тільки для текстових видань.

Цей алгоритм відображає послідовність вимірів і обчислень для визначення відповідності цього паперу необхідним вимогам по однорідності паперу. У разі невідповідності хоч би одного з параметрів вимогам, папір можна використати тільки для текстових видань.

Висновки. Виконаний порівняльний аналіз найчастіше використовуваних характеристик, що визначають неоднорідність паперу. На основі значних експериментальних вибірок розроблені моделі, що зв'язують параметри утворення пластівців паперу з якістю друку. Проведені експериментальні дослідження виявили найбільш ефективний параметр, що характеризує хмарність паперу, а саме, індекс формування. Отримані моделі, і допустимі межі коливання властивостей паперу, лягли в основу кількісних оцінок якості паперу для її рекомендації до використання для конкретної друкарської продукції.

Список використаних джерел

1. Вайсман Л. М. Структура бумаги и методы ее контроля / Л. М. Вайсман. – М. : Лесная промышленность, 1973. – 256 с.
2. Камышев А. С. Контроль качества печатной продукции / А. С. Камышев // Computer Art. – 2002. – № 7. – С. 31.
3. Назаркевич Л. И. Количественные методы оценки качества технологического процесса и печатной продукции / Л. И. Назаркевич. – М. : Книга, 1982. – 85 с.
4. Телицын А. М. Метрология и технологические измерения в полиграфии. / А. М. Телицын. – М. : Книга, 1991. – 295 с.
5. Фляте Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. – М. : Лесная промышленность, 1986. – 610 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ БУМАГИ

ЗЕНКИН А.С., БОБРУСЬ О.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка моделей оценок качества, которые характеризуют облачность и выявление меры влияния облачности бумаги на свойства, которые характеризуют качество печатной продукции с разработкой рекомендаций полиграфистам по выбору бумаги для оценки характеристик качества бумаги для полиграфических производств.

Методика. Была исследована бумага с целью оценки его облачности. Разработано программно-алгоритмическое обеспечение для оценки меры колебаний параметров, которые характеризуют качество печатной продукции.

Результаты. Разработанный алгоритм для оценки качества бумаги позволяет провести анализ его основных свойств и определять его пригодность к использованию для печати.

Научная новизна. Разработанные рекомендации об использовании бумаги, что характеризуются количественными оценками свойств: оптической плотности, белизны, красковосприятости, контрасту, разжиму для печати на нем конкретной продукции: текстовые издания, деловая графика, высокохудожественные издания и рекламная продукция.

Практическая значимость. Проведенные экспериментальные исследования выявили наиболее эффективный параметр, который характеризует облачность бумаги, а именно, индекс формирования. Полученные модели, и допустимые пределы колебания свойств бумаги, легли в основу количественных оценок качества бумаги для ее рекомендации к использованию для конкретной печатной продукции.

Ключевые слова: облачность бумаги, индекс формирования, полиграфическая продукция.

DETERMINATION OF LEVEL OF QUALITY OF POLYDIENE PRODUCTS FROM CONSUMER PROPERTIES OF PAPER

ZENKIN A., BOBRUS O.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose: Development of models of estimations is qualities, that characterize a cloudiness and exposure of measure of influence of paper cloudiness on properties that characterize quality of the printed products with development of recommending polygraphists on the choice of paper for the estimation of descriptions of paper quality for polydiene productions.

Methodology. A paper was investigational with the purpose of estimation of his cloudiness. The programmatic-algorithmic providing is worked out for the estimation of measure of vibrations of parameters that characterize quality of the printed products.

Results. The worked out algorithm for the estimation of paper quality allows to conduct the analysis of his basic properties and determine his fitness to the use for printing.

Scientific novelty. Worked out recommendations about the use of paper, that are characterized the quantitative estimations of properties: absorbancy, whiteness, contrast, for printing to it to the certain products: text editions, business graphics, highly artistic editions and advertisement products.

Practical meaningfulness. Undertaken experimental studies educed the most effective parameter that characterizes a paper cloudiness, namely, forming index. The got models, and possible limits of oscillation of paper properties, underlay quantitative estimations of paper quality for her recommendation to the use for the certain printed products.

Keywords: paper cloudiness, forming index, polydiene products.

УДК 621.792

ВАСИЛЕНКО І.Ю., ЗЕНКІН А.С.

Київський національний університет технологій та дизайну

ОЦІНКА ЯКОСТІ КЛЕЙОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ МІКРОПРОФІЛЮ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Мета. Встановлення закономірностей протікання процесу в зоні контакту клейових з'єднань при формуванні, когезійному та адгезивному руйнуванні та запропонувати методику розрахунку з'єднань з урахуванням конструктивних і технологічних параметрів.

Методика. Запропоновано методику розрахунку міцності клеєзбірних з'єднань із натягом з урахуванням параметрів шорсткості сполучних поверхонь, товщини клейового прошарку, фізико-механічних характеристик матеріалів спряжуваних деталей, взаємне заглиблення мікропрофілю сполучних деталей.

Результати. Одержанні аналітичні та експериментальні залежності, що дозволяють з урахуванням впливу конструктивних та технологічних параметрів деталей забезпечить підвищення міцності і точності клеєзбірних з'єднань.

Наукова новизна. Теоретично та експериментально обґрунтовано методи конструювання клеєзбірного ріжучого інструмента, використання спеціальних покриттів для підвищення втомлюваної міцності клеєзбірних з'єднань із натягом для підвищення герметизації з'єднання.

Практична значимість. Обґрунтована фізична сутність процесів, що протікають у зоні контакту циліндричних з'єднань із клейовим прошарком, що дало можливість запропонувати функціональні залежності, які дозволяють розрахувати статичну та втомлювану міцність таких з'єднань.

Ключові слова: клей, клеєзбірне з'єднання, статична та втомлювана міцність, мікропрофіль

Вступ. Аналіз вітчизняної і закордонної технічної літератури і виробничого досвіду з урахуванням досягнень передових машинобудівних і приладобудівних підприємств України дозволяє стверджувати, що при виготовленні циліндричних з'єднань, збірного ріжучого інструмента і герметизації нерухомих з'єднань усе ширше використовуються різні клеї і герметики. На жаль, не завжди міцність клеєзбірних з'єднань відповідає сучасним вимогам до машин і механізмів, що працюють при високих швидкостях і навантаженнях [1-4].

Підготовка поверхневого шару деталі під склеювання один з найбільш важливих етапів технологічного процесу складання клейових з'єднань. Від цього етапу залежить змочуваність поверхні клейовим розчином, а, отже, нанесена корисна площа, заповнення мікронерівностей, наявність порожнеч в клейовому шві та інших дефектів з'єднання [2].

У роботах [3-5] є окремі відомості про те, що поєднання термічного складання з'єднань із натягом і клеїв дозволяє одержувати з'єднання високої міцності. Проте, відсутність порівняльних даних із статичної та втомлюваної міцності клеєзбірних з'єднань не дозволяє оцінити можливості та визначити галузі широкого використання цієї технології в машинобудуванні [1,2,4].

Постановка завдання. Обґрунтувати необхідність проведення комплексу теоретичних і експериментальних наукових досліджень в галузі удосконалення розрахунку і технології клеєзбірних з'єднань.

Результати досліджень. Аналізуючи поверхневий шар металевої деталі, виділяють три складових – шорсткість поверхні, напруги в поверхневому шарі, твердість поверхневого шару. Зазначені складові значно впливають на якість складання клейового з'єднання, проте в літературі не зустрічається комплексної оцінки параметрів поверхневого шару при їх впливі на якість клейового з'єднання [2,3,5].

Переважає більшість деталей, які беруть участь у створенні клейового з'єднання пройшли обробку, після якої на їх поверхні залишилася шорсткість типу «піки-западини». Для методів обробки, що залишають таку шорсткість, не характерно пошкодження поверхневого шару, що вимагає дорогої підготовки поверхні перед створенням якісного клейового з'єднання. Виняток становлять лише прецизійні з'єднання і з'єднання, що працюють в умовах високих фізичних або хімічних навантажень [1,5].

Слід зазначити, що питомий вплив параметрів шорсткості на якість клейового з'єднання вивчено недостатньо. Однак можна з упевненістю говорити про деякі тенденції, виявлених емпіричним досвідом застосування клейових складів в машинобудуванні. При дослідженні якості клейового з'єднання, як правило, мова йде про міцності і довговічності. Шорсткість поверхні деталі під склеювання прийнято позначати параметром Ra . Найбільша кількість досліджень присвячено вивченню впливу саме цього параметра на якість з'єднання – середньому арифметичному відхиленню профілю. Можна зробити висновок про те, що, залежно від застосовуваного поєднання клею і субстрату, екстремальне значення міцності в більшості випадків досягається в межах $Ra = 1,6 \dots 2,5$ мкм (в деяких випадках до $Ra = 3,2$ мкм). Такі значення шорсткості дозволяють задовільний змочування поверхні під склеювання. Клейовий розчин добре заповнює мікронерівності і утримується на поверхні з такою шорсткістю. Важливо відзначити, чим вище в'язкість клейового розчину, тим більше допускається величина шорсткості [4].

Проведено критичний аналіз сучасної наукової і технічної вітчизняної і закордонної літератури, присвяченої дослідженню міцності клейових циліндричних з'єднань із натягом і клеєзбірних ріжучих інструментів, який дозволив встановити, що в цілому ряді випадків використання епоксидних клеїв дозволяє не тільки забезпечити достатньо високу, у порівнянні з механічним запресовуванням, експлуатаційну надійність, але і дозволяє значно знизити собівартість їхнього складання. На жаль, в технічній літературі відсутні методичні вказівки з розрахунку таких з'єднань.

Відомо, що втрата міцності з'єднання пов'язана з ростом дефектів у клейовому прошарку, зокрема появи і поширенні тріщин. У роботах [1,2,4] показана можливість підвищення характеристик міцності клеєзбірних циліндричних з'єднань. Підвищення втомлюваної міцності клеєзбірних з'єднань із натягом можна забезпечити за рахунок створення на сполучних поверхнях деталей спеціального мікро- і макропрофілю, а також використання різноманітних методів, що дозволяють підвищити коефіцієнт тертя в зоні контакту сполучних деталей. Проте, існуючи дані окремих досліджень носять суперечливий характер і потребують серйозної аналітичної і експериментальної перевірки.

Аналіз сучасних робіт, присвячених використанню клеїв для складання ріжучого інструмента, показав, що незважаючи на значну кількість досліджень у цій галузі, залишаються відкритими питання, пов'язані з розрахунком конструктивних параметрів клеєзбірних з'єднань та розробкою ефективних методів, що дозволяють підвищити їхню експлуатаційну надійність і довговічність [3,4]

З урахуванням параметрів шорсткості сполучних поверхонь, товщини клейового прошарку, фізико-механічних характеристик матеріалів, взаємного заглиблення мікропрофілю сполучних деталей були отримані залежності, що покладено в основу розрахунку міцності клеєзбірних з'єднань.

Так, зокрема, для розрахунку міцності P з'єднань із натягом для деталей із однорідних матеріалів на підставі теорії взаємодії запропонована наступна залежність (1):

$$P = \frac{\mu(\Delta/2 - h_p)/r \cdot E(1 - e^{\alpha^2 l})}{(1 - \mu^2)(1/A_g + 1/A_a) - 1/A_g(1 - e^{\alpha^2 l})}, \quad (1)$$

де μ , E – коефіцієнт Пуассона і модуль пружності матеріалу деталей; Δ – величина натягу; h_p – розмір заглиблення мікропрофілю; A_g , A_a – площі поперечних перетинів охоплюваної та охоплюючої деталей; r – радіус сполучення.

Як свідчить практичний досвід експлуатації реальних клеєзбірних з'єднань, через концентрацію напруг, пов'язаних із неточністю складання, впливу середовища стадія руйнування (виникнення і розвиток у клейовому прошарку тріщин), починається задовго до вичерпання міцності з'єднання. Тому резерви підвищення міцності і надійності слід шукати в підвищенні тріщиностійкості клейових з'єднань. Зростання тріщини починається, за умови, коли нормальна напруга, що діє перпендикулярно її фронту, досягає критичного значення [1,4,5].

Одним із можливих механізмів, що пояснюють зміну міцності з'єднань в залежності від форми мікронерівностей, зокрема, кута нахилу α , є припущення, що дефекти в клейовому прошарку типу тріщин переважно орієнтуються, розташовуються і концентруються на межі поділу клей-деталь. На рис. 1, а наведено схему напруг, що виникають у клейовому прошарку 2 з'єднань при нормальному відриву і осьовому зсуві сполучних деталей 1, 3 [4].

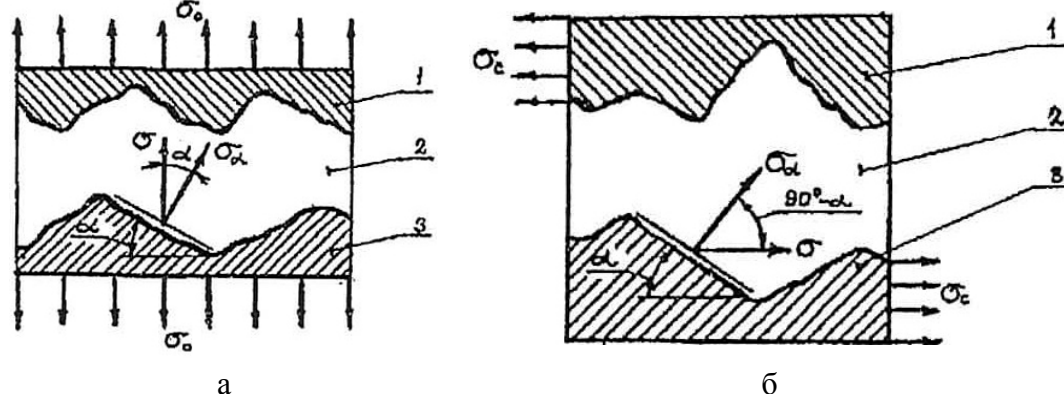


Рис. 2. Схема розподілу напруг у клейовому прошарку 2 при нормальному відриві (а) і осьовому зсуві (б) деталей 1 і 3

Позначимо через α кут нахилу мікронерівностей поверхні, а через σ_0 діючу напругу. Оскільки тріщина поблизу цієї ділянки розташовується паралельно її поверхні, то напруга σ_α діє нормально до її фронту. Усереднена по всіх ділянках поверхні субстрату напруга, що діє по нормалі до фронту тріщини, буде дорівнювати $\sigma \cos^2 \alpha$. Припустимо, що тріщини мають приблизно однаковий розмір, тоді їхнє зростання повинне початися, як тільки величина $\sigma \cos^2 \alpha$ досягне критичного значення, що визначається розміром тріщини. Забезпечення умов, при яких нахил тріщини відносно напрямку розтягуючої напруги зменшується, дає можливість підвищити розмір критичної напруги і, таким чином, підвищити міцність з'єднань. Із запропонованої гіпотези випливає, що міцність клейового з'єднання при нормальному відриві повинна бути обернено пропорційна величині $\cos^2 \alpha$ [3-5].

Аналогічні процеси відбуваються в клейовому з'єднанні при осьовому зсуві деталей (рис. 1, б). При цьому міцність клейового з'єднання буде обернено пропорційна $\sin^2 \alpha$.

Проте, як показали дослідження, створення навіть оптимальної форми мікронерівностей не забезпечує повного гальмування тріщини. Тому для з'єднань із натягом в роботі розглянута можливість використання для вирішення цієї задачі переривчастої структури клейового прошарку [3].

Передбачається, що макрорельєф у вигляді окремих, не пов'язаних між собою, ділянок дозволить забезпечити по довжині склеювання розподіл клейового шва на окремі ізольовані зони, що, очевидно, буде перешкоджати поширенню тріщини, яка виникає в зоні концентрації напруг у клейовому шві. Аналітичні дослідження показали, що щільність нанесення макрорельєфу відповідала епюрі розподілу напруг повздовж спряження посадок із натягом. Щільність нанесення макрорельєфу у зоні концентрації напруг повинна складати 1,5...1,7 кільцевих зон на 10 мм, а по іншій довжині – 0,8-1,0. Розмір натягу приймається рівним 2/3 натягу стандартної посадки, а висота мікронерівностей – в межах 15...20 мкм.

Аналіз напруженого стану спряжуваних деталей, і зокрема, вала показує, що він істотно залежить від розміру сил тертя між сполучними поверхнями. При складанні з натягом охоплююча деталь - втулка під час остигання стискає вал у радіальному напрямку, а за рахунок тертя між поверхнями, що контактують, виникає стиск вала уздовж осі. Збільшення сил тертя призводить до всебічного стиску в поверхневих прошарках вала, що підтверджено епюрами осьових і радіальних напруг, які розраховані при коефіцієнті тертя, що дорівнює одиниці. Такий напружений стан сприяє підвищенню втомлюваної міцності з'єднань із натягом. Це, у свою чергу, дозволяє зробити висновок, що, очевидно, доцільно наносити на сполучні поверхні спряжуваних деталей такі покриття, які збільшують зчеплення і, як наслідок, сили тертя проміж ними. З цією метою можуть бути використані різноманітні фрикційні обмазки, наприклад, на основі абразивного порошку, що можна нанести на контактуючу поверхню вала за допомогою клею [5].

Дослідження, виконані в роботі, показали, що експлуатаційну надійність клеєзбірних з'єднань можна оцінити характеристиками адгезійної і когезійної міцності з урахуванням їхнього розкиду.

Справжню адгезію τ_a і когезію τ_k міцності можна визначити за наступними формулами (2) та (3):

$$\tau_a = \bar{x}_a + D_a S(a) \sqrt{D_2}; \quad (2)$$

$$\tau_k = \bar{x}_k + D_k S(-a) \sqrt{D_2}. \quad (3)$$

де $\bar{x}_a$, $\bar{x}_k$ – вибіркові середні значення міцності адгезії і когезії; D_a , D_k – їхні дисперсії відповідно; $S(a) = \Phi'(a) / [1 - \Phi(a)]$; $\Phi(a)$ і $\Phi'(a)$ – функції, що визначаються за стандартними статистичними таблицями; $D_2 = 2(D_a + D_k)$.

Як результат порівняльних випробувань, були отримані чисельні значення, що дозволяють оцінити вплив на характеристики міцності з'єднань марки клею, товщини клейового прошарку, шорсткості, методу обробки контактних поверхонь спряжуваних деталей. Встановлено, що при використанні епоксидного клею гарячого затвердіння УП-5-207 міцність з'єднань у середньому на 15-20% вища ніж, при застосуванні клею УП-5-233-1 холодного затвердіння. Оптимальна товщина клейового прошарку складає 50...55 мкм, а найбільшу міцність мають з'єднання, сполучні поверхні яких оброблені електроіскровим методом. Експериментально підтверджено, що на міцність циліндричних клеєзбірних з'єднань істотний вплив має форма мікронерівностей контактних поверхонь, що пов'язано зі специфікою формування зони контакту [1-3].

Експериментально встановлено, що втомлювану міцність клеєзбірних циліндричних з'єднань із натягом можна підвищити за рахунок використання регулярного макрорельєфу у вигляді окремих, не пов'язаних між собою ділянок із висотою виступів 0,5...0,8 величини натягу і щільністю 1,5...1,7 кільцевих зон на 10 мм у зоні концентрації і 0,8...1,0 на інший довжині.

На основі теоретичних досліджень нами отримані залежності, що дозволяють оцінити вплив конструктивних і технологічних параметрів на характеристики міцності клеєзбірних з'єднань. Обґрунтована фізична сутність процесів, що протікають у зоні контакту циліндричних з'єднань із клейовим прошарком, що дало можливість запропонувати функціональні залежності, які дозволяють розрахувати статичну та втомлювану міцність таких з'єднань.

Висновки. Встановлено закономірності протікання процесу в зоні контакту клейових з'єднань при формуванні, когезійному та адгезійному руйнуванні, що дозволило запропонувати методику розрахунку з'єднань з урахуванням конструктивних і технологічних параметрів і обґрунтувати можливість підвищення їхніх характеристик міцності [4].

Теоретично встановлено та експериментально підтверджено, що на міцність плоских і циліндричних клеєзбірних з'єднань справляє істотний вплив форма мікронерівностей поверхонь, які склеюються, що пов'язано зі специфікою формування зони контакту. Максимальна статична міцність досвідних циліндричних з'єднань досягається при кутах при основі мікронерівностей 20...25°, що в один у 1,6...1,9 рази вище міцності аналогічних з'єднань, що мають кути 60... 65°.

Список використаних джерел

1. Вильнав В. В. Клеевые соединения / В. В. Вильнав. – М. : Техносфера, 2007. – 384 с.
2. Воячек И. И. Применение анаэробных материалов при сборке неподвижных соединений типа вал-втулка / И. И. Воячек // Сборка в машиностроении, приборостроении. - 2003. – № 9. – С. 33-37.
3. Евстифеева Е. А. Технологическое обеспечение прочностных характеристик соединений с натягом при сборке с анаэробными материалами : дис. ... канд. тех. наук : 05.02.08 / Евстифеева Е. А. – Пенза, 2009. – 170 с.
4. Зенкин А. С. Оценка и прогнозирование напряжённо-деформированного состояния соединений с натягом при термических методах сборки / А. С. Зенкин, Н. А. Зубрецакая // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2003. – № 6. – С. 9–12.
5. Игнатов А. В. Формирование качества сборки клеевого соединения в машиностроении в зависимости от характеристик поверхностного слоя детали / А. В. Игнатов // Инженерный Вестник : электронный научно-технический журнал. – 2012. – № 11.

References

1. Vil'nav V. V. (2007) *Kleevye soedinenija [Adhesive bonding]* / V. V. Vil'nav. – M. : Tehnosfera, – 384 p.
2. Vojachek I. I. (2003) *Primenenie anajerobnyh materialov pri sborke nepodviznyh soedinenij tipa val-vtulka [The application of anaerobic materials in assembling fixed joints type shaft bushing]* / I. I. Vojachek // *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii.* - № 9. – P. 33-37.
3. Evstifeeva E. A. (2009) *Tehnologicheskoe obespechenie prochnostnyh harakteristik soedinenij s natjagom pri sborke s anajerobnymi materialami : dis. ... kand. teh. nauk : 05.02.08 [Technological maintenance of the strength characteristics of connections with a tightness in the assembly with anaerobic materials]* / Evstifeeva E. A. – Penza, – 170 p.
4. Zenkin A. S. (2003) *Ocenka i prognozirovanie naprjajzhjonno-deformirovannogo sostojanija soedinenij s natjagom pri termicheskikh metodah sborki [Estimation and forecasting of the stress-strain state connections with a tightness in the thermal assembly method]* / A. S. Zenkin, N. A. Zubreckaja // *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii.* – № 6. – P. 9–12.
5. Ignatov A. V. (2012) *Formirovanie kachestva sborki kleeвого soedinenija v mashinostroenii v zavisimosti ot harakteristik poverhnostnogo sloja detail [Formation of workmanship in mechanical bond according to the characteristics of the surface layer parts]* / A. V. Ignatov // *Inzhenernyj Vestnik : jelektronnyj nauchno-tehnicheskij zhurnal.* – № 11.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КЛЕЕВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МИКРОПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

ВАСИЛЕНКО И.Ю., ЗЕНКИН А.С.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Установление закономерностей протекания процесса в зоне контакта клеевых соединений при формировании, когезионном и адгезивном разрушении и предложить методику расчета соединений с учетом конструктивных и технологических параметров.

Методика. Предложена методика расчета прочности клеесборных соединений с натяжением с учетом параметров шероховатости соединительных поверхностей, толщины клеевой прослойки, физико-механических характеристик материалов сопряженных деталей, взаимное углубление микропрофиля соединительных деталей.

Результаты. Получены аналитические и экспериментальные зависимости, которые позволяют с учетом влияния конструктивных и технологических параметров деталей обеспечить повышение прочности и точности клеесборных соединений.

Научная новизна. Теоретически и экспериментально обоснованы методы конструирования клеесборного режущего инструмента, использования специальных покрытий для повышения утомляемой прочности клеесборных соединений для повышения герметизации соединения.

Практическая значимость. Обоснована физическая сущность процессов, которые протекают в зоне контакта цилиндрических соединений с клеевой прослойкой, что дало возможность предложить функциональные зависимости, которые позволяют рассчитать статичную и утомляемую прочность таких соединений.

Ключевые слова: клей, клеесборное соединение, статическая и утомляемая прочность, микропрофиль.

ESTIMATION OF QUALITY OF GLUE CYLINDRICAL CONNECTIONS TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF MICRO-PROFILE OF SURFACES OF DETAILS

VASILENKO I., ZENKIN A.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose: Establishment of conformities to law of flowing of process in the zone of contact of glue connections at forming, cohesive and adhesive destruction and to offer methodology of calculation of connections taking into account structural and technological parameters.

Methodology. The method of calculating the strength composite adhesive joints connections with tension within the parameters of roughness connecting surfaces, the thickness of the adhesive layer, the physical and mechanical properties of materials mating parts, deepening mutual micro-profile fittings.

Results. Analytical and experimental dependences that allow taking into account influence of structural and technological parameters of details to provide the increase of durability and exactness of composite adhesive joints connections are got.

Scientific novelty. Theoretically and experimentally validated methods of construction adhesive of the cutting tool, the use of special coatings to improve strength tiring composite adhesive joints connections with tension and self-curing gaskets to improve sealing compound.

Practical meaningfulness. Physical essence of processes that flow in the zone of contact of cylindrical connections with a glue layer is reasonable, that gave an opportunity to offer functional dependences that allow to expect static and tired durability of such connections.

Keywords: adhesive, composite adhesive joints, static, fatigue strength, friction coverings, micro-profile

УДК 621.117.011

ЗЕНКІН М.А., КИРИЧОК Д.С., КОРНІЄВСЬКИЙ О.О.

Київський національний університет технологій та дизайну

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВНИХ ЕТАПАХ ЙОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Мета. Розробка рекомендацій щодо вдосконалення системи оцінювання якості автомобіля на основних етапах його життєвого циклу.

Методика. Було досліджено всі етапи життєвого циклу легкового автомобіля. Розроблено методи отримання комплексної оцінки якості автомобіля.

Результати. Визначені принципи оцінювання якості, запропоновані системи показників якості автомобіля на основних етапах його життєвого циклу і розроблені методики їх визначення.

Наукова новизна. Запропоновано вирішення важливої науково-технічної проблеми підвищення якості автомобіля шляхом вдосконалення системи його оцінювання на основних етапах життєвого циклу.

Практична значимість. Розроблені принципи оцінювання якості легкового автомобіля.

Ключові слова: контроль якості, легковий автомобіль, життєвий цикл.

Вступ. Постійно зростаюча конкуренція на ринку автомобілів змушує автоскладальні підприємства (АСП) вдосконалювати продукцію, підвищуючи її якість, розширюючи діапазон комфорту, знижуючи витрати виробництва. Прагнення вижити в конкурентній боротьбі призводить до створення міжнародних цільових груп автомобілебудівників (IATF), які визначають єдині і більш високі вимоги до систем якості галузі (ISO/TS 16949) [6]. Запроваджується процедура взаємного визнання національних вимог до систем якості (США, Франція, Німеччина, Італія). Починаючи з 2003 року сертифікація на відповідність вимогам ISO/TS 16949 стає обов'язковою для всіх країн – членів IATF. Виникає природний захист автомобільного ринку цих країн. Це пов'язано з тим, що процедура схвалення типу транспортного засобу передбачає перевірку умов виробництва на відповідність ISO/TS 16949. Вимоги українських споживачів на автомобільному ринку так само ростуть і наближаються за рівнем до вимог споживачів на зовнішньому ринку [1-3].

В цих умовах основним напрямом, який може забезпечити стабільність виробництва, зростання прибутку, збереження сегмента внутрішнього ринку і присутності на зовнішньому, є підвищення якості продукції. Реалізація цього можлива на основі впровадження принципів TQM та створення сучасної системи менеджменту якості (СМЯ). Для побудови глибоко структурованої та ефективно діючої СМЯ необхідно об'єктивне оцінювання якості продукції, детальний аналіз втрат якості, починаючи з вивчення ринку і закінчуючи утилізацією. Це можливо лише при наявності системи показників, які адекватно відображають якість автомобіля на різних етапах життєвого циклу.

Постановка завдання. Розробка рекомендацій щодо вдосконалення системи оцінювання якості автомобіля на основних етапах його життєвого циклу.

Результати досліджень. Процес виготовлення автомобіля розподілений в просторі і в часі. Автоскладальні підприємства знаходяться на фінішній стадії цього процесу і в основному саме вони несуть відповідальність за якість продукції, що випускається. Контроль процесу виготовлення можна здійснити за допомогою адекватної системи показників якості автомобіля. Система показників якості робить процес виготовлення автомобіля вимірним і дозволяє управляти ним [3, 4].

Життєвий цикл будь-якої продукції, у тому числі і легкового автомобіля, прийнято ділити на 12 етапів (рис. 1). На кожному з цих етапів здійснюються процеси, що впливають на якість автомобіля.



Рис. 1. Етапи життєвого циклу автомобіля

Основою для формування якості на стадії проектування є маркетингові дослідження, визначення ринкових вимог споживача, технологічних обмежень і фінансових можливостей. Кожне автоскладальне підприємство має фірмову інфраструктуру, в загальному випадку що складається з мережі постачальників, дилерів і підприємств технічного обслуговування. Оцінювання якості на стадії проектування – основний елемент у рамках визначення конкурентоспроможності автомобілів [2, 5].

Показники якості автомобіля на стадії проектування виявляють сильні і слабкі сторони продукції, дають кількісну величину розбіжності з середніми і кращими параметрами автомобілів-аналогів. Значний інтерес представляють показники реалізації якості, ґрунтовані на зіставленні значень показників якості на стадії проектування і значень тих же показників, отриманих в результаті випробувань автомобілів. Безперечною гідністю таких показників є їх оперативність [2, 4].

На етапі закупівель формується другий комплекс показників якості автомобіля. Для провідних автомобільних компаній якість комплектуючих виробів (КВ) зовнішнього постачання має особливе значення, оскільки на їх частку доводяться найбільші втрати якості автомобілів.

Якість автомобіля на етапах контролю, випробувань і передпродажної підготовки (якість на 0 км пробігу) є досить поширеною оцінкою серед фірм, що виробляють автомобілі. Ця оцінка пов'язана з визначенням відповідності готової продукції встановленим вимогам. Оцінки показників «якість на 0 км пробігу» служать базою для аналізу якості автомобілів по стадіях виробництва, виявляють роль окремих виробництв в забезпеченні якості і розкриття процесу виробництва невідповідностей/дефектів.

На етапі «Технічне обслуговування» здійснюється процес ремонту і обслуговування автомобілів (включаючи гарантійний період), формується база даних про результати гарантійної експлуатації автомобілів. Важливість забезпечення якості цього процесу очевидна, тому що тільки якісний процес на цьому етапі гарантує оперативність і адекватність дій, що коригують і застережливіх, у виробництві.

Якість будь-якої продукції закладається ще на етапі розробки проекту у вигляді набору вимог до параметрів майбутнього об'єкту. Формулювання вимог повинне передбачати можливість перевірки міри їх реалізації. Термін «вимоги» охоплює задані вимоги і встановлені вимоги. Задані вимоги (ринкові, контрактні) є зовнішніми по відношенню до організації. Вони регламентуються в договорах постачання, додатках до них, інструкціях по застосуванню продукції. Встановлені вимоги регламентуються документами системи якості організації [5].

Усі вимоги розробляються, деталізуються і застосовуються на різних етапах планування якості. Реалізація передбачуваних потреб в продукції, що задовольняє ці потреби, – процес, що складається з декількох етапів. На кожному з етапів можливе деяке зниження якості (рис. 2).

Остаточну оцінку якості виріб отримує тільки під час експлуатації, причому споживач враховує також і рівень післяпродажного обслуговування. Зусилля організації мають бути спрямовані на підвищення рівня реалізованої якості і усунення розриву з бажаним рівнем.

