

УДК 687.1

О.В. Якимчук, аспір.
 І.О. Сідлецький, к.т.н., доц.
 М.О. Кушевський, к.т.н., доц.
 Хмельницький національний університет

**ПРО ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАСАДКІВ
 ДЛЯ ЗАТОПЛЕНИХ ГІДРОСТРУМЕНІВ
 НА ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄМНИХ ДЕТАЛЕЙ ГОЛОВНИХ УБОРІВ**

Авторами наведено методику розрахунку геометричних параметрів струменеформуючих насадків та утворених ними затоплених гідроструменів, а також визначено їх оптимальні параметри експериментальним шляхом при гідрострумінному формуванні об'ємних деталей головних уборів.

Вступ. Останнім часом науковцями здійснюється пошук в області альтернативних технологій формування деталей головних уборів об'ємної форми із тканих матеріалів. При цьому необхідним є пластифікація тканини та дія на неї механічного зусилля. В рамках вирішення даного питання на кафедрі технології та конструювання швейних виробів Хмельницького національного університету розроблено принципово новий спосіб формування деталей головних уборів об'ємної форми із застосуванням дії затопленого гідроструменя.

Аналіз досліджень. У праці [1] авторами проведено аналіз діючих навантажень на тканину зразка при формуванні гідрострумінним способом та обґрунтовано вибір двох раціональних варіантів формування. Теоретичні передумови формування, визначені у праці [2], враховують ступінь впливу складових силового поля. Проте в даних працях не приділено особливої уваги розрахунку геометричних параметрів коноїдальних насадків з круглими та еліптичними вихідними отворами й утворених ними затоплених гідроструменів; теоретично не обґрунтовано вибір параметрів затопленого гідроструменя для формування об'ємних деталей головних уборів та не вирішено питання оптимізації геометричних параметрів процесу.

Мета роботи: визначення оптимальних параметрів насадків і творених ними затоплених гідроструменів для гідрострумінного способу формування об'ємних деталей головних уборів.

Постановка завдання. Якість відформованих деталей багато в чому залежить від форми та величини струменеформуючого насадка, величини ефективної технологічної відстані від торця насадка до поверхні тканини зразка. Тому для реалізації поставленої мети необхідно вдосконалити методику розрахунку геометричних параметрів коноїдальних насадків з круглими та еліптичними вихідними отворами й утворених ними струменів.

Другим кроком для визначення оптимальних геометричних параметрів насадків та утворених ними затоплених гідроструменів є проведення експериментальних досліджень та аналіз отриманих результатів.

Викладення основного матеріалу. Попередні розрахунки геометричних параметрів коноїдальних насадків з круглими вихідними отворами проводилися за такими формулами [3–4]:

$$d_{\max \text{ нас}} = 2 \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot V_{\text{стр}}}}, \quad (1)$$

де $d_{\max \text{ нас}}$ – максимальний вихідний діаметр насадка; Q – витрати рідини (згідно з технічними характеристиками дослідного обладнання); $V_{\text{стр}}$ – технологічно необхідна швидкість струменя,

$$V_{\text{стр}} = \sqrt{\frac{2P_{\text{стр}}}{\rho}}, \quad (2)$$

де $P_{\text{стр}}$ – тиск струменя на поверхню деталі; ρ – густина води за н.у., $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Вхідний діаметр насадка розраховується так:

$$D_{\text{нас}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [V_{\text{мп}}]}}, \quad (3)$$

де $[V_{\text{мп}}]$ – допустима швидкість рідини у трубі [3].

Після визначення діаметрів коноїдальних насадків з круглими вихідними отворами розраховується їх довжина (рис. 1) [5]:

$$L_{\text{нас}} = L_1 + L_2, \quad (4)$$

де L_1 – довжина циліндричної частини насадка, $L_1 = d_{нас}$; L_2 – довжина конічної частини насадка, $L_2 = 10d_{нас}$.

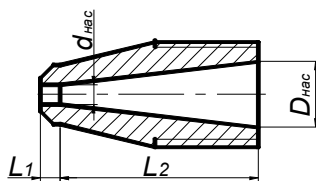


Рис. 1. Схема конідального насадка з круглим вихідним отвором:
 $D_{нас}$, $d_{нас}$ – вхідний та вихідний діаметри насадка відповідно;
 L_1 , L_2 – довжина циліндричної та конічної частин насадка відповідно

При розрахунках геометричних параметрів конідальних насадків з еліптичними вихідними отворами вхідні та вихідні діаметри розраховуються відповідно до площі їх перерізів, а довжини – аналогічно до довжин конідальних насадків з круглими вихідними отворами (рис. 2).

