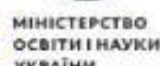


Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Україна)  
Асоціація випускників Національного університету «Чернігівська політехніка»  
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
Oerlikon Barmag GmbH (Німеччина)  
Херсонський національний технічний університет (Україна)  
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)  
Національний авіаційний університет (Україна)  
ТОВ «БАХ-Інжиніринг» (Україна)  
Інженерна академія України  
Академія наук вищої освіти України  
Лодзький технічний університет (Польща)  
Технічний університет в Кошице (Словаччина)  
Thyssenkrupp Materials International GmbH (Німеччина)  
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)  
Батумський державний університет ім. Шота Руставелі (Грузія)  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
Українське товариство механіки ґрунтів, геотехніки і фундаментобудування  
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння  
та військової техніки (Україна)



Матеріали XI міжнародної  
науково-практичної конференції

# **«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»**

Том 1

26 - 27 травня 2021 р.  
м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004  
К63

*Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету  
«Чернігівська політехніка» (протокол № 5 від 31.05.2021)*

К63 Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2021) : матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 26–27 травня 2021 р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] ; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.] . – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – Т. 1. – 240 с.

ISBN 978-617-7932-15-3

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

к.т.н., доц. Єрошенко Андрій Михайлович, (Секція №1)  
к.т.н., доц. Космач Олександр Павлович, (Секція №2)  
к.т.н., доц. Сапон Сергій Петрович, (Секція № 3)  
к.т.н., доц. Хребтань Олена Борисівна, (Секція № 4)  
к.т.н., доц. Прибитько Ірина Олександрівна, (Секція №5)  
к.т.н., доц. Корзаченко Микола Миколайович, (Секція №6)  
к.т.н., доц. Терещук Олексій Іванович, (Секція № 6)  
к.т.н., доц. Приступа Анатолій Леонідович, (Секція №7)  
к.т.н., доц. Базилевич Володимир Маркович, (Секція № 8)  
к.пед.н., доц. Коленіченко Тетяна Іванівна (Секція №9)

#### **Відповідальний координатор конференції:**

к.т.н., доц. Сапон Сергій Петрович, тел. (097) 3844197, e-mail: [s.sapon@gmail.com](mailto:s.sapon@gmail.com) або  
[kzyatps@gmail.com](mailto:kzyatps@gmail.com)  
<https://www.facebook.com/kzyatps/>  
[www.conference-chemihiv-polytechnik.com](http://www.conference-chemihiv-polytechnik.com)

\*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори



УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004  
ISBN 978-617-7932-15-3

© Національний університет  
«Чернігівська політехніка»

## СЕКЦІЯ 4.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ХІМІЧНОЇ, ЛЕГКОЇ,  
ПЕРЕРОБНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

- Бабак Т.Г., Демірський О.В., Хавін Г.Л.** Моделювання інтенсивності появи відкладень на поверхні пластинчастих теплообмінників 206  
*Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків*
- Пристинський С. В., Будах Ю. О., Плаван В. П.** Перспективи вторинної переробки багатокомпонентних відходів полімерів методом лиття під тиском 207  
*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
- Місяць М.В., Орловський Б.В.** Класифікація контактних та безконтактних пневматичних захоплювачів деталей крою з текстилю 209  
*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
- Орловський Б.В., Місяць М.В.** Механізм процесу відокремлення текстильних деталей крою з магазинного завантажувального пристрою 211  
*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
- Дворжак В. М.** Силовий аналіз механізму четвертого класу для приводу петлетвірних органів основов'язальних машин 213  
*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
- Акнмов О.О.** Дослідження впливу параметрів бобінотримача машини БП-340 на його крутильні коливання 215  
*Державний науково-дослідний інститут випробувань та сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів*
- Кайдаш М.Д.** Визначення тиску на нитконосій з нелінійною характеристикою податливості 217  
*Національний університет "Чернігівська політехніка", м. Чернігів*
- Березін Л.М.** Тенденції у виробництві панчішно-шкарпеткового обладнання 219  
*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
- Березін Л.М.** Проектування клинів в'язальних машин з консольними балками рівної міцності 221  
*Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
- Гревцева Н.В.<sup>1</sup>, Городиська О.В.<sup>2</sup>, Брикова Т.М.** Вплив виноградних порошоків на показники якості кондитерських виробів 222  
<sup>1</sup>*Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків*  
<sup>2</sup>*Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т.Г. Шевченка, м. Чернігів*
- Кисилевська А.Ю., Бабов К.Д., Безверхнюк Т.М., Коєва Х.О.** Порівняння національних та європейських законодавчих і нормативних вимог до організації виробництва фасованих мінеральних вод 223  
*Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса*
- Бусел О. В., Денисова Н.М.** Апарат для збору та відокремлення гарбузового насіння механічним способом 226  
*Національний університет "Чернігівська політехніка", м. Чернігів*
- Шанина О.М., Боровікова Н.О., Гавриш Т.В., Гирка Г.І.** Вплив виду упакування на зберігання безглютенового рисового хліба 228  
*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, м. Харків*

### ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ НА НИТКОНОСІЙ З НЕЛІНІЙНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ ПОДАТЛИВОСТІ

Одним з напрямків теорії формування тіл намотки є дослідження їх напруженого стану. Для текстильних паковок така задача має важливе практичне спрямування, оскільки саме характер напруженого стану визначає якісні характеристики паковки та впливає на процес її подальшої переробки.

Складність математичного описання напруженого стану обумовлена великою кількістю геометричних та фізико-механічних параметрів процесу намотування нитки в паковку. До таких параметрів відносяться: розміри та форма тіла намотки; закон руху ниткорозкладача; наявність притискного ролика; характер зміни намоточного натягнення нитки; лінійна щільність, фізичні та реологічні властивості нитки; податливість нитконосця та ін. Важливою специфічною особливістю тіл намотки є також те, що їх фізико-механічні характеристики, пружні та деформативні властивості суттєво відрізняються від однорідних суцільних середовищ.

Відомо, що найбільш вагомий вплив на напружений стан паковки має намоточне натягнення нитки. Рівень намоточного натягнення та закон його зміни в процесі намотування є визначальними для таких взаємопов'язаних характеристик напруженого стану тіла намотки, як: щільність паковки та її радіальний розподіл; пружність шарів паковки; рівень міжшарового тиску та рівень залишкових напружень у витках нитки.

По зазначеній проблемі на сьогодні існує велика кількість аналітичних та експериментальних досліджень. Зокрема, математичні моделі напруженого стану текстильних паковок розглянуто в роботах [1 - 4]. Внаслідок складності та прийнятих в існуючих моделях спрощень, задача дослідження напруженого стану тіл намотки залишається актуальною і потребує подальшого розвитку.

Метою даної роботи є аналітичне дослідження рівня тиску на нитконосій, який має нелінійну характеристику податливості – залежності між радіальним переміщенням його точок і зовнішнім тиском.

При дослідженні напруженого стану паковки за основу прийнято математичну модель, запропоновану в роботі [4]:

$$\frac{d^2\sigma_r(\rho)}{d\rho^2} + \frac{k(\rho)}{\rho} \cdot \frac{d\sigma_r(\rho)}{d\rho} + \frac{\gamma(\rho)}{\rho^2} \cdot \sigma_r(\rho) = \frac{L(\rho)}{\rho^2} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\sigma_0(\rho)}{d\rho}, \quad (1)$$

де  $\sigma_r(\rho)$  – функція розподілу міжшарового тиску в тілі намотки;  $\rho$  – відносний радіус тіла намотки;  $k(\rho)$ ,  $\gamma(\rho)$ ,  $L(\rho)$  – параметри анізотропії тіла намотки;  $\sigma_0$  – намоточне натягнення нитки.