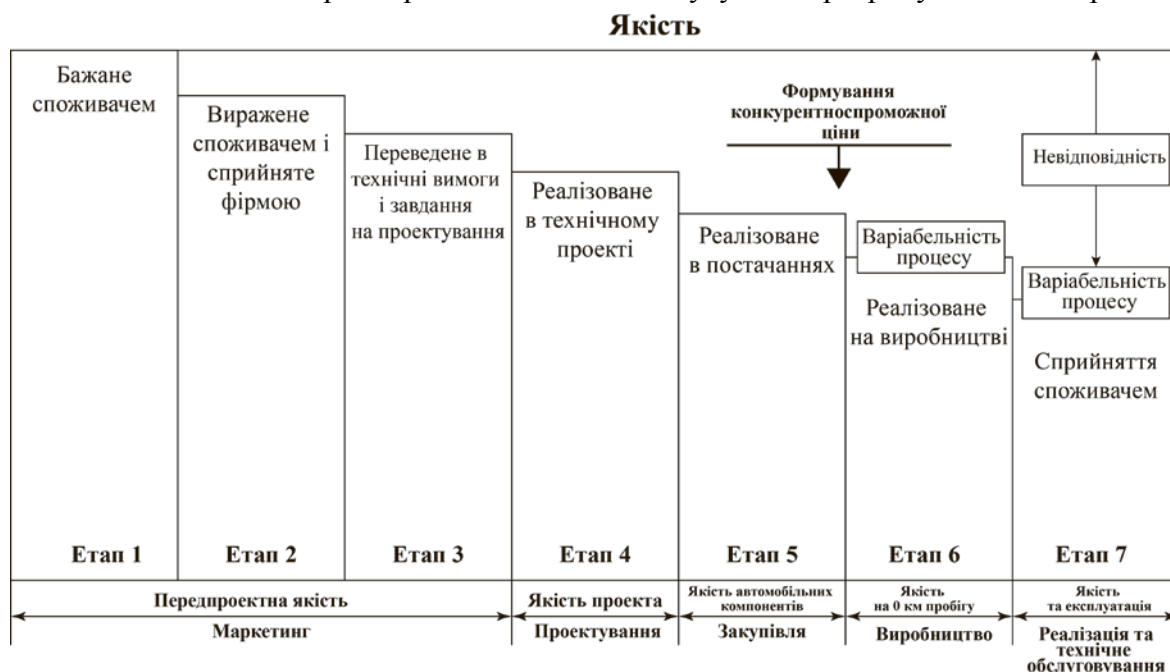


Рис. 2. Формування якості автомобіля

Система показників якості, відповідно до укрупнених етапів життєвого циклу автомобіля охоплює:

- якість проекту автомобіля – на етапі маркетингових досліджень і проектування;
- якість закупівель і виробництва компонентів – на етапі закупівель і виробництва компонентів автомобіля;
- якість автомобіля на 0 км пробігу – на етапі виробництва автомобіля, а також контролю і проведення передпродажної підготовки ;
- якість автомобіля в експлуатації – на етапі після виробничої діяльності і випробувань.

Така структура системи показників якості дозволяє виявити критичний етап життєвого циклу автомобіля, пов'язаний з найбільшими втратами якості.

Різні етапи життєвого циклу автомобіля характеризуються різною можливістю управління якістю автомобіля. Так, якщо на етапах проектування і виробництва можна оперативно впливати на якість автомобіля (якість на цих етапах формується і створюється), то на етапах остаточного контролю, випробувань і експлуатації якість автомобіля не може істотно мінятися, але може вимірюватися і оцінюватися. Таким чином, значущість оцінки того або іншого показника якості автомобіля залежить від етапу життєвого циклу автомобіля, на якому вона була отримана. На основі показників, закладених на етапі проектування, якість автомобіля можна тільки прогнозувати. Показники, отримані на етапі експлуатації, відбивають реальну якість автомобілів [1,3].

Висновки. На основі проведеного аналізу відомих визначень якості запропоновані оцінка якості як заходи відповідності двох об'єктів і принципи оцінювання якості. Визначений і обґрунтований вибір показників якості для основних етапів його життєвого циклу легкового автомобіля.

Список використаних джерел

1. Белашевский Г. Е. Метод оценки качества автомобиля / Г. Е. Белашевский, В. Е. Годлевский, А. В. Кокотов // Развитие через качество - теория и практика : доклады III международной конференции. – Тольятти, 1999. – С. 131–141.
2. Статистические методы - основа обеспечения качества в автомобилестроении / В. И. Доронин [и др.] // Развитие через качество - теория и практика : труды V международной конференции. – Тольятти, 2001. – С. 51–61.
3. Дружинин Г. В. Методы оценки и прогнозирования качества / Г. В. Дружинин. - М. : Радио и связь, 1982. – 160 с.
4. Кокотов А. В. Развитие новой системы управления качеством на предприятиях машиностроения / А. В. Кокотов // Сборник докладов XXIV Гагаринских чтений. – М., 1998. – С. 31-34.
5. Системный анализ, моделирование и развитие системы качества / Н. В. Ляченков, А. В. Кокотов, В. Е. Годлевский, Г. В. Иванов // Надежность и контроль качества. – 1999. – № 2. – С. 3–8.
6. ISO/TS 16949. Системы менеджмента качества. Частные требования по применению ISO 9001:2008 для производства автомобилей и комплектующих.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВНЫХ ЭТАПАХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

ЗЕНКИН Н.А., КИРИЧОК Д.С., КОРНИЕВСКИЙ А.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка рекомендаций относительно совершенствования системы оценивания качества автомобиля на основных этапах его жизненного цикла.

Методика. Были исследованы все этапы жизненного цикла легкового автомобиля. Разработаны методы получения комплексной оценки качества автомобиля.

Результаты. Определенные принципы оценивания качества, предложенные системы показателей качества автомобиля на основных этапах его жизненного цикла и разработанные методики их определения.

Научная новизна. Предложено решение важной научно-технической проблемы повышения качества автомобиля путем совершенствования системы его оценивания на основных этапах жизненного цикла.

Практическая значимость. Разработаны принципы оценивания качества легкового автомобиля.

Ключевые слова: контроль качества, легковой автомобиль, жизненный цикл.

IMPROVEMENT OF CONTROL OF QUALITY OF PASSENGER CAR ON THE BASIC STAGES OF HIS LIFE CYCLE

ZENKIN N., KIRICHOK D., KORNIEVSKIY A.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose: Development of recommendations in relation to perfection of the system of evaluation of quality of car on the basic stages of his life cycle.

Methodology. All stages of life cycle of passenger car were investigational. The methods of receipt of complex estimation of quality of car are worked out.

Results. Certain principles of evaluation of quality, offer systems of indexes of quality of car on the basic stages of his life cycle and worked out methodologies of their determination.

Scientific novelty. Solution of important scientific and technical problem of upgrading of car offers by perfection of the system of his evaluation on the basic stages of life cycle.

Practical meaningfulness. Principles of evaluation of quality of passenger car are worked out.

Keywords: control of quality, passenger car, life cycle.

УДК 658.562:014

ЗУБРЕЦКАЯ Н.А., ФЕДИН С.С., ЛЫСТЮК Т.И.
Киевский национальный университет технологий и дизайна

АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель. *Определение основных научных проблем, целей и методов оценки качества продукции как многомерного объекта измерения, управления и стандартизации в условиях современного промышленного производства.*

Методика. *На основе анализа, систематизации, обобщения и структурного моделирования, принципов квалитологии и стандартизации обоснованы основные научные проблемы и цели оценки качества промышленной продукции.*

Результаты. *Сформулированы основные проблемы квалитологии в условиях современного промышленного производства, цели и методы их достижения.*

Научная новизна. *Развитие научных основ квалитологии, разработана классификация методов системного исследования качества и предложены критерии их выбора и эффективного применения для решения задач оценки качества продукции*

Практическая значимость. *Комплексное применение методов квалитологии и стандартизации на основе принципов системного анализа и информационного обеспечения позволяет учесть все взаимодействующие факторы, определяющие качество продукции на всех стадиях жизненного цикла, повысить научную обоснованность и достоверность оценок показателей качества.*

Ключевые слова: *оценка качества, промышленная продукция, показатели качества продукции, квалитология, стандартизация, нормативное обеспечение.*

Введение. Качество продукции – совокупность характеристик продукции (процесса, услуги), относящихся к ее способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности в соответствии с ее назначением [1]. Под промышленной продукцией понимается материализованный результат процесса трудовой деятельности, обладающий полезными свойствами и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей как общественного, так и личного характера. Современная система управления качеством основана на использовании концептуальной модели жизненного цикла (ЖЦ) промышленной продукции, согласно которой качество закладывается в процессе проектирования, создается в процессе производства и проявляется при эксплуатации или потребления и рассматривается как многомерный объект измерения и управления. При этом процесс оценки качества направлен на получение информации, необходимой для управления качеством продукции, и основывается на совокупности операций, включающей выбор номенклатуры показателей качества продукции (ПКП), определение (измерение) их значений и сопоставление с базовыми. В условиях повышения динамичности процессов и требований рынка к свойствам продукции, расширения ее ассортимента и функциональных свойств, возрастания объема управленческой информации и интеллектуализации технологий существующие методы оценки качества не удовлетворяют в полной мере требованиям современного промышленного производства и не позволяют

получить оперативные многокритериальные прогнозные оценки для эффективных управленческих решений.

Постановка задачи. Целью исследований является определение основных научных проблем, целей и методов оценки качества продукции как многомерного объекта измерения, управления и стандартизации в условиях современного промышленного производства.

Результаты исследования. Квалитология, как наука о качестве объектов, основана на системе взаимосвязанных научных принципов теории управления качеством, квалитметрии и метрологии, обеспечивающих соответственно управляемость ПКП, количественное оценивание свойств изделий, единство и точность их измерения. Анализ и обобщение теоретических исследований, производственного опыта и нормативного обеспечения количественной оценки ПКП в условиях современного промышленного производства позволил определить основные проблемы квалитологии и цели, достигаемые при их решении (рис. 1):

- повышение управляемости ПКП и адаптивности управляющих воздействий – для обеспечения стабильности нормированных значений, устранения и предупреждения несоответствий ПКП;
- обеспечение точности и достоверности обобщенной оценки качества – для принятия научно-обоснованных решений при сравнении и выборе продукции на основе сопоставимости многокритериальных оценок;
- усовершенствование метрологического аппарата и нормативного обеспечения – для обеспечения единства, точности и оперативности измерений ПКП;
- развитие методологии, понятийной и терминологической базы, разработка и обновление нормативного обеспечения процессов оценки качества, его гармонизация с международными стандартами.

Согласно требованиям международных и национальных стандартов серии ISO 9000 процесс управления качеством продукции на всех стадиях ЖЦ основан на применении управляющих воздействий с целью проведения корректирующих и предупредительных мероприятий, направленных на устранение и предупреждение несоответствий ПКП установленным значениям (рис. 1). Такой подход позволяет обеспечить стабильность качества и для его реализации сегодня необходимо использование методов, позволяющих оперативно получать и анализировать многомерную информацию о ПКП на основе обеспечения сопоставимости разнородных и разноразмерных данных и моделирования закономерностей между ними.

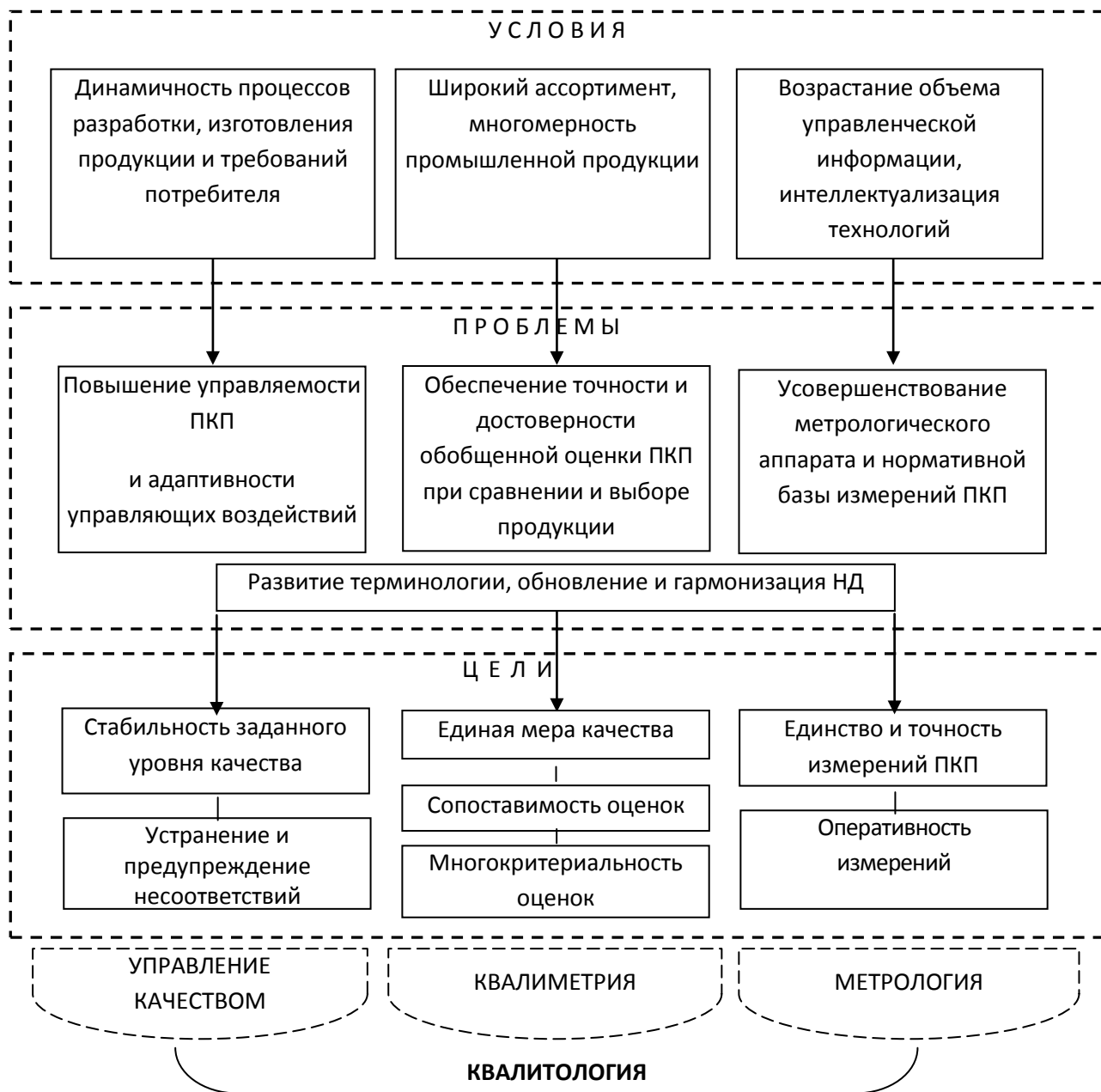


Рис. 1. Проблемы и цели квалитологии в условиях современного промышленного производства

Актуальным аспектом проблемы повышения управляемости ПКП является необходимость извлечения дополнительной информации о данных результатов контроля и испытаний продукции, хранящихся на предприятиях в виде невостребованного статистического материала и являющихся информационным резервом промышленного производства [2, 3]. Накопленные массивы технико-экономической информации также могут служить основой для повышения эффективности управленческих, конструкторских и технологических решений, а также генерации новых знаний, использование которых позволит на более высоком научно-техническом уровне управлять качеством продукции.

Таким образом, как показано в работах [4, 5], актуальной проблемой квалитологии является разработка методов реализации этого информационного ресурса с использованием интеллектуальных технологий анализа данных, показавших свою эффективность в различных областях науки и техники. Однако эти технологии не находят широкого применения для решения прикладных задач оценки качества, так как сегодня не разработаны механизмы и инструменты их эффективного использования, а отмечаются лишь отдельные исследования в этой области.

Важной проблемой, возникающей при управлении качеством продукции, является сравнение и многокритериальный выбор изделий, однотипных по характеристикам и функциональному назначению, когда требуется сравнивать свойства различных многопараметрических объектов, оценивать и соотносить качество разных подсистем, свойств, технологий и операций. Необходимость такой оценки качества возникает при реализации процедур подтверждения соответствия продукции требованиям потребителя; при сравнении конкурентоспособности продукции, проведении маркетинговых исследований, для принятия решения о тендерных закупках продукции и т.д. [6, 7].

В большинстве случаев при сравнении однотипных объектов возникающие альтернативы оказываются несравнимыми – с учетом запросов и предпочтений лица, принимающего решение, объект, «выигрывающий» по значениям одних показателей качества, «проигрывает» по значениям других. Для решения подобных задач нужно переходить к единой, универсальной мере качества и разнородные натуральные показатели представлять в одних и тех же единицах с использованием безразмерных обобщенных показателей, что позволит обеспечить сопоставимость оценок ПКП. При этом обработка многомерной информации требует рационального выбора шкал измерения и использования методов обобщения результатов измерений для достоверного определения значения обобщенного показателя, отражающего всю совокупность свойств изделий.

Решение указанных задач основано, прежде всего, на метрологических аспектах оценки качества и направлено на измерение значений ПКП с заданной погрешностью для обеспечения единства, точности и сопоставимости оценок (рис. 1). При этом возникает противоречие – качество невозможно абсолютно точно рассчитывать и измерять из-за невозможности получения истинных значений характеристик продукции [8]. Разрешение этого противоречия представляет одну из важнейших проблем квалитологии. К метрологическим проблемам оценки качества продукции также следует отнести несовершенство метрологического аппарата, связанное с неэффективностью организационно-технических и методических составляющих метрологического обеспечения процессов оценки качества. Отсутствие в Украине целостного концептуального подхода к системному решению проблем обновления и гармонизации системы национальных стандартов в сфере метрологии обуславливает необходимость ее совершенствования и оптимизации [10]. Необходимость развития терминологической базы требует формирования единого стандартизованного подхода к определению понятий «качество продукции», «показатель качества», «оценка качества», так как в разных работах качество рассматривается как потребительная стоимость, как экономическая, философская, управленческая, интегральная категории, или степень удовлетворения потребностей.

Проблема терминологической неоднозначности определений понятия «качество продукции» обусловлена многообразием целей, методов и объектов оценивания (процесс, продукция, услуга). При этом объектами оценки качества являются не только ПКП, но и такие взаимозависимые виды деятельности как проектирование, производство и процесс обслуживания или ремонта, определяющие уровень качества промышленной продукции. Такая многомерность в значительной степени определяет методические проблемы процесса оценки качества – несовершенство нормативного обеспечения, отсутствие исчерпывающей единой классификации методов квалиметрии для их унификации, обоснованного выбора и эффективного применения в условиях динамично меняющихся требований потребителя.

Анализ традиционных методов научного исследования объектов позволил выделить основные методологические подходы и методы системного исследования качества (теоретико-аналитический, эмпирический, эмпирико-теоретический, экспериментально-статистический, эвристический и системно-информационный), а также критерии, определяющие эффективность выбора и применения методов для решения задач оценки качества продукции (рис. 2).

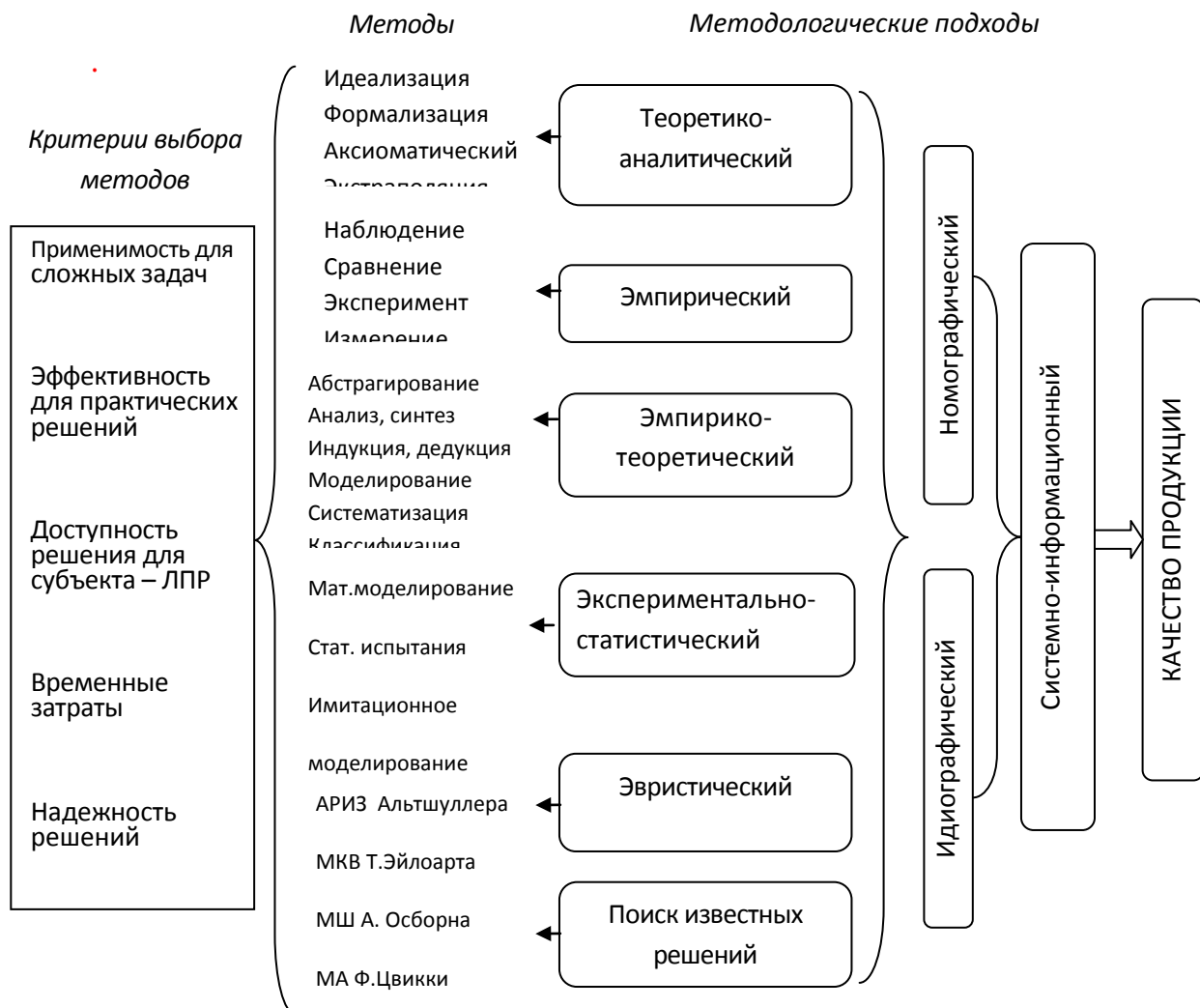


Рис. 2. Классификация методологических подходов и методов системного исследования качества

Развитие и внедрение в практику управления качеством этих методов требует разработки нормативного обеспечения и стандартизованных подходов к исследованию свойств продукции, как объекта стандартизации. В условиях непрерывного повышения требований рынка к промышленной продукции исследование качества как объекта стандартизации должно основываться на основных научных принципах стандартизации: плановости, системности, комплексности, перспективности, оптимальности, добровольности, гибкости и динамичности (рис. 3).

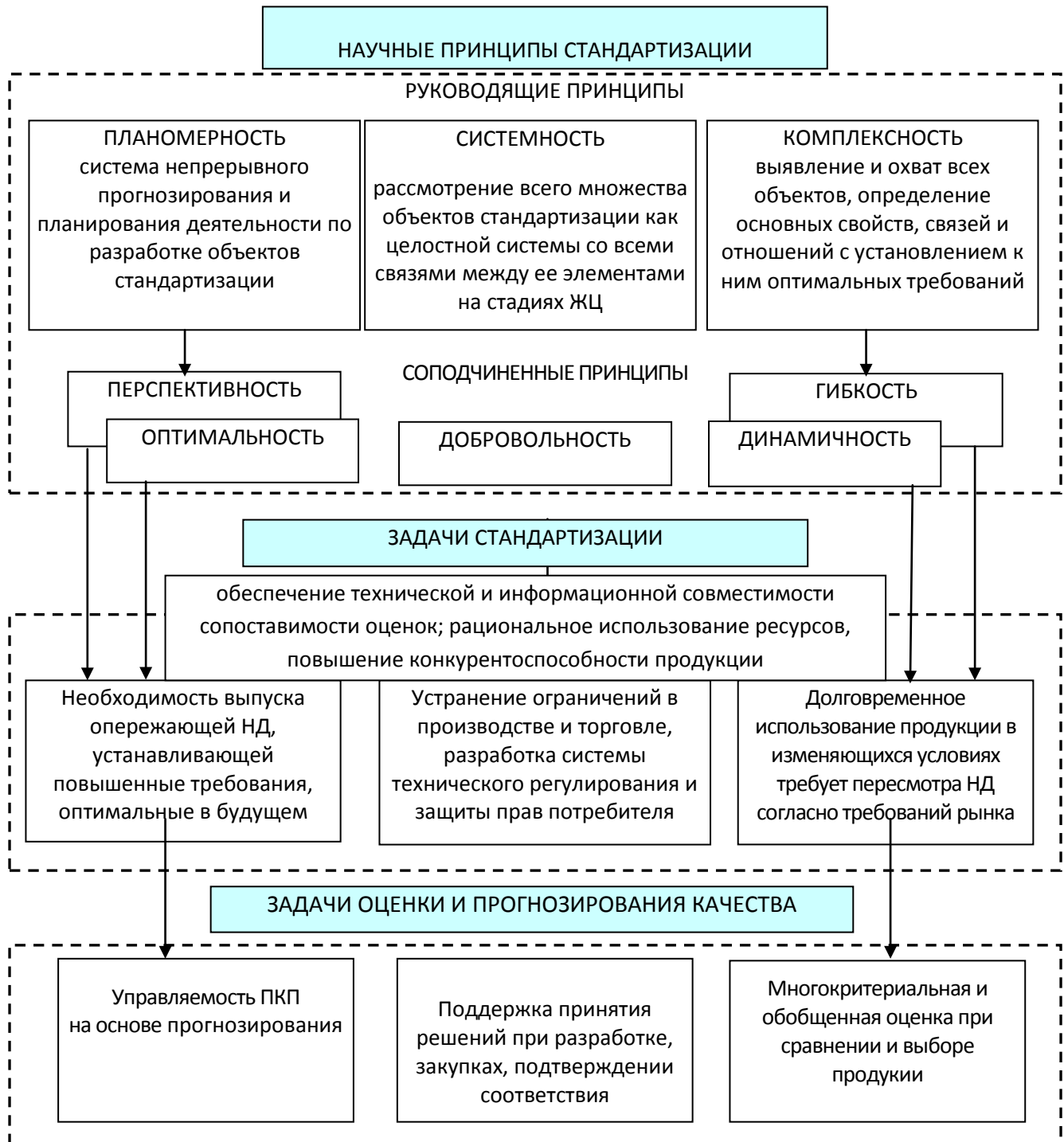


Рис. 3. Задачи оценки и прогнозирования качества продукции в аспекте научных принципов и задач стандартизации

В соответствии с научными принципами и задачами стандартизации (рис. 3), процесс оценки качества продукции направлен на: обеспечение технической и информационной совместимости, сопоставимости результатов измерений и априорных технико-экономических данных; рациональное использование материальных и информационных ресурсов; повышение конкурентоспособности продукции. Решение таких задач позволит создать научную основу для пересмотра и выпуска опережающей нормативной документации, устанавливающей повышенные требования, оптимальные в будущем, устранения ограничений в производстве и торговле, построения национальной системы технического регулирования и защиты прав потребителя.

Таким образом, качество продукции является объектом управления, измерения и стандартизации, поэтому для решения задач оценки качества необходимо комплексное применение методов управления, квалитетрии, метрологии и стандартизации на основе принципов системного анализа и информационного обеспечения. Это позволит учесть все взаимодействующие факторы, определяющие качество на всех стадиях ЖЦ продукции, и повысить научную обоснованность и достоверность оценок ПКП.

Выводы. Сформулированы основные проблемы и цели квалитологии в условиях современного промышленного производства: обоснована необходимость повышения управляемости ПКП для обеспечения их стабильности и предупреждения несоответствий; повышения точности и достоверности обобщенной оценки качества – для обеспечения сопоставимости многокритериальных оценок при сравнении и выборе продукции; усовершенствования метрологической, нормативной и терминологической базы.

Показано, что отсутствие исчерпывающей классификации, нормативного, методического обеспечения методов оценки качества промышленной продукции затрудняет их использование для эффективной обработки технико-экономической информации при принятии управленческих решений в условиях динамично меняющихся требований потребителя. В результате систематизации методологических подходов к исследованию объектов предложена классификация методов системного исследования и критерии их выбора для решения задач оценки качества продукции.

Обоснована объективная необходимость комплексного применения принципов и методов квалитологии и стандартизации для решения задач оценки качества продукции как многомерного объекта управления, измерения и стандартизации. Это позволит учесть все взаимодействующие факторы, определяющие качество продукции, и повысить научную обоснованность и достоверность прогнозных и обобщенных оценок качества изделий на всех стадиях жизненного цикла.

Список использованных источников

1. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення : ДСТУ 2925-94. – К.: Держстандарт України, 1995. – 22 с.
2. Управление качеством на промышленном предприятии / Бастрыкин Д. В. [и др.] ; под ред. Б. И. Герасимова. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 204 с.
3. Ларичев О. И. Многокритериальные методы принятия решений / О. И. Ларичев, С. В. Емельянов. – М. : Знание, 1985. – 112 с.
4. Федин С. С. Повышение эффективности использования информации о качестве продукции методами нейронных сетей / С. С. Федин, Т. И. Шевченко, А. С. Зенкин // Вісник Інженерної академії України. – 2008. – № 1. – С. 92–96.
5. Зубрецька Н. А. Концептуальна модель системи інформаційного забезпечення якості промислової продукції / Н. А. Зубрецька // Вісник КНУТД. – 2012. – № 3. – С. 68–74.
6. Зубрецька Н. А. Оценка качества электронных изделий по обобщенному показателю с использованием программного модуля / Н. А. Зубрецька, С. В. Барилко, А. А. Поликарпов, С. С. Федин // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2012. – № 9. – С. 62–67.
7. Федин С. С. Прогнозирование конкурентоспособности продукции по совокупности показателей качества на основе нейросетевого моделирования / С. С. Федин, Н. А. Зубрецька, А. С. Гончаров // Системні дослідження та інформаційні технології ІПСА НТУУ КПІ. – 2012. – № 3. – С. 74–84.
8. Васильев Н. А. Теоретические основы обеспечения качества сложных технических систем. Основные научные проблемы качества / Н. А. Васильев, Б. В. Обносков, В. Н. Строителев // Морская радиоэлектроника. – 2010. – № 1(31). – С. 42–48.
9. Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения : ГОСТ 1.1-2002. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 30 с.
10. Величко О. М. Система стандартизації національної метрологічної системи у глобальному зовнішньому середовищі / О. М. Величко // Системи обробки інформації. – 2006. – Вип. 6(55). – С. 18–32.

АКТУАЛЬНІ НАУКОВІ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

ЗУБРЕЦЬКА Н.А., ФЕДІН С.С., ЛИСТЮК Т.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Визначення основних наукових проблем, цілей та методів оцінки якості продукції як багатовимірного об'єкта вимірювання, управління та стандартизації в умовах сучасного промислового виробництва.

Методика. На основі аналізу, систематизації, узагальнення та структурного моделювання, принципів квалітології та стандартизації обґрунтовано основні наукові проблеми та цілі оцінки якості промислової продукції.

Результати. Сформульовано основні проблеми квалітології в умовах сучасного промислового виробництва, цілі та методи їх досягнення.

Наукова новизна. Розвиток наукових основ квалітології, розроблено класифікацію методів системного дослідження якості та запропоновано критерії їх вибору та ефективного застосування для вирішення завдань оцінки якості продукції

Практична значимість. Комплексне застосування методів квалітології та стандартизації на основі принципів системного аналізу та інформаційного забезпечення

дозволяє врахувати всі взаємозалежні фактори, що визначають якість продукції на всіх стадіях життєвого циклу, підвищить наукову обґрунтованість і достовірність прогнозних і узагальнених оцінок показників якості.

Ключові слова: оцінка якості, промислова продукція, показники якості продукції, квалітологія, стандартизація, нормативне забезпечення.

