

Вплив структури шару льоносоломи на його аеродинамічний опір

Постановка проблеми. Зменшення в Україні площ, відведених під льон-довгунець, в основному пов'язано з малоефективними та енерговитратними технологіями збирання та первинної переробки лляної сировини, що призводить до значних її втрат та низької якості [1]. Одним з визначальних чинників, який зумовлює такі наслідки є погодні умови. Усунення його впливу можна досягнути завдяки сушінню лляної соломи та лляної трести у рулонах і активному вентиляванню. Обмежене використання цього способу доведення рослинних матеріалів до кондиційної вологості зумовлене його енергоємністю, зменшити яку можна, врахувавши структурні особливості рулону в процесі вентилявання.

Питанню визначення аеродинамічного опору шару стеблових рослинних матеріалів присвячено низку праць науковців, зокрема [2]. Проте це питання потребує додаткових досліджень, оскільки структура шарів рулонів льоносировини має свої особливості, внаслідок різних способів формування паків та початкових параметрів стрічки.

Мета досліджень. Визначити вплив параметрів стрічки та структури шарів лляної соломи у рулоні на аеродинамічний опір під час вентилявання.

Результати досліджень. Відомі сушарки рослинних матеріалів у рулонах не забезпечують рівномірного сушіння за об'ємом паковки. Це пов'язано з не врахуванням відмінностей у структурі шарів матеріалу, які зумовлено різними способами формування рулонів, зміною щільності й пористості за радіусом та висотою паковки, а також орієнтацією стебел щодо напрямку повітряного потоку.

Для визначення аеродинамічного опору шарів льоносировини у рулоні заміною реальний шар моделлю шару стебел. Це дає можливість структурувати шар та розглядати його як пористе тіло з циліндричними криволінійними отворами однакового діаметра. З огляду на запропоновану модель, запишемо рівняння Бернуллі для шару матеріалу:

$$P_{co} + P_{do} = P_{ck} + P_{dk} + \Delta P\zeta, \quad (1)$$

де P_{co} , P_{do} — відповідно, статичний та динамічний тиск на початку каналу;
 P_{ck} , P_{dk} — відповідно, статичний та динамічний тиск у кінці каналу;
 $\Delta P\zeta$, — втрати тиску за довжиною каналу.

Приймемо умову, що звільнений динамічний тиск дорівнює втратам тиску за довжиною каналу, тобто повністю витрачається на подолання опору каналу.

При цьому статичний тиск за довжиною каналу постійний, тоді з (1) маємо:

$$P_{do} - P_{dk} = \Delta P\zeta, \quad (2)$$

а позначивши $P_{do} - P_{dk} = \Delta P\delta$, матимемо $\Delta P\delta = \Delta P\zeta$.

Втрати тиску під час вентилявання шару льоносоломи, з врахуванням його структури, можна визначити за рівнянням Дарсі-Вейсбаха [3]:

$$\Delta P\zeta = \zeta \frac{\mu l}{d_{ек}} \cdot \frac{\gamma_{пов} \omega_0^2}{2}, \quad (3)$$

де ζ — коефіцієнт аеродинамічного опору;
 μ — структурний фактор;
 l — висота шару матеріалу (рулону);
 $d_{ек}$ — еквівалентний діаметр каналу;
 $\gamma_{пов}$ — питома вага повітря;
 ω_0 — швидкість повітряного потоку на початку каналу.
Еквівалентний діаметр:

$$d_{ек} = \frac{4V_{пор}}{F_{пор}}, \quad (4)$$

де $V_{пор}$ — об'єм пор в шарі матеріалу;
 $F_{пор}$ — площа поверхні пор.

Об'єм пор в шарі матеріалу за умови, що за товщиною шару пористість не змінюється:

$$V_{пор} = \Pi v V_{шар} = 4\pi \Pi v R h \ell, \quad (5)$$

де R — відстань від центра рулону до середини товщини шару;
 h — половина товщини шару матеріалу.

