

УДК 687.4.02

Г.М. ХИМИЧ, М.О. КУЩЕВСЬКИЙ
Хмельницький національний університет

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ ВІБРАЦІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ ГОЛОВНИХ УБОРІВ

У даній роботі викладено суть розроблених авторами способів формування текстильних матеріалів за допомогою окремо вертикальної та окремо горизонтальної вібрації. Проведено дослідження на 6-ти артикулах тканин (3 костюмних та 3 пальтових), отримано залежності якості відформованих деталей від вхідних параметрів процесу: частоти коливань, амплітуди коливань і часу формування. Визначено, що: кожен із обраних факторів процесу є вагомим; застосування горизонтальної вібрації дозволяє отримати значно кращий результат у порівнянні із застосуванням вертикальної; пальтові тканини краще піддаються формуванню, ніж костюмні.

Ключові слова: головні убори, вібраційний процес, формування, дослідження, фактор процесу, висота деталі, якість формування.

Г.Н. ХИМИЧ, Н.А. КУЩЕВСКИЙ
Хмельницький національний університет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ ПРИ ФОРМОВАНИИ ГОЛОВНЫХ УБОРОВ

В данной работе изложена сущность разработанных авторами способов формования текстильных материалов с помощью отдельно вертикальной и отдельно горизонтальной вибрации. Проведены исследования на 6-ти артикулах тканей (3 костюмных и 3 пальтовых), получены зависимости качества отформованных деталей от входных параметров процесса: частоты колебаний, амплитуды колебаний и времени формования. Определено, что: каждый из выбранных факторов процесса является весомым; применение горизонтальной вибрации позволяет получить значительно лучший результат по сравнению с применением вертикальной; пальтовые ткани лучше поддаются формованию, чем костюмные.

Ключевые слова: головные уборы, вибрационный процесс, формование, исследование, фактор процесса, высота детали, качество формования.

G. KHUMYCH, M. KUSHEVSKIY
Khmelnitsky National University

THE EFFECTIVENESS OF VERTICAL AND HORIZONTAL VIBRATION IN FORMING OF HATS

This paper presents the essence developed by the authors of the ways of forming of textile materials separately using separate horizontal and vertical vibration. The research carried out on 6 fabric articles (costume 3 and 3 coats), the dependence of the quality of the molded parts from the input parameters of the process: the oscillation frequency, oscillation amplitude and time of formation. Determined that each of the selected factors of the process is significant; the application of horizontal vibration allows you to get significantly better results compared to the use of vertical; coat fabric is more amenable to formation than costume.

Keywords: hats, vibration process, the formation of, investigation of, the factor process, the height of the detail, the quality of the formation.

Вступ

На сьогоднішній день перед виробниками головних уборів гостро стоїть питання підвищення якості і конкурентоспроможності виробів оновленого асортименту з високими споживчими властивостями та товарним виглядом. Вимоги до якості головних уборів включають гарний зовнішній вигляд та збереження форми в часі. На якість та стійкість отриманої форми впливає багато чинників. Найважливішими серед них є: фізико-механічні властивості матеріалів, складність об'ємної форми та метод надання тканині об'ємної форми (тобто спосіб формування). У даній роботі акцентовано увагу на останньому чиннику – способі формування.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Як відомо, способи формування текстильних матеріалів можуть базуватися на дії статичного або ж динамічного навантаження. У роботах [1-3] доведено переваги використання останнього. Причому більшість динамічних способів базуються на використанні вібраційних коливань.

У роботі [2] розглянуто спосіб формування об'ємних деталей швейних виробів, який передбачає використання вертикальної вібрації для руху формувального елемента із деталлю у вертикальній площині. Робочим середовищем при цьому є паро-повітряна суміш, нижнім формувальним елементом (матрицею) – жорсткий перфорований елемент, а верхнім (пуансоном) – пустотілий елемент, контактна поверхня якого відповідає перехідній області півсферичної поверхні в плоску. Останній вільно розміщується на об'єкті оброблення та має можливість у процесі формування відриватись від матриці, чим забезпечує розбиття складок на тканині.

