

## РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОЦІНКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ М'ЯКОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Анотація.** Розглянуто питання можливості застосування інструментальних методів оцінювання м'якості текстильних матеріалів як важливого чинника формування споживних властивостей цієї групи товарів.

**Ключові слова:** м'якість, текстильний матеріал, рецептори, тактильні відчуття, інструментальний метод

Koval M., Emchenko I., Zakusilov A.

## DEVELOPMENT OF METHODS OF ESTIMATION AND PROGNOSTICATION OF MILDNESS OF TEXTILE MATERIALS

**Summary.** Examined instrumental methods evaluation possibility of textile materials as important factor of forming of consumer properties of this group of commodities.

**Keywords:** mildness, textile material, receptors, haptic feelings, instrumental method

### 1. Вступ

Питання про необхідність удосконалення методів оцінювання властивостей текстильних товарів, що задовольняють нематеріальні потреби людей, стає все більш актуальним.

Аналіз причин відсутності попиту на деякі текстильні вироби показує, що однією з вагомих підстав для цього є незадоволеність споживачів їх ергономічними властивостями. Якщо для оцінки надійності і утилітарно-ергономічних властивостей текстильних товарів існує багато інструментальних методів, нормуються значення багатьох показників, то методи оцінювання ергономічних властивостей, як і раніше, залишаються органолептичними, суб'єктивними. Для вирішення цих проблем виникає необхідність розробки спеціальних методик та приладів оцінювання перш за все ергономічних властивостей, в тому числі м'якості ("туше") текстильних матеріалів [5].

### 2. Літературний огляд

У попередній статті [3] авторами розглядалося питання удосконалення запропонованого фірмою TRI приладу Fabrie Softness Tester™ для вимірювання м'якості, який за принципом дії побудований на вимірюванні сили тертя текстильних матеріалів об стінки дзвіноподібного пристрою.

Авторами був запропонований інший принцип побудови такого приладу, який базується на вимірюванні роботи опору матеріалу силі стискання, яка поступово зростає до моменту зникнення пружної деформації. Цей інструментальний метод дослідження м'якості текстильних матеріалів є найбільш наближений до традиційного визначення м'якості матеріалів за баловою системою групою експертів за допомогою органів чуття (дотику).

### 3. Постановка завдання

Завдання наступних досліджень – отримати статистично достовірні результати визначення м'якості текстильних матеріалів з використанням запропонованої методики.

### 4. Результати

Об'єктом дослідження були обрані текстильні полотна меблево-декоративного призначення вітчизняного та зарубіжного виробництва (табл. 1).

Обрані для дослідження зразки текстильної продукції меблево-декоративного призначення відрізняються за сировинним складом, переплетенням та колористичним оформленням, відмінні за видом та лінійною густиною пряжі.

Для визначення м'якості текстильних матеріалів з використанням задекларованого принципу [3] використаний прилад, що схематично зображений на рис. 1.

Прилад складається з опорної площини (3), на яку встановлюється досліджуваний зразок (4), індикатора для вимірювання товщини (2) з ціною поділки 0,01 мм і навантажуючого елемента (1).

Під час дослідження навантаження змінювалося від 0 до 80 сН. Результати дослідження наведені у табл. 2. Результатами дослідження окремих зразків графічно подані на рис. 2.

Розрахунок коефіцієнта м'якості текстильних матеріалів (M) був проведений за формулою (1) [3] і поданий у табл. 3:

$$\dot{I} = \frac{\Delta \cdot \dot{D}_n - \int_0^{\Delta} P(\Delta)}{\int_0^{\Delta} P(\Delta)}, \quad (1)$$

де  $\Delta$  – зміна товщини текстильного матеріалу (мк);  
P – навантаження (сН).

Отже, за результатами дослідження можна зробити висновок, що найбільш м'яким зразком є варіант 1 (M=2,20), найменш м'яким – варіант 7 (M=1,46).

Для підтвердження результатів визначення м'якості досліджуваних зразків були проведені дослідження традиційним, органолептичним методом з використанням думок групи експертів.

Результати дослідження наведені у табл. 4.

