

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Вдосконалення технології вирощування гірчиці з дослідженням
зерноочисної машини»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-22M(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Мажаєв Антон Вікторович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент

професор, доктор техн. наук

_____ Микола МОРОЗ

« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти магістр
Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина	32
4. Охорона праці	63
5. Економічна частина	65
6. Висновок	67
Список використаної літератури	68
Додатки.....	72

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Україна є світовим лідером, або ж входить в чільну п'ятірку із вирощування ряду сільськогосподарських культур, серед яких слід виділити соняшник, пшеницю, кукурудзу, сою, ріпак та ін. Незважаючи на досить родючі ґрунти, важливим питанням отримання стабільних врожаїв, зниження проявів ерозій, відновлення родючості ґрунтів, боротьби із забур'яненістю посівів культурних рослин та зниження ймовірності виникнення карантинних хвороб і шкідників стає питання відновлення повноцінних сівозмін. Саме відновлення сівозмін потребує розширення спектру сільськогосподарських культур, що призводить до доцільності культивувати на полях господарств відносно нові культури, що раніше практично не вирощувалися. Важливо на етапі планування сівозмін запланувати, та в подальшому вирощувати ті культури, які є не лише цінними в якості попередника, але й вирощування яких є доцільним з точки зору економічної ефективності.

Однією із бажаних культур сівозміни є гірчиця. Ця культура є достатньо простою з точки зору її вирощування, а стабільний попит на вирощений врожай, висока продуктивність гірчиці та сприятливі умови вирощування робить цю культуру доцільною до вирощування у ряді господарств Центральної України. Варто зазначити, що гірчиця це цінна олійна культура, яка після вирощування на полі залишає велику, порівняно із іншими культурами кількість рослинних решток. Ці рослинні рештки гірчиці після подрібнення і заробки в товщі ґрунту, швидко і ефективно засвоюються ґрунтом і можуть бути стабільним джерелом органічної речовини. Крім цього, вирощування гірчиці в господарських умовах дозволяє вирішити питання зеленого корму, якщо в господарстві займаються тваринництвом та цю ж культуру часто і ефективно використовують у якості сидератів.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Мажаяв				Пояснювальна записка		
Перевір.	Леценко						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Леценко						
					Лім.	Арк.	Аркушів
						6	
					ЦНТУ, гр. АІ-22М(1,4)		

Актуальним питанням впровадження в сівозміну технологічного процесу вирощування гірчиці стало і на полях базового господарства. Тому кілька років назад почали вирощувати гірчицю за базовою типовою технологією її вирощування і поступово посіви збільшилися з 10...15 га до 100 га в 2021 році. Саме нарощування обсягів виробництва гірчиці і збільшення посівних площ, вивело питання оптимізації технології вирощування цієї культури та вдосконалення окремих етапів технології, з метою підвищення загальної врожайності та скорочення загальної собівартості готового врожаю, на новий рівень. Зважаючи на специфіку гірчиці, її фракційний склад та особливості технології збирання врожаю, одним із найбільш відповідальних етапів технології вирощування цієї культури є етап післязбирального очищення зібраного збіжжя. Варто зазначити, що гірчицю, як дрібнозернову культуру, не лише важко збирати з поля, але й складно очистити від сторонніх сміттєвих домішок, насіння інших культур, збитих чи пошкоджених зернівок основної культури, а закладання гірчиці на зберігання або ж її реалізація у неочищеному стані знижує вартість зібраного продукту та провокує пліснявіння, самозігрівання і цвітіння зібраного насіння, до того-ж створюються сприятливі умови для розвитку хвороб і повного псування зернівок.

Таким чином, вдосконалити технологію післязбирального очищення гірчиці в господарських умовах із обґрунтуванням технічного забезпечення зерноочисних операцій та адаптація і вдосконалення зерноочисних машин з метою інтенсифікації очищення гірчиці є актуальним для конкретного базового господарства, що буде вирішуватися в даній дипломній роботі магістра.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1. Гірчиця, її значення для агровиробництва і продовольства, технології вирощування

Гірчиця – важлива олійна сільськогосподарська культура, яка достатньо часто вирощується на полях Кіровоградщини і ряду сусідніх, здебільшого північних і західних областей. Загалом в господарствах України вирощують три види цієї культури, а саме – гірчицю чорну, гірчицю білу та гірчицю сизу [1, 2]. Найбільш олії міститься в зернівках сизої гірчиці і зазвичай її олійність складає 35...45%. Біла гірчиця вміщується до 40% олії а чорна – не більше 30...33%. Окрім рослинної олії до складу зерен гірчиці входить велика кількість білку (на рівні 25...32%) та достатньо багато ефірних олій – 1,2...1,7%. Рослинна олія, що виготовляється із гірчиці за своїми ознаками є слабковисихаючою речовиною, це пов'язано із тим, що йодне число насіння сизої гірчиці дорівнює 102...108 а у білій гірчиці значення цього показника дорівнює 92...122. Рослинна олія гірчиці має високі харчові якості, має приємний смак а тому її дуже часто використовують у якості інгредієнту до продуктів харчування, під час консервування продукції, під час випікання хлібної продукції, виробництві кондитерських виробів та інших промислових харчових виробництвах.

Безпосередньо насіння гірчиці застосовують під час приготування різноманітних салатів, готових страв із яєць, сиру та ін переважно в німецькій, ірландській та французькій кухнях. З метою придання додаткового присмаку м'ясу його натирають гірчицею безпосередньо перед запіканням або ж смаженням. Ряд споживачів додають зерна гірчиці до вершкового масла, що дозволяє поліпшити його смакові якості та надати характерного приємного присмаку.

Достатньо широко гірчиця використовується у фармацевтичній промисловості. Доведена ефективність використання цієї культури під час лікування різних застуд, спазмів м'яз, бронхітів та ін.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Гірничну олію використовують під час виробництва деяких текстильних виробів та під час варіння різного мила. Гірчиця є сировиною для виготовлення ефірних олій, що потім широко використовуються в косметичному виробництві, наприклад під час виготовлення парфумів та інших ароматизаторів.

Широке використання знаходить і макуха гірчиці, яка отримується після віджиму рослинної олії. Так, макуха сизої гірчиці є сировиною для виготовлення столової гірчиці різних сортів, медичних гірчичників та гірчичних пакетів, фітину та ін. [1, 2, 4].

Надзвичайно добре в господарствах вирощувати гірчицю із подальшим її використанням у вигляді зеленого корму худобі або ж подрібненням і заробкою рослин у ґрунт рослин гірчиці на сидерати (зелене добриво). За даними практиків [5, 6] кожні 100 кг зеленої маси рослин гірчиці містить біля 11 кормових одиниць, що робить цю культуру в зеленому стані цінною рослиною з точки зору її кормової цінності. Крім наведеного, гірчиця, зокрема гірчиця біла, є дуже гарною культурою для медоносу, а її вагома цінність у якості гарного попередника, причому майже для всіх сільськогосподарських культур, ще більше підвищує цінність цієї культури у сівозмінах.

Своє поширення сиза гірчиця почала із країн Південно-Східної Азії, а біла гірчиця почала розповсюджуватися із країн Середземномор'я. Дуже довго в минулому гірчицю культивували в Індії, Китаї, Єгипті, ряду інших Азійських і Північно Африканських країнах.

До цих пір лідерами серед країн-виробників гірчиці є Канада та Індія. На початку ХХІ століття створилися сприятливі умови для нарощування обсягів вирощування цієї культури, а тому в цей час обсяги виробництва гірчиці у всьому світі суттєво зросли. Це підтверджує той факт, що у 2015 році посівні площі порівняно із 2005 роком у світі збільшилися із 24 до 31 млн. га, а збільшення посівних площ фактично становить 30%. Збільшується і валовий

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

збір гірчиці, так за статистичними даними у 2015 році світові виробники зібрали 59 млн.т., тоді як у 2005 році, гірчиці було зібрано близько 35 млн.т.

Вітчизняні виробники гірчиці теж знаходяться у пошуках раціональних технологій та ринків збуту і використання цієї культури. Пік посівних площ гірчиці в нашій державі спостерігався у 2009 році, коли гірчиця вирощувалася на площах понад 181 тис. га. Протягом наступних періодів мала місце стабілізація посівних площ гірчиці і сьогодні в Україні гірчицю вирощують кожного року на площі ± 50 тис. га. Проте має місце бажання фермерів та існують державні програми, за якими у повоєнний період планується поступове нарощування площ посіву гірчиці до 100...120 тис. га.

Незважаючи на амбітні плани і поступове вдосконалення технологій вирощування гірчиці по всій території України врожайність цієї культури, порівняно із світовими виробниками, залишається досить низькою. Так, відомо, що в умовах нашої держави сиза гірчиця дає врожай на рівні 1,0...1,2 т/га, а біла гірчиця родить на рівні 1,2...1,5 т/га, що взагалі є досить низькими показниками.

Морфологічні ознаки гірчиці

Сільськогосподарська культура гірчиця сиза (*Brassica juncea* Czern) – це класична трав'яна однорічна культура, яка відноситься до роду капустяних рослин (рис. 1) [1, 2, 4, 6]. Гірчиця, як рослина має яскраво виражену міцну стрижневу кореневу систему. Якщо оцінити стебло гірчиці, то воно є досить розгалуженим та міцним а його поверхня вкрита суцільним рясним восковим нальотом сизуватого забарвлення. На етапі вегетації рослини на стеблі чітко можна виділити верхні та нижні листки гірчиці. Можна відмітити, що верхні листки гірчиці черешкові, повністю цільні і мають лінійне видовження. Поряд з цим нижні листки цієї культури є черешковими і за своїми ознаками ліроподібно-пірчасторозсічені. Під час росту на гірчиці формуються китиці, які у своєму суцвітті містять жовті за кольором квітки, що за своєю природою є двостатевими.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кінцевим результатом вирощування гірчиці є формування на рослині тонкого продовгуватого стручка, який має видовжений носик і загальну довжину близько 3...5 см. Насінини гірчиці закріплюються в середині стручка та мають форму кулі із середнім діаметром 1,2...1,8 мм. Забарвлення насіння гірчиці темно чи сіро-коричнєве а сама оболонка сформована сітчастою поверхнею. За статистичними даними середня маса 1000 насінин гірчиці складає 2...4 грами.

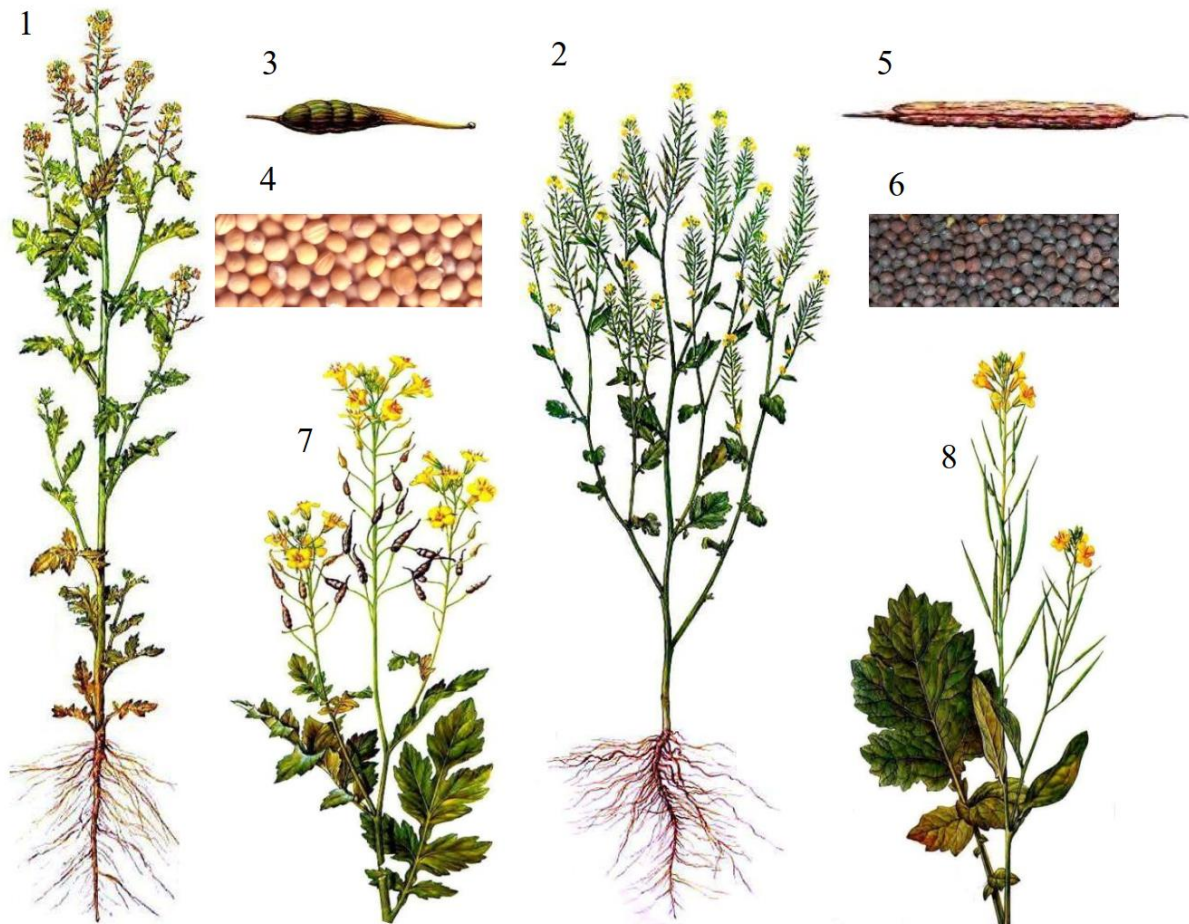


Рис. 1. Загальна характеристика та ознаки гірчиці:

1 – рослини гірчиця біла; 2 – рослини гірчиця сиза; 3, 4 – стручок та загальний вигляд насіння гірчиці білої; 5, 6 – стручок і загальний вигляд насіння гірчиці сизої; 7, 8 – суцвіття та плоди (стручки) гірчиці білої та сизої відповідно

Гірчиця біла (*Sinapis alba* L.) суттєво відрізняється від гірчиці сизої тим, що вона має значно розвиненіше стебло, крім цього, повністю стебло гірчиці білої і самі плоди рясно вкриті густим опушенням, що має яскраво жовте

забарвлення. Є різниця між обома видами цієї культури і у формі стручка, так стручок гірчиці білої завжди бугорчастий а на його краю є чітко виражений приплюснутий носик, що має мечеподібну форму. Безпосередньо зернівки гірчиці білої є теж кулеподібними а діаметр не перевищує 1,8...2,5 мм. Достиглі зернівки гірчиці мають жовте забарвлення а їх поверхня має гладку округлу форму. В середньому вага 1000 насінин білої гірчиці складає 5...6 гр.