Відомий спосіб [4] передбачає формування об'ємної деталі текстильного матеріалу у воді за рахунок її руху у вертикальній площині. Цей рух забезпечується подачею пульсуючого повітря у герметичну робочу камеру. Матриця при цьому є нерухомою, а пуансоном виступає металеве притискне кільце, яке щільно притискає тканину лише у плоскій області (ділянка кріплення), яка не відноситься до зони формування. На півсферичній ділянці роботу пуансону виконує робоче середовище.

У роботі [3] описаний вібраційний спосіб формування деталей головних уборів за рахунок поєднання руху зразка тканини, закріпленого на нижньому формувальному елементі, у вертикальній площині та руху робочого середовища також у вертикальній площині. Робочим середовищем при цьому є вода.

Автором [5] розроблено кілька способів формування, які базуються на проходженні робочого середовища (води) через тканину, тобто використані фільтраційні властивості матеріалу. Їх реалізація досягається коливальними рухами робочого середовища також у вертикальній площині.

Розглянуті вище способи надання тканині об'ємної форми головним чином базуються на використанні вібраційних коливань у вертикальній площині, тобто перпендикулярно до площини тканини. Але проведений аналіз існуючого обладнання у інших галузях промисловості [6, 7] вказує на те, що вартим уваги є використання горизонтальних коливань.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження впливу різнонаправленої вібрації на утворення складної просторової форми із тканин. Для цього у роботі розроблено два незалежні способи формування текстильних матеріалів – за допомогою вертикальної та горизонтальної вібрації. Аналіз отриманих результатів дозволив визначити ефективність кожного способу та порівняти їх між собою.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для реалізації поставленої мети авторами запропоновано та розроблено два незалежні способи формування: за допомогою окремо вертикальної вібрації та окремо горизонтальної. Суть цих способів полягає у тому, що плоску деталь текстильного матеріалу відповідного розміру укладають на жорсткий перфорований формувальний елемент, закріплюють притискним кільцем і розміщують всередині робочої камери, яку наповнюють рідинним робочим середовищем (водою). Після цього, залежно від запропонованого способу, деталі та робочому середовищу надають вертикальних або горизонтальних коливань протягом визначеного часу. Після здійснення формування деталь виймають, висушують на формувальному елементі та перевіряють відповідність отриманої форми.

Дослідження проводили на спеціально розробленій експериментальній установці, яка забезпечує можливість формувати текстильний матеріал за допомогою окремо вертикальної і горизонтальної вібрації [8].

Відомо, що основними характеристиками вібраційного процесу є амплітуда та частота вібрації [6, 7]. Тому саме такими основними параметрами процесу формування є амплітуда вертикальних та горизонтальних коливань (A_v та A_z відповідно), частота коливань (v_v та v_z) та час формування (t_v і t_z).

Необхідно відмітити, що в якості робочого середовища використано вологу у стані рідини (воду) кімнатної температури (20 ± 1 °C). Ця умова впливає на вибір предметів досліджень: оскільки на стадії формування не використовується температурний вплив, то для досліджень доцільно обрати натуральні тканини. Найголовнішими характеристиками матеріалу, які впливають на його формувальну здатність, є волокнистий склад, щільність, вид і довжина переплетень [9, 10].

Найкращу здатність до формування мають вовняні тканини, які виготовлені із апаратної пряжі атласних, саржевих або сатинових переплетень з довгими перекриттями малої щільності з м'яким оздобленням без ворсу. Тому, для якісного формування об'ємних деталей головних уборів обрано шість артикулів тканин – три костюмних та три пальтових виробництва «Камвольно-суконної компанії «Чексіл» із відміченими характеристиками, які приведені у табл. 1.

Зовнішній шар вовняного волокна покритий лусочками, тому для якісного формування вовняних тканин необхідним є застосування своєрідного «мастила», яким виступає вода. Під впливом вологи волокна набухають, збільшується розмір їх поперечників, що призводить до зміни фаз будови тканини. Відбувається перебудова структури матеріалу у відповідності до деформації волокна. Після видалення вологи і охолодження тканини деталі зберігають форму, отриману в процесі формування.

Відповідно до досліджень [11], для визначення здатності тканин до формування обрано формувальний елемент, який має форму півсфери, тобто висота формувального елемента відповідає

радіусу і дорівнює половині його ширини (діаметра). Це дозволяє достатньо повно дослідити характер процесу формування.

