

УДК 677.027.5

Д.С. КАЧУК, Г.В. МІЩЕНКО
Херсонський національний технічний університет
В.В. НАЗАРОВА
Херсонська державна морська академія

ЗМІНА КРИТИЧНОЇ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕНЕРГІЇ ВОЛОКНА ЯК ПОКАЗНИК СТУПЕНЯ УТВОРЕННЯ ВНУТРІШНІХ ЗВ'ЯЗКІВ В СИСТЕМІ «ПОЛІМЕР ВОЛОКНА – ПОЛІМЕР АПРЕТУ»

В статті розглянуто можливість застосування показника критичної поверхневої енергії (КПЕ) волокна як характеристики повноти реалізації внутрішніх зв'язків в системі «полімер волокна – полімер апрету». Встановлено, що залежно від якісного та кількісного складу апрету, температурної обробки тканини змінюються енергетичні властивості обробленої тканини, а саме – показник КПЕ волокна. Показано, що ця характеристика визначається складом та хімічною будовою компонентів апрету і полімеру волокна, а також особливостями їх взаємодії.

Ключові слова: апретування, полімер, критична поверхнева енергія, сіль d-металу.

The possibility of application of the indicator of fiber critical superficial energy (CSE) as the characteristic of completeness of internal bonds realization in the system "polymer of fiber – polymer of finishing mixture" is considered. It was established that the power properties of the processed fabric, namely – the indicator of fiber's CSE, are changed depending on the qualitative and quantitative composition of finishing mixture, temperature processing of fabric. It was shown that this characteristic is defined by composition and chemical structure of the components of finishing mixture and the polymer of fiber and also by features of their interaction.

Keywords: *apretuvannya, the polymer, the critical surface energy, d-metal salt.*

Постановка проблеми. Готовою тканиною з комплексом необхідних споживчих властивостей текстильний матеріал стає лише на останній стадії оброблення – в процесі заключного опорядження, який називають апретуванням [1– 3].

В процесі апретування тканину просочують розчинами високомолекулярних сполук, що утворюють захисну плівку, яка захищає текстильні матеріали від факторів навколишнього середовища або надає останнім спеціальних властивостей.

Процеси апретування текстильних матеріалів можна розглядати як взаємодію між двома (і більше) полімерами – полімером волокна і полімером апрету, яка підпорядковується законам колоїдної хімії. В цьому плані важливою відмінною особливістю такої системи є наявність великої площини поверхні, що обумовлює залежність властивостей системи від поверхневих явищ та взаємодій.

Кількісними показниками поверхневих та структурних властивостей волокна можуть бути величина внутрішньої поверхні волокна; інтегральна пористість; розподілення пор за їх розміром; критична поверхнева енергія волокна і константа швидкості змочування тканини після операцій підготовки [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Заслуговує на увагу показник критичної поверхневої енергії, який використовується для характеристики термодинамічних властивостей твердого тіла. Термін «критична поверхнева енергія (КПЕ)» вперше був застосований Зісманом Г.А. [5] для визначення поверхневого натягу твердого тіла.

Як відомо з класичної термодинаміки, в умовах сталості тиску і температури зміна вільної поверхневої енергії системи визначається характеристичною функцією (ΔG) і дорівнює:

$$\Delta G = S \cdot \Delta S_{num.} + S_{num.} \Delta S,$$

де S – величина поверхневого натягу (Н/м);

$S_{num.}$ – питома площа поверхні (кг/м²) [6– 8].

У випадку твердих тіл, процес утворення твердої поверхні носить необоротний характер. Поява вільної поверхні в твердому тілі пов'язана з виникненням дефектів, які розривають масу речовини, завдяки чому частинки з'являються на поверхні. Ця робота проводиться тільки зовнішніми механічними силами. Крім того, якщо в рідині поверхневий натяг реалізується у вигляді прагнення скоротити поверхню з утворенням сферичних крапель, то в твердому тілі цьому перешкоджають механічні сили жорсткості кристалічної решітки. Тому, як зазначають автори [9], параметр σ для твердого тіла є мірою накопичення енергії в розушльненому поверхневому шарі (мірою вільної поверхневої енергії). Реальне значення поверхневого натягу твердого тіла визначити неможливо, разом з тим, поверхневу енергію такої речовини можна визначити за допомогою критичного поверхневого натягу рідини (S_k) на межі з твердим тілом, що і запропонував Зісман.

