

УДК 631.365.22:633.854.54:539.215

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПІРАЛЕПОДІБНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СУШАРКИ ДЛЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Ящук А.А.

Кірчук Р.В.

Луцький національний технічний університет

В статъе представлены результаты экспериментальных исследований эффективности перемешивания сыпучего материала спиральными рабочими органами сушилки для семян льна масляного.

In the article the results of experimental researches of efficiency of interfusion of friable material are presented by the spiral workings organs of dryer for the seed of flax oily.

Постановка проблеми

Сушіння насіння льону олійного має свої особливості. Насіння льону характеризується малими розмірами, низькою пористістю і злипанням при підвищеній вологості [1], а наявність крупних соломистих домішок в масі вороху негативно впливає на технологічний процес сушіння [1, 2]. Ці особливості зумовлюють необхідність попереднього очищення вороху насіння льону олійного перед сушінням, а процес сушіння в нерухомому шарі є неефективним [1, 2]. Для сушіння насіння льону олійного застосовують, в основному, шахтні і барабанні зерносушарки, що мають ряд недоліків [2]. При розробці нових методів і засобів сушіння для насіння льону олійного та інших сипких сільськогосподарських матеріалів повинні вирішуватися проблеми енергозбереження, підвищення продуктивності процесу, збереження високої якості кінцевого матеріалу.

Аналіз досліджень і публікацій

Дослідженням процесу сушіння рослинних матеріалів займалися ряд науковців, зокрема Ликов А.В.[3], Зеленко В.І.[4], Дідух В. Ф.[5], Котов Б. І. [6] та багато інших. Дослідженням, що стосуються збирання і післязбирального обробітку льону присвячені роботи Гінзбурга Л.Н., Живетина В.В. та інших. Ряд досліджень, пов'язаних з сушінням сипких матеріалів, підтверджують доцільність застосування перемішування в процесі сушіння для підвищення його ефективності.

Мета дослідження

Метою роботи є дослідження ефективності застосування спіралеподібних робочих органів для розпушування матеріалу і його перемішування у запропонованій конструкції сушарки для насіння льону олійного, експериментальне обґрунтування їх найбільш раціональних параметрів.

Результати дослідження.

В результаті аналізу існуючих засобів сушіння сипких сільськогосподарських матеріалів і дослідження властивостей насіння льону олійного [7] була запропонована

конструкція сушарки (рис.1.) для насіння льону олійного, в якій використано активні спіралеподібні робочі органи для розпушування і перемішування матеріалу в процесі сушіння.

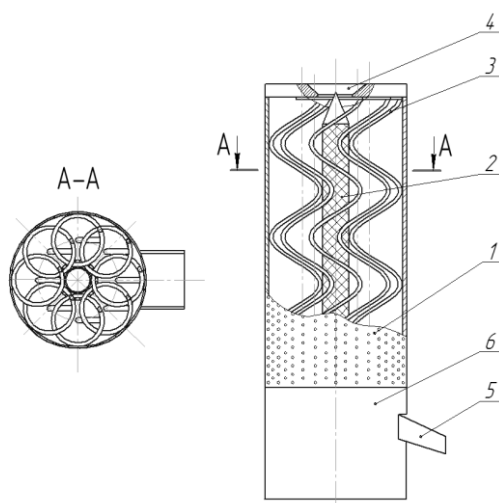


Рис. 1. Сушарка для насіння льону олійного

1 – перфорована стінка сушильної камери; 2 – перфорована колона сушильної камери; 3 – робочі органи для перемішування матеріалу; 4 – завантажувальний пристрій; 5 – вивантажувальний пристрій; 6 – теплогенератор з вентилятором.

Сушарка працює наступним чином. Матеріал подається в сушильну камеру через завантажувальний пристрій 4, вентилятором нагнітається атмосферне повітря і за допомогою теплогенератора 6 нагрівається до потрібної температури. Після цього, сформований сушильний агент подається у перфоровану колону 2, розміщену в центрі, звідки потрапляє в сушильну камеру і проходить крізь матеріал, забирає в нього надлишкову вологу і відводиться з сушильної камери через перфоровану стінку 1. В сушильній камері встановлені спіралеподібні робочі органи 3. В результаті обертання спіралеподібних робочих органів в напрямку, що забезпечує пеміщення їх витків догори, матеріал, що перебуває в сушильній камері розпушується і перемішується. Після досягнення кондиційної вологості матеріал вивантажується за допомогою вивантажувального пристрою 5.

