



УДК 677.312:65.018

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ ШАРУ ГРУБОЇ ОВЕЧОЇ ВОВНИ ПРИ УДАРНО-МЕХАНІЧНОМУ УЩІЛЬНЕННІ

Алієв Е. Б., к.т.н.,

Лиходід В. В., к.т.н.,

Івлєв В. В., аспірант^{*}*Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва
ННЦ «ІМЕСГ» НААН України*

Тел./факс (061) 289-81-44

Анотація – робота присвячена чисельному моделюванню процесу деформації шару грубої овечої вовни при ударно-механічному ущільненні.

Ключові слова – чисельне моделювання, динаміка, процес, деформація, груба вовна, ущільнення.

Постановка проблеми. Вивчення поведінки волокнистих матеріалів при механічному ущільненні є предметом дослідження багатьох вчених [1-4]. Практичне значення цих досліджень пов'язано з поглибленням уяви про протікання технологічних процесів обробки волокнистих матеріалів, зокрема грубої овечої вовни, прогнозуванням і оцінкою експлуатаційних характеристик готової товарної продукції. Але незважаючи на проведенні дослідження, наукові знання в цій області ще недостатні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Побудова механічних моделей для імітації поведінки природних волокнистих матеріалів, таких як груба овеча вовна, при ударно-механічній дії на неї вимагає поглибленого знання про характеристики окремих волокон, зокрема їх морфології, розташування в переплетенні, міцності та жорсткості [5-7]. Тому на сучасному етапі доцільним є проведення подальших теоретичних досліджень з вивчення взаємодії волокнистих матеріалів на мікро-механічному рівні при їх ударно-механічному ущільненні.

Постановка завдання. Теоретично дослідити динаміку процесу деформації шару грубої овечої вовни при ударно-механічному ущільненні з урахуванням її структури та технологічних властивостей.

Матеріали та методи досліджень. В якості досліджуваного мате-



ріалу при чисельному моделюванні прийнято грубу овечу вовну з відомими [8, 9] фізико-механічними та технологічними властивостями.

Теоретичні дослідження базуються на аналізі взаємодії робочого органу малогабаритної плитно-валяльної машини з шаром грубої овечої вовни при її механічному ущільненні на базі механіки суцільного середовища із використанням методів чисельного моделювання.

Основна частина. Структуру овечої вовни можна адекватно описати стохастичним розподілом геометричних параметрів її волокон та вільних порожнин між ними на основі чисельного моделювання.

На основі результатів лабораторних досліджень [10, 11] деформаційних характеристик овечої вовни, побудована стохастична модель структури вовни, як волокнистого матеріалу, в програмному пакеті Star CCM+. Волокна вовни представлено у вигляді дискретизованої тетрагональної сітки (рис. 1). За модель волокна прийнято в'язко-пластичне тіло, яке знаходиться у рідкому середовищі. За попередніми дослідженнями процесу валяння грубої вовни в повстятий пласт [12] встановлено, що на верхню поверхню шару вовни при її ударно-механічному ущільненні діє змінний тиск P :

$$P(x, h(t)) = \frac{F}{a \cdot l} = \begin{cases} \frac{G}{a \cdot l}, & 0 \leq t \leq t_1, \\ \frac{G + 0,5F_m(1 + \cos \omega t)}{a \cdot l}, & t_1 < t < t_2, \\ 0, & t_2 \leq t \leq t_3, \end{cases} \quad (1)$$

де x – координата, м.

$h(t)$ – товщина шару зволоженої грубої вовни, м;

F – сила тиску на верхню поверхню вовни, Н;

a – ширина плитно-валяльної машини, м;

l – довжина плитно-валяльної машини, м;

G – сила тяжіння верхньої рухомої плити, Н;

F_m – амплітуда коливань вібродвигуна за силою F , Н;

ω – частота коливань вібродвигуна, Гц;

t – час, с.

В результаті чисельного моделювання отримана графічна інтерпретація динаміки процесу деформації шару грубої овечої вовни в часі, як волокнистого матеріалу (рис. 1-3).