ACTUAL SCIENTIFIC PROBLEMS OF ASSESSING THE INDUSTRIAL PRODUCTS QUALITY

ZUBRETSKA N.A., FEDIN S.S., LYSTIUK T.I.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Definition of basic scientific problems, goals, and methods to assess the quality of products as a multidimensional process measurement, control and standardization in the conditions of modern industrial production

Methodology. Based on the analysis, organization, synthesis and structural modeling, principles of qualitology and standardization are justified the basic scientific problems and the purpose of assessing the quality of industrial products.

Results. There were formulated the basic problems of qualitology in the modern industrial production, the goals and methods of their achievement.

Academic novelty. The development of scientific bases in qualitology, it's developed a classification in system research of methods and the quality of criteria for their selection and effective application for solving problems of assessing the quality of products are proposed.

Practical value. The integrated application of qualitology methods and standardization based on the principles of systems analysis and data application allows to take into account all the interacted factors that determine the quality of products at all stages of the life cycle, will improve the scientific validity and the reliability of predicted and the generalized assessment of quality indicators.

Keywords: quality assessment, industrial products, product quality indicators, qualitology, standardization, normative support.

УДК 658.56:621.715

ЗЕНКІН А.С., ОВЧАРЕНКО О.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРИНЦИПІВ І ПІДХОДІВ ДО
КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ
ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА
ПРИКЛАДІ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Мета. Розробка рекомендацій щодо забезпечення стабільності якості машин і підвищення ефективності виробничого процесу за рахунок підвищення якості управління інструментальним забезпеченням машинобудівного виробництва.

Методика. Для підвищення якості управління інструментальним забезпеченням потрібний новий підхід, ґрунтований на принципах і методах логістики і побудований на інтеграції окремих ланок інструментального забезпечення (технології, економіки, методів планування і управління потоками) в єдину систему забезпечення машинобудівного виробництва різальним інструментом.

Результати. Розроблена структурно-функціональне уявлення про прогнозування витрат, управління складськими запасами і обліку руху різального інструменту в ході здійснення виробничого процесу на основі сучасної методології системного аналізу і моделювання SADT і DFD.

Наукова новизна. Підвищення, забезпечення стабільної якості та зниження собівартості механічної обробки за рахунок підвищення якості управління інструментальним забезпеченням.

Практична значимість. На основі розробленої моделі функціональних взаємодій в процесі забезпечення виробництва різального інструменту, була розроблена і впроваджена у виробництво система обліку руху інструменту в ході виробництва.

Ключові слова: контроль якості, інструментальне забезпечення, різальний інструмент, SADT і DFD-моделювання.

Вступ. У відповідність з сучасною концепцією Загального Управління Якістю (TQM) особлива увага при формуванні якості продукції повинна надаватися якості протікання процесів управління матеріально-технічними ресурсами, серед яких виділяється процес інструментального забезпечення. Інструментальне забезпечення охоплює досить велику кількість завдань, що зачіпають усі стадії створення і експлуатації інструменту машинобудівного виробу. Серед них можна виділити ряд завдань по управлінню інструментальним забезпеченням, призначених для вирішення специфічних проблем, що виникають при русі інструменту в ході виробництва, з використанням об'єктивних логічних, математичних і статистичних методів і залученням сучасної обчислювальної техніки і програмного забезпечення [1, 3]. Незадовільне забезпечення робочих місць інструментом, з одного боку, обумовлює підвищення технологічних ризиків, пов'язаних з такими несприятливими подіями як збиток у зв'язку з екстреною купівлею і доставкою інструменту; нераціональне використання професійних навичок персоналу; робота в умовах дефіциту часу, яка, як правило, супроводжується масовими відступами від встановлених технологічних процесів, здачею деталей і вузлів з відхиленнями від креслень і технічних умов; порушення ритмічності роботи, що передусім знижує продуктивність праці [4].

Постановка завдання. Розробити структурно-функціональне уявлення про прогнозування витрат, управління складськими запасами і обліку руху різального інструменту в ході здійснення виробничого процесу на основі сучасної методології системного аналізу і моделювання SADT і DFD [1].

Результати досліджень. Інструментальне забезпечення (ІЗ) є ваговою складовою інфраструктури підприємства. Питання ІЗ наважуються на такі важливі етапи життєвого циклу продукції як матеріально-технічне постачання, підготовка і розробка виробничих процесів, контроль і проведення випробувань, упаковка продукції і знаходяться у веденні інструментального господарства [2, 5].

Під якістю управління інструментальним забезпеченням слід розуміти задоволення попиту внутрішніх споживачів в технологічному оснащенні згідно якості, кількості і термінам постачання при мінімальних загальнофірмових витратах.

Якість будь-якого процесу характеризується його результативністю, ефективністю і гнучкістю (рис. 1).

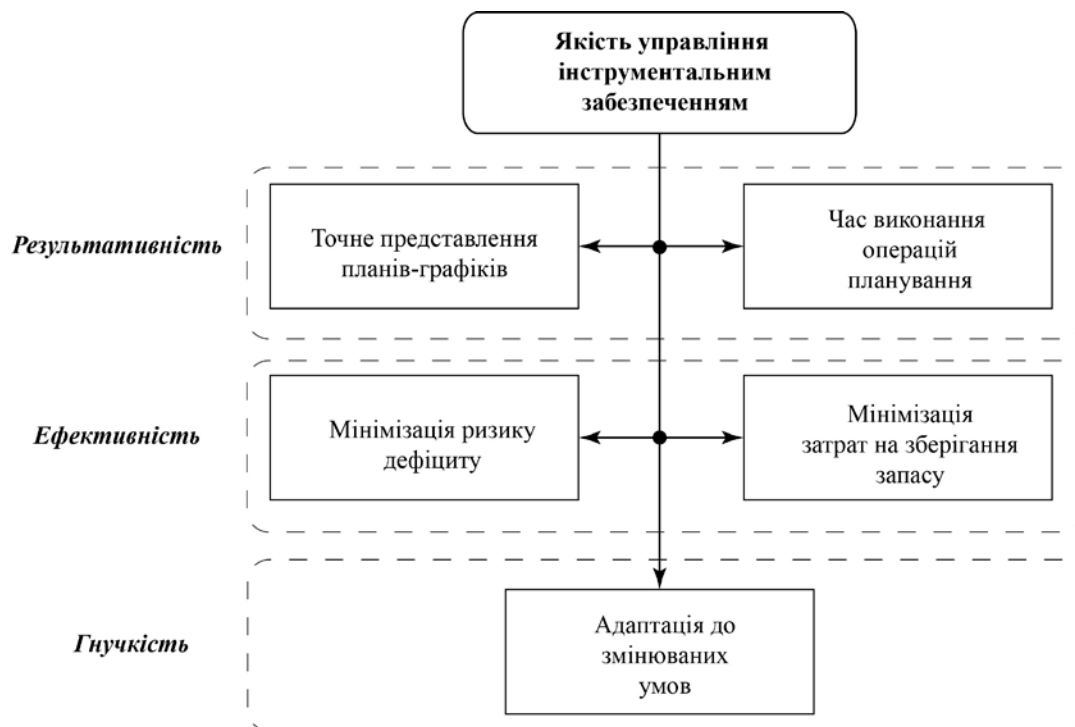


Рис. 1. Характеристики якості управління інструментальним забезпеченням

Результативність управління ІЗ відбиває міру відповідності термінам підготовки виробництва. Вона досягається пунктуальністю виконання планів-графіків забезпечення виробництва, часом виконання операцій планування.

Ефективність управління ІЗ показує, як добре використовуються фінансові ресурси, виділені на ІЗ. Для виміру ефективності якості управління ІЗ можна використати витрату ресурсів, виражену в грошах на гривню випущеної продукції, економічний ефект від поліпшення обігових коштів по інструменту в запасах, втрати від дефіциту інструменту [1, 3, 4].

Гнучкість управління ІЗ (здатність до адаптації) – можливість пристосовуватися до змін за рахунок внутрішніх і зовнішніх причин.

У загальному вигляді процес управління ІЗ можна представити в наступному вигляді. Для його якісного здійснення необхідно забезпечити рішення наступних завдань:

- аналіз плану виробництва на етапі технологічної підготовки виробництва;
- визначення номенклатури вживаного різального інструменту на етапі технологічної підготовки виробництва;
- прогнозування потреби в різального інструменті на етапі технологічної підготовки виробництва;
- прогнозування часу постачання різального інструменту на етапі планування матеріально-технічного постачання;
- встановлення нормативів складських запасів на етапі планування матеріально-технічного постачання;
- облік витрати ріжучого інструменту і накопичення статистичних даних по її споживанню в ході виробничого процесу;
- регулювання процесу інструментального забезпечення [2-4].

Для вирішення завдання підвищення якості управління ІЗ був виконаний функціональний аналіз і синтез системи забезпечення виробництва машин різальним інструментом. В якості лінгвістичного забезпечення були використані методи структурного аналізу і проектування SADT і діаграм потоків даних DFD, що розроблені для функціонального моделювання складних багаторівневих систем і є графічною мовою і набором процедур аналізу для розуміння системи перш, ніж можна уявити собі її втілення.

Методи SADT (Structured Analysis and Design Technique), як правило, застосовуються на ранніх фазах процесу створення системи, який часто називають «життєвим циклом системи»:

- аналіз – визначення того, що система робитиме;
- проектування – визначення підсистем і їх взаємодія;
- реалізація – розробка підсистем окремо;
- об'єднання – з'єднання підсистем в єдине ціле;
- тестування – перевірка роботи системи;
- установка – введення системи в дію;
- функціонування – використання системи.

SADT – це спосіб зменшити кількість дорогих помилок за рахунок структуризації процесу на ранніх етапах створення інтелектуальної системи, поліпшення контактів між користувачами і розробниками і згладжування переходу від аналізу до проектування. Причому дослідження показують, що ціна виявлення і виправлення помилок стає вище на пізніших стадіях проектування інтелектуальних систем. Крім того, помилки аналізу і проектування часто виявляються користувачами системи, що викликає їх невдоволення.

Проте, слід зазначити, що дуги в SADT жорстко типізуються (вхід, вихід, управління, виконавець), тоді як стосовно системам обробки інформації стирається смислова відмінність

між входами-виходами з одного боку, і управліннями і механізмами, з іншою: входи, виходи і управління є потоками даних і/або управління і правилами їх трансформації. Більше того, в SADT взагалі відсутні виразні засоби для моделювання особливостей систем обробки інформації. Тому при проектуванні інформаційних систем декомпозицію функцій документообігу найдоцільніше проводити за допомогою DFD-діаграм (Data flow diagramming) [1, 4].

Подібно до SADT, DFD представляє модельну систему як мережу пов'язаних між собою робіт. DFD-діаграми описують функції обробки інформації, документи, об'єкти, а також співробітників або відділи, які беруть участь в обробці інформації. Синтаксис DFD включає окрім робіт і стрілок додаткові елементи: зовнішню суть, яка служить для зображення зовнішніх по відношенню до проектованої системи об'єктів, (наприклад, клієнт, відділ кадрів, довідники) і сховище даних – «склад» інформаційних об'єктів. Сховищем даних може бути банк даних, файл або архів паперових документів.

Функціональна модель системи забезпечення виробничого процесу на прикладі ВАР «АрмаПром» (м. Кролевець, Сумської обл.) різального інструменту, розроблена за допомогою методології SADT і DFD, переставлена на рис. 2.





Рис. 2. SADT – DFD-модель функціональних взаємодій в процесі забезпечення виробництва різального інструменту

В результаті функціонального моделювання, на прикладі ВАТ «АрмаПром», було виявлено недосконалість протікання інформаційних потоків, що призводило до багатократного дублювання інформації, втрати її оперативності.

На основі розробленої моделі функціональних взаємодій в процесі забезпечення виробництва різального інструменту, була розроблена і впроваджена у виробництво на ВАТ «АрмаПром» система обліку руху інструменту в ході виробництва [1, 5].

Висновки. Встановлено, що для підвищення якості управління інструментальним забезпеченням потрібний новий підхід, ґрунтований на принципах і методах логістики і побудований на інтеграції окремих ланок інструментального забезпечення (технології, економіки, методів планування і управління потоками) в єдину систему забезпечення машинобудівного виробництва різальним інструментом, який охоплює різні рівні виробничого процесу виготовлення машини. Розроблена функціональна модель забезпечення виробничого процесу різальним інструментом на основі методології SADT і DFD.

Список використаних джерел

1. Долгов Д. В. Создание SADT-модели системы инструментального обеспечения машиностроительного предприятия / Д. В. Долгов // Техника XXI века глазами молодых ученых и специалистов : тезисы докладов научно-технической конференции молодых специалистов, аспирантов и студентов. – Тула , 2001. – С.159–165.
2. Инютина К. В. Совершенствование планирования и организации материально-технического обеспечения производственных объединений / К. В. Инютина. – Л. : Машиностроение, 1986. – 274 с.
3. Насреддинов А. В. Проектирование организационно-технологических структур производственных систем механической обработки / А. В.Насреддинов, И. Н. Пац, Е. В. Мешков. – Л. : Политехника, 1991. – 255 с.
4. Никифоров А. Д. Инженерные методы обеспечения качества в машиностроении : учеб. пособ. / А. Д. Никифоров, В. В. Бойцов. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 384 с.
5. Полевой С. Н. Инструментальная подготовка производства на машиностроительном предприятии : справочник / С. Н. Полевой. – К. : Техніка, 1985. –103 с.

References

1. Dolgov D. V. (2001) *Sozdanie SADT-modeli sistemy instrumental'nogo obespechenija mashinostroitel'nogo predpriyatija [SADT-model of the instrumental support of a machine-building enterprise]* / D. V. Dolgov // *Tehnika XXI veka glazami molodyh uchenykh i specialistov : tezisy dokladov nauchno-tehnicheskoy konferencii molodyh specialistov, aspirantov i studentov.* – Tula. – P.159–165.
2. Injutina K. V. (1986) *Sovershenstvovanie planirovaniya i organizacii material'no-tehnicheskogo obespechenija proizvodstvennykh ob#edinenij [improvement of planning and supply chain management of the manufacturing groups]* / K. V. Injutina. – L. : Mashinostroenie. – 274 p.
3. Nasreddinov A. V. (1991) *Proektirovanie organizacionno-tehnologicheskikh struktur proizvodstvennykh sistem mehanicheskoy obrabotki [Design of organizational and technological structures of the mechanical operation production systems]* / A. V.Nasreddinov, I. N. Pac, E. V. Meshkov. – L. : Politehnika. – 255 p.
4. Nikiforov A. D. (1987) *Inzhenernye metody obespechenija kachestva v mashinostroenii : ucheb. posob. [Engineering methods of quality assurance in engineering: a textbook.]* / A. D. Nikiforov, V. V. Bojcov. – M. : Izd-vo standartov. – 384 p.
5. Polevoj S. N. (1985) *Instrumental'naja podgotovka proizvodstva na mashinostroitel'nom predpriyatii : spravochnik [Tool pre-production on the machine-building enterprise: a guide]* / S. N. Polevoj. – K. : Tehnika. –103 p.

РАЗРАБАТЫВАНИЕ ПРИНЦИПОВ И ПОДХОДОВ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ЗЕНКИН А.С., ОВЧАРЕНКО Е.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработка рекомендаций относительно обеспечения стабильности качества машин и повышения эффективности производственного процесса за счет повышения качества управления инструментальным обеспечением машиностроительного производства.

Методика. Для повышения качества управления инструментальным обеспечением нужен новый подход, основанный на принципах и методах логистики и построен на интеграции отдельных звеньев инструментального обеспечения (технологии, экономики, методов планирования и управления потоками) в единую систему обеспечения машиностроительного производства резальным инструментом.

Результаты. Разработана структурно-функциональное представление о прогнозировании расходов, управления складскими запасами и учета движения резального инструмента в ходе осуществления производственного процесса на основе современной методологии системного анализа и моделирования SADT и DFD.

Научная новизна. Повышение, обеспечение стабильного качества и снижение себестоимости механической обработки за счет повышения качества управления инструментальным обеспечением.

Практическая значимость. На основе разработанной модели функциональных взаимодействий в процессе обеспечения производства резательного инструмента, была разработанная и внедренная в производство система учета движения инструмента в ходе производства.

Ключевые слова: контроль качества, инструментальное обеспечение, резальный инструмент, SADT и DFD-моделирование.

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES AND GOING NEAR CONTROL OF QUALITY OF PROCESS OF INSTRUMENTAL PROVIDING ON EXAMPLE OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

ZENKIN A., OVCHARENKO O.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose: Development of recommendations in relation to providing of stability of quality of machines and increase of efficiency of productive process due to upgrading of management instrumental providing of machine-building production.

Methodology. For upgrading of management the instrumental providing is need the new approach based on principles and methods of logistic and built on integration of separate links of the instrumental providing (technologies, economies, methods of planning and management by streams) in the single system of providing of machine-building production a cutting instrument.

Results. Worked out structural-functional idea about prognostication of charges, managements by ware-house supplies and account of motion of cutting instrument during realization of productive process on the basis of modern methodology of analysis of the systems and design of SADT and DFD.

Scientific novelty. Increase, providing of stable quality and decline of prime price of tooling due to upgrading of management instrumental providing.

Practical meaningfulness. On the basis of the worked out model of functional cooperation in the process of providing of production of cutting instrument, there was the system of account of motion of instrument worked out and applied in industry during a production.

Keywords: control of quality, instrumental providing, cutting instrument, SADT and DFD- is a design.

УДК 006.063:67/68

СЛІЗКОВ А.М., УПІРОВА Н.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ
ПРОДУКЦІЇ ТЕКСТИЛЬНОЇ ТА ЛЕГКОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ І ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

***Мета.** Виявлення проблем, що пов'язані з впровадженням екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості в Україні.*

***Методика.** Використано аналітичні методи та методи системного аналізу.*

***Результати.** В ході дослідження проаналізовано особливості міжнародної системи перевірки та сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості ОЕКО-ТЕХ, обґрунтовано актуальність розробки методології екологічної сертифікації текстильної продукції в Україні.*

***Наукова новизна.** Досліджено проблеми екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості в Україні, визначено заходи щодо її впровадження.*

***Ключові слова:** текстиль, продукція, екологія, стандарт, сертифікація.*

Вступ. З 2014 року Європа відкрила свої ринки для українського виробника відповідно до введення в дію в односторонньому порядку Угоди про глибоку зону вільної торгівлі з Україною. Вітчизняні товаровиробники отримали доступ на ринок Європейського союзу (далі – ЄС) обсягом близько 500 млн. споживачів і з сукупним валовим внутрішнім продуктом, що перевищує 17 трлн. дол. [1]. За прогнозами експертів, від створення зони вільної торгівлі з ЄС найбільше вииграє саме легка та текстильна промисловість України, а експорт українського текстилю, швейної, хутрової та взуттєвої продукції може збільшитися у два рази [2].

Перспективи інтеграції української текстильної продукції до світового ринкового простору обумовлюють актуальність подальшої роботи з приведення законодавства України у відповідність до міжнародних вимог та необхідність впровадження в Україні екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості, оскільки відсутність екологічного сертифікату, що відповідає міжнародним стандартам, істотно обмежує можливості виходу вітчизняної продукції на ринки ЄС та інші міжнародні ринки [3, 4].

Постановка завдання. Проблеми екологічності матеріалів та виробів текстильної та легкої промисловості, а також їх екологічної сертифікації (далі – екосертифікації) в останній час отримали значну увагу провідних зарубіжних та вітчизняних учених. Водночас дослідження, які пов'язані із розробкою методології проведення екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості в Україні на сьогодні ще не достатньо розвинуті. Тому визначення шляхів вирішення проблем впровадження екологічної сертифікації є актуальним.

Результати дослідження. Одними з основних причин, які роблять екосертифікацію нагальною та необхідною, є потреба у підвищенні конкурентоздатності товарів легкої та текстильної промисловості України на тлі падіння обсягів виробництва [5], усунення нерівних умов конкуренції вітчизняної продукції з дешевими товарами переважно турецько-

китайського виробництва і потенційно сумнівної якості, передусім за показниками безпечності та екологічної чистоти [6], необхідність обмеження та припинення подальшого надходження на територію України неконтрольованого імпорту текстильної продукції сумнівної якості та забезпечення захисту прав споживача на отримання якісної та безпечної для його здоров'я й оточуючого середовища продукції [5, 6].

Починаючи з 1994 року в Україні проведена підготовча робота, яка стосується гармонізації національних стандартів з міжнародними, введено в дію державний стандарт ДСТУ 4239:2003 «Матеріали та вироби текстильні і шкіряні побутового призначення. Основні гігієнічні вимоги», який гармонізований з міжнародними стандартами серії OEKO-TEX Standard. Також з міжнародними стандартами гармонізовано десятки національних стандартів на вироби текстильної промисловості, що в основному встановлюють методи випробувань властивостей текстильної продукції [7].

Як відомо [8], найбільш розповсюдженою процедурою оцінювання та підтвердження відповідності виробів та технологій встановленим нормам є їх сертифікація, яка виконується спеціальними установами і організаціями, що відіграють роль об'єктивної й незалежної третьої сторони. Сертифікація продукції в Україні може бути обов'язковою та добровільною [9]. Обов'язкова сертифікація передбачається тільки для товарів, на які законодавчими актами або іншими нормативними документами (далі – НД) встановлено обов'язкові вимоги щодо безпеки життя, здоров'я та майна споживачів а також щодо охорони навколишнього природного середовища. Обов'язкова сертифікація є необхідною і при ввезенні товарів з-за кордону. Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, охоплює невеликий спектр текстильної продукції (дитячий асортимент, матеріали для іграшок) та здійснюється тільки за показниками якості [7, 8]. Добровільна сертифікація є елементом ефективного збуту продукції та засобом підвищення конкурентоздатності, привабливості, вона надає упевненості в якості продукції та переваги при участі у тендерах. Але наявність на продукцію тільки сертифікатів відповідності, що гарантують відповідність вимогам НД лише деяких показників якості, вже не в повній мірі задовольняє очікування сучасного споживача та суспільства в цілому. Тому наразі необхідно гарантувати безпеку продукції, причому не тільки для людини, а також і для оточуючого середовища [7, 8].

В країнах ЄС екологічна сертифікація продукції легкої та текстильної промисловості достатньо широко розвинена. Вона доповнює сертифікацію якості та майже завжди носить обов'язковий характер. Кожна країна ЄС має свої особливості та процедури, які склались історично або базуються на особливостях законодавства, але основним принципом є відповідність європейській екосертифікації за системою OEKO-TEX Standard [8].

OEKO-TEX Standard – це єдина міжнародна система перевірки та сертифікації текстильної продукції, що розроблена під егідою Міжнародної асоціації по дослідженнях та тестуванню в області екології (OEKO-TEX) [10]. Ця система об'єднує інститути та їх представництва більш ніж у 50 країнах світу та містить 16 стандартів для текстильних виробів різного призначення. Для повного виключення негативного впливу шкідливих речовин та гарантування безпечності текстильних виробів для здоров'я людини контролююче товариство OEKO-TEX працює з широким каталогом критеріїв, який містить більш ніж 100 показників. При цьому перевірки забезпечують тестування не тільки на вміст речовин, що заборонені чи регламентовані законодавчо, але й таких, що можуть негативно

вплинути на здоров'я з точки зору сучасної науки [4, 10]. Наприклад, такими є перевірки на вміст барвників, що викликають онкологічні захворювання та алергію у людини [4]. В результаті такого контролю забезпечується рівень екологічної безпеки продукції, який значно перевищує законодавчі вимоги [10].

Для гарантування екологічної безпеки продукції легкої та текстильної промисловості за системою OEKO-TEX Standard перевіряються наступні показники [4, 10]:

- значення рН;
- вміст летючих органічних сполук (формальдегід, толуол, стирол тощо);
- вміст хлорованих органічних сполук (хлорфеноли, хлорбензоли, хлортолуоли тощо);
- вміст пестицидів (алдрін, карбоніл, діелдрін, ендосульфат, гектахлор тощо);
- вміст продуктів деструкції фарбників;
- наявність пентахлорфенолу, який використовується для десикації бавовнику й несе діоксини;
- наявність важких металів (миш'як, свинець, ртуть, мідь, хром, кобальт, нікель), тощо.

Стандарт OEKO-TEX 100 не охоплює повний життєвий цикл продукції, але відносно показників якості та безпечності сировини або готової продукції він є найбільш вимогливим [4]. За системою OEKO-TEX Standard перевірка текстильної продукції на наявність шкідливих речовин орієнтується на призначення текстильної продукції та діє за принципом: чим інтенсивніший контакт текстилю зі шкірою, тим більш високі до нього екологічні вимоги [11, 12]. Найбільш жорсткі вимоги висуваються до дитячого асортименту.

У системі OEKO-TEX Standard процедури й умови обов'язкової сертифікації визначаються модульним підходом [7]. Тобто оцінювання відповідності здійснюється за певними модулями (А, Аа, В, С, D, Е, F, G), що встановлені для різних стадій випуску виробів (проектування, виготовлення дослідного зразка, виробництво продукції). Залежно від мети перевірок обирається тип оцінювання (перевірка документації, забезпечення якості, схвалення типу, перевірка продукції) і суб'єкт, який здійснює оцінювання (виробник чи третя сторона) [7]. Використання сертифікатів відповідності попередніх стадій виробництва дозволяє уникати подвійних перевірок та зайвих витрат [4]. Наслідком оцінювання відповідності має бути декларація про відповідність або сертифікат відповідності [7], а також надання права виробникові маркувати текстильні вироби відповідними етикетками OEKO-TEX [11, 12].

Стандарт OEKO-TEX 100 є всесвітньо відомим екологічним стандартом на текстиль та текстильні вироби, відповідно до якого здійснюється сертифікація в багатьох країнах ЄС – в Бельгії, Данії, Англії, Франції, Іспанії, Португалії, Швеції, Турції, Австрії та ін. [4]. Активні роботи з впровадження вимог OEKO-TEX Standard проводять Російська Федерація та Республіка Білорусь. Сьогодні даним видом сертифікації цікавиться все більше українських виробників, орієнтованих на європейські ринки [4]. Тому наразі є актуальним питання проведення екологічної сертифікації вітчизняної продукції текстильної та легкої промисловості.

Разом з тим, існує ряд проблем, вирішення яких сприятиме більш ефективному впровадженню екологічної сертифікації текстильної продукції в Україні. Зазначені проблеми полягають в наступному:

- відсутня методологія проведення обов'язкової та добровільної екологічної сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості;
- неповний перелік продукції текстильної та легкої промисловості, яка підлягає обов'язковій та добровільній екологічній сертифікації;
- відсутня систематизація НД з екологічних вимог до продукції текстильної та легкої промисловості.

Суттєвою проблемою для реалізації продукції легкої та текстильної промисловості України на зовнішніх ринках є те, що нормовані рівні значень деяких показників екологічності продукції в країнах ЄС, РФ та в існуючих НД України мають розбіжності, що пов'язано з різним підходом до їх регламентації. Тому для українських НД, які визначають екологічність продукції текстильної та легкої промисловості, потрібна розробка методології екологічної сертифікації продукції та наукова регламентація значень показників їх екологічності.

Поряд із вище зазначеним, екологічна сертифікація повинна здійснюватись на підставі уведених екологічних показників і нормативів [3]. Деякі з них віднесено до номенклатури показників якості текстильної продукції для проведення обов'язкової сертифікації, наприклад, наявність речовин, які можуть спричинити алергію (алергенність). Разом з тим, обов'язкова сертифікація не передбачає всебічного тестування на екологічність. Тому доцільним є розширення номенклатури показників для обов'язкової сертифікації текстильної продукції за екологічними показниками. Тим самим можна уникнути додаткової екологічної сертифікації, а отже, зайвих витрат виробника.

З іншого боку, перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації, не охоплює весь асортимент текстильної продукції. Як зазначалося вище, він стосується товарів, на які законодавчими актами або іншими НД встановлено певні вимоги щодо їхньої безпеки та містить невеликий спектр текстильної продукції (дитячий асортимент, матеріали для іграшок) [7, 8]. Отже, значна частина асортименту текстильної продукції може залишитись поза увагою екологічних перевірок.

Тому цілком логічним є інший шлях – проведення двох різних сертифікацій. В цьому випадку цікавим видається досвід країн ЄС та США, де проводиться дві сертифікації: одна сертифікація - на відповідність технічним вимогам, а інша - на безпеку для навколишнього середовища. Вирішення зазначеної проблеми шляхом впровадження двох різних сертифікацій було б цілком доречним, тому що показники якості й показники екологічної безпеки різні за своєю суттю й спрямовані на досягнення різних цілей [3].

Проаналізуємо ще один аспект, який потребує вирішення. Тестування текстильних матеріалів на екологічність згідно з вимогами міжнародного стандарту OEKO-TEX Standard 100 можуть виконувати лише акредитовані лабораторії, які засвідчують результати перевірки екологічним сертифікатом [7, 11, 12]. Оскільки державні сертифікаційні центри системи УКРСЕПРО не мають належної кваліфікації й приладової бази для здійснення екологічної сертифікації продукції легкої та текстильної промисловості, було б логічним створення спеціалізованих лабораторій та акредитація їх на міжнародному рівні [3, 7]. Для реалізації такого завдання доцільно було б забезпечити державну фінансову підтримку та залучити кошти провідних підприємств текстильної та легкої промисловості, які зацікавлені у цьому [7]. Крім того, запрошення іноземних експертів в області екологічної сертифікації

текстильної продукції та аудиторів екологічної діяльності підприємств є досить дорогим, особливо для малих і середніх підприємств, тому актуальним є питання підготовки вітчизняних висококваліфікованих фахівців [3].

Проаналізувавши поточний стан обов'язкової сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості в Україні, можна із упевненістю сказати, що введенням додаткового контролю за екологічними показниками можна домогтися істотних переваг як для споживача, так і для виробника.

Таким чином, впровадження в Україні екологічної сертифікації текстильної продукції є актуальним, необхідним і потребує вирішення та узгодження розглянутих організаційних та методологічних проблем. Такі заходи забезпечать захист українського споживача від імпортованої текстильної продукції сумнівної якості, уможливають підвищення конкурентоздатності вітчизняних товарів на внутрішньому ринку та значно розширяють можливості виходу української продукції на міжнародні ринки.

Висновки.

1. Окреслено перспективи інтеграції текстильної продукції України до світового ринкового простору
2. Проаналізовано особливості міжнародної системи перевірки та сертифікації продукції текстильної та легкої промисловості ОЕКО-ТЕХ та зазначено, що для підвищення конкурентоспроможності продукції легкої та текстильної промисловості, гарантування її безпеки для людини і оточуючого середовища актуальною є подальша робота з приведення законодавства України в області екосертифікації у відповідність до міжнародних вимог.
3. Одними з найбільш ефективних заходів впровадження екосертифікації продукції текстильної та легкої промисловості України є: розробка методологічних засад для комплексного вирішення цієї проблеми, що полягають у відокремленні екосертифікації від сертифікації якості продукції; створення спеціалізованих лабораторій для здійснення екосертифікації та їх акредитація на міжнародному рівні; підготовка вітчизняних висококваліфікованих фахівців та аудиторів в області екологічної сертифікації.

Список використаних джерел

1. Європейський ринок відкриють для українських товарів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [<http://economics.unian.ua/finance/903071-evropeyskiy-rinok-vidkriyut-dlya-ukrajinskih-tovariv-z-15-travnnya-yatsenyuk.html>].
2. Савицький О. Українські виробники тканин можуть найбільше виграти від ЗВТ з ЄС [Електронний ресурс] / О. Савицький – Режим доступу: [<http://www.dw.de/українські-виробники-тканин-можуть-найбільше-виграти-від-звт-з-єс/a-17119675>].
3. Слізков А. М. Проблеми екологічної сертифікації продукції текстильної промисловості [Електронний ресурс] / А. М. Слізков, В. П. Попов // Технології та дизайн. – 2011. – № 1. – Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe].
4. Развитие рынка экотекстиля в Украине будет происходить по евростандартам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [<http://ecobezpeka.com/news/132-razvitie-rynka-ekotekstilya-v-ukraine-budet-proishodit-po-evrostandartam/>].
5. Стан справ у легкій промисловості України в 2013 році // Легка промисловість. – 2013. - № 4. – С. 6-7.

