

УДК 687.1

**ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ СИЛОВОГО ПОЛЯ ПРИ ФОРМУВАННІ
ОБ'ЄМНИХ ДЕТАЛЕЙ ОДЯГУ ГІДРОСТРУМІННИМ СПОСОБОМ**

О.В. ПОПОВИЧ, Д.В. ПРИБЕГА, М.О. КУЩЕВСЬКИЙ

Хмельницький національний університет

Авторами розглянуто теоретичні передумови формування об'ємних деталей одягу гідрострумінним способом, враховуючи ступінь впливу складових силового поля на якість процесу формування

Одним із перспективних технологічних процесів формування об'ємних деталей одягу є гідрострумінний спосіб формування. У даному випадку основною складовою формуючого силового поля є керований затоплений гідрострумінь, який дискретно переміщується у фронтальній січній площині перфорованого формуючого елемента та повторює його напівконтур. Крім динамічного тиску гідроструменя на тканину зразка діє ряд навантажень, що виникають в наслідок обертання формуючого елемента навколо своєї осі та тиском водяного шару. Однак, залишаються невідомими величина та ступінь впливу кожного з перерахованих навантажень на продуктивність та якість процесу формування.

Об'єкти та методи дослідження

Враховуючи технологічні ділянки зразка, що обробляються гідроструменем, можна запропонувати такі два варіанти формування:

- притискання тканини до поверхні формуючого елемента;
- розтягання тканини вздовж поверхні формуючого елемента.

Для кожного з вказаних варіантів визначені умови, які враховують характер дії навантажень при різних величинах кута, утвореного поверхнею зразка та віссю струменя. Але дослідження силового поля є неповним, оскільки результати не відображають ступінь впливу кожного з його складових на процес формування для певних ділянок формуючого елемента.

Постановка завдання

Для повноти вивчення процесу, що розглядається, необхідно визначити ступінь фізичного впливу окремих параметрів на процес формування. Відтак метою даної роботи є теоретичне обґрунтування доцільності розрахунку вагомих складових силового поля при гідрострумінному формуванні.

Результати та їх обговорення

На ділянках зразка, де формування забезпечується притисканням тканини до формуючого елемента, достатньо виконати таку умову:

$$\bar{P}_{стр.} \gg \bar{F}_\epsilon^{(1)} - \bar{P}_\epsilon, \quad (1)$$

де $\bar{P}_{стр.}$ – динамічний тиск струменя на поверхню зразка, Па;

$\bar{F}_\epsilon^{(1)}$ – відцентрова сила, прикладена до одиниці площі тканини зразка Па;

\bar{P}_ϵ – тиск водяного шару на поверхню зразка, Па.

Розглянемо дію затопленого струменя на деяку точку A , що обрана довільно на поверхні зразка деталі, яка формується. Знайдемо вираз для визначення динамічного тиску $\bar{P}_{стр.}$, з яким затоплений гідрострумін діє на поверхню зразка. Аналізуючи частину струменя між перерізами 1 і 2 (рис.1), згідно [1-3] отримаємо такий вираз:

$$\bar{P}_{стр.} = \frac{\rho \cdot (\vec{V}_1 - \vec{V}_2)^2}{2}, \quad (2)$$

де $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина води при н.у.;

\vec{V}_1 і \vec{V}_2 – швидкості рідини в перерізах 1 і 2, м/с (рис. 1)

Згідно [1-3] отримаємо:

$$P_{стр.} = \frac{V_{стр.}^2 \cdot \sin \alpha \cdot 10^3}{2}, \quad (3)$$

де $V_{стр.}$ – швидкість струменя, м/с.

Запишемо вираз (3), з урахуванням підтоплення струменя та перерізу струменеформуючого насадка:

$$P_{стр.} = \frac{V_{стр.}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \mu_{п.н.} \cdot 10^3}{2}, \quad (4)$$

де $\mu_{п.н.}$ – коефіцієнт витрат підтопленого насадка. $\mu_{п.н.} = K \cdot \mu_{нас.}$;

$K = 0,8$ – коефіцієнт підтоплення [4], який враховує витрати внаслідок внутрішнього тертя струменя в рідині;

$\mu_{нас.}$ – коефіцієнт витрат, що враховує переріз кінця насадка.

В нашому випадку наведена довжина є сталою величиною для всіх сопел [4],

$$\bar{L} = \frac{L}{d_{нас.}} = \frac{10d_{нас.}}{d_{нас.}} = const, \quad (5)$$

де L – довжина конічної частини насадка, м;

$d_{нас.}$ – вихідний діаметр насадка, м.