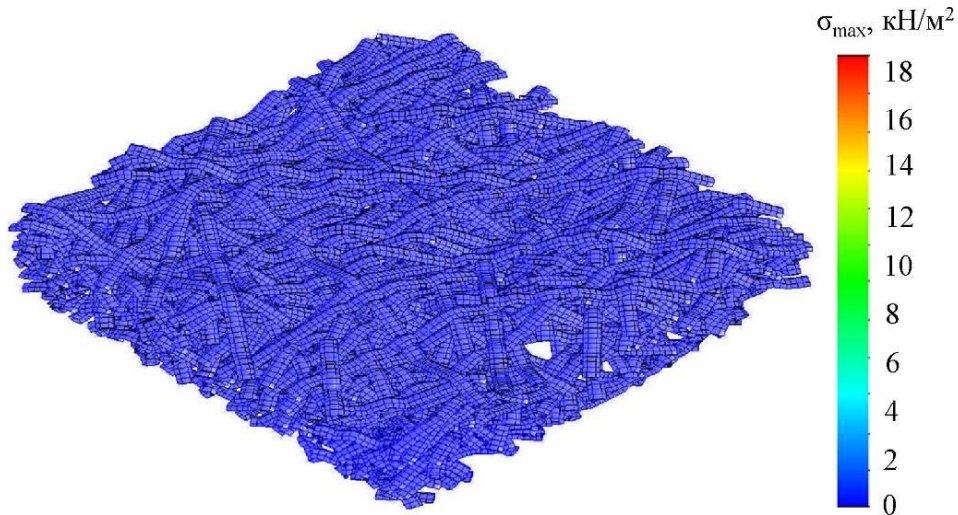


Рис. 1. Графічна інтерпретації процесу деформації шару грубої вовни в момент часу $t = 0$.

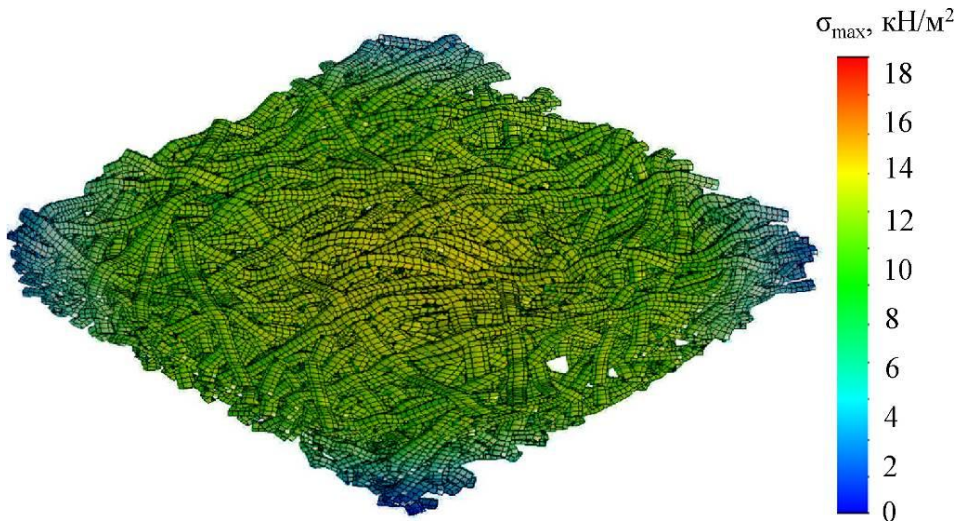


Рис. 2. Графічна інтерпретації процесу деформації шару грубої вовни в момент часу $t = 5$ мс.