Якщо прийняти, що всі стебла у шарі однакового діаметра та циліндричної форми, тоді:

$$F_{пор} = S_{cm} n_{cm} = \pi t \ell_{cm} n_{cm} = \frac{2\pi d_{cm} h L_{cm}}{f k} = \frac{4\pi^2 h R d_{cm}}{f^2 \sin \beta}, \quad (6)$$

де S_{cm} — площа поверхні стебла;
 n_{cm} — кількість стебел в шарі матеріалу;
 d — середній діаметр стебла;
 ℓ_{cm} — середня довжина стебла;
 f — діаметр уявного циліндра;
 ω_0 — кут вкладання уявних циліндрів у шар;
 L_{cm} — довжина стрічки, необхідна для формування шару в рулоні;
 k — товщина елементарного шару матеріалу, що розглядається.

Якщо позначити кут нахилу стебел у стрічці до її поздовжньої осі через α , тоді коефіцієнт розтягнутості стрічки у поздовжньому напрямку:

$$\lambda = \sin \alpha. \quad (7)$$

Враховуючи, що висота шару матеріалу дорівнює ширині стрічки $\ell = \lambda L_{cm}$, тоді, підставивши (5), (6) та (7) у (4), маємо:

$$d_{ек} = \frac{4\Pi v f^2 \lambda \sin \beta}{\pi d}. \quad (8)$$

Структурний фактор, що враховує будову шару льоносоломи:

$$\mu = \mu_F \mu_\ell. \quad (9)$$

Коефіцієнт μ_F являє собою відношення площі поверхні пор до площі перетину цих пор. За умови, що площа пор у кожному перерізі шару за його висотою однакова, а стебла є суцільними, отримаємо:

$$\mu_F = \frac{1}{\Pi v} \quad (10)$$

Коефіцієнт покрученості шару μ_ℓ являє собою відношення довжини шляху проходження повітря через шар матеріалу в рулоні до висоти шару.

Якщо припустити, що повітря рухатиметься вздовж стебел, матимемо:

$$\mu_\ell = \frac{l_{ст}}{l_{ст} \sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\lambda}. \quad (11)$$

Підставляючи (10) та (11) у (9), маємо:

$$\mu = \frac{1}{\Pi v}. \quad (12)$$

Режим руху повітряного потоку через рулон можна вважати ламінарним або таким, що належить до перехідної зони. Припускаємо, що стінки каналів моделі є абсолютно гладенькими, бо стебло льону покрите восковим нальотом. Для таких каналів коефіцієнт аеродинамічного опору в разі ламінарного руху повітряного потоку можна визначити, виходячи із закону Гагена-Пуазейля:

$$\xi_0 = \frac{64}{Re}. \quad (13)$$

Відповідно до запропонованої моделі рулону, канали можуть мати кривизну. Це пов'язано з розтягнутістю стрічки у поздовжньому напрямку, що призводить до закрученості стебел у рулоні (рис.1). Повітряний потік, рухаючись вздовж стебел, рухається по «гвинту» вздовж осі рулону. Закрученість стебел у межах шару можна охарактеризувати кутом закручення стебел:

$$\gamma = \frac{b}{R \operatorname{tg} \alpha} = \frac{\lambda l_{ст}}{R} = \frac{l_{ст} \cos \alpha}{R}. \quad (14)$$

Для ламінарного режиму вплив кривини каналу на значення коефіцієнта ζ можна врахувати, використовуючи формулу Прандтля:

$$\zeta = 0,37 \zeta_0 De^{0,36}. \quad (15)$$

Число Діна:

$$De = \frac{Re}{2} \frac{dee}{2R_{кр}}, \quad (16)$$

де $R_{кр}$ — середній радіус кривизни каналу.