Багаточисленні дослідження показали кореляцію показника КПЕ полімерів із змочуваністю

поверхні різними рідинами [4, 9– 12]. В роботі [13] значення КПЕ разом з енергією Гіббса і роботою адгезії використовують з метою оцінки біосумісності полімерів з онкопрепаратами, в роботі [9] КПЕ використовують як критерій взаємодії між частинками за рахунок дисперсійних сил. В хімічній технології волокнистих матеріалів величина КПЕ використовується для оцінювання ступеня підготовки текстильного матеріалу [4,11], взаємодії полімеру волокна з полімером зв'язуючим [14], а також як характеристика апретованої тканини [15,16].

В зв'язку з цим **метою** даної роботи було встановлення можливості застосування КПЕ волокна як характеристики повноти реалізації всіх зв'язків в системі «полімер волокна-полімер (и) апрету» в процесі апретування текстильного матеріалу акриловими співполімерами з метою надання тканині малозсідалих властивостей [17].

Виклад основного матеріалу дослідження. Для цього було досліджено залежність КПЕ волокна від температури обробки, часу вилежування просоченої апретом тканини та концентрації солі d-металу, яка входить до складу апрету.

В якості субстрату використовували бавовняну тканину арт. 5В0005 виробництва ВАТ «Херсонський бавовняний комбінат».

Всі зразки були попередньо оброблені апретами наступного складу:

- Лакритекс 272 – 20 г/л;
- Алкопрінт фіксатор – 10 г/л;
- Амоній хлорид – 6 г/л;
- Сіль d-металу – 2 – 10 г/л;
- Вода – до 1 л.

Після апретування зразки віджималися на лабораторній плюсовці, висушувалися при температурі від 20 до 150 °С або підлягали вилежуванню протягом 4, 8, 16 та 24 годин.

Отримані експериментальні дані залежності КПЕ волокна від часу вилежування наведено на рис. 1.

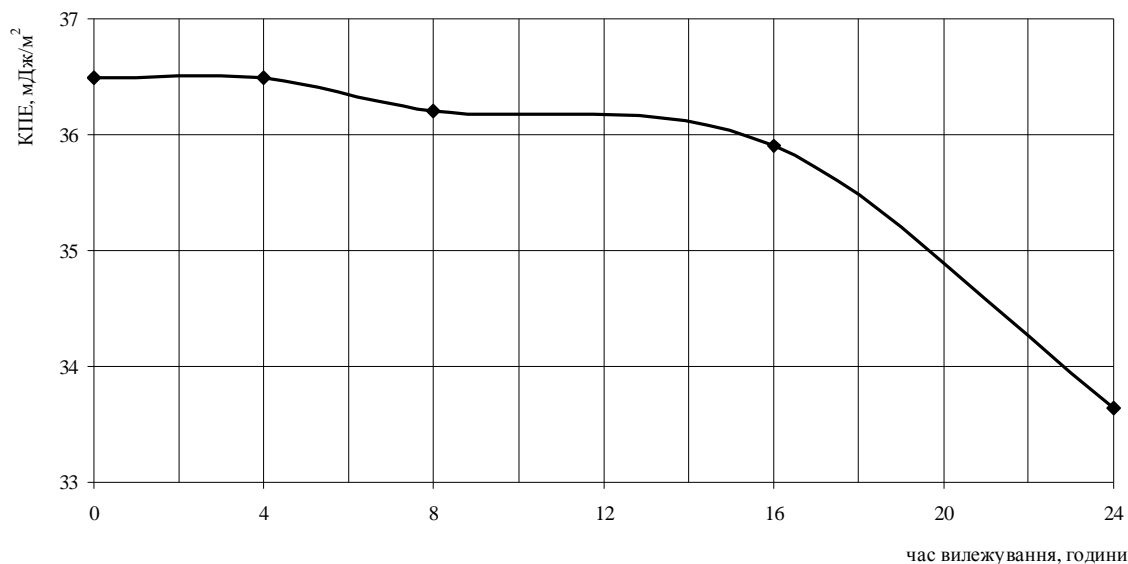


Рис. 1. Вплив часу вилежування апретованих зразків на КПЕ волокна

Результати, відображені на рис. 1, свідчать, що впродовж 24 годин КПЕ обробленого волокна знижується з 36,5 до 33,6 мДж/м². Таке зменшення КПЕ зразків протягом часу може свідчити про реалізацію вільних зв'язків, присутніх у системі, тобто більш повну взаємодію між компонентами системи.

