

*Проведено аналіз способів оцінки якості об'ємних деталей головних уборів. Запропоновано графоаналітичний спосіб для оцінки формостійкості як окремих ділянок, так і деталі в цілому*

*Ключові слова: Формостійкість, спосіб оцінки якості, критерій формостійкості, коефіцієнт формостійкості, формуючий елемент, вектор нормованих відхилень, дисперсія нормованих відхилень від еталону*

*Проанализированы способы оценки качества объемных деталей головных уборов. Предложен графоаналитический способ для оценки формостойкости как отдельных участков, так и детали в целом*

*Ключевые слова: Формостойкость, способ оценки качества, критерий формостойкости, коэффициент формостойкости, формирующий элемент, вектор нормированных отклонений, дисперсия нормированных отклонений от эталона*

*The analysis of methods of estimation of quality of by volumes details of clothes has been conducted. The graphoanalytical method for estimation of formfirmness of both separate areas and detail on the whole has been offered*

*Key words: Formfirmness, method of quality estimation, criterion of formfirmness, coefficient of formfirmness, forming element, vector of the normed deviations, variance of the normed deviations from the standard*

# ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ СПОСІБ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВІДФОРМОВАНИХ ОБ'ЄМНИХ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ УБОРІВ

**О.В. Якимчук**

Аспірант\*

Контактний тел.: 096-76-82-179

**М.О. Кущевський**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри\*

Контактний тел.: 097-44-96-849

\*Кафедра технології та конструювання швейних виробів

Хмельницький національний університет  
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна

## 1. Вступ

В технологічному процесі виготовлення швейних виробів серед операцій волого-теплової обробки значне місце займають операції формування. Актуальним на сьогоднішній день є пошук нових технологій та способів формування об'ємних деталей одягу та головних уборів, які забезпечують максимально активну роботу «грубої» структури тканини, зміну кутів між нитками основи та утоку, кращу укладку її на поверхні формуючого елемента. Зовнішній вигляд швейного виробу або головного убору та їхні експлуатаційні характеристики значною мірою залежать від здатності тканини до формування.

На сьогоднішній день якість одягу не завжди задовольняє вимоги споживачів. Для попередження дефектів та для надання виробу кращої форми, необхідно провести ретельний аналіз якості відформованої деталі одягу, що дозволить досконаліше дослідити проблемні ділянки при формуванні.

## 2. Постановка проблеми

На високий рівень формостійкості текстильних матеріалів вказують величини залишкових деформацій, зміни лінійних розмірів після волого-теплової обробки, незмиральності, жорсткості при згині, а також зовнішній вигляд (відсутність заломів, складок по периметру деталі головного убору) [1].

Якість відформованих деталей одягу визначається різними способами, в результаті реалізації яких отримують відповідні критерії: зміна стріли прогину зразка, коефіцієнт формостійкості, коефіцієнт опуклості, критична сила, число знову утворених поперечних хімічних зв'язків між макромолекулами в деформованому стані та інші.

Але при всій альтернативності існуючих способів, невирішеним залишається питання щодо відповідності контуру відформованої деталі контуру формуючого елемента на окремих ділянках або в будь-якій точці поверхні.

### 3. Аналіз останніх досліджень та публікацій

В результаті огляду робіт, присвячених питанню оцінки якості формостійкості, визначено, що сьогодні дослідники використовують один найбільш вагомий показник якості або комплексний показник [2], що включає декілька одиничних тощо.

Відомий метод оцінки якості [3], де критерієм формостійкості є величина критичної сили, під дією якої втрачається початкова форма пружної лінії елемента виробу. Критична сила визначається на основі енергетичного методу. При цьому використовується умова рівності потенціальної енергії згину зразка і роботи, виконаної силами, які викликають дані деформації.

Визначення величини критичної сили ускладнюється відсутністю спеціального обладнання, проектування якого є досить трудо- та матеріалоемним процесом.