Таблиця 1

Структурні та фізико-механічні характеристики тканин

Артикул тканини	Волокнистий склад, %	Система прядіння	Вид переплетення	Коефіцієнт переплетення		Кількість ниток на 10 см		Поверхнева щільність, г/м ²	Товщина тканини, мм	Жорсткість, мкН·см ²		Коефіцієнт драпувальності, %	
				<i>F</i>	<i>P_o</i>	<i>P_y</i>	<i>M_s</i>			<i>h</i>	<i>B_o</i>	<i>B_y</i>	<i>K_{до}</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Костюмна 5882	вовна 50, ПЕ 50	гребінна	саржа 2/2	4	313	246	260	0,44	2382	2543	42,5	2,5	
Костюмна Магелан	вовна 100	гребінна	саржа 2/2	4	159	132	253	0,63	2115	2103	2,0	2,0	
Костюмна Персей	вовна 100	гребінна	саржа 2/2	4	228	193	224	0,53	5189	2923	42,0	35,0	
Пальтова Маргіна	вовна 78, ПЕ 22	апаратна	саржа 1/2	3	138	146	292	1,47	8624	5899	29,0	27,0	
Пальтова Соната	вовна 78, ПЕ 22	апаратна	саржа 2/2	4	133	121	325	1,35	10334	6585	13,5	1,5	
Пальтова Моніка	вовна 78, ПЕ 22	апаратна	саржа 2/2	4	167	115	357	1,75	11177	4027	20,0	1,0	

На основі аналізу літературних джерел критерієм оцінювання обрано циклічну деформацію ϵ_{δ} [12], яка розраховується за формулою:

$$\epsilon_{\delta} = (h_{\delta, \dot{a}\ddot{a}} - h_{\delta, \dot{c}\ddot{a}\dot{a}}) / h_{\delta, \dot{a}\ddot{a}}$$

де ϵ_{δ} – циклічна деформація матеріалу;
 $h_{ф.ел.}$ – висота формувального елемента, мм;
 $h_{зр.зак.}$ – висота відформованого зразка відразу після формування, мм.

Необхідно зазначити, що показник ϵ_{δ} характеризує ступінь відхилення висоти деталі від висоти формувального елемента, тому $\epsilon_{\delta} \rightarrow 0$.

Дослідження проведені в рамках однофакторного експерименту зі зміною вхідних параметрів на п'яти рівнях. Рівні та інтервали варіювання факторів вибрані на основі рекомендацій, поданих у роботах [1-3]. Амплітуду вібрації змінювали від 1 мм до 5 мм з інтервалом 1 мм, частоту вібрації від 1 Гц до 9 Гц з інтервалом 2 Гц, час формування від 1,16 хв до 1,82 хв з інтервалом 0,33 хв.

На основі отриманих результатів досліджень отримано залежності циклічної деформації ϵ_{δ} від вхідних параметрів, які графічно зображені на рис. 1, 3, 5 для костюмних тканин та на рис. 2, 4, 6 для пальтових та у вигляді рівнянь регресії (табл. 2-3). При побудові графічних залежностей використано апроксимуючу згладжену криву із максимальною величиною достовірності апроксимації ($R^2 = 0,86 - 0,99$).

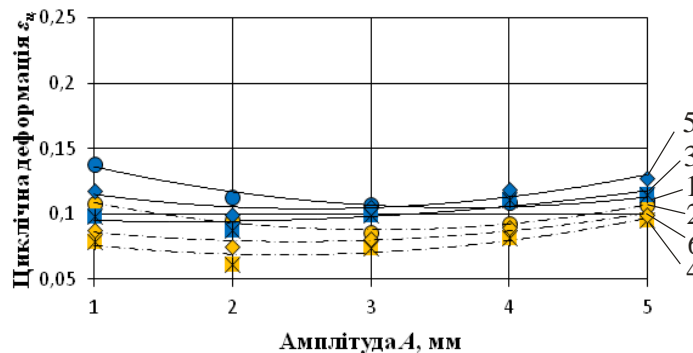


Рис. 1. Залежність $\epsilon_{\delta} = f(A)$, для тканини костюмної групи: 1-2 арт. 5882; 3-4 – арт. Магелан; 5-6 – арт. Персей; 1, 3, 5 – при дії вертикальної вібрації; 2, 4, 6 – при дії горизонтальної вібрації

