

УДК 631.365.22

© О.В. Голій, к.т.н.

Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція інституту сільського господарства Західного Полісся національної академії аграрних наук України

А.А. Ящук, Р.В. Ференц, О.В. Ляшук

Луцький національний технічний університет

## **АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ВОРОХУ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО**

*В статті проведено аналіз існуючих технологій сушіння вороху льону олійного, запропоновано конструкцію сушарки із перемішуванням шару матеріалу з метою активізації процесу сушіння.*

### **СУШІННЯ, ВОРОХ, НАСІННЯ, ЛЬОН ОЛІЙНИЙ, АНАЛІЗ.**

**Постановка проблеми.** Льон олійний є сільськогосподарською культурою, яка має важливе господарське значення. В насінні льону олійного міститься до 50% олії. Олія льону олійного має унікальні властивості та використовується в багатьох галузях промисловості [1, 2, 3].

Розвитку галузі льону олійного в Україні приділяється все більше уваги. Важливим є те, що в Україні обсяги його вирощування за останні роки мають позитивну динаміку. У той же час, недосконалість існуючих технологій виробництва цієї продукції є стримуючим фактором.

Несприятливі погодні умови можуть стати причиною надмірної вологості врожаю, внаслідок чого виникає необхідність його сушіння, оскільки вологість насінневого матеріалу є визначальним фактором, що впливає на процес зберігання [4].

Неправильні режими сушіння є причиною нерівномірного сушіння матеріалу, його перегрівання і пересушування, і як результат – втрати якості. У зв'язку з високою енергоємністю процесу сушіння, дослідження, спрямовані на підвищення ефективності використання енергетичного потенціалу сушильного агента є актуальними.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Аналіз методів та технологій сушіння вороху льону олійного виконано кількома авторами [5, 6]. У цих дослідженнях проведено аналіз методів і засобів сушіння вороху льону, досліджено режимні параметри процесу сушіння, запропоновано ряд конструктивних рішень, що до розробки спеціалізованого та модернізації типового обладнання.

Однак, у цих роботах досить мало уваги приділялось питанням пошуку методів інтенсифікації процесу сушіння вороху льону олійного, враховуючи його фізико-механічні властивості.

Зважаючи на недоліки існуючих сушарок сільськогосподарських матеріалів, які застосовуються для сушіння вороху льону олійного, актуальним є питання розробки та обґрунтування параметрів спеціалізованої сушарки, яка б забезпечила ефективний процес зниження вологості з мінімальними затратами.

**Мета дослідження.** Метою роботи є аналіз існуючих технологій та дослідження процесу сушіння вороху льону олійного з метою пошуку шляхів його інтенсифікації.

**Результати дослідження.** Для збирання льону олійного не існує спеціального комплексу машин. Можна використовувати рядкові валкові жатки і зернозбиральні комбайни, тобто льон олійний можна збирати як прямим комбайнуванням, так і роздільним способом [1] (рис. 1).

Насіння льону, що отримується при збиранні врожаю, особливо сноповим способом, в дощові роки має вологість 20% і вище. При зберіганні воно втрачає схожість від самозигрівання. Щоб зберегти насіння, необхідно його підсушити до кондиційної вологості. При невисокій вологості вдаються до природного сушіння насіння на відкритому повітрі або на віялках-сортувалках. При неможливості застосування природного сушіння вдаються до штучного сушіння.

Кінцеве очищення насіння проводять на насінноочисних машинах ОС-4,5А, СМ-4, «Петкус-Гігант» К-531/1, «Петкус-Селектра» К-218, К-546А, К-548А та ін.), які оснащені набором відповідних решіт та трієрними циліндрами.

Для сушіння насіння льону олійного застосовуються шахтні або барабанні зерносушарки. [1,3,4]. Серед шахтних сушарок можна виділити ЗС-ВИСХОМ, СЗС-2, СЗМ-1,5 «Десна» та ін., серед барабанних – СЗСБ-2,0; СЗПБ-2,5; СЗПБ-4,0; СЗСБ-8,0.