6. Стан справ у легкій промисловості України в 2014 році // Легка промисловість. – 2014. - № 1. – С. 3-4.
7. Ринок і ресурси споживчих товарів : навч. посіб. / Н. О. Офіленко, А. П. Кайнаш, О. В. Калашник, С. Е. Мороз. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 184с.
8. Жохова Л. В. Методологические и правовые основы сертификации продукции текстильной и легкой промышленности / Л. В. Жохова // Швейное производство : ежемесячный научно-практический журнал / Изд. дом "Панорама". — 2010, № 1-12 (2CD к № 4; CD к № 5,10). — № 4 + 2CD. — С. 41-43.
9. Закон України «Про захист прав споживачів» від 01.12.2005 № 3161 – IV (із змінами).
10. OEKO-TEX Standard 100 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.oeko-tex.com/oekotex100_public/content5.asp?area=hauptmenue&site=oekotexstandard100&cls=02].
11. Богданов Г. Г. Еволюція матеріалів для одягу : навч. посіб. / Г. Г. Богданов, З. В. Захожай. – К. : КНУТД, 2003. - 280 с. – Укр. мовою.
12. Супрун Н. П. Сучасні проблеми виробництва безпечного споживання та екологічно чистого текстилю : монографія / Н. П. Супрун, Г. В. Щуцька. – К. : Кафедра, 2013. – 112 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

СЛИЗКОВ А.Н., УПИРОВА Н.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определение проблем, связанных с введением экологической сертификации продукции текстильной и легкой промышленности в Украине.

Методика. Использованы аналитические методы и методы системного анализа.

Результаты. В ходе исследования проанализированы особенности международной системы проверки и сертификации продукции текстильной и легкой промышленности OEKO-TEX, дано обоснование актуальности разработки методологии экологической сертификации текстильной продукции в Украине.

Научная новизна. Исследованы проблемы экологической сертификации продукции текстильной и легкой промышленности в Украине, определены пути ее дальнейшего внедрения.

Ключевые слова: текстиль, продукция, экология, стандарт, сертификация.

PROBLEMS OF TEXTILE PRODUCTION ECOLOGICAL CERTIFICATION IN UKRAINE AND THEIR SOLVING

SLIZKOV A.M., UPIROVA N.I.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Identification of problems associated with introduction of the textile production ecological certification in Ukraine.

Methodology. Analytical techniques and methods of system analysis were used.

Findings. The study analyzed the features of an international certification scheme OEKO-TEX, and proved the urgency of elaboration of methodology of textile production ecological certification in Ukraine.

Originality. The problems of textile production ecological certification in Ukraine were examined, the direction of solutions was defined.

Keywords: textile, production, ecology, standard, certification.

УДК 004.891.3:004.3

ЗЕНКІН М.А., ФЕДОРЧУК Д.І.

Київський національний університет технологій та дизайну

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мета. Виконати аналіз сучасних методів захисту програмного забезпечення з виділенням загальних принципів їх реалізації і класифікації, а також сформулювати вимоги до ефективної системи захисту.

Методика. Методи теорії інформації, методи математичного опису і дослідження інформаційних процесів, методи передачі, обробки, зберігання, витягання і класифікації інформації, методи теорії алгоритмів, методи теорії обчислювальних процедур, методи управління якістю програмного забезпечення, методи забезпечення надійності програм.

Результати. Розроблені рекомендації, щодо забезпечення безпеки комп'ютерної системи на основі принципів, регламентованих діючими стандартами якості і безпеки.

Наукова новизна. Поставлені і досліджені питання комплексної оцінки якості систем захисту програмного забезпечення.

Практична значимість. Розроблена комплексна модель оцінки якості систем захисту програмного забезпечення дозволяє проектувати такі системи з урахуванням вимог міжнародних стандартів, а також мати можливість не лише оцінити стійкість системи захисту до злому, але і дати цілий ряд інших, не менш важливих оцінок.

Ключові слова: комплексна оцінка якості, програмне забезпечення.

Вступ. Прогрес у галузі застосування інформаційних технологій, обумовлений розвитком обчислювальних систем і програмного забезпечення, супроводжується підвищенням вимог до стабільності функціонування інформаційних систем і стійкості при спробах порушення їхньої безпеки. Все більшого значення набувають відмінності методів захисту програмного забезпечення від незаконного копіювання та розповсюдження. Це пов'язано в першу чергу з розвитком комп'ютерної техніки і глобальних комп'ютерних мереж, значно полегшує передачу, копіювання та розповсюдження великих обсягів інформації. Вірогідність несанкціонованого використання програмного забезпечення також збільшується в міру збільшення кількості користувачів персональних комп'ютерів. З цих причин сучасне програмне забезпечення повинно забезпечуватися різними засобами захисту від несанкціонованого доступу.

Недоліки систем захисту є наслідками незадовільної якості захисту програмного забезпечення. На основі цього можна зробити висновок про необхідність вдосконалення існуючих та створення нових засобів і методів оцінки якості захисту програмного забезпечення. Для цього необхідно дати формальний опис проблеми і на підставі формальної постановки задачі розробити комплексну модель оцінки якості систем захисту програмного забезпечення [1-3].

Постановка завдання. Розробити комплексну модель оцінки якості систем захисту програмного забезпечення на основі вимог міжнародних стандартів в області якості.

Результати досліджень. Невід'ємною частиною загального процесу підвищення якості інформаційних технологій (ІТ) і програмного забезпечення (ПЗ) є розробка стандартів, пов'язаних з проблемою безпеки ІТ і ПЗ, яка придбала велику актуальність у зв'язку з тенденціями все більшої взаємної інтеграції прикладних завдань, побудови їх на базі розподіленої обробки даних, систем телекомунікацій, технологій обміну електронні дані [3, 4].

Розробка міжнародних стандартів в області інформаційної безпеки і систем захисту програмного забезпечення проводиться безперервно. При цьому послідовно публікуються проекти і версії стандартів на різних стадіях узгодження і твердження. Стандарти поетапно опрацьовуються і деталізуються у вигляді сукупності взаємозв'язаних по концепціях і структурі груп стандартів [2, 5].

Під системою захисту ПЗ від несанкціонованого копіювання і несанкціонованого використання розуміється комплексний засіб, який як правило, є частиною самого ПЗ, призначений для ускладнення, або попередження нелегального копіювання (виконання) захищеного ПЗ.

Ефективна система захисту ПЗ повинна задовольняти наступним вимогам:

- система захисту повинна виявляти факт несанкціонованого запуску захищеного ПЗ;
- система захисту повинна реагувати на факт несанкціонованого запуску ПЗ;
- система захисту повинна протистояти можливим атакам зломисника [3, 4, 6].

Оцінка якості конкретного ПЗ робиться шляхом роздільної оцінки деякої сукупності показників якості оцінюваного ПЗ і подальшим підсумовуванням отриманих оцінок, в результаті якого виходить загальна оцінка якості. Існує міжнародний стандарт ISO 9126:1991 [7], в якому виділені характеристики (показники якості), що дозволяють оцінювати ПЗ з точки зору користувача, розробника і керівника проектом. Всього в міжнародному стандарті рекомендується шість основних показників якості ПЗ, кожен з яких деталізований декількома характеристиками.

Показники якості ПЗ можна розділити на наступні класи:

- показники супроводу – структурна і інформаційна складність ПЗ, структурність ПЗ, наочність, повторюваність;
- показники надійності;
- показники зручності роботи – легкість освоєння, доступність експлуатаційної програмної документації, зручність експлуатації і обслуговування.
- показники ефективності – рівень автоматизації, тимчасова ефективність, ресурсоемність;
- показники універсальності – гнучкість, мобільність, модифікованість;
- показники коректності – логічна коректність, повнота реалізації, узгодженість, перевіреність.

Якістю системи захисту ПЗ називається сукупність споживчих властивостей системи захисту ПЗ, що характеризують її здатність задовольняти потребу користувачів в захисті ПЗ. Під користувачами розуміються розробники ПЗ, яке треба захистити і користувачі ПЗ, захищеного цією системою захисту [2, 5].

Розглянемо функціонування системи «Захищене ПЗ – система захисту ПЗ». Для цього представимо цю систему у вигляді моделі, яка складається з двох блоків:

- захищене ПЗ;
- система захисту ПЗ.

Ці блоки пов'язані функціонально (рис. 1). Всі зв'язки можна розділити на наступні класи:

- ініціалізація роботи захищеного ПЗ (I);
- перевірка середовища функціонування захищеного ПЗ (C);
- функції, які необхідні для роботи захищеного ПЗ (F);
- деініціалізація роботи захищеного ПЗ (D).

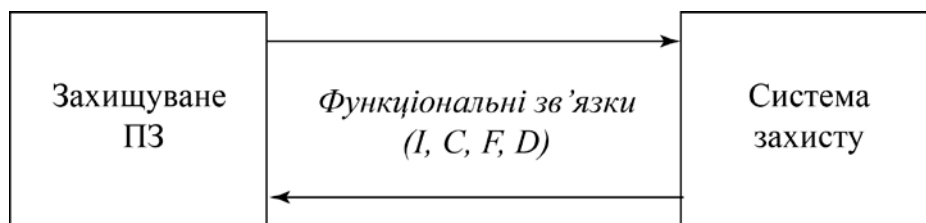


Рис. 1. Модель системи «Захищене ПЗ – система захисту ПЗ»

Ініціалізація роботи захищеного ПЗ (I) – це виконання системою захисту ПЗ дій, необхідних для початку роботи захищеного ПЗ. Це можуть бути: початкове завантаження даних і виконуваного коду в пам'ять, їх розшифровка, передача управління захищеного ПЗ, початкова перевірка середовища функціонування захищеного ПЗ [1, 2, 5].

Перевірка середовища функціонування захищеного ПЗ (C) – виклики захищеного ПЗ системи захисту для виконання поточних перевірок середовища його функціонування. При цьому система захисту захищеного ПЗ виконує ці перевірки і повідомляє про їх результат ПЗ. Можливий варіант, при якому система захисту захищеного ПЗ сама приймає рішення про подальше функціонування захищеного ПЗ, ґрунтуючись на результатах перевірок. При цьому не виконуються ніяких дій, необхідних для функціонування захищеного ПЗ.

Функції, необхідні для роботи захищеного ПЗ (F) – виклики ПЗ системи захисту захищеного ПЗ для виконання дій, необхідних для роботи захищеного ПЗ: розшифровка ділянок даних або виконуваного коду необхідних по ходу роботи ПЗ; виконання елементів алгоритму роботи захищеного ПЗ.

Деініціалізація роботи захищеного ПЗ (D) – виконання системою захисту ПЗ дій, необхідних для коректного завершення роботи захищеного ПЗ, і, можливо, очищення середовища функціонування від слідів роботи захищеного ПЗ, і самої системи захисту з тим, щоб унеможливити вивчення цих слідів з метою отримання інформації про алгоритми роботи захищеного ПЗ, або системи його захисту.

Таким чином, систему «Захищене ПЗ – система захисту ПЗ» можна представити у вигляді набору великих множин (I, C, D, F). При цьому міра захисту ПЗ визначається кількістю зв'язків кожного виду і кількістю передаваної ними інформації.

Оцінка якості системи захисту програмного забезпечення здійснюється загальноприйнятим способом – шляхом оцінки сукупності показників якості, які дають в цілому загальну оцінку [2, 4, 6].

Показники якості, характерні як для систем захисту ПЗ, так і для ПЗ загального призначення – це коректність і надійність.

Показники коректності характеризують здатність системи захисту ПЗ виконувати свої функції за відсутності обурюючих чинників, таких, як спроби злому системи захисту.

Надійність ПЗ – здатність ПЗ в конкретних сферах застосування виконувати задані функції відповідно до програмних документів в умовах виникнення відхилень в середовищі функціонування, викликаних збоями технічних засобів, помилками у вхідних даних, помилками обслуговування і іншими дестабілізуючими діями. Показники надійності системи захисту ПЗ характеризують здатність цієї системи виконувати свої функції за наявності обурюючих чинників, до яких, в числі інших, відносяться і спроби злому.

Для оцінки таких показників якості, як легкість освоєння ПЗ і зручність обслуговування і експлуатації ПЗ, часто застосовуються методи експертних оцінок. Показники якості ПЗ оцінюються групою експертів.

Структура систем захисту програмного забезпечення, їх функціонування відрізняються рядом особливостей, що відрізняються від ПЗ загального призначення. В зв'язку з цим розробка показників якості і способів їх оцінки в застосуванні до систем захисту ПЗ є дуже актуальним завданням.

Висновки. На основі усебічного аналізу міжнародних і вітчизняних стандартів, присвячених якості програмного забезпечення, сформована номенклатура показників якості програмного забезпечення, що включає наступні показники: супроводу, надійності, зручності роботи, ефективності, універсальності і коректності. Проаналізовані показники якості програмного забезпечення і сучасні методи їх оцінки. Виконана класифікація методів оцінки показників якості програмного забезпечення, що входить в номенклатуру. Показано, що нині основними є методи експертних оцінок, евристичні методи і оцінки із застосуванням різних математичних методів.

Список використаних джерел

1. Анисимов А. В. Подходы к защите программного обеспечения от атак злонамеренного хоста / А. В. Анисимов, И. Ю. Иванов // Проблемы програмування. – К., 2006. – С. 41–61.
2. Бекетова Е. А. Методы и средства оценки качества программ имитационных моделей : автореф. дис. на соиск.учен.степени канд. тех. наук / Бекетова Е. А. – Х., 1992. – 16 с.
3. Богданов Д. В Стандартизация жизненного цикла и качества программных средств : учеб. пособ. / Д. В. Богданов, В. В. Фильчаков ; Мин-во образования РФ. – СПб. : Санкт-Петербургский гос. ун-т аэрокосмического приборостроения, 2000. – 209 с.
4. Казарин О. В. Безопасность программного обеспечения компьютерных систем /О.В.Казарин. – М. : МГУЛ, 2003. – 212 с.

5. Карповский Е. Я. Надежность программной продукции / Е. Я. Карповский, С. А. Чижев. – К. : Техника, 1990.

6. Куприков М. Ю. Применение информационных технологий на этапах жизненного цикла изделия / М. Ю. Куприков // Качество и жизнь. - 2004, № 4. – С. 210-213.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

ЗЕНКИН Н.А., ФЕДОРЧУК Д.И.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Выполнить анализ современных методов защиты программного обеспечения с выделением общих принципов их реализации и классификации, а также сформулировать требования к эффективной системе защиты.

Методика. Методы теории информации, методы математического описания и исследования информационных процессов, методы передачи, обработки, хранения, вытягивания и классификации информации, методы теории алгоритмов, методы теории вычислительных процедур, методы управления качеством программного обеспечения, методы обеспечения надежности программ.

Результаты. Разработанные рекомендации, относительно обеспечения безопасности компьютерной системы на основе принципов, регламентированных действующими стандартами качества и безопасности.

Научная новизна. Поставлены и исследованы вопросы комплексной оценки качества систем защиты программного обеспечения.

Практическая значимость. Разработанная комплексная модель оценки качества систем защиты программного обеспечения позволяет проектировать такие системы с учетом требований международных стандартов, а также иметь возможность не только оценить стойкость системы защиты к взлому, но и дать целый ряд других, не менее важных оценок.

Ключевые слова: комплексная оценка качества, программное обеспечение.

COMPLEX EVALUATION OF QUALITY SYSTEMS PROTECTION SOFTWARE

ZENKIN N., FEDORCHUK D.

Kiev National University of Technology and Design

Purpose: To execute the analysis of modern methods of defense of software with the selection of general principles to their realization and classification, and also to set forth requirement to the effective system of defense.

Methodology. Methods of information theory, methods of mathematical description and research of informative processes, methods of transmission, treatment, storage, drawing out and classification of information, methods of theory of algorithms, methods of theory of calculable procedures, management methods by quality of software, methods of providing of reliability of the programs.

Results. Worked out recommendations, in relation to providing of safety of the computer system on the basis of the principles, regulated by the operating standards of quality and safety.

Scientific novelty. The questions of complex estimation of quality of the systems of defense of software are put and investigational.

Practical meaningfulness. The worked out complex model of estimation of quality of the systems of defense of software allows to design such systems taking into account the requirements of international standards, and also to have the opportunity not only to estimate firmness of the system of defense to breaking but also give a number of other, no less important estimations.

Keywords: complex estimation of quality, software.

УДК
338.439.4:006.015.5/.8

ХІМІЧЕВА Г. І., СОКОТУН Ж. В.
Київський національний університет технологій та дизайну

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ ОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Мета. Аналіз чинного законодавства в сфері виробництва продукції органічного походження і визначення шляхів подальшого його розвитку.

Методика. Методологічною основою досліджень є методи систематизації, зіставлення, аналізу та елімінування, що дали змогу проаналізувати стан та перспективи розвитку законодавчо-нормативної бази в галузі виробництва продукції органічного походження в Україні та закордоном.

Результати. Проведено аналіз нормативно-правового забезпечення продукції органічного походження, показано шляхи її удосконалення та обґрунтовано вимоги до продукції для отримання статусу органічна і безпечна.

Наукова новизна. Запропоновано структурувати законодавчо-нормативну базу продукції органічного походження за рівнями документів, тобто поділити всі чинні документи на міжурядові рамкові стандарти, основоположні стандарти та міжнародні приватні стандарти.

Практична значимість. Надані рекомендації щодо застосування нормативних документів для продукції органічного походження та проаналізовані знаки її маркування, що є особливо важливим для споживача.

Ключові слова: продукція органічного походження, органік, законодавча та нормативна документація, нормативно-правове забезпечення, екологічне маркування, сертифікація.

Вступ. В умовах інтеграції України з Європейським Союзом однією з важливих задач є виробництво екологічно чистої продукції, яка задовольняла би вимоги законодавчих та нормативних документів розвинених країн.

На сьогодні нормативно-правова база продукції органічного походження в країнах ЄС складається із Постанови Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року, яка регламентує вимоги до органічного виробництва і маркування продукції органічного походження, Регламент Комісії (ЄС) № 889/2008 від 5 вересня 2008 року “Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю для впровадження Постанови Ради (ЄС) №834/2007 стосовно органічного виробництва і маркування продуктів органічного походження”, Регламент Комісії (ЄС) № 1234/2008 від 8 грудня 2008 року, що встановлює докладні правила імплементації Постанови Ради (ЄС) № 834/2007 щодо порядку імпорту органічної продукції з третіх країн [1, 2, 3]. Всі ці документи визначають методи виробництва, інспектування та сертифікації органічних господарств, переробних підприємств, імпортерів та трейдерів, а також системи нагляду на європейському рівні. Слід зазначити, що органічне виробництво харчових продуктів вимагає значних обмежень у використанні харчових добавок, ароматизаторів, консервантів тощо, тобто ці продукти

повинні бути вироблені із складників сільськогосподарського органічного походження. Перелік певних продуктів і речовин, які дозволені для використання при органічному виробництві харчових продуктів, наведено у додатках до Постанови.

Згідно постанов і директив ЄС у харчових дієтичних продуктах використовуються лише дозволені добавки, ароматизатори, вода, сіль, препарати мікроорганізмів, ензими, вітаміни, мінерали, амінокислоти тощо. При цьому, використання харчових добавок, неорганічних складників дозволено лише у випадку технологічної необхідності або для певних дієтичних цілей. Переробка харчових продуктів органічного походження повинна здійснюватися переважно біологічними, технологічними і фізичними методами, при цьому заборонено використання іонізуючої радіації для їх оброблення. Харчові продукти, вироблені з культур, які отримані в перехідний період і мають конверсійний статус, можуть містити лише один інгредієнт культури с.-г. походження, який не вироблено органічним методом.

Маркувати харчову продукцію як продукцію органічного походження згідно нормативних документів дозволено якщо 95 % складників с.-г. походження є органічно вирощеними, і якщо продукти чи його складники не зазнали оброблення іншими методами із застосуванням недозволених речовин і не містять ГМО. Для споживачів для цього на упаковці розфасованих харчових продуктів проставляють логотип ЄС і відповідні знаки систем сертифікації. Продукти органічного походження, які ввозять із третіх країн реалізують у країнах ЄС, тільки за умов, якщо ця продукція входить до Переліку, затвердженого рішенням Комісії, перевірена визнаним органом контролю і має сертифікат чи свідоцтво перевірки.

Постановка завдання. Основними завданнями органічного виробництва є забезпечення людей якісними і безпечними продуктами харчування та відсутність негативного впливу на довкілля. Для вирішення цих завдань необхідно мати відповідні законодавчі і нормативні документи. Провідними розробниками Постанов, Регламентів, Директив і стандартів з виробництва та постачання продукції органічного походження є Bio Suisse, Біолан, Demetr, Міністерство сільського господарства США, продовольчі і сільськогосподарські Організації об'єднаних націй, Всесвітня організація охорони здоров'я. Застосування законодавчо-нормативних документів на системній основі потребує чітко визначених рамок його регламентування. Тому *метою* даного дослідження є аналіз чинного законодавства в сфері виробництва продукції органічного походження і визначення шляхів подальшого його розвитку.

Результати досліджень. Проведений аналіз законодавчо-нормативної бази продукції органічного походження дозволив виділити три основні групи нормативних документів, які встановлюють вимоги щодо виробництва, обігу і маркування продукції органічного походження (рис. 1).



Рис. 1. Стандарти на продукцію органічного походження.

Як видно з рисунку, це:

1. Міжурядові рамочні стандарти: базові стандарти IFOAM (IFOAM Basic Standards – IBS); спільна програма Продовольчої і сільськогосподарської організації об'єднаних націй (FAO) та Всесвітньої організації охорони здоров'я (WHO) стосовно стандартів на харчові продукти (Комісія «Кодекс Аліментаріус» – «Кодекс Аліментаріус. Органічні харчові продукти»);

2. Основоположні стандарти та Постанови і Регламенти ЄС: Постанова Ради (ЄС) № 834/2007; Регламент Комісії (ЄС) № 889/2008 ; Регламент Комісії (ЄС) № 1235/2008, Регламент Комісії (ЄС) № 1254/2008; Регламент Комісії (ЄС) № 537/2009; Регламент Комісії (ЄС) № 710/2009; Регламент Комісії (ЄС) № 271/; Американська національна органічна програма – NOP (National Organic Program) Міністерства сільського господарства США (United States Department of Agriculture – USDA); JAS (Japanese Agricultural Standard) – Японський стандарт якості сільськогосподарської продукції, до складу якого входить «особливий стандарт» щодо виробництва і переробки органічної продукції.

3. Приватні стандарти органічного виробництва: Demeter, Naturland, Bioland, Ecoland, Biokreis, Ecovin (Німеччина); Soil Association (Великобританія); Bio Suisse (Швейцарія), Bio Austria, Austria Bio Garantie (Австрія), KRAV (Швеція), Біолан (Україна) та інші.

Згідно Правил органічного виробництва маркувати харчову продукцію як ту, що має статус органічної можна лише за умов виконання чинного законодавства.

В ході досліджень встановлено, що у країнах ЄС виробництво органічної продукції до 2009 року регулювалось Директивою ЄС 2092/91, яка визначила загальні рамки і принципи організації органічного сільського господарства, необхідність маркування органічної продукції, обґрунтувала вимоги до виробництва сільськогосподарської продукції і її переробки та виготовлення продуктів харчування органічного походження. Прийняття цієї Директиви ЄС стало поштовхом до створення системи контролю (інспектування) органічної продукції власного виробництва та продукції, що імпортується.

З 1 січня 2009 р. Європейське законодавство було доповнено стандартами ЄС, затвердженими Постановою Ради (ЄС) № 834/2007 та Регламентом Комісії (ЄС) №889/2008. Дотримання цих стандартів при виході товаровиробників органічної продукції на європейські ринки є обов'язковими. В цих стандартах особлива увага приділяється системі інспекційного контролю органічної продукції, що імпортується; створенню єдиного ринку продукції органічного походження; правилам відкритого ринку органічної продукції ЄС для імпорту третіх країн.

Регламент Комісії (ЄС) № 889/2008 є доповненнями до Постанови Ради (ЄС) № 834/2007 і більш детально визначає правила щодо органічного виробництва.

Міжнародно-визнані стандарти, існуючі практики, керівництва та інші рекомендації щодо сільськогосподарської продукції, її виробництва та харчової безпеки зібрані у Кодексі Аліментаріус [4, 5] який містить також глобальні органічні стандарти щодо дозволів на використання певних речовин.

Комісія Кодекс Аліментаріус, яка заснована FAO та WHO, розробляє єдині міжнародні стандарти на харчові продукти, а також керівництва, норми і правила, які покликані захистити здоров'я споживача і забезпечити дотримання правил торгівлі у продовольчій сфері. Комісія також займається координацією діяльності міжнародних державних і приватних організацій, пов'язаних з розробкою стандартів на всі харчові продукти.

Слід зазначити, що стандарти Кодексу розробляються на основі самих останніх наукових досліджень за сприяння незалежних міжнародних організацій з оцінки ризиків і спеціалізованих консультаційних центрів, створених FAO і WHO. Незважаючи на те, що стандарти Кодексу рекомендовані для добровільного застосування вони, як правило, часто використовують для формування національної законодавчої політики в галузі виробництва харчової продукції безпечної для споживача.

Важливу роль у формуванні стандартів та міжнародній акредитації установ, що займаються сертифікацією органічної продукції на відповідність цим стандартам, відіграє Міжнародна федерація органічного сільськогосподарського руху (IFOAM), яка має статус міжнародної неурядової організації, що єднає в собі понад 700 активних організацій-учасників у більш, ніж 110 країнах світу. Ця організація розробила перші «Базові стандарти IFOAM щодо органічного виробництва і переробки», а згодом почала здійснювати оцінку сертифікаційних установ на їх відповідність вимогам базових стандартів, застосовуючи для цього спеціальний «Акредитаційний критерій IFOAM». Сьогодні базові стандарти та акредитаційні критерії зареєстровані як «міжнародні стандарти ISO», які фактично

виконують регулятивну функцію у виробництві безпечної харчової продукції у різних країнах світу.

Крім того, міжнародна федерація має свою програму добровільної міжнародної акредитації сертифікаційних установ, яка побудована на базових стандартах і критеріях IFOAM і проводиться незалежною компанією IOAS, заснованою федерацією. Між акредитованими IOAS установами діє багатостороння угода, яка забезпечує взаємне визнання результатів сертифікаційних випробувань.

В свою чергу стандарти IFOAM є інструментом, що встановить межу між органічними і неорганічними стандартами і формують єдиний законодавчо-нормативний підхід до ринку органічної продукції.

Основні норми для Органічного Виробництва (IBS), що визначені IFOAM і впливають на сертифікацію продукції органічного походження, наступні:

- обробка земельних угідь, як мінімум, протягом трьох років повинна здійснюватися без застосування хімічних добрив;
- насіння для органічного господарства повинні бути адаптовані до місцевих умов, стійкі до шкідників і бур'янів і, головне, не бути генетично модифікованими;
- родючість ґрунтів повинна підтримуватися шляхом застосування різноманітного сівозмінення й біологічно розщеплюваних добрив винятково мікробіологічного, рослинного або тваринного походження;
- використання гербіцидів, пестицидів, інсектицидів, азотовмісних та інших хімічних добрив неможливе ні за яких умов;
- для боротьби з шкідниками потрібно застосовуватися фізичні бар'єри, шум, ультразвук, світло, пастки, спеціальний температурний режим та ін;
- при вирощуванні худоби для одержання м'яса Organic заборонено застосовувати антибіотики і гормони росту;
- фермери повинні реєструвати будь-яке лікування тварин (записи про лікування щорічно перевіряються органами, що проводять сертифікацію);
- використання радіації та генної інженерії у виробництві продуктів Organic суворо заборонено;
- якщо продукт позначений як Organic, його виробник зобов'язаний використовувати 100% органічних інгредієнтів.

Міжнародною цільовою групою з гармонізації та еквівалентності (ITF) розроблено загальну систему стандартизації органічного виробництва COROS (The Common Objectives and Requirements of Organic Standards), яка містить виробничі вимоги, обумовлені загальним органічним управлінням, виробництвом продукції рослинництва, тваринництва, бджільництва та її переробки, і дає можливість визначити відповідність розроблених стандартів міжнародним нормам [6].

Міністерством сільського господарства США в рамках програми USDA NOP діє сертифікат, який охоплює всі аспекти виробництва, обробки, доставки та продажу органічних товарів і продуктів. У відповідності з цією програмою, органічна продукція – це продукція, отримана в результаті ведення сертифікованого органічного землеробства відповідно до вимог стандартів і правил органічного виробництва, яке сприяє круговороту ресурсів, розвитку екологічного балансу та збереження біорізноманіття. Продукція з

логотипом USDA відповідає усім вимогам стандартів USDA Національної Органічної Програми

Закон JAS встановлює «особливий стандарт JAS» для органічних сільськогосподарських продуктів і перероблених органічних сільськогосподарських продуктів [7]. Згідно з ним, тільки ті продукти, які відповідають всім його вимогам, можуть включати в своє маркування вираз «органічний» і знак JAS.

Приватні міжнародні стандарти – це нормативні документи, які підтримують принципи екологічно безпечного ведення сільського господарства і спрямовані на розвиток продукції органічного походження.

В Україні в жовтні 2013 р. була прийнята Стратегія розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 р., яка зокрема передбачає розвиток продукції органічного походження [8]. В законодавчо-нормативному аспекті ця стратегія базується на Конституції України; Кодексу України (земельному, лісовому, водному, цивільному та господарському) та Законах України «Про охорону навколишнього середовища», «Про безпечність та якість харчових продуктів», «Про підтвердження відповідності», «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» [9-13].

Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» набрав чинності з січня 2014 р. Цей закон визначає правові та економічні основи виробництва та обігу органічної сільськогосподарської продукції та сировини. При цьому органічною продукцією згідно цього закону вважається тільки продукція, яка виготовлена в рамках сертифікованого виробництва. Документ передбачає, зокрема, впровадження системи контролю на всіх етапах виробництва органічної продукції, а також процедури інспектування та сертифікації її виробництва і переробки.

Незважаючи на прогресивність даного Закону, на жаль, більшість його положень залишаються декларативними, оскільки не можуть бути реалізовані без прийняття відповідних підзаконних нормативно-правових актів. Так станом на сьогодні не сформовано уповноваженого органу з оцінки відповідності, не створено відповідного реєстру, не визначено графічне зображення державного логотипу для позначення «органічний продукт». Таким чином, виходячи з вище наведеного, можна зробити висновок, що адміністративно-правове регулювання виробництва та обігу органічної продукції в Україні потребує удосконалення, зокрема, належного нормативно-правового регулювання, що надасть можливість ефективно здійснювати контроль процесів виробництва продукції органічного походження.

Висновки. Проведені дослідження доводять, що сьогодні продукція органічного походження стає все більш привабливою як для європейського, так і для національного споживача, враховуючи те, що Україна має потужний агропромисловий потенціал, придатний для вирощування і переробки продукції органічного походження, вона може стати одним із головних експортерів цієї продукції на ринку ЄС. Однак для цього вона повинна гармонізувати свою нормативно-правову базу з вимогами європейських Постанов, Регламентів, Директив.

Список використаних джерел

1. Council Regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No. 2092/91 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://organicstandard.com.ua/>
2. Commission Regulation (EC) No. 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.fsai.ie/>
3. Commission Regulation (EC) No. 1235/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 834/2007 as regards the agreements for imports of organic products from third countries [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.fsai.ie/>
4. Codex Alimentarius [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.codexalimentarius.org/>
5. Codex Alimentarius - Organically Produced Foods [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.codexalimentarius.org/>
6. The Common Objectives and Requirements of Organic Standards (COROS) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.ifoam.bio/en/coros>
7. The JAS Standards for organic plants and organic processed foods of plant origin [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.maff.go.jp/>
8. Стратегія розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/806-2013-%D1%80>
9. Конституція України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://rada.gov.ua/>
10. Кодекси України [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://kodeksy.com.ua/>
11. Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://ligazakon.ua/>
12. Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 3 вересня 2013 р. № 425-УІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/425-18>
13. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ligazakon.ua/>
14. Закон України «Про підтвердження відповідності» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ligazakon.ua/>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

ХИМИЧЕВА А. И., СОКОТУН Ж. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Анализ действующего законодательства в сфере производства продукции органического происхождения и определения путей дальнейшего его развития.

Методика. Методологической основой исследований являются методы систематизации, сопоставления, анализа и элиминирования, которые позволили проанализировать состояние и перспективы развития нормативно-правовой базы в области производства продукции органического происхождения в Украине и за рубежом.