Сучасний підхід до методів визначення кольорової характеристики лубоволокнистого матеріалу

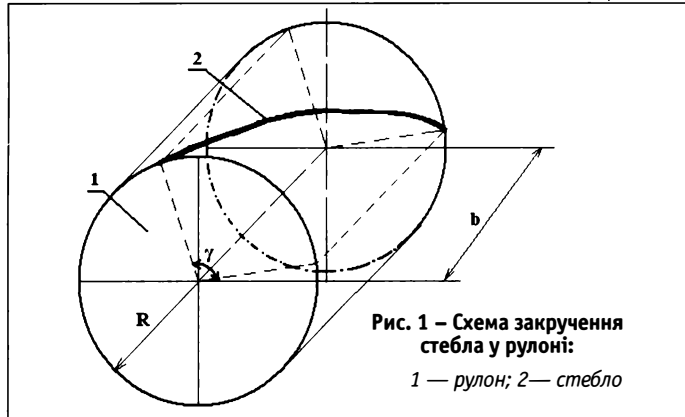


Рис. 1 — Схема закручення стебла у рулоні:
1 — рулон; 2 — стебло

Середній радіус кривизни каналу можна визначити, використавши формулу для середнього радіуса кривизни стебла згідно [4], відповідно до якої, провівши розрахунки, матимемо:

$$R_{кр} = \frac{4R^2 \sin^2 \frac{\gamma}{2} + 1}{8R(1 - \cos \frac{\lambda}{2})} + \frac{R(1 - \cos \frac{\gamma}{2})}{2} \quad (17)$$

Оскільки початковий динамічний тиск повітря $P_{d0} = \frac{\gamma_{ном} \omega_0^2}{2}$, з формули (2), із врахуванням (3), (8), (12) та (15), матимемо:

$$\Delta P_d = \zeta \frac{\pi d l}{4 \Pi_v^2 f^2 \lambda^2 \sin \beta} \cdot P_{d0} \quad (18)$$

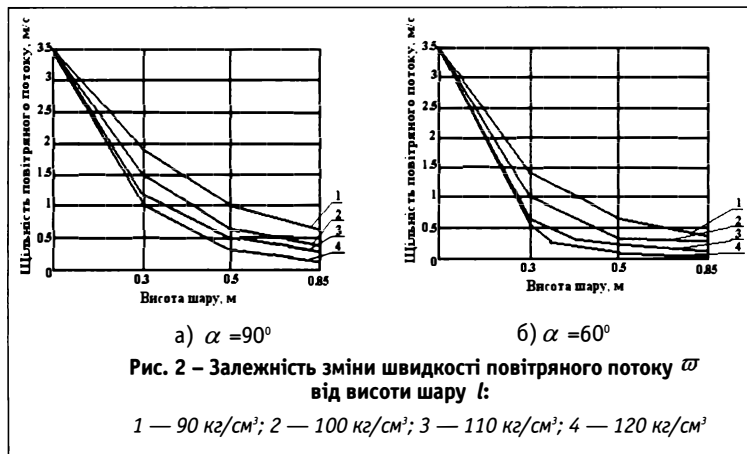
Якщо врахувати, що на висоті шару матеріалу (рулону) dl падіння динамічного тиску становитиме dP_{d0} , маємо:

$$\frac{\pi \zeta d}{4 \Pi_v^2 f^2 \lambda^2 \sin \beta} \cdot dl = \frac{dP_{d0}}{P_{d0}} \quad (19)$$

Враховуючи, що швидкість повітряного потоку до шару матеріалу $\omega = \Pi_v \omega_0$ та $f^2 \sin \beta = \frac{m_{ст}}{1_{ст} \rho_{шар}}$, матимемо:

$$\omega = \omega_0 \cdot \frac{\pi d l \zeta \rho_{шар} l_{ст}}{8 \Pi_v^2 \lambda^2 m_{ст}} \quad (20)$$

де $m_{ст}$ — середня маса стебла; $\rho_{шар}$ — щільність шару матеріалу.



ВИСНОВКИ

Незначну розбіжність в значеннях із збільшенням висоти шару можна пояснити зміною пористості за висотою реального шару, внаслідок конусності стебел. Таким чином, за формулою (20) можна визначити зміну швидкості повітряного потоку за висотою шарів матеріалу, з врахуванням їхніх структурних особливостей. А це, у свою чергу, дає можливість запропонувати нові способи підведення сушильного агента до шарів матеріалу в рулоні, які забезпечували б ефективніше його використання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця. Практичний посібник за ред. Голобородька П.А. — Глухів: Інститут луб'яних культур. — 2001. — 30с.
2. Петрушевичюс В.И. Основы сушки сельскохозяйственных продуктов методом активного вентилирования. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук (05.20.01). Елгава, 1975, 41с.
3. Кришер О. Научные основы техники сушки. Перевод с нем. канд. техн. наук Левина Д.М. Под ред. проф. доктора техн. наук Гинзбурга А.С. — М.: Издат. Иностран. литер., 1961, 535с.
4. Хайлис Г.А. Механика растительных материалов. — К.: УАН, 2002. — 374 с.

