

УДК 677.017:004.1

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПОКАЗНИКІВ  
ЯКОСТІ ТКАНИН**

Н. І. ОСИПЕНКО

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

*У статті представлено результати дослідження комплексних показників якості тканин. Запропоновано статистично вірогідні апроксимуючі математичні моделі та номограми, які доводять можливість оптимізувати комплексні показники якості камвольних тканин та дозволяють прогнозувати їх залежно від комплексу параметрів структури, поверхневої густини та волокнистого складу на етапі проектування.*

Останніми роками в Україні проведено значну роботу з визначення стратегічних напрямів та пріоритетів щодо державної політики у сфері управління якістю, формування загальної культури якості, постійного удосконалювання якості товарів, що відображено у відповідних нормативно-правових актах [1–3]. Одним із вагомих завдань державної політики у сфері управління якістю є створення необхідних правових, економічних, організаційних умов для виробництва високоякісної та конкурентоспроможної продукції, у тому числі й тканин, задоволення попиту споживачів на безпечні товари, збереження та відновлення безпеки довкілля. Заходи державного регулювання мають спрямовуватися на створення умов для впровадження систем управління якістю та довкіллям, поширення досвіду провідних підприємств, що досягли найвищих результатів у сфері управління якістю.

Основоположні принципи, на яких ґрунтується управління якістю в стандартах серії ISO 9000, як показано в [4], мають бути покладені в основу пошуку шляхів розв'язання актуальної для промислових підприємств проблеми – розроблення наукових засад формування якості тканин. Серед першочергових завдань слід зазначити прогнозування і оптимізацію показників, що забезпечують надійність, гігієнічність, естетичність, певний рівень якості та конкурентоспроможності тканин і, що ще важливіше, – прогнозування їх волокнистого складу, структури та характеру обробки на основі встановлених типових вимог споживачів та заданих характеристик властивостей.

***Постановка завдання***

Управління якістю текстильних матеріалів на усіх стадіях їх життєвого циклу (проектування, виготовлення, обіг, використання) набуває сьогодні особливої значущості та зумовлює необхідність орієнтації діяльності виробничих та торговельних підприємств на постійне підвищення рівня задоволеності потреб споживачів.

Враховуючи, що тканини, які випускаються текстильними підприємствами, характеризуються різноманітним волокнистим складом та структурою, а за показниками якості мають відповідати встановленим вимогам споживачів (замовників), виникає потреба визначення впливу на показники властивостей комплексу основних параметрів структури, а також з'ясування можливості випуску продукції з прогнозованим комплексом властивостей.

Мета даної роботи – розроблення математичних моделей комплексних показників якості тканин для проектування продукції в умовах текстильного виробництва.

Досягнення поставленої мети ґрунтуються на роботах відомих українських та зарубіжних учених в галузі текстильного товарознавства й матеріалознавства, таких як: Г. Ф. Пугачевський, Б. Д. Семак, В. П. Склянников, І. С. Галик, О. І. Кобляков, Г. М. Кукін, А. М. Соловійов, І. С. Марголін, К. Е. Разумєєв та ін.

#### Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження обрано камвольні чисто- та напіввовняні тканини вітчизняного виробництва (умовні номери 1–15) та чистововняні тканини, виготовлені компанією HOLLAND&SHERRY (Велика Британія) та обрані як базові (умовні номери 16-19). Характеристику досліджуваних тканин наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика досліджуваних тканин

