

УДК: 687-83

**М.В.ВОЙТЮК**, аспірант  
(Хмельницький національний університет)

## Дослідження формування головок головних уборів гідро-вакуумно-пульсуючим способом

Выполнено исследование процесса формирования из костюмных тканей головок головных уборов гидро-вакуумно-пульсирующим способом. Проанализированы два варианта действий формовочного усилия: синхронное и асинхронное. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено качество формирования и преимущества использования синхронного вида действия.

**Ключевые слова:** жидкотно-активная рабочая среда (ЖАРС), вакуумное разрежение, давление ЖАРС, головка головного убора, формирование.

In the article a study of the process of formation of heads hats hydro-vacuum-pulse method for suiting fabrics. Analyzed two options moulding efforts: synchronous and asynchronous. As a result of the carried out experimental researches it was found the quality of the formation and advantages of the use of simultaneous action.

**Keywords:** liquid-active medium (LAM), the vacuum, pressure LAM, the head of the headress, formation.

**Вступ.** Проведений аналіз [1-3] нетрадиційних способів формування дав змогу розробити нову перспективну технологію формування «змінними тисками» головок головних уборів з використанням тиску РАРС, вакуумного розрідження та їхньої пульсуючої дії. Технологія базується на шести способах із статичним та динамічним видом навантаження. В роботі [1] запропоновано новий перспективний гідро-вакуумно-пульсуючий спосіб формування головок головних уборів з тканин в рідинно-активному робочу середовищі (ЖАРС). В гідро-вакуумно-пульсуючому способі для досягнення динамічного навантаження на поверхню тканини задається пульсуюча дія тиску РАРС  $\Delta P_p$  ( $\nu_p$ ) та вакуумного розрідження з певною частотою  $\Delta P_v$  ( $\nu_v$ ). Внаслідок заданих навантажень відбувається перепад тиску в камері, що призводить до утворення гідроударів на поверхню формувального елемента з тканиною, які дорівнюють 2 % від величини тиску РАРС  $P$  та вакуумного розрідження  $V$ .

Для реалізації запропонованих рішень розроблено універсальну установку та технологічну послідовність, яка дає можливість скоротити кількість операцій для розробленої технології «змінних тисків» [4].

Даний спосіб формування завдяки силовій дії дає змогу збільшити вологовміст та призводить до пластифікації волокон, що в комплексі забезпечує покращення деформаційних властивостей матеріалу. Це відбувається внаслідок використання РАРС та природи створеного формувального зусилля. У цьому випадку РАРС виступає водночас, як пластифікатор і джерело динамічного навантаження, рівномірно розподілене по всьому об'єму камери і, відповідно, по площині тканини. Слід зазначити, що процес формування є складним і потребує дослідження.

**Постановка завдання.** Дослідження процесу формування гідро-вакуумно-пульсуючим способом слід провадити завдяки експериментальним дослідженням, внаслідок чого можна буде визначити вплив вибраних вхідних параметрів на якість відформованої головки головного убора.

**Результати.** Гідро-вакуумно-пульсуючий спосіб базується на двох варіантах силової дії:

- ◆ **Перший (синхронний):** з одночасною пульсуючою дією тиску РАРС та вакуумного розрідження (рис. 1, а)
- ◆ **Другий (асинхронний):** зі зміщеною пульсуючою дією тиску РАРС щодо вакуумного розрідження (рис. 1, б)



Рис. 1 – Осцилограми дії гідро-вакуумно-пульсуючого способу формування:

**а** – з синхронною пульсуючою дією тиску РАРС та вакуумного розрідження;

**б** – з асинхронною пульсуючою дією тиску РАРС та вакуумного розрідження;

**P** – тиск РАРС;  $\Delta P_p$  ( $\nu_p$ ) частота пульсації тиску РАРС;

**V** – вакуумне розрідження;  $\Delta P_v$  ( $\nu_v$ ), – частота пульсації вакуумного розрідження.

Синхронна дія факторів в процесі формування головки головного убора (рис. 1, а) полягає в тому, що зверху на формувальний елемент з тканиною діє сталий тиск РАРС  $P$ , а знизу одночасно діє вакуумне розрідження  $V$ . При цьому водночас задаються зворотно-поступальні рухи з певною частотою зверху – тиск РАРС, та знизу – вакуумне розрідження.

Асинхронна дія факторів під час формування (рис. 1, б) відрізняється від синхронної тим, що по чергово задаються зворотно-поступальні рухи з певною частотою зверху тиску РАРС, а знизу – вакуумного розрідження. При цьому пульсація тиску зверху і вакуумного розрідження знизу зміщені за фазою коливань.