## Характеристика текстильних полотен меблево-декоративного призначення, обраних об'єктом дослідження

Варіант зразка	Назва текстильного матеріалу	Виробник	Характеристика текстильного матеріалу	Волокнистий склад	Лінійна густина
1	тканина "Фантастик"	Канада	Основа полотняного переплетення, ворс нанесений методом електростатичного приклеювання	синтетичний	16,4 текс
2	текстильний матеріал "Класичний"	Італія	Нетканий, текстильний матеріал, ворс нанесений методом електростатичного приклеювання	синтетичний	16 текс
3	тканина "Офісна"	Туреччина	Складного півторашарового переплетення	синтетичний	18 текс
4	тканина "Полонина"	ЗАТ "Левтекс"	Строкатотканий, жаккардового переплетення	бавовняна пряжа	25 тексх2 (№40/2)
				текстурована петельна нитка	133,3 текс (№7,5)
				віскозна нитка	13,3 текс (№75/5)
5	тканина "Любава"	ЗАТ "Левтекс"	Строкатотканий, жаккардового переплетення	бавовняна пряжа	25 тексх2 (№40/2); 50 текс (№20/2); 50 текс (№20/1)
				текстурована поліпропіленова нитка	230 текс
6	тканина "Вікторія"	ЗАТ "Левтекс"	Меланжевий, дрібно-візерункового переплетення	бавовняна пряжа	25 тексх2 (№40/2)
				текстурована поліпропіленова нитка	230 текс
7	тканина "Калина"	ЗАТ "Левтекс"	Строкатотканий, жаккардового переплетення	бавовняна пряжа	25 тексх2 (№40/2); 50 текс (№20/2);
				нитка поліамідна кручена	187 текс (№5,3)

Порівняння отриманих результатів (табл. 3 і 4) дозволило виявити діапазони значень коефіцієнтів м'якості для запропонованої шкали (табл. 5).

Як видно з даних табл. 5, запропонований прилад не зміг відрізнити зразки, які комісія експертів визначила як тверді і напівтверді ( $M=1,53 \div 2,13$ ). Не зовсім чітко прилад відокремив напівтверді зразки від напівм'яких і м'які зразки від дуже м'яких. Можливою причиною цього явища є невеликий діапазон при визначенні теоретичних значень коефіцієнта м'якості (1) у межах зусиль стискування у процесі формування відчуття м'якості через дотик і достатньо велике значення похибок вимірювання цих зусиль у запропонованих межах.

У зв'язку з цим було зроблене припущення, що замість коефіцієнта м'якості доцільно вимірювати безпосередньо різницю між роботою стискування абсолютно твердого зразка і роботою стискування дослідного зразка в межах зусиль, що характеризують тактильну чутливість людини (2).

$$\Delta A = \frac{P \cdot \Delta}{2} - \int_0^{\Delta} D(\Delta) \cdot d\Delta, \quad (2)$$

де  $\Delta A$  – різниця між роботою стискування абсолютно твердого зразка і роботою стискування дослідного зразка в межах зусиль;

$\Delta d$  – диференціал змінної.

Тактильна чутливість – це вид поверхневої рецепції, який відповідає за сприйняття таких сигналів, як дотик, тиск і вібрація. За цей вид чутливості відповідають механорецептори [7]. Тактильні рецептори поділяють на такі, що швидко адаптуються, і такі, що повільно адаптуються.

Рецептори, що швидко адаптуються, реєструють появу і силу сигналу, а ті, що адаптуються повільно, реєструють наявність сигналу впродовж усього періоду стимуляції, тобто вони дають інформацію про тривалість сигналу.

Найбільш відомими рецепторами, що швидко адаптуються, є тільця Пачіні і тільця Мейснера.

