

Луцький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет аграрних технологій та екології
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу сушіння вороху насіння трав з модернізацією барабанної сушарки»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІм-21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною програмою
«Агроінженерія»

Дулько А.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Забродоцька Л.Ю.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП

Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дударєв І.М.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2024

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>аграрних технологій та екології</u>
Кафедра	<u>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</u>
Галузь знань	<u>20 Аграрні науки та продовольство</u>
Освітній ступінь	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>208 Агроінженерія</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Агроінженерія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса

доцент, к.т.н. _____ С.М. Хомич

«30» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Дулько Андрію Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу сушіння вороху насіння трав з
модернізацією барабанної сушарки

керівник роботи Забродоцька Людмила Юріївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЛНТУ від «30» грудня 2023 р. № 445/01-02

2. Термін здачі студентом роботи 30 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Призначення - сушіння саркиса сільсько-
господарських матеріалів, тип машини - конвеєрна
(барабанна), матеріал - ворох насіння трав (вівсяниця, райграс)
вологість посівна - 18-20%, мінусова вологість - 14-15%

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

	к-сть листів
1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання 30 грудня 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	17.06. – 01.07.2024 р.	
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	20.08 – 31.08.2024 р.	
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2024 р.	
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2024 р.	
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2024 р.	
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2024 р.	
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2024 р.	
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2024 р.	
10	Нормоконтроль	до 04.12.2024 р.	
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	04.12.– 14.12.2024 р.	

Студент

Дулько А.Я.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Забродоцька Л.Ю.
(прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

Хомич С.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дулько А.Я. Дослідження процесу сушіння вороху насіння трав з модернізацією барабанної сушарки. Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків.

Кваліфікаційну роботу присвячено вирішенню актуальної задачі інтенсифікації процесу сушіння насіння трав та розробці барабанної сушарки. Технічний результат, що досягається при використанні винаходу, – підвищення якості сушіння зерна та зниження витрат енергії на сушіння за рахунок використання транспортуючого робочого органу, виконаного у вигляді спіралі Архімеда .

Ключові слова: ворох, насіння трав, конструкція, барабанна сушарка, спіраль, сушіння, вологість, сушіння, температура, теплоносій.

ABSTRACT

Dulko A.Ya. Drying process study of a heap of grass seeds with drum dryer modernization. Manuscript.

Master's Degree Qualifying Research Paper in Programme Subject Area 0888 Inter-disciplinary programs and qualifications involving agriculture, forestry, fisheries, and veterinary under Agricultural Engineering Educational Program. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

The master's qualification work includes an introduction, four sections, conclusions and proposals, a list of used sources, and appendices.

The qualification work is devoted to solving the current problem of intensifying the process of drying grass seeds and developing a drum dryer. The technical result achieved by using the invention is an improvement in the quality of grain drying and a reduction in energy consumption for drying due to the use of a transporting working body made in the form of an Archimedes spiral.

Keywords: heap, grass seeds, design, drum dryer, spiral, drying, humidity, drying, temperature, coolant.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.	2
РЕФЕРАТ.	3
ВСТУП.	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ.	10
1.1. Насінневий ворох як об'єкт досліджень.	10
1.2 Огляд існуючих технологій підвищення ефективності процесу сушіння врожаю зернових культур та зниження травмування насіння.	12
1.3 Види та способи сушіння.	13
1.4 Класифікація та принципи роботи конвективних універсальних сушарок. Висновки до розділу	17
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.	19
2.1 Огляд досліджень сушіння вороху насіння трав.	19
2.2 Значення зниження травмування насіння для підвищення його польової схожості.	23
2.3 Дослідження переміщення матеріалу та теплоносія в барабанній сушарці.	25
2.4 Опис запропонованої конструкції.	29
Висновки до розділу	2
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.	31
3.1 Програма досліджень та лабораторне обладнання.	31
3.2 Методика встановлення закономірності переміщення насінневого матеріалу робочими поверхнями.	32
3.3 Методика визначення засміченості насінневого матеріалу.	32
Висновки до розділу	33
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.	34
4.1 Встановлення закономірності переміщення вороху робочими поверхнях	34

4.2 Визначення засміченості насінневого матеріалу.	35
Висновки до розділу	36
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	37
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	38
ДОДАТКИ.	40

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Насінневий ворох як об'єкт досліджень

Одним із лімітуючих факторів отримання якісного посівного матеріалу є післязбиральна обробка. На момент прибирання на 1 м² налічують близько 200 рослин. Дві третини посіяного насіння не дають продуктивних рослин через їх пошкодження, які можуть досягати по даним багатьох досліджень 90...95%. Пошкоджене насіння, що зберегло здатність проростати у лабораторних умовах, часто не можуть дати повноцінних рослин у полі, мають знижену силу росту та польову схожість, дають зріджені нерівномірні сходи з більшим відсотком загибелі рослин у період вегетації. Порушення цілісності покривних тканин позбавляє насіння захисту від проникнення мікроорганізмів, в результаті знижується їхня стійкість при зберіганні. А в момент набухання посіяного насіння, поживні речовини частково дифундують у ґрунт, і зародка не вистачає запасних поживних речовин, щоб пробитися на поверхню. Нажаль, немає можливості відокремити травмоване насіння під час післязбиральної обробки.

Для гарантованого збереження та покращення показників якості насіння та зниження їх травмування, сушіння будь-якого матеріалу має бути виконано за один прийом або пропуск. Висушені на сьогоднішній день промисловістю сушарки цьому вимоги не задовольняють, тому що, наприклад, здатні за одну перепустку насінневої маси видалити трохи більше 3...4 % вологи, тому сушіння насінневої маси підвищеної вологості виконується за 5-6 повторних перепусток.

Сушіння має створювати такі температурні режими, які забезпечували б післязбиральне дозрівання насіння. Воно відбувається тільки в тому випадку, якщо процеси синтезу в зерні переважають процеси гідролізу. Низькомолекулярні сполуки перетворюються на складніші речовини, що знижуються вміст цукрів, кількість небілкових азотистих сполук, кислотне число олії та кислотність, що титрується. Водночас, збільшуються кількість білків, крохмалю, олії, покращуються технологічні та посівні властивості зерна. У зерні з підвищенням

вологості процеси гідролізу переважають над процесами синтезу та показники якості зерна погіршуються, а чи не поліпшуються. Сушіння має підвищувати показники життєздатності та довговічності насіння.

Щоб збільшити приплив водорозчинних речовин до зародка, процесі сушіння необхідно забезпечити такі умови, за яких волога усередині зерна перемішатиметься у вигляді рідини, а випаровування її буде походити з поверхні зерна. При цьому не повинно відбуватися пересушування зовнішніх її шарів, що закінчується гартуванням зерна. При загартуванні пересушується оболонка, різко знижуються отвори пор і капілярів і відбувається закупорювання вологи всередині зерна.

На ранніх фазах стиглості, вологість зародка на 7 ... 14% вище вологості ендосперму. Найбільше різницю між ними зазначено у фазу воскової стиглості - 12 ... 14%. Вологість зародка в сухому зерні завжди вище, ніж в ендосперму. Зумовлено це тим, що білки поглинають до 180% води від своєї ваги, а легкокорозчинні вуглеводи – до 70%.

Як полімерне тіло і живий організм, зерно чітко реагує на будь-який вплив вологою та теплом. З підвищенням температури зростають сумарна ємність капілярів та їх загальна кількість. При тому самому вміст вологи більшій температурі відповідає і більший радіус капілярів, причому з підвищенням вмісту вологи ця різниця зростає.

Сумарна ємність капілярів зерна збільшується внаслідок появи маси надзвичайно тонких капілярів. Кількість їх настільки велика, що вони стають переважаючими і сумарний обсяг капілярів досягає 10 ... 12% загального обсягу зернівки. Площа ж поверхні їхніх стін дорівнює 200 м² на 1 г зерна. Площа активної поверхні зерна дорівнює 300 м² на 1 г зерна. Обережне та повільне видалення вологи із зерна відповідає природний процес його дозрівання. У цих умовах водорозчинні речовини доставляються до зародка.