Для дослідження якості процесу формування вхідними факторами для гідро-вакуумно-пульсуючого способу є тиск РАРС  $P$  в межах 0,1-0,3 МПа, з інтервалом варіювання 0,059 МПа, частота пульсації тиску РАРС  $\Delta P_p$  ( $\nu_p$ ) в межах 4-8 Гц, з інтервалом варіювання 1,189 Гц та частота пульсації вакуумного розрідження  $\Delta P_v$  ( $\nu_v$ ) в межах 4-8 Гц, з інтервалом варіювання 0,189 Гц.

Формування відбувалося за таких фіксованих параметрів:

- Вакуумне розрідження в системі  $V = 0,093$  МПа
- Час формування деталі  $t = 1,08$  хв

Як параметр оптимізації застосовували коефіцієнт формостійкості  $Kф$ , за умови  $Kф < 0,2$ . При цьому якість процесу є відмінною. Оцінювання якості провадили фото-розрахунковим методом [5].

Внаслідок статистичної обробки даних експерименту встановлено, що дисперсії спостережень у разі рототабельного планування є однорідними, а математичні моделі є адекватні (табл.1). Відповідно до вагомості коефіцієнтів регресії та значень параметрів гідро-вакуумно-пульсуючого способу отримані рівняння приймають натуральний вигляд, який представлено в табл. 1.

ТАБЛИЦЯ 1 – Результати статистичної обробки експериментальних даних

Назва та призначення тканини	Варіант дії гідро-вакуумно-пульсуючого способу	Математична модель процесу формування і рівняння в натуральному вигляді
«Ангара» костюмна	Синхронна	$K_{\phi} = 0,004 - 0,0003x_1 + 0,0003x_1x_2 - 0,0005x_1x_3 - 0,0005x_2^2 + 0,0002x_3^2$ $K_{\phi} = -0,03 + 0,05P + 0,005Pv_p - 0,0003v_pv_v + 0,0004v_p^2 + 0,0001v_v^2$
	Асинхронна	$K_{\phi} = 0,003 + 0,0002x_2 - 0,001x_3 - 0,0003x_1x_2 - 0,0006x_1x_3 + 0,00004x_2x_3 + 0,0003x_1^2$ $K_{\phi} = -0,03 + 0,003v_p + 0,004v_v - 0,005Pv_p - 0,009Pv_v + 0,0003v_pv_v + 0,08P^2$
«Персей» костюмна	Синхронна	$K_{\phi} = 0,002 - 0,00005x_1 + 0,0003x_3 + 0,0003x_1x_2 - 0,0004x_1x_3 + 0,002x_2x_3 - 0,0003x_1^2 + 0,0003x_2^2$ $K_{\phi} = -0,07 + 0,1P + 0,01v_p + 0,006Pv_p - 0,005Pv_v - 0,001v_pv_v - 0,08P^2 + 0,0002v_p^2$
	Асинхронна	$K_{\phi} = 0,002 + 0,0003x_1 + 0,00009x_2 - 0,0002x_1x_2 + 0,0002x_1x_3 + 0,0002x_2x_3 - 0,0002x_1^2 - 0,00008x_2^2 + 0,00005x_3^2$ $K_{\phi} = 0,01 + 0,04P + 0,002v_p - 0,003Pv_p + 0,002Pv_v + 0,0002v_pv_v - 0,06P^2 - 0,00006v_p^2 + 0,00003v_v^2$

У разі використання синхронної дії в процесі формування костюмної тканини «Ангара» ступінь впливу факторів на якість формування є таким:

$$P > v_p > v_v \quad (1)$$

Тобто, найбільш відчутний вплив на якість формування здійснює тиск РАРС  $P$ , менш відчутний – частота пульсації тиску РАРС  $v_p$ , а менше всього – частота пульсації вакуумного розрідження  $v_v$ . Під час асинхронного виду дії в процесі формування дія факторів є такою:

$$P > v_v > v_p \quad (2)$$

Наведена послідовність впливу вихідних факторів дає змогу стверджувати вагомість впливу тиску РАРС  $P$ , менш вагомим є вплив частоти пульсації вакуумного розрідження  $v_v$ , а невагомим – вплив частоти пульсації тиску РАРС  $v_p$ . Для тканини «Персей» є однаковим вплив факторів під час формування (як синхронним, так і асинхронним видом дії на якість головки головного убору).

