

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

ДИПЛОМНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ
ПНЕВМОГРАВІТАЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ
СОНЯШНИКА З ОБГРУНТУВАННЯМ ЙОГО КОНСТРУКТИВНО-
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ»**

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія»
денної форми навчання

МАМІНСЬКИЙ Костянтин Петрович

Керівник:

к.т.н., доцент

ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

« _____ » _____ 2024р.

Допускається до захисту:

« _____ » _____ 2024р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія», к.т.н., доцент

_____ **ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович**

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ	5
АНОТАЦІЯ.....	6
РЕФЕРАТ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СЕПАРУВАННЯ НАСІННЯ	11
1.1. Фізико-механічні властивості насіння соняшника.....	11
1.2. Засоби післязбиральної обробки насіння сільськогосподарських культур.....	13
1.2.1. Аналіз повітряно-решетно-трієрних машин	13
1.2.2. Аналіз пневмосепараторів	19
1.3. Основні досягнення вітчизняних та іноземних учених в теорії сепарації насіння.....	26
1.4 Мета та завдання досліджень	28
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЯ В АСПІРАЦІЙНОМУ КАНАЛІ.....	30
2.1. Детермінована математична модель руху насіння у вертикальному повітряному потоці кільцевого сепаруючого каналу	30
2.2. Обґрунтування форми і параметрів живильно-розподільчого пристрою кільцевого сортуючого каналу.....	36
2.3. Дослідження руху насіння у висхідному повітряному потоці змінної швидкості повітря за висотою каналу	41
2.4. Теоретичне обґрунтування раціонального діаметру вертикального аспіраційного каналу установки	42
Висновки до розділу.....	45
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
3.1. Програма експериментальних досліджень	47
3.2. Параметри та конструкція натурної моделі аеродинамічного сепаратора насіння	47

3.3. Методика експериментальних досліджень розробленого сепаратора насіння.....	51
3.3.1. Методика дослідження раціональної швидкості повітряного потоку в аспіраційному каналі вертикальної сепарації установки.....	51
3.3.2. Методика дослідження раціональної довжини вертикального каналу аспірації сепаратора	56
3.3.3. Методика дослідження раціонального діаметра аспіраційного каналу установки.	60
3.3.4. Методика дослідження раціонального діаметра патрубку постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу	62
Висновки до розділу.....	64
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ ІЗ ВЕРТИКАЛЬНИМ АСПІРАЦІЙНИМ КАНАЛОМ.....	65
4.1. Результати дослідження розробленого пневмогравітаційного сепаратора	65
4.1.1. Результати дослідження раціональної величини швидкості повітряного потоку у аспіраційному каналі.	65
4.1.2. Результати дослідження раціональної довжини вертикального аспіраційного каналу сепаратора	68
4.1.3. Результати дослідження раціонального діаметра основного аспіраційного каналу установки.	70
4.1.4. Результати дослідження раціонального діаметра патрубку постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу.....	72
4.1.5. Результати дослідження впливу геометричного положення насіння у просторі сепаратора на загальну якість поділу насіння за масою при потраплянні у вертикальний аспіраційний канал сеператору.....	74
4.1.6. Результати дослідження раціонального діаметра бункера фракції I для відбору важкого насіння.....	76
4.1.7. Результати дослідження раціональної продуктивності запропонованого сепаратора.....	77

4.3. Дослідження руху насінини числовим експериментом.....	78
Висновки до розділу.....	82
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ	
ЗАПРОПОНОВАНОГО ПНЕВМОГРАВІТАЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ З	
ВЕРТИКАЛЬНИМ АСПРАЦІЙНИМ	
КАНАЛОМ.....	83
5.1. Енергетична оцінка ефективності використання запропонованого	
сепаратора насіння.....	83
5.1.1. Розрахунок витрат енергії на виготовлення одного сепаратора насіння	
запропонованого типу.....	83
5.1.2. Розрахунок витрат енергії на підготовку насіння запропонованим сепаратором	
для сівби 1га поля.....	88
Висновки до розділу.....	91
РОЗДІЛ 6.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
ДОДАТКИ.....	101

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У ДРМ наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового завдання, що представлено у розроблених наукових положеннях сепарації насіння соняшника у вертикальному кільцевому каналі з нерівномірним повітряним потоком по висоті й нижньої зоною розділення і вивантаження. Це дозволило знизити енергоємність і підвищити якість процесу виділення повноцінних насінин.

