

УДК 677.075

ОМЕЛЬЧЕНКО В.Д., САЗОНОВА Т.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

## ПРОБЛЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ В'ЯЗАНИХ ДОПОЛОГОВИХ БАНДАЖІВ

**Мета.** Створення методики конструювання і розрахунку допологового еластомірного бандажу з однаковим заданим тиском на різні ділянки тіла вагітної.

**Методика.** Методика проектування заданих властивостей виробів базуються як на положеннях теорії пружних оболонок, так і на класичних положеннях технології та ергономіки текстильних виробів.

**Результати.** Методика дозволяє проектувати вироби з заданими значеннями заданого тиску на тіло. Для розрахунку значень ширини еластомірної деталі на різних її ділянках, яка буде забезпечувати рівномірний заданий тиск, були запропоновані спеціальні емпіричні формули

**Наукова новизна.** Створена на базі теорії пружних оболонок методика проектування допологових еластомірних бандажів з однаковим наперед заданим тиском на тіло вагітної жінки.

**Практична значимість.** Визначені практичні рекомендації по конструюванню виробів.

**Ключові слова:** до- та післяпологовий текстильний бандаж, конструкція, проектування параметрів, еластомірний матеріал, тиск на тіло людини.

**Вступ.** Допологовий бандаж в умовах експлуатації при рухах жінки змінює свої геометричні форми і на окремих ділянках виробу величини розтягування матеріалу стають різними [1]. При цьому виникають розподілені компресійні зусилля бандажу на саме тіло. Величина цих зусиль визначається не тільки фізико-механічними показниками матеріалу, а і формою тіла, тобто конфігурацією пружної еластомірної оболонки. Такі зусилля носять назву конфігураційних [2].

Потрібно проектувати допологові бандажі, які будуть забезпечувати однакові конфігураційні сили стискання на різних ділянках виробу, що забезпечить створення по-справжньому комфортних виробів, і раціональне використання дорогих еластомірних ниток.

**Постановка завдання.** Для цього потрібно знати і вміти коригувати величини конфігураційних сил на різних ділянках бандажа тіла вагітної жінки. Визначення цих величин пов'язано з особливостями анатомічної побудови вагітної жінки.

**Результати дослідження.** Функціональність поясного допологового еластомірного бандажа для майбутньої матері повинна забезпечуватись відповідністю форми бандажа формі поверхні живота. Форма живота відрізняється між собою і визначається будовою скелета та ступеню розвитку м'язів живота, які утворюють його внутрішню та зовнішню стінки. Однак, незважаючи на велику кількість м'язів живота, пахвинний канал, біла лінія та пупкове місце є фізіологічно слабкими місцями тіла жінки і при підвищенні внутрішньочеревного тиску в цих місцях при вагітності можуть виникнути патології.

В період вагітності форма нижньої частини тулуба змінюється в короткі терміни. Наприклад, в останні 3 місяці вагітності маса тіла жінки кожен місяць

збільшується на 1,6-2,5 кг, а до кінця 36 тижнів – в середньому на 10 кг. Причому, найбільших змін зазнають ділянки живота та стегон, що супроводжується деформацією м'язових тканин з частковим їх зміщенням до верху і в ділянку під сідничних складок. Найбільшу деформацію отримують ділянки тіла з найбільшою кривизною поверхонь. На такі поверхні сучасний еластомірний бандаж буде тиснути найсильніше у порівнянні з іншими частинами тіла, що є з усіх поглядів неправильним.

В ідеалі конфігураційні зусилля, що визначають тиск бандажа на тіло жінки, на кожній ділянці повинні бути однаковими та не повинні перевищувати медичні вимоги. Але на жаль, ні того, ні іншого, як ми вже визначали [1], на сьогоднішній день немає.

Для того створення виробів з однаковим тиском на різні частини тіла вагітної потрібно, по-перше, визначити який тиск створюють сьогоднішні різноманітні допологові бандажі та розробити методику проектування виробів з однаковим тиском, на ділянки тіла, що мають різну кривизну поверхні.