Умовний номер тканини	Волокнистий склад, %	Щільність, кількість ниток на 10 см		Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт ущільнення переплетення	Коефіцієнт наповнення, %	Товщина тканини, мм
		основа	уток				
1	вовна 100	148	130	228	1,00	65,8	0,60
2	вовна 100	188	150	161	1,00	56,9	0,41
3	вовна 100	214	176	200	0,75	63,3	0,48
4	вовна 98 лайкра 2	238	218	204	0,75	76,7	0,49
5	вовна 96 лайкра 4	217	176	178	1,00	69,9	0,41
6	вовна 100	228	188	215	0,63	68,5	0,51
7	вовна 99 лавсан 1	262	208	210	0,59	69,5	0,69
8	вовна 44 лавсан 56	232	208	155	1,00	65,7	0,29
9	вовна 35 лавсан 65	390	224	179	0,72	69,3	0,42
10	вовна 45, лавсан 51,2 лайкра 3,8	214	194	191	1,00	73,2	0,37
11	вовна 60 лавсан 40	323	206	182	1,00	80,3	0,34
12	вовна 45 лавсан 55	404	254	263	0,63	109,5	0,50
13	вовна 45 лавсан 53,5 лайкра 1,5	426	250	300	0,65	127,8	0,68
14	вовна 45 лавсан 55	558	272	334	0,68	168,2	0,62
15	вовна 35 лавсан 62,5 дорластан 2,5	235	186	199	1,00	62,7	0,36
16	вовна 100	255	222	151	1,00	72,4	0,28
17	вовна 100	364	388	182	0,75	113,0	0,32
18	вовна 100	342	318	194	0,75	107,7	0,36
19	вовна 100	259	243	230	0,75	93,0	0,44

Примітка. Тканини з умовними номерами 1, 2, 5, 8, 10, 11, 15, 16 – полотняного переплетення; 3, 4, 17–19 – саржевого, 2/1; 6 – саржевого, 2/2; решта тканин – дрібновізерунчастого переплетення

**Результати і їх обговорення**

За результатами аналізу асортименту камвольних тканин вітчизняного виробництва встановлено, що вони суттєво відрізняються за визначеними параметрами будови та показниками властивостей. Використання одного з багатомірних статистичних методів – методу головних компонент (МГК) дозволило представити досліджувані тканини у вигляді вектора допоміжних показників із значно меншим числом компонент, виявити найбільш інформативні параметри будови [5].

Авторські дослідження 15-ти зразків чисто- та напіввовняних тканин вітчизняного виробництва і 4-х зразків чистововняних тканин виробництва Великої Британії, здійснено за номенклатурою показників та характеристик, обраних згідно з розробленою нами класифікацією ужиткових властивостей [4]. Для об'єктів дослідження визначено такі характеристики: розривне навантаження по основі й утоку –  $P_{p(o)}$ ,  $P_{p(y)}$ , кількість циклів до руйнування при стиранні по площині –  $C_{cm}$ , умовну жорсткість при згинанні по основі й утоку –  $EI_{(o)}$ ,  $EI_{(y)}$ , коефіцієнт змиальності по основі й утоку –  $K_{z(o)}$ ,  $K_{z(y)}$ , частку пружно-еластичної деформації по основі й утоку –  $(\varepsilon_{np} + \varepsilon_e)_o$ ,  $(\varepsilon_{np} + \varepsilon_e)_y$ , коефіцієнт повітропроникності –  $B_p$  [4]. Описову статистику відповідних характеристик отримано за допомогою програмного пакету SPSS.

В ході проведення експерименту встановлено значне коливання більшості характеристик ужиткових властивостей камвольних тканин вітчизняного виробництва, що свідчить про можливість їх оптимізації. Крім того, дослідження показали, що деякі артикули камвольних тканин за окремими показниками не відповідають встановленим документацією нормативам, поступаються закордонним тканинам виробництва Великої Британії, обраним як базові зразки, і потребують удосконалення.

Після переходу від вихідних параметрів структури до головних компонент (ГК1, ГК2, ГК3) були розраховані багатofакторні моделі, які свідчать про сукупний вплив трьох головних компонент на характеристики ужиткових властивостей досліджених чисто- і напіввовняних камвольних тканин [6–9]. Нами також розроблено математичні моделі характеристик властивостей для базових зразків, які свідчать про високе співпадання фактичних та розрахункових даних (наприклад, сукупний вплив трьох головних компонент на конкретні показники властивостей характеризується рівняннями з коефіцієнтом апроксимації  $R^2$ , який дорівнює 1). Отримані математичні моделі ужиткових властивостей дозволяють реалізувати цілі щодо створення нових камвольних тканин або удосконалювання тих, що випускаються, згідно з очікуваними характеристиками гігієнічності та зносостійкості.