Автори робіт [4, 5] при оцінці деформації використовують величину модуля пружності до розтягу. Даний модуль математично розраховується аналогічно значенню коефіцієнта формостійкості [6 – 12] або зміни висоти стріли прогину деталі [11, 13, 14]. Коефіцієнт формостійкості дорівнює відношенню різниці висоти формуючого елемента і стріли прогину зразка деталі до висоти формуючого елемента. Зміна стріли прогину зразка є оберненою величиною до коефіцієнта формостійкості.

Методики визначення критеріїв формостійкості деталі об'ємної форми значно відрізняються одна від одної.

В роботі [6] зразки деталей попередньо навантажуються з прогином тканини до рівня поверхні предметного столика. Після ста циклів навантаження з певною частотою, зразку дають відпочинок та вимірюють кінцеву висоту. В дослідженнях [8 – 12, 14] вимірювання висоти зразка проводиться в нормальних умовах, без прикладення сторонніх зусиль.

Автори робіт [7, 13] висоту зразка вимірюють в нормальних умовах та після зволоження і хімічного чищення.

Визначення висоти стріли прогину деталі фотографічним методом здійснено в роботі [11], тінювим методом – в джерелах [8 – 10, 12, 14].

Коефіцієнт формостійкості та зміна стріли прогину зразка ілюструють величину висоти зразка тільки в найвищій точці його поверхні (полюс). Але дані критерії не враховують можливе зміщення полюсу та невідповідність форми зразка поверхні формуючого елемента (наявність заломів, складок по периметру деталі головного убору).

В роботі [15] якість зразка визначається відсутністю складок та заломів на поверхні відформованої деталі.

Критерієм оцінки якості відформованого зразка в роботах [16, 17] виступає число знову утворених поперечних хімічних зв'язків між макромолекулами в деформованому стані. Використання даного показника є неможливим при формуванні у воді, оскільки, при його визначенні враховується концентрація розчину термореактивної смоли, яким обробляється зразок.

### 4. Формулювання мети

Аналіз літературних джерел показав, що існуючі способи оцінки якості деталей одягу об'ємної форми мають ряд недоліків. Тому, метою даної роботи є розробка перспективного способу оцінки якості об'ємних деталей одягу, який дозволить врахувати відхилення контуру деталі від контуру формуючого елемента по всій площі.

Окрім цього, за допомогою даного способу можливо буде аналізувати не тільки поверхню зразка в цілому, але й певні ділянки окремо, при потребі їх детального дослідження.

### 5. Виклад основного матеріалу

В основу графоаналітичного способу покладемо аналіз якомога більшої кількості точок кривої контуру перетину поверхні сформованої деталі. У якості характеристики показника формостійкості пропонуємо використовувати виправлену вибірккову дисперсію нормованих відхилень реальних значень ординат точок контуру відформованої деталі від значень ординат точок контуру формуючого елемента, що дозволить проаналізувати рельєф поверхні зразка і визначити її відмінність від бажаної форми.

Координати точок контуру формуючого елемента знайдемо шляхом математичного розрахунку після виконання відповідних замірів.

Далі у середовищі MATLAB по отриманим координатам точок інтерполюється поліном, який описує контури ділянок та формуючого елемента в цілому (рис. 1, 2):

Отже, на першій ділянці, коли  $x \in [0; 15]$ ,

$$f(x) = -2,931 \cdot 10^{-5} \cdot x^4 + 0,00079307 \cdot x^3 - 0,014566 \cdot x^2 - 0,048197x + 42,6626, \quad (1)$$

на другій ділянці, коли  $x \in [16; 42]$ ,

$$f(x) = -4,027 \cdot 10^{-5} \cdot x^4 + 0,0033816 \cdot x^3 - 0,12339 \cdot x^2 + 1,7381 \cdot x + 32,0626, \quad (2)$$

на третій ділянці, коли  $x \in [42,25; 43,25]$ ,

$$f(x) = 16,5333 \cdot x^4 - 2822,7742 \cdot x^3 + 180721,4228 \cdot x^2 - 5142184,0964 \cdot x + 54866129,1495, \quad (3)$$