У сушарок цього типу можна виділити такі основні недоліки: висока матеріалоемкість і енергетичні затрати, нерівномірність сушіння, складність контролю тривалості перебування матеріалу в зоні дії сушильного агенту, низький коефіцієнт заповнення сушильної камери матеріалом.



а)



б)

Рис. 1 – Дослідні ділянки поля Волинської державної дослідної станції інституту сільського господарства Західного Полісся національної академії аграрних наук України після збирання врожаю льону олійного: а) льон у валках при збиранні двофазним способом; б) після скошування льону зернозбиральним комбайном

Розглянемо конструкцію та принцип роботи сушарки для сипких матеріалів [7], схематичне зображення якої представлено на рис. 2.

Сушарка працює наступним чином. Матеріал подається в сушильну камеру через завантажувальний пристрій 4 у верхній частині сушарки. 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 циліндричної сушильної камери, звідки потрапляє в сушильну камеру і проходить крізь матеріал, що перебуває в сушильній камері, за всією її висотою. Забирає надлишкову вологу і

відводиться з сушильної камери через перфоровану стінку 1. В сушильній камері встановлені робочі органи 3, виконані у формі профіля, закрученого за циліндричною гвинтовою лінією. В результаті обертання робочих органів 3 в напрямку, що забезпечує переміщення їх витків догори, матеріал, що перебуває в сушильній камері переміщується. Під дією гравітації і в результаті постійного перемішування матеріал поступово переміщується донизу, одночасно досягаючи кондиційної вологості. Після цього матеріал вивантажується за допомогою вивантажувального пристрою 5.

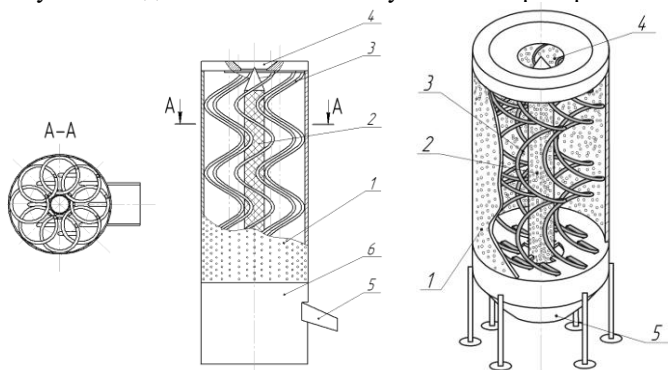


Рис. 2 – Сушарка для насіння льону олійного. 1 – перфорована стінка сушильної камери; 2 – перфорована колона сушильної камери; 3 – робочі органи для перемішування матеріалу (спіралеподібні активатори); 4 – завантажувальний пристрій; 5 – вивантажувальний пристрій; 6 – теплогенератор з вентилятором

Конструкція робочих органів для перемішування матеріалу забезпечує низький рівень пошкодження насіння, а їх розміщення в сушильній камері – рівномірне перемішування матеріалу. При цьому, інтенсифікується процес виділення вологи, забезпечується висока енергоефективність і продуктивність сушіння. Необхідна тривалість перебування матеріалу в сушильній камері контролюється вивантажувальним пристроєм.

З врахуванням особливостей насіння льону олійного, як об'єкта сушіння (малі розміри насіння, висока чутливість до перегрівання, низька пористість насіння і, як наслідок, ускладнене проходження сушильного агента крізь нерухомий шар матеріалу), а також зважаючи на недоліки існуючих типів сушарок, що застосовуються для сушіння цього матеріалу, робимо висновок, що

застосування сушарки з спіралеподібними активаторами для сушіння насіння льону олійного є доцільним.

Кінетика сушіння досліджувалась із використанням розробленої установки (рис. 3).