В роботі [18] було досліджено вплив солей неорганічного та органічного характеру у складі апретів на основі акрилового полімеру Лакритекс-272 на КПЕ волокна і показано, що солі d-металів здійснюють більший вплив на компенсацію надлишкового енергетичного поля волокна, ніж солі інших металів, що пояснюється високою координаційною ємністю атомів металів у складі таких солей та можливістю утворювати міцні ковалентні зв'язки як з функціональними групами волокна, так і з функціональними групами полімеру апрету.

В нашій роботі було з'ясовано, як впливає концентрація солі d-металу на значення КПЕ волокна. На рис. 2 наведено залежність КПЕ волокна тканини від концентрації солі d-металу (температура сушіння зразків 120 °С).

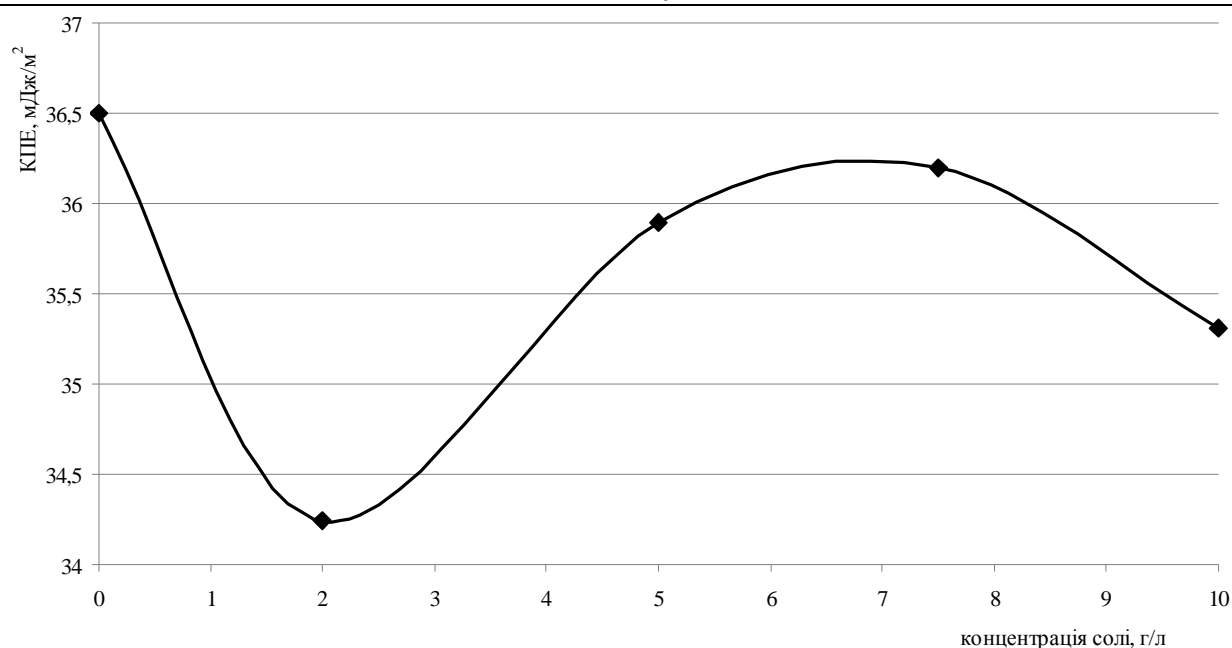


Рис. 2. Вплив концентрації солі d-металу у складі аפרету на КПЕ волокна

Відображені на рис. 2 дані свідчать про те, що із зміною концентрації солі КПЕ волокна змінюється незначно – в межах 2 одиниць. Зростання показника КПЕ при збільшенні концентрації солі до 7,5 г/л може свідчити про появу в системі некомпенсованої енергії, що з'являється за рахунок надлишкової концентрації комплексної солі d-металу.

Такі самі залежності КПЕ від концентрації солі отримано і для зразків, оброблених при інших температурах (рис. 3).