на четвертій ділянці, коли  $x \in [43,5; 44,75]$ ,

$$f(x) = 3,2 \cdot x^4 - 567,0756 \cdot x^3 + 37684,3883 \cdot x^2 - 1113007,6259 \cdot x + 12327223,2533, \quad (4)$$

на п'ятій ділянці, коли  $x \in [45; 49]$ ,

$$f(x) = -0,5 \cdot x + 26,71. \quad (5)$$

Розглядаючи перші чотири криволінійні ділянки контуру разом, при  $x \in [0; 44,75]$ , отримаємо:

$$f(x) = -6,3276 \cdot 10^{-7} \cdot x^5 + 4,5002 \cdot 10^{-5} \cdot x^4 - 0,0013099 \cdot x^3 + 0,0085396 \cdot x^2 - 0,14179 \cdot x + 42,7372. \quad (6)$$

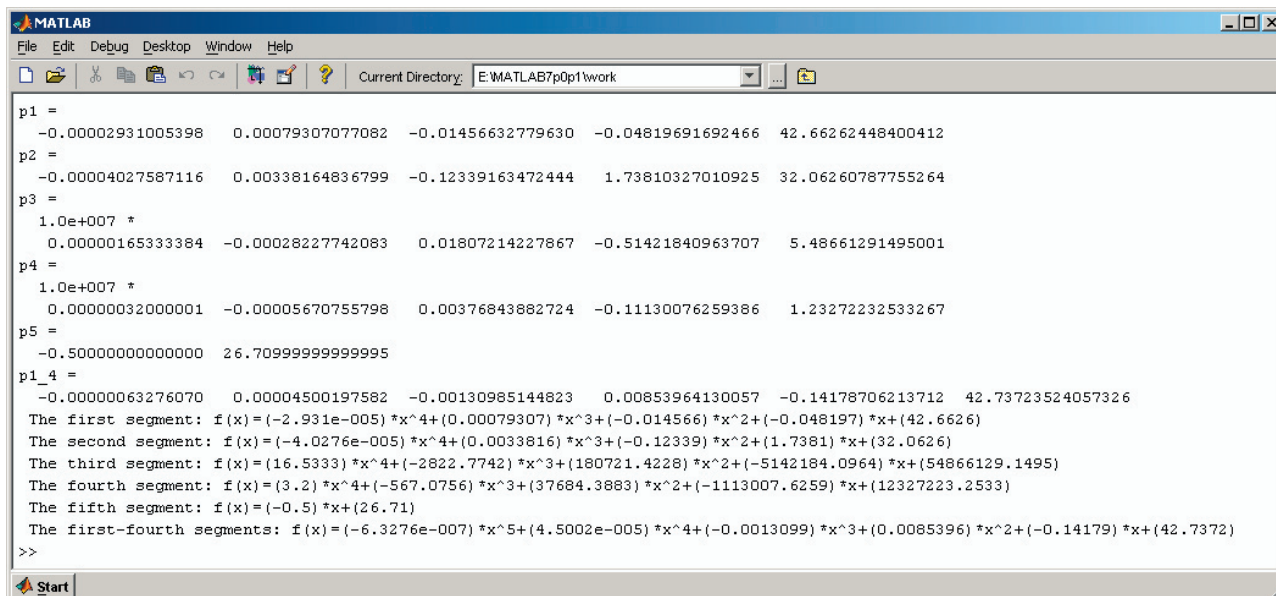


Рис. 1. Знімок робочого вікна MATLAB з інтерпольованим поліном, який описує контури ділянок та формуючого елемента в цілому