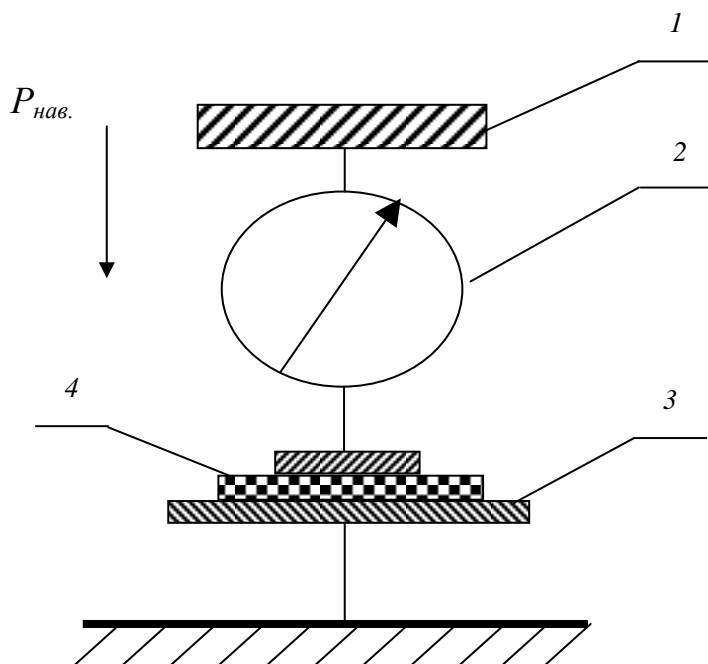


Рис. 1. Схема приладу для визначення м'якості текстильних матеріалів

Тільця Пачіні на зовнішній поверхні тіла людини мають грубу чутливість і реєструють силу сигналу. Тільця Мейснера – рецептори тиску, які знаходяться під епідермісом; вони забезпечують більш тонку чутливість [7].

Груба чутливість – це вид чутливості, коли сприймаються тільки сильні механічні і температурні сигнали, неточно локалізовані. Тонка чутливість, навпаки, дозволяє відчувати слабкі температурні і механічні сигнали, при цьому достатньо точно визначається локалізація подразнення.

Відчуття виникають не від будь-якого подразнення. Щоби відчуття виникло, інтенсивність подразнення повинна досягнути певної величини. Мінімальну величину подразнення, яка викликає ледь помітне відчуття, називають нижнім порогом чутливості. Мінімальна різниця між двома подразненнями, що викликає ледь помітну різницю відчуття, має назву диференційного порога. Експериментально встановлено [6], що величина диференційного порога пропорційна початковій величині подразнення. Для тактильного аналізатора коефіцієнт пропорційності (К) дорівнює 0,30.

Таблиця 2

**Зміна товщини текстильних матеріалів під дією стискуючого навантаження**

Навантаження, сН	Зміна товщини зразка, мк						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0	0	0
5	1,9	0,9	1,4	0,1	0,8	2,8	1,4
10	2,8	2,5	4,6	1,0	6,3	4,1	2,1
15	3,5	3,6	6,1	1,9	6,7	5,0	3,1
20	4,2	4,5	6,9	2,2	10,0	7,0	4,5
25	4,9	5,6	7,5	3,1	12,0	8,0	6,1
30	6,0	5,8	8,4	3,1	13,0	8,9	7,6
35	6,2	8,5	9,4	3,1	13,8	9,1	9,1
40	7,0	8,8	11,4	3,1	15,0	11,0	10,7
45	7,9	9,0	11,7	3,1	16,7	12,0	12,6
50	9,1	9,0	12,6	3,1	18,5	13,3	14,1
55	9,1	9,8	13,3	3,1	19,7	14,0	15,3
60	9,1	10,0	14,5	3,1	20,9	14,4	18,4
65	9,1	10,6	15,1	3,1	22,0	15,0	19,6
70	9,1	10,6	15,6	3,1	23,9	16,0	21,1
75	9,1	10,6	16,2	3,1	24,8	17,0	21,9
80	9,1	10,6	17,1	3,1	26,0	17,0	21,9