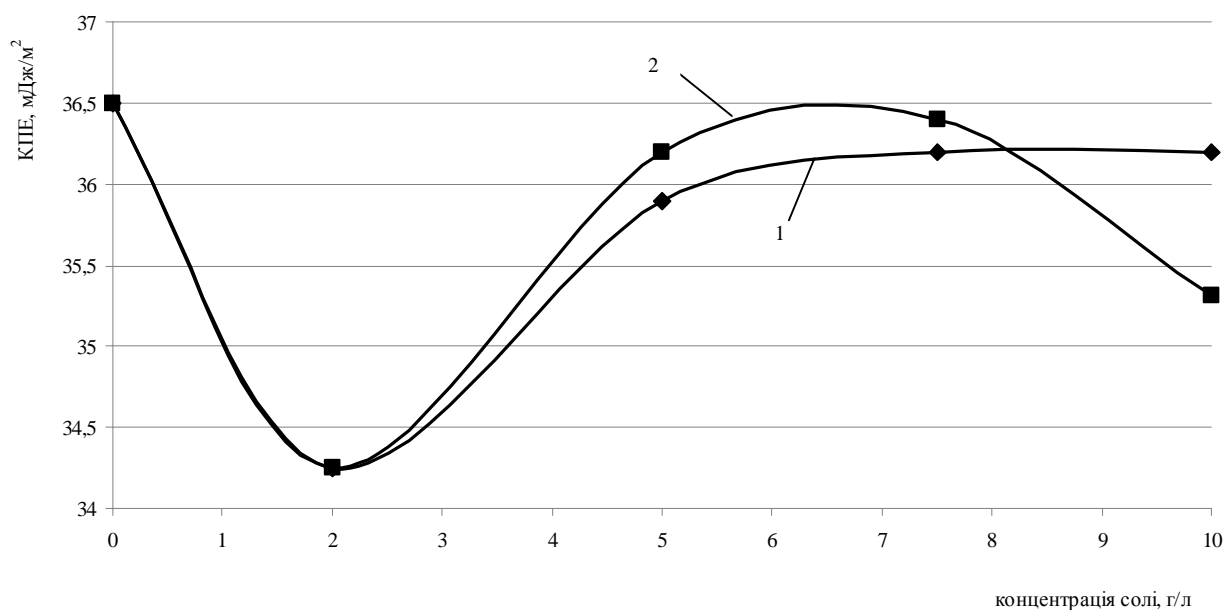


Рис. 3. Вплив концентрації солі d-металу у складі аפרету на КПЕ волокна при різних температурах сушіння: 1 – 80 °C; 2 – 100 °C

Порівняння кривих залежності КПЕ волокна від температури обробки тканини (рис. 4) підтверджують зроблений авторами [15, 17] на основі фізико-механічних показників висновок про ефективність введення солі d-металу з метою вилучення з технологічної схеми малозсідальної обробки текстильних матеріалів операції термообробки.