Для отримання стабільних врожаїв незалежно від виду рослин в Україні вирощують її холодостійкі та скоростиглі сорти. Під час вирощування цієї культури сходи гірчиці починають з'являтися коли температура складає +1...+3°C. За сприятливих умов проведення посіву, намагаються досягти, щоб посівний матеріал потрапив у добре прогрітий до +5...+8°C і ретельно підготовлений ґрунт. Тоді ефективні і дружні сходи рослин гірчиці починають з'являтися в полі через п'ять-шість діб після посіву. Крім цього, сходи гірчиці порівняно легко і без особливих втрат переживають заморозки до -4...-5°C. Фаза цвітіння цієї культури настає приблизно через 40 днів після того, як гірчиця зійшла. Тривалість вегетаційного періоду гірчиці сизої складає приблизно 70...115 діб, гірчиця біла росте в полі 65...90 діб.

Однією із особливостей гірчиці як сільськогосподарської культури є те, що вона дуже погано росте на солонцях і важких за механічним складом ґрунтах. Може негативно позначитися на майбутній врожай гірчиці негативний вплив деяких абіотичних та антропогенних факторів.

Щодо вимогливості до ґрунту і його підготовки до вирощування, то жорсткіші вимоги до перелічених факторів потребує гірчиця сиза, хоча поряд із цим, саме гірчиця сиза є дуже посухостійкою сільськогосподарською культурою, а її достатній врожай формується навіть при значному дефіциті води як у ґрунті так і поверхневої вологи у вигляді опадів на всіх етапах вегетації рослин. Ще до відмінностей гірчиці можна віднести те, що сиза гірчиця є яскраво вираженою samozapильною культурою тоді як гірчиця біла – перехресноzapильна.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

На теренах України в господарствах вирощують 7 сортів гірчиці білої та 9 сортів – сизої. Ці сорти внесено до Українського Державного реєстру сортів [2]. Сизу гірчицю краще вирощувати в умовах Степу та південної частині Лісостепу нашої держави, а шість сортів гірчиці сизої є повністю адаптованими до вирощування в Лісостеповій зоні. На відміну від гірчиці сизої, біла гірчиця краще адаптована до її культивування в зоні Лісостепу, а до вирощування в Степових умовах адаптовані тільки чотири сорти, а ще три є цілком придатними до продуктивного їх вирощування в умовах Полісся. У господарстві, що є базовим для даної кваліфікаційної роботи, практикують вирощування двох сортів гірчиці сизої, а саме – Світлана та Деметра. Крім цього, раз на два роки практикують вирощування гірчиці білої, останніми роками для цього використовували ранній продуктивний сорт Талсман.

Огляд базової технології вирощування гірчиці та напрямки її вдосконалення

Місце гірчиці в сівозміні

Проектуючи технологічні процеси вирощування продукції рослинництва варто пам'ятати, що гірчиця є цінною і корисною культурою сівозміни. Ця культура дуже добре вписується в п'яти, семипільну сівозміни чи будь-яку іншу із більшою кількістю вирощуваних культур. Найкраще гірчицю вирощувати на парових полях або ж після вирощування зернових колосових або ж зернобобових культур. Небажаними попередниками для гірчиці вважаються льон, ріпак, буряки, соняшник, деякі однорічні трави. Зважаючи на можливість розвитку карантинних хвороб і шкідників на одному полі гірчиця має вирощуватися не частіше ніж один раз на п'ять років [3, 4], а тому цей фактор важливо враховувати при практичному проектуванні сівозмін в господарських умовах. Гірчиця, як сільськогосподарська культура вважається одним із найбільш бажаних попередників для вирощування зернових колосових, оскільки вирощування гірчиці між двома послідовними посівами зернових культур, для прикладу – пшениці, дозволяє дуже ефективно

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

боротися із ураженням рослин гнилями кореневищ, ушкодження рослин жужелицею та ін.

Операції обробітку ґрунту під гірчицю

Під час реалізації технологічного процесу вирощування гірчиці після зернових культур потрібно спочатку провести лушення стерні попередника, за умови, що операція має бути проведена на глибину до 6...8 см. із наступною полицевою оранкою ґрунту на глибину до 22...24 см. Найбільш придатним агрегатом для оранки в господарстві є агрегат у складі класичного плуга ПЛН-5-35 та енергетичного засобу – трактора Т-150К. Серед особливостей основного обробітку ґрунту під час вирощування гірчиці є те, що зяб після оранки потрібно ретельно вирівняти ще восени до настання осінніх заморозків.

Часто має місце потреба у вирощуванні гірчиці на полях, що мають високе засмічення бур'янами, зокрема – коренепаростковими. У такому випадку для боротьби із бур'янами найбільш дієвим є поєднання хімічного способу боротьби із бур'янами із агротехнічними заходами в полі. Найбільш дієвими з точки зору хімічних засобів у цьому напрямку є гербіциди суцільної дії, під час вирощування гірчиці найкраще підходять Раундап (норма 2,0...3,0 л/га), Ураган (норма 1,5...3 л/га) або інші хімікати подібного спектру дії. Для внесення гербіцидів використовується метод прямого обприскування по молодих рослинах вегетуючих бур'янів, а операції обробки хімікатами найкраще проводити за кілька тижнів до проведення основного обробітку.

Обробіток ґрунту під посів гірчиці проводять після досягнення його фізичної стиглості. Дуже важливо вкластися чітко в терміни початку проведення робіт. У випадку, коли поверхня ґрунту після зяблевої оранки весною має значні нерівності, потрібно провести весняне боронування ранньою весною. Для цього в більшості випадків у якості технічних засобів використовують важкі борони, наприклад БЗТС-1,0. Враховуючи високу вимогливість до проведення подальших посівних робіт, зокрема необхідність

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

отримання в подальшому ущільненого вологого ложе для насіння, наступною необхідною операцією є проведення поверхневої культивації. Культивацію в технологічному процесі вирощування гірчиці слід проводити в поперек до напрямку оранки а глибина має забезпечуватися на рівні 4...5 см. Доведено, що на таких роботах найбільш доцільно використовувати комбіновані ґрунтообробні агрегати типу «Європак», «Смарагд», «Компактор» та інші. Досить непогано працюють комбіновані ґрунтообробні агрегати АПБ-6, РВК-3,6 та бідь-які інші аналогічні за конструкцією і призначенням.

Заходи з удобрення посівів під час технології вирощування гірчиці

Для отримання високих врожаїв гірчиці потрібно, щоб ґрунтове середовище вміщувало достатню кількість поживних речовин у доступному для рослин стані. Агрономи констатують [4, 5], що для того, щоб могло сформуватися 1 тонна врожаю гірчиці із ґрунту під час вегетації забирається рослинами близько 40...60 кг калію, до 20...30 кг фосфору та десь 50...60 кг азоту.

Враховуючи значну потребу у поживних речовинах, на кожному із таких етапів технології вирощування гірчиці, таких як обробіток ґрунту, посів та догляд за посівами, намагаються забезпечити внесення достатньої кількості добрив. Для того, щоб найбільш кваліфіковано та повно обґрунтувати норми внесення добрив найкраще забезпечити відбір проб ґрунту із подальшим максимально повним аналізом вмісту в цих зразках поживних речовин. Для створення сприятливих умов і достатності часу для засвоєння ґрунтовым середовищем поживних речовин, найкраще основну норму внесення добрив сумістити із проведенням основного обробітку. В більшості господарств для цього використовують поверхневий спосіб розкидання гранульованих мінеральних добрив із подальшим заорюванням розкиданих гранул полицевими плугами. Під час проведення посіву сівалками вносять фінішну норму добрив, щоб поповнити резерв недостаючих поживних речовин. Для класичних чоноземних ґрунтів, які найбільше зустрічаються на

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

теренах Кіровоградщини, норми внесення мінеральних добрив під основний обробіток дорівнюють $N_{60}P_{60}K_{30}$ кілограмів діючої речовини на кожен гектар оброблюваної площі.

Операції сівби гірчиці в господарстві

Для сівби гірчиці використовується лише якісно відкаліброване насіння цієї культури тільки першої репродукції. Специфіка вирощування гірчиці передбачає необхідність обробки насіння перед початком проведення робіт речовинами які забезпечують утворення на поверхні зернівок плівки. Такими речовинами, що найкраще підходять для обробки насіння є такі хімікати як Космос із нормою 8,0 л/т, Хінуфур із нормою до 18,0 л/т або ж Круїзер 350 з нормою близькій до 4,0 л/т.

Ще одним вагомим фактором для успішного вирощування гірчиці – це проведення операцій посіву цієї культури макисмально рано, що в більшості випадків співпадає у термінах із операціями посіву ярих зернових. Такий ранній посів гірчиці дозволяє якомога повніше використати існуючі запаси вологи у ґрунті, а це в свою чергу забезпечує надання гірчиці максимальної посухостійкості та підвищує стійкість посівів до зараження шкідниками, такими як земляна блішка.

Вирощуючи гірчицю її сіють найпростішим рядковим способом а ширина міжрядь при вирощуванні цієї культури складає 15 см. У насінневих господарствах, або у господарствах, які вимушені вирощувати гірчицю на сильно забур'янених полях, цю культуру вирощують широкорядним способом, для проведення подальших міжрядних обробітків, із міжряддями шириною 450...700 мм. В базовому господарстві для посіву гірчиці використовують агрегат у складі трактора МТЗ-82 та зернотукової сівалки СЗТ-3,6.

Під час реалізації традиційного рядкового способу посіву гірчиці, норми висіву мають бути встановлені на рівні 1,6...2,0 мільйони насінин на гектар, що відповідає 10...12 кг/га. Якщо ж гірчицю вирощують у господарстві

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

широкорядним способом, норми висіву є нижчими і не перевищують 1,2...1,5 мільйонів насінин на гектар, що становить близько 8...10 кг/га. Під час сівби гірчиці забезпечують і одночасне внесення фінішної норми мінеральних добрив.

Операції догляду за посівами

Операції догляду за посівами гірчиці включають роботи, які проводяться майже відразу після посіву. Так, з метою створення умов для отримання дружніх сходів, необхідно проводити досходове коткування посівів гірчиці кільчасто-зубчастими котками. В ті роки, коли наявна кількість опадів призводить до утворення на посівах гірчиці ущільнена поверхнева ґрунтова кірка, потрібно до появи сходів посіви упоперек до розміщення рядків обробити легкими зубовими боролами, при цьому швидкість такого досходового боронування не повинна перевищувати 5 км/год.

При вирощуванні гірчиці в господарських умовах широкорядним способом, слід проводити кількарядовий міжрядний обробіток посівів, причому перший міжрядний обробіток проводять після того, як рослини сформують 3...5 повноцінних листки та на глибину 4...5 см. Для таких операцій використовують просапні культиватори із одnobічними лапами (бритвами). Кожну наступну операцію міжрядного обробітку гірчиці проводять на глибину до 5...6 см але при цьому із ростом рослин збільшують захисну зону рядка для уникнення пошкодження та присипання ґрунтом культурних рослин в рядку.

За умови, що посіви гірчиці мають високу забур'яненість на початковому етапі утворення розетки гірчицею на поле вносять страхову гербіциди селективної дії. Для цього найбільш доцільно використовувати такі засоби агрохімії як Лонтрел гранд (норма 0,1...0,5 кг/га); Фурор (норма до 0,5 л/га) або ж Ф'юзилад форте (норма 0,5...2,0 л/га).

Гірчиця дуже швидко може заражатися і пошкоджуватися шкідниками і хворобами, а тому операції догляду за посівами цієї культури передбачають

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

і захист від шкідників і хвороб. Під час вирощування аналізують кількість жуків хрестоцвітної блішки на квадратний метр площі посіву гірчиці і тоді якщо кількість цих шкідників перевищує 3 жуки потрібно терміново обприскати посіви інсектицидами контактної дії. Ефективним хімікатом для захисту від цього шкідника є такі засоби як Децис (норма внесення 0,3 л/га) або ж Ф'юрі (норма внесення до 0,1 л/га).

На фінішному етапі вирощування гірчиці, а саме під час бутонізації цієї культури потрібно провести обробку рослин від насіннєвого, стеблового, капустяного прихованохоботників, квіткогризу, ріпакового пильника. Для такої обробки найкраще підходять засоби агрохімії комбінованої дії, серед таких препаратів наприклад Тіодан (норми до 1,5 кг/га); Фастак (норми – близько 0,15 л/га) та Децис (норми близько 0,3 л/га) тощо. Завершальною операцією догляду за посівами гірчиці є обприскування посівів цієї культури на етапі формування стручків засобами агрохімії, що знешкоджують капустяну попелицю. Це переважно препарат БІ-58Новий, який вносять на рослини із нормою до 0,5...1,0 л/га.