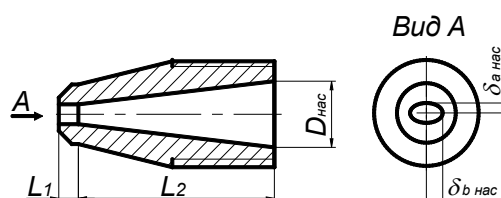


Рис. 2. Схема конідального насадка з еліптичним вихідним отвором:
 $D_{нас}$ – вхідний діаметр насадка; L_1 , L_2 – довжина циліндричної та конічної частин насадка відповідно;
 $\delta_{a, b \text{ нас}}$ – напівосі еліптичного вихідного отвору насадка

При проведенні пошукового експерименту з формування деталей головних уборів гідроструминним способом спочатку було застосовано гідрострумін у повітряному просторі з тиском робочої рідини 0,4 МПа. В результаті цього досліджувана тканина була деструктуризована, на її поверхні з'явилися нерівномірно розташовані розріджені ділянки, погіршилися зовнішній вигляд та експлуатаційні властивості виробу. Тому доцільним є обґрунтування використання затопленого гідроструменя. Для вирішення даного питання необхідно розглянути дію на зразок гідроструменя в повітряному просторі та дію затопленого гідроструменя і порівняти отримані результати.

Одним з недоліків використання гідроструменя в повітряному просторі є недостатня пластифікація тканини, порівняно з використанням затопленого гідроструменя, де рідина водяного шару робочого середовища проникає в нитки та волокна і пластифікує тканину, підготовлюючи її до процесу формування. Отже, застосування гідроструменя в повітряному просторі є небажаним, оскільки іноді викликає деформацію та руйнування тканини, а не її формування.

При формуванні об'ємних деталей головних уборів ефективна технологічна відстань між торцем струменеформуючого насадка і поверхнею зразка знаходиться в межах ядра постійних швидкостей, де межовий шар нерозмитий і дія струменя інтенсивніша. В такому випадку ефективна технологічна відстань відповідає початковій ділянці струменя.

Порівнюючи особливості структури гідроструменя в повітряному просторі та затопленого гідроструменя (рис. 3, 4), можна зробити висновок, що величини радіусів струменя перехідних перерізів для досліджуваних струменів будуть різними. Оскільки радіус незатопленого гідроструменя буде меншим, ніж затопленого на однаковій відстані, то для формування однієї деталі знадобиться більше часу, ніж при використанні затопленого гідроструменя. Отже, зростання ефективної технологічної відстані призведе до збільшення габаритів дослідного устаткування, а збільшення радіуса вихідного отвору насадка – до зростання витрат рідини і, відповідно, потужності. Тому актуальним є завдання оптимізації даних параметрів.

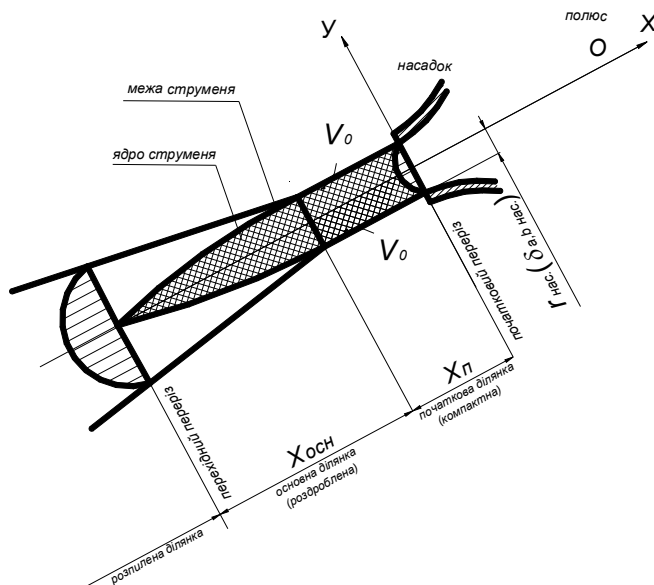


Рис. 3. Схема турбулентного гідроструменя в повітряному просторі:
 X_n – початкова ділянка струменя; $X_{осн}$ – основна ділянка струменя;
 $r_{нас}$ – радіус насадка; $\delta_{a, \delta_{нас}}$ – напівосі еліптичного вихідного отвору насадка;
 V_0 – швидкість витікання рідини з отвору