Результаты. Был проведен анализ нормативно-правового обеспечения продукции органического происхождения, показаны пути ее усовершенствования и обоснованы требования к продукции для получения статуса органическая и безопасна.

Научная новизна. Предложено структурировать законодательно-нормативную базу продукции органического происхождения по уровням документов, то есть разделить все действующие документы на межправительственные рамочные стандарты, основополагающие стандарты и международные частные стандарты.

Практическая значимость. Даны рекомендации по применению нормативных документов для продукции органического происхождения и проанализированы знаки ее маркировки, что является особенно важным для потребителя.

Ключевые слова: продукция органического происхождения, органик, законодательная и нормативная документация, нормативно-правовое обеспечение, экологическая маркировка, сертификация.

MODERN TRENDS OF REGULATORU AND LEGAL SUPPORT OF ORGANIC PRODUCTS

KHIMICHEVA HANNA I., SOKOTUN ZHANNA V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The analysis of the current legislation and regulatory base of the organic products and determination of ways of the further development.

Methodology. The methodological basis of investigations are methods of organizing, comparison, analyzing and eliminating that helped to analyze the status and development prospects of legislative and regulatory base in the field the organic production in Ukraine and abroad.

Findings. The analysis of the legislation and regulatory support of the organic products. Presented the ways of improvement and substantiation of requirements for obtaining the status of organic and safe.

Originality. Proposed to structure the legislative and regulatory base of the organic products and divide it into the intergovernmental scope standards, the fundamental standards and international private standards.

Practical value. The provided recommendations on the application of regulatory documents for organic products and analyzed marks its labeling.

Keywords: the organic products, the legislation and regulatory support of the organic products, the legislation support of the organic products, the regulatory support of the organic products, organic, eco mark, eco label, ecological, certification.

УДК 378.126

АЛЕКСЕЄВ О.М., КОНОВАЛОВА Н.А., ЛОЗОВА К.А.,
ТРОФИМЕНКО П.Є.

Сумський державний університет

ЗНАЧУЩІСТЬ І СКЛАДНІСТЬ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ПІД ЧАС ОЦІНЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВИКЛАДАЧІВ ВНЗ

Мета. Розроблення способу кількісного визначення комплексного показника значущості та складності тестового завдання.

Методика. Аналіз існуючих підходів до побудови рейтингових систем, освітніх стандартів та навчальних програм для узагальнення теоретичних питань сутності, структури, функцій, особливостей застосування тестового контролю успішності навчання студентів під час оцінювання професійної діяльності викладачів ВНЗ.

Результати. У ході дослідження підтверджено можливість оцінювання педагогічної діяльності викладача за результатами контролю успішності навчання студентів. Розроблено спосіб безекспертного розрахунку вагомості тестового завдання, що дозволяє підвищити достовірність результатів тестового контролю успішності навчання. Запропоновано призначаючи вагомості завдання, враховувати його складність і значущість.

Наукова новизна. Новий спосіб кількісного оцінювання вагомості тестових завдань з урахуванням показників значущості та складності

Практична значущість. Використання розробленого способу розширює можливості тестування як інструменту оцінювання діяльності викладачів.

Ключові слова: тестовий контроль, складність тестових завдань, значущість тестових завдань, вагомості тестових завдань, якість діяльності викладачів, рейтинг.

Вступ. В існуючих системах управління якістю освіти найважливіше значення справедливо надають оцінюванню діяльності професорсько-викладацького складу ВНЗ [1, 2]. Не заперечуючи значущості інших показників, які визначають рейтинг вузу, відзначимо, що такий підхід виправданий, оскільки рівень надаваних освітніх послуг багато в чому визначатиметься саме тим фактором, наскільки правильно сформований професорсько-викладацький корпус. Водночас зазначимо, що в застосовуваних рейтингових системах (від національних, до конкретного вузу), як і раніше, проблемним є правильний вибір показників, використання яких дозволить оперативне оцінити успішність професійної діяльності науково-педагогічних працівників ВНЗ.

У методиках рейтингового оцінювання діяльності викладача все частіше не виправдано відмовляються від такого показника якості, як успішність студентів, досягнута під час вивчення навчальних дисциплін під його керівництвом. Співвідношення успішності студента на початкових і завершальних етапах засвоєння навчального матеріалу дисципліни, порівняння успішності з даної дисципліни із середніми оцінками студента впродовж поточної сесії або в цілому за весь час навчання у вузі, інші аналогічні індикатори могли б широко використовуватися для оцінювання діяльності викладачів. Перешкодою цьому, на наш погляд, є недосконалість методів вимірювання успішності навчання студентів у ході

проведення контрольних заходів як у процесі проведення усного іспиту, так і під час тестування.

Традиційний усний іспит, як правило, є експертною системою з одним експертом і тому не може бути об'єктивним. За сучасних ринкових відносин, коли вузи для підвищення конкурентоспроможності зменшують вартість навчання, залучення кількох викладачів-експертів обмежене і, як правило, застосовується у виняткових випадках під час прийняття рішення про можливість студенту продовжити навчання, в деяких спірних ситуаціях і тощо. Відтак використання результатів усних іспитів у системі рейтингових оцінок обмежене.

У працях [3, 4] та інших вказується на об'єктивний характер тестового контролю як інструменту педагогічних вимірювань. У той же час тестуванню властиві недоліки, які знижують можливість його застосування для оцінювання знань та вмінь студентів і через них успішності роботи викладача. До таких недоліків ми можемо віднести помилки призначення числових значень вагомості завдань, від точного визначення якого багато в чому залежить достовірність оцінки, яку отримує студент за відповідь. При необґрунтованому значенні вагомості окремих тестових завдань неправильно визначається кількість балів, нарахованих за їх виконання, і в кінцевому підсумку – сумарний бал за виконання всього тесту. Як наслідок, підсумкова оцінка студента виявиться хибною і не в повному обсязі відображатиме досягнутий рівень знань і вмінь, що були сформовані під керівництвом викладача.

Постановка завдання. Мета статті – проаналізувати існуючі підходи до кількісного оцінювання вагомості тестових завдань; запропонувати комплексний показник, що враховує значущість і складність тестових завдань під час оцінювання правильності відповіді студента; розробити спосіб кількісного визначення комплексного показника значущості та складності тестового завдання.

Результати дослідження. Аналіз науково-теоретичних і практико-орієнтованих публікацій, присвячених проблемі обґрунтованого призначення вагомості тестового завдання (у низці праць описується як ваговий коефіцієнт, індекс складності, складність, вартість та ін.), показує, що досі не існує загальноприйнятого підходу до визначення того, які властивості завдання повинен відображати цей показник, і не розроблена методика розрахунку його числового значення.

При безмашинному, в деяких випадках і при комп'ютеризованому тестовому контролі вважається, що успішність виконання будь-якого з тестових завдань, із яких складається тест, повинна характеризуватися такою самою кількістю балів. Виходячи з цього, вважаємо, що всі завдання, виконані правильно і в повному обсязі, потрібно оцінювати однаково. Для цього, на нашу думку, помилково вважати, що вагомості завдань повинні мати однакове числове значення незалежно, наприклад, від складності для засвоєння студентами або значущості для правильного розуміння контрольованого навчального матеріалу.

При комп'ютеризованому контролі, визнаючи, що таке зрівняння оцінок тестових завдань неправомірне, тим не менш, вагомості можуть диференціювати відповідно до неістотних для забезпечення точності педагогічних вимірювань класифікаційних ознак завдань. При цьому може встановлюватися зв'язок між оцінкою, що проставляється студентові під час виконання тестового завдання, і конструкцією завдання, тобто тим, у якому вигляді в завданні сформульоване питання, в якій послідовності та як перераховуються правильні й неправильні відповіді тощо [5]. Однак, на наш погляд, такий

підхід, як правило, не обґрунтований, оскільки відсутня переконлива аргументація, наприклад, чому повинні відрізнятися числові значення вагомості завдань, які відрізняються лише тим, що містять одне, два чи більше альтернативних варіантів відповідей.

Найбільш поширеним при комп'ютеризованому тестовому контролі є пов'язування вагомості зі складністю тестового завдання. При цьому складність завдання може задаватися на основі передбачуваного числа і характеру розумових операцій, необхідних для успішного виконання завдання. Однак такий підхід унаслідок обмежених можливостей оцінки розумової діяльності людини більшою мірою є теоретичним і найближчим часом не зможе широко використовуватися для обчислення рейтингу викладачів з успішності студентів.

Інший підхід полягає в тому, що складність тестового завдання визначається емпірично – за результатами калібрувального (попереднього) тестування. У нормативних документах для розроблення складових системи стандартів вищої освіти МОН України [6] рекомендовано під час використання тестування як інструменту об'єктивного контролю якості освіти випускників вузу враховувати складність тестових завдань за індексом складності I_c :

$$I_c = \frac{H + L}{n} \cdot 100 \quad (1)$$

де H – кількість правильних відповідей у сильній групі;
 L – кількість правильних відповідей у слабкій групі;
 n – загальна кількість екзаменованих в обох групах.

Відзначимо, що використовуються й інші емпіричні формули для кількісного вираження складності тестових завдань. Однак при деяких варіаціях у математичних виразах, в загальному випадку вагомість завдання визначається за співвідношенням правильних і неправильних результатів його виконання. З урахуванням того, що студентів для участі в калібрувальному оцінюванні спеціально не відбирають, результати виконання ними одного конкретного завдання не детерміновані й багато в чому випадкові, виразимо вагомість тестового завдання через відношення числа подій $N(A)$, в яких умова A виконана (відповідь не оцінена максимально можливою кількістю балів), до загального числа подій N :

$$P_c = \frac{N(A)}{N} \cdot 100 = \frac{\sum_{i=1}^k (B_{\max} - B_i)}{k \cdot B_{\max}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\bar{B}}{B_{\max}} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

де B_i – результат виконання тестового завдання i -м студентам, оцінений у балах;
 k – кількість студентів, у яких результат виконання тестового завдання був оцінений;
 $B_{\max}$ – максимально можлива кількість балів за виконання тестового завдання;
 $\bar{B}$ – середня оцінка за виконання тестового завдання, виражена в балах.

Під час оцінювання успішності виконання тесту, крім складності тестових завдань, необхідно враховувати їх значущість. Значущість тестових завдань, на наш погляд, більш вузьке поняття, ніж значущість навчального матеріалу, яке за їх допомогою контролюється. Значущість навчального матеріалу охоплює і категорії цінності, і категорії знання.

Навчальний матеріал може бути цінним для вирішення завдань, з якими матимуть справу одні студенти, і не важливим для досягнення життєвих цілей або в професійній діяльності інших студентів. Значущість може бути і гностичною (пізнавальною), і практичною (діловою), й етичною (моральною), й естетичною (художньою), і соціальною (суспільною), й емоційною (привабливою), і виховною (розвивальною) і т. д. [7].

На відміну від цього значущість тестового завдання визначатиметься насамперед тим, наскільки знання контрольованого навчального матеріалу важливе для розуміння матеріалу всієї теми, дисципліни, розкриття змісту спеціальності тощо. Відстежити такий зв'язок під час тестування дозволяє порівняння результатів виконання поточного завдання і оцінки успішності здачі тесту загалом. Зробити це можна за величиною коефіцієнта парної кореляції r_{xy} , що характеризує тісноту лінійного зв'язку між ознакою-фактором (знання матеріалу, контрольованого даними тестовим завданням, виражене кількістю отриманих балів) та ознакою-результатом (знання навчального матеріалу в цілому, оцінене балами B_{Σ}):

$$P_s = r_{xy} \cdot 100 = \frac{\sum_{i=1}^k (B_i - \bar{B}) \cdot (B_{\Sigma i} - \bar{B}_{\Sigma})}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (B_i - \bar{B})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^k (B_{\Sigma i} - \bar{B}_{\Sigma})^2}} \cdot 100 \quad (3)$$

Вагомість тестового завдання, виражена через його значущість, не є величиною сталою і залежить від того, для контролю якого навчального матеріалу повинен використовуватися спроектований тест. Наприклад, якщо контролюється знання окремої теми дисципліни, то необхідно порівнювати результати виконання студентами поточного завдання з їхніми ж оцінками, отриманими при відповідях на це й усі інші питання тесту з цієї теми. Під час атестації випускників вузу із залученням тестування для діагностування відповідності рівня підготовки студентів кінцевим цілям освітньо-професійної підготовки вагомість завдання повинна визначатися заставленням результатів його виконання з оцінками, отриманими за виконання всіх завдань, що входять до тесту державного іспиту. Оскільки в порівнянні беруть участь різні масиви даних, то й результати обчислень за формулою 3 збігатимуться лише в деяких окремих випадках.

Для переходу від двох часткових показників складності P_c і значущості P_s тестового завдання до загального показника, за допомогою якого можна охарактеризувати узагальнений показник вагомості завдання, використовуємо методику розв'язання багатокритеріальних задач із головним критерієм [8].

Порівнюючи показники складності й значущості, головним (більш важливим) при призначенні вагомості тестового завдання вважаємо показник значущості. Складність завдання характеризується тим, наскільки важко студентові його виконати. Причиною труднощів виконання завдання можуть бути не лише недоліки роботи студента, а й погано прочитана викладачем лекція, обмеження за часом доступу до лабораторного обладнання під час виконання практичних робіт або ж неякісне методичне забезпечення занять, тобто чинники, що не залежать від його здібностей і зусиль, докладених для освоєння навчального

матеріалу. Умови навчання студентів різних академічних груп можуть різнитись і тоді їм буде потрібно докласти різних зусиль для засвоєння навчального матеріалу. У той же час значущість тестового завдання завжди визначається тим, наскільки важливе оволодіння контрольованим навчальним матеріалом для відповідності досягнутих результатів цілям і завданням вивчення окремої дисципліни або взагалі вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики спеціальності.

Тому під час визначення вагомості тестового завдання як і цільової функції, на нашу думку, необхідно взяти показник значущості тестового завдання, а показник складності – обмежувальним критерієм. Для визначення числових значень обмежень пропонуємо використовувати характеристики недопустимої ймовірності отримання за результатами виконання завдання переважно тільки найвищих або лише незадовільних оцінок.

Таким чином, вагомість завдань, що входять до тесту, повинна відповідати параметру значущості і його числове значення може бути визначене розрахунком за формулою 3. Завдання, під час виконання яких студенти отримують переважно погані оцінки ($P_C = 95\%$), не ґрунтуються на змісті контрольованого навчального матеріалу, неточно сформульовані або містять неправильну еталонну відповідь. Такі завдання потрібно переформулювати або виключити з тесту. Також неприпустимі й завдання, під час виконання яких студенти отримують здебільшого лише максимально допустимі оцінки ($P_C = 5\%$). Швидше за все, вони тривіальні і їх виконання не становить труднощів.

Висновки. Підвищення достовірності тестового контролю як інструменту педагогічних вимірювань розширює можливості використання його результатів для оцінювання якості професорсько-викладацького складу ВНЗ щодо успішності студентів. Цьому сприяє реалізований авторами підхід, що базується на визначенні вагомості тестових завдань за показниками складності та значущості. Перевагами такого підходу є підвищення об'єктивності запропонованого способу визначення вагомості завдань за показниками складності та значущості завдань і використання безекспертного розрахунку показника значущості. Подальше вдосконалення тестового контролю, проведення досліджень, спрямованих на збільшення точності оцінювання успішності навчання студентів, повинні допомогти правильно визначити ефективність педагогічної діяльності викладача і на цій основі вдосконалити методику розрахунку його рейтингу.

Список використаних джерел

1. Васильева Е. Ю. Концепция системы оценки качества деятельности профессорско-преподавательского состава в вузе : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Васильева Е. Ю. – СПб., 2005. – 499 с.
2. Рейтинг вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації М-ва освіти і науки, молоді та спорту України за 2010/2011 навчальний рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/58/rejting/>
3. Данилова С. Д. Оценивание результатов тестирования в адаптивной системе автоматизированного тестирования / С. Д. Данилова // Вестник Восточно-Сибирского государственного технологического университета. – 2008. – № 1. – С. 12-20.

4. Linn R. L. Measurement and assessment in teaching / R. L. Linn, N. E. Gronlund. – Upper Saddle River, N. J. : Merrill, 2000. – 574 p.
5. Вимоги до навчально-методичних матеріалів дистанційної форми навчання та критерії їх оцінювання. – Суми : СумДУ, 2013. – 13 с.
6. Комплекс нормативних документів для розробки складових системи стандартів вищої освіти. – К. : [б. в.], 2001. – 126 с.
7. Есина Е. В. Педагогическая психология / Е. В. Есина. – М. : Эксмо, 2008. – 158 с.
8. Зінзура В. В. Методи розв'язку задачі багатокритеріальної оптимізації регулювання напруги в електричних мережах / В. В. Зінзура // Кіровоградський національний технічний університет : зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 25, ч. 1. – С. 350-359.

References

1. Vasil'eva E. Ju. (2005) *Koncepcija sistemy ocenki kachestva dejatel'nosti professorsko-prepodavatel'skogo sostava v vuze : dis. ... d-ra ped. nauk : 13.00.08 [The concept of quality assessment activities of the teaching staff at the university]* / Vasil'eva E. Ju. – SPb., – 499 p.
2. Reytynh vyshchikh navchal'nykh zakladiv III-IV rivniv akredytatsiyi M-va osvity i nauky, molodi ta sportu Ukrainy za 2010/2011 navchal'nyy rik [Rating of higher educational institutions of III-IV accreditation of the Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine for the 2010/2011 academic year] [Electronic resource]. - Access: <http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/58/rejting/>
3. Danilova S. D. (2008) *Ocenivanie rezul'tatov testirovanija v adaptivnoj sisteme avtomatizirovannogo testirovanija [Evaluation of test results in the adaptive system of automated software testing]* / S. D. Danilova // Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – № 1. – P. 12-20.
4. Linn R. L. (2000) Measurement and assessment in teaching / R. L. Linn, N. E. Gronlund. – Upper Saddle River, N. J. : Merrill, 2000. – 574 p.
5. *Vymohy do navchal'no-metodychnykh materialiv dystantsiynoyi formy navchannya ta kryteriyi yikh otsinyuvannya [Requirements for distance learning programs and its evaluation]*. – Sumy : SumDU, 2013. – 13 p.
6. *Kompleks normativnykh dokumentiv dlya rozrobky skladovykh systemy standartiv vyshchoyi osvity [The higher education regulatory complex for quality standards and processes development]*. – К. : [б. в.], 2001. – 126 p.
7. Esina E. V. (2008) *Pedagogicheskaja psihologija [Educational Psychology]* / E. V. Esina. – М. : Jeksmo, 2008. – 158 p.
8. Zinzura V. V. (2012) *Metody rozv'yazku zadachi bahatokryterial'noyi optyimizatsiyi rehulyuvannya napruhy v elektrychnykh merezhakh [Methods of solving of the multi-objective optimization problem for voltage regulation in electric networks]* / V. V. Zinzura // Kirovohrads'kyy natsional'nyy tekhnichnyy universytet : zb. nauk. prats'. – Vyp. 25, ch. 1. – P. 350-359.

ЗНАЧИМОСТЬ И СЛОЖНОСТЬ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗА

АЛЕКСЕЕВ А.Н., КОНОВАЛОВА Н.А., ЛОЗОВАЯ Е.А., ТРОФИМЕНКО П.Е.

Сумский государственный университет

Цель. Разработка способа количественного определения комплексного показателя значимости и сложности тестового задания.

Методика. Анализ существующих подходов к построению рейтинговых систем, образовательных стандартов и учебных программ для обобщения теоретических вопросов сущности, структуры, функций, особенностей применения тестового контроля успешности обучения студентов при оценивании профессиональной деятельности преподавателей вузов.

Результаты. В ходе исследования подтверждена возможность оценивания педагогической деятельности преподавателя по результатам контроля успешности обучения студентов. Разработан способ безэкспертного расчета веса тестового задания, позволяющий повысить достоверность результатов тестового контроля успешности обучения. При назначении веса задания предложено учитывать его сложность и значимость.

Научная новизна. Новый способ количественного оценивания веса тестовых заданий с учетом показателей значимости и сложности

Практическая значимость. Использование разработанного способа расширяет возможности тестирования как инструмента оценивания деятельности преподавателей

Ключевые слова: *тестовый контроль, сложность тестовых заданий, значимость тестовых заданий, вес тестовых заданий, качество деятельности преподавателей, рейтинг.*

IMPORTANCE AND COMPLEXITY OF TEST TASKS AT EVALUATION OF ACTIVITY OF UNIVERSITY PROFESSORS

ALEKSEYEV A. N., KONOVALOVA N. A., LOZOVA S. A., TROFIMRNKO P. E.

Sumy State University

Purpose. Development of method of quantitative measurement of importance and complexity of test task complex index.

Methodology. Analysis of existing approaches to building of rating systems, educational standards and academic programs for generalization of theoretical issues of essence, structure, functions, peculiarities of using test control of success in students' teaching at evaluation of professional activity of university professors.

Findings. In the course of research the possibility of teacher's pedagogic activity evaluation according to control results of students' training success is confirmed. The method of non-expert calculation of test task weight is developed allowing to increase the certainty of results of training success test control. It is offered to consider task complexity and importance at assignment of task weight.

Originality. New method of quantitative evaluation of test tasks weight with account for importance and complexity indexes

Practical value. Using of the developed method promotes opportunities of testing as instrument of teachers' activity evaluation.

Key words: *test control, test tasks complexity, importance of test tasks, test tasks weight, quality of teachers' activity, rating.*

УДК 62-658.5-338.3

ЄВСТАФ'ЄВА Є.О., ДЯДЮРА К.О.
Сумський державний університет

ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕКСПОРТУ ОКРЕМИХ ВИДІВ НАСОСІВ В КРАЇНИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Мета. Провести всебічний аналіз принципів оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ на окремих видах насосів.

Методика. Всебічний аналіз науково-технічної літератури виконувався з урахуванням стану наукового обґрунтування підходів до оцінки відповідності вимогам європейських стандартів для експорту вітчизняної машинобудівної продукції.

Результат. Визначені основні принципи процедури оцінки відповідності машинобудівної продукції, правила нанесення та застосування маркування СЕ у країнах Європейського Союзу. Запропоновано системний підхід до процедури оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ окремих видів насосів вітчизняного виробництва.

Наукова новизна. В результаті всебічного аналізу принципів оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ на окремих видах насосів було визначено вимоги європейських стандартів та запропоновано системний підхід до технічного регулювання машинобудівної продукції, що експортується у країни Європейського Союзу.

Практична значимість. результати теоретичного дослідження можуть використовуватись вітчизняними виробниками насосів, для подолання технічних бар'єрів при експорті продукції в країни Європейського Союзу.

Ключові слова: оцінка відповідності, машинобудівна продукція, модулі оцінки відповідності.

Вступ. Країни Європейського Союзу (ЄС) є достатньо великим і перспективним ринком. Продукція, що поставляється в ЄС повинна бути безпечною для людини і навколишнього середовища – всі ризики зведені до мінімуму. Основним завданням процедури оцінки відповідності (conformity assessment) у країнах (ЄС) є забезпечення впевненості (гарантії) у тому, що продукція, послуги, матеріали, процеси, системи, персонал і т.д. відповідають певним вимогам гармонізованого законодавства: регламентам, директивам, стандартам або технічними умовами.

Для оцінки відповідності у ЄС створена система технічного регулювання внутрішнього ринку ЄС, на основі "Директив Нового підходу" та "Глобального підходу". "Директиви Нового підходу" та "Глобального підходу" спрямовані на усунення технічних бар'єрів по вільному переміщенню товарів та послуг всередині Європейського Союзу, шляхом встановлення єдиних вимог з безпеки до продукції та процедур оцінки відповідності. Директиви Нового підходу визначають єдині вимоги до продукції з безпеки, з єдиною нормативною базою. Глобальний підхід на основі вимог Директив Нового підходу, встановлює загальні процедури оцінки відповідності продукції нормативним документам, такими як регламенти, директиви, гармонізовані стандарти і технічні умови до нього виконані [1].

Україна поступово гармонізує Європейські стандарти (EN) добровільне застосування яких вважатиметься таким, що відповідає вимогам законодавства, зазначеного у Додатку III до Угоди про асоціацію [2]. Запровадження домовленостей такого типу передбачає

системний підхід до встановлення пріоритетів для інновацій та технологічного розвитку. Застосування промислових стандартів ЄС має важливе значення при проектуванні, виготовленні, оцінці відповідності та розміщенні на ринку машинобудівної продукції, зокрема насосного обладнання. Це обладнання широко застосовується у різних сферах. На сьогоднішній день виробництво різних моделей насосів на Україні є однією з провідних галузей вітчизняного машинобудування. Тому питання оцінки відповідності вітчизняних насосів являється на сьогоднішній день одним із найактуальніших для усіх суб'єктів економічної діяльності: виробників, імпортерів, представників, дистриб'юторів, споживачів та регуляторних органів.

За наявності великої кількості публікацій [1, 2, 6] питання ефективності національної системи технічного регулювання в контексті її адаптації до загальноєвропейської досі залишаються недостатньо з'ясованими та потребують подальшого вивчення й додаткових наукових розробок. Більшість наукових праць у сфері технічного регулювання мають фрагментарний та дискусійний характер, що створює невизначеність ситуації для вітчизняних підприємств. Результати наукових досліджень, на нашу думку, дозволяють точніше визначити вектор стратегічного розвитку промислового виробництва, обґрунтувати і запропонувати альтернативні варіанти побудови сучасної моделі технічного регулювання, яка базуватиметься переважно на використанні внутрішніх джерел розвитку і забезпечуватиме підвищення рівня життя людей. Все це обумовило необхідність проведення комплексного порівняльно-правового дослідження відповідності нормативно-правових актів України та ЄС у сфері регулювання промислових стандартів та оцінки відповідності.

Проблема оцінювання Системи управління якості, як сукупності процесів, розглядається у роботах: Р.І. Байцара, Г.В. Бичківського, С.С. Зініної, В.М. Новікова, П.Г. Столярчука, М.О. Шичкова та інших учених-дослідників.

Постановка завдання. Основне значення оцінки відповідності (conformity assessment), це доказ того, що задана вимога (specified requirement) до продукту по встановленим полягає в наданні зацікавленим сторонам гарантії того, що обіцянки відносно характеристик продукції та послуг виконані, а очікувані переваги отримані найбільш ефективним способом.

Крім сертифікації продукту глобальна концепція ЄС регламентує застосування системи управління якості як гарантії високої надійності вироблених продуктів. Щоб створити по можливості надійну систему якості, був розроблений комплекс стандартів, що описує склад і структуру системи, вимоги до її елементів.

Розробка єдиної системи управління якості виробництва продукції сприяє ще й тому, щоб скоротити загальну кількість різних стандартів, приписів, положень та інших документів, часто суперечливих, які виробник повинен виконувати і які, в силу їх числа і суперечливості, він часто не в змозі виконати. Важливим у рамках проведення заходів щодо створення довіри є перевірка (сертифікація) систем менеджменту якості незалежним третьою особою. Ця вимога для регульованої законодавством галузі виробництва висувається в якості обов'язкового. Перш ніж продукт, який був виготовлений за європейськими нормами, буде переданий в сферу обігу, підприємством - постачальником повинен бути приведений доказ того, що даний продукт відповідає основним вимогам такої норми. При цьому саме доказ може виглядати по-різному, так як вибір необхідного методу оцінки відповідності стосовно

норми по можливості здійснюють самі підприємства - постачальники. Відповідно до мети роботи поставлено такі завдання:

- визначити основні вимоги до процедури оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ у країнах Європейського Союзу;
- запропонувати системний підхід до процедури оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ окремих видів насосів вітчизняного виробництва.

Результати дослідження. Процедури оцінки відповідності продукції в Європейському Союзі розбиті на модулі (схеми сертифікації), які представлені в таблиці 1:

Таблиця 1. Модулі процедури оцінки відповідності продукції в ЄС

Назва модулю 1	Визначення 2
Module A Internal production control	• Сертифікація продукції СЕ, внутрішній контроль виробництва, декларації про відповідність СЕ Declaration of Conformity CE Модуль А
Module A1 Internal production control plus supervised product testing	• Сертифікація продукції СЕ, внутрішній контроль виробництва і контрольовані випробування продукції Модуль А1
Module A2 Internal production control plus supervised product checks at random intervals	• Сертифікація продукції СЕ, внутрішній контроль виробництва і контрольовані випробування продукції через випадкові інтервали часу Модуль А2
Module B EC-type examination	• Сертифікація продукції СЕ, дослідження "CE" типового зразка (EC-type examination certificate) Модуль В
Module C Conformity to type based on internal production control	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність типовому зразку на основі внутрішнього контролю виробництва Модуль С, EC Declaration of Conformity to type
Module C1 Conformity to type based on internal production control plus supervised product testing	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність типовому зразку на основі внутрішнього контролю виробництва та контрольованих випробувань продукції (CE MARK CE MARKING) Модуль С1
Module C2 Conformity to type based on internal production control plus supervised product checks at random intervals	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність типовому зразку на основі внутрішнього контролю виробництва та контрольованих перевірок продукції через випадкові інтервали часу Модуль С2
Module D Conformity to type based on quality assurance of the production process	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність типовому зразку на основі забезпечення якості виробничого процесу Модуль D
Module D1 Quality assurance of the production process	• Сертифікація продукції СЕ, забезпечення якості виробничого процесу Модуль D1
Module E Conformity to type based on product quality assurance	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність типовому зразку на основі забезпечення якості продукції Модуль Е
Module E1 Quality assurance of final product inspection and testin	• Сертифікація продукції СЕ, забезпечення якості остаточного контролю продукції та випробувань Модуль Е1
Module F Conformity to type based on product verificatio	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність типовому зразку на основі верифікації продукції Модуль F
Module F1 Conformity based on product verification	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність на основі верифікації продукції (Сертифікат Відповідності СЕ) Модуль F1
Module G Conformity based on unit verification	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність на основі верифікації одиниці продукції Модуль G
Module H Conformity based on full quality assurance	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність на основі повного забезпечення якості Модуль H
Module H1 Conformity based on full quality assurance plus design examination	• Сертифікація продукції СЕ, відповідність на основі повного забезпечення якості та контролю проектування Модуль H1

При здійсненні оцінки відповідності насосів європейським стандартам потрібно звернути увагу на Директиву 2006/42 / ЄС (Directive 2006/42 / EC on machinery), яка виконує по суті подвійну функцію, сприяє вільному обігу продукції на ринку ЄС і забезпечує нормативну базу для гармонізації суттєвих вимог з безпеки машин. Директива 2006/42 / ЄС сприяє узгодженню на основі поєднання обов'язкових вимог до безпеки та добровільних гармонізованих стандартів, переглянута Директива 2006/42 / ЄС по машинному обладнанню не вносить радикальних змін у порівнянні з попередньою Директивою 98/37 / ЄС. Положення нової директиви вступили в силу 29 грудня 2009 .

Більш чітко визначено діапазон безпеки компонентів, значно змінено вимоги, які стосуються оцінки ризиків, по шуму і вібрації. Нова Директива встановлює більш чітко обов'язки органів нагляду за ринком держав-членів Європейського Союзу. Згідно Директиви 2006/42 / ЄС продукція, яка підпадає під цю Директиву, що не пройшла оцінку відповідності європейським стандартам і не маркована знаком CE (CE Mark), не може розміщуватися в країнах Європейського Співтовариства. Продукція, що підпадає під Європейську Директиву по машинах і обладнанню (сертифікація обладнання), в більшості випадків підпадає і під інші Директиви ЄС. Процес оцінки відповідності машин та обладнання європейським стандартам і Директивам Європейського Союзу являє собою, в першу чергу, визначення під які гармонізовані стандарти та Директиви підпадає виріб. Залежно від стандарту і вимоги Директив, процедура може проводитися по одному або кілька модулів, все визначають стандарти та Директиви.

При виробництві машин і устаткування, уже на рівні проектування, виробник зобов'язаний визначити потенційні ризики та вжити максимальних зусиль щодо зниження цих ризиків. Це основне завдання цієї Директиви, зменшити небезпеку для здоров'я і безпеки людини.

Матеріали, які використовуються при виготовленні продукції повинні бути безпечні для здоров'я людини.