Операції збирання гірчиці та післязбиральної обробки врожаю

Для збирання гірчиці можуть використовуватися і метод прямого комбайнування і роздільні способи збирання. Збирати гірчицю методом прямого комбайнування найкраще на полях не засмічених бур'янами та за умови, що вологість зернівок гірчиці не перевищує 12...15%. Для реалізації цього способу на полях господарств використовують зернозбиральні комбайни з класичною схемою обмолоту із незначним їх переобладнанням під роботу із дрібнозерновими культурами, швидкість руху зернозбирального агрегату забезпечують на рівні 5...6 км/год. Варто пам'ятати, що для поліпшеного обмолоту і зменшеного травмування гірчиці потрібно знизити частоту обертання молотильного барабану до 500...700 об/хв.

За умов, коли в полі знизити вологість вирощеної гірчиці не вдається і вона знаходиться на рівні 25...30% врожай збирають виключно роздільним

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

способом. Під час його реалізації забезпечують поетапне скошування збіжжя у валок, створення сприятливих умов для підсихання матеріалу у валку та подальше підбирання і обмолот валків. Підбирання і обмолот гірчиці можна проводити тільки після того, коли вологість зібраного врожаю знизиться до 10...12%.

Після того, як зібраний врожай гірчиці надходить до токів господарств слід забезпечити швидке і якісне його післязбиральне очищення. Якщо ж вологість гірчиці залишається зависокою, то практикують ще й додаткове сушіння зібраного збіжжя. Допускається проводити в господарських умовах природне досушування гірчиці на майданчиках за умови коли обладнання для активного вентилявання відсутнє, але при цьому мають дозволяти це проводити кліматичні умови. Зібрану гірчицю можна закладати на тривале зберігання чи направляти на переробку після того, як насіння гірчиці набуде вологості не більше 8...9% і ця вологість стане стійкою. В іншому випадку втраті і псуванню врожаю гірчиці уникнути неможливо.

2.2. Заходи по вдосконаленню технології очищення гірчиці

Після того, як зерно гірчиці збирається і транспортується на токи господарств або ж до місць зберігання, слід вчасно і ефективно виділити із зібраного збіжжя домішки різного походження. Варто відмітити, що аналогічно як і у зернових культур, у зібране і обмолочене насіння гірчиці потрапляє велика кількість домішок, до яких відноситься пошкоджене чи побите насіння основної культури, збоїна і рослинні рештки самої рослини гірчиці та інших рослин, насіння інших культур та бур'янів, залишки комах, шкідників та інших організмів, інші домішки органічного та неорганічного походження.

Готовий врожай гірчиці потрібно вчасно і ефективно очистити від домішок, а якщо відбувається підготовка до зберігання посівного матеріалу, в такому випадку гірчицю потрібно крім очищення ще й додатково відкалібрувати та провести сортування по фракціям за такою ознакою як

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

об'ємна вага. Для створення сприятливих умов зберігання гірчиці висувуються певні вимоги щодо вологості насіння. Так, встановлено, що для продовольчого насіння гірчиці вологість має становити 8...9%, тоді як для насіння, що закладається на тривале зберігання, вологість має не перевищувати 5%, а вміст у загальному об'ємі гірчиці насіння інших культур має бути нижчим за 10%.

На токах господарства потрібно якомога швидше після надходження насіння гірчиці провести його попереднє очищення. Причому на цьому етапі виконання робіт слід із зібраного збіжжя виділити максимально можливу кількість домішок, провести часткову стабілізацію і зниження вологи насіння та провести цілий комплекс заходів підготовки очищеного збіжжя до тимчасового зберігання, або ж за потреби – до реалізації наступних циклів операцій післязбирального очищення врожаю, таких як первинного очищення врожаю та його сушіння. По завершенню проведення попереднього очищення насіння гірчиці вміст домішок в повноцінному насінні повинна зменшитися не менше ніж на 60% від вихідної засміченості зібраного врожаю.

Метою вторинного очищення насіння гірчиці є доведення насіння до такого стану, коли гірчиця може зберігатися максимально тривалий термін без псування зернівок. Крім того, насіння гірчиці після вторинного очищення має найвищу чистоту та класність, а отже його вартість під час продажу теж буде максимальною. Ще одним призначенням вторинного очищення гірчиці є доведення зібраного насіння до посівних кондицій, зокрема за показником чистоти. Згідно із чинними нормативами до цієї операції, ефективність очищення врожаю має становити не менше 80% за умов чіткості сепарації врожаю (втрати повноцінного насіння у відходи) – не більше 5%.

У базовому господарстві попереднє та первинне очищення гірчиці проводили на пневмосепараторі ОПС-2, який є достатньо застарілим та енерговитратним агрегатом, крім того, і ефективність його роботи залишається низькою, а для досягнення встановлених агрономічними показниками якості виконання зерноочисних операцій доводилося насіння

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гірчиці кілька разів пропускати через пневмосепаратор. За умов кількарразового очищення зібраного врожаю збільшується ймовірність травмування зернівок та збільшується відсоток втрат повноцінного насіння у відходи. Як варіант поліпшення цієї технологічної операції є заміна наведеного пневмосепаратора на більш сучасну машину – аспіратор АСХ-5, який має вищі показники продуктивності та нижчі енерговитрати. Нижче проведемо технологічні розрахунки, що доводять доцільність запропонованих змін зерноочисного агрегату.

Агротехнічні вимоги очищення та роботи зерноочисної машини

Все зерноочисне обладнання, яке використовується для очищення насіння гірчиці, має відповідати встановленій продуктивності, забезпечувати нормативне виділення домішок, незалежно від їх кількості у вихідному збіжжі, залежно від виду зерноочисних операцій, вкладатися у допустимі пошкодження повноцінного насіння, та чітко і повністю виконувати чинні агротехнічні вимоги до проведення зерноочисних робіт і виконувати дійсний на сьогодні стандарт ДСТУ 7694:2015 «Насіння гірчиці. Технічні умови».

Розробники зерноочисного обладнання намагаються на етапі його розробки забезпечити мінімальне травмування повноцінного насіння конструктивними елементами зерноочисних машин. Чинним стандартом та агротехнічними вимогами регламентуються допустимі пошкодження повноцінного насіння. Зокрема, за існуючими нормативами під час проведення первинного очищення насіння гірчиці кількість обрушеного та пошкодженого насіння не повинно перевищувати 1%, під час вторинного очищення гірчиці таке пошкодження має бути нижчим за 5%.

Достатньо багато уваги в дійсних агротехнічних вимогах приділяється загальним експлуатаційним показникам та якості роботи існуючого зерноочисного обладнання. За документацією [6, 8] вказується, що мають суворо забезпечуватися показники довговічності роботи зерноочисного обладнання, конструкція та окремі елементи мають відповідати всім вимогам

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міцності, звертається увага на зручність роботи, догляду та обслуговування зерноочисних машин, легкість управляти ними та простота і зрозумілість проведення налаштувань. До зерноочисних машин і обладнання висуваються жорсткі вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії.

Оцінка енерговитрат на проведення зерноочисних операцій

Для очищення насіння гірчиці пропонуємо використовувати зерноочисну машину АСХ-5, привід на робочі органи якої здійснюється від електродвигуна через пасову передачу. Для того, щоб розрахувати необхідну потужність електродвигуна, що в змозі повністю забезпечити роботу зерноочисного агрегату можна використати відому залежність:

$$N_{\Sigma} = N_1 + N_2 + N_3,$$

де N_{Σ} – загальні витрати енергії ЗОМ під час очищення гірчиці, кВт;

N_1 – встановлена потужність електродвигуна, що необхідна на привід завантажувача ЗОМ, кВт;

N_2 – встановлена потужність електродвигуна, що витрачається на безпосереднє очищення насіння гірчиці, кВт;

N_3 – встановлена потужність, що витрачається на відвантаження очищеного насіння гірчиці після її обробки в ЗОМ, кВт.

Так як завантаження зерноочисної машини АСХ-5 в базовому господарстві проводять за рахунок похилого шнекового завантажувача із однозахідним шнеком, то встановлена загальна продуктивність такого завантажувача може бути знайдена за відомою залежністю [15]:

$$N_1 = 0,736 \cdot k \cdot \frac{N_{ш}}{\eta_n},$$

де k – коефіцієнт перевантаження завантажувача, який дозволяє врахувати короткочасові моменти максимальних перевантажень, що відбувається безпосередньо в момент початку роботи із насінням гірчиці та в момент

зупинки транспортера, використовуючи довідникові дані [17] значення цього коефіцієнту в подібних випадках дорівнює $k = 1,3$;

$N_{ш}$ – потужність, яка необхідна на привід шнека під час роботи завантажувача гірчиці, к.с.;

η_n – значення коефіцієнту корисної дії механізму приводу, із врахуванням того, що шнековий завантажувач приводиться в дію від клинопасової передачі, то цей показник дорівнює $\eta_n = 0,9$.

Підставивши в наведену вище залежність числові значення отримаємо:

$$N_1 = 0,736 \cdot 1,3 \cdot \frac{0,18}{0,9} = 0,19 \text{ кВт.}$$

Забезпечуючи певний запас потужності та виходячи із конструктивних міркувань та компоновки шнекового завантажувача для його приводу приймемо двигун АОЛ 22-4 типорозміру 4, який виходячи із [31] характеризується такими параметрами:

- робоча напруга електродвигуна $U = 380 \text{ В.}$;
- фазність роботи електродвигуна – трифазний;
- встановлена ефективна потужність електродвигуна $N = 0,4 \text{ кВт}$;
- номінальна частота обертання двигуна $n_{об} = 1000 \text{ об/хв}$;
- тип електродвигуна – асинхронний.

Розрахуємо потужність, що необхідно затратити для створення повітряного потоку вентилятором, оскільки саме вентилятор створює потік повітря, яким і відбувається виділення домішок із насіннєвого матеріалу гірчиці в замкненій системі зерноочисної машини АСХ-5. Відомо [20], що для повноцінної роботи вентилятора необхідна потужність розраховується за відомою емпіричною залежністю:

$$N_2 = \frac{V_n \cdot P_n \cdot \kappa_n}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_n \cdot \eta_{м}},$$

де N_2 – необхідна потужність вентилятора під час створення ним повітряного потоку, кВт;

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V_n – розрахункове значення дійсних витрат повітря, що відбувається у всій повітряній системі зерноочисної машини під час очищення насіння гірчиці, м³/год;

P_n – повні витрати тиску в пневмосистемі під час повітряного очищення гірчиці, кгс/м²;

κ_n – коефіцієнт запасу потужності вентилятора, який дозволяє забезпечити нормальну роботу джерела повітряного потоку під час початку роботи та у випадку виникнення будь-яких перевантажень, за [20] із достатнім запасом приймемо, що $\kappa_n = 1,25$;

η_n – ККД механізму приводу джерела повітряного потоку, оскільки вентилятор в зерноочисній машині АСХ-5 приводиться в дію від клинопасової передачі, її ККД в такому випадку дорівнює $\eta_n = 0,9$;

η_{nn} – ККД що враховує рух або ж перетікання повітря по крильчатці вентилятора у поєднанні із втратами на тертя у певних елементах вентилятора, за [20] для розрахунків приймемо $\eta_{nn} = 0,4$.

Підставимо наведені значення у залежність та розрахуємо необхідну потужність електродвигуна для роботи вентилятора зерноочисної машини, маємо:

$$N_2 = \frac{1000 \cdot 58 \cdot 1,25}{3600 \cdot 102 \cdot 0,9 \cdot 0,4} = 0,55 \text{ кВт.}$$

Після проведених розрахунків, та враховуючи певний запас потужності для приведення в обертання вентилятора зерноочисної машини приймемо електродвигун АИР80В6, що характеризується такими параметрами [31]:

- робоча напруга електродвигуна $U = 380 \text{ В.}$;
- фазність роботи електродвигуна – трифазний;
- встановлена ефективна потужність електродвигуна $N = 1,1 \text{ кВт.}$;
- номінальна частота обертання двигуна, $n_{\text{об}} = 1000 \text{ об/хв.}$;
- тип електродвигуна – асинхронний.

З рештою, розрахуємо ту потужність, яка потрібна для роботи вивантажувального шнека очищеної гірчиці із зерноочисної машини, для чого скористаємося аналогічною формулою, за якою рахували потужність завантажувального шнека. Ця залежність має вигляд:

$$N_3 = 0,736 \cdot k \cdot \frac{N_u}{\eta_n}$$

Підставивши відомі величини в останню формулу отримаємо:

$$N_3 = 0,736 \cdot 1,3 \cdot \frac{0,12}{0,9} = 0,13 \text{ кВт.}$$

Таким чином, на основі розрахунків та з врахуванням необхідного запасу потужності та компоновки зерноочисної машини приймемо для приведення в дію вивантажувального шнеку двигун АОЛ 22-4 типорозміру 11, що характеризується наступними параметрами [31]:

- робоча напруга електродвигуна $U = 380 \text{ В.}$;
- фазність роботи електродвигуна – трифазний;
- встановлена ефективна потужність електродвигуна $N = 0,4 \text{ кВт.}$;
- номінальна частота обертання двигуна, $n_{\text{об}} = 1000 \text{ об/хв.}$;
- тип електродвигуна – асинхронний.

З врахуванням розрахованих витрат потужності можемо знайти сумарну потужність, яка витрачається на очищення гірчиці. Маємо:

$$N_{\Sigma} = 0,4 + 1,1 + 0,4 = 1,9 \text{ кВт.}$$

Розробка операційно-технологічної карти на очищення гірчиці

Першим етапом розрахунку операційно-технологічної карти є розрахунок кількості осіб, що будуть задіяні на операціях очищення гірчиці. Тобто, фактично потрібно розрахувати чисельність працівників, які обслуговують один зерноочисний агрегат АСХ-5.