1. Аналіз результатів досліджень сепарації насіння за різницею аеродинамічних характеристик їх компонентів показав, що найбільш перспективним для підвищення якості та інтенсифікації є процес розділення у нижній зоні вертикального каналу з нижнім вивантаженням виділених фракцій.

2. Для визначення поділяючої здатності та розрахунків пневмогравітаційного сепаратора розроблена комплексна математична модель руху насінини з урахуванням коефіцієнта парусності кожної фракції (компонентів) та обмежень конструктивних параметрів сепаратора, яка включає математичний опис процесів подачі матеріалу на подільник, руху насінини вздовж поверхні подільника, і руху в повітряному потоці з урахуванням їх аеродинамічних властивостей.

3. Експериментальними дослідженнями аеродинамічних властивостей встановлено середньозважені швидкості витання компонентів насіння: легких – 5,5-6,5 м/с і важких – 7-7,85 м/с, а також коефіцієнти парусності: відповідно – 0,33-0,23 і 0,20-0,16.

4. За допомогою розробленої математичної моделі руху «легкої» і «важкої» фракцій у вертикальному повітряному каналі встановлено, що зміна швидкості від кута подачі насіння в повітряний потік суттєво впливає на величину відхилення та розщеплення траєкторій руху двох фракцій, яка і визначає ефективність розділення фракцій. Числовим трифакторним експериментом визначені раціональні параметри: швидкість вводу насінин в потік повітря – 0,7-0,8 м/с при куті вводу 40-45°, які забезпечують максимальне розщеплення траєкторії при $\Delta x = 0,018$ м.

5. В результаті аналізу процесу переміщення насінин вздовж поверхні

розподільчого (прямолінійного) конуса встановлено, що при існуючій швидкості подачі насіння на подільник останній не може реалізувати раціональні параметри вводу насіння в потік повітря, швидкість якого не перевищує 5,5 м/с. Обґрунтовано форму подільника у вигляді поверхні обертання утвореної шляхом обертання вогнутої дуги кола навколо вертикальної осі. Визначено геометричні параметри подільника: радіус твірної дуги – 0,05 м, діаметр основи подільника – 0,04 м.

6. Подальше підвищення ефективності розділення насіння можна досягти збільшенням швидкості повітря в напрямку його руху, що реалізується застосуванням конічного каналу з кутом розкриття $1,5-2^\circ$, при цьому величина змінення траєкторій при висоті 0,7 м збільшується на 20-25 %.

7. Реалізація нової конструкції пневмогравітаційного сепаратора науково обґрунтованими конструктивно-режимними параметрами дозволили підвищити вихід повноцінного насіння (вагою 1000 шт. насінин 80-100 г) на 25-28 % при зменшенні його засміченості на 30 %. За даними результатів проведених досліджень встановлено, що відносна кількість некондиційного насіння в основній фракції зменшилось на 10 г порівняно з традиційним способом розділення.

8. Виробничі випробування підтвердили економічну ефективність використання розробленого пневмогравітаційного сепаратора, збільшення врожайності становить 3-5 ц/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крекот М.М. Аналіз способів регулювання швидкості повітряного потоку в сепарувальних каналах насіноочисних машин / М.М. Крекот // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2012. – Вип. 124, Т. 2. – С. 366-373.
2. Михайлов Є.В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України / Є.В. Михайлов. – Мелітополь, Люкс, 2012. – 260с.
3. Классификация и комплексы машин для очистки и сортирования зерна. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kalxoz.ru/str/3zerno2.htm>
4. Машина предварительной очистки зерна МПО-50-НС-1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nz-sm.ru/>
5. Приставка триерная ПТ-600 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vselmash.ru/>
6. Адамчук В.В. Механіко-технологічні і технічні основи підвищення ефективності внесення твердих мінеральних добрив та хіммеліорантів: автореф. дис. канд. техн. наук: 01.06.06/ В.В. Адамчук// Нац. аграр. ун-т. — К., 2006. — 40 с
7. Дідур В. А. Оптимізація параметрів пневмосепаратора для сепарації рушанки рицини / В. А. Дідур, А. Б. Чебанов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь, 2010. - Вип.10, т.8.
8. Чебанов А.Б. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмасепаратора рушанки рицини з пиловловлюючим пристроєм: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. тех. Наук : спец 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / А.Б. Чебанов. – Мелітополь, 2013. - 15с.
9. Абдуев М. М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / М.М. Абдуев; ХНТУСГ. – Харків, 2007. - 21с.
10. Перспективні напрямки розвитку зерноочисної техніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.snt-kntu.ho.ua>

11. Завгородний А.И. Научные основы процессов очистки отверстий решет зерноочистительных машин: дис. ... докт. техн. наук : 05.05.11 / Завгородний Алексей Иванович. — Х., 2001. — 327с.