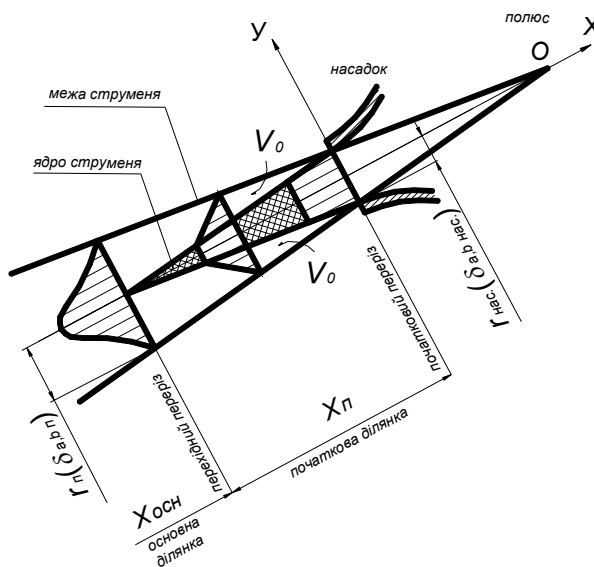


Рис. 4. Схема затопленого турбулентного струменя: X_n – початкова ділянка струменя; $X_{осн}$ – основна ділянка струменя; $r_{нас}$ – радіус насадка; $\delta_{a, \delta_{нас}}$ – напівосі еліптичного вихідного отвору насадка; V_0 – швидкість витікання рідини з отвору; r_n – радіус струменя в перерізі, розташованому на відстані початкової ділянки насадка (перехідний переріз); δ_{a, δ_n} – напівосі струменя в перехідному перерізі

Розглянувши схему затопленого струменя, представлену на рисунку 4, можна визначити величину початкової ділянки. Для конідального насадка з круглим вихідним отвором вона становить:

$$X_n = \frac{0,67r_{нас}}{a}, \tag{5}$$

де a – коефіцієнт, який характеризує вплив турбулентності струменя на його розширення, для конідальних насадків з круглими вихідними отворами $a = 0,08$ [7–8].

Розрахунки геометричних параметрів коноїдальних насадків з еліптичними вихідними отворами дали можливість відповідно визначити величину початкової ділянки струменя [7–8] для даного виду насадків:

$$X'_n = \frac{1,03\delta_{внас}}{a}, \tag{6}$$

для коноїдальних насадків з еліптичними вихідними отворами $a = 0,1$ [7].

У результаті теоретичного аналізу зроблено висновок, що при формуванні деталей одягу гідроструминним способом ефективним є таке розміщення насадка, щоб напіввісь еліптичного вихідного отвору насадка $\delta_{внас}$ знаходилася у фронтальній січній площині зразка (рис. 5).

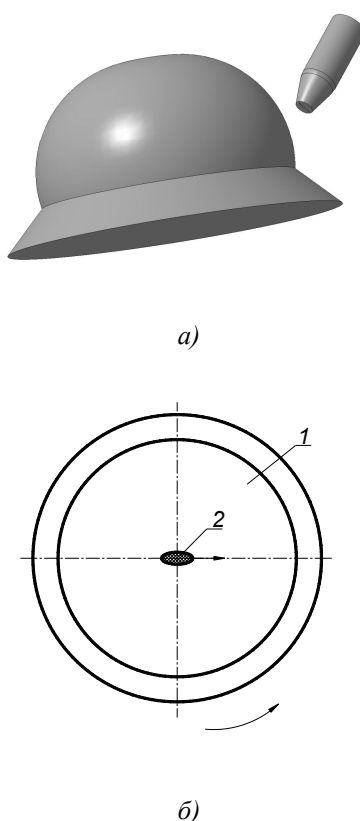


Рис. 5. Ефективне розміщення коноїдального насадка з еліптичним вихідним отвором відносно поверхні деталі: а – загальний вигляд; б – вигляд зверху:
1 – деталь; 2 – вихідний отвір насадка

Наступним кроком у технологічній підготовці процесу формування гідроструминним способом є визначення величини радіуса струменя в перерізі, розташованому на ефективній технологічній відстані від отвору насадка (перехідний переріз) [7–8]. Для коноїдальних насадків з еліптичними вихідними отворами вона становить:

$$r_n = \left(\frac{3,4a \cdot X_n}{r_{нас}} + 1 \right) \cdot r_{нас}. \tag{7}$$

Величина напівосі струменя в перехідному перерізі розраховується за формулою:

$$\delta_{вп} = \left(\frac{2,4a \cdot X_n}{\delta_{внас}} + 1 \right) \cdot \delta_{внас}. \tag{8}$$