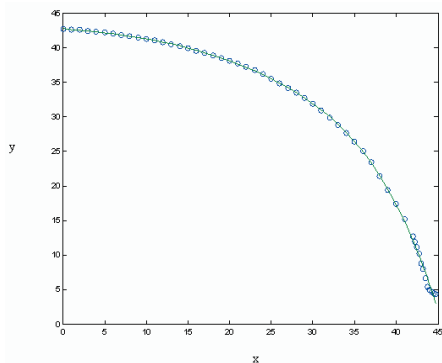


Рис. 2. Графічне зображення поліному, що описує контур формуючого елемента

Визначення ординат точок контуру відформованої деталі відбувається наступним чином. Зразок після формування та висушування знімаємо з формуючого елемента та фотографуємо у фронтальній площині у восьми ракурсах (рис. 3). Для цього зразок розташовуємо на підставці, на якій нанесено лінії, що відповідають ракурсам фотографування. Після першого знімку зразок повертається на 45° навколо своєї осі, знову фотографується і т. д. Для зменшення величини похибки важливо зафіксувати положення деталі, забезпечуючи максимальну паралельність між оптичною віссю об'єктива і площиною, на якій розташований зразок деталі.

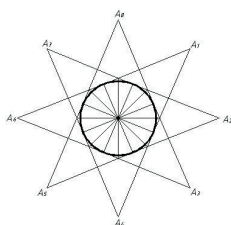


Рис. 3. Зображення ракурсів фотографування зразка (вид зразка зверху):  $A_1, \dots, A_8$  — точки, з яких фотографують зразок

В результаті фотографування отримуємо вісім зображень кожної відформованої деталі (рис. 4). Кожне із даних зображень обробляється в середовищі AutoCAD, в результаті чого отримуємо відповідні перерізи та ординати точок восьми контурів деталі (рис. 5).

Для детального аналізу якості поверхні відформованої деталі формуючий елемент, і, відповідно, сама деталь поділені на п'ять ділянок [18]. Ординати визначаємо із кроком по осі абсцис 1 мм, а на технологічних ділянках, які потребують ретельнішого дослідження, — 0,25 мм.

Обчислення критерію формостійкості відбувається наступним чином. В середовищі MATLAB вводяться отримані ординати точок контуру відформованої деталі, що відповідають п'яти ділянкам (рис. 6):