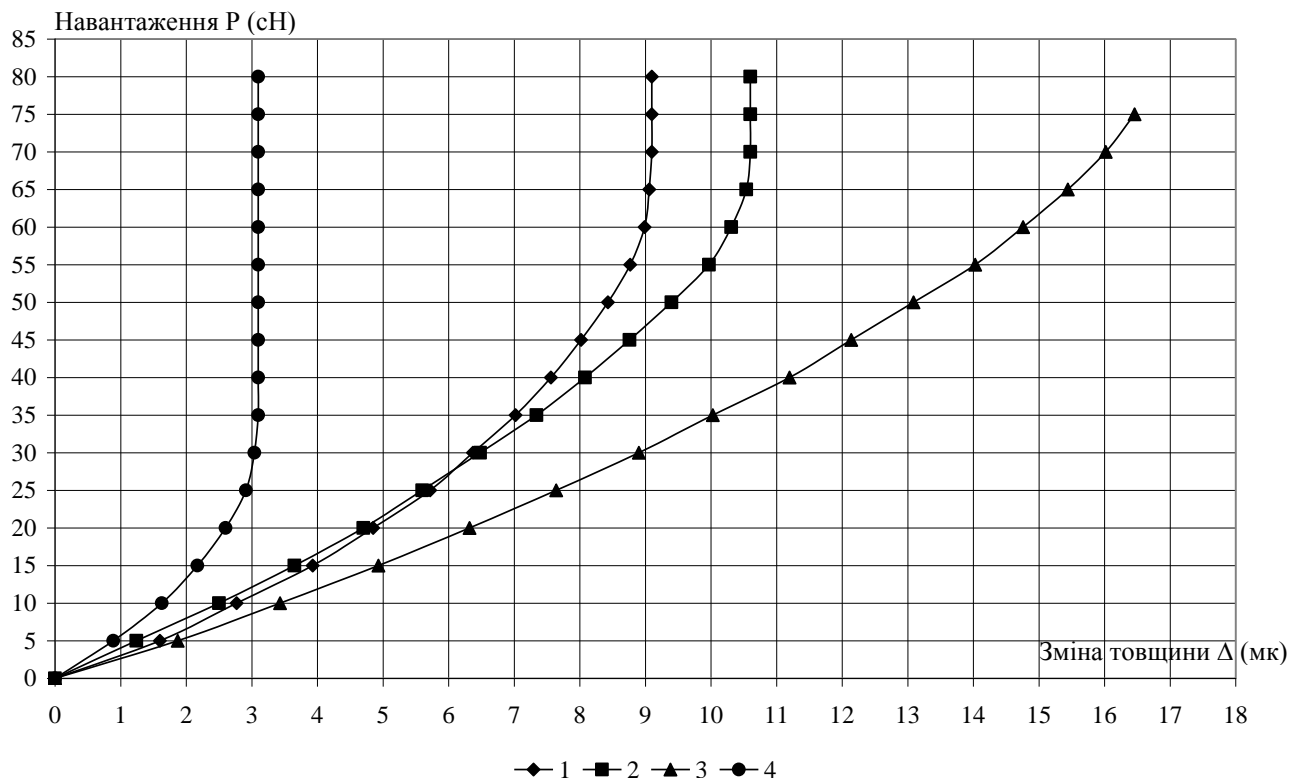


Рис. 2. Зміна товщини досліджуваних зразків під дією стискуючого навантаження

Е. Вебер, досліджуючи умови формування абсолютних і диференційних порогів для різних подразників, встановив, що необхідне певне співвідношення між інтенсивностями двох подразників для того, аби вони викликали різні відчуття. Це співвідношення він виклав у законі: відношення додаткового подразнення до основного повинне бути величиною постійною (К).

$$\frac{\Delta J}{J} = K, \quad (3)$$

де  $J$  – сила подразнення;  
 $\Delta J$  – приріст сили подразнення.

Використовуючи закон Е. Вебера, Г. Фехнер зробив припущення, що ледве помітні різниці у відчуттях необхідно розглядати як рівні, оскільки усі вони – величини нескінченно малі. Їх можна прийняти за одиницю міри, за допомогою якої мож-

два ряди змінних величин – сили подразнення і відповідної величини відчуття. Відчуття зростають за арифметичною прогресією, якщо сила подразнення зростає за прогресією геометричною:

$$E = K \log J + C, \quad (4)$$

де  $C$  – суть декотра константа.

Поріг відчуття для кінчиків пальця руки людини становить  $3 \text{ сН/см}^2$ . За формулою (4) диференційний поріг відчуття дотику становить  $0,14 \text{ сН/см}^2$ , якщо прийняти  $C$  рівним нулю.

Дослідження доводять [1], що відчуття дотику або тиску виникають тільки у тому випадку, якщо механічний подразник викликає деформацію поверхні шкіри. Інтенсивність відчуття тиску залежить також від швидкості, з якою здійснюється деформація: сила відчуття тим більша, чим швидше здійснюється деформація.