Для цього спочатку розрахуємо тривалість циклу очищення порції насіння гірчиці зерноочисною машиною. Для цього скористаємося залежністю:

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_y = \frac{P_m}{Q_c},$$

де t_y – час, протягом якого відбувається один цикл очищення насіння гірчиці,

с;

P_m – дійсна вага мішка насіння гірчиці, що потрапляє на очищення,

$$P_m = 25 \text{ кг};$$

Q_c – значення секундної продуктивності роботи зерноочисної машини, в даному випадку – АСХ-5 на етапі очищення насіння гірчиці. Для

модернізованої зерноочисної машини $Q_{c_m} = \frac{25}{36} = 0,69 \text{ кг/с.}$; для базової

зерноочисної машини $Q_{c_6} = \frac{25}{45} = 0,55 \text{ кг/с.}$

Проведемо розрахунок тривалості циклу очищення гірчиці зерноочисною машиною:

- для базового зерноочисного агрегату

$$t_y = \frac{25}{0,55} = 45,5 \text{ с};$$

- для вдосконаленого зерноочисного агрегату

$$t_y = \frac{25}{0,69} = 36,2 \text{ с.}$$

Знайдемо час, що потрібно затратити на току господарства на всі етапи обслуговування зерноочисної машини АСХ-5. Для цього використаємо відому формулу:

$$t_{обс} = t_{зав} + t_{л.д.} + t_{н.г.},$$

де $t_{обс}$ – час, який потрібно затратити для повного обслуговування зерноочисної машини АСХ-5, с;

$t_{зав}$ – час, який потрібно затратити для проведення завантаження гірчиці в зерноочисну машину, с;

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{л.д.}$ – час, який потрібно затратити на відвантаження із зерноочисної машини домішок після проведення очищення насіння гірчиці, с;

$t_{н.з.}$ – час, який потрібно затратити на вивантаження із зерноочисної машини очищеного насіння гірчиці та його наступного завантаження на зберігання, с.

Таким чином, час який потрібен на обслуговування зерноочисної машини АСХ-5 під час очищення насіння гірчиці складає:

$$t_{обс} = 6 + 10 + 15 = 31 \text{ с.}$$

Для пошуку необхідної кількості працівників, що має працювати із зерноочисною машиною під час очищення гірчиці скористаємося залежністю:

$$K_{np} = \frac{t_{обс}}{t_{ц}}.$$

Після підстановки цифрових значень можна отримати:

- для роботи із зерноочисною машиною базовою

$$K_{np.б} = \frac{31}{45,5} = 0,68$$

- для роботи із зерноочисною машиною модернізованою

$$K_{np.м} = \frac{31}{36,2} = 0,86$$

Проведені розрахунки підтверджують, що для повноцінної роботи зерноочисної машини АСХ-5 як до вдосконалення так і після достатньо одного працівника.

Проведемо розрахунок затрат праці, які слід забезпечити на етапі проведення очищення гірчиці в господарстві. Для цього потрібно скористатися формулою:

$$T_n = \frac{W_p}{H_g} \cdot t_{зм} \cdot K_{np},$$

де T_n – затрати праці для на етапі проведення зерноочисних операцій із насінням гірчиці, люд·год;

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

W_p – загальний обсяг робіт, які потрібно провести під час очищення насіння
гірчиці, $W_p = 1,2 \cdot 80 = 96$ т;

H_e – встановлена норма виробітку за зміну під час очищення гірчиці, т/зм;

$t_{зм}$ – загальна тривалість зміни на етапі проведення зерноочисних операцій,
год;

K_{np} – загальна кількість обслуговуючого персоналу, що працюють на
зерноочисній машині, чол.

- знайдемо витрати праці під час очищення всього врожаю гірчиці
базовою зерноочисною машиною

$$T_{н.б} = \frac{96}{16} \cdot 8 \cdot 1 = 48 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

- знайдемо витрати праці під час очищення всього вирощеного врожаю
гірчиці модернізованою зерноочисною машиною

$$T_{н.м} = \frac{96}{20} \cdot 8 \cdot 1 = 38 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

Розрахунок енерговитрат на очищення гірчиці

Для розрахунку загальних витрат енергії в господарстві на етапі
проведення очищенні гірчиці слід використати відому формулу:

$$B_{заг} = B_m \cdot W_p,$$

де $B_{заг}$ – встановлені загальні енерговитрати, що потрібні для очищення всього
вирощеного врожаю гірчиці в господарстві, кВт;

B_m – загальні енерговитрати, які припадають на очищення 1 т насіння
гірчиці, кВт;

W_p – сумарний обсяг потрібних робіт з очищення всього врожаю насіння
гірчиці, т.

Крім того, затрати енергії, що потрібно витратити на очищення 1 т.
насіння гірчиці мають взаємозв'язок із загальними витратами енергії

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зерноочисної машини та продуктивністю цієї ЗОМ при очищенні гірчиці. То ж можемо записати:

$$B_m = \frac{N}{Q},$$

де N – сумарні витрати енергії зерноочисною машиною разом із її розвантаженням та завантаженням збіжжям протягом 1 год експлуатаційного часу, кВт/год;

Q – встановлена паспортна продуктивність зерноочисної машини АСХ-5 під час очищення гірчиці, т/год.

Знайдемо розрахункові значення енерговитрат під час очищення зерноочисною машиною 1 т гірчиці до вдосконалення зерноочисного агрегату та після:

- витрати енергії під час очищення гірчиці базовою ЗОМ

$$B_{m.б} = \frac{3,5}{3,5} = 1 \text{ кВт/т};$$

- витрати енергії під час очищення гірчиці модернізованою ЗОМ

$$B_{m.м} = \frac{1,9}{5} = 0,38 \text{ кВт/т}.$$

Розрахуємо енерговитрати на очищення всього об'єму вирощеної гірчиці за обома технологіями

- сумарні енерговитрати на очищення всього врожаю гірчиці базовою зерноочисною машиною

$$B_{заг.б} = 1 \cdot 96 = 96 \text{ кВт};$$

- сумарні енерговитрати на очищення всього врожаю гірчиці модернізованою зерноочисною машиною

$$B_{заг.м} = 0,38 \cdot 96 = 36,48 \text{ кВт}.$$

Отже, використання вдосконаленої зерноочисної машини АСХ-5 дозволить знизити енергозатрати на очищення всього врожаю гірчиці

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівняно із базовою зерноочисною машиною, що можна розрахувати за залежністю:

$$E = B_{\text{заг.б}} - B_{\text{заг.м}} = 96 - 36,48 = 59,52 \text{ кВт.}$$

Операції по підготовці зерноочисної машини до роботи

Зерноочисна машина АСХ-5 – це стаціонарний зерноочисний агрегат, до конструкції якої є входять вивантажувальні та завантажувальні, в більшості випадків шнекові транспортери, а сам агрегат складається із замкненої пневмосистеми, електродвигуна, механізмів приводу та осадового пристрою і змонтована на жорсткій рамі.

Безпосередньо перед початком очищення насіння гірчиці із зерноочисною машиною та робочим місцем (током чи складом) потрібно провести деякі роботи, серед них можна виділити наступні:

- перевірити комплектність та стан робочих органів і систем зерноочисної машини, наявність необхідного для організації процесу додаткового інструменту та пристосувань, які дозволяють проводити обслуговування та регулювання ЗОМ;

- провести огляд та за необхідності усунути всі можливі перешкоди, що можуть мати вплив на перебіг очищення гірчиці, вжити дій які б не допускали виникненню перепон щодо роботи ЗОМ в процесі очищення;

- провести планове та/або щозмінне технічне обслуговування ЗОМ, виконати увесь комплекс робіт із налаштування агрегату та перевірити якість здійснення очисних операцій.

Слід ретельно дотримуватися і основ безпечних умов роботи із зерноочисним обладнанням на етапі очищення гірчиці. При цьому слід виконати наступне:

- провести огляд, наявність та функціональність занулення та заземлення елементів ЗОМ, що знаходяться під дією струму;

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевірити за допомогою спец інструменту та візуально проконтролювати цілісність та якість кріплення клем, електродротів, різних видів сигналізацій, вимикачів;
- проконтролювати наявність мастила, технічний стан, легкість обертання, фіксацію та необхідні натяги механізмів приводу та передач ЗОМ;
- проконтролювати наявність, вірність монтажу та правильність використання різних кожухів, захисних екранів і сіток, огорожень;
- проглянути та перевірити доступність, технічний стан і актуальність первинних засобів пожежогасіння.

Перед тим, як почати проводити очищення насіння гірчиці слід запустити пробну роботу зерноочисної машини в стаціонарному робочому режимі та провести оцінку якості виконаного обсягу робіт, порівняти показники якості із нормативними та, за потреби провести додаткові регулювання зерноочисного агрегату.

Проведення контролю якості очищення гірчиці ЗОМ

Серед якісних показників роботи зерноочисного обладнання, які підлягають контролю виділяються ефективність очищення насіння гірчиці, чіткість проведення очисних операцій та рівень травмування і пошкодження повноцінного насіння гірчиці.

Ефективність очищення гірчиці після проведення її попереднього очищення в господарстві має бути не нижче 60%, якщо в господарстві реалізується первинне очищення, то ефективність виконання робіт має перевищувати 70%, за умов того, що чіткість сепарації у випадку попереднього очищення не повинна перевищувати 2%, а для операцій первинного очищення допускається чіткість сепарації до 5%. З метою перевірки якості проведення очищення насіння гірчиці використовуючи стандартний метод відбору проб проводить забір очищеного матеріалу та виділених домішок та з допомогою парусного класифікатора, знову ж,

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуючи загальноприйняті методи, проводять загальну оцінку якості проведення зерноочисних операцій та порівнюють отримані показники роботи із нормативними.

Під час роботи зерноочисного обладнання підвищене травмування, розбивання та розлущування зернівок гірчиці робочими органами зерноочисних машин та елементами конструкцій протягом всього технологічного процесу не допускається. Найбільш інформативним методом оцінки пошкодження насіння гірчиці є візуальний метод контролю. Для більш ретельного вивчення і оцінки травмувань використовують додаткове обладнання на кшталт різних оптичних пристосувань, мікроскопів, збільшувальних систем тощо.

За умов, що якісні показники роботи зерноочисного обладнання перевищують встановлені чинні нормативи, проводять оцінку всього обладнання, знаходять та усувають причину перевищення допустимих показників якості робіт, реалізують додаткові налаштування та знову запускають і перевіряють якість роботи обладнання. Після цього зерноочисне обладнання експлуатують в штатному робочому режимі.

3. Наукова частина

3.1. Опис об'єкту розробки, заходи по інтенсифікації очищення гірчиці агрегатом АСХ-5

Зерноочисна машина АСХ-5 це агрегат, який відноситься до обладнання повітряного очищення зерна і насіння сільськогосподарських культур, що працює із замкненими циклом циркуляції повітряного потоку в загальній схемі очищення. Джерелом повітряного потоку є діаметральний вентилятор, всмоктувально-нагнітального типу. Сама ЗОМ АСХ-5 призначена для повітряного аеродинамічного очищення та розділення зерна та насіння зернових та насіннєвих культур, продуктів шелушіння круп, насіннєвих матеріалів тощо від домішок і насіння інших культур, що можуть виділитися

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

із основного вороху потоком повітря. АСХ-5 є стаціонарним зерноочисним агрегатом, який має пасовий привід на джерело повітряного потоку та шнек відвантаження домішок від одного електродвигуна.

Зерноочисна машина АСХ-5 призначена для того, щоб її можна було використовувати у різних за розмірами фермерських господарствах, крім цього часто цей або ж подібні агрегати входить до складу комплексу обладнання олієнь, млинів, круп'яних заводів, міні пекарень тощо. Технічна характеристика і схема цієї зерноочисної машини організована таким чином, що вона без обмежень може використовуватися як у приміщеннях так і на відкритих майданчиках та токах. Єдина вимога ефективної роботи такого агрегату в приміщеннях є наявність у цьому приміщенні робочої системи вентиляції. Достатньо часто такий зерноочисний агрегат входить до обладнання шелушильних відділень заводів по виробництву круп, різних за своїми умовами використання зерноочисних та сушильних комплексів, входить до системи підготовки до розмелювання зерна відділень млинів.

Зерноочисні машини повітряного типу АСХ-5 та їх модифікації виготовляються промисловістю нашої держави за третьою категорією у кліматичному виконанні із умовною позначкою «У», що призначаються для внутрішнього ринку держави. Аналогічні за конструкцією зерноочисні агрегати виготовляються для експорту в країни близького і далекого зарубіжжя, із обмеженням, що вони можуть використовуватися в умовах помірного клімату. За існуючими характеристиками, зерноочисна машина повітряного типу АСХ-5 забезпечує нормальну працездатність у температурних режимах в діапазоні $-10^{\circ}\dots+40^{\circ}\text{C}$, відносна вологість в зоні роботи такого обладнання не повинна перевищувати 80%, середньорічні температури під час експлуатації обладнання становлять в районі $+15^{\circ}\text{C}$ а атмосферний тиск повинен знаходитися в діапазоні 86,6...106,7 кПа.

Загальний вигляд зерноочисної машини АСХ-2,5 та її схему зображено на рис. 2. Загальна технічна характеристика та показники експлуатації, які

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

сформовані на основі інструкції з експлуатації наданої виробником зведено до таблиці 1.