Конструкція робочих органів для перемішування матеріалу повинна забезпечити:

- розпушування і перемішування матеріалу, достатнє для вільного проходження сушильного агента крізь весь об'єм матеріалу,
- ефективне використання енергетичного потенціалу сушильного агента, рівномірність сушіння і високу інтенсивність;
- низький ступінь пошкодження насіння;
- високий ступінь заповнення сушильної камери матеріалом;
- мінімальні затрати потужності на приведення в дію цих робочих органів.

Основними конструктивними і режимними параметрами запропонованих робочих органів є крок спіралі k , діаметр спіралі D , міжосьова відстань між сусідніми робочими органами A і частота обертання n .

Для встановлення найбільш раціональних значень цих параметрів була виготовлена спеціальна дослідна установка, конструкція якої зображена на рис.2.

Конструкція установки для дослідження перемішування матеріалу передбачає можливість встановлення змінних активних робочих органів 6 з різним кроком. Також передбачена можливість регулювання міжосьової відстані між активними робочими органами, що закріплюються на нижній і верхній направляючих 5. Приведення в дію активних робочих органів забезпечується обертанням рукояток 7. Знімні кришки 8 дозволяють завантажувати матеріал у верхній частині установки. Вивантажування здійснюється через вивантажувальний пристрій 3 у нижній частині установки.

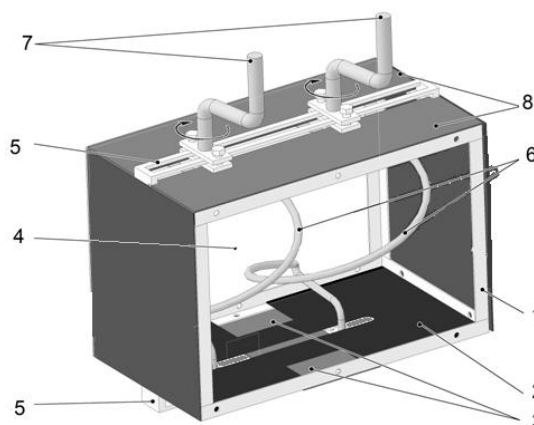


Рис. 2. Схематичне зображення установки для дослідження перемішування матеріалу

1 – рама; 2 – днище; 3 – вивантажувальний пристрій; 4 – прозора стінка; 5 – направляючі; 6 – змінні активні робочі органи; 7 – рукоятки; 8 – кришка.

Оцінка якості роботи спіралеподібних робочих органів здійснювалася на основі аналізу двох величин: однорідність суміші і ступінь розпушування.

Однорідність суміші прийнято визначати за показником коефіцієнту неоднорідності на основі методів математичної статистики [8]:

$$V_c = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де x_i – поточне значення величини; \bar{x} – середньоарифметичне значення цієї величини; n – кількість проб.

Для дослідження перемішування матеріал з однаковими фізико-механічними властивостями, але різного забарвлення (білого і червоного) у рівних співвідношеннях (1:1) завантажувався двома шарами однакової товщини в дослідну установку (рис. 3, а). Однорідність суміші визначалася в контрольних ділянках матеріалу, показаних схематично на рис. 3, б. Показники знімалися через фіксоване однакове число обертів спіралеподібних робочих органів для кроку спіралі 150, 200 і 250 мм (рис. 4). Діаметр витка спіралі становив 250 мм, а міжосьова відстань між сусідніми спіралеподібними робочими органами: 100 мм.