Для визначення рівня якості камвольних тканин вітчизняного виробництва відносно базових зразків за допомогою методу головних компонент здійснено перехід від вихідних характеристик властивостей ( $P_{p(o)}$ ,  $P_{p(y)}$ ,  $C_{cm}$ ,  $EI_{(o)}$ ,  $EI_{(y)}$ ,  $K_{z(o)}$ ,  $K_{z(y)}$ ,  $(\varepsilon_{np} + \varepsilon_e)_o$ ,  $(\varepsilon_{np} + \varepsilon_e)_y$ ,  $B_p$ ) до комплексних показників (головних компонент) згідно з встановленим алгоритмом. Розрахунки десяти компонент показали, що інформативними з них є перші три, сукупна частка яких у загальній дисперсії становить 83,9 %. З аналізу коефіцієнтів вкладу конкретної характеристики властивостей у відповідний комплексний показник виходить, що перший комплексний показник ( $K_{П1}$ ) для камвольних тканин пов'язаний, головним чином, із розривним навантаженням, кількістю циклів до руйнування при стиранні по площині, другий ( $K_{П2}$ ) – із коефіцієнтом змиальності, третій – з умовною жорсткістю при згинанні, часткою пружно-еластичної деформації та коефіцієнтом повітропроникності (табл. 1).

Таблиця 2. Коефіцієнти вкладу конкретних характеристик властивостей у  
комплексні показники

Комплексні показники	Коефіцієнти вкладу характеристик властивостей									
	$P_{p(o)}$	$P_{p(y)}$	$C_{cm}$	$EI_{(o)}$	$EI_{(y)}$	$K_{z(o)}$	$K_{z(y)}$	$(\varepsilon_{np} + \varepsilon_e)_o$	$(\varepsilon_{np} + \varepsilon_e)_y$	$B_p$
КП1	-0,41	-0,45	-0,40	-0,36	-0,32	-0,05	-0,12	-0,34	-0,32	0,19
КП2	-0,07	-0,001	-0,13	-0,16	-0,09	0,69	0,66	0,04	0,07	-0,14
КП3	0,06	-0,23	-0,01	0,43	0,47	0,12	0,05	-0,43	-0,49	-0,32

Дослідженнями встановлено, що майже всі напіввовняні тканини вітчизняного виробництва за КП1 – КП3 перевищують аналогічні показники базових зразків, за винятком тканин № 8, 10, 11, які поступаються базовим зразкам № 18 і 19. Чистововняні полотна, в основному, мають комплексні показники якості, вищі за показники базових зразків. Лише тканина № 2 характеризується показниками, що перевищують КП1 – КП3 базового зразка № 16, але є нижчими, ніж у решти базових зразків.

Методами математичної статистики виявлено сукупний вплив головних компонент ГК – ГК3 на комплексні показники споживних властивостей камвольних тканин:

чистововняних

$$КП1 = 11,02ГК1 - 39,41ГК2 - 8,70ГК3 - 1545,62 \quad (R^2=0,92) \quad (1)$$

$$КП2 = 3,84ГК1 - 12,91ГК2 - 2,42ГК3 - 901,95 \quad (R^2=0,92) \quad (2)$$

$$КП3 = -3,17ГК1 + 38,96ГК2 + 12,19ГК3 + 3014,73 \quad (R^2=0,97) \quad (3)$$

напіввовняних

$$КП1 = 73,34ГК1 + 5,07ГК2 + 32,89ГК3 + 14810,27 \quad (R^2=0,81) \quad (4)$$

$$КП2 = 26,53ГК1 + 1,44ГК2 + 11,38ГК3 + 5856,12 \quad (R^2=0,82) \quad (5)$$

$$КП3 = -10,05ГК1 + 37,92ГК2 + 13,50ГК3 - 2744,44 \quad (R^2=0,87) \quad (6)$$

Як показав регресійно-кореляційний аналіз, апроксимуючі математичні моделі КП1, КП2 і КП3 статистично вірогідні та можуть використовуватися для прогнозування комплексних показників якості камвольних тканин.

Графічне представлення камвольних тканин у системі відповідних головних компонент відносно ліній постійних значень комплексних показників властивостей дає можливість виявляти напрями оптимізації ужиткових властивостей полотен в залежності від параметрів їхньої структури (рис. 1, 2).