Під час повторного сушіння на жорстких температурних режимах у зернівці виникають об'ємні напруги, які можуть призвести до утворенню тріщин. Внаслідок швидкого висихання, при температурі теплоносія вище 60 °С, зародок і

центральный корінець зерна відокремлюються один від одного і від решти зерна, при цьому виникають тріщини, відбувається деформація клітин тканини зерна. Важливо виключити розрив у швидкості процесів внутрішнього підведення рідини до поверхні зерна та вологовіддачі їх у навколишнє середовище. Для дбайливого ставлення до живої зернівки під час сушіння важливо враховувати різну теплоємність у складових компонентів.

Теплоємність абсолютно сухої клітковини дорівнює 1340 Дж/кг·град., вуглеводів – 1423 Дж/кг·град., жирів – 2050 Дж/кг·град, тому врожай сухої частини різних культур має різну теплоємність. Наприклад, вона рівна - у пшениці – 1550, соняшнику – 1520, льону – 1662 Дж/кг·град., а теплоємність води становить 4187 Дж/кг·град.

1.2 Огляд існуючих технологій підвищення ефективності процесу сушіння врожаю зернових культур та зниження травмування насіння

Фундаментальні дослідження з теорії та практики виробництва сушіння різноманітних матеріалів докладно висвітлено у роботах А.В. Ликова, Б.С. Сажина, І.М. Федорова, Г.К. Філоненка та інших, а також зарубіжних вчених У. Мальтрі, Еге. Петке, Б. Шнайдера та інших

Науковою основою розробки та вдосконалення конструктивно-технологічних параметрів аерожолобних пристроїв сушіння, охолодження та переміщення зернових матеріалів є праці Н.М. Андріанова, П.В. Блохіна, М.С. Волхонова, Л.В. Діанова, Є.М. Зіміна, Д.В. Іванова, Н.П. Сичугова та інших.

Усі існуючі на сьогоднішній день способи, що інтенсифікують процес сушіння, систематизовані та представлені на рис. 1.1.

Прямий спосіб включає систему операцій для отримання кінцевого продукту вищої якості з меншими витратами праці та коштів.

Непрямі способи інтенсифікації сушіння зерна засновані на прийомах, які дозволяють знизити вологість матеріалу до сушіння, частіше всього у польових умовах. Комбіновані способи включають прямі і непрямі.

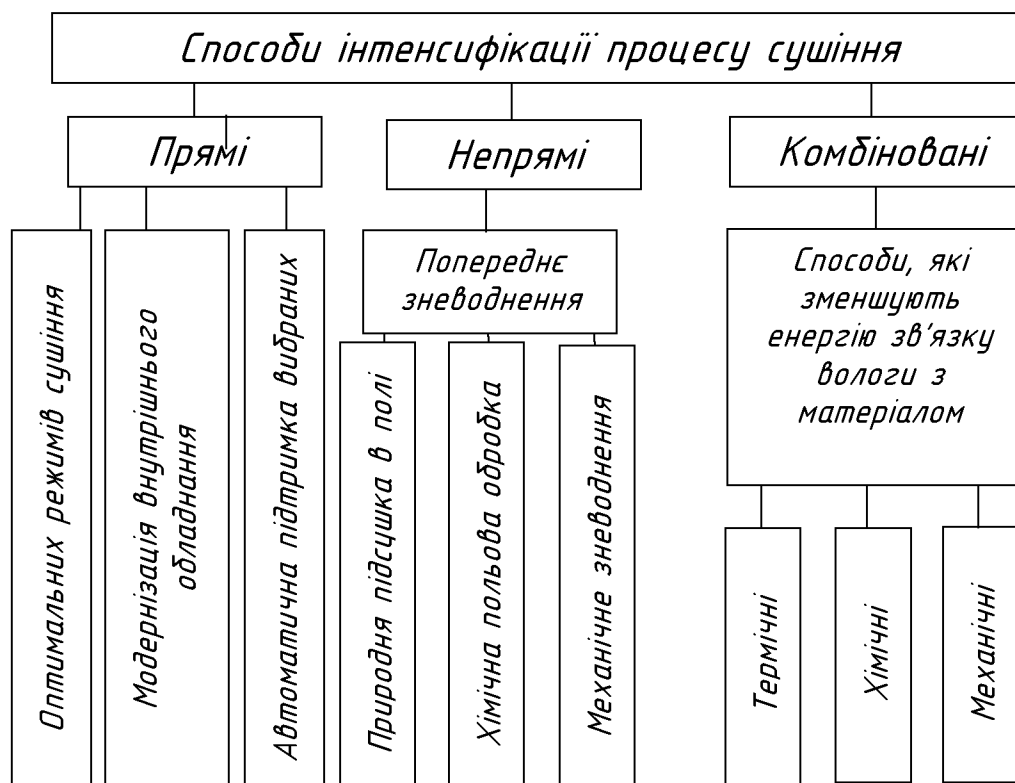


Рисунок 1.1 – Способи інтенсифікації процесу сушіння

1.3. Види зерносушарок

У процесі післязбиральної обробки зерна у більшості регіонів однією з важливих операцій є сушіння зернового матеріалу за допомогою зерносушарок. Необхідною умовою застосування сушіння є вологість зерна понад 15%. Як пристрої для сушіння використовуються шахтні, барабанні, рециркуляційні, камерні та підлогові сушарки (рис. 1.2) До універсальних сушарок, в яких використовується спосіб сушіння матеріалу в рухомому шарі, можна віднести барабанні сушарки.

У барабанних сушарках при обертанні барабана, встановленого під нахилом, зерно пересипається і захоплюється сушильним агентом у бік вивантаження (рис. 1.3). Їх застосовують як у нашій країні, так і за кордоном. Сушарки можуть бути одне і багато ходовими, прямоточними та протитечіними.



а



б



в



г

Рисунок 1.2 – Конвективні сушарки: а – барабанна; б – напольна;
в – рециркуляційна

Сушарка складається з топки 1, завантажувальної камери 3, сушильного барабана 5 з приводним механізмом, розвантажувальної камери 10, охолоджувальної колонки 7 та електроустаткування. Завантажувальна камера 3 призначена для подачі теплоносія та сирого матеріалу в барабан сушарки. Сушильний барабан 5 складається із шести секцій, усередині яких розташована підйомно-лопатева система 4. Розвантажувальна камера 10 призначена для поділу та відводів відпрацьованого теплоносія та висушеного матеріалу. Після розпалу топки попередньо очищений на зерноочисному агрегаті зерновий матеріал направляють через завантажувальну трубу 2 і завантажувальну камеру 3 сушильний барабан 5. Гвинтові доріжки камери 3 забезпечують рівномірні подачу

та розподіл зерна по секціях барабана, що обертається. Матеріал по всій довжині підйомно-лопатевої системи підхоплюється лопатями обичайки та полицями хрестовини барабана піднімається вгору і пересипається вниз.