У свій час вже зверталась увага, до яких абсурдів призводить незнання законів перерозподілу тиску виробів на тіло людини, коли діючі на той час стандарти вимагали випускати швейні вироби з еластомірними компонентами, які стискали тіло дитини у 3-8 разів більше, ніж тіло дорослого чоловіка [3]. Стандарти були змінені, але відсутність знань у проектувальників залишилась.

В першу чергу нами були проаналізовані типорозміри основних існуючих на ринку України еластомірних допологових бандажів (табл. 1). Наведені в табл. 1 цифри свідчать, що в кожного виробника одні і ті ж розмірні ознаки відрізняються як між собою, так і в порівнянні зі стандартною величиною. Причому, у різних виробників розмірна ознака в одному і тому розмірі відрізняється до 15 см. Логіки в цьому немає ніякої.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика типорозмірів існуючих бандажів

Маркіровка бандажа	Обхват стегон за діючими стандартами	Номер бандажа	Обхват стегон				Обхват талії	Обхват живота на 10 см нижче обхвата талії	
			Tonus Plast (Латвія)	Maideuforn (США)	Торос (Україна)	Orlett (ФРН)		Fosta Treding (Англія)	Artimed (Україна)
XS	88- 92	1	85-90	84-86					
S	93- 97	2	90-95	89-91	88-95	до 85	65-79	84-92	84-92
M	98- 102	3	95-100	94-97	96-105	85-97	80-94	92-104	92-104
L	103- 107	4	100-105	99-102	106-117	97-105	95-106	104-110	104-110
XL	108- 112	5	105-110	104-107	117-125	105-115	107-121	110-119	110-119
2XL	113- 117	6	110-120	110-112		більше 115		119-125	119-125
3XL	118- 122	7		115-117				125-133	125-133

Всі наведені розмірні ознаки менші, ніж стандартні, а це одразу призводить до додаткового тиску виробу на тіло вагітної вже при одяганні. Крім того, це протирічить вимогам медиків до одягання жінкою цього виробу без початкового тиску [1].

Для отримання кількісної інформації про величини тиску на тіло вагітної жінки були проведені розрахунки розподілених по поверхні тіла конфігураційних зусиль за формулою [4]:

$$P = 100 * \pi * c * N * \frac{S - 2 * D_0}{S * D_0}, \quad (1)$$

$P$  – розподілене по поверхні конфігураційне зусилля, кПа;

$\pi$  – 3,14;

$c$  – жорсткість при розтяганні еластомірної нитки до 30%, мН/%; для поліуретанової нитки  $c=0,25$ ; для латексної нитки діаметром 0,6 мм  $c=0,4$  і для латексної нитки діаметром 0,7 мм – 0,65-0,7;

$N$  – кількість еластомірних ниток у виробі, шт.;

$S$  - довжина дуги окружності тіла (обхват перерізу), см;

$D_0$  – ширина виробу у складеному стані, см.

Розрахунки проводились для 6 типорозмірів (S, M, L, XL, XXL, XXXL) еластомірних бандажів, виготовлених з трикотажної основова'язаної стрічки. Сировиною стрічки були неармовані латексні нитки діаметром 0,6 мм і поліефірні текстуровані нитки 18,0 текс. Тиск визначався на різних тижнях вагітності жінки.

На рис. 1 для прикладу показані перерізи тіла вагітної жінки, по яким визначались значення  $P$  кПа та значення конфігураційних зусиль. Розрахунки проведені для вагітних жінок, які знаходились на 33 тижні (а), 36 тижні (б) вагітності. Розрахунки показали, що в різних точках одного і того ж виробу зусилля відрізняється між собою на 55-75 %, а на різних тижнях вагітності додатково змінюються на 10-18 %.