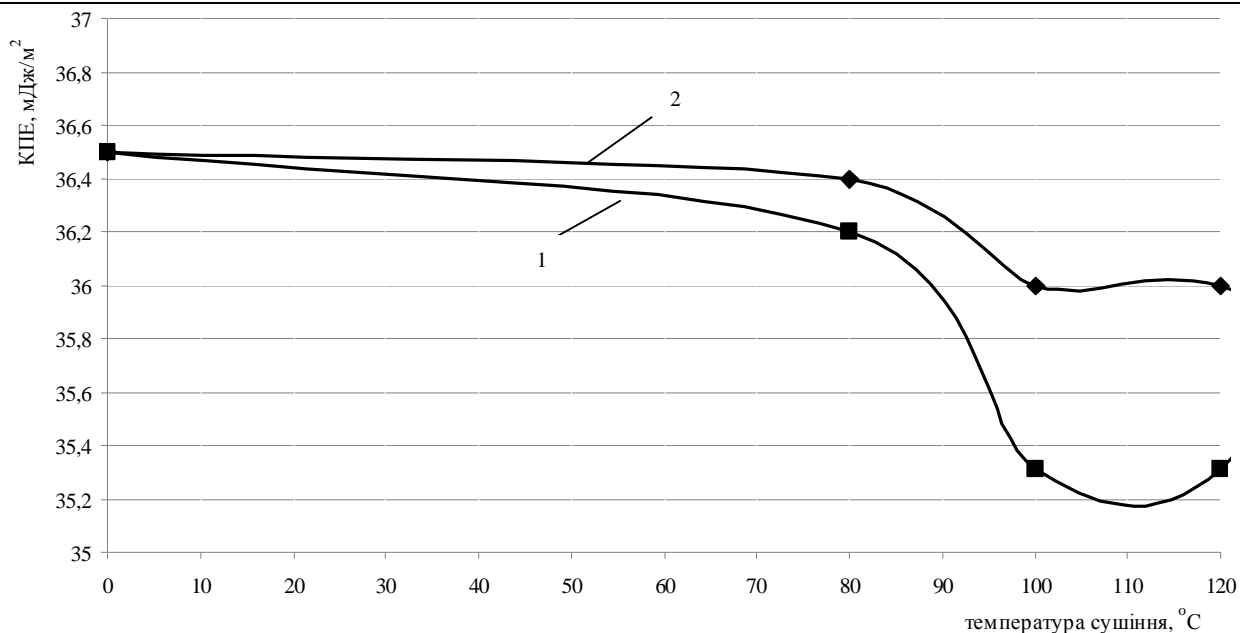


Рис. 4. Вплив температури висушування тканини на КПЕ волокна: 1 – в присутності солі d-металу; 2 – без солі d-металу

З рисунку видно, що в процесі теплової обробки КПЕ апретованої тканини зменшується до 35,3 мДж/м², однак в присутності солі d-металу це значення КПЕ досягається вже при температурі 100–120 °С, а при обробці тканини звичайним складом (без додавання солі d-металу) подібні значення КПЕ характерні лише для зразків, оброблених при температурі близько 150 °С.

Висновки. Отримані результати свідчать, що залежно від якісного та кількісного складу апрету, температурної обробки тканини змінюються енергетичні властивості обробленої тканини, а саме – показник КПЕ волокна. Показано, що ця характеристика визначається складом та хімічною будовою компонентів апрету і полімеру волокна, а також особливостями їх взаємодії. Енергетична ненасиченість поверхневих молекул полімеру волокна зумовлює інтенсивну взаємодію останніх з полімером апрету і, як наслідок, зниження КПЕ волокна.

Таким чином, зміна показника КПЕ волокна може виступати додатковим критерієм оцінки ступеня взаємодії компонентів апретуючого розчину між собою і полімером волокна та формуванням сітчастої структури, яка покращує усі вимогові властивості плівки.

Література

1. Прогрессивная технология заключительной отделки текстильных материалов – гарантия конкурентоспособности : материалы семинара / Текстильная химия. – 2002. – № 1 (20). – С. 48.
2. Кричевский Г. Е. Роль химии в производстве текстиля / Г. Е. Кричевский // Журнал химического общества им. Д. И. Менделеева. – 2002. – Т. XLVI, № 1. – С. 7.
3. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : в 3 т. / Г. Е. Кричевский. – М., 2001. – Т. 3. – С. 32.
4. Сафонов В.В. Изменение сорбционных и поверхностных свойств хлопчатобумажных тканей в процессах подготовки к колорированию / В. Сафонов, М. Кошелева // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 1993. – № 3. – С. 56– 59.
5. Zisman W.A. Relation of the equilibrium contact angle to liquid and solid constitutions / W.A. Zisman // Adv. Chem. Ser. – 1964. – № 1. – P. 1– 17.
6. Волков В.А. Коллоидная химия / В. Волков. – М. : МГТУ им. А.И. Косыгина, 2001. – 640 с.
7. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М. : Химия, 1984. – 573 с.
8. Гельфан М.И. Коллоидная химия / М.И. Гельфан, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. – СПб : Изд-во «Лань», 2008. – 336 с.
9. Фролова М.А. Критерий оценки энергетических свойств поверхности / М.А. Фролова, А.С. Тулыгин, А.М. Айзенштадт и др // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2011. – № 2 (4). – С. 120– 125.
10. Ткач Н.О. Взаємозв'язок кристалохімічної будови і фізико-хімічних властивостей поверхні глини / Н.О. Ткач, В.Г. Сальник, В.А. Свідерський // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2009. – № 2. – С. 135– 141.
11. Сафонов В.В. Изменение поверхностной энергии хлопчатобумажной ткани в ходе операций подготовки / В.В. Сафонов // Текстильная промышленность. – 1989. – № 12. – С. 56– 57.
12. Сальник В.Г. Застосування модифікованого каоліну для регулювання властивостей водних дисперсних систем / В.Г. Сальник, В.А. Свідерський, Л.П. Черняк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. –

№ 3. – С. 133– 137.

13. Мельникова Н.Б. Энергетические свойства тонких пленок статических сополимеров как критерий их биосовместимости с онкологическими препаратами / Н.Б. Мельникова, М.С. Гусихина, А.А. Туршатов, Ю.Д. Семчиков // Химия и химическая технология. – 2004. – Т. 47. – С. 28– 31.