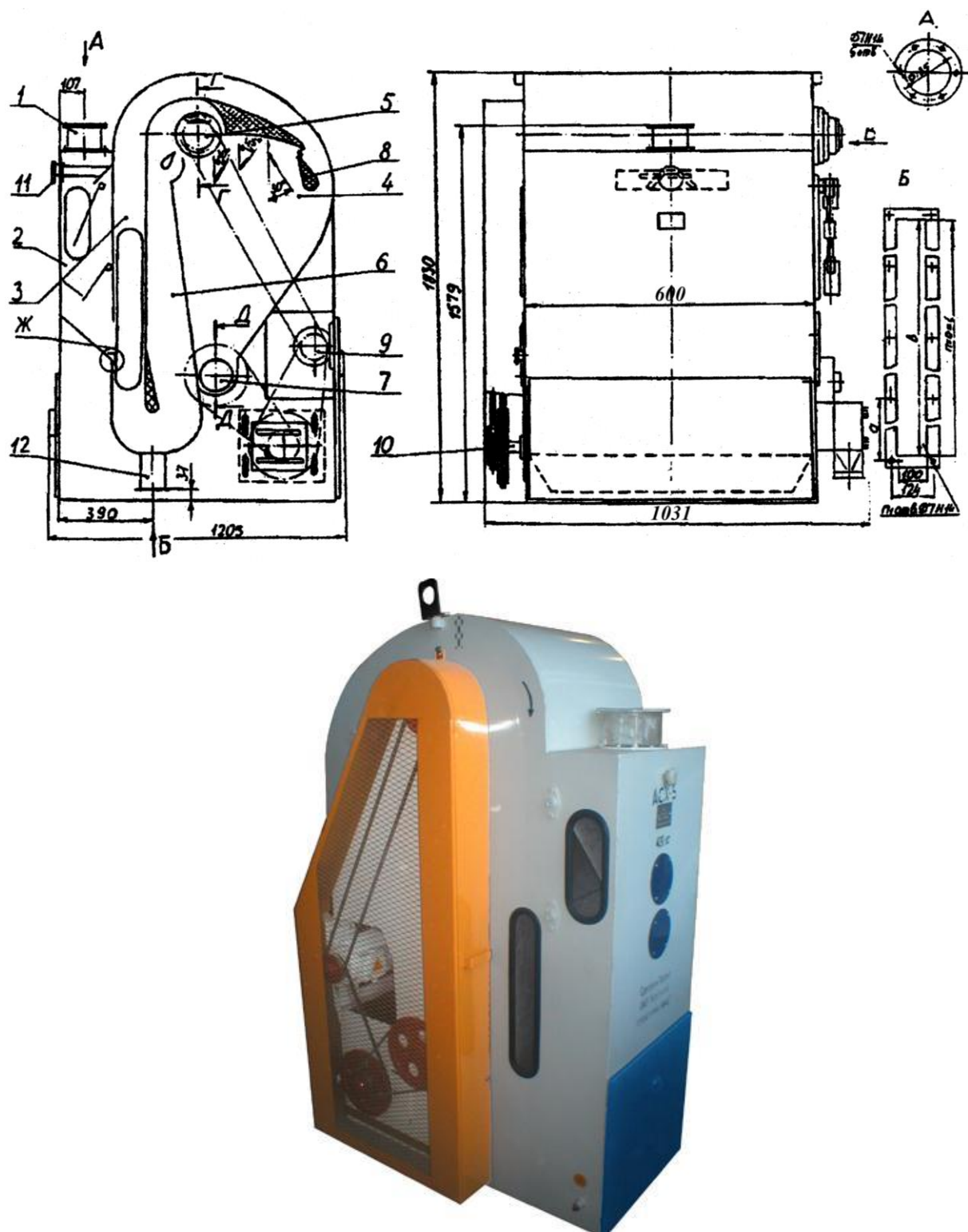


Рис. 2. Схема ти вигляд загальний повітряно зерноочисної машини АСХ-5

Загальна технічна характеристика повітряної зерноочисної машини АСХ-5

№	Найменування показників	Значення
1	2	3
1	Продуктивність сепаратора технічна, т/год, не менше: під час виділення <u>мучки</u> і лузги із продуктів <u>шелушіння</u> круп'яних культур риса гречки вівса сої	 3,75±0,5 3,0±0,5 2,5 3,5±0,5
2	Продуктивність сепаратора технічна, т/год, не менше: під час очищення зерна пшениці, рису, ячменя від аеродинамічних домішок	 5,0
3	Технологічна ефективність очищення, %, не менше - при виділенні лузги під час розділення продуктів <u>шелушіння</u> круп'яних культур - при виділенні аеродинамічних домішок із зерна пшениці або ж рису	 85 60
4	Вміст повноцінного зерна у відходах осадової камери, %, не більше (чіткість сепарації)	 2
5	Розміри робочого <u>пневмосепаруючого</u> каналу, мм довжина ширина	 600±10 140±5
6	Шнек для виведення <u>аеродинамічно</u> легких відходів діаметр шнека, мм частота обертання валу шнека, об/хв	 140±3 150
7	Встановлена потужність електродвигуна, кВт	1,1
8	Діаметральний вентилятор для створення потоку повітря діаметр вентилятора, мм кількість лопатей вентилятора, <u>шт</u> частота обертання вентилятора (регулюється змінними шківками), об/хв для риса для гречки для вівса для очищення зерна пшениці	 200±2 29 920 750 750 850 935

Продовження таблиці 1

1	2	3
9	Габаритні розміри сепаратора, мм довжина ширина висота	1031 1205 1860
10	Маса сепаратора в спорядженому стані, кг	430
11	Паспортні витрати повітря, м ³ /год	250

Зерноочисна машина повітряного типу АСХ-5 (рис. 2) складається із патрубку приймального 1 та двох боковин, що фактично формують корпус агрегату, які виготовляються із листової сталі та скріплюються між собою через короби внутрішньої частини зерноочисного обладнання. В середній частині зерноочисної машини окремі короби, перегородки та стінки утворюють камеру приймальну 2, вертикальний сепаруючий канал 3, осадовий пристрій 4 і рециркуляційний обвідний канал 6.

У верхній частині осадової камери в зоні її звуження на всю довжину агрегату встановлюється діаметральний вентилятор 5, а внизу осадового пристрою 4 встановлюється вивідний шнек легких домішок 7. В нижній зоні пневмосепаруючого каналу 3 виготовляється патрубок випускний 12, який призначено для виведення очищеного насіння гірчиці чи інших культур після очищення та подачі їх на відвантаження або ж наступні етапи технологічних операцій.

Вгорі приймальної камери зерноочисної машини АСХ-5 монтують двоклапанний механізм, який до того ж обладнаний вантажними клапанами, які жорсткою тягою з'єднані між собою. В цій же зоні встановлюється подільник 11, зміна положення якого забезпечує регулювання подачі потоку зернового чи насінневого матеріалу на очищення в зону дії повітряного потоку. Крім наведеної схеми роботи двоклапанний механізм, який обладнаний вантажним клапаном забезпечує автоматичне підтримання постійного рівня зернового матеріалу в приймальній камері, а отже забезпечує

максимальну рівномірність подачі збіжжя що подається на обробку. Це дозволяє створити сприятливі умови введення зерна на очищення навіть під час максимальному коливанні подачі насіння, мінімалізуючи пульсацію потоку матеріалу в зоні його введення на очищення потоком повітря.

В зону очищення збіжжя потоком повітря насіння вводиться по направляючій, що утворена горизонтальною ділянкою короба із шириною близько 20 мм. Такий спосіб введення насіння на очистку дозволяє забезпечити більш якісне і рівномірне розподілення збіжжя перед його введенням в зону продування потоком повітря. За деяких умов, коли відбувається використання зерноочисної машини при очищенні лузги направляючі для введення матеріалу на очищення встановлюють під кутом 50°.

Регулювання швидкості повітряного потоку проводять заслінкою 8, що встановлюється в районі входу повітряного потоку в осадовий пристрій. Ця регулювальна заслінка виготовляється обтічної форми ще й додатково забезпечується можливість фіксації її положення після здійснення регулювань.

Для регулювання структури і швидкості повітряного потоку ще використовуються і три поворотні планки, що встановлюються зі сторони всмоктувального патрубка джерела потоку повітря (вентилятора) в осадовому пристрої зерноочисної машини. Під час регулювань положення осі на торці відповідає положенню поворотної планки на зерноочисній машині.

Повітряний потік, що є основним агентом розділення та очищення насіння, створюється в машині діаметральним вентилятором. Вентилятор виготовляють зварної конструкції із 29 лопастями. Обертання вентилятора здійснюється на підшипниках, що встановлюються по обидва боки опор джерела потоку повітря. Для зміни швидкості потоку повітря в пневмосистемі зерноочисної машини проводять регулювання частоти обертання вентилятора.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У базовій зерноочисній машині це проводять шляхом зміни шківів пасової передачі.

З того боку зерноочисної машини, де немає механізму приводу монтується приймальне вікно відходів, що виділилися повітряним потоком. Тут же на двох підшипниках встановлюється шнек для виведення домішок. Для ущільнення цієї зони і зменшення втрат повітря в зоні вихідного вікна відходів встановлюється клапан протипідсосний, який виготовляється із гуми листової.

З метою здійснення візуального спостереження за процесом розділення чи очищення насіння та зерноsumішей по обидва боки зерноочисної машини в районі робочого перерізу пневмосепаруючого каналу виготовляють із оргскла два оглядові вікна, які іноді обладнуються підсвіткою. Оглядові вікна теж встановлюються на гумових прокладках, щоб не допустити нещільностей та втрат потоку повітря.

На рівні вдосконалення конструкції зерноочисної машини та зменшення затрат праці під час налаштування заданої швидкості повітряного потоку пропонуємо вдосконалити механізм приводу зерноочисного агрегату. Так, як джерело повітряного потоку, і шнек для виведення домішок приводяться в рух від одного електродвигуна 9, пропонуємо змінювати частоту обертання не за рахунок використання змінних шківів, а за рахунок використання механічного клинопасового варіатора. Для цього електродвигун механізму приводу фіксують ніжками на спеціальній рухомій плиті, а обертання від нього передається до вентилятора та шнеку через контрпривід 10 та клинопасові передачі. Сам механізм контрприводу дозволяє здійснювати переміщення всього механізму приводу зерноочисної машини в обох площинах (вертикальній і горизонтальній), при цьому створюються можливості здійснювати натяг клинових пасів кожної із ланок механізму приводу зерноочисної машини.

На кожному із випускних і випускних патрубків зерноочисної машини виготовлені фланці. До цих фланців є змога під'єднати через стандартні перехідники чи рукави механізми пневмотранспорту чи самоплину, які дозволяють легко інтегрувати такі зерноочисні машини в різні технологічні схеми та агрегати.

Під час роботи із зерноочисною машиною типу АСХ із продуктивністю близькою до паспортної потрібно виконати наступне:

- забезпечити максимально рівномірну подачу збіжжя в зону його очищення потоком повітря, за умов недопущення перевантаження повітряної системи ЗОМ (візуально можна спостерігати за перебігом процесу повітряного розділення зерно- чи насінневих сумішей через оглядове вікно по бокам ЗОМ);
- забезпечити плавну і рівномірну роботу двоклапанного механізму, що виготовлено у приймальній камері. Всі важелі цього механізму регулюються таким чином, щоб весь матеріал, який подається на очищення потоком повітря, фактично рівень цього матеріалу, перебував над вантажним клапаном;
- створити умови для найбільшої рівномірності подачі збіжжя на очищення за всією шириною живильного лотка зерноочисної машини;
- забезпечити потрібну швидкість потоку повітря в робочій зоні розділення матеріалів та максимальну рівномірність поля повітряного потоку, що дозволяє скоротити ймовірність втрат повноцінного насіння гірчиці у відходи;
- постійно контролювати відсутність втрат повітря (підсмоктування чи відсмоктування повітряного потоку), збільшення запилювання в робочій зоні навколо ЗОМ, що може мати місце через приймальні патрубки, заслінки, місць виходу валів та осей, оглядових вікон тощо.

Хоч повітряна зерноочисна машина типу АСХ має достатню кількість переваг, під час роботи з нею в господарських умовах, а також на різних етапах

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

випробувань і досліджень мали місце ряд недоліків і проблем, що потребують усунення, серед яких виділимо наступне:

1. Регулювання механізму приводу зерноочисного агрегату є досить затратними як з точки зору витрат часу на проведення робіт, так і з точки зору трудоемності цих операцій, адже підбір потрібних і фізична зміна шківів із подальший натяг пасів є достатньо складною операцією. До того-ж після проведення всього комплексу робіт із механізмом приводу потрібно його повторно відрегулювати;
2. Конструкція та технологічні параметри роботи вентилятора є не повністю врегульованими. Так як згідно із інструкцією по експлуатації зерноочисної машини вентилятор повинен забезпечувати рівномірний повітряний потік у достатньому діапазоні робочих швидкостей, що є дійсною умовою із можливості очищення даною машиною різних сільськогосподарських культур. На практиці ж має місце погіршення структури повітряного потоку та виникнення пульсацій повітря за певних режим роботи агрегату;
3. Параметри замкненої пневмосистеми зерноочисної машини мають велику кількість конструктивних рішень, які вимагають досліджень і уточнень, зокрема під час проведення експериментальних досліджень можна знайти раціональні параметри пневмосистеми, що забезпечить більш якісне очищення сільськогосподарських матеріалів;
4. Шнек легких відходів, що встановлюється в базовому зерноочисному агрегаті має дуже високу частоту обертання. Слід врахувати, що кількість домішок у вихідній суміші, майже у всіх можливих випадках роботи зерноочисної машини АСХ не перевищує 30% від збіжжя, що подається на обробку. Існуючі на серійній машині режими роботи цього шнека за продуктивності розраховані на виведення всього об'єму очищеного збіжжя. Це неминуче призводить до зайвих витрат енергії на цьому етапі технологічної операції.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З врахуванням наведеної вище інформації в розрізі даної роботи пропонуємо в конструкцію зерноочисної машини АСХ-5 змінити наступне:

1. Здійснити розробку та впровадження механізму приводу, який би дозволяв безступінчасто та в широкому діапазоні регулювати частоту обертання вентилятора та шнека легких домішок. Це дозволить скоротити час на переналагодження агрегату та зменшити кількість додатково потрібних запасних частин і інструменту. Для цього найкраще можна адаптувати клинопасовий вентилятор механічного типу із автоматичними натяжними механізмами пасів.
2. Провести дослідження і обґрунтування режиму роботи, конструктивних, геометричних та кінематичних параметрів джерела повітряного потоку (вентилятора) та всієї замкненої пневмосистеми зерноочисної машини.
3. Провести обґрунтування та розрахунок параметрів і режимів роботи шнеку домішок.