У результаті проведених розрахунків отримано значення технологічних параметрів коноїдальних насадків з круглими та еліптичними вихідними отворами і струменів, утворених ними (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Значення технологічних параметрів коноїдальних насадків з круглими вихідними отворами та утворених ними струменів

№ з/п	L_1 , мм	L_2 , мм	$D_{нас.}$, мм	$d_{нас.}$, мм	$r_{нас.}$, мм	X_n , мм	r_n , мм
1	1	10	10	1	0,5	4,2	0,9
2	15	15	10	15	0,8	6,3	1,3
3	2	20	10	2	0,1	8,4	1,8
4	25	25	10	25	1,25	10,5	2,2
5	3	30	10	3	1,5	12,6	2,6

Таблиця 2

Значення технологічних параметрів коноїдальних насадків з еліптичними вихідними отворами та утворених ними струменів

№ з/п	L_1 , мм	L_2 , мм	$D_{нас.}$, мм	$\delta_{анас.}$, мм	$\delta_{внас.}$, мм	X_{bn} , мм	δ_{an} , мм	δ_{bn} , мм
1	1	10	10	0,2	1,3	2,1	0,7	1,7
2	15	15	10	0,3	1,9	3,1	1	2,6
3	2	20	10	0,4	2,5	4,1	1,4	3,5
4	25	25	10	0,5	3,1	5,2	1,7	4,4
5	3	30	10	0,6	3,8	6,2	2,1	5,2

При визначенні оптимальних геометричних параметрів перерізу струменя проведено експеримент, у якому об'єктом дослідження обрано вовняну тканину з найменшою здатністю до формотворення, тобто ту, яка має найбільший коефіцієнт зв'язаності ($C = 6,7$) з ряду досліджуваних тканин.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено партію насадок з вихідним діаметром від 1 до 3 мм та довжиною від 11 до 33 мм (табл. 1, 2).

Експеримент проводився при сталих значеннях тиску робочої рідини, 0,075 МПа, частоті обертання вала із закріпленим на ньому зразком 180 об./хв., часі формування 120 с та куті, утвореному поверхнею зразка з віссю струменя: 90° для першої ділянки деталі та 45° для решти ділянок деталі [2]. Відстань між торцем насадка та поверхнею деталі варіювалася від 5 мм до 25 мм. Якість відформованих деталей головних уборів визначалася за дисперсією нормованих відхилень реальних значень ординат точок контуру відформованої деталі від значень ординат точок контуру формуючого елемента [9].

Результати проведених експериментів представлені на рисунку 6, з якого видно, що найвища якість спостерігається при застосуванні коноїдального насадка з еліптичним вихідним отвором № 5 на відстані 5 мм до поверхні деталі. Це пояснюється тим, що при збільшенні діаметра насадка та зменшенні відстані його розташування зростає динамічний тиск гідроструменя в зоні контакту з матеріалом, тобто тканина найкраще розподіляється по поверхні формуючого елемента та набуває її контуру під дією значного зусилля. Характерною є тенденція до покращання якості відформованих деталей на 30–50 % при однаковому тиску робочої рідини і площі вихідного отвору струменеформуючого каналу, але зі зміною його форми.

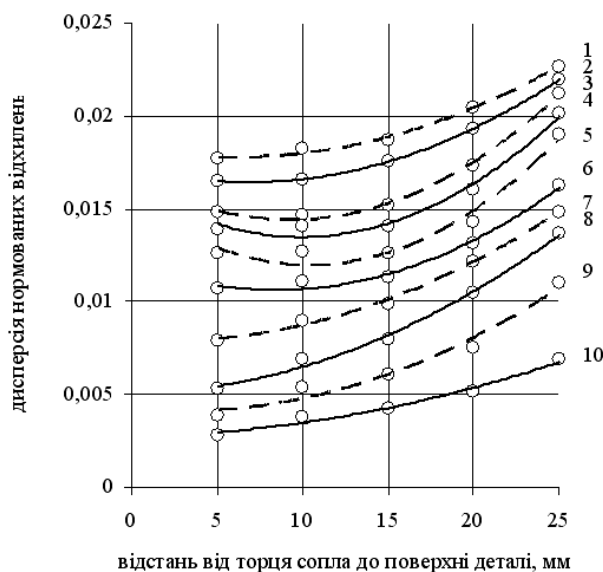


Рис. 6. Ефективне розміщення коноїдального насадка відносно поверхні деталі:
 1 – насадок з круглим вихідним отвором № 1; 2 – насадок з еліптичним вихідним отвором № 1; 3 – насадок з круглим вихідним отвором № 2; 4 – насадок з еліптичним вихідним отвором № 2; 5 – насадок з круглим вихідним отвором № 2; 6 – насадок з еліптичним вихідним отвором № 2; 7 – насадок з круглим вихідним отвором № 4; 8 – насадок з еліптичним вихідним отвором № 4; 9 – насадок з круглим вихідним отвором № 5; 10 – насадок з еліптичним вихідним отвором № 5