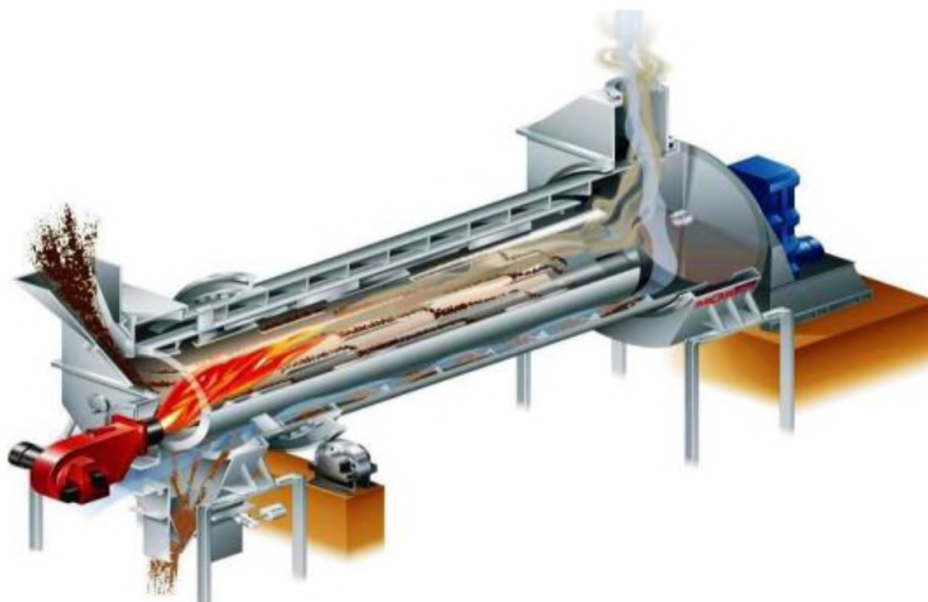
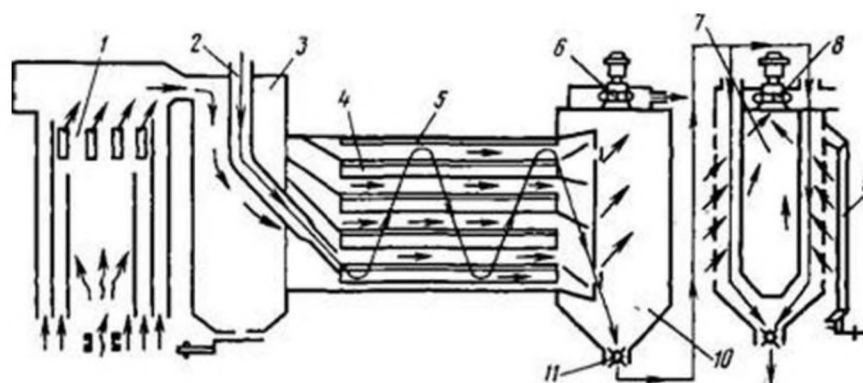


Рисунок 1.3 – Технологічна схема барабанної сушарки: 1 –топка;
 2 – завантажувальна труба; 3 – завантажувальна камера; 4 – лопаті сушарки;
 5 –сушильний барабан; 6 – вентилятор сушильного барабана;
 7 – охолоджувальнастовпчик; 8 – вентилятор охолоджувальної колонки;
 9 – зливна труба; 10 – розвантажувальна камера; 11 - шлюзовий затвор

У час обертання барабана зернова маса, що безперервно пересипається переміщається вздовж барабана під дією потоку теплоносія та підпору оброблюваного матеріалу, що постійно завантажується. Теплоносій проходить через зернову масу, що ссипається з лопатей і полиць, омиває кожну частинку, у результаті матеріал висушується. Заповнення об'єму барабана на 25% забезпечує

підпірне кільце, встановлене наприкінці барабана. Висушене зерно через підпірне кільце направляється в розвантажувальну камеру 10, звідки шлюзовим затвором 11 норією безперервно подається в охолоджувальну колонку 7. З розвантажувальної камери відпрацьований теплоносій відводиться назовні всмоктуючим вентилятором.

Після розпалу топки попередньо очищений на зерноочисному агрегаті зерновий матеріал направляють через завантажувальну трубу 2 і завантажувальну камеру 3 сушильний барабан 5. Гвинтові доріжки камери 3 забезпечують рівномірні подачу та розподіл зерна по секціях барабана, що обертається. Матеріал по всій довжині підйомно-лопатевої системи підхоплюється лопатями обичайки та полицями хрестовини барабана піднімається вгору і пересипається вниз. У час обертання барабана зернова маса, що безперервно пересипається переміщається вздовж барабана під дією потоку теплоносія та підпору оброблюваного матеріалу, що постійно завантажується. Теплоносій проходить через зернову масу, що зсипається з лопатей і полиць, омиває кожну частинку, у результаті матеріал висушується. Заповнення об'єму барабана на 25% забезпечує підпірне кільце, встановлене наприкінці барабана. Висушене зерно через підпірне кільце направляється в розвантажувальну камеру 10, звідки шлюзовим затвором 11 норією безперервно подається в охолоджувальну колонку 7. З розвантажувальної камери відпрацьований теплоносій відводиться назовні всмоктуючим вентилятором.

Барабанні сушарки характеризуються такими основними параметрами:

- температура теплоносія до 250 °С;
- зниження вологості за одну перепустку до 8%;
- витрата теплоти до 6,285 МДж на 1 кг випареної вологи;
- знімання вологи з 1 м³ об'єму барабана від 30 до 40 кг/год.

Ці сушарки мають низку загальних недоліків:

- жорсткі режими сушіння не зберігають оболонку зернівки, алейроновий шар, білки, ферменти, вітаміни, вуглеводи, а також ліпіди та інші складові у зернівок;

– середній час знаходження компонентів у сушильному барабані становить 15 ... 20 хвилин. За цей час недозрілі зернятка не встигають віддати всю вологу і прямують в основну насінневу фракцію, тому якісний насінневий матеріал отримати неможливо;

– не забезпечена однакова експозиція сушіння у компонентів матеріалу;

– немає контролю вологості відпрацьованого теплоносія, а тому не регулюють його оптимальне, економічно обґрунтоване значення;

– не забезпечена однакова температура внутрішніх та зовнішніх шарів у компонентів матеріалу сушіння, а це вимагає зайвих витрат енергії на переміщення вологи за об'ємом кожного компонента до зовнішнього шару;

– компоненти матеріалу після сушіння мають неоднорідну вологість, яка відповідає агротехнічним вимогам;

– неодноразові нагрівання та охолодження насінневого матеріалу в час його повторних перепусток, коли вологість за одну перепустку через барабан знижується не більше ніж на 3%, загальмовують його процеси післязбирального дозрівання;

– травмування насінневого матеріалу в сушарці досягає 13%;

– немає постійного оперативного контролю вологості матеріалу сушіння;

– висока питома витрата енергії на випаровування вологи;

– на різноманітному матеріалі сушіння застосовують різні по конструкції барабанні сушарки;

– високі витрати на технічне обслуговування, ремонт та підготовку сушарки до чергового сезону роботи;

– сушарка простоює в осінньо-зимовий періоди.

Висновки до розділу

На закінчення можна відзначити, що сучасні умови виробництва продукції рослинництва, що вимагають різкого підвищення польової схожості насіння.

Обґрунтовано необхідність створення надійної, економічної та універсальної конвективної сушарки, яку можна було б експлуатувати протягом усього року на обробці насінневого вороху всіх польових культур, трав'яного корму, продукції льонарства, пиломатеріалів, деревини.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

2.1 . Огляд досліджень сушіння вороху насіння трав

Значимість якісного та своєчасного зниження вологості свіжоприбраного зерна до кондиційних значень дуже велика. При цьому особливо важливо забезпечити збереження насінневих властивостей зерна [2]. Теплова обробка в існуючих високопродуктивних зерносушарках конвективного типу найчастіше відповідає вимогам щодо рівномірності впливу агента сушіння на оброблюваний продукт [5]. Виникає нерівномірність температури нагрівання зерна до його локального перегріву, що згубно впливає на якість сушіння всієї партії зерна насінневого призначення.

Науково обґрунтовано, що максимальна температура нагріву насінневого зерна при його сушінні не повинна перевищувати температуру, при якій відбувається порушення природної просторової структури молекул білка (денатурація) [3]. Процес денатурації білкових молекул під дією високої температури є незворотнім, тому забезпечення рівномірності нагріву насінневого зерна – завдання першорядної важливості з усіх технологічних завдань, які вирішуються при реалізації процесу контактного сушіння.

У процесі конвективного сушіння з поверхонь компонентів матеріалу, що омиваються сушильним агентом, відбувається видалення вологи за будь-якої її температури в межах від 0 до 100°C, але з постійним витратою теплоти близько 2260 кДж/кг (рис. 1.1).