14. Мищенко А.В. Исследование влияния степени подготовки тканей на адгезию полимерных пленок связующих / А.В. Мищенко, С.Н. Клишина, М.В. Танская // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 1998. – № 1. – С. 129 – 131.

15. Міщенко Г.В. Застосування акрилових співполімерів для підвищення якості бавовняних тканин / Г.В. Міщенко, В.М. Лисюк. – Херсон, 2012. – 188 с.

16. Попович Т.А. Критична поверхнева енергія волокна як характеристика готової тканини / Т.Попович, Г. Міщенко // Збірник наукових праць IV Всеукраїнської науково-практичної конференції [Теорія і практика сучасного природознавства], (Херсон, 2009 р.) / Мін-во освіти і науки України, Херсонський державний університет, Інститут природознавства. – Херсон, 2009. – С. 60– 61.

17. Патент № 43130, UA, МПК (2009) D 06 M 15/19. Склад протиусадкової хімічної обробки бавовняних тканин / Лисюк В.М., Міщенко Г.В., Попович Т.А., Погоріла О.В.; заявник і патентотримач ХНТУ. – заявл. 05.12.2008; опубл. 10.08.2009, бюл. № 15.

18. Назарова В.В. Вплив солей металів на критичну поверхневу енергію волокна / В.В. Назарова, А.В. Андрушкевич, О.В. Погоріла // Хімічні проблеми сучасних технологій : збірник доп. науково-практичної конф. / Херсонський національний технічний університет. Херсон, 25– 26 травня, 2010 р.

Надійшла 12.11.2012 р.

Рецензент: д.т.н. Валько М.І.

удк 677.025: 075

Л.Є. ГАЛАВСЬКА

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІНТЕГРОВАНОГО КУЛІРНОГО ТРИКОТАЖУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стаття присвячена розробці комп'ютерної програми технологічного проектування інтегрованого кулірного трикотажу функціонального призначення з заданими показниками якості, створеної на основі математичного моделювання впливу параметрів в'язання на параметри структури та споживчі властивості трикотажу.

Ключові слова: інтегрований трикотаж, технологічне проектування трикотажу, автоматизоване проектування трикотажу, трикотаж функціонального призначення.

Article is devoted to the working out of the special software for technological designing of integrated weft knitted fabrics of functional purposes with the set indicators of the quality, which was created on the basis of mathematical modelling of influence of parameters of knitting on structure parameters and consumer properties of knitted fabric.

Keywords: integrated knitwear, knitwear design, manufacturing, computer-aided design knitwear, knitwear functionality.

Постановка проблеми

Необхідні параметри петельної структури та властивості трикотажу технолог на практиці отримує експериментальним шляхом методом підбору. Такий процес пошуку оптимальних рішень є трудомістким, тривалим у часі та пов'язаний з витратами значних сировинних ресурсів. Це в подальшому відображається на собівартості кінцевого продукту. Крім того зазначений метод є не раціональним, оскільки оптимізуючи один параметр трикотажу без урахування того, що при цьому змінюються інші його параметри та показники споживчих властивостей. Це призводить до великої кількості експериментів на шляху одержання технологом бажаного результату. З огляду на це виникає потреба в математичному розв'язанні задачі, яка пов'язана з пошуком компромісного співвідношення між усіма параметрами та властивостями інтегрованого трикотажу з урахуванням можливого, спільного для усіх показників якості, діапазону вхідного параметра.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Вирішенню питання пошуку раціональних технологічних параметрів роботи в'язального обладнання, що забезпечують вироблення трикотажу з заданими показниками якості, комп'ютерними засобами присвячені роботи Бобрової С.Ю. [1], Литвиненко Н.М. [2], Мельник Л.М. [3]. Зазначені роботи направлені на розробку технології вироблення компресійних трикотажних полотен та виробів медичного призначення, технологічне проектування яких має ряд своїх особливостей. Тому розроблені у роботах [1, 2, 3] комп'ютерні програми не можна використовувати при проектуванні інтегрованого трикотажу. Однак запропонований авторами цих робіт підхід щодо вирішення питання проектування трикотажу з заданими параметрами структури та фізико-механічними властивостями шляхом математичного моделювання технологічних процесів може бути реалізований при розробці комп'ютерної програми.