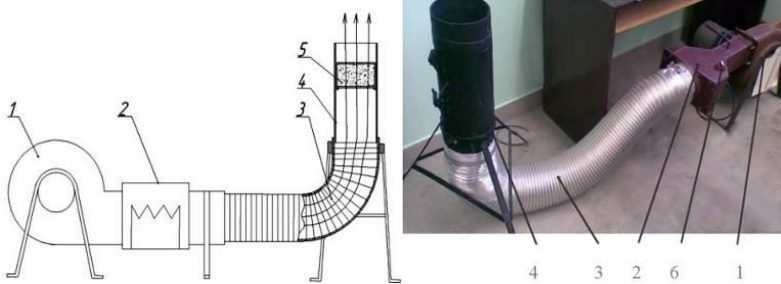


Рис. 3 – Експериментальна установка для дослідження процесу сушіння: 1 – вентилятор; 2 – калорифер; 3 – гнучке з’єднання; 4 – сушильна камера; 5 – набір касет; 6 – регулятор температури

За одержаними експериментальними даними побудовані графіки (рис. 4), які відображають зміну вологості насіння льону олійного з часом і розподіл вологи за висотою шару матеріалу при сушінні за різних температур сушильного агента.

Аналізуючи графіки можна зробити висновок, що швидкість сушіння шару насіння льону олійного малої товщини (0,003–0,005 м), крізь який безперешкодно проходить сушильний агент є максимальною на початку сушіння. Це можна пояснити тим, що в цей період відбувається видалення вільної вологи з поверхні матеріалу. Після чого настає період падаючої швидкості сушіння у якому зниження вологості відбувається зі значно меншою інтенсивністю. Період нагрівання матеріалу на початку сушіння – не виражений, у зв’язку з малими розмірами насіння і невеликою товщиною шару матеріалу. Встановлено, що температура сушильного агента, а також кількість домішок в матеріалі здійснює суттєвий вплив на швидкість і експозицію сушіння цього матеріалу.

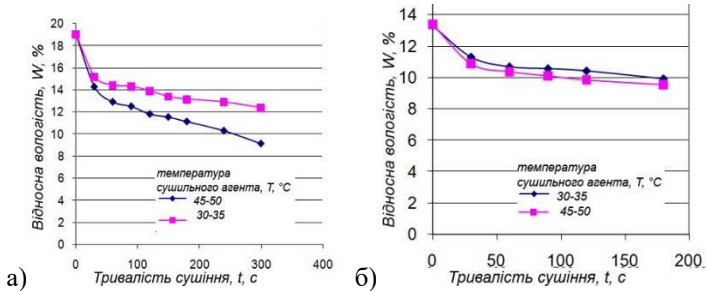


Рис. 4 – Графіки зниження вологості при різних температурах сушильного агента: а) – ворох насіння льону олійного; б) – насіння льону олійного

Дослідження процесу перемішування сипкого матеріалу спіралеподібними активаторами дозволить перевірити ефективність робочих органів даної конструкції, а також доцільність їх застосування для розпушування шару сипкого матеріалу, зокрема вороху насіння льону олійного.

Для дослідження була розроблена спеціальна установка, зображена на рис. 5.

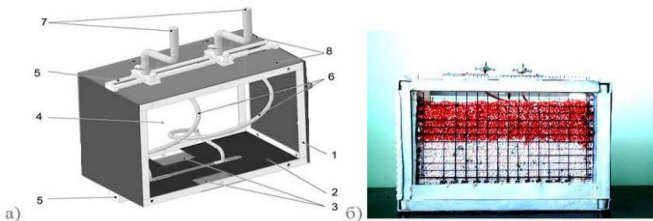


Рис. 5 – Схематичне зображення та фото установки для дослідження перемішування матеріалу: 1 – рама; 2 – днище; 3 – вивантажувальний пристрій; 4 – прозора стінка; 5 – направляючі; 6 – змінні спіралеподібні активатори; 7 – рукоятки; 8 – кришка

Конструкція установки для дослідження перемішування матеріалу передбачає можливість встановлення активаторів 6 з різним кроком і діаметром спіралі. Також передбачена можливість регулювання міжосьової відстані між активаторами. Необхідна частота обертання активних робочих органів забезпечується обертанням рукояток 7. Передбачена можливість подачі нагрітого повітря на матеріал через решітку 5 з фланцем для приєднання вентилятора з калорифером. Знімні кришки 8 дозволяють завантажувати матеріал у

верхній частині установки. Вивантажування здійснюється через вивантажувальний пристрій 3 у нижній частині установки.