Тому низькотемпературне конвективне сушіння менш енерговитратне, порівняно з аналогічною високотемпературною сушкою, у тому випадку, коли порівнюються витрати енергії лише з нагрівання вихідного матеріалу. Переміщення вологи з внутрішніх шарів матеріалу у загальному випадку відбувається під дією двох градієнтів: градієнта вмісту вологи $\text{grad}u$ та градієнта температури $\text{grad}t$. При конвективному сушінні обидва градієнти направлені в протилежні сторони, тому градієнт температури гальмує переміщення вологи з

внутрішніх шарів матеріалу до його поверхні. Коли потік вологи, викликаний градієнтом вмісту вологи, більше за абсолютною величиною потоку вологи, викликаного градієнтом температури, сушіння припиняється. При значенні градієнта за температурою нижче градієнта по вологості, волога у компонента переміщається у бік менш вологої зовнішньої поверхні. У ході сушіння може настати момент, коли обидва потоки вирівнюються. При перевищенні потоку термовологопровідності над потоком вологопровідності сумарний потік вологи змінює напрямок свого руху на протилежне: волога рухається у бік внутрішніх, холодніших і вологіших шарів матеріалу.

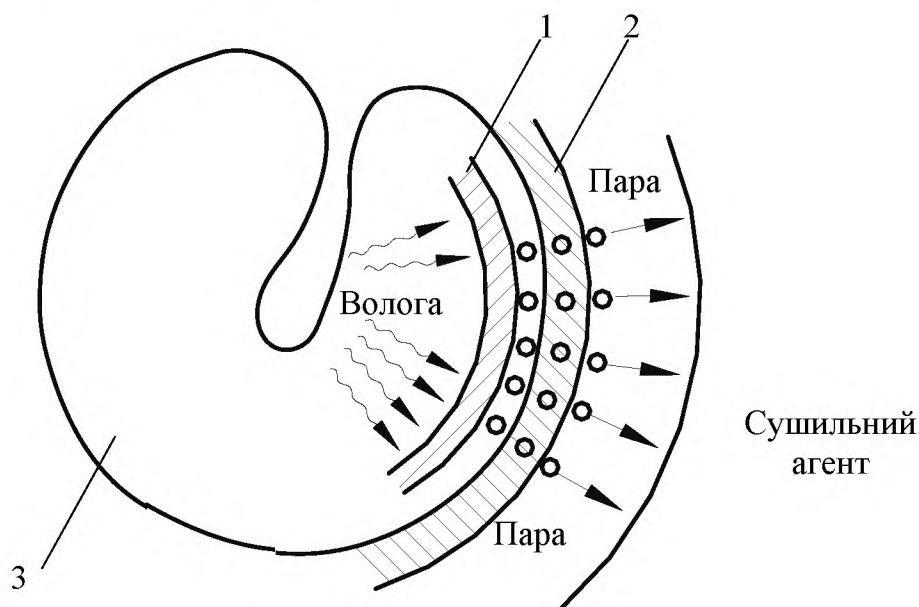


Рисунок 2.1 – Схема механізму видалення вологи із насінини

Процес сушіння в цьому випадку викликає загартування зерна з втратою насінневих і продовольчих показників якості. Енергетично найбільш ефективно процес сушіння протікає в тому у разі, коли волога переміщається тільки в одному напрямку – від внутрішніх шарів матеріалу до зовнішніх природних шляхів, без енерговитрат. Для наближення до цього ідеального режиму ми поділили цикл сушіння на три етапи.

Перший етап – нагрівання вихідного матеріалу покроково у часі, з постійним темпом нарощування температури теплоносія до заданої кінцевої температури (рис. 1.2). Саме такий варіант нагрівання матеріалу мінімізує

протидію температурного градієнта руху вологи з внутрішніх шарів матеріалу до їхньої периферії.

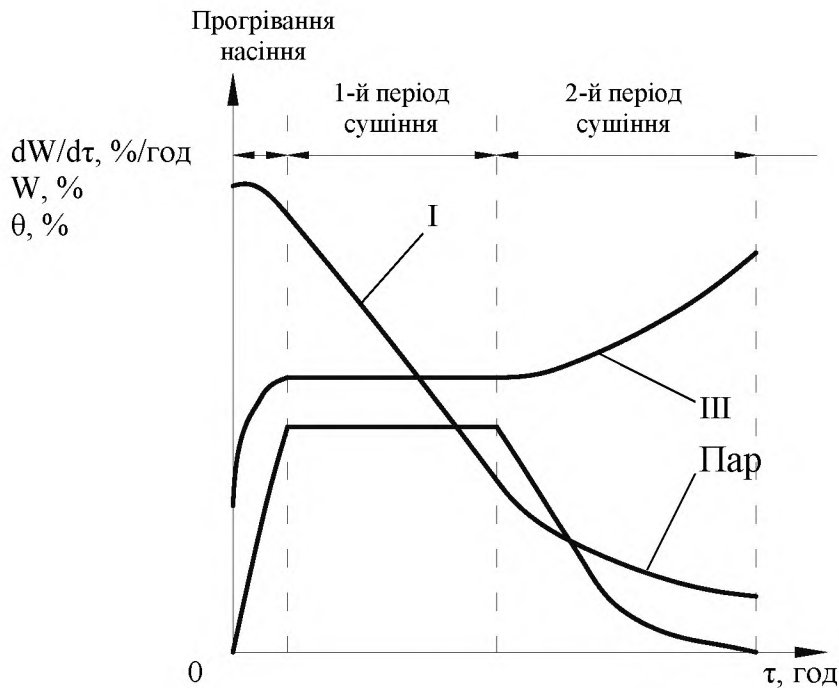


Рисунок 2.2 – Загальна схема процесу сушіння

З підвищенням температури зерна у ньому відбувається збільшення радіусів капілярів, це тонкі капіляри. Кількість їх настільки велика, що перенесення вологи по них є домінуючим механізмом внутрішнього масопереносу. Сумарний обсяг капілярів досягає 10...12% загального обсягу зерна. Запропонований варіант прогріву сприяє дбайливому розкриттю капілярів без деформацій.

Другий етап - сушіння при постійній, одній обраній для конкретного матеріалу в температурі теплоносія в межах від 40 до 60°C. Цю обрану температуру не змінюють протягом усього другого етапу. Найбільш сприятливі температури для післяжнивного дозрівання зерна – 20...30°C, отже, навіть у місці входу теплоносія в матеріал будуть забезпечені оптимальні умови для дозрівання зернового вороху на всьому протязі циклу сушіння. Дослідженнями встановлено, що у дослідах сушіння з температурами теплоносія від 60 до 100°C, питомі витрати енергії на випаровування 1 кг вологи збільшують наступні фактори: підвищення витрат енергії на нагрівання вихідного матеріалу; зниження

числового значення коефіцієнта теплопередачі, теплоносія до матеріалу. При сушінні зерна внутрішній масоперенос здійснюється під дією ряду механізмів: основними з яких є дифузія, перенесення рідкої вологи під дією капілярних сил, перенесення волог і під дією і градієнтів тиску, викликаних усадкою, на дія яких великий вплив має температура матеріалу. Вона впливає також коефіцієнт теплопровідності матеріалу λ , який змінюється в ході сушіння, оскільки залежить не тільки від температури, а й від вологості матеріалу.

Підведення теплоти до матеріалу, що висушується, за законом Фур'є має місце при кондуктивному сушінні. Під час сушіння коефіцієнт теплопровідності зернової маси λ , Вт/(м °С) змінюється не тільки внаслідок зменшення її вологості, а й через те, що в мінливих за обсягом повітряних проміжках між зернами теплота переноситься конвекцією та променевипусканням між поверхнями окремих зерен та умови цього переносу змінюються в ході сушіння.

Положення про те, що перенесення вологи в зернівках зернового вороху під дією капілярних сил мізерний, не відображають дійсність. Вважаємо, що в капілярних порах, що мають місце у зернівках, волога всередині кожної зернівки рухається під час сушіння, в основному, під дією капілярних сил (тонкі капіляри висмоктують вологу з широких капілярів та транспортують її до поверхні матеріалу молекулярна ж дифузія має підлеглий характер. Важливо, що, коли швидкість сушіння контролюється внутрішнім перенесенням вологи, вплив зовнішніх змінних зменшується.

На третьому етапі сушіння, що за часом дорівнює першому, проводять покрокове у часі та з постійним, обраним для першого етапу сушіння, темпом зменшення температури теплоносія до її значення у доквілля. Інтенсифікації сушіння на третьому етапі сприяє теплова енергія, запасена матеріалом попередньому етапі. Після завершення третього етапу сушіння матеріал має температуру, яка близька до температури доквілля. Тому готовий висушений продукт не потребує додаткової операції охолодження.