Ступінь впливу факторів має такий вигляд:

$$P > v_p > v_v \quad (3)$$

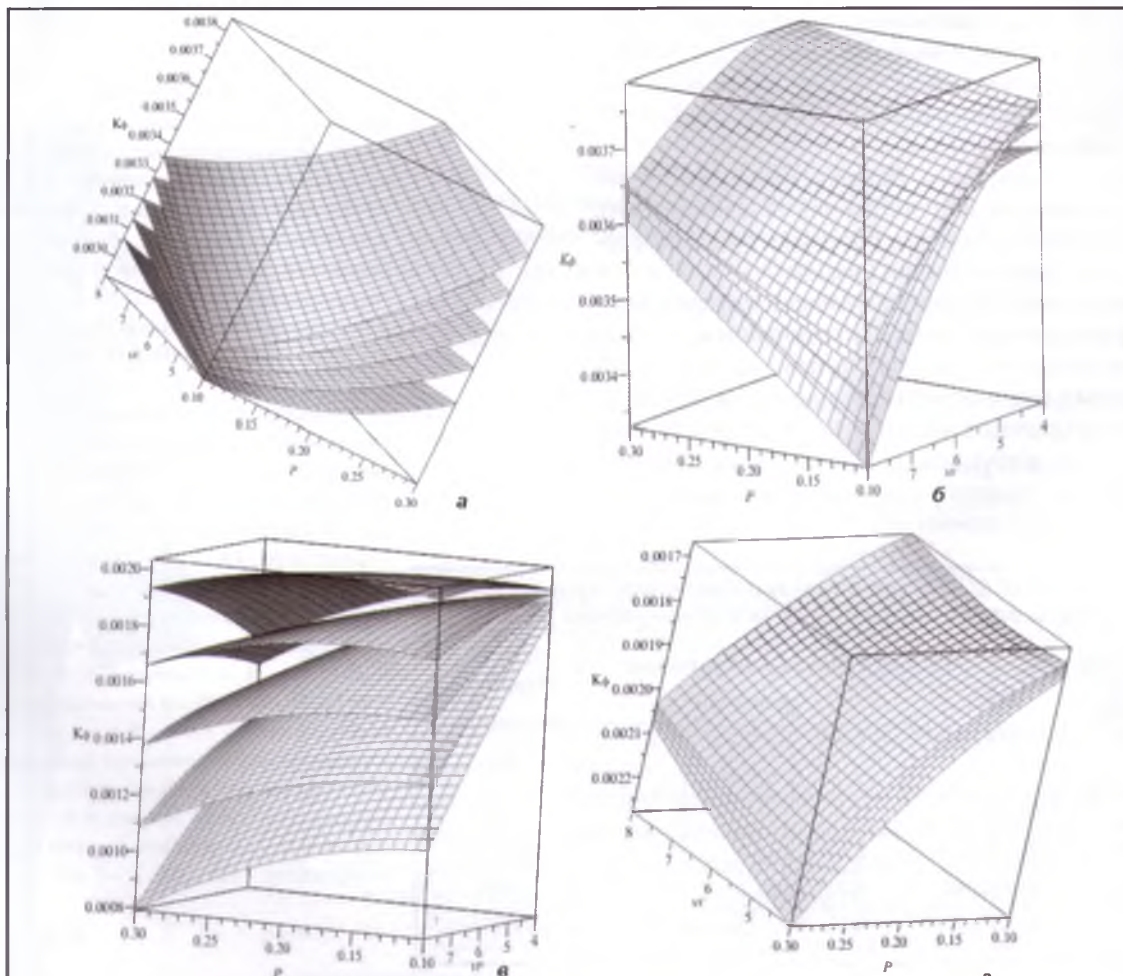


Рис. 2 – Динаміка зміни поверхонь відгуку для гідро-вакуумно-пульсуючого способу формування головки головного убору:  
а, б – тканина «Ангара», в, г – тканина «Персей»;  
а, в – синхронний варіант дії; б, г – асинхронний варіант дії.

Наведена послідовність впливу факторів на процес формування вказує на вагомість тиску РАРС  $P$ , як його постійної дії, так і пульсуючої  $\nu_P$ , та незначимість пульсації вакуумного розрідження  $\nu_V$ .

Перетворення математичної моделі процесу гідро-вакуумно-пульсуючого формування на канонічний вигляд та побудова поверхонь відгуку дає можливість одержати наочну уяву про закономірності зміни параметрів оптимізації.

Приклад графічного зображення поверхонь відгуку для тканини костюмної групи з фіксацією незначимого фактора на кожному з його рівнів варіювання див. на рис. 2.