Одержано 21.04.2008

Колір волокна характеризує такі показники, як спосіб приготування волокна; час збирання; наявність ураження волокна хворобами; пошкодження, що завдані під час збирання і первинної обробці тощо.

Однак найважливішими у разі сортування волокна є добирання в окремих партіях волокна однорідного за кольором. Це має особливо велике значення для волокна, яке використовують у виробництві виробів, що піддаються вибілюванню. Волокно, різне за кольором, потребує різної інтенсивності хімічного оброблення й тому в кольоровій строкатості неминуча значна втрата міцності продукції з цього волокна.

Існує низка методів, які застосовують для визначення кольору матеріалів, що відбивають світло. Їх можна поділити на такі:

- ✓ Візуальний метод або органолептичний
- ✓ Розрахунковий чи спектрофотометричний метод, який потребує вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття зразка та знання функцій поєднання кольорів у сукупності із спектральним розподіленням енергії в джерелі світла
- ✓ Об'єктивний метод, який припускає вимірювання відношення координат кольору випробуваного зразка з відомими координатами кольору зразка-еталона

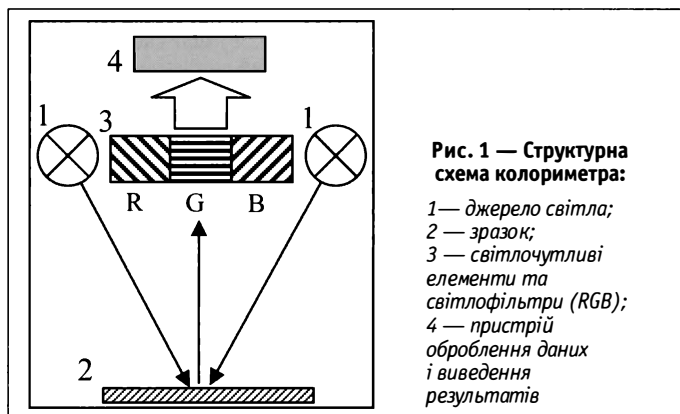
Органолептичний метод засновано на використанні інформації, яку отримують внаслідок аналізу сприйняття органів почуттів, у даному випадку — це зір, тобто провадиться завдяки візуальному порівнянню кольору вимірюваного зразка із кольором відповідного зразка, що прийнятий за еталон.

Однак відсутність кількісних даних про колір застосовуваних еталонів, несталість їхнього кольору й, головне, невизначеність та суб'єктивність самого візуального порівняння потребують переходу до об'єктивних методів кольорових вимірювань, які на даний момент широко розповсюджені у промисловості.

Застосовувані з цією метою фотоелектричні прилади мають надавати результати вимірювань, що співпадають з безпосередньою візуальною оцінкою, за розрізняльної чутливості, рівної або навіть переважаючої чутливості ока.

Для оцінювання кольору тепер використовують переважно колориметричну систему XYZ, що прийнята Міжнародною комісією з освітлення (МКО) в 1931 р.

Одним із приладів, які застосовують в колориметрії, є колориметр (рис. 1).



Колориметри першими мали широке застосування в промисловості завдяки відносно простій конструкції та дешевині.

У загальному вигляді принцип дії колориметра такий:

- ◆ Джерело випромінювання приладу освітлює вимірюваний зразок
- ◆ Відбите світло проходить крізь три світлофільтри, криві пропускання яких підбрано відповідно до стандартних кривих поєднання кольорів
- ◆ Далі відбите світло потрапляє на три фотодетектори, сигнал з кожного з них є однією з координат кольору в форматі RGB чи ЧЗС