Для дослідження встановлювались активатори з певним кроком спіралі (150, 200 і 250 мм), після чого шарами завантажувалась сипкий матеріал. Шари матеріалу відрізнялись між собою забарвленням. Після цього приводились в дію активатори за допомогою рукояток і фіксувалось переміщення шарів частинок різного забарвлення один відносно одного і змішування цих шарів.

На рис. 6 представлено результати дослідження ступеня перемішування матеріалу залежно від кількості обертів, при кроці витка спіралі 0,25 м.

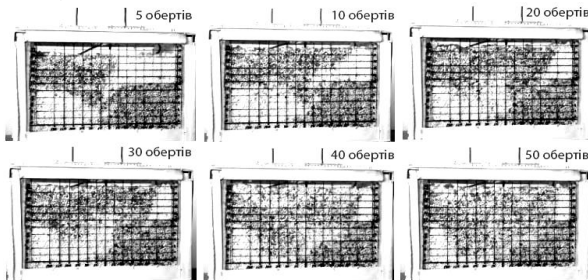


Рис. 6 – Результат дослідження перемішування сипкого шару матеріалу: діаметр витка спіралі  $D=200$  мм; міжосьова відстані між сусідніми витками спіралі  $a=150$  мм; крок витка спіралі  $k=250$  мм

У результаті дослідження встановлено, що активатори з найбільшим досліджуваним кроком витка спіралі (250 мм) при однаковому їх діаметрі 200 мм забезпечують ефективніше перемішування матеріалу.

**Висновки.** Проведені експериментальні дослідження кінетики сушіння вороху льону олійного дають можливість стверджувати, що для інтенсифікації процесу необхідно перемішувати матеріал протягом усього циклу сушіння. Фізичне моделювання процесу перемішування матеріалу вказало на доцільність застосування спіралеподібних робочих органів, що дозволяє збільшити пористість шару матеріалу і, як наслідок, інтенсифікувати процес сушіння загалом.

#### Література

1. Санин А. А. Технологія возделывання льна масличного в зоні середнього Поволж'я. (рекомендації) / А.А. Санин., Л.А. Косых, В.В. Глуховцов. – Кинель, 2006.

2. Зінченко О.І. Рослинництво: за ред. О.І. Зінченка / О.І. Зінченко., В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

3. Рогаш А.Р. Льноводство [Текст] / А.Р. Рогаш. – М.: Колос, 1967 – 583 с.

4. Соколов, Л.Е. Агротехника и первичная переработка льна: лабораторный практикум : учебное пособие / Л.Е. Соколов, Е.А. Конопатов ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2006. – 141 с.

5. Дударев І.М. Теоретичні основи розрахунку для універсальної технології збирання та післязбиральної обробки льону: Монографія/ І.М. Дударев. – Луцьк: Ред.-вид.відділ ЛНТУ, 2013.-164 с.

6. Сай В.А. Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного. Монографія / Сай В.А. – Луцьк : ЛНТУ, 2012. – 168 с.

7. Пат. № 69227 Україна, МПК (2006) F26 B17/12, F26 B17/18. Сушарка для сипких матеріалів / Ящук А.А., Кірчук Р.В., Дідух В.Ф. заявник і власник патенту Луцький національний технічний університет.; заявл. 26.09.2011.; опубл. 25.04.2012, бюл. № 8

*Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух.*

УДК 631.331

© О.В. Голій, к.т.н.

Волинський інститут агропромислового виробництва

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УСАДКИ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ САПРОПЕЛЮ**

*У статті наведена методика та результати дослідження об'ємної усадки органо-мінеральної суміші на основі сапропелю в процесі її висушування. Отримані емпіричні залежності, що описують даний процес.*

### **УСАДКА, САПРОПЕЛЬ, СУМІШЬ, МІНЕРАЛ, СУШІННЯ.**

**Постановка проблеми.** Одними із шляхів підвищення коефіцієнту використання діючої речовини мінеральних добрив є використання повільно діючих полімерних добрив, які віддають елементи живлення при повільному гідролізі. Низька розчинність їх у воді різко зменшує втрати елементів живлення через вимивання, що