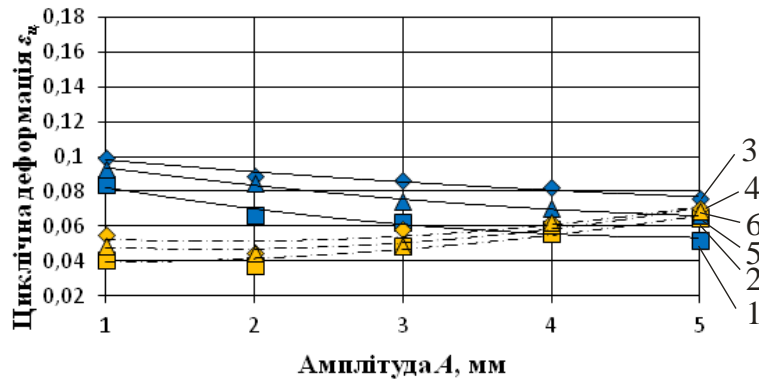


Рис. 2. Залежність $\varepsilon_{ц} = f(A)$, для тканини пальтової групи: 1-2 арт. Мартіна; 3-4 – арт. Соната; 5-6 – арт. Моніка; 1, 3, 5 – при дії вертикальної вібрації; 2, 4, 6 – при дії горизонтальної вібрації

На рис. 1 та рис. 2 приведено графічну інтерпретацію впливу амплітуди вертикальної і горизонтальної вібрації на показник $\varepsilon_{ц}$. У межах вибраного діапазону спостерігається як висока, так і низька якість отриманих деталей. Із результатів досліджень чітко видно, що висока якість відформованих деталей забезпечується за рахунок більших значень амплітуди вертикальної вібрації, ніж горизонтальної. Це пов'язано із умовами формування і, в першу чергу, з напрямком зусилля формування. Прикладене зусилля формування та мікроудару, що діють на тканину, за своєю величиною є значно більшими, аніж при вертикальній вібрації. Відповідно горизонтальна вібрація забезпечує високу якість в діапазоні 1-3 мм, а вертикальна – 3-5 мм, що потребує додаткових енерговитрат. Подальше її зростання є недоцільним, оскільки робоче середовище набуває занадто значних коливань і основна частина мікроударів наноситься уже не на деталь, а на саме робоче середовище, що неефективно для процесу формування. Слід зазначити, що при однаковому діапазоні амплітуди вібрації забезпечується краща якість формування із пальтових тканин, ніж костюмних, що пояснюється їх різними структурними характеристиками.

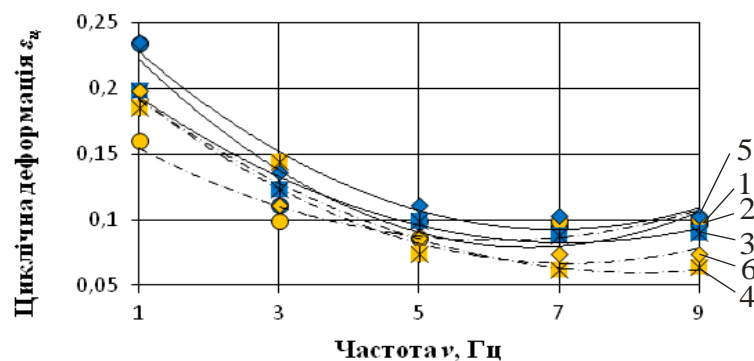


Рис. 3. Залежність $\varepsilon_{ц} = f(\nu)$, для тканини костюмної групи: 1-2 арт. 5882; 3-4 – арт. Магелан; 5-6 – арт. Персей; 1, 3, 5 – при дії вертикальної вібрації; 2, 4, 6 – при дії горизонтальної вібрації