Згідно даної Директиви, виробник зобов'язаний максимально знизити ризики по різних факторах, таких як стійкість, вібрація, пожежобезпечність, екстремальні температурні режими, небезпека вибуху, по шуму, радіації, емісії небезпечних матеріалів і субстанцій та інші ризики.

При проектуванні і виготовленні продукції, виробник зобов'язаний забезпечити можливий безпечний ремонт виробів, з адекватним і безпечним доступом до вузлів.

На продукцію повинна бути нанесена чітка і не змивана інформація:

- найменування та адресу виробника або його уповноваженого представника;
- найменування виробу;
- маркування CE;
- позначення типу або серії виробу;
- серійний номер, якщо такий є;
- рік виготовлення;
- для вибухонебезпечного середовища-маркування, що відповідає;
- всі необхідні маркування і піктограми, які відповідають даній продукції.

Машинобудівники, відповідно до вимог Директиви по машинах і механізмам, повинні вживати заходів щодо зниження ризиків не тільки щодо вимог з безпеки, які визначає Директива 2006/42 / ЄС, але і за вимогами Директиви 2006/95 / ЄС, це означає, що машина повинна відповідати вимогам LVD Директиви. Згідно розділу § 222, а саме розділу 1.5.1 за основними медико-санітарним приписами і правилами безпеки Директиви по машинному устаткуванню, а також виконувати вимоги таких Директив:

- Директива 94/9 / ЄС щодо обладнання, використовуваного у вибухонебезпечному середовищі;
- Директива 97/23 / ЄС системи та установки (устаткування), що працюють під тиском, досить часто зустрічаються механізми (машини та обладнання), системи, що працюють під тиском.
- Директива 2000/14 / ЄС по шуму в навколишньому середовищі, директива вимагає від виробника гарантований рівень шуму, до розміщення продукції на ринку країн Європейського Союзу.

Таким чином, вітчизняні виробники насосів, зобов'язані визначити, які з європейських стандартів застосовуються до вироблених машин і забезпечити, щоб їх обладнання відповідало відповідним вимогам.

Використання різних форм державного регулювання зовнішньоекономічної діяльності у відносинах України з країнами Європейського Союзу вимагає, насамперед, безпосереднього визначення об'єкту зовнішньоекономічних операцій. Об'єктом застосування таких державних форм регулювання зовнішньоекономічної діяльності, як тарифні та нетарифні методи, в нашій країні визначено товар. Найменування товару є недостатнім критерієм для однозначного тлумачення та визначення об'єкту регулювання. Для вирішення цього питання в міжнародній практиці існує система цифрового кодування товарів з метою надання необхідної інформації про товар, його склад або призначення та інші характеристики, що не враховані в найменуванні товару. Тож, міжнародне співробітництво в даній сфері було спрямовано на розробку і застосування уніфікованої товарної номенклатури.

Класифікація товарів зовнішньоекономічної діяльності побудована на основі Гармонізованої системи опису та кодування товарів (ГС) і Комбінованої номенклатури Європейського Союзу (CN), які використовуються більш ніж 177 країнами та економічними союзами як базис для їх митних тарифів і для збору статистики міжнародної торгівлі [3].

TARIC (Tarif Integre de la Communaute) - Об'єднаний тариф Європейського Співтовариства був створений на основі CN. Десятизначний код TARIC включає додаткові товарні категорії, необхідні для опису товарів, до яких застосовуються певні заходи Співтовариства.

TARIC код - код показує широкий спектр правил і даних, які визначають товари, імпортовані в країни Європейського Союзу. Код містить в собі інформацію, яка також є частиною таких систем, як Гармонізована Система і Комбінована номенклатура. Однак код надає і подальшу, розширену інформацію таку як: митні ставки і переваги. TARIC код повинен використовуватися при міжнародній торгівлі з третіми країнами, в тому числі і для складання статистичних декларацій.

Код має свою термінологію на всіх офіційних мовах Євросоюзу і містить всі заходи торговельної політики, а також законодавство Євросоюзу. Тим не менш, TARIC не має правового статусу. Він допомагає використовувати інформацію та статистичні дані практичним і ефективним способом. Десятизначний код TARIC допомагає контролювати й аналізувати міжнародну торгівлю для третіх країн. Код може використовуватися для автоматизованого митного огляду. Використання коду - обов'язкова процедура [4].

TARIC повинен включати в себе:

1. Постанови Євросоюзу, які описують товар і застосовувані до нього заходи
Ставки митних зборів числові коди
2. Будь-яку подальшу інформацію, необхідну для успішної міжнародної торгівлі

Гармонізована система кодифікує товари до рівня шести знаків. Однак більшість митних служб використовують десятизначну систему кодування або систему кодування з великою кількістю знаків, в яких перші шість знаків є код за Гармонізованою системою.

Комбінована номенклатура ЄС (The Combined Nomenclature - CN) містить 8 знаків, перші шість з яких - код за ГС, а 7-й і 8-й знаки - національна деталізація кодування товарів.

Українська класифікація товарів зовнішньоекономічної діяльності (УКТЗЕД) містить 10 знаків, 7,8,9 і 10-й з яких - деталізація коду ГС для України.

Шість знаків коду в номенклатурі різних країн однакові. Відмінності, як правило, в наступних знаках, які вводять країни для деталізації класифікації товарів. Принцип деталізації може відрізнятися.

Гармонізована система	8α	4α	1α	3α	7α	0α				
Комбінована номенклатура ЄС	8α	4α	1α	3α	7α	0α	8α	1α		
УКТЗЕД	8α	4α	1α	3α	7α	0α	8α	1α	0α	0α
TARIC (ЄС)	8α	4α	1α	3α	7α	0α	8α	1α	9α	0α

Рис. 1. Принцип класифікації товарів

Далі наведено приклад класифікації товару: «Насоси типу Д», «Насоси типу ЦН», «Насоси типу ПЭ» вітчизняного виробництва, за визначеним кодом TARIC на офіційному сайті Європейської Комісії (Табл.2) [5]:

Таблиця 2. Класифікація товару за кодом TARIC

Тип товару	Код TARIC
1	2
 Призначення: Насоси типу Д і насосні агрегати на їх основі типу АД призначені для перекачування води з температурою до 850С в системах водопостачання промислових і комунальних об'єктів, меліорації.	Номенклатурний код насосу: 8413708110 РОЗДІЛ XVI МАШИНИ І МЕХАНІЧНІ ПРИСТРОЇ; Електрообладнання; їх частини; Звукозаписувачі та репродуктори, телевізійного зображення і звуку рекордерів і репродуктори, їх частини та приладдя. Глава 84 Реактори ядерні, котли, обладнання і механічні пристрої; їх частини 8413 - Насоси для перекачування рідин, або не оснащені вимірювальним пристроєм; підйомники рідин (TN701) - Насоси або призначені для установки за допомогою вимірювального пристрою 8413 20 - Ручні насоси, крім тих, підпозиції 8413 11 або 8413 19 8413 30 - Паливо, мастило або охолоджуючої середовища насоси для внутрішнього згоряння поршневих двигунів 8413 40 - Бетонні насоси 8413 50 - Інші поршневі об'ємні насоси 8413 60 - Інші поворотні об'ємні насоси 8413 70 - Інші відцентрові насоси - - Занурювальні насоси 8413 70 30 - - 3 мокрим ротором відцентрові насоси для систем опалення та постачання гарячої води - - Інші, з діаметром випускного розряду - - - Більше 15 мм 8413 70 45 - - - - Канальному робочому колесі насоса і насоси з боковим каналом - - - - Насоси потоку радіальні - - - - Інші відцентрові насоси 8413 70 81 - - - - - Одноступінчатий 8413 70 81 10 - - - - - - Для використання в цивільній авіації 8413 70 81 90 - - - - - - Інше - Інші насоси; підйомники рідин - Запчастини

Продовження Таблиці 2

1	2
 Призначення: Насоси типу ЦН та насосні агрегати на їх основі типу АЦН призначені для перекачування води з температурою до 1000С в системах водопостачання промислових і комунальних об'єктів, меліорації.	Номенклатурний код насосу: 8413707510 РОЗДІЛ XVI МАШИНИ І МЕХАНІЧНІ ПРИСТРОЇ; Електрообладнання; їх частини; Звукозаписувачі та репродуктори, телевізійного зображення і звуку рекордерів і репродуктори, їх частини та приладдя Глава 84 Реактори ядерні, котли, обладнання і механічні пристрої; їх частини. 8413 Насоси для перекачування рідин, або не оснащені вимірювальним пристроєм; підйомники рідин (TN701) (TN702) - Насоси або призначені для установки за допомогою вимірювального пристрою 8413 20 - Ручні насоси, крім тих, підпозиції 8413 11 або 8413 19 8413 30 - Паливо, мастило або охолоджуючої середовища насоси для внутрішнього згоряння поршневих двигунів 8413 40 - Бетонні насоси 8413 50 - Інші поршневі об'ємні насоси 8413 60 - Інші поворотні об'ємні насоси 8413 70 - Інші відцентрові насоси -- Занурювальні насоси 8413 70 30 -- 3 мокрим ротором відцентрові насоси для систем опалення та постачання гарячої води -- Інші, з діаметром випускного розряду --- Більше 15 мм ---- Насоси потоку радіальні 8413 70 75 ---- - Багатоступінчата 8413 70 75 10 ----- Для використання в цивільній авіації 8413 70 75 90 ----- Інше - Інші насоси; підйомники рідин - Запчастини
 Призначення: Насоси типу ПЭ і насосні агрегати на їх основі типу АПЭ призначені для живлення водою стаціонарних парових котлів теплоенергетичних блоків ТЕС, забезпечення живильною водою з температурою до 165°С котельні і парогенераторних установок.	

До процедури оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ окремих видів насосів вітчизняного виробництва потрібно використовувати системний підхід, який буде реалізовуватись поетапно наступним чином [6]:

- визначити, під дію якої європейської директиви або директив підпадає продукція;
- визначити процедуру проведення оцінки відповідності продукції;
- визначити гармонізовані європейські стандарти під які підпадає продукція;
- перевірити, чи існує в країні, до якої буде поставлятися продукція, особливі вимоги за національними стандартами, маркування та упаковки, утилізації,
- після здійснення випробувань переконатися, що продукція відповідає вимогам застосованих відповідних європейських директив;
- визначити необхідність проведення незалежної оцінки відповідності продукції національним нотифікованим органом;
- вести технічну документацію;

- випущену ЄС Декларацію Відповідності, має право самостійно випустити виробник, що знаходиться на території Європейського Союзу, виробники з третіх країн, наприклад СНД, зобов'язані призначити Повноважного Представника в ЄС, який має право випуску ЄС Декларації Відповідності згідно законодавства Європейського Союзу. Декларація відповідності, сертифікат відповідності та технічна документація (Технічний файл) повинні бути доступні для компетентних органів країн ЄС на їх вимогу.

- нанести СЕ маркування, на продукцію, упаковку і супроводжуючу документацію. У випадку, якщо виробник знаходиться поза територією ЄС, СЕ маркування він має право наносити самостійно тільки в тому випадку, якщо продукція має ЄС Сертифікат

Висновки. В ході роботи був проведений аналіз наукових праць, законодавчих та нормативних документів, який дав змогу визначити основні вимоги до процедури оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ.

Економічна переорієнтація країни дає повстох вітчизняним виробникам насосів постачати свою продукцію на ринки європейських країн. Враховуючі певні складнощі, що виникають в процесі підготовки виробництва та випуску продукції, які відповідатимуть європейським стандартам, пропонується визначити системний підхід до процедури оцінки відповідності, правил нанесення та застосування маркування СЕ окремих видів насосів вітчизняного виробництва, із застосуванням різних механізмів оцінки, із забезпеченням гнучкості системи оцінки відповідності протягом всього виробничого процесу. Модульний підхід оцінки відповідності передбачає поділ процедур оцінки відповідності на ряд окремих операцій з доведення відповідності. Процедура сертифікації з правом маркування продукції знаком СЕ, ґрунтується на точному розгляді конкретної продукції і модуля, який відноситься до даної продукції, ступеня пропорційності оцінки відповідності продукції існуючим або потенційним ризикам, можливості вибору модулів виробником, коли це можливо і не забороняє законодавство, у тому числі вибір верифікації або сертифікації.

Список використаних джерел

1. Глобальный подход в оценке соответствия продукции, New Approach and global approach compliance, CE сертификация продукции, модульные схемы сертификации, Certified CE [Електронний ресурс] / INTERNATIONAL CENTER FOR QUALITY CERTIFICATION. - Режим доступу: <http://www.icqc.eu/ru/EU-Declaration-of-Conformity.php>
2. Вардакас Є. Європейська система оцінки відповідності та акредитації : навч. посіб. / Є. Вардакас . – К. : Жовтень, 2010. – 74 с.
3. Співвідношення кодів по різним товарним номенклатура [Електронний ресурс] / Донецька торгово-промислова палата. - Режим доступу: <http://donetskcci.com/uslugi/service/23-sootnoshenie-kodov-po-razlichnym-tovarnym-nomenklaturam.html>
4. Відповідність кодів УКТ ЗЕД кодам TARIC та іншим міжнародним класифікаторам [Електронний ресурс] / Харківська торгово-промислова палата. - Режим доступу: <http://www.kcci.kharkov.ua/info-services/1938>
5. TARIC Consultation [Електронний ресурс] / European Commission. - Режим доступу: http://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/taric/measures.jsp?Lang=en&SimDate=20141124&Taric=8413708100&LangDescr=en
6. Стандарти та сертифікація продукції в ЄС : методична брошура / упор.: О. Сороковський, Н. Коваль, С. Калабін, М. Чепой. – Одеса : [б. в.], 2013. – 52 с.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭКСПОРТА ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ НАСОСОВ В СТРАНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

ЕВСТАФЬЕВА Е.О., ДЯДЮРА К.А.

Сумский государственный университет

Цель. Провести всесторонний анализ принципов оценки соответствия, правил нанесения и применения маркировки СЕ на отдельных видах насосов.

Методика. Всесторонний анализ научно-технической литературы выполнялся с учетом состояния научного обоснования подходов к оценке соответствия требованиям европейских стандартов для экспорта отечественной машиностроительной продукции.

Результат. Определены основные принципы процедуры оценки соответствия машиностроительной продукции, правила нанесения и применения маркировки СЕ в странах Европейского Союза. Предложен системный подход к процедуре оценки соответствия, правилам нанесения и применения маркировки СЕ отдельных видов насосов отечественного производства.

Научная новизна. В результате всестороннего анализа принципов оценки соответствия, правил нанесения и применения маркировки СЕ на отдельных видах насосов были определены требования европейских стандартов и предложен системный подход технического регулирования машиностроительной продукции экспортируемой в страны Европейского Союза.

Практическая значимость. Результаты теоретического исследования могут использоваться отечественными производителями насосов, для преодоления технических барьеров при экспорте продукции в страны Европейского Союза.

Ключевые слова: оценка соответствия, машиностроительная продукция, модули оценки соответствия.

TECHNICAL REGULATIONS OF THE EXPORT CERTAIN KINDS OF PUMPS TO THE EUROPEAN UNION

YEVSTAFIEVA E., DIADIURA K.

Sumy State University

Purpose. To conduct a comprehensive analysis of the conformity assessment principles, rules of the application and use the CE marking on certain types of pumps.

Methodology. A comprehensive analysis of the scientific literature was carried out in the light of scientific approaches to the conformity assessment of European standards requirements for the export domestic engineering products.

Result. The basic principles of the conformity assessment procedures of engineering products, rules of the application and use the CE marking in the European Union were defined. A systematic approach to the conformity assessment procedures, rules of the application and use the CE marking of certain types of pumps domestic production was proposed.

Scientific novelty. As a result of a comprehensive analysis of the conformity assessment principles, rules of the application and use the CE marking on certain types of pumps were identified European requirements, a systematic approach of technical regulations machinery products exported to the European Union were proposed.

Practical significance. The results of theoretical research can be used by domestic manufacturers of pumps to overcome technical barriers during the export products to the European Union.

Keywords: conformity assessment, engineering products, conformity assessment modules.

УДК 677.016:677.027

ГАРАНИНА О. О., ПАНАСЮК І. В., РОМАНКЕВИЧ Я.О.,
КРАВЧЕНКО Я. Ю.

Київський національний університет технологій та дизайну

ФАРБУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛІЗОВАНИХ ПОЛІАКРИ- ЛОНІТРИЛЬНИХ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ГЕТЕРОКОАГУЛЯЦІЙНИМ МЕХАНІЗМОМ

Мета. Дослідження процесу фарбування волокнистих матеріалів на основі полі акрилонітрилу за гетерокоагуляційним механізмом.

Методика. Проведення процесу забарвлення поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів за півбезперервним способом з використанням гетерокоагуляційного механізму фарбування.

Результати. Доведено актуальність використання гетерокоагуляційного механізму при фарбуванні ПАН волокнистих матеріалів.

Наукова новизна. Показана можливість використання гетерокоагуляційного механізму при фарбуванні ПАН волокнистих матеріалів.

Практична значимість. Фарбування за гетерокоагуляційним механізмом можливо використовувати для поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів.

Ключові слова: Гетерокоагуляційний механізм фарбування, поліакрилонітрильні волокнисті матеріали, колірні характеристики.

Вступ. Волокнисті матеріали на основі ПАН-волокон є перспективними та широко застосовуються для виготовлення технічного текстилю, речового спорядження, штучного хутра. Серед безумовних переваг щодо теплоізоляційних властивостей [1-3] одним із суттєвих недоліків є складність отримання рівномірного поверхневого забарвлення коричневої та чорної гами кольорів. Оскільки для отримання чорного кольору необхідний досить довгий ланцюг зв'язаних подвійних зв'язків, то великі розміри молекули барвника приводять до малих величин коефіцієнтів дифузії барвника в синтетичні волокна [4-5].

Постановка завдання. Отримання забарвлення з високими міцнісними характеристиками в чорно-коричневій гамі можливо при використанні окислювальних барвників, наприклад, парафенілендіаміну (ПФДА) [5]. Але запропонований підхід призводить до зміни фізико-механічних та хімічних властивостей поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів.

В Київському національному університеті технологій та дизайну розроблено принципово новий підхід до технології фарбування волокнистих матеріалів – це фарбування за гетерокоагуляційним механізмом [6, 7]. Запропонована технологія дозволяє забарвлювати волокнисті матеріали наночастками окислювального барвника з отриманням високих міцнісних характеристик забарвлення, в тому числі і в коричнево-чорній гамі.

Метою роботи є дослідження можливості проведення процесу фарбування волокнистих матеріалів на основі поліакрилонітрилу за гетерокоагуляційним механізмом окислювальними барвниками.

Результати дослідження. Поліакрилонітрильні (ПАН) волокна містять в своєму складі реакційно здатні нітрильні та карбоксильні групи сомономеру, який вводиться в ПАН з метою збільшення спорідненості до катіонних барвників. ПФДА може вступати в реакцію з нітрильними групами з утворенням амідинів нових сполук [8], а також реакцію з карбоксильними групами.

Фарбування ПАН-волокнистих матеріалів за технологією [5] призводить до зміни фізико-механічних властивостей поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів, що може бути зумовлено як вступом в реакцію груп ПАНу з продуктами окислення ПФДА, так і реакційною модифікацією ПАН-волокон [9].

ПАН набуває за рахунок поглинання ПФДА з фарбувальної ванни. Наступне окиснення ПФДА в об'ємі волокна призводить до утворення жорстко ланцюгового полімеру (подібного до структури поліаніліну). В результаті, наявність жорстких часток барвника – продукту окиснення – в об'ємі волокна надає волокну крихкість, ПАН втрачає свої цінні «волоконні» властивості.

При фарбуванні ПАН – волокон реалізується багатошарова по складу і будові система. Так, в першу чергу, неоднорідне за будовою саме волокно: при формуванні поліакрилонітрильного волокна зовнішній шар «оболонка» відрізняється по структурі від серцевини волокна [10, 11], причому міра відмінності залежить від «жорсткості» осаджувальної ванни.

В роботі [12] проведено ділення на три шари, щоб розділити сорбцію в міжфазному шарі (МШ) волокно - фарбувальна ванна і в об'ємі аморфних областей сополімеру акрилонітрилу, що містить кислотні групи. Перший шар - розчин барвника у фарбувальній ванні. В полімерних системах реальний між фазний шар є нанооб'єктом, що має протяжність, причому властивості МШ змінні по товщині. Подібна товщина між фазного шару робить можливим «взаєморозчинення» в ньому сегментів волокноутворюючого полімеру, води і барвника. При фарбуванні волокон катіонними барвниками, які фіксуються на волокні за рахунок хімічних реакцій, МШ є нанореактором, протяжність МШ, з одного боку, і неоднорідність фізичних і хімічних властивостей МШ, з іншого боку, зумовлює вплив МШ на процес фарбування.

При фарбуванні за гетерокоагуляційним механізмом окислювальний барвник закріплюється на поверхні волокнистих матеріалів за рахунок інтенсивної взаємодії наночасток та утворення міжмолекулярних зв'язків.

Фарбування за гетерокоагуляційним механізмом проводили на ПАН-волокнистих матеріалах, оброблених за технологією, запропонованою в роботі [9] та без функціоналізації.

В таблиці 1 наведено характеристику зразків поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів, які підлягали фарбуванню за гетерокоагуляційним механізмом.

Таблиця 1. Характеристика зразків поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів

№ зразка	Обробка	pH буферного розчину	Концентрація H ₂ O ₂ , г/л
1	Без обробки	-	-
2	Функціоналізація	8	30
3	Функціоналізація	8	60
4	Функціоналізація	8	90
5	Функціоналізація	8	120
6	Функціоналізація	10,5	30
7	Функціоналізація	10,5	60
8	Функціоналізація	10,5	90
9	Функціоналізація	10,5	120

Зразки ПАН волокнистих матеріалів просочувалися нанодисперсією окислювального барвника в присутності поверхнево-активної речовини при температурі 20°C. Модуль ванни 1:1. Як відомо, візуальна оцінка характеру забарвлених полотен лише якісна і залежить від сприйняття світу окремим індивідумом залежно від його стану і спектрального складу падаючого на зразок світла. Після фарбування зразки оброблялися в мильно-содовому розчині та ретельно промивалися.

В таблиці 2 наведені кількісні колірні характеристики забарвлених зразків ПАН-волокнистих матеріалів з використанням систем для характеристики кольору RGB, CMYK і L*a*b* за ДСТУ 30821:2002, що прийнято спеціалістами в опоряджувальному виробництві.

Таблиця 2. Колірні характеристики зразків поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів

Зразок №	RGB, ум од			CMYK, %				L*a*b*		
	R	G	B	C	M	Y	K	L	a	b
1	53	51	52	69	64	61	58	22	2	0
2	60	54	56	66	65	60	54	24	3	0
3	81	71	70	60	62	59	40	31	5	1
4	64	55	56	64	65	60	53	24	4	1
5	60	54	56	66	65	60	54	24	3	1
6	88	77	73	58	59	60	37	34	5	4
7	48	42	42	66	66	63	65	18	3	1
8	81	67	66	58	63	60	43	30	6	3
9	81	71	69	60	61	60	41	31	5	4

Забарвлені зразки за гетерокоагуляційним механізмом фарбування мають близькі кольорові характеристики. Це свідчить, що ПАН волокнисті матеріали до та після функціоналізації однаково сорбують наночастки окислювального барвника. Міцнісні характеристики забарвлення до фізико-механічних чинників визначалися відповідно до ГОСТ 9733.27-83, до п'ятого прання – ГОСТ 9733.4-83, до дії поту – ГОСТ 9733.6 – 83. Міцнісні характеристики забарвлення мають найвищі показники – 4 та 5 балів за п'ятибальною шкалою сірих еталонів.

Окислювальний барвник не закріплювався на поверхні ПАН волокнистих матеріалів плівкоутворювачами, зв'язуючими речовинами чи термореактивними смолами, тому результати роботи свідчать про сильні міжмолекулярні зв'язки, що утворилися між наночастками барвника та волокнистим матеріалом. Запропонована технологія проводилася при кімнатній температурі, на відміну від «класичної» технології фарбування катіонними барвниками, що свідчить про енергоефективність технології фарбування.

Висновки. Використання гетерокоагуляційного механізму фарбування ПАН волокнистих матеріалів призводить до отримання зразків коричневої гами кольорів з високими міцнісними характеристиками забарвлення.

Запропонована технологія фарбування ПАН волокнистих матеріалів є енергоефективною та конкурентоспроможною.

Список використаних джерел

1. Карбоцепные синтетические волокна / Э. А. Пакшвер, К. Е. Перепелкин, В. Д. Фихман, В. Я. Варшавский ; под ред. К. Е. Перепелкина. – М. : Химия, 1973. – 597 с.
2. Устинова Т. П. ПАН-волокна: технология, свойства, области применения / Т. П. Устинова, Н. Л. Зайцева. – Саратов : СГТУ, 2003. – 40 с.
3. Morton W. E. Physical Properties of Textile Fibres / W. E. Morton, J. W. Hearle. – Manchester ; Butterworths ; London : The Textile Institute, 1993. - 443 p.
4. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов / Г. Е. Кричевский, М. В. Корчагин, А. В. Сенахов. - М. : Легпромбытиздат, 1985. - 640с.
5. Гараніна О. О. Розробка технології фарбування похідними парафенілендіаміну : дис. ... канд. тех. наук : 05.18.19 / Гараніна Ольга Олександрівна. – К., 2009. – 188 с.
6. Гаранина О. А. Низкомодульное крашение окислительными красителями / О. А. Гаранина, Я. О. Романкевич / Вісник КНУТД. - 2010. - № 5. – С. 134-137.
7. Романкевич Я. О. Крашение волокнистых материалов парафенилендиамином из наносистем по гетерокоагуляционному механизму / Я. О. Романкевич, О. А. Гаранина, О. В. Романкевич / Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. – 2011. - № 2(12). – С. 52-54.
8. Геллер Б. Э. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров / Б. Э. Геллер, А. А. Геллер, В. Г. Чиртулов. - М. : Химия, 1996. - 432 с.
9. Бардаш Н. О. Розробка технології хімічної модифікації поліакрилонітрильних волокнистих матеріалів : дис. ... канд. тех. наук : 05.18.19 / Бардаш Наталія Олександрівна. – К., 2014. – 175 с.

10. Takahashi M. Effect of Fiber-Forming Conditions on the Microstructure of Acrylic Fiber / M. Takahashi, Y. Nukushina, S. Kosugi. // Textile Research Journal. – 1964. – V. 34. - № 2. – P. 87-97.

11. Гаранина О. А. Реакционная модификация волокнистых материалов : монография / О. А. Гаранина, Н. А. Бардаш, О. В. Романкевич. – К. : КНУТД, 2013. – 160 с.

КРАШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛЬНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ГЕТЕРОКОАГУЛЯЦИОННОМУ МЕХАНИЗМУ

ГАРАНИНА О. А., ПАНАСЮК И. В., РОМАНКЕВИЧ Я.О., КРАВЧЕНКО Я. Ю.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование процесса окраски волокнистых материалов на основе полиакрилонитрила гетерокоагуляционным механизмом.

Методика. Проведение процесса окраски полиакрилонитрильных волокнистых материалов полубезпрерывным способом с использованием гетерокоагуляционного механизма окрашивания.

Результаты. Доказана актуальность использования гетерокоагуляционного механизма при окраске ПАН волокнистых материалов.

Научная новизна. Показана возможность использования гетерокоагуляционного механизма при окраске ПАН волокнистых материалов.

Практическая значимость. Окраска гетерокоагуляционным механизмом можно использовать для полиакрилонитрильных волокнистых материалов.

Ключевые слова: гетерокоагуляционный механизм окрашивания, полиакрилонитрильные волокнистые материалы, цветовые характеристики.

DYEING OF THE FUNCTIONALIZED POLACRYLONITRILE FIBROUS MATERIALS WITH HETERO-COAGULATION MECHANISM

GARANINA O., PANASYUK I., ROMANKEVICH YA., KRAVCHENKO I.

Kiev National University of Technologies and Design

Purpose. Investigation of dyeing fibrous material based on polyacrylonitrile with hetero-coagulation mechanism.

Originality. The possibility of using the hetero-coagulation mechanism for PAN fibrous materials dyeing.

Practical value. Dyeing with hetero-coagulation mechanism can be used for polyacrylonitrile fiber materials.

Keywords: dyeing hetero-coagulation mechanism, polyacrylonitrile fibrous materials, color characteristics.

УДК 668.44.675

КОДИРОВ Т.Ж., СОДИКОВ Н.А., МУРОДОВ Т.Б.

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ КОЖ НАПОЛНЕННЫЙ НОВЫМ МОДИФИЦИРОВАННЫМ АМИНОАЛЬДЕГИДНЫМ ОЛИГОМЕРОМ

Методика. Синтезированы новые модифицированные аминокальдегидные олигомеры.

Результаты. Установлено, что на свойства и структуру синтезированных аминокальдегидных олигомеров существенным образом влияют условия синтеза и главным образом, соотношение исходных компонентов.

Практическая значимость. ДТА методом доказано, что модификация мочевино-формальдегид-кротонового альдегидного олигомера с акриловой кислотой способствуют повышению термоокислительной деструкции получаемых продуктов. При этом модификатор – акриловая кислота прочно химически связывается с аминокальдегидными олигомерами которая приводит к термостойкости образцов кож.

Ключевые слова: мочевина, уротропин, кротоновый альдегид, акриловая кислота, серная кислота, модификация, аминокальдегидные олигомеры, мочевино-формальдегид-кротоновый альдегидный олигомер.

Полимерные материалы, полученные на основе аминокальдегидных олигомеров, благодаря высоким физико-механическим, тепло- и электрофизическим и удовлетворительным технологическим свойствам – термостойкости, термореактивности, твердости, адгезии, доступностью и сравнительно невысокой стоимостью сырья, а также простотой синтеза полимера нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Изменяя природу аминокальдегидных олигомеров и регулируя их состав, можно получать полимерные материалы, удовлетворяющие самым различным требованиям [1-2].

Проблема создания материалов эксплуатируемых при повышенных температурах может быть решена за счет синтеза и применения олигоэфиракрилатов, содержащих различные термостабильные фрагменты и путем введения в композиции реакционно-способных сшивающих добавок [3-4].

Получение связующих на основе термореактивных смол - карборансодержащий фенолформальдегидный полимер, отличается тем, что с целью улучшения теплофизических свойств, оно дополнительно содержит фенолформальдегидный полимер резольного типа в количестве 2-50 вес. % [5].

Для приготовления этерифицированных мочевиноформальдегидных смол обычно берут 2 моль формальдегида на 1 моль мочевины и проводят первую стадию процесса в слабощелочной среде. После добавления бутилового спирта и подкисления начинается этерификация и происходит дальнейшая конденсация. После достижения необходимой степени этерификации и конденсации раствор нейтрализуют и отгоняют воду и избыток растворителя. Готовые смолы всегда выпускаются в виде растворов (обычно ~ 50% -ной концентрации) в бутиловом спирте или смеси бутилового спирта с ксилолом [6-7].

Большое значение имеет соотношение между степенью конденсации и степенью этерификации. Оно определяется количественным соотношением между реагентами, температурой и временем реагирования, а также природой и количеством кислого катализатора. Количество связанного бутилового спирта обычно колеблется в пределах от 0,5 до 1 моль на 1 моль мочевины [8-9].

Синтез мочевиноформальдегидных олигомеров, наиболее широко применяемая в настоящее время, состоит в следующем: в отдельных случаях проводятся реакция при температуре кипения реакционной массы. При получении неограниченно водорастворимых мочевиноформальдегидных смол предложено повышать температуру реакционной массы в щелочной стадии до 102 °C [10]. Во Франции фирма «Nobel Hoechst Chimie» рекомендует проводить кислую конденсацию при температуре кипения реакционной массы [11]. Значительно повысить температуру удастся при проведении реакции под давлением. Например, при pH = 7-8 и давлении 0,4 МПа взаимодействие мочевины с формальдегидом при 140 °C происходит за 10 мин.

Мочевина-формальдегидные олигомеры, продукты взаимодействия мочевины с формальдегидом, способны в ходе дальнейших реакций превращаться в сшитые полимеры.