Таблиця 3

**Коефіцієнт м'якості досліджуваних зразків**

Варіант досліджуваного зразка	1	2	3	4	5	6	7
Коефіцієнт м'якості	2,20	1,71	1,65	2,13	1,65	1,53	1,46

на чисельно виразити інтенсивність відчуття як суму (або інтервал) ледь помітних (нескінченно малих) збільшень, починаючи від порога абсолютної чутливості [4]. Як результат Г. Фехнер отримав

Невід'ємною умовою в роботі тактильної системи дотику є моторна відповідь. Фізичної наявності тіла, його опору недостатньо для оцінювання властивостей поверхні. Для того, щоби отримати

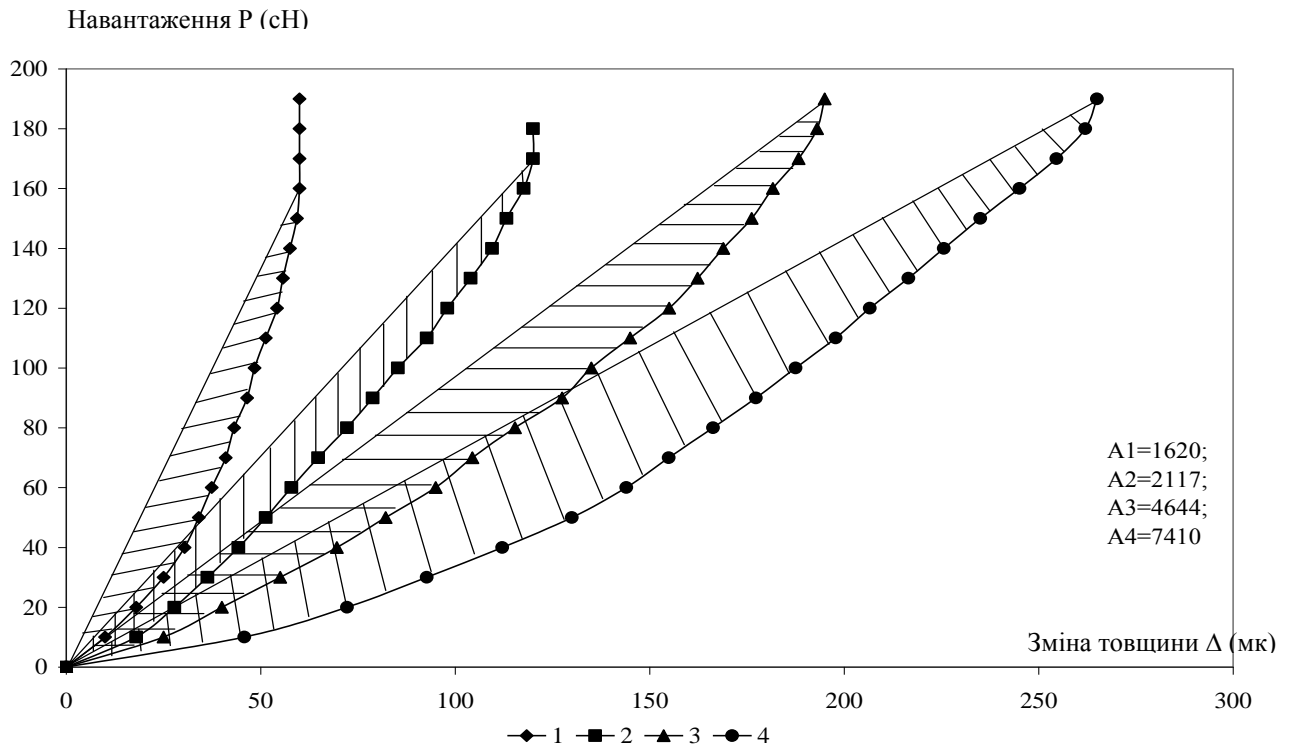


Рис. 3. Робота опору різної кількості шарів (1-4) відносно твердого матеріалу стискуванню

сигнал про фактуру необхідно здійснити моторну дію, рух [2], іншими словами – роботу.

Аналіз наведених теоретичних міркувань дозволяє запропонувати вимірювати м'якість текстильних матеріалів не через коефіцієнт м'якості (1), а саме через роботу опору зразка стискуванню (2) із зусиллям у межах середнього діапазону значень чутливості людини до подразнення тиском шкіри на кінчиках пальців руки. Оскільки діапазон цих

зусиль є достатньо незначним, то робота стискування буде зазвичай залежати від величини деформації зразка, яка буде тим більшою, чим м'якшим є досліджуваний матеріал.