Наведені на рисунках 1 і 2 номограми можуть використовуватися під час проектування камвольних тканин із заданим комплексом параметрів структури та відповідним йому комплексом показників очікуваних властивостей. При цьому можна враховувати поверхневу густину камвольних тканин, про що свідчить виявлений між кожним з КП1– КП3 та поверхневою густиною тісний зв'язок, який для чистововняних тканин характеризується коефіцієнтом кореляції 0,88 – 0,97, для напіввовняних – 0,83 – 0,91.

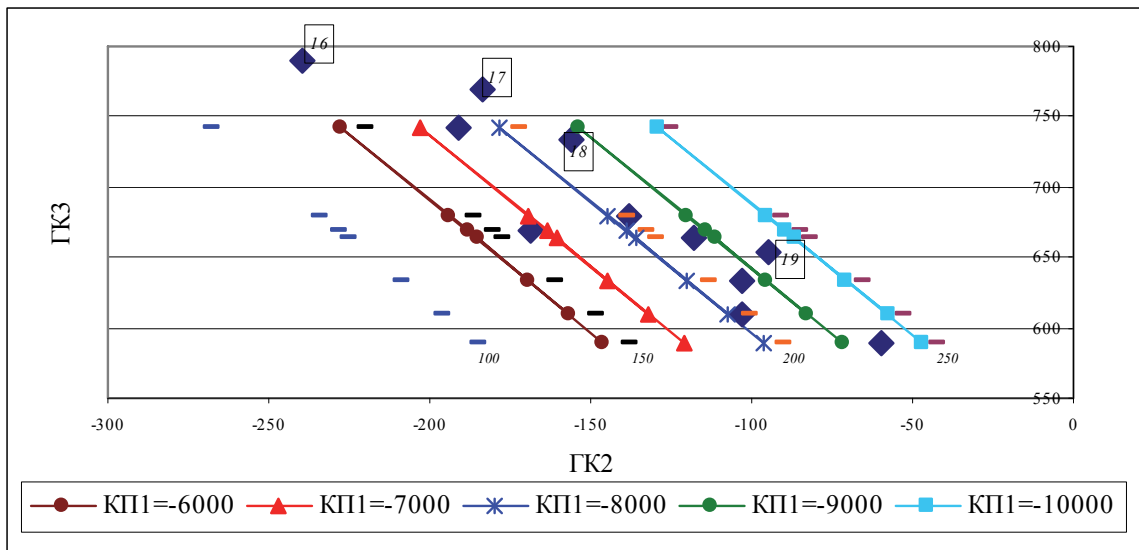


Рис.1. Розташування вітчизняних чистововняних тканин і базових зразків (16–19) у системі GK2–GK3 відносно ліній постійних значень комплексного показника якості (KPI) та поверхневої густини (100, 150, 200, 250 г/м<sup>2</sup>)