Висновки. Розроблена методика розрахунку геометричних параметрів коноїдальних насадків з круглими та еліптичними вихідними отворами дозволяє отримати значення даних факторів для подальшого проведення експерименту, в результаті якого було визначено оптимальні геометричні параметри гідроструминного формування об'ємних деталей головних уборів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Попович О.В. Дослідження характеру дії сил при формуванні деталей одягу гідроструминним способом / О.В. Попович, Д.В. Прибега, М.О. Куцєвський // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 5. – С. 174–178.
2. Попович О.В. Визначення складових силового поля при формуванні об'ємних деталей одягу гідроструминним способом / О.В. Попович, Д.В. Прибега, М.О. Куцєвський // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2010. – № 6.
3. Вакина В.В. Машиностроительная гидравлика. Примеры расчетов / В.В. Вакина, И.Д. Денисенко, А.Л. Столяров. – К. : Вища школа, 1987. – 208 с.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учеб. / Т.М. Баишта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.
5. Справочник по гидравлике / под ред. В.А. Большакова. – К. : Вища школа, 1977. – 280 с.
6. Назарчук М.М. Ограниченные струи : моногр. / М.М. Назарчук, Н.В. Панченко. – К. : Наукова думка, 1981. – 212 с.
7. Чугаев Р.Р. Гидравлика : учеб. / Р.Р. Чугаев. – 3-е изд., доп. и испр. – Л. : Энергия, 1975. – 600 с.
8. Гидравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривід / В.А. Дідур, О.Д. Савченко, С.І. Пастушенко, С.І. Мовчан. – Запоріжжя : Прем'єра, 2005. – 464 с.
9. Якимчук О.В. Графоаналітичний спосіб оцінки якості формування об'ємних деталей головних уборів / О.В. Якимчук, М.О. Куцєвський // Восточноєвропейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 2. – С. 35–40.

ЯКИМЧУК Олена Володимирівна – аспірант кафедри технології та конструювання швейних виробів Хмельницького національного університету.

Наукові інтереси:

– формування об’ємних деталей головних уборів та одягу.

СІДЛЕЦЬКИЙ Ігор Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної механіки Хмельницького національного університету.

Наукові інтереси:

- конструкції гідронасосів;
- гідроприводи;
- гідросистеми;
- гідроімпульсна техніка.

КУЩЕВСЬКИЙ Микола Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри технології та конструювання швейних виробів Хмельницького національного університету.

Наукові інтереси:

- формування та формозакріплення об’ємних деталей головних уборів та одягу;
- гігієна одягу.

Подано 07.06.2010

Якимчук О.В., Сідлецький І.О., Кушевський М.О. Про вплив геометричних параметрів насадків для затоплених гідроструменів на формування об'ємних деталей головних уборів.

Якимчук Е.В., Седлецкий И.А., Кушевский Н.А. О влиянии геометрических параметров насадок для затопленных гидроструй на формирование объемных деталей головных уборов.

Yakymchuk O.V., Sidletstkiy I.O., Kuschevskiy M.O. About influence of geometrical parameters of attachments for flooded hydro-jet streams on forming of by volume details of head-dresses

УДК 687. 1

О влиянии геометрических параметров насадок для затопленных гидроструй на формирование объемных деталей головных уборов / Е.В. Якимчук, И.А. Седлецкий, Н.А. Кушевский

Авторами представлена методика расчета геометрических параметров струеформирующих насадок и образованных ими гидроструй, а также экспериментальным путем определены их оптимальные значения при гидроструйном формировании объемных деталей головных уборов.

УДК 687. 1

About influence of geometrical parameters of attachments for flooded hydro-jet streams on forming of by volume details of head-dresses / O.V. Yakymchuk, I.O. Sidletstkiy, M.O. Kuschevskiy

The authors are resulted a methods of calculation of geometrical parameters of streamform attachments and flooded hydro-jet streams, formed by them, and also determined them optimal values with hydro-jet forming by volume details of head-dresses by an experimental way.