

УДК 677

**РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОГО ПОТОКУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА
ДЛЯ ЯКІСНОГО ФОРМУВАННЯ ГОЛОВКИ ГОЛОВНОГО УБОРУ**

М.О. КУЩЕВСЬКИЙ

Хмельницький національний університет

В процесі формування об'ємних деталей головних уборів відбувається проходження робочого середовища (РАРС) скрізь заготовку тканини, в результаті чого забезпечується відповідність форми об'ємної деталі головного убору формі формувального елемента. Проходження РАРС характеризується витратами його потоку. В гідравліці відомо [1], що витрати потоку рідини Q визначаються за формулою:

$$Q = \mu S \sqrt{\frac{2P_{\Sigma}}{\rho}} = \mu S \sqrt{2gH}, \quad (1)$$

де, Q – витрати потоку робочого середовища (РАРС), м³/с;

μ – коефіцієнт витрат для тканини, безрозмірний;

S – площа тканини, м²;

ρ – густина води, кг/м³, $\rho = 1000$ кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с², $g = 9,81$ м/с²;

H – напір, м ($H = \frac{P_{\Sigma}}{\rho g}$);

P_{Σ} – сумарний тиск, МПа.

Коефіцієнт витрат μ для тканини залежить від гідравлічного опору, який створює даний конкретний вид тканини. Визначається лише експериментально і практично не залежить від режимів руху рідини. Природа гідравлічного опору полягає в наявності сил тертя, які виникають як між рухомою рідиною і тканиною так і між шарами рідини. Гідравлічний опір оцінюється величиною втраченого напору H або тиску P , що виражає собою ту частину питомої енергії потоку, яка не зворотно тратиться на роботу сил опору. Коефіцієнт витрат μ для тканини визначається за формулою (2) із формули (1).

$$\mu = \frac{Q'}{S} \sqrt{\frac{\rho}{2P_{\Sigma}}} = \frac{Q'}{S} \cdot \frac{1}{\sqrt{2gH}}, \quad (2)$$

де Q' – витрати потоку робочого середовища (РАРС), м³/с. Визначаються на основі експериментальних досліджень, та розраховується за формулою:

$$Q' = \frac{W'}{t}, \quad (3)$$

де W' – об'єм РАРС, м³. Заміряється мірним об'ємом при експериментальних дослідженнях;

t – час, с. Заміряється при експериментальних дослідженнях.

Оскільки, величина об'єму W' залежить від площі тканини S через яку протікає РАРС то для показників характеристики тканини доцільно ввести поняття відносного об'єму РАРС (води) \bar{W} до одиниці площі тканини, за формулою:

$$\bar{W} = \frac{Q \cdot t}{S}, \quad (4)$$

де \bar{W} – відносний об'єм РАРС, м³/м²; t – час формування, с.

Для визначення повного об'єму РАРС W в технологічному процесі розраховуємо за формулою:

$$W = \bar{W} \cdot S. \quad (5)$$

Процес формування відбувається за рахунок потоку рідини (РАРС). Потік рідини – нерозривний рух маси рідини, обмеженої системою поверхонь твердих тіл або поверхонь дотику рідких та газоподібних тіл. У залежності від властивостей рідини, геометрії потоку та його швидкісних параметрів виділяють два режими руху рідини:

– ламінарний – впорядкований рух рідини, при якому вона рухається шарами, паралельними до напрямку течії;

– турбулентний – рух, що супроводжується утворенням вихорів.

Визначення режиму руху води через тканинну (мембрану), як відомо із гідравліки [1, 2] визначається за допомогою числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{V_{сер} \cdot D}{\nu}, \quad (6)$$

де $Re_{кр} = 2300$ – критичне значення числа Рейнольдса [1];

$V_{сер}$ – середня швидкість руху рідини через тканину, м/с;

ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості води при $T = 20^\circ\text{C}$, $\nu = 10^{-6}$ м²/с;

D – гідравлічний діаметр тканинної мембрани, м.

Визначається як:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S_{пер} = S \bar{R} \Rightarrow D = 2 \sqrt{\frac{S \bar{R}}{\pi}}, \quad (7)$$

де π – математична константа, $\pi = 3,14$;

\bar{R} – пористість тканини, [3]:

$$\bar{R} = \frac{R}{100\%}, \quad (8)$$

де R – загальна пористість тканини, %. $R = 0 \div 100\%$. Загальна пористість розраховується за формулою (1.1).