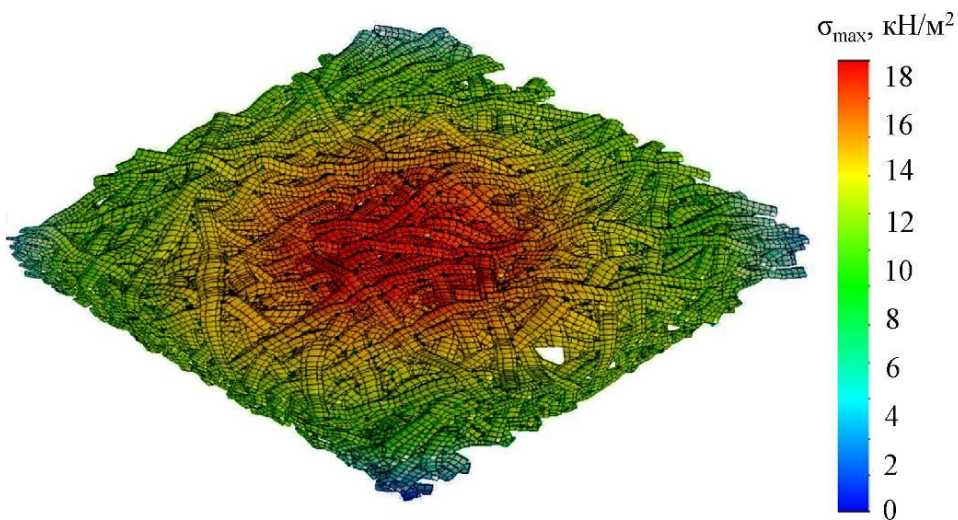


Рис. 3. Графічна інтерпретації процесу деформації шару грубої вовни в момент часу $t = 10$ мс.

Сутність динаміки процесу деформації шару грубої овечої вовни відображають графіки зміни максимальної напруженості (рис. 4) і абсолютної деформації (рис. 5) з часом.

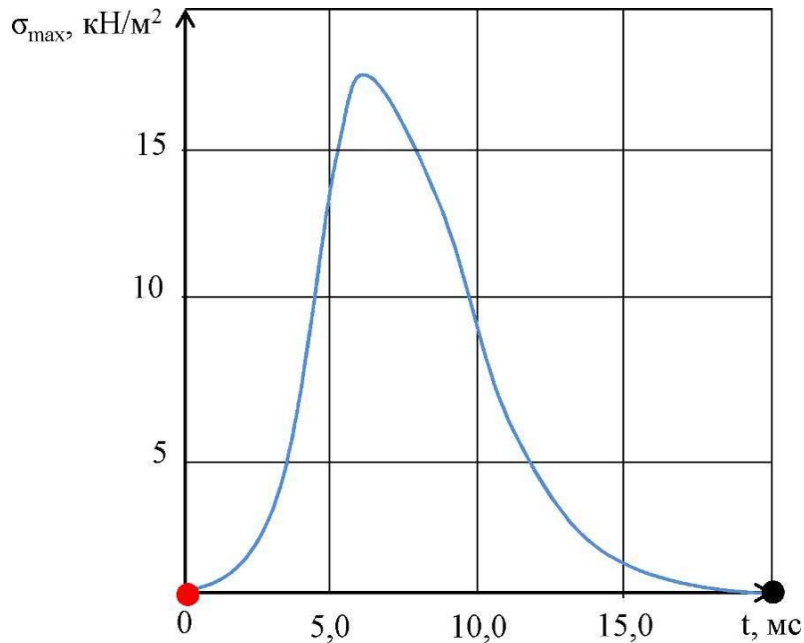


Рис. 4. Динаміка зміни максимальної напруженості в шарі вовни.