Триетапний низькотемпературний спосіб сушіння забезпечує незмінний потрібний напрямок руху вологи всередині кожного компонента матеріалу, що для зерна є запорукою якісного післязбирального дозрівання.

2.2 Значення зниження травмування насіння для підвищення його польової схожості

Застосування біологічно повноцінного насіння - одне з найбільш важливих та необхідних умов вирішення взаємопов'язаних стратегічних народно-господарських проблем: зменшення норми висіву насіння до 170...180 кг/га (проти 250...280 кг/га) та збільшення валового збору зерна на 30 ... 40%.

В останнє десятиліття в господарствах висіяного насіння лише 47...48% становили сортові високоякісні насіння, при цьому близько 20% площ засівали некондиційним насінням.

Основна невідповідність насіння вимогам до посівного матеріалу полягало в низькій схожості та засміченості.

Механічні пошкодження зерна, що включають стиск, вм'ятини, тріщини та різні розриви оболонки, ендосперму, зародка, що наносяться робочими органами збиральних та обробних машин, що підсилюють гігроскопічність та інтенсивність дихання, порушують ланцюгову реакцію обміну речовин, зерно гине та розкладається від дії різних мікроорганізмів.

Більшість пошкоджень ледь помітні неозброєним оком і називаються мікротравмами. Проте вони суттєво знижують посівні та врожайні якості насіння. Основний спосіб обліку мікропошкоджень – перегляд насіння під лупою при 7... 10 кратному збільшенні. Результат аналізу виражають як середнє з двох, в окремих випадках чотирьох повторень по 100 насінин у кожному. Для полегшення аналізу насіння фарбують різними барвниками, які накопичуються в ушкоджених місцях, роблять їх помітнішими.

Макропошкодження визначають шляхом виділення вручну пошкоджених зерен, зважування та вираження у відсотках до ваги взятої проби.

На травмування насіння впливають: терміни збирання, вологість хлібна маси, сорт культури, вид культури, і навіть умови експлуатації техніки. Рівномірна та оптимальна подача хлібної маси на обмолот комбайном у 1,5... 2,0 рази знижують травмування насінневого врожаю. На післязбиральній обробці виключити критичне травмування насіння можна суворим обмеженням швидкостей транспортування та збільшенням коефіцієнта заповнення транспортуючих механізмів та працюючих машин.

За літературними даними середньорічна кількість травмованих зерен на післязбиральній обробці приблизно таке ж, яке зустрічається в зерновому купі, взятому від комбайнів. Слід зазначити, що стандартні способи визначення насінневих властивостей не завжди дають повну картину впливу ушкоджень насіння. На нашу думку, встановити якість насінневого матеріалу можна точніше за показниками сили початкового зростання при пророщуванні у ґрунті.

Пошкоджене насіння, що зберегло можливість проростати в сприятливих лабораторних умовах часто не можуть дати повноцінних рослин у полі, мають знижену силу росту, польову схожість, дають уражені, нерівномірні сходи з великим відсотком загибелі рослин у період вегетації покривних тканин позбавляє насіння захисту від проникнення мікроорганізмів, в результаті погіршується їхня стійкість при зберіганні.

Травмоване насіння більше інших потребує протруювання, є сильним засобом боротьби з грибною мікрофлорою зерна та ґрунтовими мікроорганізмами. Передпосівна обробка такого зерна фунгіцидами підвищує його схожість. Механічні ушкодження насіння призводять не тільки до зниження польової схожості, а й до уповільнення процесів росту рослин, що до 25% знижує врожай. Повсюдна поширеність та негативний вплив на посівні та врожайні якості насіння перетворило травмування на одну з серйозних проблем сучасного насінництва та насадництва.

Травмування насіння особливо велике у зволжених районах країни, де воно завдає сільському господарству величезні матеріальні збитки. Агроному доводиться постійно враховувати можливість сильного травмування насіння та

вживати заходів для його попередження. Травмування насіння стало і серйозною науково-виробничою проблемою, над вирішенням якої працюють у багатьох країнах.

Водночас, накопичений матеріал із вивчення травмування дозволяє шляхом комплексного використання різноманітних прийомів ефективно впливати на ступінь та шкідливість травмування та на цій основі, практично у всіх районах країни, отримувати насіння високих посівних якостей.

2.3 Дослідження переміщення матеріалу та теплоносія в барабанній сушарці

Для аналізу взаємного переміщення матеріалу та теплоносія розглянуто імітаційну модель барабанної сушарки (рис. 1.3).

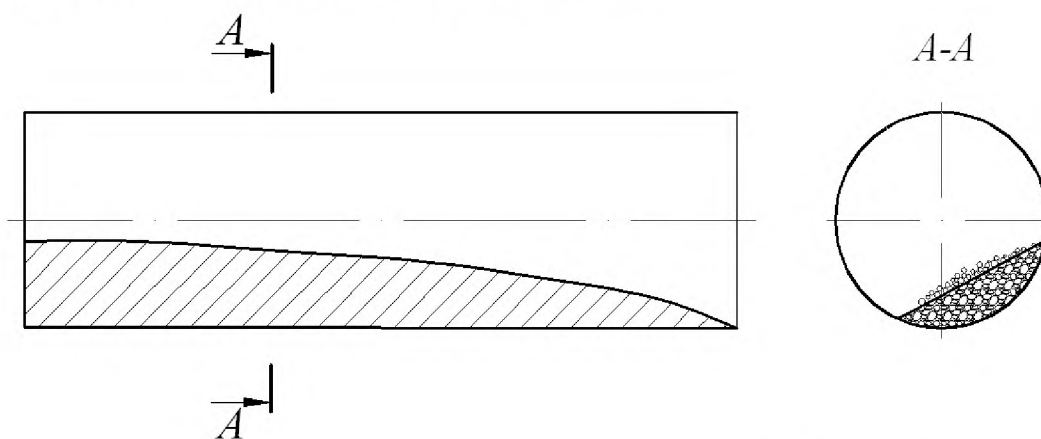


Рисунок 2.3 – Шар насінневої масив у барабанній сушарці

Насіннева маса лежить у вигляді витягнутого в довжину масиву, що має порівняно невелику поверхню, з якою контактує теплоносій. Окремі частинки матеріалу під час обертання барабана здійснюють різний рух, залежно від їх первинного положення в завалі. Під час обертання барабану сила тяжіння і відцентрова сила притискують ворох до стінки сушильної камери, внаслідок чого матеріал переміщується вгору. Якщо сила тертя між матеріалом і стінкою порівняно мала, то, досягнувши певної висоти, весь матеріал скочується в початкове положення, після чого знову піднімається вгору. Але, якщо сила тертя утримуватиме

масив на стінці, частинки в шарі будуть скочуватися і ковзати поверхнею завалу вниз, потім, завдяки силі тертя, знову підніматимуться вгору. В ході цього процесу зернівка переміщаються з центру завалу до відкосу. Інтенсивність перемішування матеріалу мала, а тому тепло- і вологообмін у завалі проходить повільно.

Більшість сушарок барабанного типу обладнано внутрішніми насадками (рис. 1.4, рис. 1.5), які значно інтенсифікують процес сушіння сипкого матеріалу [3, 4]. Вид насадок вибирають, зважаючи на властивості оброблюваного матеріалу.