12. Завгородний А.И., Синяева О.В. Движения шара в воздушном потоке между вибрирующими плоскостями // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукраїнський науково-технічний журнал, №3(67).—Вінниця: ВНАУ, 2012.— С.20-27.

13. Васильковський М.І. Обґрунтування параметрів сепарації зерна в похилому повітряному потоці / М.І. Васильковський, С.Я. Гончарова, С.М. Лещенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. - Кіровоград, 2007. - Вип. 37. - 132-137с.

14. Васильковський О.М. Математична модель роботи відцентрово-пневматичного сепаратора зерна / О.М. Васильковський, В.В. Гончаров, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. - 2010. - Вип. 10. Т.8.- 94-104с.

15. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, розділ 7. Очистка і сортування насіння / П.М. Заїка. -. Х.: Око, 2006. - 408 с.

16. Бакум М. В. Розділення зернових сумішей у нахиленому повітряному каналі / М. В. Бакум, М. М. Абдуєв, Ю. О. Манчинський // Праці Таврійської державної аграрної академії. – Мелітополь, 2005. – Вип. 28. – С. 14–22.

17. Ермак В.П. Описание и работа воздушно-центробежного сепаратора семян тыквы / В.П. Ермак, А.А. Ильченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій тваринництва. Випуск 132. - ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2013. - с. 178 - 184.

18. Швидя В.А. Підвищення ефективності пневмодіцентрального сепаратора та ґрунтування параметрів робочих органів: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. тех. Наук : спец 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / В.А. Швидя. – Глеваха, 2012. - 18с.

19. Крекот М.М. Обґрунтування параметрів процесу і розробка

пневматичного сепаратора насіння овочевих культур: автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. тех. Наук : спец 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М.М. Крекот – Харків, 2014 - 20с.

20. Сало В.М. Перспективні напрямки розвитку зерноочисної техніки переробних підприємств / В.М. Сало, Д.І. Петренко, О.В. Нестеренко, Д.О. Гриценко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. - Кіровоград: КНТУ, 2011. - Вип. 41. ч 2. С. 3 - 10.

21. Тищенко Л.Н. К исследованию динамики зернового потока на наклонном решете / Л.Н. Тищенко, М.В. Пивень // Сб. научн. трудов ХГТУСХ. — 2001. — №. 8. — Т. 1. — С. 198—205.

22. Тищенко Л.Н. К нелинейной двухпоточковой теории виброцентробежной сепарации зерновых смесей / Тищенко Л.Н. // Вибрации в технике и технологиях. —2003. — № 6(32). — С. 13—17.

23. Котов Б.І. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, М.Г.Пастушенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. - Кіровоград, 2003.-Вип. 33. - С 53-59.

24. Степаненко С. П. Дослідження процесу пневматичної сепарації насіння в кільцевому зигзагоподібному сепараторі / С. П. Степаненко // Механізація сільськогосподарського виробництва Вісник ХНТУСГ. - Харків.: ХНТУСГ, 2008. - С 59-65.

25. Кюрчев С.В., Результаты исследования рациональных размеров вертикального аспирационного канала сепаратора семян сельскогосподарських культур / С.В. Кюрчев, А.С. Колодій // Motrol “Motorization and energetics in agriculture”, Lublin -Rzeszow, Vol.15, No2. 2013 – p. 169-175.

26. Кюрчев С.В., Результаты дослідження раціональних розмірів вертикального аспіраційного каналу сепаратора насіння сільськогосподарських культур / С.В. Кюрчев, О.С. Колодій // Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків: ХНТУСГ, 2014. - Вип. 148, т.1.- С. 56 – 63.