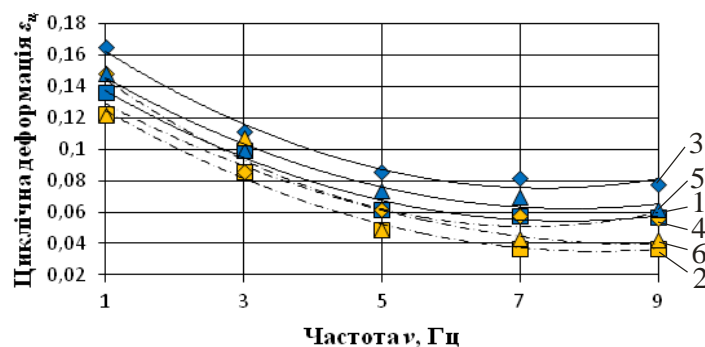


Рис. 4. Залежність $\varepsilon_{ц} = f(\nu)$, для тканини пальтової групи: 1-2 арт. Мартіна; 3-4 – арт. Соната; 5-6 – арт. Моніка; 1, 3, 5 – при дії вертикальної вібрації; 2, 4, 6 – при дії горизонтальної вібрації

Графічні залежності $\varepsilon_{\eta} = f(v)$ як для костюмних, так і для пальтових тканин мають аналогічний характер: зі збільшенням частоти вібрації якість формування покращується, тобто $\varepsilon_{\eta} \rightarrow 0$. Аналогічно до впливу амплітуди вібрації при однакових значеннях частоти коливань краща якість забезпечується при горизонтальній вібрації, що пов'язано із напрямком дії формувального зусилля.

Графічна залежність циклічної деформації матеріалу від часу приведено на рис. 2-3.

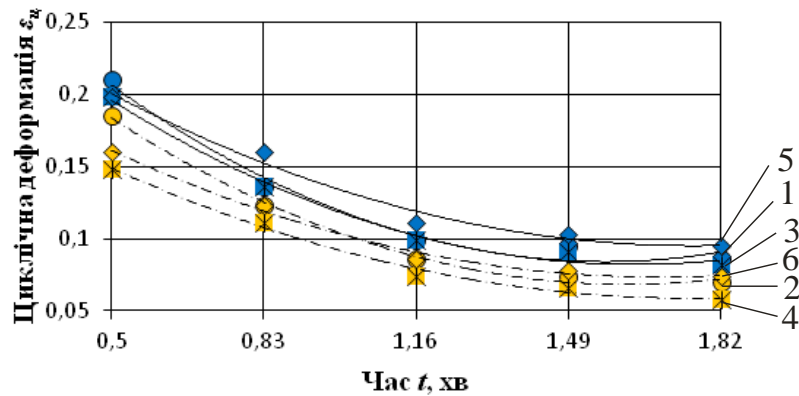


Рис. 5. Залежність $\varepsilon_{\eta} = f(t)$, для тканини костюмної групи: 1-2 арт. 5882; 3-4 – арт. Магелан; 5-6 – арт. Персей; 1, 3, 5 – при дії вертикальної вібрації; 2, 4, 6 – при дії горизонтальної вібрації

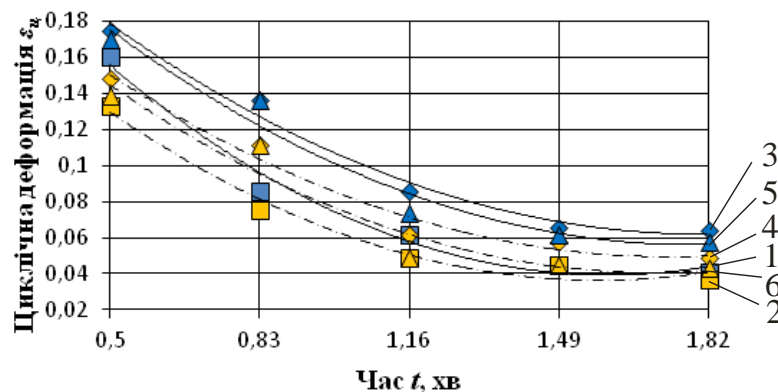


Рис. 6. Залежність $\varepsilon_{\eta} = f(t_0)$, для тканини пальтової групи: 1-2 арт. Мартіна; 3-4 – арт. Соната; 5-6 – арт. Моніка; 1, 3, 5 – при дії вертикальної вібрації; 2, 4, 6 – при дії горизонтальної вібрації

Результати досліджень впливу часу формування на якість отриманих зразків (рис. 5-6), як і слід було очікувати, вказує на те, що при збільшенні тривалості формування покращується якість деталей. Така залежність спостерігається для усіх 6-ти тканин при формуванні за допомогою як вертикальної, так і горизонтальної вібрації. Однак необхідно відмітити, що при однаковій тривалості процесу кращої якості формування досягають знову ж таки при використанні горизонтальної вібрації.