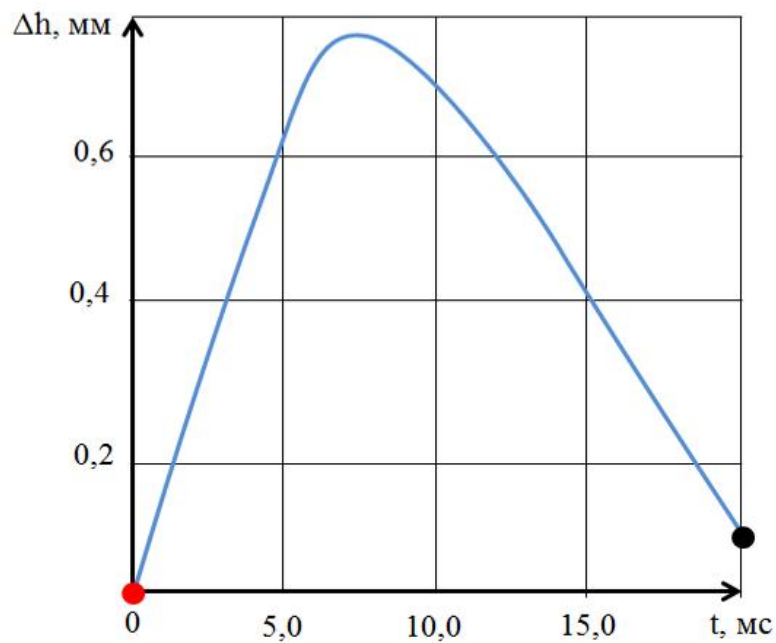


Рис. 5. Динаміка зміни абсолютної деформації шару вовни.

Об'єднуючи графіки на рисунках 4 і 5 отримуємо залежність максимальної напруженості грубої вовни від її відносної деформації (рис. 6), яка показує присутність явища пружного гістерезису. Це по-

яснюється анізотропією механічних характеристик вовни, як волокнистого матеріалу.

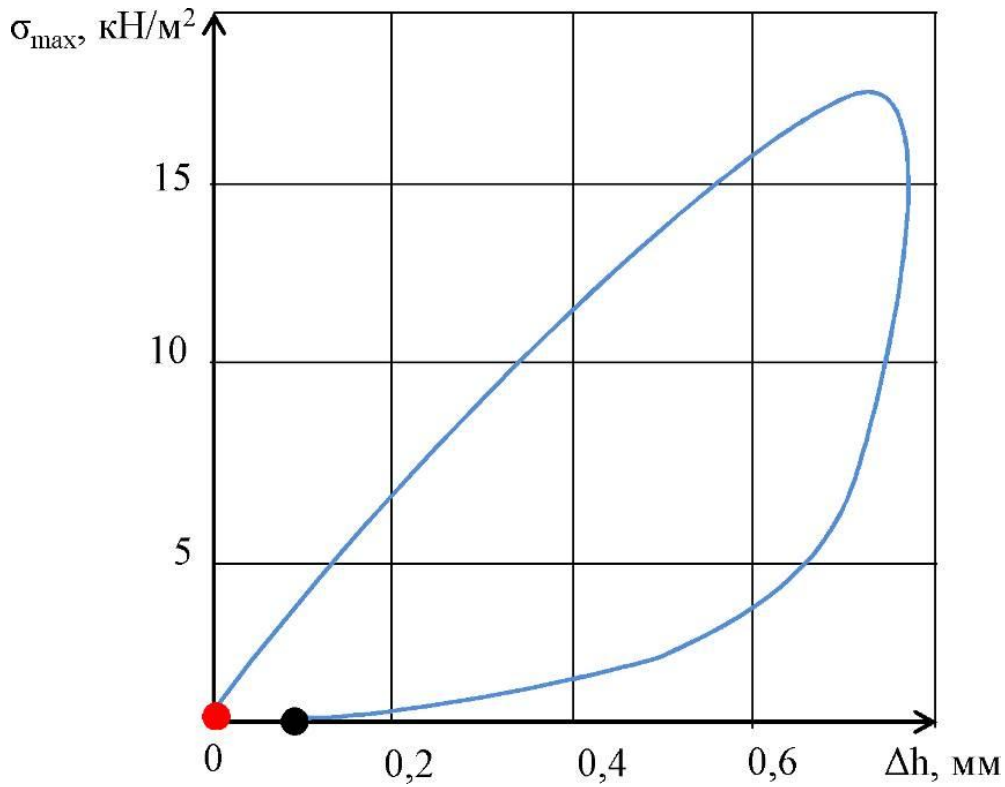


Рис. 6. Залежність максимальної напруженості грубої вовни від її відносної деформації.

Висновки.

1. Встановлено динаміку зміни максимальної напруженості і відносної деформації грубої овечої вовни при її ударно-механічному ущільненні;

2. Отримано залежність максимальної напруженості грубої овечої вовни від її відносної деформації, яка показує присутність явища пружного гістерезису.

3. Подальші дослідження будуть зосереджені на практичному втіленні отриманих результатів при розробленні та виготовленні робочих органів малогабаритних плитно-валяльних машин.