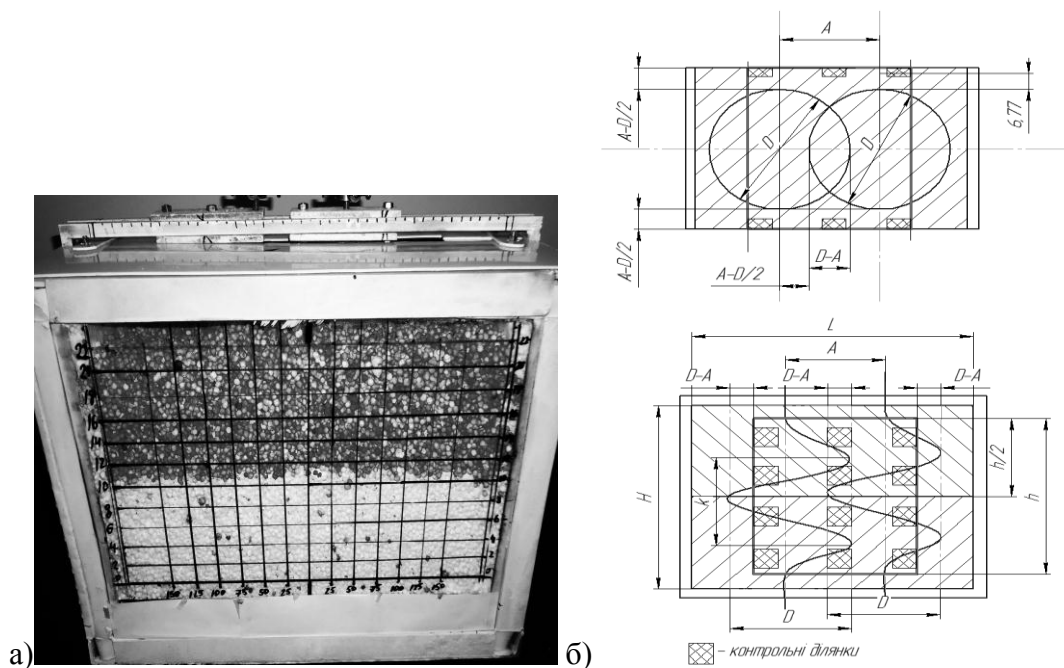


Рис. 3. Вихідне розташування частинок матеріалу в установці (а) і схематичне зображення розміщення контрольних ділянок для оцінки ефективності перемішування (б).

Важливим показником в технологічному процесі роботи даної сушарки є величина розпушування, оскільки, вона є визначальною для проходження сушильного агента крізь об'єм матеріалу і, як результат, ефективності його використання в сушарці. Ступінь розпушування оцінювався як відносно збільшення об'єму матеріалу від початкового об'єму у стані спокою

$$P = \frac{V_{кін.}}{V_{поч.}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де $V_{поч.}$ – початковий об'єм досліджуваного матеріалу у стані спокою, m^3 ; $V_{кін.}$ – об'єм досліджуваного матеріалу в процесі розпушування, m^3 .

Результати дослідження порівняння ефективності роботи спіралеподібних робочих органів з різними конструктивними параметрами зведені до таблиці 1., а порівняння ефективності робочих органів з різним кроком спіралі представлено на графіку на рис. 4.



Рис. 4 Ефективність перемішування сипкого матеріалу залежно від кроку спіралі і кількості обертів