У подальшому були здійснені випробування відносно твердого і відносно м'якого зразка та абсолютно м'якого зразка (вата медична гігієнічна нестерильна, вироблена за ГОСТ 5556-81) (рис. 3-5).

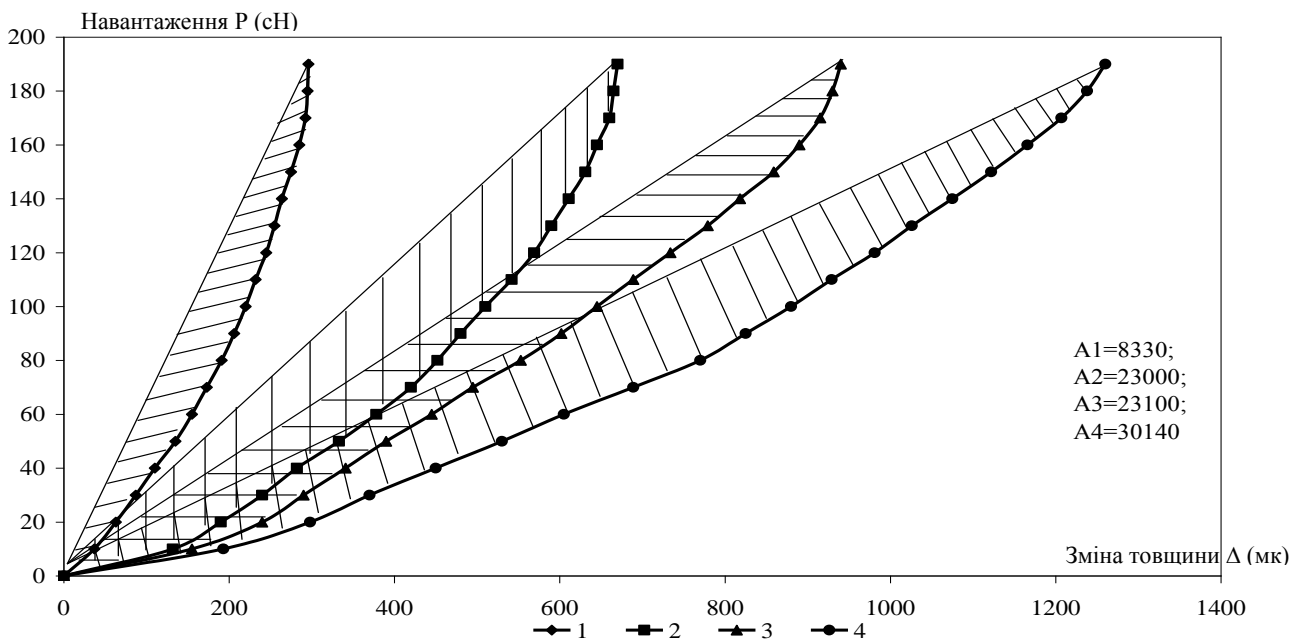


Рис. 4. Робота опору різної кількості шарів (1-4) відносно м'якого матеріалу стискуванню