3.2. Інженерні розрахунки повітряної зерноочисної машини

Обґрунтування параметрів пневмосистеми машини АСХ-5

Для того, щоб обґрунтувати параметри пневмосистеми зерноочисної машини АСХ-5 використаємо стандартну методику розрахунку подібних систем [25...28]. Під час такого розрахунку врахуємо, що продуктивність вдосконаленої зерноочисної машини під час очищення гірчиці повинна забезпечуватися на рівні $Q = 5000$ кг/год. З врахуванням бажаної продуктивності розрахуємо секундну продуктивність вдосконаленого зерноочисного агрегату за відомою формулою:

$$q_c = \frac{Q}{3600} = \frac{5000}{3600} = 1,39 \text{ кг/с.}$$

Проведемо розрахунок тієї кількості домішок, яка потрапляє за проміжок часу в зону дії повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі. Під час цих розрахунків врахуємо, що вихідна засміченість зібраного збіжжя гірчиці не перевищує $b = 15\%$. Тоді маємо:

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$q_o = \frac{b \cdot q_c}{100} = \frac{15 \cdot 1,39}{100} = 0,2 \text{ кг/с.}$$

Знайдемо потрібну ширину пневмоканалу B враховуючи необхідну продуктивність, яка має забезпечуватися зерноочисною машиною та допустиме зернове навантаження на довжину робочого перерізу пневмосистеми під час очищення насіння гірчиці від домішок. Для проведення відповідних розрахунків використаємо відому формулу [28]:

$$B = \frac{Q}{q_B},$$

де B – ширина пневмоканалу в робочій зоні розділення суміші повітряним потоком, мм;

Q – необхідна продуктивність зерноочисної машини на етапі очищення гірчиці в господарстві, кг/год;

q_B – питоме зернове навантаження одиниці ширини ПСК, за якого досягаються нормативні показники якості роботи зерноочистки. Попередньо встановлено [20], що для очищення насіння гірчиці із нормативними якісними показниками питоме зернове навантаження становить $q_B = 850 \text{ кг/дм.}$

$$B = \frac{5000}{850} = 5,88 \text{ дм. Приймаємо із певним запасом } B = 600 \text{ мм.}$$

Значення глибини пневмосистеми зерноочисної машини вибирається виходячи із раніше проведених експериментальних досліджень. Обов'язково на цьому етапі слід врахувати, що повітряний сепаратор типу АСХ призначено для очищення і всіх інших сільськогосподарських культур. Тому, враховуючи дослідження [22] можна прийняти, що глибина пневмосепараційного каналу та всієї пневмосистеми ЗОМ дорівнює $C = 150 \text{ мм.}$

Знайдемо потрібну робочу швидкість повітряного потоку, що має бути створена в повітряній системі ЗОМ для сепарації насіння гірчиці. Це параметр вибирається виходячи із аеродинамічних характеристик зібраного врожаю

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

гірчиці та фактично від швидкості витання повноцінного насіння гірчиці та аеродинамічно легких домішок. Керуючись довідниковими даними [20], встановлено, що швидкість витання в повітряному потоці насіння гірчиці становить $V_{кр} = 3,9...7,7$ м/с. Враховуючи це, з достатньою точністю для розрахунків приймаємо, що критична швидкість повітряного потоку в робочому перерізі пневмосепаруючого каналі дорівнює $V_{cp} = 6,0$ м/с.

З метою створення наведеної вище швидкості потоку повітря, знаючи інші параметри системи, знайдемо потрібні витрати повітря через робочий переріз пневмоканалу. Це можемо зробити скориставшись залежністю:

$$W = 3600 \cdot B \cdot C \cdot V_{cp},$$

де W – розрахункові значення витрат повітря в пневмосистемі зерноочисної машини, м³/год;

B – ширина пневмоканалу в робочій зоні розділення суміші повітряним потоком, м;

C – глибина пневмоканалу в робочій зоні розділення суміші потоком повітря, м;

V_{cp} – встановлена швидкість потоку повітря в робочій зоні пневмоканалу, м/с.

Після підстановки знайдених вище даних отримаємо:

$$W = 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 6 = 1944 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таким чином, проведені розрахунки дозволяють отримати деякі параметри пневмосистеми зерноочисної машини повітряного типу АСХ-5.

Обґрунтування параметрів джерела повітряного потоку

Джерелом повітряного потоку в зерноочисній машині АСХ-5 є діаметральний вентилятор, що встановлюється у верхній частині осадового пристрою пневмосистеми (рис. 2). Для перебігу процесу розділення компонентів суміші гірчиці повітряним потоком потрібно, щоб через робочий переріз пневмоканалу проходило за одиницю часу розрахований вище об'єм

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поток повітря. Для обґрунтування параметрів джерела повітряного потоку приймаємо, що його довжина відповідає ширині пневмосистеми (пневмоканалу) зерноочисної машини, що у символічному виразі описується наступним чином: $L = B = 0,6$ м.

Для пошуку параметрів вентилятора розрахуємо масу повітря, що буде витіснятися кожною лопаттю джерела повітряного потоку під час його обертання. Ця вага повітря описується відомою залежністю [20]:

$$m_n = \gamma \cdot S_{лн} \cdot i \cdot V_{л},$$

де m_n – вага повітря, яке нагнітається в пневмосистему кожною лопаттю джерела повітряного потоку, кг/с;

γ – значення густини повітряного потоку, що в нормальних умовах роботи зерноочисного обладнання становить, $\gamma = 1,2$ кг/м³;

$S_{лн}$ – фактична реальна лобова площа кожної лопаті вентилятора, м²;

i – загальна кількість лопатей джерела повітряного потоку ЗОМ, шт;

$V_{л}$ – фактична розрахункова швидкість руху лопаті (поступальна) під час обертання джерела повітряного потоку, м/с.

Для визначення лобової площі лопаті вентилятора скористаємося формулою:

$$S_{лн} = a \cdot L,$$

де a – фактична довжина лопаті вентилятора (за рис. 3);

L – довжина лопаті джерела повітряного потоку ЗОМ (рис. 3)

Підставивши цифрові значення в останню рівність отримаємо:

$$S_{лн} = 0,06 \cdot 0,6 = 0,036 \text{ м}^2.$$

З іншої сторони, потрібно знайти вагу повітря m_n , що має витісняти джерело повітряного потоку (вентилятор) враховуючи загальні витрати цього повітря через всю пневмосистему зерноочисної машини. Така вага повітря крізь пневмосистему ЗОМ розраховується за формулою:

$$m_n = \frac{W \cdot \gamma}{3600} = \frac{1944 \cdot 1,2}{3600} = 0,65 \text{ кг/с.}$$

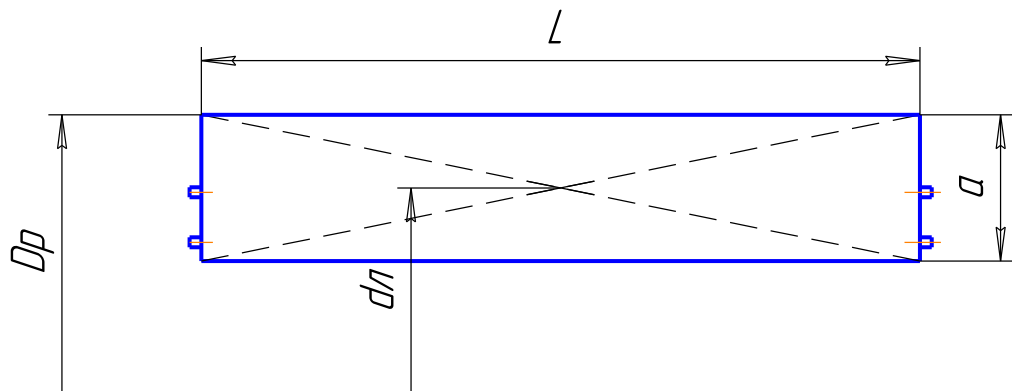


Рис. 3. Основні геометричні розміри лопаті вентилятора пневмосистеми ЗОМ

Проведемо розрахунок лінійної швидкості руху поверхні лопаті вентилятора ЗОМ V_l . Лінійна швидкість лопаті вентилятора пов'язана із кінематичними параметрами роботи самого вентилятора, що можна записати таким чином:

$$V_l = \omega_g \cdot r_l,$$

де ω_g – кутова швидкість обертання джерела повітряного потоку ЗОМ, рад/с.

Цю кутову швидкість знайдемо наступним чином:

$$\omega_g = \frac{\pi \cdot n_g}{30} = \frac{3,14 \cdot 800}{30} = 83,7 \text{ рад/с;}$$

n_g – розрахункове значення частоти обертання джерела потоку повітря (вентилятора), об/хв;

r_l – розрахункове значення радіусу лобової площини однієї лопаті джерела повітряного потоку, м (рис. 3);

$$r_l = \frac{d_l}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(D_p - \frac{a}{2} \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(0,2 - \frac{0,06}{2} \right) = 0,085 \text{ м.}$$

Враховуючи проведені розрахунки та числові значення знайдемо лінійну швидкість кожної лопаті вентилятора, маємо:

$$V_l = 83,7 \cdot 0,085 = 7,11 \text{ м/с.}$$

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо ту кількість лопатей вентилятора, що забезпечать необхідну структуру і швидкість повітряного потоку в пневмосистемі. Для цього скористаємося відомою залежністю [20] та отримаємо:

$$i = \frac{m_n}{\gamma \cdot S_{\text{л}} \cdot V_{\text{л}}} = \frac{0,65}{1,2 \cdot 0,036 \cdot 7,11} = 24,6 \approx 25 \text{ лопатей.}$$

Так як під час роботи пневмосистеми зерноочисної машини мають місце певні втрати статичного тиску повітря по окремим зонам всієї повітряної мережі. Ці втрати складаються із втрат, що виникають в наслідок тертя повітря по стінкам та іншим елементам пневмосистеми і втрат, що потрібні для подолання місцевих опорів (перегинів, звужень, інших перешкод). Конструкція повітряної системи зерноочисної машини (рис. 2) виконана таким чином, що в нижній її частині є розширення пневмосепаруючого каналу та його перегин. Так як в такому випадку є значні втрати тиску повітряного потоку для зменшення впливу такого перегину потрібно збільшити частоту обертання вентилятора, що дозволить створити певний запас потоку повітря. Приймаємо робочу частоту обертання вентилятора пневмосистеми зерноочисної машини на рівні $n_{\text{г}} = 900$ об/хв.

Знайдемо потужність, яка потрібна для приводу вентилятора з врахуванням необхідності подолання всіх можливих опорів пневмосистеми. Ця потужність описується наступною формулою:

$$N = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3.$$

У наведеному рівнянні перша складова $A \cdot \omega$ повністю відображає всі втрати повітря в пневмосистемі, у тому числі і витрати на подолання шкідливих опорів. Друга складова рівняння, що має вигляд $B \cdot \omega^3$ – враховує ту потужність, яка повністю відображає витрати на створення повітряного потоку для роботи повітряного очищення зерноочисної машини.

Знайдемо значення коефіцієнту A із формули, що наведена вище за наступною залежністю:

$$A = \psi \cdot \rho \cdot R,$$

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

де ψ – значення фактичного коефіцієнт тертя, що має місце в опорах джерела повітряного потоку;

ρ – радіус цапфи джерела повітряного потоку, м;

R – сумарна реакція в опорах джерела потоку повітря, Н.

Оскільки опори вентилятора працюють на підшипниках кочення, тоді за існуючими даними, які представлені в [31] приймемо, що $\rho \cdot \psi = 0,00015$, а сума реакцій дорівнює $R = 400$ Н. Враховуючи наведені дані маємо:

$$A = 0,00015 \cdot 400 = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Для розрахунку коефіцієнту B , що фактично відображає потужність, потрібну для вентилятора маємо врахувати і параметри самого вентилятора і параметри кожної із лопастей. Такий взаємозв'язок можна описати залежністю:

$$B = \frac{\gamma_{\Pi} \cdot F \cdot i \cdot \varepsilon^2 \cdot r_n^3}{2g} = \frac{1,2 \cdot 0,03 \cdot 25 \cdot 0,58^2 \cdot 0,087^3}{2 \cdot 9,81} = 0,2 \cdot 10^{-5}.$$

Після підстановки знайдених коефіцієнтів у рівняння для визначення необхідної потужності маємо сумарну потужність, яка потрібна для приводу вентилятора:

$$N = 0,06 \cdot 157 + 0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 157^3 = 350 \text{ Вт}.$$

Обґрунтування параметрів шнека легких домішок

Виведення легких домішок із зерноочисної машини проводиться шнеком-відвантажувачем домішок, який забезпечує транспортування своїми витками домішок в нижній частині осадового пристрою до вихідного вікна. Для розрахунку шнека відвантажувача домішок можна розрахувати його продуктивність за наступною формулою:

$$Q_{\text{шн}} = 3600 \cdot F_0 \cdot V_{\text{ш}} \cdot \gamma,$$

де F_0 – площа перетину (поперечна площа) того вантажу, що транспортується шнеком, м²;

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_0 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot \psi \cdot C}{4},$$

де D – фактичний діаметр шнека домішок, м;

ψ – коефіцієнт, що показує ступінь заповнення робочих проміжків шнека, прийmemo для домішок, які виділяються повітрям із гірчиці цей коефіцієнт рівний $\psi \approx 0,25$;

C – коефіцієнт, який в своїй сукупності враховує зміну площі поперечного перетину легких домішок, що транспортується шнеком. В більшості випадків цей коефіцієнт має зв'язок із нахилом шнеку до горизонту та зміною корисного перерізу робочих витків шнеку. Так як в схемі зерноочисної машини шнек працює горизонтально, прийmemo для розрахунків, що $C = 1$.