Степень отверждения немодифицированных и модифицированных фенолформальдегидного олигомера при 160 °C в течение 3 – х часов, высокая и составляет 92,6 % и 98,9-99,2 % (в зависимости от типа модификатора) соответственно. При этом полученные трехмерно-сетчатые полимерные материалы обладают хорошими физико-механическими показателями. Для выяснения температурной области эффективного использования синтезированных модифицированных фенолформальдегидного олигомера была изучена термоокислительная деструкция в условиях динамической термогравиметрии [12]. В ранних работах [13,14] была установлена структура нового аминокальдегидного олигомера ИК и УФ – спекторскопией.

В этом плане весьма перспективным является повышение термостабильности кож методом наполнения в котором олигомер вводится в структуру кожи с последующей их дополиконденсацией.

В связи с этим представлял исследование термоокислительной деструкции кож наполненный новым модифицированным аминокальдегидным олигомером. В табл. 1. приведены наименование исходных компонентов и варианты опытов получения аминокальдегидных олигомеров.

Таблица 1. Наименование компонентов и варианты опытов получения аминокальдегидных олигомеров

Наименование компонентов, содержание основного вещества, в %	Варианты опытов и расход компонент,и в вес.ч			
	I	II	III	IV
Мочевина -99,8	100	100	100	100
Уротропин - 99,4	50	40	50	40
Кротоновый альдегид - 98,2	-	10	-	10
Акриловая кислота–98,2	-	-	7	7
Серная кислота–100	35	35	28	28
Вода	300	300	300	300
Всего	485	485	485	485

Синтез проводили при естественной температуре реакции. Мочевину и уротропин растворяли в воде при температуре 20-60 °С. В раствор небольшими порциями заливали акриловую (серную) кислоту, термостатируя и не допуская повышения температуры реакционной смеси. В I-II вариантах образовались вязкие олигомеры. В III-IV вариантах вязко-текучий олигомер. Это свидетельствует о том, что между олигомером и акриловой кислотой образуется по физическому состоянию существенно отличающийся продукт конденсации.

Модифицированные олигомеры представляют собой продукты жидко-вязкой консистенции от желтого цвета до коричневого, хорошо растворимые в ацетоне, этаноле, тетрагидрофуране и диоксане. Для получения сравнительных данных в идентичных условиях синтезированы и исследованы мочевиноформальдегидные олигомеры в отсутствии акриловой кислоты.

Для выяснения температурной области эффективного использования синтезированных нами модифицированных аминокальдегидных олигомеров была изучена термоокислительная деструкция в условиях динамической термогравиметрии. Из полученных данных термического анализа этих образцов определено, что они имеют сложный ступенчатый характер. Деструктивные процессы, протекающие при этом, условно можно разделить на пять стадий.

В табл. 2. представлены показатели термоокислительной деструкции при динамической термогравиметрии немодифицированных и модифицированных аминокальдегидных олигомеров.

Таблица 2. Показатели термоокислительной деструкции при динамической термогравиметрии немодифицированных и модифицированных аминокальдегидных олигомеров

Показатели	Опытные образцы			
	I	II	III	IV
Время полураспада, мин	37	42	43	46
T _{начало} деструкции, °С	182	203	212	224
Температура полураспада, плавление °С	210	240	269	282
Температура улетучивание газобразных веществ, °С	290	310	382	476
Температура вспучивания, °С	437	463	513	580
T _{конец} деструкции, °С	642	644	657	675

Первая стадия деструкции начинается с 182 °С, испарением свободных газообразных влаги в зависимости от состава и структуры образцов и продолжается до 224 °С. Вторая наиболее интенсивная стадия деструкции, в которой теряется масса образца расплавлением, начинается с температуры 210 °С и завершается при 282 °С, а третья стадия улетучивание различных газообразных компонентов что соответствует температурному интервалу 290-476 °С. В четвертом интервале образцы постепенно начинают вспучиваться начало которого соответствует 437 °С и закончивается в пределах 580 °С. Температура в котором почти все образцы переходят в золы соответствует конец деструкции при 642 – 675 °С.

Из полученных данных определено, что температура начала деструкции мочевино-формальдегид-кротоновый альдегидного олигомера модифицированный акриловой кислотой значительно выше таковых немодифицированных олигомеров, полученных в аналогичных условиях.

Таким образом, можно сделать вывод, что модификация мочевино-формальдегид-кротонового альдегидного олигомера с акриловой кислотой способствуют и повышению термоокислительной деструкции получаемых продуктов, что модификатор – акриловая кислота прочно химически связывается с аминокальдегидными олигомерами который приводит к термостойкости образцов.

Общеизвестно, что для изучения характера пористой структуры материалов, в том числе кожевенных целесообразно использовать различные способы термографического метода [15-16].

Испытанию подвергались опытные кожи наполненные с новыми модифицированными аминокальдегидными олигомерами и контрольные наполненные образцы кожи с немодифицированным мочевино-формальдегидным олигомером.

По результатам исследований полученные кривые дериватограмм имеют ряд характерных точек перегиба. Для характеристики содержания влаги в пористой кожи в указанных точках, использовали кривые температуры (Т), разложения аминокальдегидных полимеров в структуре кожи. На основании их были определены температурный интервал деструкции на каждом участке процесса.

На рис. 1 приведены кривые температуры (Т), дифференциального термического анализа (ДТА) и термогравиметрии по производной (ТГП) исследуемых образцов кож.

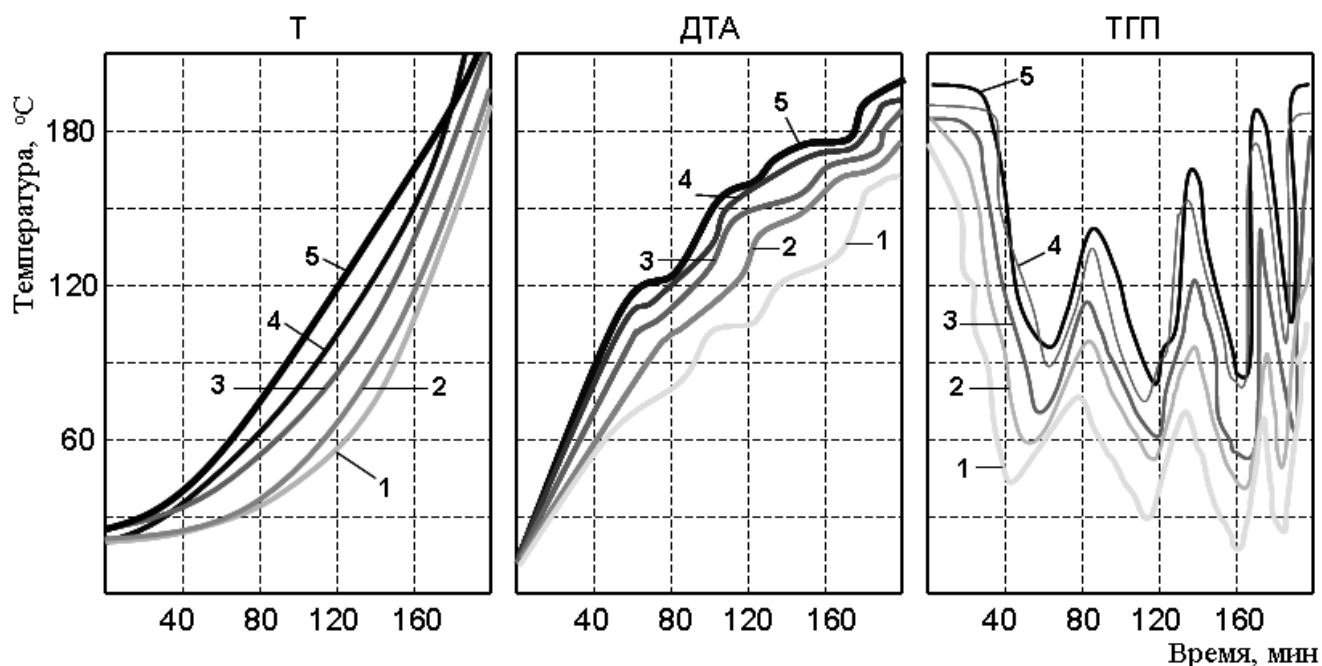


Рис. 1. Дериватограммы образцов кож, 1 - кожа не обработанная аминокальдегидными олигомерами; обработанные: 2 - I; 3 - II; 4 - III; 5 - IV опытные образцы.

Из схем графического дифференцирования можно заключить, что первоначальный участок дериватограммы (рис.) характеризуется линейным возрастанием температуры (Т). Можно предположить, что в этот период, в интервале температур от 20 до 80 °С, происходит удаление из образцов иммобилизованных газообразных компонентов и частично воды.

В интервале температур 80-110 °С в течении 40 мин. происходит удаление свободной влаги намокания. Причем тут, наблюдается сдвиг кривых в сторону высоких температур в зависимости от обработанных образцов.

Дальнейшая десорбция влаги, содержащейся в микрокапиллярах, происходит по мере повышения температуры, что проявляется на термограмме, в виде перегиба и процесс этот завершается при температуре 120 °С. Из кривых можно предположить, что по мере увеличения температур происходит плавление аминокальдегидных полимеров в структуре кожи в интервале температур 125-160 °С,

Из кривых видно, что плавление 2- образца мочевино-формальдегидным олигомером при отсутствии воды начинается при 123 °С, причем этот процесс резко ускоряется, начиная от температуры 125-144 °С и достигает максимальной скорости в вершине пика температуры сваривания коллагена 150 °С. От 154 °С начинается процесс деструкции образца, в результате которого образец кож вспучивается и деструктурируется при 187 °С с образованием различных газообразных продуктов.

У образца 3-5 кожи обработанные с мочевино-формальдегид-кротоновый альдегидным олигомером значительно повысило температуру плавления полимеров, начало для 5 – образца мочевино-формальдегид-кротоновый альдегидный олигомер модифицированный акриловой кислотой - до 110 °С, 4- мочевино-формальдегидный олигомером модифицированный акриловой кислотой – до 105 °С.

Известно, что влага, находящаяся в микрокапиллярах кожи, удаляется в интервале температур 120-150 °С. Содержание ее в коже определяется характером отложения и закрепления олигомеров в структуре дермы. Это также зависит от степени наполненности поверхности структурных элементов. Из вышеприведенных данных следует, что содержание влаги такого вида связи становится обработки исследуемыми аминокальдегидными олигомерами снижается, причем наиболее заметным после обработки с мочевино-формальдегидный олигомером модифицированный акриловой кислотой и затем мочевино-формальдегид-кротоновый альдегидный олигомер модифицированный акриловой кислотой.

Вышеотмеченное подтверждается тем обстоятельством, что заполнения микрокапилляров кожи аминокальдегидными олигомерами уменьшает число пор в коже. Это, очевидно объясняется тем, что при заметно большом количестве олигомеров, который может отлагаться в межструктурных пространствах волокон.

В результате дополнительного заполнения макропор частицами аминокальдегидного полимера после наполнения, по – видимому связаны с присутствием в волокнистой структуре олигомеров с последующей полимеризацией.

Таким образом, в результате проведенных термографических исследований процесса деструкции кожи при повышенной температуре, обработанные различными аминокальдегидными олиго(поли)мерами, было установлено, что основная часть влаги, в обводненной коже находится в макро- и микрокапиллярах. Отсюда и целесообразно

проводить наполнение на указанных уровнях структуры образцов. С этой целью необходимо применять такие аминокальдегидные олигомеры для наполнения, которые хорошо фиксируются в коже и будут придавать ему полнотные свойства, а также отлагающиеся в макропорах кожи.

Список использованной литературы

1. Энциклопедия полимеров. Т. 2 / под ред. В. А.Кабанова. –М.: Изд-во «Сов. энциклопедия», 1974. –1052 с.
2. Технология пластических масс / под ред. В. В. Коршака. - М. : Химия, 1985. – 607 с.
3. Практикум по химии и физике полимеров / под ред. В. Ф. Куренкова. - М. : Химия, 1990. - 256 с.
4. Григорьев А. П. Лабораторный практикум по технологии пластических масс / А. П. Григорьев, О. Я. Федотова. - М. : Высш. шк., 1986. - 495 с.
5. Торопцева А. М. Лабораторный практикум по химии технологии высокомолекулярных соединений / А. М. Торопцева, К. В. Белгородская, В. М. Бондаренко. - М. : Химия, 1967. – 415 с.
6. Касьянова А. А. Лабораторный практикум по физике и химии высокомолекулярных соединений / А. А. Касьянова, Л. Е. Добрынина. - М. : Легкая индустрия, 1979. - 97 с.
7. Аналитическая химия полимеров. Т. 1. : пер. с англ. / под ред. А. П. Крешкова, Г. Клайна. - М. : Изд-во иностранной лит., 1960.- 360 с.
8. Попова Е.А., Матвалашвили Г.С., Потехина Е.С. и др. // Проблемы получения карбомдных смол и изделий из них. М.: НИИТЭХИМ, 1980. вып. 10 (95), 54 с.
9. Модификация фенолформальдегидных олигомеров пропаргильными эфирами / Т. М. Наибова, Я. М. Билалов, Г. М. Талыбов, С. Ф. Караев // Пластические массы. – 2004. - № 11. – С. 34-35.
10. Рамазанов Б. Г. Наполнение кож азотсодержащими полимерами / Б. Г. Рамазанов [и др.] // Журнал «Доклады Академии наук Республики Узбекистан». - 2008. - № 2. –С. 64-67.
11. Рамазанов Б. Г. Синтез и структурный анализ полимерных аминокальдегидных олиго(поли)меров / Б. Г. Рамазанов, Т. Ж. Кодиров, А. Ю. Тошев // Энциклопедия инженера-химика. - 2010. - № 2. – С. 20-24.
12. Уэндландт У. Термические методы анализа / У. Уэндландт. - М. : Мир, 1978. - 528 с.
13. Новое в методах исследования полимеров : сб.статей / под ред. З. А. Роговина. - М. : Мир, 1968. - 210 с.

ТЕРМООКИСЛЮВАЛЬНА ДЕСТРУКЦІЯ ШКІР НАПОВНЕННЯ НОВИМ МОДИФІКОВАНИМ АМІНОАЛЬДЕГІДНИМ ОЛИГОМЕРЕ

КОДИРОВ Т.Ж., СОДИКОВ Н.А., МУРОДОВ Т.Б.

Ташкентський інститут текстильної і легкої промисловості

Методика. Синтезовані нові модифіковані аміноальдегідні олигомери.

Результати. Встановлено, що на властивості і структуру синтезованих аміноальдегідних олигомерів істотно впливають умови синтезу і, головним чином, співвідношення вихідних компонентів.

Практична значимість. ДТА методом доведено, що модифікація сечовини-формальдегід-кротонового альдегідного олигомера з акриловою кислотою сприяють підвищенню термоокислювальної деструкції одержуваних продуктів. При цьому модифікатор - акрилова кислота міцно хімічно зв'язується з аміноальдегідними олигомерами яка призводить до термостійкості зразків шкір.

Ключові слова: сечовина, уротропін, кротоновий альдегід, акрилова кислота, сірчана кислота, модифікація, аміноальдегідні олигомери, сечовини-формальдегід-кротоновий альдегідний олигомер.

SYNTHESIS AND FILLING LEATHERS NEWS MODIFIED AMIDO ALDEHYDE OLIGO(POLY)MERS AND THERMOSTABILISATION

KODIROV T.J., SODIKOV N.A., TOSHEV A.Y., MURODOV T.B.

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Methodology. The main physical-chemical properties of modified amido aldehyde oligo(poly)mers have been obtained and studied.

Findings. It has been determined that conditions of synthesis and mainly ratio of primary components and condition of reaction influenced essentially on property and structure of synthesized amido aldehyde oligomers.

Practical value. The DTA method has proved that the modification of urea-formaldehyde-croton aldehyde oligomer with acrylic acid increased thermal-oxidative degradation of obtained products. Acrylic acid as a modifier firmly bonds chemically with amido aldehyde oligomers, which leads to heat stability of leather samples.

Keywords: urea, urotropin, croton aldehyde, acrylic acid, sulfuric acid, modification, aldehyde oligomers, urea-formaldehyde-croton aldehyde oligomer.

УДК 677.074

РЕДЬКО Я.В., РОМАНКЕВИЧ Я.О., ЧВЕРТКА Т.А.,
ТАРАН А.О.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СИНТЕЗУ
НАНОЧАСТИНОК *in situ* ДЛЯ СТВОРЕННЯ
НАНОКОМПОЗИЦІЙНОГО ТЕКСТИЛЬНОГО
МАТЕРІАЛУ**

Мета роботи полягає у теоретичному дослідженні та обґрунтуванні можливості синтезу феромагнітних наночастинок *in situ* в матриці текстильного матеріалу різного сировинного складу для створення наноконпозиційного феромісткого текстильного матеріалу.

Методика. Пропонується застосування нового методу синтезу залізо-оксидних наночастинок *in situ* з урахуванням структурних особливостей волокон та нанотехнологічних процесів.

Результати. В результаті теоретичного дослідження та аналізу надмолекулярної структури волокон очікується, що аморфні області целюлозних та синтетичних волокон можуть бути нанореакторами за рахунок їх набухання в розчинах солей заліза для синтезу феромагнітних наночастинок *in situ* в матриці текстильного матеріалу.

Наукова новизна. Вперше запропоновано застосування матриці волокнистого матеріалу у якості нанореактора, який повинен стабілізувати розміри феромагнітних наночастинок, визначатиме їх просторове розміщення та магнітні характеристики.

Практична значимість. Пошук нових підходів та методів створення текстильних матеріалів, що містять залізо-оксидні сполуки нанорозмірів пов'язаний із можливим створенням наноконпозиційного феромісткого текстильного матеріалу.

Ключові слова: наноконпозиційний текстильний матеріал, наночастинок магнетиту, нанореактор, *in situ*, матриця текстильного матеріалу.

Вступ. Головними тенденціями розвитку сучасної текстильної промисловості є розширення функціональних можливостей виробів, пов'язаних із перспективним напрямком створення текстильних матеріалів із заданими властивостями – «smart textile», для отримання яких необхідне застосування нанотехнологій [1–4].

Виклики сьогодення спонукають до пошуку нових підходів та методів створення текстильних матеріалів, що містять залізо-оксидні сполуки нанорозмірів, обумовлених здатністю магнітними наночастинок інтенсивно поглинати мікрохвилі.

Відоме отримання нанорозмірних частинок оксиду заліза на синтетичних волокнистих матеріалах в процесі їх осадження за механізмом гетерокоагуляції [1], а також нанесення магнітних рідин на натуральні волокна [2]. В даний час широко використовуються хімічні волокна, для яких характерна наявність гладкої поверхні, що ускладнює осадження на поверхні частинок окислу заліза магнетиту. Зокрема, для поліефірних і поліамідних волокон, для усунення цього недоліку при проведенні осадження наночастинок срібла, поверхню волокон заздалегідь модифікують [3]. Інший метод пов'язаний із введенням магнетиту на стадії формування волокна, наприклад, відомі целюлозні волокна, що сформовані з неводного розчину целюлози, наповненого наночастинок магнетиту [4].

Постановка завдання. Представляє інтерес дослідження можливості створення нанокомпозиційних феромістких текстильних матеріалів із застосуванням нового методу синтезу залізо-оксидних наночастинок *in situ* з урахуванням структурних особливостей волокон та нанотехнологічних процесів.

Мета роботи полягає у теоретичному дослідженні та обґрунтуванні можливості синтезу феромагнітних наночастинок *in situ* в матриці текстильного матеріалу різного сировинного складу для створення нанокомпозиційного феромісткого текстильного матеріалу.

Результати дослідження. Дослідженню та розробленню нанотехнологій створення нанорозмірних частинок магнетитів та маггемітів в нанореакторах різних фібрилярних матриць, передують теоретичні обґрунтування та аналіз структурних особливостей волокнистих матеріалів.

Новий метод створення наночастинок *in situ* у текстильному матеріалі передбачає розв'язання фундаментальної задачі – створення текстильних матеріалів із заданими властивостями з використанням нанотехнологій, через застосування нової ідеї – здійснення процесу синтезу наносистем *in situ* із феромагнітними наночастинок, локалізованими у нанореакторі – фібрилярній структурі матриці волокнистого матеріалу з одночасною його хімічною модифікацією шляхом відновлення іонів заліза у текстильному матеріалі. У даному випадку матриця волокнистого матеріалу виконуватиме роль нанореактора, який буде стабілізувати розміри феромагнітних наночастинок, визначатиме їх просторове розміщення та магнітні характеристики.

Основна вимога до синтетичних наномагнетитів та наномаггемітів – це достатньо високі значення намагніченості, які залежать не тільки від розміру частинок, їх фазового складу – наявності феррімагнітних фаз, а й від кількості та розміщення наночастинок у текстильному матеріалі.

Виходячи з наведеного вище, пропонується припущення про існування взаємозв'язку: сировинний склад текстильного матеріалу – його структурні особливості (співвідношення кристалічних та аморфних областей (надмолекулярна структура), їх орієнтація відносно осі волокна, капілярно-пористі характеристики) – формування наноструктур *in situ* в об'ємі волокнистої матриці, що пов'язана з кількістю локалізованих наночастинок в нанопорах фібрилярних структур – розподіл та розміщення наночастинок всередині волокна (в об'ємі матриці волокнистого матеріалу) – створення ланцюгу регулярно близько розміщених магнітних наночастинок в орієнтованому або напіворієнтованому стані (магнітна анізотропія) – величина намагніченості насичення нанокомпозиційного феромісткого текстильного матеріалу – задані магнітні властивості текстильного матеріалу.

Бавовняне волокно складається з макромолекул целюлози, об'єднаних у групи – мікрофібрили [5]. Всі молекули витягнуті і утворюють пучок. Лінійний розмір мікрофібрил у поперечному перерізі становить 10 нм. По довжині мікрофібрили мають різні розміри і досягають 1000 нм. Мікрофібрили в свою чергу об'єднані в більш великі утворення – фібрили. Між фібрилами утворюється велика кількість поздовжніх тріщин і пор різних розмірів до 10 нм і навіть досить великі – до 100 нм. Чим більшою мірою орієнтовані сегменти і чим більше вони орієнтовані в одному напрямку, тим більше щільність їх упаковки, міцність і пружність волокна, і тим менше його розтяжність (рис. 1, а). Тому особливо міцні волокна отримують шляхом їх значного витягування. Орієнтовані ділянки

пучків молекул мають кристалічну будову. Ці ділянки у волокні чергуються з аморфними ділянками, де молекули розташовані хаотично (рис. 1, б). Внаслідок значної довжини макромолекула може проходити одночасно через кілька кристалічних і аморфних ділянок. Целюлозні волокна мають аморфно-кристалічну будову [5].

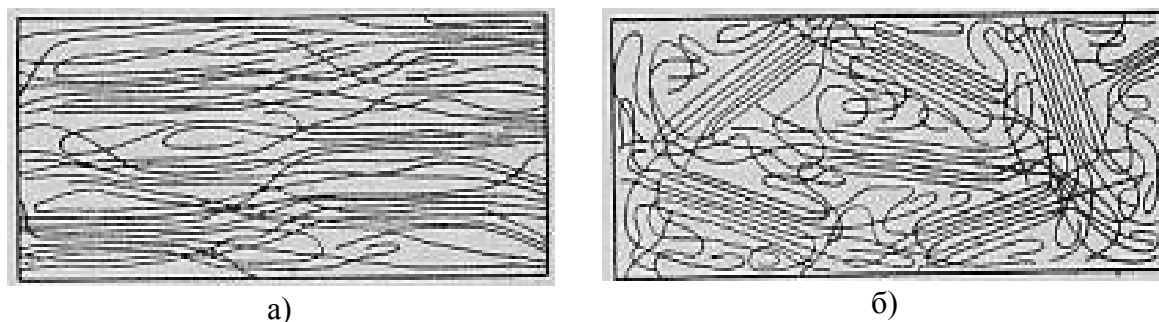


Рис. 1. Схеми розміщення сегментів макромолекул пучків молекул в волокні:
а) – орієнтовані вдовж осі волокна сегменти; б) – неорієнтовані сегменти.

Полімерні ланцюги целюлози упаковані в довгі пучки, або волокна, в яких поряд з упорядкованими, кристалічними є і менш впорядковані, аморфні ділянки (рис. 2). Визначений відсоток ступеню кристалічності залежить від типу целюлози, який за рентгенівськими даними становить від 70% (бавовна) до 30 – 40 % (віскозне волокно).



Рис. 2. Схематичне зображення надмолекулярної структури целюлози.

У зв'язку з цим, при використанні матриці целюлозного волокнистого матеріалу у якості нанореактора, синтез наночастинок *in situ* у текстильному матеріалі може розглядатися як процес аналогічний процесам сорбції води за [5] і відбуватися як з адсорбцією солей заліза на поверхні мікрофібрил, так і з абсорбцією (розчиненням) солей заліза в набухших у воді аморфних областях целюлози з їх наступним відновленням і утворенням магнітних частинок нанорозмірів.

У трьохшаровій структурі вовни наявний клітинно-мембранний комплекс, який є головним дифузійним шляхом для барвників та інших препаратів фарбувального процесу (води, поверхнево-активних речовин, солей), всередину вовняного волокна на підставі того, що він більше набухає в порівнянні з іншими морфологічними компонентами. За цими уявленнями хімічні речовини фарбувальної ванни швидко проникають через клітинно-мембранний комплекс у внутрішню частину вовняного волокна і потім повільно

розподіляються по іншим морфологічним шарам вовни (кутикула, кортекс) по мірі їх близькості і величини коефіцієнта дифузії [6].

Таким чином, при застосуванні матриці вовняного волокнистого матеріалу у якості нанореактора, синтез наночастинок *in situ* у текстильному матеріалі здійснюватиметься із сорбцією солей заліза всередину трьохшарової, рихлої структури вовни з утворенням наночастинок після їх відновлення.

У хімічних волокон (зокрема поліамідних волокон) розташування молекул може бути частково орієнтоване залежно від величини кратності орієнтаційного розтягування волокна при його виробництві. Структура поліамідів позначається і на механічних властивостях покриттів. Так, переважання кристалічної структури поліамідів обумовлює їх високу механічну міцність, жорсткість і твердість; з наявністю розвиненої аморфної структури пов'язані такі властивості полімеру, як висока питома ударна в'язкість і значно відносно подовження при розриві. Співвідношення кристалічної та аморфної фаз в деякому випадку залежить від умов термообробки і охолодження поліамідного покриття.

У процесі підготовки до процесів опорядження необхідно враховувати важливу характеристику якості поліамідних волокон, тобто їх неоднорідність хімічного складу і фізичних властивостей поліамідних волокон, що негативно впливає на рівномірність фарбування. При наявності у волокнах ділянок з різним ступенем впорядкованості макромолекул, швидкість дифузії барвника в окремі ділянки волокна буде різною. Найбільш швидко барвник дифундує в менш орієнтовані ділянки волокна, тому, коли фарбування волокна здійснюється протягом порівняно нетривалого часу, важкодоступні ділянки волокна забарвлюються менш інтенсивно.

З теорії фарбування поліамідних та поліефірних волокнистих матеріалів відомо [7], що, наприклад, дисперсні барвники розчиняються у аморфних областях капрону або в аморфних областях ацетатного волокна.

Тому, при застосуванні матриці синтетичного волокнистого матеріалу у якості нанореактора, синтез наночастинок *in situ* у текстильному матеріалі може відбуватися при розчиненні солей заліза у аморфних областях з їх наступним відновленням і утворенням магнітних частинок нанорозмірів.

Висновки. В результаті теоретичного дослідження та аналізу структури волокон очікується, що створення наночастинок магнетиту або маггеміту *in situ* у фібрилярній матриці волокнистого матеріалу може відбуватися: 1. На поверхні целюлозних мікрофібрил (бавовняні та віскозні волокнисті матеріали) та в аморфних областях целюлозних та синтетичних (поліамідних) волокон, які можуть бути нанореакторами за рахунок їх набухання в розчинах солей заліза; 2. В порах та капілярах (целюлозні волокна) – з направленим темплейтним синтезом наночастинок магнетиту або маггеміту всередині волокна; 3. У трьохшаровій, рихлій структурі матриці вовняного волокнистого матеріалу, в якій будуть відкладатися наночастинок магнетиту.

Виходячи з цього передбачається, що синтез наночастинок *in situ* у фібрилярній матриці волокнистого матеріалу різного сировинного складу позначиться на досягненні заданих властивостей, пов'язаних з розміром, розміщенням та концентрацією магнітних наночастинок у волокні. Для підтвердження наших припущень, пов'язаних із сукупністю факторів, що можуть вплинути на розроблення технологічно прийнятної методи створення наноконпозиційних феромістких текстильних матеріалів з урахуванням структурних

особливостей необхідні подальші експериментальні дослідження для того, щоб: розробити оптимальні умови відновлення іонів заліза у матриці текстильних матеріалів різного сировинного складу; визначити оптичну густину розчинів забарвлених магнітних волокнистих матеріалів (міра кількості наночастинок магнетиту та маггеміту у волокні); ідентифікувати ферромагнітну фазу, стабілізовану у фібрилярній матриці текстильного матеріалу; визначити розмір частинок залізо-оксидних сполук, що містяться у текстильному матеріалі; дослідити структуру нанокomпозиційного текстильного матеріалу; визначити розміщення наночастинок в орієнтованому чи напіворієнтованому стані із проведенням оцінки магнітної анізотропії та магнітної взаємодії між індивідуальними частинками з використанням методу ФМР.

Список використаних джерел

1. Романкевич О. В. Гетерокоагуляция дисперсии магнетита на полиамидном волокнистом материале / О. В. Романкевич, Я. В. Редько, А. Б. Брик // Дизайн. Материалы. Технологии. – 2012. – № 5(25). – С. 45–49.
2. Байбуртский Ф. С. Коллоидно-химические закономерности взаимодействия частиц магнитных жидкостей с поверхностями натуральных волокон: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук. / Ф. С. Байбуртский. – М., 1999. – 13 с.
3. Radetić M. Functionalization of textile materials with silver nanoparticles / M. Radetić // Journal of Materials Science. – 2013. – V. 48, issue 1. – P. 95–107.
4. Marcin Rubacha. Magnetic Textile Elements / Marcin Rubacha, Janusz Zięba // FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. – 2006. – V. 14. – No. 5(59). – P. 49–53.
5. Папков С. П. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой / С. П. Папков, Э. З. Файнберг. – М. : [б. и.], 1976. – 231 с.
6. Шиканова И. А. Технология отделки шерстяных тканей / И. А. Шиканова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 352 с.
7. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов. В 3-х т. Т. 2 / Г. Е. Кричевский. – М. : [б. и.], 2001. – 540 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ *IN SITU* ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОКОМПОЗИЦИОННОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

РЕДЬКО Я.В., РОМАНКЕВИЧ Я.О., ЧВЕРТКА Т.А., ТАРАН А.О.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Заключается в теоретическом исследовании и обосновании возможности синтеза ферромагнитных наночастиц *in situ* в матрице текстильного материала разного сырьевого состава для создания нанокomпозиционного ферросодержащего текстильного материала.

Методика. Предлагается применение нового метода синтеза железо-оксидных наночастиц *in situ* с учетом структурных особенностей волокон и нанотехнологических процессов.

Результаты. В результате теоретического исследования и анализа надмолекулярной структуры волокон ожидается, что аморфные области целлюлозных и синтетических волокон могут быть нанореакторами за счет их набухания в растворах солей железа для синтеза ферромагнитных наночастиц *in situ* в матрице текстильного материала.

Научная новизна. Впервые предложено применение матрицы волокнистого материала в качестве нанореактора, который должен стабилизировать размеры ферромагнитных наночастиц, будет определять их пространственное размещение и магнитные характеристики.

Практическая значимость. Поиск новых подходов и методов создания текстильных материалов, которые содержат железо-оксидные соединения наноразмеров связан с возможным созданием нанокмпозиционного ферросодержащего текстильного материала.

Ключевые слова: *нанокмпозиционный текстильный материал, наночастицы магнетита, нанореактор, in situ, матрица текстильного материала.*

INVESTIGATION OF POSSIBILITIES *IN SITU* SYNTHESIS OF NANOPARTICLES FOR CREATING NANOCOMPOSITE TEXTILE MATERIALS

REDKO YA., ROMANKEVICH YA., CHVERTKA T., TARAN A.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. It consists of a theoretical study, which proves the possibility of synthesis of ferromagnetic nanoparticles *in situ* in the matrix material of various textile raw stock to create nanocomposite textile material.