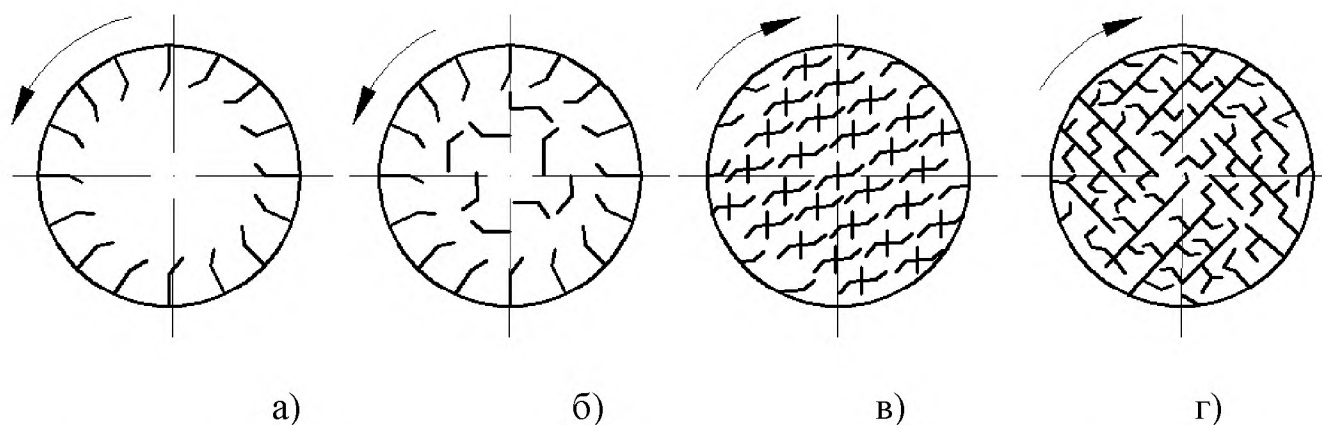


Рисунок 2.4 – Насадки сушарок барабанного типу: а – лопатева; б – секторна; в і г – розподільні

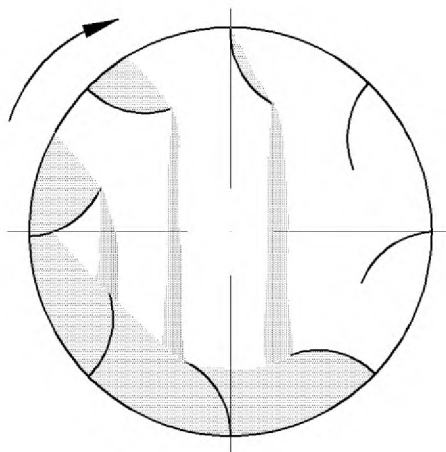


Рисунок 2.5 – Схема руху матеріалу в барабанній сушарці з підйомно-лопатевою насадкою

Насадки, піднімаючи завал матеріалу, сприяють більш активному його перемішуванню відкосами завалу. Тепло- і вологообмін підсилюється у тих

частинок, які падають з лопатей, а також у верхньому шарі матеріалу, що знаходиться у нижній частині барабана (рис. 3). Максимальний тепло- і вологообмін забезпечують ті насадки, які найбільш ефективно підвищують шпаруватість шару матеріалу, що обробляється, і, тим самим, збільшують площу контакту з потоком теплоносія.

Сушіння матеріалу в конвективних сушарках без активних робочих органів, що забезпечують перемішування матеріалу, має свої недоліки, дослідження та врахування яких дозволяє значно зменшити енерговитрати на цей процес. Головним недоліком є нерівномірне сушіння матеріалу.

Численними теоретичними та експериментальними дослідженнями встановлено оптимальні параметри різних транспортуючих робочих органів для зерносушарок барабанного типу [5, 6, 7]. Однак, розвиток техніки та технологій призвело до появи нових напрямів удосконалення використовуються для сушіння зерна засобів механізації [8]. Так, перспективним напрямом у забезпеченні рівномірності сушіння насіннєвого зерна є використання транспортуючого робочого органу, виконаного у вигляді спіралі Архімеда (рис. 1.6).

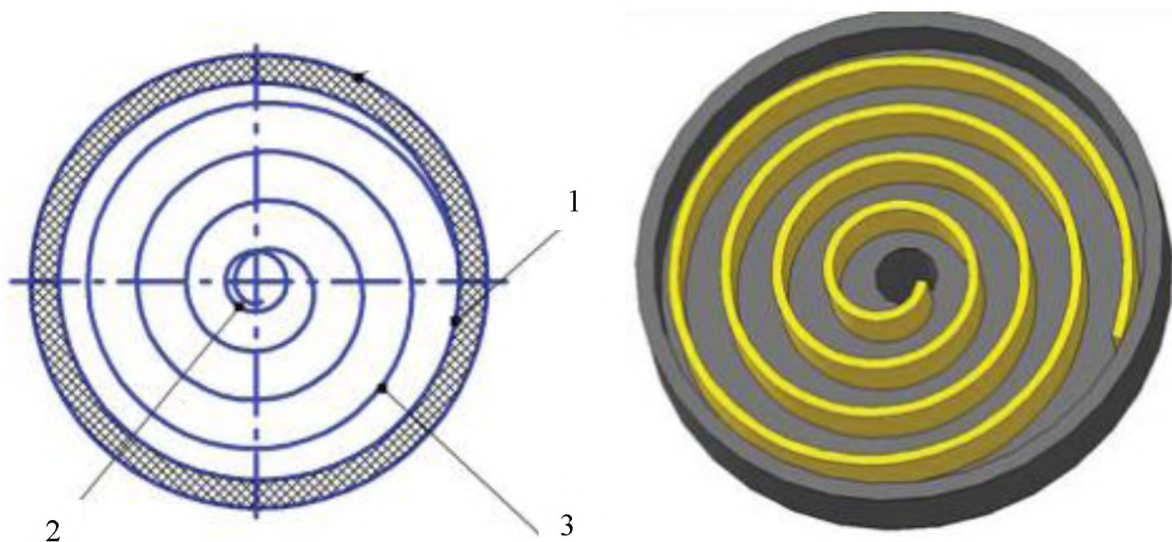


Рисунок 2.6 – Схема сушильної камери: 1 – циліндричний кожух;
2 – завантажувальний шнек; 3 – спіралеподібна поверхня

Матеріал, що заповнює простір між витками спіралі, знаходиться в складних умовах, внаслідок чого завдання дослідження його руху у стиснутому просторі є одним із найскладніших.

Розбиваючи подумки потік матеріалу на окремі елементарні шари, легко помітити, що у зерна, що рухається в проміжку між ними може одночасно розташовуватися кілька зерен. На напрямок вектора абсолютної швидкості $\bar{v} = \bar{v}_n + \bar{v}_0$, що є геометричною сумою векторів переносний і відносної швидкостей, впливають умови взаємодії частинок аналізованого елементарного шару зерна з сусідніми частинками в переміщуваному потоці матеріалу.

Доцільно розглянути рух матеріальної частки, виділеної на периферії спірального гвинта та притиснутою до його поверхні (рис. 1.7).