Рис. 4. Зображення відформованої деталі

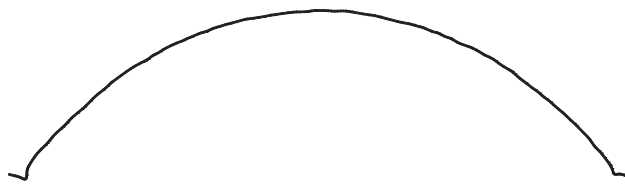


Рис. 5. Контур перерізу відформованої деталі, отриманий в середовищі AutoCAD

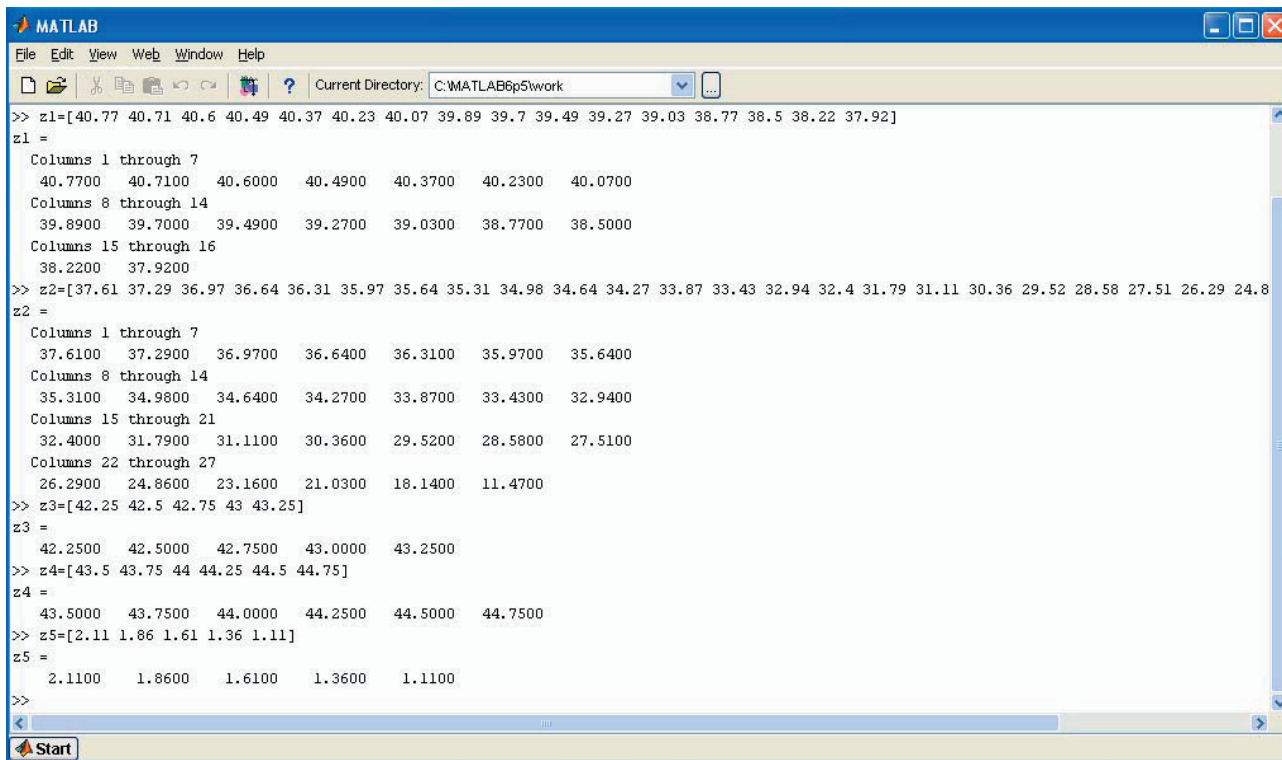


Рис. 6. Знімок робочого вікна MATLAB зі значеннями ординат точок контуру відформованої деталі для її п'яти ділянок

Далі обчислюємо і-й вектор нормованих відхилень зі значеннями (рис. 7)

$$k_{ij} = \frac{z_{ij} - y_{ij}}{y_{ij}} \quad (7)$$

де і - номер ділянки,  $i = \overline{1, 5}$ ;

j - нова позиція (номер) точки на поточній ділянці,

$$j = \overline{1, q_i};$$

$q_i$  - кількість точок для і-ї ділянки;

$z_{ij}$  - ординати точок контуру відформованої деталі (рис. 6):