Математичне оброблення результатів досліджень здійснено із застосуванням методів математичної статистики, а саме: визначено похибку окремого дослідження, перевірено однорідності дисперсій, визначено коефіцієнти рівняння регресії та перевірено адекватність отриманих рівнянь регресії [13]. Однорідність дисперсій перевірено за критерієм Кохрена, адекватність моделі за критерієм Фішера, значимість коефіцієнтів рівнянь регресії за критерієм Стьюдента. Розрахунки проведено у режимі програми Excel. За результатами графічних залежностей отримано регресійні, які наведені у табл. 2-3.

Таблиця 2

Регресійні залежності $\varepsilon_{\eta} = f(A)$, $\varepsilon_{\eta} = f(v)$, $\varepsilon_{\eta} = f(t)$ для тканин костюмної групи

Артикул тканини	Фактор процесу формування	Рівняння регресії	Достовірність апроксимації
1	2	3	4
5882	Амплітуда вертикальної вібрації A_v , мм	$\varepsilon_{\eta} = 0,1646 - 0,0324 A_v + 0,0042 A_v^2$	$R^2 = 0,97$

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
5882	Амплітуда горизонтальної вібрації A_z , мм	$\varepsilon_u = 0,1362 - 0,0276 A_z + 0,0044 A_z^2$	$R^2 = 0,99$
	Частота вертикальної вібрації v_g , Гц	$\varepsilon_u = 0,2719 - 0,0512 v_g + 0,0036 v_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Частота горизонтальної вібрації v_z , Гц	$\varepsilon_u = 0,235 - 0,0436 v_z + 0,003 v_z^2$	$R^2 = 0,99$
	Час формування t_g , хв	$\varepsilon_u = 0,3326 - 0,2784 t_g + 0,08 t_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Час формування t_z , хв	$\varepsilon_u = 0,3078 - 0,2973 t_z + 0,0951 t_z^2$	$R^2 = 0,99$
Марелан	Амплітуда вертикальної вібрації A_g , мм	$\varepsilon_u = 0,1218 - 0,0127 A_g + 0,0015 A_g^2$	$R^2 = 0,96$
	Амплітуда горизонтальної вібрації A_z , мм	$\varepsilon_u = 0,0908 - 0,0188 A_z + 0,004 A_z^2$	$R^2 = 0,86$
	Частота вертикальної вібрації v_g , Гц	$\varepsilon_u = 0,233 - 0,0424 v_g + 0,003 v_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Частота горизонтальної вібрації v_z , Гц	$\varepsilon_u = 0,1982 - 0,0371 v_z + 0,0025 v_z^2$	$R^2 = 0,99$
	Час формування t_g , хв	$\varepsilon_u = 0,3184 - 0,2894 t_g + 0,0885 t_g^2$	$R^2 = 0,99$
	Час формування t_z , хв	$\varepsilon_u = 0,2348 - 0,2006 t_z + 0,0571 t_z^2$	$R^2 = 0,99$
Персей	Амплітуда вертикальної вібрації A_g , мм	$\varepsilon_u = 0,1476 - 0,0238 A_g + 0,003 A_g^2$	$R^2 = 0,97$
	Амплітуда горизонтальної вібрації A_z , мм	$\varepsilon_u = 0,099 - 0,0164 A_z + 0,0034 A_z^2$	$R^2 = 0,88$
	Частота вертикальної вібрації v_g , Гц	$\varepsilon_u = 0,2525 - 0,047 v_g + 0,0034 v_g^2$	$R^2 = 0,96$
	Частота горизонтальної вібрації v_z , Гц	$\varepsilon_u = 0,2125 - 0,0403 v_z + 0,0028 v_z^2$	$R^2 = 0,99$
	Час формування t_g , хв	$\varepsilon_u = 0,3095 - 0,2516 t_g + 0,0715 t_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Час формування t_z , хв	$\varepsilon_u = 0,2572 - 0,2255 t_z + 0,0689 t_z^2$	$R^2 = 0,99$