Тоді, для конічного насадка зі звуженням $\mu_{нас.} = 0,896 = const$ [5].

Врахувавши значення $\mu_{нас.}$, отримаємо:

$$P_{стр.} = 0,36 \cdot V_{стр.}^2 \cdot \sin \alpha \cdot 10^3. \quad (6)$$

Оскільки, в нашому випадку, струмін діє по нормалі до поверхні зразка ($\alpha = 90^\circ$), то вираз (6) отримає наступний вигляд:

$$P_{стр.} = 0,36 \cdot V_{стр.}^2 \cdot 10^3. \quad (7)$$

Для визначення величини відцентрової сили, що прикладена до одиниці площі зразка, розглянемо рух т. A , що обрана довільно на його поверхні (рис.2).

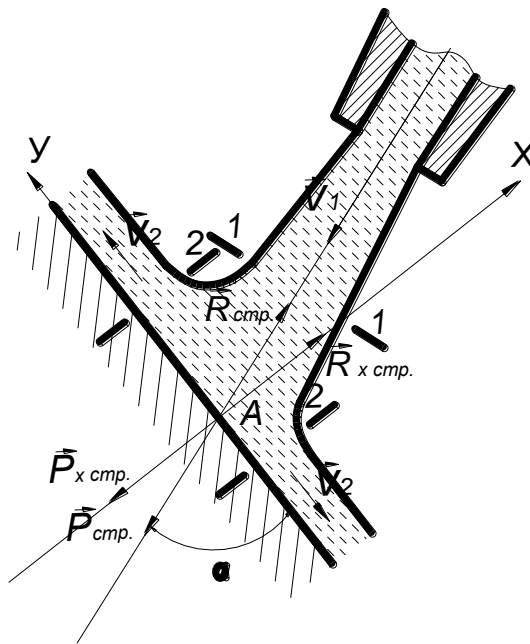


Рис. 1. Схема дії струменю на поверхню зразка:

1, 2 – перерізи ділянок струменя; $\vec{P}_{стр.}$ – динамічний тиск струменя на поверхню зразка; $\vec{R}_{стр.}$ – реакція поверхні зразка на тиск струменя; $\vec{P}_{х стр.}$ – проекція тиску струменя, спроектована на вісь Ax; $\vec{R}_{х стр.}$ – проекція реакції поверхні зразка, спроектована на вісь Ax; \vec{V}_1 і \vec{V}_2 – швидкості рідини в перерізах 1 і 2; α – кут, утворений поверхнею зразка з віссю струменя, град; Axу – рухома система координат

Оскільки, динамічний тиск струменю являється навантаженням, що враховує величину площі перерізу насадка, тоді доцільно визначати відцентрову силу, що прикладена до одиниці площі зразка [6], Па:

$$F_{\epsilon}^{(1)} = m_{(1)} \cdot \omega^2 \cdot r, \quad (8)$$

де $m_{(1)}$ – питома вага тканини зразка (поверхнева щільність тканини), кг/м²;

ω^2 – кутова швидкість вала, с⁻¹;

r – радіус обертання т. А, м.

Знайдемо кутову швидкість вала [7]:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (9)$$

де n – частота обертання вала з закріпленим на ньому формуючим елементом та зразком, об/хв.

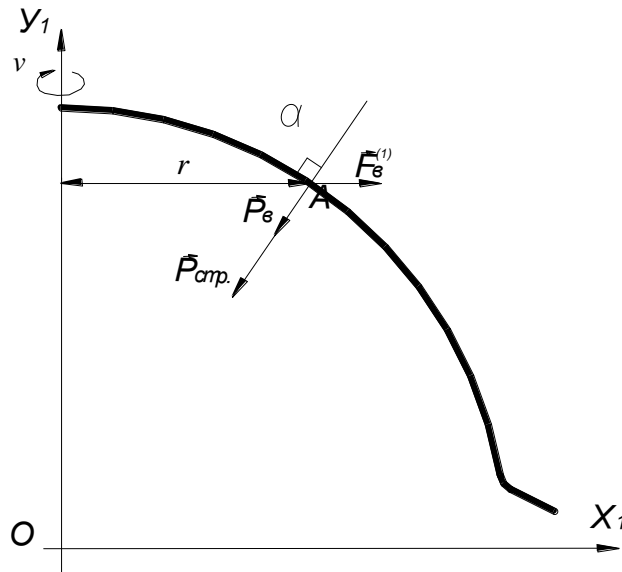


Рис. 2. Схема дії сил на поверхню зразка, прикладених в т. А:

$\vec{F}_\epsilon^{(1)}$ - відцентрова сила, що прикладена до одиниці площі зразка; \vec{P}_ϵ - тиск водяного шару на поверхню тканини; $\vec{P}_{стр.}$ - динамічний тиск струменя на поверхню зразка; r - радіус обертання т. А; α - кут, що утворюється поверхнею зразка та віссю струменя, град.; ω - швидкість обертання вала; Ox_1y_1 - рухома система координат

Підставляємо у формулу (7) вираз (8), знаходимо таке:

$$F_\epsilon^{(1)} = 0,011m_{(1)} \cdot r \cdot n^2. \quad (10)$$

Останньою складовою силового поля, при виконанні першої умови формування, є тиск водяного шару на поверхню зразка [6], а саме:

$$P_\epsilon = \rho \cdot g \cdot h + P_{атм.}, \quad (11)$$

де, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння [6];

$h = 0,13 \text{ м} = \text{const}$ - висота водяного шару;

$P_{атм.} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ - атмосферний тиск.

Підставляємо у вираз (10) значення вхідних величин та отримуємо – $P_\epsilon = 10,13 \cdot 10^4 \text{ Па}$.

Отже, перетворивши вираз (1) згідно залежностей (7), (10) та (11), отримаємо нерівність, виконання якої забезпечить притискання тканини зразка до поверхні формуючого елемента, а саме:

$$0,36V_{стр.}^2 \cdot 10^3 \gg 0,011m_{(1)} \cdot r \cdot n^2 - 10,13 \cdot 10^4. \quad (12)$$

Для надання тканині деформації розтягання необхідне виконання другої умови формування, в залежності від обробки певних технологічних ділянок формуючого елемента затопленим гідроструменем:

$$\vec{P}_{стр.} \gg \vec{F}_\epsilon^{(1)} + \vec{\sigma}_p - \vec{P}_\epsilon, \quad (13)$$

де $\vec{\sigma}_p$ - напруження розтягання нитки, Па.

Після перетворення вираз (13) набуває такого вигляду:

$$0,36V_{стр.}^2 \cdot \sin \alpha \cdot 10^3 \gg 0,011m_{(1)} \cdot r \cdot n^2 + \vec{\sigma}_p - 10,13 \cdot 10^4. \quad (14)$$

Оскільки властивості тканини змінюються в наслідок змочування [8-11], то аналітично визначити напруження розтягання нитки $\vec{\sigma}_p$ складно. Тому, для визначення оптимальної величини динамічного тиску струменя на поверхню зразка $\vec{P}_{стр.}$ для характерних технологічних ділянок необхідно провести ряд експериментальних досліджень.

Висновки

Авторами статті визначено фізичний характер складових силового поля при двох основних варіантах формування, наведені розрахункові формули наступних вагомих факторів, а саме:

- динамічний тиск струменя на поверхню зразка;
- відцентрова сила, що прикладена до одиниці площі тканини зразка;
- тиск водяного шару на поверхню зразка.

Теоретичні дослідження складових силового поля при формуванні об'ємних деталей швейних виробів гідроструминним способом обумовлюють проведення ряду експериментів для визначення оптимальної величини динамічного тиску струменя на поверхню зразка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: [учебник для вузов] / Тарг С.М. – [10-е изд., перераб. и доп.] – М.: Высшая школа., 1986. – 416 с.
2. Вакина В.В. Машиностроительная гидравлика. Примеры расчетов / Вакина В.В., Денисенко И.Д., Столяров А.Л. – К.: Вища школа, 1987. – 208 с.
3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: [учебник для машиностроительных вузов] /Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – [2-е изд., перераб] – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
4. Назарчук М.М., Панченко В.Н. Ограниченные струи: Монография. – К.: Наукова думка, 1981. – 212 с.
5. Справочник по гидравлике / [под ред. В.А. Большакова] – К.: Вища школа, 1977. – 280 с.
6. Справочник по физике / [под ред. Б.М. Яворского и А.А. Детлафа] – М.: Наука, 1964. – 847с.
7. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
8. Стельмашенко В.И., Розаренова Т.В. Материаловедение швейного производства [учебник для вузов] – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 224 с.
9. Сухарев М.И. Материаловедение[учебное пособие для студентов вузов текстильной промышленности] – М.: Легкая индустрия, 1973. – 265 с.
10. Модестова Т.А., Флерова Л.Н., Бузов Б.А. Материаловедение швейного производства – М.: Легкая индустрия, 1969. – 472 с.
11. Бузов Б.А. и др. Материаловедение швейного производства / Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. – [4-е изд., перераб. И доп.] – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.

Надійшла 30.10.2009