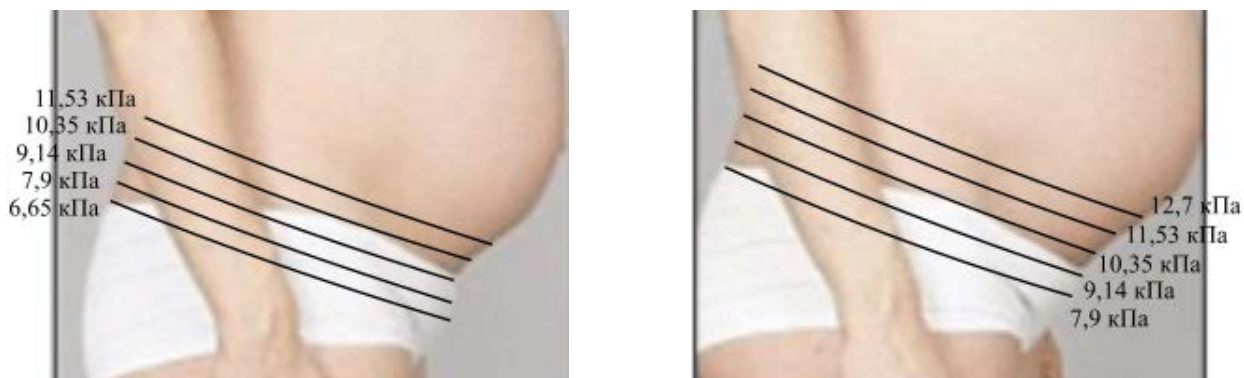


Рис. 1. Величини конфігураційних зусиль на тіло жінки бандажів з основова'язаної стрічки [ авторська розробка]

Слід також приймати до уваги, що тиск на тіло еластомірного виробу додатково збільшується за рахунок впливу петельної структури трикотажу, яка зв'язана без еластомірних ниток. Вплив виду петельної структури визначається коефіцієнтом конструкції в'язаного матеріалу:

$$K_k = \frac{C_m}{C_n}, \quad (2)$$

де  $K_k$  – коефіцієнт конструкції текстильного переплетення (трикотажного чи ткацького);

$C_m$  – жорсткість при розтяганні еластомірного матеріалу;

$C_n$  – жорсткість при розтяганні еластомірних ниток.

В кожному конкретному випадку  $K_k$  легко визначається експериментально. Наприклад, для нашого основов'язаного еластомірного матеріалу при одноосному розтяганні значення  $K_k$  дорівнює 1,08, що додає ще 8 % до значення конфігураційних зусиль на тіло жінки.

Ще більш вражаючий результат ми отримали при аналізі тиску на тіло вагітної жінки, який створюють широко розрекламовані допологові бандажі-труси. Вони виготовляються цільнов'язаним чи кроєним способами.

У своїй більшості ці вироби виготовляють з трикотажу інтерлочного переплетення, отриманого з машин 22 класу. Сировиною для цього еластомірного трикотажу слугують армована поліестерною високооб'ємною ниткою поліуретанова нитка 17,8 текс та змішана з поліестером бавовняна нитка 12,1 текс. Трикотаж має розтяжність у двох напрямках в середньому 120-130 %.

Такий виріб при одяганні на тіло жінки буде розтягуватись по двом напрямкам, як по горизонталі, так і по вертикалі і виникає стан двохосного розтягання. Для розрахунку значень розподілених по поверхні конфігураційних зусиль запропонована формула:

$$P = 100 * \pi * N * c * \frac{S - 2 * D_0}{S * D_0} * \frac{100 + \Sigma_c}{100} * K_k, \quad (3)$$

де  $\Sigma_c$  - сумарна відносна деформація при двоосному розтяганні, визначається за правилом додавання відносних деформацій [2]:

$$\Sigma_c = \Sigma_x + \Sigma_y, \quad (4)$$

значення коефіцієнту Пуассона для розглядаємої сировини складає  $\Pi=0,14$

$K_k$  – коефіцієнт конструкції; для інтерлочного трикотажу  $K_k = 1,42$ .