Таблиця 3

Регресійні залежності $\varepsilon_u = f(A)$, $\varepsilon_u = f(v)$, $\varepsilon_u = f(t)$ для тканин пальтової групи

Артикул тканини	Фактор процесу формування	Рівняння регресії	Достовірність апроксимації
1	2	3	4
Маргіна	Амплітуда вертикальної вібрації A_g , мм	$\varepsilon_u = 0,1004 - 0,0185 A_g + 0,0019 A_g^2$	$R^2 = 0,99$
	Амплітуда горизонтальної вібрації A_z , мм	$\varepsilon_u = 0,0922 - 0,0237 A_z + 0,0039 A_z^2$	$R^2 = 0,86$

Продовження таблиці 3

1	2	3	4
Мартіна	Частота вертикальної вібрації v_g , Гц	$\varepsilon_y = 0,164 - 0,0287 v_g + 0,0019 v_g^2$	$R^2 = 0,99$
	Частота горизонтальної вібрації v_z , Гц	$\varepsilon_y = 0,1517 - 0,0287 v_z + 0,0018 v_z^2$	$R^2 = 0,99$
	Час формування t_g , хв	$\varepsilon_y = 0,2856 - 0,3082 t_g + 0,0964 t_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Час формування t_z , хв	$\varepsilon_y = 0,2361 - 0,2529 t_z + 0,08 t_z^2$	$R^2 = 0,98$
Соната	Амплітуда вертикальної вібрації A_g , мм	$\varepsilon_y = 0,1108 - 0,0137 A_g + 0,0015 A_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Амплітуда горизонтальної вібрації A_z , мм	$\varepsilon_y = 0,079 - 0,0199 A_z + 0,0033 A_z^2$	$R^2 = 0,86$
	Частота вертикальної вібрації v_g , Гц	$\varepsilon_y = 0,1919 - 0,0318 v_g + 0,0022 v_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Частота горизонтальної вібрації v_z , Гц	$\varepsilon_y = 0,179 - 0,0367 v_z + 0,0026 v_z^2$	$R^2 = 0,98$
	Час формування t_g , хв	$\varepsilon_y = 0,2881 - 0,2784 t_g + 0,0853 t_g^2$	$R^2 = 0,97$
	Час формування t_z , хв	$\varepsilon_y = 0,2572 - 0,2492 t_z + 0,0741 t_z^2$	$R^2 = 0,97$
Моніка	Амплітуда вертикальної вібрації A_g , мм	$\varepsilon_y = 0,1058 - 0,0133 A_g + 0,0011 A_g^2$	$R^2 = 0,99$
	Амплітуда горизонтальної вібрації A_z , мм	$\varepsilon_y = 0,088 - 0,0254 A_z + 0,0044 A_z^2$	$R^2 = 0,86$
	Частота вертикальної вібрації v_g , Гц	$\varepsilon_y = 0,1737 - 0,0297 v_g + 0,002 v_g^2$	$R^2 = 0,99$
	Частота горизонтальної вібрації v_z , Гц	$\varepsilon_y = 0,1601 - 0,0304 v_z + 0,0019 v_z^2$	$R^2 = 0,98$
	Час формування t_g , хв	$\varepsilon_y = 0,2921 - 0,3003 t_g + 0,0945 t_g^2$	$R^2 = 0,98$
	Час формування t_z , хв	$\varepsilon_y = 0,2502 - 0,2504 t_z + 0,0748 t_z^2$	$R^2 = 0,96$

Результати досліджень вказують на те, що пальтові тканини, як і слід було очікувати, краще піддаються формуванню, ніж костюмні, що пояснюється більш рихлою структурою перших. Якщо ж розглядати лише костюмні тканини, то найкращою формувальною здатністю володіє тканина арт. Магелан. Очевидно це пов'язано із тим, що вона має найменшу щільність, а отже найбільш розріджену структуру у порівнянні з іншими. У результаті волокна є більш рухливими та мають можливість вільно огинати формувальний елемент. Із пальтових тканин найкращою формувальною здатністю володіє тканина арт. Мартіна. Причиною цього є найнижча жорсткість відміченої тканини та найвища драпірувальність.