Після підстановки даних маємо:

$$F_0 = \frac{3,14 \cdot 0,14^2 \cdot 0,25 \cdot 1}{4} = 0,0037 \text{ м}^2.$$

Знайdemo розрахункове значення швидкості переміщення вантажу шнеком $V_{нг}$ під час виведення домішок із зерноочисної машини. Врахуємо, що шнек домішок працює в горизонтальній площині. Цю швидкість можна розрахувати за формулою:

$$V_{нг} = \frac{S \cdot n}{60},$$

де S – фактичний крок шнека домішок, м;

n – значення частоти обертання шнека домішок, об/хв;

γ – фактична об'ємна маса легких домішок, які транспортуються шнеком.

Прийmemo для легких домішок, що виділяються із насіння гірчиці $\gamma = 0,4 \text{ т/м}^3$.

Відомо, що крок шнека легких домішок, що до того ж є тихохідним, пов'язаний із робочим діаметром шнека. Цей взаємозв'язок описується так:

$$S = (0,5 \dots 2) \cdot D = 1,5 \cdot 0,14 = 0,21 \text{ м}.$$

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставимо знайдені величини у формулу для розрахунку швидкості переміщення легких домішок шнеком та отримаємо:

$$V_{ng} = \frac{0,21 \cdot 150}{60} = 0,52 \text{ м/с.}$$

З врахуванням проведених розрахунків можемо визначити сумарну встановлену продуктивність шнека легких домішок. Маємо:

$$Q_{шн} = 3600 \cdot 0,0037 \cdot 0,52 \cdot 0,4 = 2,77 \text{ т/год.}$$

Логічно і цілком очевидно, що розрахована продуктивність шнека легких домішок повністю забезпечує можливість повного виведення всіх домішок із будь-якого зібраного збіжжя, що подається в зерноочисну машину на очищення.

Розрахуємо енергетичні показники шнека домішок зерноочисної машини. Для цього розрахунку достатньо скористатися такою залежністю:

$$N_1 = \frac{V_o \cdot G (\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) \operatorname{tg} (\alpha_0 + \varphi_2)}{102},$$

де N_1 – потужність, яка потрібна для роботи шнека легких домішок зерноочисної машини, кВт;

V_o – колова швидкість шнека домішок, м/с;

G – вага домішок, які в конкретний проміжок часу перебувають у жолобі шнеку домішок, кг;

β – кут нахилу шнека легких домішок ЗОМ до лінії горизонту, град;

μ_2 – фактичний коефіцієнту тертя матеріалу, що транспортується шнеком по поверхні корпусу шнекового транспортера;

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi \cdot D_0}; \operatorname{tg} \varphi_2 = \mu_1,$$

μ_1 – коефіцієнт тертя легких домішок по поверхні навивки робочих витків шнеку.

Знайдемо розрахункове значення колової швидкості шнеку за такою формулою:

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,098 \cdot 150}{60} = 0,77 \text{ м/с.}$$

де D_0 – значення діаметру кола, що проходить крізь середню умовну лінію тиску часток легких домішок на гвинтову поверхню шнека, м.

$$D_0 = (0,7 \dots 0,8) D.$$

Для того, щоб знайти вагу домішок, які в даний час знаходяться в робочому жолобі шнеку скористаємося формулою:

$$G = q_b \cdot L = \frac{Q \cdot L}{3,6 \cdot V_n} = \frac{2,25 \cdot 0,6}{3,6 \cdot 0,52} = 0,72 \text{ кг.}$$

де q_b – фактична вага легких домішок, що припадає на довжину шнека,

$$q_b = \frac{Q}{3,6 \cdot V_n};$$

L – значення довжини шнеку домішок, що фактично і дорівнює шляху транспортування вантажу, м.

Отже, розрахункове значення необхідно потужності транспортера домішок дорівнює:

$$N_1 = \frac{0,77 \cdot 0,72 (0 + 0,4 \cdot 1) \cdot (0,677 + 2,16)}{102} = 0,6 \text{ кВт.}$$

Тоді з метою розрахунку потрібної потужності на валу шнека домішок використаємо відому формулу:

$$N_0 = N_1 \cdot \frac{K_0}{\eta_n},$$

де N_0 – значення потужності на валу шнека домішок, кВт;

K_0 – коефіцієнт, який пов'язаний із пересуванням та подрібненням домішок під час їх транспортування шнековим транспортером, для розрахунків прийmemo, $K_0 = 1,3$.

η_n – ККД у опорах підшипників шнеку легких домішок;

$$N_0 = 0,6 \cdot \frac{1,3}{0,99 \cdot 2} = 0,4 \text{ кВт.}$$

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок механізму приводу зерноочисної машини АСХ-5

Проведені вище розрахунки дозволяють визначитися із вихідними даними для розрахунку механізму приводу зерноочисної машини АСХ-5. Для визначення кінематичних параметрів механізму приводу виходимо з того, що частота обертання вентилятора зерноочисної машини дорівнює $n = 900$ об/хв; потужність, яку потрібно забезпечити для роботи джерела повітряного потоку дорівнює $N = 0,35$ кВт. Крім того, до відомих даних віднесемо номінальну частоту обертання електродвигуна, що приводить в дію весь механізм приводу, і ця частота дорівнює $n = 1420$ об/хв. Функціональна схема механізму приводу зерноочисної машини АСХ-5 наведено на рис. 4.

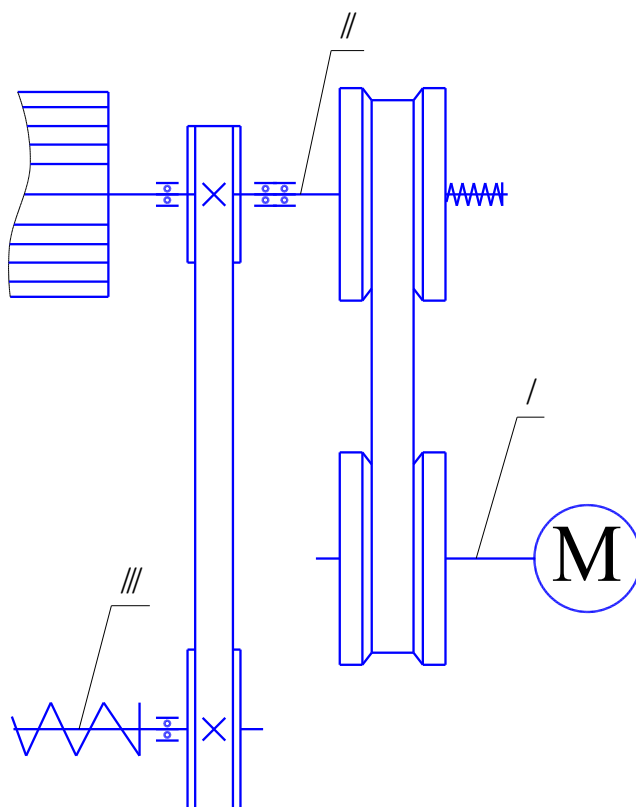


Рис. 4. Схема механізму приводу зерноочисної машини АСХ-5

Розрахуємо передаточне відношення приводу вентилятора ЗОМ за такою формулою:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1420}{900} = 1,57.$$

Проведемо прогноз необхідного діапазону регулювань механізму приводу виходячи із необхідних частот обертання вентилятора, що слід забезпечити для очищення різних сільськогосподарських культур. Враховуючи максимальну і мінімальну частоту обертання вентилятора знайдемо діапазон тих регулювань, що має забезпечувати клинопасовий варіатор. У символічному виразі це записується так:

$$i_o = \frac{n_{2\max}}{n_{2\min}} = \frac{1000}{600} = 1,67.$$

У якості механізму приводу зерноочисної машини будемо використовувати клинопасовий варіатор з одним самонатяжним шківом. Виходячи із рекомендацій [30, 31] найкраще подібна система працює коли у варіатора ведучий шків виготовляється постійного діаметру. Така будова клинопасового варіатора дозволяє проводити натяг клинового пасу передачі шляхом зміни міжосьової відстані за рахунок переміщення рамки електродвигуна та зменшення чи збільшення діаметру веденого шківа за рахунок підпружиненої муфти. Загальна кінематична схема механічного клинопасового варіатора представлена на рис. 5.

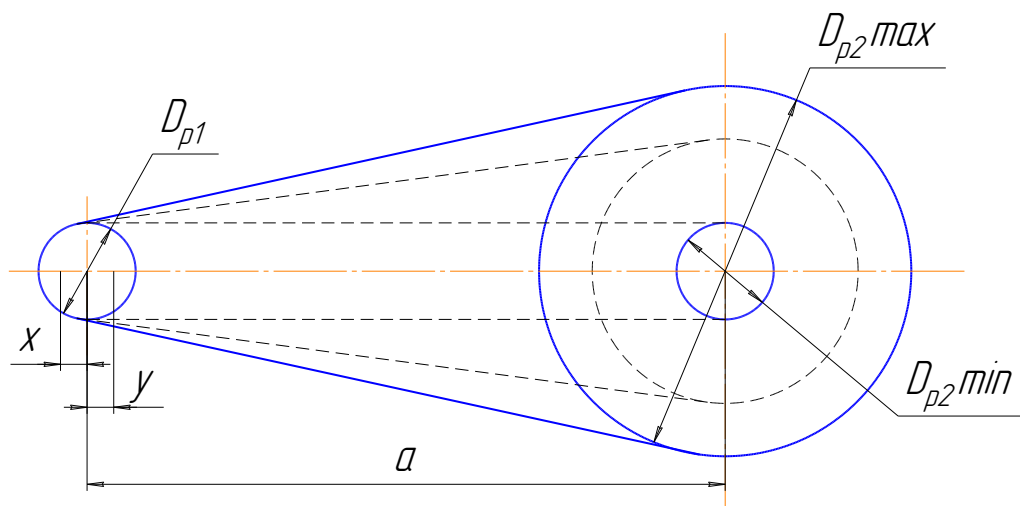


Рис. 5. Кінематична схема механічного клинопасового варіатора

Для роботи варіатора найкраще обрати варіаторний пас (рис. 6), що призначений для використання у сільськогосподарській техніці та є типу

СВ-38-1500Ш. Цей пас СВ-38-1500Ш характеризується такими основними характеристиками:

$$b = 38 \text{ мм};$$

$$b_1 = 27,6 \text{ мм};$$

$$B_p = 32 \text{ мм};$$

$$h = 17 \text{ мм};$$

$$F = 5,95 \text{ см}^2.$$

Розрахункове значення передаточного відношення механізму привода можна визначити за відомою формулою [30]:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{D_2}{D_1},$$

де n_1 – значення частоти обертання ведучого шківів механізму привода зерноочисної машини АСХ, об/хв;

n_2 – значення частоти обертання веденого шківів механізму привода зерноочисної машини АСХ, об/хв;

D_1 – діаметр ведучого шківів механізму привода зерноочисної машини АСХ, мм;

D_2 – діаметр веденого шківів механізму привода зерноочисної машини АСХ, мм.

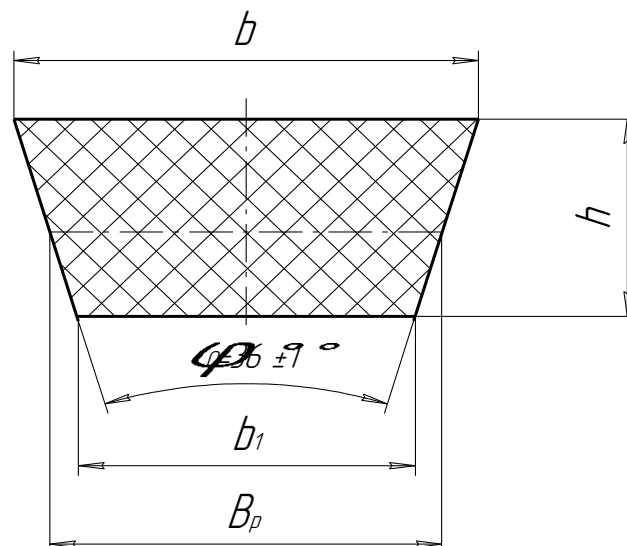


Рис. 6. Основні характеристики клинового пасу типу СВ-38-1500Ш

Проведемо розрахунок потрібних передаточних відношень клинопасового варіатора для повноцінної роботи повітряної зерноочисної машини АСХ-5 на всьому обраному діапазоні робочих швидкостей потоку повітря. Ці передаточні відношення (рис. 5) дорівнюють:

$$i_{\max} = \frac{n_1}{n_{2\max}} = \frac{1420}{900} = 1,6;$$

$$i_{\min} = \frac{n_1}{n_{2\min}} = \frac{1420}{600} = 2,4.$$

Для приведення в дію всього механізму приводу приймемо ведучий шків, який має незмінний діаметр, що дорівнює $D_{p1} = 160$ мм.