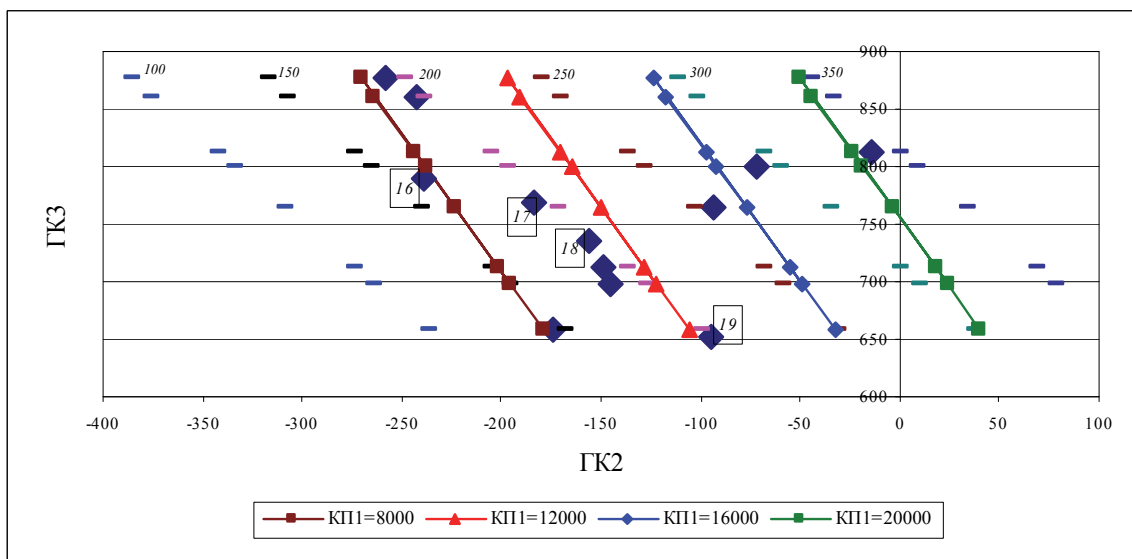


Рис.2. Розташування вітчизняних напіввовняних тканин і базових зразків (16–19) у системі GK2–GK3 відносно ліній постійних значень комплексного показника якості (KPI) та поверхневої густини (100, 150, 200, 250, 300, 350 г/м<sup>2</sup>)

**Висновки**

Запропоновано статистично вірогідні апроксимуючі математичні моделі та номограми, які доводять принципову можливість оптимізувати згідно з установленими вимогами комплексні показники якості камвольних тканин та дозволяють прогнозувати їх залежно від комплексу параметрів структури, поверхневої густини та волокнистого складу на етапі проектування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції: Указ Президента України від 23 лютого 2001 року № 113/2001 // Офіційний вісник України. – 2001. – № 9. – 27 с.
2. Концепція Державної програми розвитку легкої промисловості на 2005-2011 рр. // Легка пром-сть. – № 1. – 2004. – 8 с.
3. Про заходи щодо вдосконалення діяльності у сфері технічного регулювання та споживчої політики: Указ Президента України від 13 липня 2005 р. №1105/2005 // Урядовий кур'єр. – 2005. – № 141.
4. Осипенко Н. І. Теоретико-методологічні засади формування якості та асортименту камвольних тканин : дис. ... докт. техн. наук : 05.19.08 : захищена 05.06.07 : затв. 17.01.08 / Осипенко Наталя Іванівна. – К., 2007. – 434 с.
5. Осипенко Н.І. Обґрунтування вибору камвольних тканин для досліджень за допомогою методу головних компонент / Н.І. Осипенко // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2004. – №4. – 54–58 с.
6. Осипенко Н.І. Піллінгування камвольних тканин: моделювання та оцінювання / Н.І. Осипенко // Вісник ДонДУЕТ. – 2004. – № 4 (24). – 83–88 с.
7. Осипенко Н.І. Дослідження зносостійкості камвольних тканин / Н.І. Осипенко // Вісник ДонДУЕТ. – 2005. – № 1 (25). – 59–66 с.
8. Осипенко Н.І. Прогнозування міцності тканин на етапі їх проектування / Н.І. Осипенко // Вісник КНУТД. – 2005. – №2(22) . – 115–121 с.
9. Осипенко Н.І. Застосування методу головних компонент для виявлення сукупного впливу параметрів структури на властивості камвольних тканин / Н.І. Осипенко, Г.Ф. Пугачевський // Зб. наук. пр. ювілейної міжнарод. конф. «Інноваційні технології – майбутнє України» 4–9 жовтня 2005, м. Київ. – Т1. // Вісник КНУТД. – 2005. – №5(25). – 59–60 с.

Надійшла 16.09.2010

УДК 677.075

**МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ВОДОВБИРАННЯ БАГАТОШАРОВИМИ  
ТЕКСТИЛЬНИМИ МАТЕРІАЛАМИ**

В.І. ВЛАСЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

*У роботі запропонована методика розрахунку розподілу концентрації вологи по товщині багатошарової структури в залежності від часу при нестационарній дифузії вологи. Ця методика дає можливість прогнозувати проходження вологи послідовно кожним шаром, визначати максимальне поглинання та прогнозувати час насичення вологою багатошарового матеріалу і, таким чином, регулювати процеси масопереносу в багатошарових текстильних композиційних матеріалах.*

Текстильні матеріали використовуються при рішенні таких технічних завдань як фільтрування, сепарація рідинних середовищ, поглинання парів та газів тощо.