

УДК  
677.017.636

ЩУЦЬКА Г.В., СУПРУН Н.П.  
Київський національний університет технологій та  
дизайну, Україна

## ВОЛОГОТРАНСПОРТНІ ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОШАРОВИХ ПЕРЕВ'ЯЗОЧНИХ ЗАСОБІВ

**Мета роботи.** Аналіз закономірностей вологопереносу крізь багатошарові текстильні матеріали медичного призначення.

**Практичне значення.** Досліджені процеси змочування багатошарових перев'язочних матеріалів можуть бути використовувані для прогнозування умов їх реального функціонування, виходячи з вимог експлуатаційної ситуації.

**Ключові слова:** багатошарові перев'язочні матеріали, вологоперенос,

**Вступ.** У світовій практиці поширюється використання ранових пов'язок з пролонгованою лікувальною та антимікробною дією [1-3]. Питання їх випуску знаходяться в центрі уваги провідних фірм – виробників всіх розвинених країн світу. Важливою особливістю даних засобів є їх багатошаровість, що передбачає комбінацію в пакеті матеріалів з різними властивостями і дозволяє отримувати нові властивості в якості сумарного ефекту. Для матеріалів ранових покриттів основною вимогою є їх здатність до трансферу рідини. Один із шарів такого пакету контактує з раною і, в залежності від вимог, з певною долею інтенсивності пропускає крізь себе рідину. Другий шар накопичує в себе рідину, якою може бути шкідливий ексудат або навпаки, корисні лікарські препарати, що повинні поступати у рану. Однак відсутність надійних методик прогнозування властивостей таких систем обумовлює, в основному, інтуїтивний підхід до їх розробки та експлуатації [4]. Тому аналіз закономірностей масо-переносу лікарських препаратів і метаболічних рідин крізь багатошарові текстильні матеріали медичного призначення є актуальною задачею.

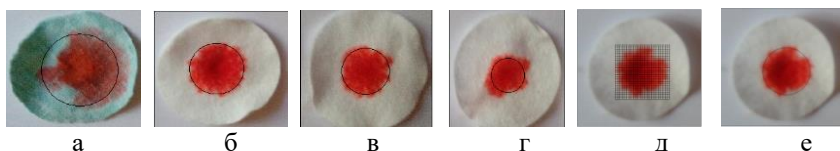
**Об'єкти та методи дослідження.** З метою оцінки поглинальних властивостей багатошарових перев'язочних матеріалів був проведений експеримент по визначенню змоченої зони в різних шарах пакету ранового покриття. Для моделювання впливу черговості розташування текстильних шарів різної структури з різними вологотрансферними властивостями, нами були використані пакети, до складу яких в різних комбінаціях входили лляна тканина і медична бавовняна вата. Крапля підфарбованої дистильованої води наносилась на поверхневий шар такого пакету багатошарової пов'язки, а потім

в кожному із шарів визначалась форма і площа змоченої зони. При цьому для певного часу зразок розділявся на шари і змочені зони кожного шару аналізувалися окремо.

**Результати дослідження.** На рис. 1 наведені результати експерименту в варіанті пакету I, коли лляна тканина є верхом ранового покриття. Для проведення аналізу визначався еквівалентний діаметр змоченої зони. Площа цієї зони визначалася методом елементарних квадратів (рис.1, д). Розрахунок еквівалентного діаметра проводився за формулою:

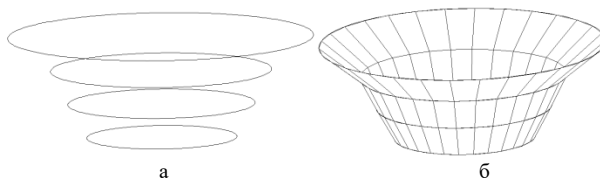
$$D_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

В результаті складну форму поверхні замінювали умовним колом (рис.1,е).



**Рис.1.** Зони змочування в шарах пакету при розташуванні тканини у першому (верхньому) шарі: а- 1-й шар, б- 2-й шар, в – 3-й шар, г-4-й шар, д- площа змоченої зони, е – умовне коло

На рис.2 показані кола змочених зон в різних шарах, які рівномірно зменшуються за розмірами по глибині пакету. Градієнт зниження в місці розташування тканини збільшений, властивості пакету близькі до властивостей одношарового матеріалу.



**Рис.2.** Кола змочених зон в різних шарах (а) та поверхня змоченої зони (б) в пакеті I

В варіанті пакету II при розміщенні лляної тканини у другому шарі картина розтікання принципово змінюється. При цьому ефект збільшення концентрації всередині матеріалу суттєво зростає, максимум розповсюдження рідини, який має яскраво виражений характер, досягається в місці розташування тканини. Подібна картина розтікання по тканині відбувається внаслідок збільшення поверхневої густини і щільності, а також додаткового гальмування рідини матеріалом. На рис. 3 а,б показані кола

змочених зон в різних шарах пакету II при розташуванні лляної тканини у другому шарі.