Для встановлення середньої швидкості руху РАРС $V_{сер}$ через тканину використовуємо формулу:

$$V_{сер} = \frac{Q}{S}. \quad (9)$$

При малих значеннях числа Рейнольдса добуток характерної для течії швидкості проходження на характерні розміри перешкод, малий в порівнянні із в'язкістю. Тому завдяки в'язкості течія зберігає впорядковану структуру. При великих значеннях числа Рейнольдса рух рідини стає турбулентним. Турбулентна течія має місце, коли число Re більше від критичного значення: $Re > Re_{кр}$ (турбулентний режим). Для випадку течії води в круглій трубі $Re_{кр} = 2300$. Ламінарна течія спостерігається в дуже в'язких рідинах або за малої швидкості, а також при повільному обтіканні дуже в'язкою рідиною тіл малих розмірів, і у випадку якщо витримується співвідношення: $Re < Re_{кр}$ (ламінарний режим). Зі збільшенням швидкості руху рідини (газу) ламінарна

течія переходить у турбулентну [2].

В таблиці 1 приведені значення числа Рейнольдса розрахованого для потоків робочого середовища при різних способах формування, а в таблиці 2 значення витрат потоку РАРС і відносного об'єму води.

Таблиця 1 – Розраховане число Рейнольдса Re при дії тиску РАРС для досліджуваних тканин

Тканина	Re_1	Re_2	Re_3	Re_4	Re_5
Фредерік	800,89	724,43	638,89	539,96	418,25
Ангара	747,84	676,45	596,57	504,20	390,55
Магеллан	797,41	721,28	636,11	537,61	416,43
Меркурій	772,42	698,68	616,18	520,77	403,38
Персей	1038,04	938,94	828,07	699,85	542,10
Соната	963,86	871,84	768,89	649,83	503,36
Мартіна	772,42	698,68	616,18	520,77	403,38
Моніка	797,41	721,28	636,11	537,61	416,43
Кармен	737,63	667,22	588,43	497,31	385,22
8089	774,03	700,14	617,46	521,85	404,22

При різних способах формування при використанні вакуумно-рідинної технології виготовлення головок головних уборів. В результаті аналізу приведених значень виконується умова для турбулентної течії, саме тому розраховано коефіцієнт опору тканини μ за формулою (2) та представлено в таблиці 2 витрати потоку рідини Q за формулою (1) та відносний об'єм РАРС \bar{W} м³/м² за формулою (4) результати приведені в таблиці 1 для гідромеханічного способу формування головок головних уборів.

Таблиця 2 – Розраховані значення витрат потоку РАРС Q та відносного об'єму води \bar{W} при дії тиску РАРС для досліджуваних тканин

Тканини	P_{Σ} , МПа	Q м ³ /с	t , с	\bar{W} м ³ /м ²	t , с	\bar{W} м ³ /м ²	t , с	\bar{W} м ³ /м ²	t , с	\bar{W} м ³ /м ²	t , с	\bar{W} м ³ /м ²				
Фредерік	0,214	7,45E-05	40	4,66E-01	65	7,57E-01	90	5,03E-05	115	1,05E+00	140	1,63E+00				
Ангара												4,35E-01	7,07E-01	4,69E-05	9,79E-01	1,52E+00
Магеллан												4,64E-01	7,54E-01	5,00E-05	1,04E+00	1,62E+00
Меркурій												4,49E-01	7,30E-01	4,85E-05	1,01E+00	1,57E+00
Персей												6,04E-01	9,81E-01	6,51E-05	1,36E+00	2,11E+00
Соната	0,135	8,97E-05	40	5,61E-01	65	9,11E-01	90	6,05E-05	115	1,26E+00	140	1,96E+00				
Мартіна												4,49E-01	7,30E-01	4,85E-05	1,01E+00	1,57E+00
Моніка												4,64E-01	7,54E-01	5,00E-05	1,04E+00	1,62E+00
Кармен												4,29E-01	6,97E-01	4,63E-05	9,65E-01	1,50E+00
8089												4,50E-01	7,32E-01	4,86E-05	1,01E+00	1,58E+00

Для визначення формувальної здатності текстильних матеріалів, визначено масопереніс робочого середовища через тканину в реальних умовах формування, котрі відповідають умовам проведення одно факторних експериментів, що складають гідровакуумну технологію формування об'ємних деталей головних уборів. Меншому значенню масопереносу тканини відповідає краща формувальна їх здатність. Тобто такі характеристики як значення витрат потоку води та відносного об'єму води можуть бути використані як показники якості відформованих деталей головних уборів при використанні гідровакуумної технології.

Література

1. Чугаев Р. Р. Гидравлика: Учеб. для вузов / Р. Р. Чугаев. – Л. : «Энергия», 1975. – 600 с. с ил.
2. Щелкачев В.Н., Лапук Б.Б. Подземная гидравлика. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 736 стр.
3. Бузов Б.А. Материаловедение швейного производства / Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. – М. : Легпромбытиздат, 1986. – 424 с.