Аналізуючи отримані математичні моделі та графічні залежності, можна дійти висновку, що вибрані параметри оптимізації не можуть бути представлені у вигляді аналітичної залежності один від одного, тому доцільно визначити загальні оптимальні значення факторів  $P$ ,  $\nu_P$ ,  $\nu_V$  для кожної тканини, як їхнє середнє квадратичне значення (табл. 2).

Аналіз отриманих результатів експериментальних досліджень дає змогу стверджувати, що для обох тканин вагомим фактором є тиск РАРС, оскільки, даний фактор забезпечує основне зусилля в процесі формування на тканину. Внаслідок цього відбувається рух системи ниток в тканині (розрідження та ущільнення, відповідно до конфігурації формувального елемента) під час формування.

Відповідно до проведеного аналізу значень  $K_f$  для головки головного убору, спостерігається тенденція зниження якості відформованих головок за відповідного збільшення коефіцієнта формостійкості. Слід відмітити, що в тканині «Ангара» використовують кручену, більш упорядковану пряжу, яка під час деформування намагається повернутися в початкове положення, що обумовлюється її пружністю, рівномірністю й міцністю. Таким чином, тканини з крученої пражі мають меншу здатність до формування, ніж тканина «Персей» з одиночної пражі, про що свідчать результати експерименту.

Ефективність формування гідро-вакуумно-пульсуючим способом двома видами дії (синхронним та асинхронним), визначено завдяки дослідженню показника якості відформованих головок для двох тканин (рис. 3).

Слід зазначити, що найкраща відповідність форми головки формувального елемента спостерігається у разі застосування синхронного виду дії. Це пояснюється тим, що використовується водночас пульсуюча дія тиску РАРС  $\nu_P$  та вакуумного розрідження з частотою  $\nu_V$ . В результаті заданих навантажень відбувається перепад тиску в камері, що призводить до утворення одночасних гідроударів, а не почергових, як за асинхронної дії.



Рис. 3 – Зміна показника  $K_f$  для тканин костюмної групи під час формування різними видами дії (синхронним та асинхронним):  
■ – «Персей»; ■ – «Ангара».

Тобто, тканина найкраще розподіляється по поверхні формувального елемента та набуває його контуру під дією значного зусилля.

### ВИСНОВКИ

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що краще формування гідро-вакуумно-пульсуючим способом відбувається у разі використання синхронної дії впливу, бо присутня подвійна дія формувального зусилля – тобто його збільшення, що сприяє підвищенню якості відформованої головки головного убору.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Батаровська М. В. Розширення технологічних можливостей формування деталей головних уборів за рахунок використання нової технології / М.В. Батаровська, М.О. Куцєвський // Легка промисловість, науковий журнал. – Київ, 2012. – № 4. – С. 40-42.
2. Батаровська М. В. Удосконалення процесу формування деталей головних уборів об'ємної форми / М.В. Батаровська, М.О. Куцєвський, Ю.В. Кошево // Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ» – Луцьк, 2011. – № 34. – С. 17-20.
3. Батаровська М. В. Дослідження впливу різних видів навантаження на тканину при формуванні об'ємних деталей головних уборів / М.В. Батаровська, М.О. Куцєвський // Легка та текстильна промисловість: Сучасний стан та перспективи: всеукр. наук. – практ. конф., 29-31 жовт. 2012 г. : тези доп. – Херсон, 2012. – С. 130.
4. Войтюк М. В. Універсальна установка для реалізації процесу формування технологією «змінних тисків» / М. В. Войтюк, М. О. Куцєвський, Ю. В. Кошево, И. О. Сідлецький // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 5. – С. 129 – 133.
5. Войтюк М. В. Автоматизація фото-розрахункового методу оцінки якості об'ємно-просторової форми головних уборів / М. В. Войтюк, М. О. Куцєвський, О. П. Войтюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 2. – С. 127 – 133.

Одержано 29.08.2013

ТАБЛИЦЯ 2 – Оптимальні значення факторів гідро-вакуумно-пульсуючого формування  $P$ ,  $\nu_P$ ,  $\nu_V$

Назва та призначення тканини	Вид формування	Оптимальні значення факторів			Параметр оптимізації $K_f$
		$P$ , МПа ( $x_1$ )	$\nu_P$ , Гц ( $x_2$ )	$\nu_V$ , Гц ( $x_3$ )	
«Ангара» костюмна	Синхронне	0,1	7	4	0,0029
	Асинхронне	0,1	5	8	0,0033
«Персей» костюмна	Синхронне	0,3	8	7	0,001
	Асинхронне	0,3	8	4	0,0021