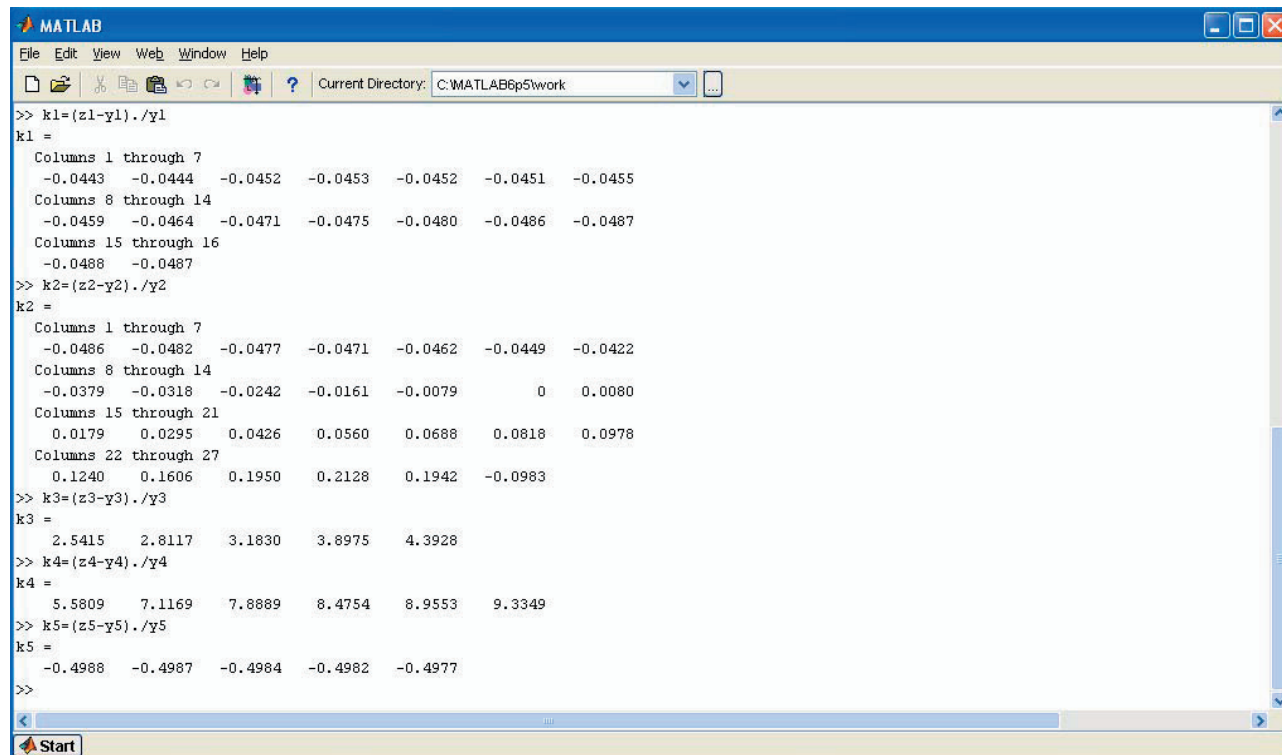


Рис. 7. Знімок робочого вікна MATLAB зі значеннями вектору нормованих відхилень для п'яти ділянок деталі



- $\{z_{1j}\}_{j=1}^{16}$  - перший командний рядок скріншоту;
- $\{z_{2j}\}_{j=1}^{27}$  - другий командний рядок скріншоту;
- $\{z_{3j}\}_{j=1}^5$  - третій командний рядок скріншоту;
- $\{z_{4j}\}_{j=1}^6$  - четвертий командний рядок скріншоту;
- $\{z_{5j}\}_{j=1}^5$  - п'ятий командний рядок скріншоту;

$y_{ij}$  - ординати точок контуру формуючого елемента,  $i = \overline{1, 5}$ ,  $j = \overline{1, q_i}$ .

Додатне значення вектору нормованих відхилень вказує на те, що відформована деталь на даній ділянці має більшу висоту, ніж формуючий елемент.

Від'ємне значення – навпаки, тобто відформована деталь має меншу висоту, ніж формуючий елемент.

Знаходимо середнє нормоване відхилення за вектором нормованих відхилень (математичне сподівання) (рис. 8):

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^{q_i} k_{ij}}{q_i}, \quad i = \overline{1, 5}, \quad j = \overline{1, q_i}. \quad (8)$$

Визначаємо виправлену вибіркoву дисперсію нормованих відхилень реальних значень ординат точок контуру відформованої деталі від значень ординат точок контуру формуючого елемента для кожної з п'яти ділянок (рис. 9):

$$d_i = \frac{\sum_{j=1}^{q_i} (k_{ij} - m_i)^2}{q_i - 1}, \quad i = \overline{1, 5}, \quad j = \overline{1, q_i}. \quad (9)$$

Дана дисперсія показує ступінь розсіювання точок, тобто відображає відхилення контуру відформованої деталі від контуру формуючого елемента. Графічне зображення відхилення реальних значень від еталонних представлено на рис. 10.