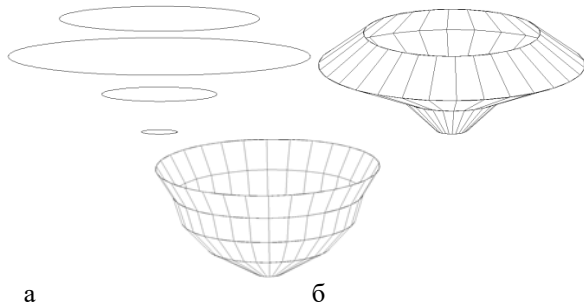


Рис.3. Кола змочених зон на різних шарах (а) та поверхня змоченої зони (б) в пакеті II (а,б) та пакеті III (в)

При розміщенні тканини в нижній частині (пакет III) ефект збільшення концентрацій нівелюється (Рис. 3,в). Екстремум спочатку зменшується, а потім зникає зовсім. Очевидно, що всі наведені ефекти обумовлені різною щільністю матеріалів, які входять в пакети.

Означимо  $\delta = \frac{T_t}{T_b}$ ,  $\lambda = \frac{D_{\max}}{D}$ , де  $T_t$  – щільність лляної тканини,  $T_b$  – щільність

вати. Зміна розміру максимальної зони розтікання в місці розташування матеріалу в залежності від щільності матеріалу показано на рис.4, з якого видно, що при зміщенні розташування матеріалу ефект досягає свого максимального значення, після чого знижується і зникає. Залежність може бути апроксимована виразом:

$$\lambda = \begin{cases} 1, & \delta < 1,2 \\ 1 + C(1 - e^{-\alpha \cdot (\delta - 1,2)}) & \end{cases}$$

Для даного випадку  $\alpha \approx 2,6$ .

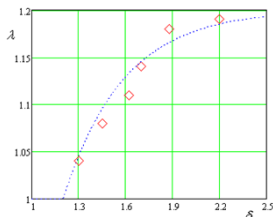


Рис.3. Розмір максимальної зони розтікання

Таким чином, загальна картина розповсюдження вологи в матеріалі залежить від місця розташування шару з підвищеною щільністю. На рис.4 показані зони розтікання рідини в матеріалі в залежності від відносної глибини розташування цього шару  $z_m$ . Літерою D на рисунку означено діаметр змоченого кола на певній глибині.

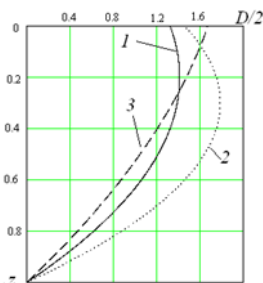


Рис.4. Зони розповсюдження рідини в матеріалі з додатковим шаром (D – діаметр змоченого кола, см, z – відносна глибина розташування додаткового шару): для кр.1 –  $z_m=0,2$ , для кр.2 –  $z_m=0,4$ , для кр.3 –  $z_m=0,6$

Відзначимо, що при збільшенні глибини розташування додаткового шару збільшується зона розтікання на поверхні. Проявляється ефект додаткового змочування, що реалізується в збільшенні змоченої зони всередині матеріалу. причому даний ефект спочатку збільшується, а після досягнення певної глибини починає зменшуватись і зникає.

**Висновки.** Аналіз динаміки зміни змоченої зони дозволяє сформулювати задачу по визначенню місця розташування додаткового матеріалу. Це дає змогу акумулювати найбільший об'єм вологи всередині пакету матеріалу, що покращує якість ранового покриття.

### Список літератури

1. Andreu V. Smart Dressings Based on Nanostructured Fibers Containing Natural Origin Antimicrobial, Anti-Inflammatory, and Regenerative Compounds// V. Andreu. G. Mendoza, M. Arruebo and S. Irusta // Materials (Basel). –2015. – № 8. – P. 5154–5193.
2. Advances in wound management /T.D. Turner, R.J. Schmidt and K. G. Harding. – London: John Wiley&Sons, 1986. – 149 p/
3. Абаев Ю.К. Справочник хирурга. Раны и раневая инфекция / Ю.К. Абаев – Ростов на Дону: Феникс, 2006. – 428 с.
4. Щуцька Г. В., Супрун Н. П. Особливості розробки виробів медичного призначення з заданими вологотрансферними властивостями. Монографія. Київ. КНТУД -2018. -250 с.