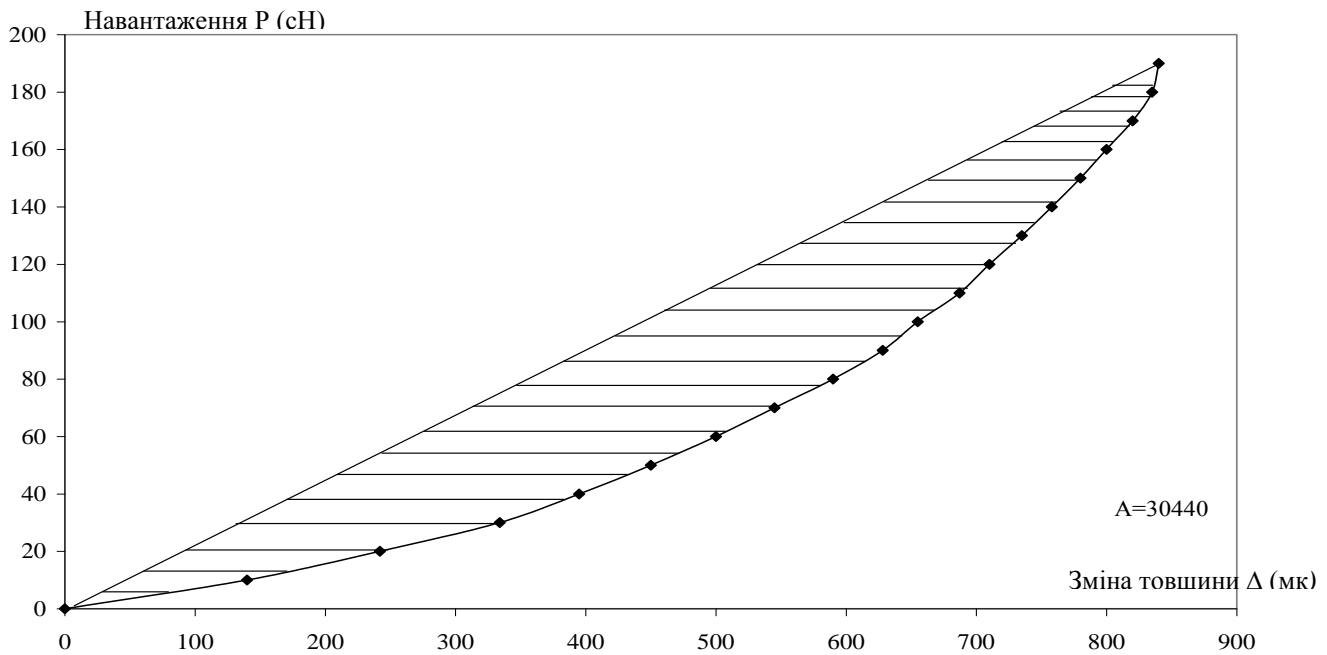


Рис. 5. Робота опору шару вати товщиною 2040 мк стискування

Для практичного застосування запропонованої методики вимірювання м'якості може бути використаний автоматичний товщиномір UL-CHY Thickness Tester PARAM<sup>TM</sup> [8]. Технічні характеристики приладу наведені в табл. 6.

Таблиця 6

**Технічні характеристики приладу UL-CHY Thickness Tester PARAM**

Параметри	Значення параметру
Навантаження	до 50 кПа
Глибина переміщення штока вимірювальної головки	0-2 мм 0-6 мм
Роздільна здатність	0,1 мкм

Площа вимірювальної головки, швидкість її переміщення і величина тиску на випробувальний зразок відповідають стандартам на вимірювання товщини. Переміщення штока вимірювальної головки перетворюється в електричний сигнал датчиком LVDT. Інформація обробляється персональним комп'ютером. Можливий як автоматичний, так і ручний режими випробування.

**5. Висновки**

Отже, запропонований метод оцінки м'якості текстильних матеріалів, на відміну від традиційного (органолептичного) метода, дає можливість

одержати статистично достовірні результати, що підтверджують результати дослідження.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Веккер Л. М. Психика и реальность. [Електронний ресурс] / Л. М. Веккер – Режим доступу: <http://psylib.org.ua>.
2. Леонтьев А. Н. Лекции по общей психологии. [Електронний ресурс] / А. Н. Леонтьев – Режим доступу : <http://bookop.info>.
3. Озимок Г. В. Про можливості інструментального оцінювання м'якості текстильних матеріалів / Г. В. Озимок, А. П. Закусілов, М. Н. Коваль / Збірник науково-технічних праць. Науковий вісник НЛТУ України. – Вип. №18.8. – Львів – 2008. – С. 147-150.
4. Ощущение и восприятие. Ощущение. Рецепторы. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://bookap.info>.
5. Склянников В. П. Потребительские свойства текстильных материалов / В. П. Склянников. – М. : Экономика, 1982. – 160 с.
6. Структурно-функциональная организация человека. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sumety.telesweet.net>.
7. Физиология органов чувств. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ru.wikibooks.org>.
8. PARAM<sup>TM</sup> UL-CHY Thickness Tester. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http:// ugn-lab.ru/index2](http://ugn-lab.ru/index2).