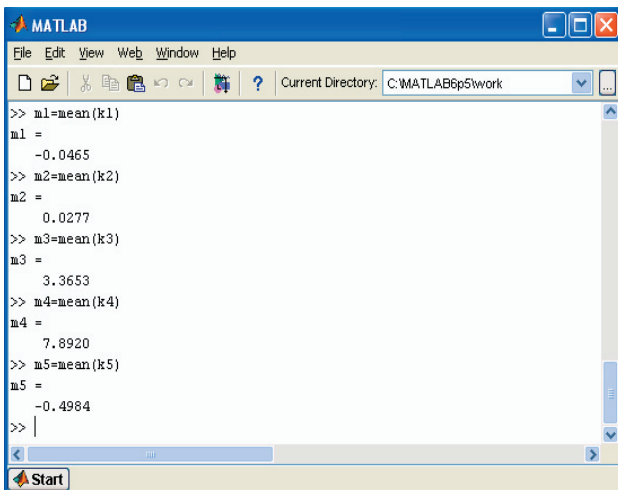


Рис. 8. Знімок робочого вікна MATLAB зі значеннями середнього нормованого відхилення за вектором нормованих відхилень для п'яти ділянок деталі

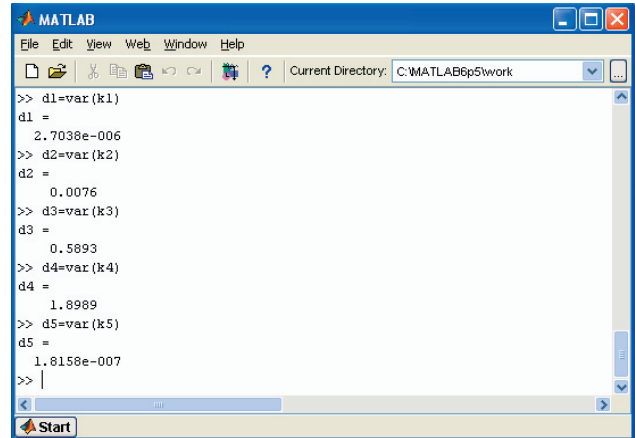


Рис. 9. Знімок робочого вікна MATLAB зі значеннями виправленої вибіркової дисперсії нормованих відхилень для п'яти ділянок деталі

Якість відформованої деталі вважається кращою зі зменшенням величини виправленої вибіркової дисперсії нормованих відхилень.

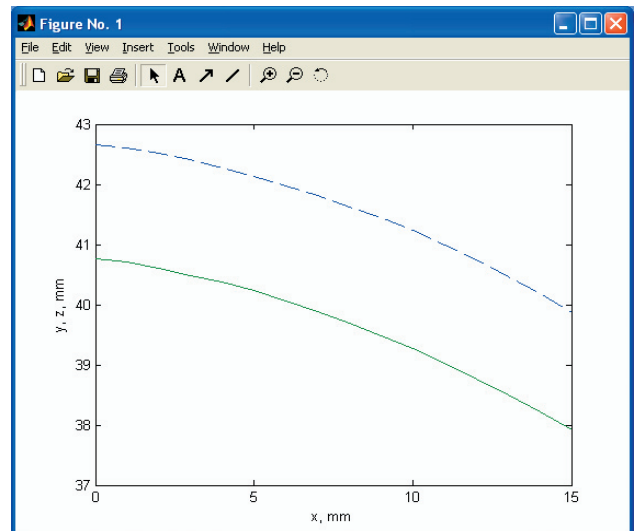


Рис. 10. Графічне зображення відхилення реальних значень ординат точок контуру відформованої деталі від значень ординат точок контуру формуючого елемента для першої ділянки

Застосування запропонованого критерію формостійкості дозволяє:

1. Проводити аналіз якості окремих ділянок деталі. Відомо, що найбільша одягаюча здатність тканини поверхні формуючого елемента спостерігається на I та II ділянках [18]. Тому доцільним є ретельне дослідження ділянок III-V. Саме в цих місцях найчастіше з'являються небажані заломы та складки в наслідок накопичення зайвої тканини біля основи формуючого елемента [19]. Тобто, в даному випадку виправлена вибіркoва дисперсія нормованих відхилень розраховується для кожної ділянки окремо і на підставі отриманих значень робиться висновок про характер відхилення контуру деталі.

2. Розраховувати загальну виправлену вибіркoву дисперсію нормованих відхилень зразка. Аналіз вели-

чин загальних дисперсій є доцільним при порівнянні якості декількох зразків деталей, сформованих при різних технологічних режимах, чи з різних текстильних матеріалів.