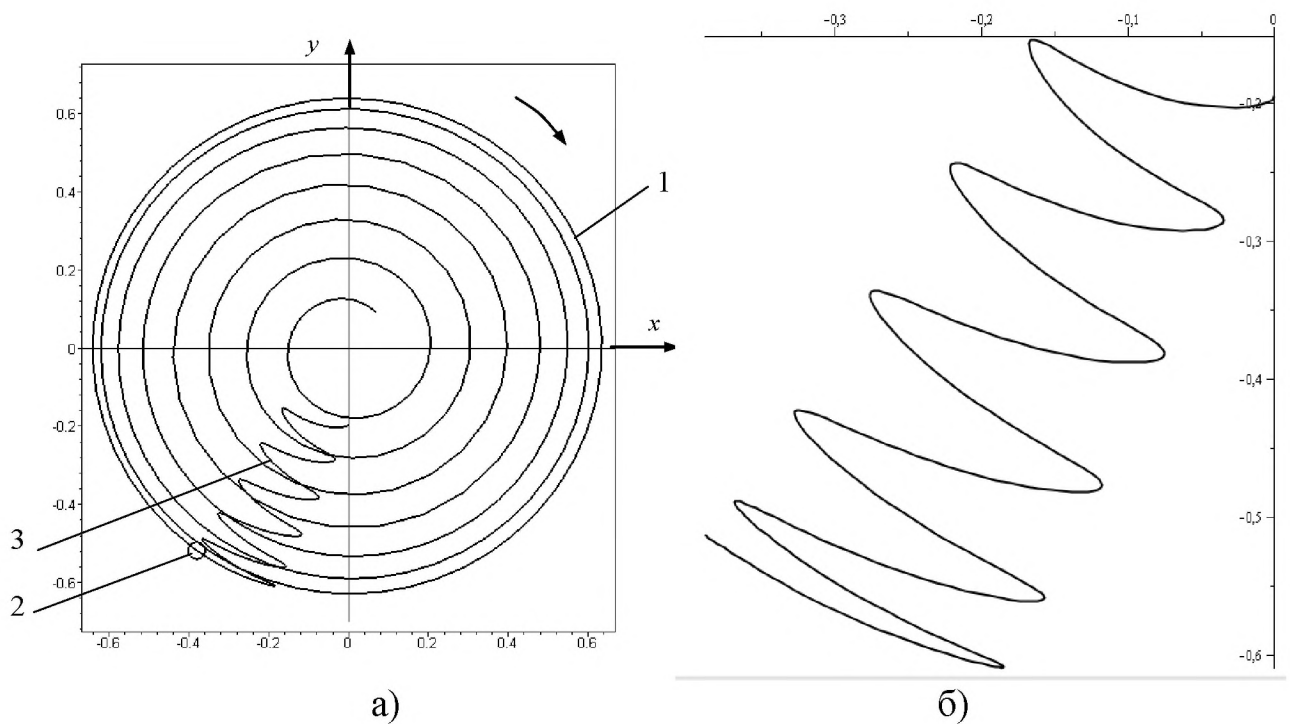


Рисунок 2.7 – Схема (а) та траєкторія (б) руху матеріальної частинки спіральною насадкою: 1 – плоска крива; 2 – матеріальна точка; 3 – траєкторія руху матеріальної точки

2.3 Опис запропонованої конструкції

Сушарка (рис. 1.8) містить сушильну камеру 1, що розміщена на рамі, вентилятор 2, електрокалорифер (на схемі не показано) та вивантажувальний шнек 3. Всередині сушильної камери розташована спіральна насадка 4 [6].

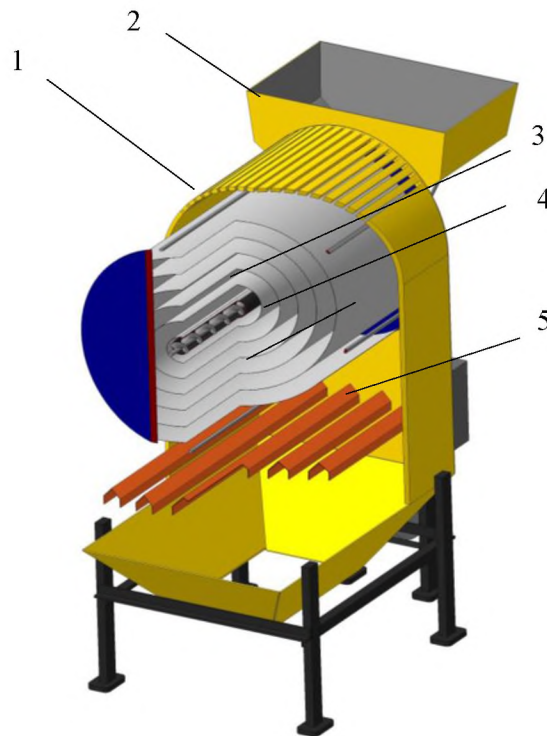


Рисунок 2.8 – 3D модель барабанної сушарки: 1 – камера сушіння;
2 – приймальний бункер; 3 – завантажувальний шнек; 4 – спіральна насадка;
5 – короби

Висновки до розділу

Теплове сушіння, без якого питання довготривалого зберігання насінневих мас в різних типах сховища стають проблематичними, є однією з головних і найбільш енергоємних технологічних операцій післязбирального обробітку вороху насіння трав. Крім того у процесі зберігання, який передбачає збереження якості насінневих мас шляхом очищення, кондиціювання, охолодження та інших операцій важливу роль відіграє сушильне обладнання.

У даному розділі обґрунтовано значення зниження травмування насіння для підвищення їх польової схожості та врожайності.

Запропоновано нову конструкцію барабанної сушарки. Технічний результат, що досягається при використанні запропонованого засобу механізації процесу конвективного сушіння насіннєвого зерна – забезпечення збереження насіннєвих властивостей зерна та зниження сумарних витрат енергії на сушіння.

3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма досліджень та лабораторне обладнання

Програма експериментальних досліджень передбачає:

- 1) встановлення закономірності переміщення насінневого матеріалу робочими поверхнями сушарки;
- 2) визначення засміченості насінневого матеріалу.

Для встановлення експериментальним способом параметрів спіралі сушарки використовували розроблену лабораторну установку, загальний вигляд якої поданий на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Лабораторна установка для дослідження параметрів спіралеподібної перфорованої поверхні: 1 – оргскло; 2 – спіралеподібна перфорована поверхня; 3 – станина; 4 – привод обертання спіралеподібної перфорованої поверхні

В експериментальних дослідженнях використовували ворох насіння вівсяниці лучної та суміш вівсяниці лучної і райграсу пасовищного, який отримували в полі під час збирання комбайном. Вологість матеріалу визначали згідно з ГОСТом 12041-82.

3.2 Методика встановлення закономірності переміщення насіннєвого матеріалу робочими поверхнями

Дослідження закономірності переміщення вороху насіння трав робочими поверхнями сушарки проводились на лабораторній установці зображеній на рис. 3.1.

На останній виток спіралеподібної перфорованої поверхні, яку обертали за допомогою рукоятки, подавали порцію вороху насіння трав. Внаслідок обертання ворох, ковзаючи відносно витків перфорованої поверхні, за один оберт піднімається на ярус вище. Для встановлення частоти обертання спіралеподібної перфорованої поверхні, при якій відбувалось залежування матеріалу на витках, швидкість обертання спіралі поступово збільшували.

Швидкість обертання спіралеподібної перфорованої поверхні визначали шляхом підрахунку кількості здійснених обертів рукоятки за фіксований проміжок часу.

Досліди проводили із трикратною повторюваністю.

3.3 Методика визначення засміченості насіннєвого матеріалу

Засміченість вороху визначали за двома наважками з кожної партії вороху [10]. Наважку масою 50г вручну розбивали на дві фракції: насіння основної культури (всі плоди і супліддя) і домішки (насіння бур'янів та інших культурних рослин, грудки землі, камінці, пісок, солома). Далі зважували на електричних вагах з точністю до 0,01г. Результати дослідів вважали достовірними, коли сумарна маса двох фракцій була рівна загальній масі початкової наважки, в іншому випадку результати дослідів анулювали.

Відсотковий вміст фракцій визначали за формулою:

$$C = \frac{m_{\phi} \times 100}{m_{\Sigma}}$$

m_{ϕ} – маса фракцій, г;

m_{Σ} – сумарна маса початкової наважки, г.

Аналіз вважався закінченим, якщо розбіжність між результатами аналізу двох наважок не перевищував допустимої розбіжності. В іншому випадку слід розібрати третю наважку.

Висновки до розділу

У даному розділі подана програма експериментальних досліджень, опис експериментальної установки, обладнання і приладів, що використовуються, та методика проведення дослідів.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Встановлення закономірності переміщення вороху робочими поверхнями

На основі викладеної методики у п. 3.2. проведено дослідження закономірності переміщення насінневого матеріалу спіральною поверхнею. Експерименти проводили при вологості вороху суміші насіння райграсу та вівсяниці $W_{\text{п}} = 20\% \dots 22\%$. Маса порції вороху, що подавалась, складала $m = 170 \dots 200 \text{ г}$.

Дослідження проводили при чотирьох варіантах розміру кроку спіралеподібної поверхні. За 1-им варіантом крок спіралі h становив 0,10 м, за 2-им – 0,07 м, за 3-ім – 0,06 м та за 4-им – 0,05 м (рис. 4.1).

У кожному варіанті ворох переміщався з витка на виток і заторів не спостерігалось. В 3-му та 4-му варіантах матеріал формувався фактично у суцільний шар. При збільшенні частоти обертання спіралі до 11 об/хв спостерігали залежування вороху на витках.