Із графічних залежностей чітко видно, що використання горизонтальної вібрації дає змогу досягнути кращої якості відформованих деталей, ніж застосування вертикальної. При цьому така залежність зберігається для усіх тканин та факторів. Однак проведені дослідження не дають повної картини процесу формування, тому в подальшому необхідним є проведення багатфакторного експерименту, що дозволить використати уточнений діапазон вхідних факторів і визначити раціональні параметри процесу формування об'ємних деталей головних уборів.

Висновки

Результати проведених досліджень на шести артикулах тканин костюмно-пальтової групи дозволяють стверджувати, що усі обрані фактори процесу формування здійснюють вагомий вплив на якість відформованих об'ємних деталей. Порівняльний аналіз відформованих деталей між собою показує, що пальтові тканини краще піддаються формуванню, ніж костюмні. Крім того обидва способи формування (за допомогою вертикальної та горизонтальної вібрації) дозволяють отримати деталі належної якості, однак якщо порівнювати їх між собою, то можна стверджувати, що спосіб формування за допомогою горизонтальної вібрації ефективніший, на що вказує значення циклічної деформації $\varepsilon_{ц}$.

Список використаної літератури

1. Березненко М.П. Нетрадиційні методи формування та формозакріплення деталей одягу / М.П. Березненко, В.В. Корзун, В.О. Слободянюк, С.М. Березненко // Легка промисловість. – Київ. – 1994. – № 3. – С. 29.
2. Кущевський М. О. Дослідження фізичної сутності способу формування текстильних матеріалів / М.О. Кущевський, М.П. Березненко // Вісник ТУП. – Хмельницький. – 2003. – №5. – С. 100–105.
3. Кошево Ю.В. Удосконалення процесу формування та закріплення форми деталей жіночих головних уборів із тканих матеріалів: дис...канд. техн. наук: 05.19.04. – Хмельницький, 2010. – 170 с.
4. Буханцова Л.В. Дослідження впливу параметрів процесу на якість формування деталей головних уборів в рідинно-активному середовищі / Л.В. Буханцова, М.О. Кущевський // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 3. – С. 136–140.
5. Войтюк М. В. Удосконалення технології формування об'ємних деталей головних уборів на основі гідровакуумних способів: дис...канд. техн. наук: 05.18.19. – Хмельницький, 2014. – 255 с.
6. Мартинців М.П. Вібраційні коливання рідини. Технології та обладнання / М.П. Мартинців, А.І. Гордєєв, С. А. Урбанюк, В. В. Третько // Вісник ХНУ. – 2005. – №1. – С. 55–60.
7. Калмыков М.А. Вибрационные станки, их классификация / М.А. Калмыков, Г.Ю. Бурлакова, Д.В. Молчанов // Вібрації в техніці і технологіях. – Вінниця. – 2010. – №3. – С. 24-31.
8. Патент 94263 UA, МПК А41Н 41/00 В29С 55/00. Установка для просторового віброформування об'ємних деталей головних уборів / Химич Г. М., Кущевський М.О. – № u2014 04199. Заявлено 18.04.2014; Опубліковано 10.11.2014, Бюл. №21.
9. Патлашенко О.А. Матеріалознавство швейного виробництва: Навч. пос / О.А. Патлашенко – К.: Арістей, 2007. – 288 с.
10. Лазур К.Р. Швейне матеріалознавство: Підручник / К.Р. Лазур. – Львів: Світ, 2003. – 240 с.
11. Буханцова Л.В. Морфологічні типи голови як вихідні дані для проектування жіночих головних уборів / Л.В. Буханцова, О.П. Стрижова, М.О. Кущевський // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – № 1. – С. 123–126.
12. Юферова Л. В. Разработка методов оценки и исследование формоустойчивости эластичных камвольных тканей: дисс... канд. техн. наук: 05.19.01 /Юферова Лилия Васильевна. – Кострома, 2005. – 170 с.
13. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / Тихомиров В.Б. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 262 с.