В результаті інтегрування (1) отримано:

$$\sigma_r(\rho) = S_1 \sqrt{\rho} \cdot D_1 D_2 + S_2 \sqrt{\rho} \cdot D_1 D_2 + \frac{L(\rho)}{\gamma(\rho)} + \frac{d\sigma_0(\rho)}{d\rho} \cdot \frac{\rho}{\gamma(\rho) + k(\rho)}, \quad (2)$$

де

$$D_1 = \exp(-0.5 \cdot \sqrt{(k(\rho) - 1)^2 - 4 \cdot \gamma(\rho)} \cdot \log \rho),$$

$$D_2 = \exp(-0.5 \cdot k \cdot \log \rho),$$

$$D_3 = \exp(0.5 \cdot \sqrt{(k(\rho) - 1)^2 - 4 \cdot \gamma(\rho)} \cdot \log \rho)$$

Намоточне натягнення для нитки з лінійною щільністю 1,67 текс в розрахунках прийнято сталим:  $\sigma_0(\rho) = 20 \text{ МПа} = \text{const}$ .

Константи інтегрування  $S_1, S_2$  визначалися з граничних умов:

1) на зовнішньому контурі паковки ( $\rho = \rho_H$ ) радіальний тиск відсутній:  $\sigma_r(\rho_H) = 0$ ;

2) на зовнішній поверхні нитконосця ( $\rho = 1$ ):  $\sigma_\theta = \nu(\sigma_r) \cdot E_\theta \cdot \sigma_r / r_B$ ,

де  $\sigma_\theta$  – колове напруження в витках паковки, що створено дією з боку вищерозташованих шарів намотки;  $\nu(\sigma_r)$  – податливість нитконосця, як функція радіального тиску;  $E_\theta$  – модуль пружності тіла паковки в коловому напрямку;  $r_B$  – зовнішній радіус нитконосця.

Функцію податливості прийнято у вигляді

$$\nu(\sigma_r) = \nu_0 \cdot (c_1 \cdot \sigma_r + c_2), \quad (3)$$

де  $\nu_0 = 2 \cdot 10^3$  мм/МПа;  $c_1, c_2$  – константи (табл.1).

Розрахунок тиску на нитконосій реалізовано методом ітерацій в послідовності:

– для вибраного початкового наближення функції  $\sigma_n(\rho)$  визначалися параметри анізотропії  $k(\rho), \gamma(\rho), L(\rho)$ , функція податливості (3) та граничні умови;

– для  $\sigma_n(\rho)$  визначалися константи інтегрування  $S_1, S_2$  і за наступне наближення  $\sigma_{r_{\text{нов}}}(\rho)$ , приймалася функція (2) та відповідні параметри  $k(\rho), \gamma(\rho), L(\rho)$ ;

– при виконанні умови  $|\sigma_{r_{\text{нов}}} - \sigma_n| < \varepsilon$ , де  $\varepsilon$  – деяке мале додатне число, ітераційний процес завершувався і отримане значення тиску на нитконосій  $\sigma_{r_{\text{нов}}}(\rho = 1)$  вважалось визначеним.

Результати розрахунків наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Залежність рівня тиску на нитконосій від характеристик його податливості

Рівень тиску на нитконосій, МПа	Характеристика податливості нитконосця		
-17,1	$\nu_0 = 2 \cdot 10^3 \text{ МПа} = \text{const}$		
-15,4	$\nu(\sigma_r) = \nu_0 \cdot (c_1 \cdot \sigma_r + c_2)$	$c_1 = 0,5$	$c_2 = 10$
-10,2		$c_1 = 0,5$	$c_2 = 15$
-5,1		$c_1 = 0,5$	$c_2 = 28$

Отримані результати показують, що відповідний вибор нитконосця з нелінійною податливістю дозволяє суттєво зменшити рівень тиску у внутрішніх шарах тіла намотки.

#### Список посилань

1. Александров С.А. Формирование ткацких паковок / С.А. Александров, В.Б. Кленов. – М.: Легкая индустрия, 1976. – 120 с.
2. Гордеев В.А. К расчету давлений намотки текстильных материалов. – Л.: ЛТИ, 1957. – №9.
3. Степанов В.А. Теоретическое и экспериментальное исследование формирования текстильных паковок и разработка методов их расчета: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Кострома: КТИ, 1978.
4. Сухарев В.А., Матюшев И.И. Расчет тел намотки. – М.: Машиностроение, 1982. – 136 с.