а



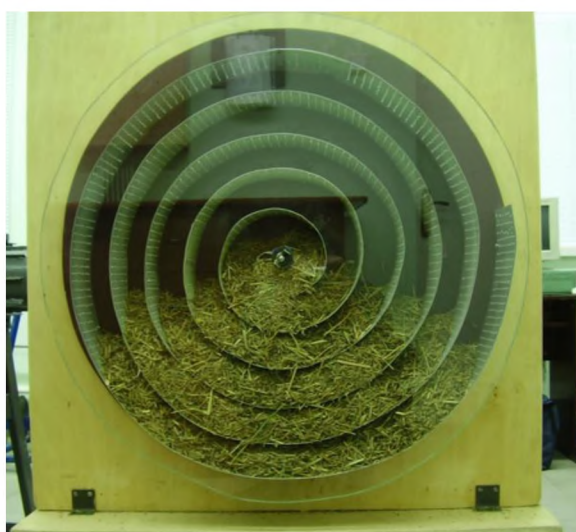
б



В



Г



Д

Рисунок 4.1 – Дослідження переміщення матеріалу при зміні кроку спіралі:
 а – $h=0,10\text{м}$; б – $h=0,07\text{м}$; в – $h=0,06\text{м}$; г, д – $h=0,05\text{м}$

4.2 Визначення засміченості насінневого матеріалу

Дослідження проводилися згідно методики, викладеної в п. 3.3.

Результати досліджень представлено у таблиці 4.1.

Допустима розбіжність між результатами аналізу двох наважок вороху насіння вівсяниці лучної становить 3,9 %, а вороху суміші насіння райграсу та вівсяниці – 2,9 % [10]. Тому немає необхідності розбирати третю наважку.

Таблиця 4.1 – Засміченість насіннєвого матеріалу

Насіннєвий матеріал	Середньоарифметичне значення C за двома наважками, %	Фактична розбіжність між результатами двох наважок, %
Ворох насіння вівсяниці лучної	77,01	3,64
Ворох суміші насіння вівсяниці лучної та райграсу пасовищного	87,61	2,74

Висновки до розділу

Аналіз проведених експериментів показав, що при визначенні закономірності переміщення насіннєвого матеріалу спіральною поверхнею встановлено, що частота обертання барабану не повинна перевищувати $n=10$ об/хв, а крок витків, де утримується матеріал в межах 0,05...0,07 м.

ВИСНОВКИ

При післязбиральній обробці для забезпечення основних якісних показників насіння важливо грамотно здійснити процес сушіння. При цьому необхідно забезпечити високу рівномірність обробки висушуваного насіння при відсутності перегріву насінин. Рішення вказаної задачі можливе при використанні сушарок з спіральними робочими органами.

Вказані у кваліфікаційній роботі передумови дають можливість забезпечити стабільність протікання технологічних процесів у пристроях, в якості основного робочого органу використовують спіраль, що обертається. Технічне рішення дозволить забезпечити дбайливе сушіння насіння без зниження його якісних показників.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Способи та технологія сушіння зерна різних культур. AGROEXPERT. URL: <https://agroexpert.ua/sposoby-ta-tekhnohohiia-sushinnia-zerna-riznykh-kultur/>
2. Види зерносушарок. URL: <http://agro-s.com/vidy-zernosushilok>
3. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: ДСТУ 2240-93. – [Чинний від 1993-09-09]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 74 с.
4. Солоня О.В., Замрій М.А. Дослідження процесу сушіння насінників трав / Вібрації в техніці та технологіях :збірник наукових праць ВНАУ. 2011. №9 (49). С. 186-196.
<http://vibrojournal.vsau.org/storage/articles/December2022/4xt26FTIEQ1XSX5VD6hh.pdf>
5. Спірін А.В., Твердохліб І.В. Системний підхід до дослідження технологій збирання насінників люцерни. Молодь і технічний прогрес в АПК: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця, 2019. С. 226-227.
6. Твердохліб І.В. Підвищення ефективності збирання насінників трав. Вісник машинобудування та транспорту. 2017. №2 (6). С. 158-163.
7. Котов Б.І. До питання зниження енергоємності процесів сушіння зерна / Б.І. Котов, В.О. Лісецький // Перспективи розвитку механізації, електрифікації та технічного сервісу сільськогосподарського виробництва: матеріали міжнародної науково-технічна конференція. – Глеваха: ІМЕСГ, ІТС. – 1996. – С. 67.
8. Дідух В.Ф. Науково-технологічні основи механізованого сушіння неоднорідних матеріалів: дис. ... доктора техн. наук: 05.05.11 / Володимир Федорович Дідух. – Луцьк, 2003. – 274 с.
9. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських матеріалів: монографія / В.Ф. Дідух . – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165 с.

10. Дударев І.М. Розрахунок машин зі спіральними робочими поверхнями [Текст] : монографія / І. М. Дударев; Луц. нац. техн. ун-т. - Луцьк : Інформ.-вид. від. Луц. НТУ, 2017. – 227 с.

11. Забродоцька Л.Ю. Дослідження та вдосконалення процесу сушіння вороху насіння трав : Монографія / Л.Ю. Забродоцька, Р.В. Кірчук. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2011матеріалу3. – 164 с.

12. Лісецький В.О. Підвищення ефективності сушіння зерна в сушарках періодичної дії: : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11 / Віталій Олександрович Лісецький. – Глеваха, 2003. – С. 18.

13. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: підручник / Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Анатазевич. – К.: Либідь, 1997. – 352 с.

14. Забродоцька Л.Ю. Енергетичний розрахунок спіральної сушарки / Л.Ю. Забродоцька, С.М. Хомич, Т.В. Пізнюр, О.В. Омельчук // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 43 – Луцьк, 2019.

15. Пат. № 85766 Україна, МПК (2009) F26 B11/00. Барабанна сушарка / Дударев І.М., Кірчук Р. В., Кокалюк Л.Ю.; заявник і власник патенту Луцький державний технічний університет. – № а200706074; заявл. 01.06.2007р.; опубл. 25.02.2009, Бюл. №4.

16. Дударев І.М. Дослідження впливу аеродинамічних параметрів шару гірчиці на процес його вентилювання / І.М. Дударев, С.Є. Голячук, Т.М. Лук'янчук // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2008. – Вип. 17. – С. 40–45.

17. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – К.:НМК ВО.1992. – 320с.

18. Забродоцька Л.Ю. Дослідження раціонального способу завантаження сушильної камери барабанної сушарки / Л.Ю. Забродоцька // Наукові нотатки: міжвузівський зб. наук. праць. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2012. – Вип. 39. – С. 59–62. (на доцента)

Звіт подібності

метадані

Заголовок

Дулько_208_2024

Автор

Дулько А.Я. Науковий керівник / Експерт

підрозділ

Lutsk National Technical University

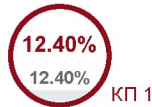
Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Ⓡ	4
Інтервали	A→	0
Мікропробіли		5
Білі знаки	Ⓡ	0
Парафрази (SmartMarks)	a	28

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

4951

Кількість слів

39514

Кількість символів

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Копір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Пилипюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	73	1.47 %
2	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	66	1.33 %
3	Пилипюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	64	1.29 %

4	Пилипюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	48	0.97 %
5	Пилипюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	36	0.73 %
6	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	34	0.69 %
7	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	28	0.57 %
8	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	26	0.53 %
9	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	24	0.48 %
10	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	22	0.44 %

з домашньої бази даних (4.95 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Пилипюк_208_2024 12/3/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	227 (5)	4.58 %
2	Шимків_208_2024 12/6/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	18 (2)	0.36 %

з програми обміну базами даних (0.28 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	2020_616100_Rybhynchuk_Anastasiia_Leonidivna_84646 10/25/2024 National University "Lviv Politechnika" (National University Lviv Politechnika)	14 (1)	0.28 %

з Інтернету (7.17 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/8688/1/Pered_teh_virob_ZNAU_2016.pdf	312 (18)	6.30 %
2	http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/11364/1/Menchynsky_YuB_KR_208_2021.pdf	17 (2)	0.34 %
3	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18453/1/Tehnologia_roslnun_2016_posibnuk.pdf	15 (1)	0.30 %
4	https://khntusg.com.ua/wp-content/uploads/2020/09/shapoval-o.ju..pdf	11 (1)	0.22 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------