Розрахунки проводились для реальних бандажів-трусів відомого виробника для прикладу типорозміру 164-92-90. На рис. 2 представлені лінії обхвату тіла, по яким проводились розрахунки та їх результати.

Аналіз отриманих результатів показує, що виріб одягнений жінкою на 36 неділі вагітності на різних ділянках створює різні за величиною конфігураційні зусилля. Ці зусилля зростають від лінії перерізу талії до лінії найбільшого обхвату живота на 45 %, а потім зменшуються у напрямку стегон на 11 %. Крива зміни розподілених зусиль повністю повторює профіль живота вагітної жінки.

Слід також звернути увагу, що в цілому конфігураційні зусилля на тіло жінки у бандажах-трусах на 25-35 % більші, ніж у бандажах, виготовлених з основов'язаної стрічки. В даному випадку ми маємо наочний приклад, коли виріб широко

рекламується за свій відмінний зовнішній вигляд, але його функціональні властивості гірші, ніж у будь-яких інших аналогічних виробках.



Рис. 2. Величини конфігураційних зусиль на тіло жінки бандажів-трисів  
[авторська розробка]

Для оцінки отриманих значень розподілених зусиль на різних ділянках тіла людини у порівнянні з відомими значеннями фізичного тиску крові в судинах та капілярах проводили перерахунок значень конфігураційних зусиль  $P$  у значення фізичного тиску  $P_{\phi}$  виробу на тіло.

З цією метою застосовували формулу теорії пружних оболонок [2], яка для інженерних розрахунків може бути записана, як

$$P_{\phi} = 0,3P, \text{ кПа} \quad (5)$$

Розрахунки показали, що в середньому  $P_{\phi}$  для бандажу з стрічкового основ'язаного еластомірного трикотажу склали у різних частинах виробу 10,2-16,4 кПа, а для цільнов'язаних еластомірних бандажів-трисів 18,8-24,9 кПа.

В роботі [1] ми вже звертали увагу на невизначеність медичної науки зі значеннями допустимих тисків бандажів на тіло вагітної жінки. Але, якщо порівняти отримані результати зі значеннями тиску крові в судинах і капілярах, які відомі з медичних досліджень, що становлять 1,2-3,3 кПа [5], то одразу видно, що тиск в реальних бандажах більше тиску в судинах в 4,9-11,3 рази. Зрозуміло, що таке перевищення тиску може порушувати гемодинаміку крові і сприяти розвитку застійних явищ, плотинного ефекту і інших небажаних наслідків.

Якщо порівняти визначені нами величини тисків зі встановленим міжнародним стандартом [6] тисками еластомірних бандажів на кінцівки при лікуванні варикозних захворювань, які від тяжкості захворювання змінюються в області 6,7-13,0 кПа, то видно, що реальний бандаж часто тисне на тіло вагітної жінки з більшою силою, ніж бандаж для лікування патологій. На базі проведених досліджень, використовуючи основні закони теорії пружних оболонок, ми запропонували конструктивно-технологічний метод проектування еластомірних допологових бандажів, в яких як при одяганні виробу, так і при різноманітних рухах і зміні положення тіла вагітної жінки, буде забезпечуватись однаковий, наперед заданий тиск на різних ділянках тіла.

Суть метода проста і полягає у наступному:

1. Допологовий бандаж не повинен в цілому виготовлятися з еластичного матеріалу, який повністю охоплює тулуб вагітної жінки.

2. Доцільно вводити у конструкцію такого бандажа тільки еластичну частину у вигляді спеціальної деталі, яка при розтягненні виробу в процесі його експлуатації забезпечить рівномірний тиск на різних ділянках, незважаючи на зміну кривизни поверхні живота вагітної.