27. Пат. 86300 Україна, МПК В07В 1/28. Аеродинамічний сепаратор для насіння / С.В. Кюрчев, О.С. Колодій (Україна). - №u201307937; заявл. 21.06.2013; опубл. 25.12.2013, Бюл.№24

28. Колодій О.С., Кюрчев С.В. Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа / С.В.Кюрчев, О.С. Колодій // Motrol "Motorization and energetics in agriculture", Lublin-Rzeszow, 2013 Vol.15, No2. p. 205-213

29. Інтенсифікація процесу повітряної сепарації зерна / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, [та ін.] // Збірник наукових праць Таврійської державної агротехнічної академії. Сучасні проблеми землеробської механіки. - Мелітополь, 2006. - Вип. 39 - С. 161-165.

30. Кюрчев С.В., Багатокритеріальний аналіз існуючих сепараторів насіння із різним робочим агентом / С.В.Кюрчев, О.С. Колодій // "Механізація сільськогосподарського виробництва". – Харків: ХНТУСГ, 2015 –Вип.156., т.1. - 86с.

31. Кюрчев С.В., Економічний розрахунок ефективності використання аеродинамічного сепаратора з вертикальним аспіраційним каналом/ С.В.Кюрчев, О.С. Колодій // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2014. – Вип. 14. – С. 363-369.

32. Меркулов Б.М. Передовий досвід вирощування соняшника / Меркулов Б.М. — К.: Урожай, 1965. — 46с.

33. Мороз С.М. Аналіз багатшарового руху зерна на нерухомій похилій робочій поверхні / С.М. Мороз, М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, В.В. Гончаров // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. - Кіровоград: КНТУ, 2011. - Вип.41. - С. 203 - 208.

34. Петренко Д.І. Обґрунтування параметрів відцентрово- пневматичного сепаратора зерна: дис... кандидата, тех. наук: 05.05.11 / Дмитро Іванович Петренко. - Кіровоград, 2011, - 157 с.

35. Погорелый Л.В. Инженерные методы испытаний сельскохозяйственных машин Л.В. Погорелый. - [изд. 2-е, доп.] -К: Тэхника, 1991. -157 с.

36. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень // - К.: Фенікс, 2007. - 432 с.

37. Сільськогосподарські та меліоративні машини : Підручник / [Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2004. - 544 с.

38. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ / Сурмин Ю.П. - К.: МАУП, 2003.-368 с.

39. Ткаченко О.В. 2004. Технологические свойства семян подсолнечника Труды ТГАТУ. – Мелитополь ТГАТУ,. – Вип.19, 166-175.

40. Царенко О.М. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін. //- К.: Мета, 2003-448 с.

41. Мороз С.М. Аналіз багат шарового руху зерна на нерухомій похилій робочій поверхні / С.М. Мороз, М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, В.В. Гончаров // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. - Кіровоград: КНТУ, 2011. - Вип. 41. - С. 203 - 208.

42. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ / Сурмин Ю.П. - К.: МАУП, 2003.-368 с.

43. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень // - К.: Фенікс, 2007. - 432 с.

44. Harmond, J.E., N.R. Brandenburg, and L.M. Klein. 1968. Mechanical seed cleaning and handling. USDA Agricultural Handbook No. 354. Washington, D.C.

45. Desai, B.B., P.M. Kotecha, D.K. Salunkhe. 1997. Seeds handbook: biology, production, processing, and storage. Marcel Dekker, Inc., New York.

46. Jorgensen, Kent R. and Richard Stevens. 2004. Seed collection, cleaning, and storage, Chap. 24. In: Stephen B. Monsen, Richard Stevens, and Nancy Shaw

(compilers), Restoring Western Ranges and Wildlands. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-136. Ft. Collins, Colorado.

47. Vaughan, C.E., B.R. Gregg, and J.C. Delouche. 1968. Seed processing and handling. Seed Technology Laboratory (Mississippi State Univ.), State College, Mississippi.

48. Young, J.A. and C.G. Young. 1986. Collecting, processing, and germinating seeds of wildland plants. 3rd ed., Timber Press, Portland, Oregon.

49. Dewald, C.L., V.A. Beisel, and P.L. Sims. 1987. Concepts and principles of the Woodward chaffy seed conditioning system, p.278-282. In: G.W. Frasier and R.A. Evans (eds.), Seed and Seedbed Ecology of Rangeland Plants, USDA-ARS, Washington, D.C.

50. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир, А.В. Рудь, В.І. Дуганець, В.І. Дуганець, С.П. Комарніцький. За ред. В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. - 51с.