Література

1. Кузнецов В.А. Исследование закономерности сжимаемости плоских текстильных материалов / В.А. Кузнецов, С.А. Полумисков, С.Б. Найолова // Оборудование для ткацкого и красильно-отделочного производства. Экспресс-информация / ЦНИИТЭИЛегпищемаш. – М., 1980. – С. 11 - 16.



2. Румянцев А.А. Контактная задача о деформировании волокнистого материала в отжимных валах / А.А. Румянцев, А.Б. Брут-Бруляко // Изв. Вузов. Технология текст. Пром-сти. – 1987. – № 4. – С. 92 - 95.
3. Энхбаатар П. Определение деформационных характеристик слоя шерсти / П. Энхбаатар, А.В. Демидов, Ю.Г. Фомин // Вестник НПО. – 2002. – Выпуск № 5. – С. 29 -32.
4. Демидов А.В. Исследование деформационных характеристик слоя шерсти / А.В. Демидов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой пром-ти. (Поиск-2003). Тез. Докл. Межвуз. Научн.- техн. конф. – Иваново, 2003. – С. 108-110.
5. Lavrykov S. 3D network simulations of paper structure / S. Lavrykov, S.B. Lindström, K.M. Singh, B.V. Ramarao // Paper physics / Nordic Pulp and Paper Research Journal. – 2012. – Vol 27 no. 2. – P. 256-263.
6. Schreiber J. Zur Verteilung der Dichte an Fichtenpressholz – Tomografie und Simulation / J. Schreiber, J. Matheas, P. Haller // Holztechnologie, – 2010. – 4. – P. 8-13.
7. Martin Sherburn. Geometric and Mechanical Modelling of Textiles: Ph.D. thesis / Martin Sherburn. – The University of Nottingham, 2007. – 271 p.
8. Рогачев Н.В. Шерсть – первичная обработка и рынок / Н.В. Рогачев, Л.Г. Васильева, Н.К. Тимошенко и др. под ред. Н.К. Тимошенко. – М.: ВНИИ мясн. пром. РАСХН, 2000. – С. 14-111.
9. Горбунова Л.С. Первичная обработка шерсти: учебн. для средн. спец. учебн. заведений / Л.С. Горбунова, Н.В. Рогачев, Л.Г. Васильев, В.М. Колдарев. – М.: Легкая пищевая промышленность, 1981.– 352с.
10. Лиходід В.В. Результати дослідження деформаційних характеристик шару вологонасиченої грубої вовни / В.В. Лиходід, В.В. Івлєв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2012. – Вип. 1(9). – С. 86-92. – ISSN 2075-1591.
11. Лиходід В.В. Результати дослідження пружних характеристик немітої овечої вовни / В.В. Лиходід, В.В. Полюсов // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві: зб. наук. праць / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2012. – Вип. 1 (9). – С. 104-110. – ISSN 2075-1591.
12. Алієв Е.Б. Теоретичне обґрунтування діапазону робочих конструктивно-технологічних параметрів плитно-валяльної машини / Е.Б. Алієв, В.В. Івлєв // Вібрації в техніці та технологіях: всеукраїнський наук.-техн. журнал / ВНАУ. – Вінниця, 2013. – № 3 (71). – С. 5-11. – ISSN 2306-8744.



**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ДЕФОРМАЦИИ СЛОЯ ГРУБОЙ ОВЕЧЬЕЙ ШЕРСТИ
ПРИ УДАРНО-МЕХАНИЧЕСКОМ УПЛОТНЕНИИ**

Э.Б. Алиев, В.В. Лиходед, В.В. Ивлев

Аннотация – работа посвящена численному моделированию процесса деформации слоя грубой овечьей шерсти при ударно-механическом уплотнении.

**NUMERICAL MODELING OF THE PROCESS
DEFORMATION OF ROUGH SHEEP'S WOOL LAYER
UNDER SHOCK-MECHANICAL SEAL**

E. Aliev, V. Lykhodid, V. Ivlev

Summary

The work is devoted to the numerical modeling of the process deformation of rough sheep's wool layer under shock-mechanical seal.