3. Для забезпечення рівномірності тиску на тіло конструкція еластичної деталі бандажа має на різних своїх ділянках різну ширину, яка буде відповідати зміні конфігурації живота. Тобто ширина окремих частин еластичної деталі повинна змінюватися згідно зміні довжини дуги кола тіла на різних його ділянках. На практиці це легко забезпечується викроюванням еластичної деталі по необхідним контурам. Так як, еластична основов'язана стрічка використовується поперек тіла, то петельні стовпчики розміщуються поперек і можна легко розрахувати довжину кожної еластичної нитки, яка є силовим елементом структури, на кожному перерізі живота.

4. Залишаючи в майбутньому остаточне рішення за медичною наукою визначення точних значень допустимих тисків бандажів на тіло вагітних жінок, доцільно при конструктивному проектуванні цих виробів орієнтуватися на забезпечення фізичного тиску не більше, ніж 6 кПа при максимально реальному розтягненні бандажа у 20 %. Такий максимальний тиск буде тільки у 2 рази більший, ніж у капілярах з кров'ю і в той же час, у 2,5-3 рази нижчим, ніж у виготовлюваних сьогодні виробів.

5. Для розрахунку значень ширини еластичної деталі на різних її ділянках, яка буде відповідати різним довжинам дуги обхвату живота і забезпечувати рівномірний заданий тиск, були запропоновані спеціальні емпіричні формули.

Для розробки емпіричних формул, виведення яких ми залишаємо для окремого повідомлення, була створена математична модель живота вагітної жінки у вигляді виродженого тору і розглядалися за її допомогою можливі зміни тиску при змінах довжини еластичних ліній на різних перетинах тіла. Розрахунок ширини еластичної деталі допологового бандажа для кожної лінії перерізу живота, яка буде відповідати довжині дуги обхвату живота еластичною ниткою, проводили за наступною емпіричною формулою:

$$L_i = 4 * D_0 - \left( \frac{942 * c * N * D_i}{471 * c * N - 5 * D_0 * P_\phi} \right) * \frac{1}{K_\kappa}, \text{ см} \quad (6)$$

$L_i$  – ширина (при  $P > 0$ ) еластичної деталі бандажа на  $i$ -му перерізі живота (довжина дуги обхвату живота еластичною деталлю на  $i$ -му перерізі), см;

$D_i$  – половина обхвату живота на  $i$ -му перерізі, см;

$P_\phi$  – заданий фізичний тиск бандажу на тіло при розтягненні, кПа;

942 і 471 – емпіричні множники.

На практиці рекомендується еластичний матеріал допологового бандажа розділити по ширині на 12 ліній, які відповідають лініям перерізу живота жінки і по

цим лініям визначити потрібну ширину деталі. Отримані точки з'єднати, що і буде контуром деталі.

Приклад. Визначити ширину еластомірної частини допологового бандажа по лініям обхвату живота 106 і 120 см (відповідно  $D_1=53$  см і  $D_2=60$  см) для забезпечення однакового фізичного тиску 6 кПа по цих лініях обхвату при  $D_0=49$  см;  $c=0,4$ ;  $N=100$ ;  $K_k=1,08$ .

$$L_1 = (4 * 49) - \left( \frac{942 * 0.4 * 100 * 53}{471 * 0.4 * 100 - 5 * 49 * 6} \right) * \frac{1}{1.08} = 75 \text{ см};$$

$$L_2 = (4 * 49) - \left( \frac{942 * 0.4 * 100 * 60}{471 * 0.4 * 100 - 5 * 49 * 6} \right) * \frac{1}{1.08} = 57 \text{ см}.$$

#### Список використаної літератури

1. Омельченко В.Д., Сазонова Т.А. Проблеми проектування в'язаних допологових бандажів. Повідомлення 1 / В.Д. Омельченко // Вісник КНУТД. – 2014. - № 1.
2. Филатов В.Н. Упругие текстильные оболочки. – М. Легпромбытиздат. – 1987. – 248 с.
3. Филатов В.Н., Омельченко В.Д., Ромашевская Н.М. Расход эластичной тесьмы в одежных изделиях // Текстильная промышленность. – 1984. - № 12 – с. 44-45.
4. Филатов В.Н. Проектирование эластомерных изделий. – М. Легкая индустрия, – 1979. – 219 с.
5. Каро К., Чедли, Шретер Р. Механика кровообращения. – М.: Мир. – 1981. – 437 с.
6. RAL-GZ387. Medizinische Kompressionsstumpfe. Gutesicherung // Deutsches Institut for Gutesicherung und Kennzeichnung. – Juli 1987.

## ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЯЗАНЫХ ДОРОДОВЫХ БАНДАЖЕЙ

ОМЕЛЬЧЕНКО В. Д., САЗОНОВА Т.А.

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Создание методики конструирования и расчета дородового эластомерного бандажа с одинаковым заданным давлением на разные участки тела беременной.

**Методика.** Методика проектирования заданных свойств изделий базируется как на положениях теории упругих оболочек, так и на классических положениях технологии и эргономики текстильных изделий.

**Результаты.** Методика позволяет проектировать изделия с разными значениями заданного давления на тело. Для расчета значений ширины эластомерной детали на разных ее участках, которая будет обеспечивать равномерное заданное давление, были предложены специальные эмпирические формулы.

**Научная новизна.** Создана на базе теории упругих оболочек методика проектирования дородовых эластомерных бандажей с одинаковым заранее заданным давлением на тело беременной женщины.

**Практическая значимость.** Даны рекомендации относительно контура деталей дородового бандажа.

**Ключевые слова:** до- и послеродовой текстильный бандаж, конструкция, проектирование параметров, эластомерный материал, давление на тело человека.

## PROBLEMS OF KNITTED BANDAGES ANTENATAL DESIGN

OMELCHENKO V., SAZONOVA T.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

**Purpose.** Creation of method of constructing and calculation of predelivery elastomeric bracer with the identical set pressure on the different areas of body of pregnant.

**Methodology.** Design technique of the set properties of wares are based both on positions of theory of resilient shells and on classic positions of technology and ergonomics of soft goods.

**Findings.** Methodology method allows design wares with the set values of the set pressure on a body. For the calculation of values of width of elastic detail on her different areas, that will provide the even set pressure, the special empiric formulas were offered

**Originality.** A design technique predelivery elastomeric bracers is created on the base of theory of resilient shells with the identical beforehand set pressure on the body of expectant mother.

**Practical Value.** Practical recommendations are certain on constructing of wares.

**Keywords:** pre-and post-natal textile bandage design, design parameters, elastic material, the pressure on the human body.

УДК 677.017

КИСЕЛЬОВ В. Б.

Академія муніципального управління

## БЕЗКОНТАКТНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ МАСИ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Мет а.** Дослідити безконтактний контроль маси текстильних матеріалів.

**Мет одика.** У роботі використаний безконтактний ультразвуковий метод контролю маси текстильних матеріалів, який базується на амплітудних співвідношеннях ультразвукових хвиль.

**Результати.** Обґрунтовано доцільність використання ультразвукового безконтактного методу контролю. Наведено результати досліджень, що пов'язанні з проходженням ультразвукової хвилі крізь текстильний матеріал та відбиттям інших коливань від його ниток.

**Наукова новизна.** Отримано залежності амплітудних співвідношень ультразвукових хвиль від маси тканинного полотна. Тобто співвідношень хвиль, яка проходить крізь текстильний матеріал, а також, що відбивається від його ниток, до хвилі, яка падає на цей матеріал.

**Практична значимість.** Запропоновано пристрій, що може застосовуватися для контролю маси текстильних матеріалів за відношенням вимірювального сигналу до опорного з можливістю налаштування його параметрів.

**Ключові слова:** маса, текстильний матеріал, ультразвуковий метод, пристрій контролю, амплітудне співвідношення.

**Вступ.** Технологічні параметри текстильних матеріалів визначають як їхні експлуатаційні, так і споживчі властивості. Для контролю одного з основних технологічних параметрів текстильних матеріалів, а саме маси полотна одного метра квадратного, в наш час використовується ваговий метод. Для технологічного контролю