## 6. Висновки

В результаті аналізу існуючих способів оцінки якості відформованих об'ємних деталей одягу виявлено ряд недоліків. Для усунення останніх запропоновано графоаналітичний спосіб оцінки якості деталей, який полягає у визначенні виправленої вибіркової дисперсії нормованих відхилень реальних значень ординат точок контуру відформованої деталі від значень ординат точок контуру формуючого елемента. Запропонований спосіб дає можливість аналізувати відхилення контуру відформованої деталі від контуру формуючого елемента як в цілому, так і для окремих ділянок.

## Література

1. Комплексная оценка качества текстильных материалов / Чайковская А.Е., Полищук Л.В., Галык И.С. и др. – К.: Техника, 1989. – 254 с.
2. Садретдінова Н. В. Удосконалення процесів дублювання та забезпечення формостійкості деталей одягу із льняних тканин: Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 2005. – 297 с.
3. Сухарникова В. А. Совершенствование технологии изготовления мужских головных уборов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.19.04. – М., 1987. – 21 с.
4. Budinski, Kenneth G. Engineering materials: properties and selection / Kenneth G. Budinski. – 6th ed. P. cm. Includes index. 1. Materials. I. Title. TA403.B787 1999 620.1'1 – dc21.
5. Askeland, Donald R. The science and engineering of materials / Donald R. / Askeland – 3rd ed. P. cm. Includes index. 1. Materials. I. Title TA403.A74 1994 620.1'1-dc20.
6. Мирзоев Т.Г. Создание малооперационной технологии формования деталей одежды с интенсивным гигротермическим воздействием на материал: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.19.04. – К., 1993. – 24 с.
7. Амирова Э.К. Исследование процесса формования и окончательной отделки швейных изделий на паровоздушном манекене с внешним воздействием рабочих сред: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.19.04. – М., 1977. – 28 с.
8. Хо Тхі Мінь Хионг. Розробка методів підвищення формостійкості деталей одягу із льняних трикотажних матеріалів: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 1998. – 15 с.
9. Куцевский Н.А. Разработка технологии формования одежды на основе вибрационного эффекта: Дис... канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 1988. – 312 с.
10. Пашаев Н.П. Оптимизация технологических процессов производства одежды по критериям качества и энергозатрат: Дис... канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 1988. – 278 с.
11. Буханцова Л.В. Удосконалення процесу формування жіночих головних уборів: Дис...канд. техн. наук: 05.19.04. – Хмельницький, 2006. – 224 с.
12. Арабулі А.Т. Удосконалення волого-теплової обробки швейних виробів при запрашуванні швів: Дис...канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 2005. – 259 с.
13. Филимонова Р. Н. Исследование процесса формования деталей одежды с целью его совершенствования: Автореф. дис...канд. техн. наук.: 05.19.04. – М., 1981. – 22 с.
14. Білоус С.В. Удосконалення процесів віброформування виробів з текстильних матеріалів з використанням електромагнітного поля: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 1996. – 24 с.
15. Горелова А.Е. Совершенствование способов формования и формозакрепления деталей стана плечевых швейных изделий: Автореф. дис...канд. техн. наук.: 05.19.04. – Иваново, 2006. – 19 с.
16. Кузьмичев В.Е., Веселов В.В. Новый критерий в оценке формоустойчивости швейных изделий // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1982. – № 2. – С. 104 – 107.
17. Кузьмичев В.Е. Теоретическое обоснование и разработка процессов склеивания текстильных материалов: 5.19.03. – Н., 1995. – 330 с.
18. Попович О.В., Прибега Д.В., Куцевський М.О. Дослідження характеру дії сил при формуванні деталей одягу гідроструминним способом // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. - № 5. – С. 174 – 178.
19. Rajcoomar B. Ramgulam. A novel algorithm for fitting a woven-clothe to complex surfaces // International Journal of Clothing Science and Technology. – Vol.13. – N. 3 / 4. – 2001. – p. 198 – 207.