Methodology. It is proposed to use a new method of synthesis of iron oxide nanoparticles-based *in situ* structural characteristics of fibers and nanotechnology processes.

Findings. As a result of theoretical research and analysis supramolecular structure of fibers is expected that the amorphous region of cellulose and synthetic fibers can be nanoreactors by their swelling in solutions of iron salts for the synthesis of ferromagnetic nanoparticles *in situ* in the matrix textile material.

Originality. The first time the use of a matrix of fibrous material as nanoreactors, which should stabilize the size of ferromagnetic nanoparticles determine their spatial distribution and magnetic properties.

Practical value. Search for new approaches and methods for creating textile materials containing iron oxide nano scale compounds associated with the possible creation of nanocomposite textile material.

Keywords: *nanocomposite textile material, nanoparticles of magnetite, nanoreactors, in situ, the matrix of textile material.*

УДК 678.78.33

СОВА Н.В., САВЧЕНКО Б.М., ПАХАРЕНКО В.О.
Київський національний університет технологій та дизайну

СТРУКТУРНІ ЗМІНИ В СУМІШАХ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ / ПОЛІКАРБОНАТ

Мета. Дослідження фізико-хімічних перетворень при створенні поліефірних сумішей поліетилентерефталат/полікарбонат.

Методика. Суміші отримувались на установці, яка передбачає змішування полімерів в лабораторному дволопастному змішувачі ємністю 1,0 літр і лабораторному екструдері ЧП 25х16 з трьома зонами обігріву.

Для визначення теплоємності використовували скануючий калориметр марки DSK II виробництва компанії Perkin-Elmer з точністю вимірювання 0,1°C. ІЧ спектри знімали на приладі TENZOR-25. Дослідження методом рентгеноструктурного аналізу проводились на рентгенівському дифрактометрі WAX-4K з оптичною схемою Дебая-Шерера.

Результати. При отриманні сумішей полімерів утворюються хімічні зв'язки між одним і другим полімером, внаслідок передачі ланцюга за участю функціональних груп у процесі взаємодії, що підтверджується даними інфрачервоної спектроскопії і розчинності суміші ПЕТФ і ПК в одних і тих же розчинниках.

У процесі змішування між ПЕТФ і ПК відбувається реакція трансестерифікації. Цей процес взаємодії підтверджується розчинністю досліджуваних зразків в метиленхлорид, а ПЕТФ і продукти взаємодії двох полімерів нерозчинні, тому розчинник вимиває з полімерного зразка тільки ПК, який не вступив в реакцію.

Наукова новизна. Встановлено явище хімічної взаємодії між поліетилентерефталатом та полікарбонатом в процесі їх екструзійного змішування

Практична значимість. Особливість властивостей отриманих сумішей дозволяє використовувати їх як конструкційний полімерний матеріал в машинобудівній, електротехнічній та авіаційній галузях промисловості.

Ключові слова: поліетилентерефталат, полікарбонат, суміші полімерів, трансестерифікація, ступінь кристалічності, теплоємність.

Вступ. Обсяг використання сумішей полімерів у всьому світі зростає швидше, ніж індивідуальних полімерів. Суміші отримують для розширення асортименту полімерних матеріалів з новими поліпшеними властивостями. Для регулювання властивостей полімерів застосовують різні технологічні прийоми поєднання одного полімеру з іншим, які відрізняють за структурою та властивостями кожного. Суміші полімерів в промисловості отримують змішуванням різних компонентів, спосіб якого визначається природою полімерів і необхідним комплексом властивостей продукту. Властивості сумішей поліефірів багато в чому залежать від сумісності окремих полімерів, яка може бути оцінена за зміною щільності і теплоємності, розчинності окремих полімерів та їх сумішей, відмінностями їх реологічних властивостей, а також при оцінці структурно-деформаційних властивостей в орієнтованому стані [1].

Постановка завдання. Вивчення фізико-хімічних перетворень при одержанні сумішей конденсаційних полімерів в залежності від характеру їх взаємодії, складу

дозволяють в широкому діапазоні регулювати технологічні, фізико-механічні, структурні властивості виробів різнобічного призначення

Результати дослідження. Для дослідження сумісності та впливу вмісту інгредієнтів на властивості поліефірних сумішей був обраний в різних співвідношеннях первинний і вторинний поліетилентерефталат марки 8200, первинний і вторинний полікарбонат марки Trirex дисковий і пляшковий.

При оцінці теплофізичних властивостей сумішей полімерів було взято до уваги те, що двофазні суміші полімерів мають дві температури склування, однофазні -одну. При частковому взаємному розчиненні або зміні надмолекулярної структури існуючих фаз змінюються обидві температури склування в порівнянні з відповідними температурами вихідних полімерів. Кожна фаза кристалічних полімерів характеризується своєю температурою плавлення.

Термодинамічна несумісність двох різних полімерів підтверджується наявністю двох піків плавлення, температури яких відповідають температурам плавлення вихідних компонентів. Особливо це відноситься до випадку при однакових кількостях обох полімерів. Чим більший вміст поліетилентерефталату у суміші, тим вище температура плавлення полімеру і тим більше його теплоємність (рис.1). Площа піку тим більше, чим вища температура плавлення.

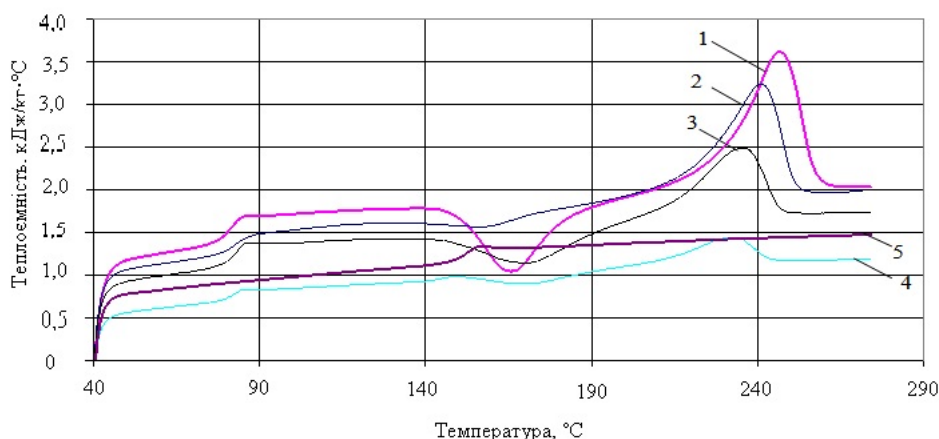


Рис.1. Залежність теплоємності від температури для: 1- ПЕТФ 8200; 2- ПЕТ/ПКпл 95/5; 3- ПЕТ/ПКпл 80/20; 4- ПЕТ/ПКпл 50/50; 5- ПК пл.

Для чистого ПЕТФ ступінь кристалічності полімеру вища, ніж у сумішей ПЕТФ/ ПК, про що свідчить яскраво виражений пік плавлення. Так, площа піку для чистого ПЕТФ становить 27,6 Дж /С, що відповідає ступеню кристалічності 40% і вимагає значних витрат енергії. Для чистого ПК пік плавлення відсутній, що говорить про аморфний стан полімеру. Аморфна частина зазнає тільки склування, а кристалічна частина речовини тільки плавлення.

Характерною рисою сумішей кристалічного та аморфного полімерів є суттєве зниження температури плавлення ($T_{пл}$) кристалічного полімеру внаслідок розбавляючої дії аморфного компоненту. Температура плавлення ПЕТФ може бути представлена як функція вагового вмісту цього полімеру в суміші ПЕТФ/ПК. При вмісті в суміші 50 % мас. ПК температура плавлення ПЕТФ приблизно на 16°C нижче рівноважної температури плавлення чистого ПЕТФ. Подібне зниження температурі плавлення кристалічних полімерів

спостерігається і в інших сумішах, що є однією з причин погіршення кристалізації сумішей з високим вмістом аморфного компонента, такого як ПК. Пониження $T_{пл}$, у всіх досліджених сумішах супроводжувалося збільшенням $T_{кр}$ суміші при холодній кристалізації кристалічного компонента з більш низькою $T_{ск}$ і при збільшенні вмісту аморфного компонента з більш високою $T_{ск}$. Внаслідок цих обставин відбувається звуження інтервалу $T_{пл}-T_{кр}$, що в свою чергу серйозно кінетично ускладнює процес кристалізації. Додатковою причиною нездатності кристалізуватися сумішей з високим вмістом аморфного компонента є зростаюча ізолюваність окремих ланцюгів кристалічного компонента. Нижче (табл.1) наводяться ступінь кристалічності ПЕТФ в сумішах ПЕТФ/ПК пляшкового і дискового, розрахована за даними залежностям питомої теплоємності від температури (рис.1-3).

Таблиця 1. Ступінь кристалічності ПЕТФ в сумішах ПЕТФ/ПК, розрахована за величиною піків плавлення і площі піку плавлення

ПЕТФ / ПК	Ср піків плавлення, мДж/г $^{\circ}\text{C}$	Степінь кристалічності, %	Площа піку плавлення	Степінь кристалічності, %
ПЕТФ	37,0/ 37,0	40,0/ 40,0	27,6/ 27,3	40,0/ 40,0
95%ПЕТФ+5% ПК	32,0/ 28,0	35,0/ 30,0	26,0/ 27,0	37,5/ 39,0
80%ПЕТФ+20% ПК	25,0/ 27,0	26,0/ 29,0	17,4/ 20,5	25,1/30,0
50%ПЕТФ+50% ПК	13,0 / 22,0	16,0/ 24,0	10,4/ 3,36	15,1/ 5,0

х/ - чисельник- для пляшкового ПК; /х - знаменник- для дискового ПК

У порівнянні з первинними полімерами та їх сумішами питома теплоємність вторинних ПЕТФ і ПК зменшується на 10-20%, що пояснюється зменшенням молекулярної маси в процесі експлуатації та вторинної переробки полімерів. При охолодженні розплаву полімер переходить у твердий стан без зміни фази, тобто відбувається склування.

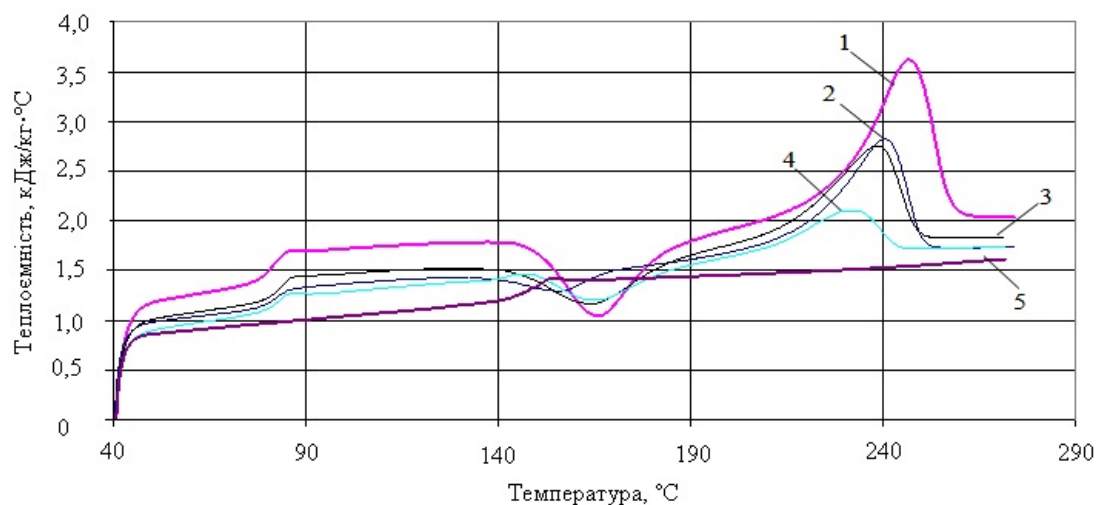


Рис. 2. Залежність теплоємності від температури для: 1- ПЕТФ 8200; 2- ПЕТ/ПКдис 95/5; 3- ПЕТ/ПКдис 80/20; 4- ПЕТ/ПКдис 50/50; 5- ПК дис.

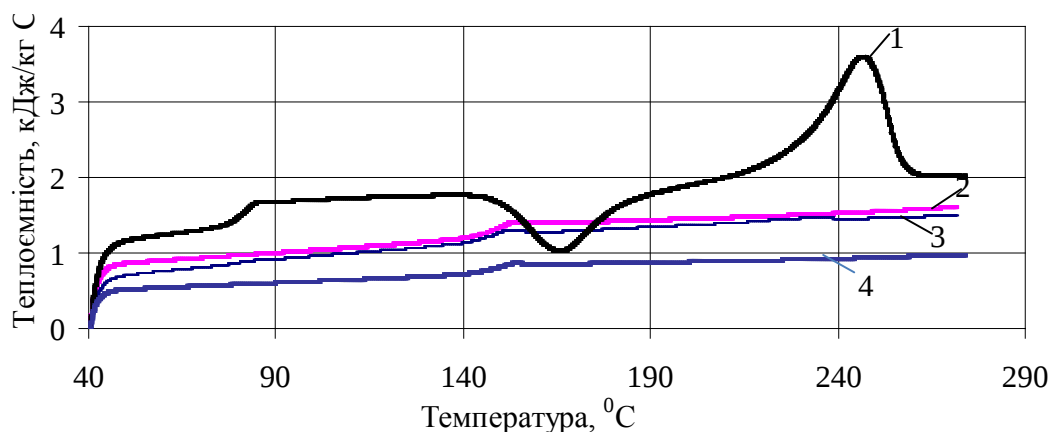


Рис. 3. Залежність теплоємності від температури для: 1- ПЕТФ 8200; 2- ПКдис; 3- ПЕТФ/ПКдис 10/90; 4- ПЕТФ/ПКдис 5/95.

Ці зміни відбуваються в деякій області температур і охоплюють приблизно 10-20 °C, а температура склування - це середня температура цієї області (табл. 2.) Аморфна частина зазнає тільки склування, а кристалічна частина полімеру зазнає тільки плавлення.

Степінь кристалічності полімерів характеризується певною впорядкованістю розміщення сегментів макромолекул. Дана інформація може бути отримана при аналізі дифрактограм полімерних зразків, отриманих в результаті рентгеноструктурного аналізу (рис. 4-8).

Таблиця 2. Температури переходу сумішей ПЕТФ/ПК різного складу

Назва зразка	Температура склування, T _с , °C (від-до)	Температура холодної кристалізації, T _{хк} , °C	Температура плавлення, T _{пл} , °C	Степінь кристалічності, %	Співвідношення T _с / T _{пл}
ПЕТФ 8200	81,83 - 65,64	166,47	246,93	40,0	0,3
ПК дис	150,03 – 154,94	-	-	-	-
ПК пл	145,03 – 151,62	-	-	-	-
ПЕТФ+ПК дис 95/5	78,22 – 85,32	156,48	240,39	39,0	0,34
ПЕТФ+ПК дис 80/20	80,09 – 85,84	165,15	238,1	30,0	0,35
ПЕТФ+ПК дис 50/50	79,59 – 85,12	166,5	233,09	5,0	0,35
ПЕТФ+ПК дис 10/90	152,29	-	233,04	-	-
ПЕТФ+ПК дис 5/95	154,0	-	-	-	-
ПЕТФ+ПК пл. 95/5	78,88 – 86,47	158,58	240,87	35,0	0,34
ПЕТФ+ПК пл. 80/20	79,63 – 85,45	171,38	234,69	26,0	0,35
ПЕТФ+ПК пл. 50/50	79,06 – 84,86	171,7	231,21	16,0	0,36

ПЕТФ характеризується значною степінню впорядкованості в порівняно з ПК, тому і степінь його кристалічності значно вища. ПК диск. в порівнянні з ПК пляш. має менш дефектну структуру в області малокутового розсіювання (до $\theta=5^\circ$), хоча на оптичні властивості полімерів це не впливає. Введення в ПК диск. 10%мас. ПЕТФ дещо збільшує степінь впорядкованості в області $\theta=25^\circ$.

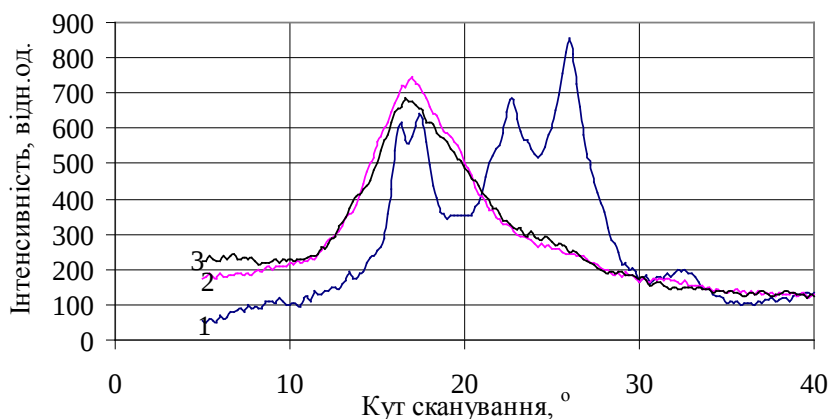


Рис.4. Дифрактограми для: 1- ПЕТФ; 2- ПК диск.; 3- ПК пляш

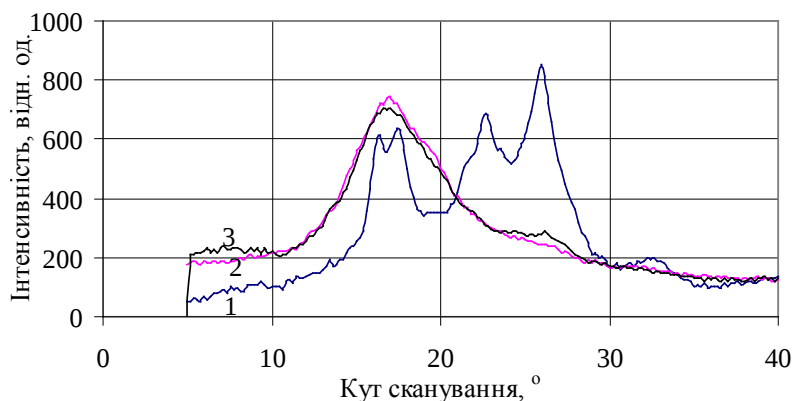


Рис.5. Дифрактограми для: 1- ПЕТФ; 2- ПК диск; 3- ПЕТФ/ПК диск. 10/90.



Рис.6. Дифрактограми для: 1- ПЕТФ; 2- ПЕТФ/ПК диск 95/5; 3- ПЕТФ/ПК пляш. 95/5.

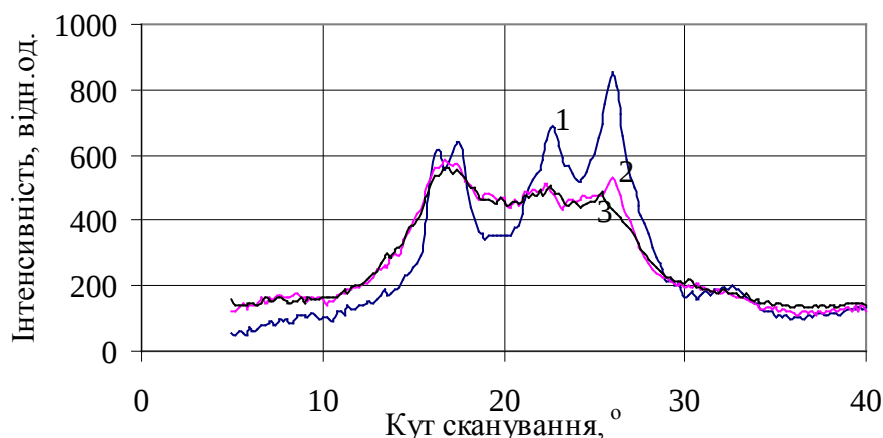


Рис.7. Дифрактограми для: 1- ПЕТФ; 2- ПЕТФ/ПК диск 80/20; 3- ПЕТФ/ПК пляш. 80/20.

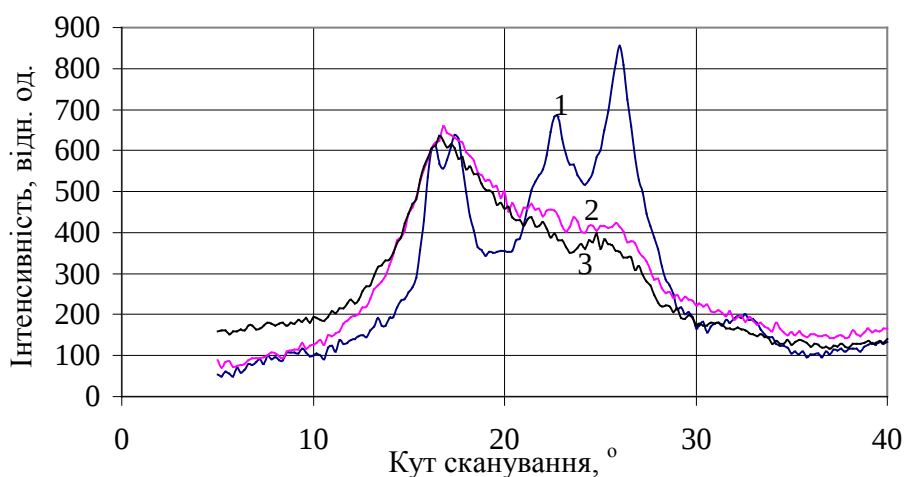


Рис.8. Дифрактограми для: 1- ПЕТФ; 2- ПЕТФ/ПК диск 50/50; 3- ПЕТФ/ПК пляш. 50/50.

Для сумішей ПЕТФ/ПК з вмістом ПК 5-20%мас. характерне зниження степені впорядкованості порівняно з ПЕТФ, але зберігається характер піків, властивий ПЕТФ, на дифрактограмах. В суміші ПЕТФ/ПК 50/50 кожен з компонентів вносить рівну частку і ступінь впорядкованості практично підкоряється закону адитивності, тобто займає середнє значення в порівнянні з чистими компонентами.

При отриманні сумішей полімерів утворюються хімічні зв'язки між одним і другим полімером, внаслідок передачі ланцюга та участі функціональних груп у процесі взаємодії, що підтверджується даними інфрачервоної спектроскопії (рис.9-12).

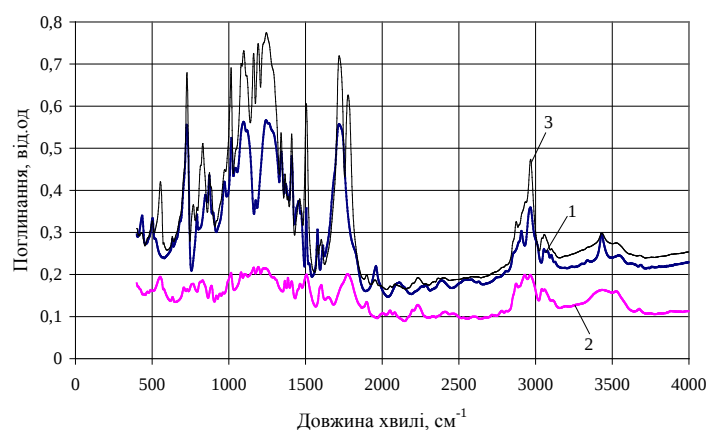


Рис.9. Спектр ІЧС для: 1- ПЕТФ 8200; 2- ПЕТ/ПКпл 50/50; 3- ПК пл.

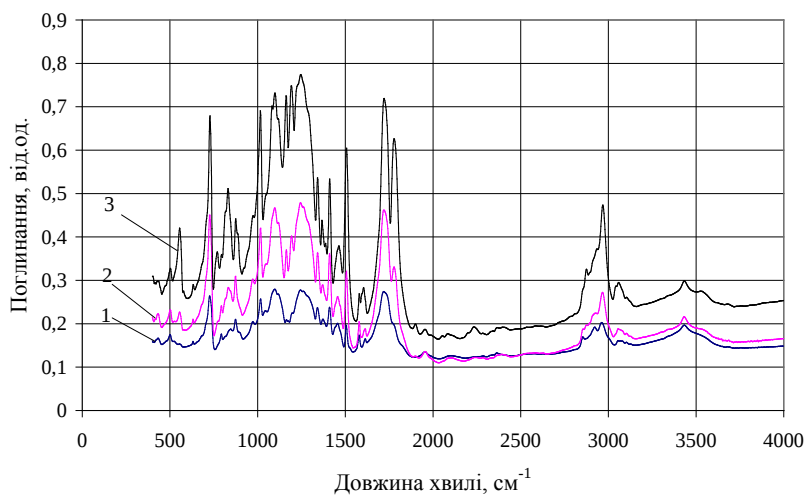


Рис.10. Спектр ІЧС для: 1- ПЕТ/ПКпл 95/5; 2- ПЕТ/ПКпл. 80/20 ; 3- ПЕТ/ПКпл 50/50.

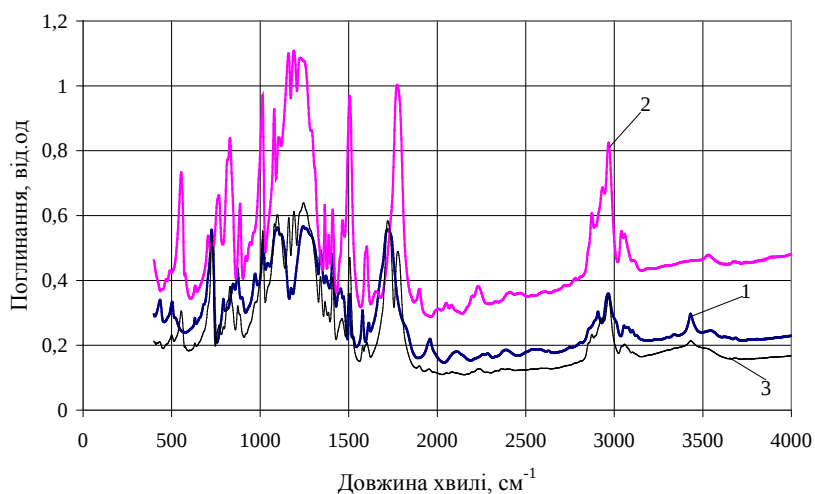


Рис.11. Спектр ІЧС для: 1- ПЕТФ 8200; 2- ПЕТ/ПКдис 50/50; 3- ПК дис.

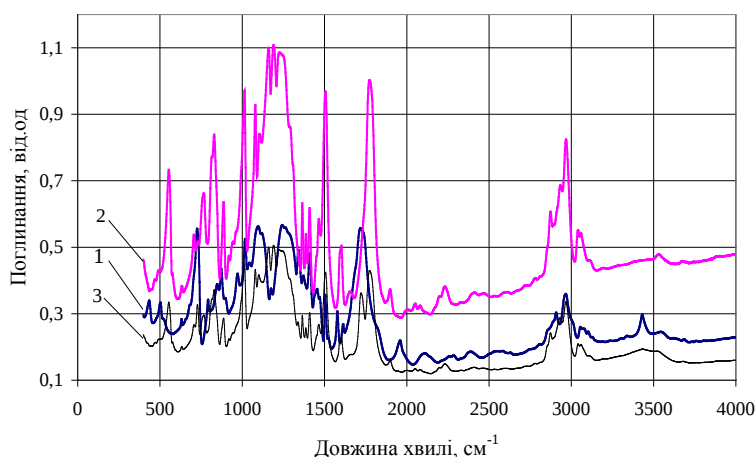


Рис.12. Спектр ІЧС для: 1- ПЕТФ 8200; 2 - ПКдис; 3 - ПЕТ/ПКдис 10/90.

При аналізі спектрів ІЧС для сумішей ПЕТФ/ПК з різним співвідношенням компонентів спостерігається зростання інтенсивності поглинання в області 1095 - 1242 cm^{-1} , що відповідає ефірні групі -C-O-, а також 1718 і 1774 cm^{-1} – групі -C=O ефірного зв'язку, що зумовлює збільшення кількості ефірні зв'язків в результаті проходження реакції трансестерифікації між кінцевими функціональними групами ПЕТФ і ПК.

Висновки. Використання сумішей термопластів, таких як поліетилентерефталат та полікарбонат дозволяє в певному діапазоні регулювати теплофізичні, реологічні та структурно-механічні властивості і застосовувати їх для виготовлення виробів різних галузей промисловості, а використання сумішей вторинних поліефірів дозволяє заповнити сировинну базу дефіцитних термостійких термопластів.

Список використаних джерел

1. Кахраманлы Ю. Н. Несовместимые полимерные смеси и композиционные материалы на их основе / Ю. Н. Кахраманлы .- Баку : ЭЛМ, 2013. – 152 с.
2. Пол Д. Полимерные смеси. НОТ. В 2-х т. / Д. Пол , К. Бакнелл. - СПб. : [б. в.], 2009. - 1224 с.
3. Fakirov Stoyko. Transreactions in Condensation Polymers. John Wiley & Sons / Stoyko Fakirov. - [S. i. : s. n.], 2008. – 509 p.

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СМЕСЯХ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ / ПОЛИКАРБОНАТ

СОВА Н.В., САВЧЕНКО Б.М., ПАХАРЕНКО В.О.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование физико-химических превращений при создании полиэфирных смесей полиэтилентерефталат / поликарбонат.

Методика. Смеси получались на установке, которая предусматривает смешивание полимеров в лабораторном двухлопастном смесителе емкостью 1,0 л и лабораторном экструдере ЧП 25х16 с тремя зонами обогрева.

Для определения теплоемкости использовали сканирующий калориметр марки DSK II производства компании Perkin-Elmer с точностью измерения 0,1°C. ИК спектры снимали на приборе TENZOR-25. Исследование методом рентгеноструктурного анализа проводились на рентгеновском дифрактометре WAX-4K с оптической схеме Дебая-Шерера.

Результаты. При получении смесей полимеров образуются химические связи между одним и вторым полимером, в результате передачи цепи с участием функциональных групп в процессе взаимодействия, что подтверждается данными инфракрасной спектроскопии и растворимости смеси ПЭТФ и ПК в одних и тех же растворителях.

В процессе смешивания между ПЭТФ и ПК происходит реакция трансэстерификации. Этот процесс взаимодействия подтверждается растворимости исследуемых образцов в метилхлориде, а ПЭТФ и продукты взаимодействия двух полимеров нерастворимые, поэтому растворитель вымывает из полимерного образца только ПК, не вступившего в реакцию.

Научная новизна. Установлено явление химического взаимодействия между полиэтилентерефталатом и поликарбонатом в процессе их экструзионного смешивания

Практическая значимость. Особенность свойств полученных смесей позволяет использовать их в качестве конструкционного полимерный материал в машиностроительной, электротехнической и авиационной отраслях промышленности.

Ключевые слова: полиэтилентерефталат, поликарбонат, смеси полимеров, трансэстерификация, степень кристалличности, теплоемкость.

STRUCTURAL CHANGES IN A MIXTURE OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE / POLYCARBONATE

SOVA N.V., SAVCHENKO B.M., PAKHARENKO V.A.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. The study of physical and chemical transformations in the creation polyester blends polyethylene terephthalate / polycarbonate.

Methodology. Mixtures got to install, which involves mixing the polymer in a laboratory mixer capacity of 1.0 liter and a laboratory extruder L/D 16 with three heating zones.

To determine the heat capacity using scanning calorimeter brand DSK II manufactured by Perkin-Elmer accuracy of measurement 0,1°C. IR spectra were recorded on a device TENZOR-25. Research carried out by X-ray analysis diffractometer WAX-4K optical scheme Debye-Scherer.

Findings. Upon receipt of polymer blends formed chemical bonds between the polymer and the second one, due to chain transfer involving functional groups in the process of interaction, which was confirmed by infrared spectroscopy and solubility mixture of PET and PC in the same solvents.

In the process of mixing between PET and PC is transesterification reaction. This is confirmed by the interaction of the solubility of the samples in methylene chloride, and PET and reaction products of the two polymers are insoluble because the solvent washes of the polymer sample only PC that has not entered into reaction.

Originality. Established phenomenon of chemical interactions between polyethylene and polycarbonate in the process of extrusion mixing

Practical value. Feature properties of the resulting mixture allows their use as a structural material in polymer engineering, electrical engineering and aviation industries.

Keywords: polyethylene terephthalate, polycarbonate, a mixture of polymers, transesterification, the degree of crystallinity, heat.