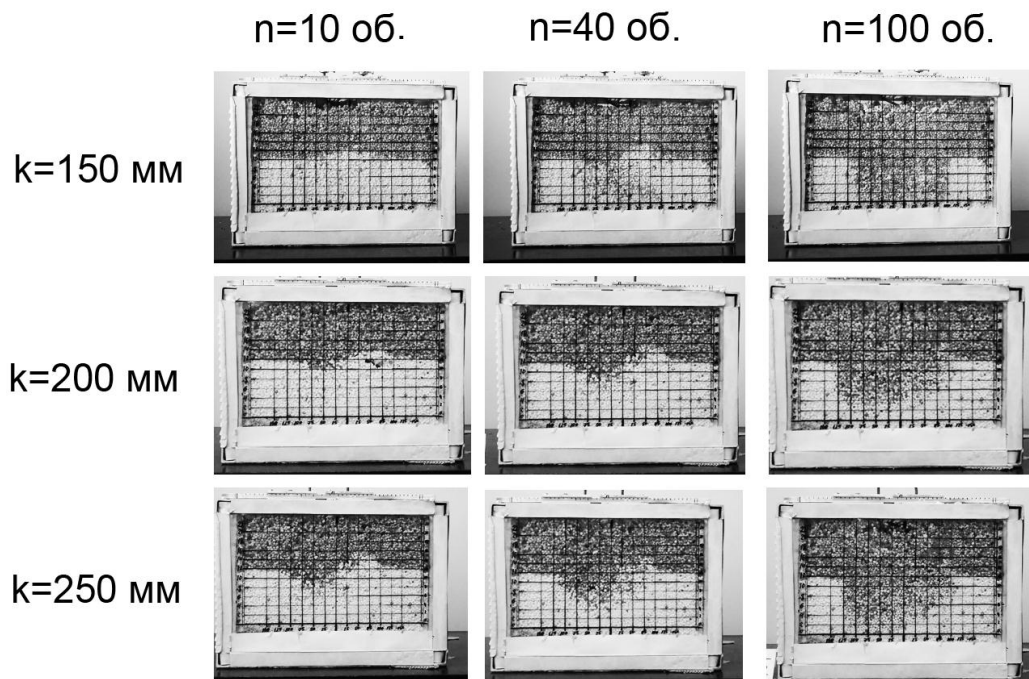


Рис. 5. Дослідження процесу перемішування матеріалу спіралеподібними робочими органами

Таблиця 1.

Результати досліджень перемішування сипкого матеріалу спіралеподібними робочими органами

Сипкий матеріал для дослідження: пінополістирол									
Міжосьова відстань між спіралеподібними робочими органами: $a=100$ мм									
Діаметр витків спіралі: $D=250$ мм									
Крок спіралі, k , мм	Кількість повних обертів спіралеподібних робочих органів, n	0	10	20	30	40	50	75	100
150	Однорідність суміші, V_c , %	100	89,5	82,9	74,4	68,8	53,5	33,8	26,7
	Відносне збільшення об'єму матеріалу, P , %	100	102						
200	Однорідність суміші, V_c , %	100	87,6	78,2	63,4	51,7	39,6	25,4	14,3
	Відносне збільшення об'єму матеріалу, P , %	100	104						
250	Однорідність суміші, V_c , %	100	84,1	72,2	56,7	45,3	30,6	12,6	7,2
	Відносне збільшення об'єму матеріалу, P , %	100	107						

Висновки

В запропонованій конструкції сушарки для насіння льону олійного, передбачається здійснювати перемішування і розпушування щільного шару вороху в процесі сушіння за рахунок обертання спіралеподібних робочих органів. Для перевірки доцільності застосування робочих органів зазначеної конструкції і їх ефективності була виготовлена експериментальна установка з можливістю регулювання конструктивних і технологічних параметрів роботи цих робочих органів. В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що зі збільшенням кроку спіралі від 150 до 250 мм при постійному діаметрі 250 мм зростає ефективність перемішування і ступінь розпушування матеріалу. На основі проведених досліджень можна зробити висновок про доцільність застосування робочих органів зазначеної конструкції в запропонованій сушарці як засобу інтенсифікації процесу сушіння.

Література

1. Санін А. А. *Технологія возделывания льна масличного в зоне Среднего Поволжья. Рекомендации* / А. А. Санін, Л. А. Косых – Кинель, 2006.
2. Живетин В. В. «Масличный лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург – Центральный научно-исследовательский институт комплексной автоматизации легкой промышленности, 2000. – 92 с.
3. Лыков А. В. *Теория сушки* / А. В. Лыков – М. : «Энергия», 1968. – 472 с., ил.
4. Зеленко В. И. *Конвективная сушка сельскохозяйственных материалов в плотном слое: Основы теории* / В. И. Зеленко. – Тверь: Обл. кн.-журн. изд-во, 1998. – 96 с.
5. Дідух В. Ф. *Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських матеріалів: Монографія* / Володимир Федорович Дідух. – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165 с.
6. Котов Б. И. *Технологические и теплоэнергетические основы повышения эффективности сушки растительного сырья: Дис...д-ра техн. наук: 05.20.01 / УААН, Ин-т механизации и электрификации с.х.* / Борис Иванович Котов. – Глевах, 1994. – 440 с.
7. Яцук А. А. *Дослідження кінетики сушіння насіння льону олійного з розробкою конструкції сушарки* / А. А. Яцук, Р. В. Кірчук // *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник –Кіровоград, 2011 – Т1, Вип. 41.*
8. Гмурман В. Е. *Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов* / В. Е. Гмурман. — 9-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2003. — 479 с: ил.