Наступний етап розрахунків – це визначення максимального і мінімального діаметру веденого самоустановчого шківа, виходячи із розрахованих вище передаточних відношень, що має забезпечувати механізм приводу. У символічному і числовому вираженні це має вигляд:

$$D_{p2\max} = D_{p1} \cdot i_{\max} = 160 \cdot 1,6 = 256 \text{ мм.};$$

$$D_{p2\min} = D_{p1} \cdot i_{\min} = 160 \cdot 2,4 = 384 \text{ мм.}$$

Визначимо розрахункове значення довжини клинового пасу, щоб він повністю міг забезпечити роботоздатність клинопасового варіатора за наступною формулою:

$$\begin{aligned} L_p &= 2a + 1,57(D_{p1} + D_{p2\max}) + \frac{(D_{p2\max} - D_{p1})^2}{4a} = \\ &= 2 \cdot 0,5 + 1,57(0,16 + 0,384) + \frac{(0,384 - 0,16)^2}{4 \cdot 0,5} = 1,87 \text{ м.} \end{aligned}$$

Таким чином, проведені розрахунки дозволяють обрати клиновий пас для забезпечення роботоздатності механізму приводу довжиною $L_p = 2$ м.

З метою визначення габаритів всього механізму передач, проведемо розрахунок міжосьової відстані. Під час цих розрахунків враховуємо розміри шківів передачі, робочу довжину пасу та інш. Отримаємо наступне:

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$a = p + \sqrt{p^2 - q};$$

$$p = 0,25 \cdot L_p - 0,393(D_1 + D_2) = 0,25 \cdot 2 - 0,393(0,16 + 0,384) = 0,286;$$

$$q = 0,125(D_1 - D_2)^2 = 0,125(0,16 - 0,384)^2 = 0,006.$$

Значить дійсне значення міжосьової відстані передачі із врахуванням її основних параметрів дорівнює:

$$a = 0,286 + \sqrt{0,286^2 - 0,006} = 0,561 \text{ м.}$$

Розрахуємо дійсну колову швидкість пасу під час роботи клинопасового варіатора із мінімальною та максимальною частотою обертання вентилятора.

$$V_{\kappa} = \frac{\pi \cdot D_{p1} \cdot n_1}{60} = \frac{\pi \cdot D_{p2} \cdot n_2}{60};$$

$$V_{\kappa \max} = \frac{3,14 \cdot 0,384 \cdot 900}{60} = 18 \text{ м/с};$$

$$V_{\kappa \min} = \frac{3,14 \cdot 0,384 \cdot 600}{60} = 12 \text{ м/с.}$$

Отже, в результаті виконаних розрахунків отримані основні параметри, що дозволяють обґрунтувати конструкцію механізму приводу зерноочисної машини АСХ-5.

3.2. Результати експериментальних досліджень пневмосистеми зерноочисної машини АСХ-5

Для пошуку раціональних параметрів пневмосистеми на серійній зерноочисній машині АСХ-5 в умовах базового господарства були проведені експериментальні дослідження. Для цього в конструкцію базової зерноочисної машини були внесені певні зміни, а саме – змінено конструкцію короба задньої стінки пневмоканалу, що дозволяє регулювати глибину ПСК в зоні сепарації, встановлено в пневмосистему агрегату витратоміру повітря, що дозволяє проконтролювати витрати через робочий переріз пневмосистеми та збільшено діапазон регулювання частоти обертання вентилятора. Якість проведення

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищення під час експериментальних досліджень оцінювали класичним методом [20] із використанням парусного класифікатора. На етапі експериментів вивчали вплив трьох факторів: подачі насіння сої на очищення, $x_1(Q)$, кг/с; глибини пневмоканалу, $x_2(C)$, мм та робочій швидкості повітряного потоку в ПСК $x_3(V_n)$ на ефект очищення Y_1 , % та чіткість сепарації Y_2 , %.

Так як у конструкцію серійного агрегату АСХ-5 були внесені зміни, то перелічені вище фактори можна швидко змінювати в достатньо широкому діапазоні значень. Всі дослідження проводилися із трикратною повторюваністю кожного експерименту а весь процес досліджень побудований на основі класичної методики планування багатфакторних експериментальних досліджень [28, 29]. Загальну похибку досліджень оцінювали після проведення очищення не менше 2 т насіння гірчиці. Подачу насіння гірчиці на очищення в пневмосистему зерноочисної машини регулювали двоклапанним механізмом, який змонтовано у верхній частині приймального патрубку (рис. 2), глибину пневмоканалу регулювали шляхом пересування задньої стінки пневмоканалу на салазках передньої і задньої боковин зерноочисної машини із подальшою фіксацією переміщеної стінки а швидкість повітряного потоку змінювали частотою обертання вентилятора, що регулювали розробленим вище механічним клинопасовим вентилятором.

Фактичні рівні кожного із факторів, на яких проводилися експериментальні дослідження представлені у таблиці 2.

Планування експериментів, обробку результатів та статистичну оцінку проведених експериментальних досліджень проводили комп'ютерній програмі STATISTICA 12. Результати комп'ютерного моделювання експериментів наведені нижче.

На першому етапі комп'ютерного моделювання експериментальних досліджень провели побудову матрицю досліджень за умови, що статистична модель для трьох факторів буде мати вигляд $n = 2^3 = 8$. Такий план відповідає

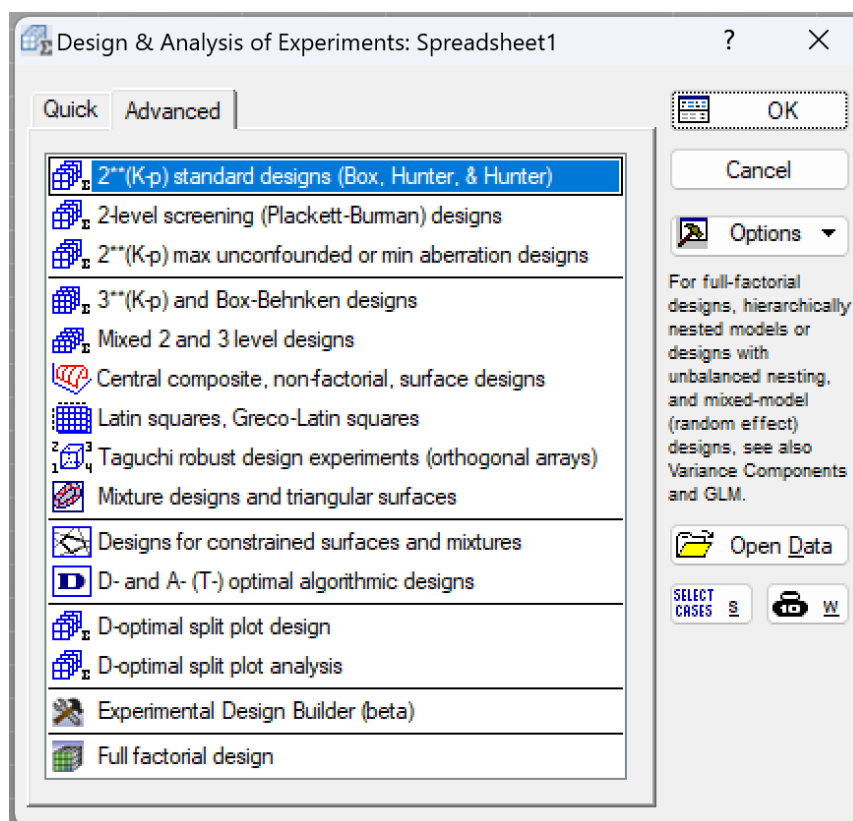
					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартному плану Box & Hunter, вибрали кількість факторів і варіантів експерименту 3/1/8 (рис. 7). Проведені дії були на моніторі комп'ютера відображені так, як зображено на рис. 7.

Таблиця 2

Фактори та рівні їх варіювання під час експериментальних досліджень
пневмосистеми зерноочисної машини АСХ-5

№	Фактор	Позна чка	Рівні варіювання фактору			Інтервал варіюва ння
			Нижній (-)	Нуловий (0)	Верхній (+)	
1	Подача зернового матеріалу на очищення Q , кг/с	x_1	1	1,5	2	0,5
2	Глибина пневмоканалу C , мм	x_2	120	160	200	40
3	Швидкість потоку повітря в робочій зоні ПСК V_n , м/с	x_3	4,0	6,0	8,0	2,0



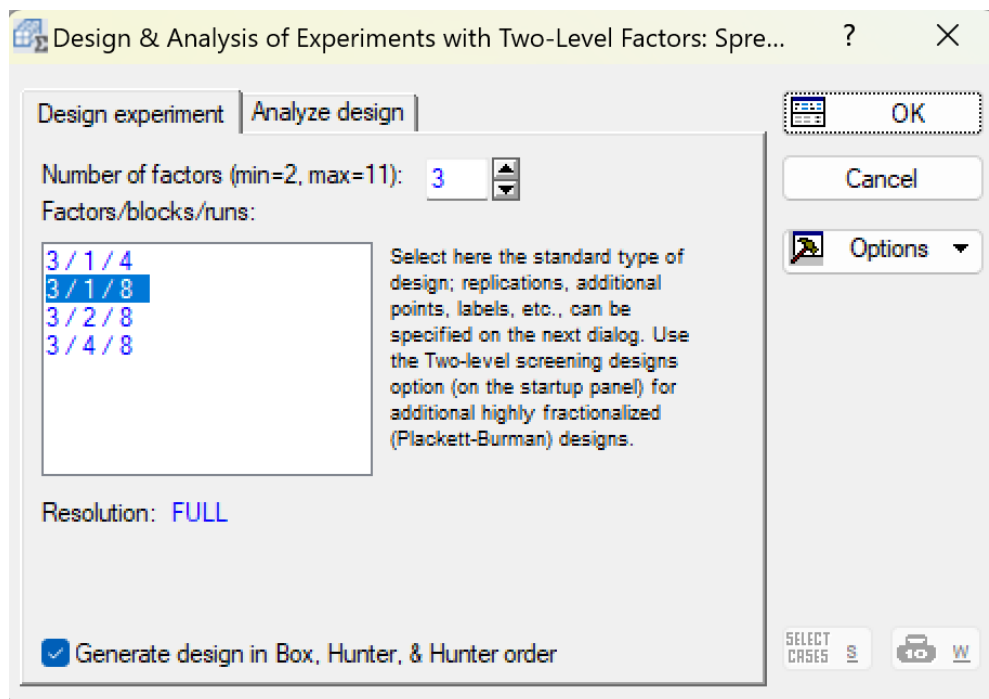


Рис. 7. Результати відображення планування експерименту в комп'ютерній програмі STATISTICA 12

Наступним етапом роботи є додавання до сформованої системою матриці експериментальних досліджень (рис. 8) двох додаткових стовпчиків, в які потрібно внести середнє значення трьох повторюваностей експериментів, що проведені на визначених рядками рівнях факторів. Перший доданий стовпчик відображає критерій оптимізації ефективності очищення насіння гірчиці $Y_1(E)$, %, (рис. 8), другий – чіткість сепарації насіння гірчиці $Y_2(z)$, % досліджуваною зерноочисною машиною.

	1 Q, кг/с	2 C, мм	3 V _п , м/с	4 Y ₁ (E), %	5 Y ₂ (z)
1	1,0	120,0	4,0	56,0	3,0
2	2,0	120,0	4,0	51,0	4,1
3	1,0	200,0	4,0	61,2	3,2
4	2,0	200,0	4,0	59,0	2,8
5	1,0	120,0	8,0	72,0	5,2
6	2,0	120,0	8,0	64,0	6,4
7	1,0	200,0	8,0	70,0	4,9
8	2,0	200,0	8,0	63,0	5,4

Рис. 8. Табличний результат планування багатofакторного експерименту

$$n = 2^3 = 8$$

У комп'ютерній програмі STATISTICA 12 після проведення процедур обробки табличного результату експериментальних досліджень (рис. 8) отримали таблиці, які відображають вплив факторів на обидва критерії оптимізації (рис. 9).

Effect Estimates; Var.: $Y_1(E)$, %; 2**(3-0) design DV: $Y_1(E)$, %		
Factor	Effect	Coeff.
Mean/Interc.	62,02500	62,02500
(1)Q, кг/с	-5,55000	-2,77500
(2)C, мм	2,55000	1,27500
(3)V _п , м/с	10,45000	5,22500
1 by 2	0,95000	0,47500
1 by 3	-1,95000	-0,97500
2 by 3	-4,05000	-2,02500
1*2*3	-0,45000	-0,22500

Effect Estimates; Var.: $Y_2(z)$; R-sqr=1, 2**(3-0) design DV: $Y_2(z)$		
Factor	Effect	Coeff.
Mean/Interc.	4,375000	4,375000
(1)Q, кг/с	0,600000	0,300000
(2)C, мм	-0,600000	-0,300000
(3)V _п , м/с	2,200000	1,100000
1 by 2	-0,550000	-0,275000
1 by 3	0,250000	0,125000
2 by 3	-0,050000	-0,025000
1*2*3	0,200000	0,100000

Рис. 9. Табличні результати експериментальних досліджень впливу параметрів пневмосистеми ЗОМ АСХ-5 на ефект очистки гірчиці $Y_1(E)$, % та чіткість її сепарації $Y_2(z)$, %

Наведений табличний результат (рис. 9) дозволяє побудувати дві статистичні моделі для ефекту очистки та чіткості сепарації, що отримані під час дослідження зерноочисної машини АСХ-5 під час його роботи на насінні гірчиці у наступному вигляді:

$$Y_1(E) = 62,025 - 2,775 \cdot x_1 + 1,275 \cdot x_2 + 5,225 \cdot x_3 + 0,475 \cdot x_1 x_2 - 0,975 \cdot x_1 x_3 - 2,025 \cdot x_2 x_3 - 0,225 \cdot x_1 x_2 x_3;$$

$$Y_2(z) = 4,375 + 0,3 \cdot x_1 - 0,3 \cdot x_2 + 1,1 \cdot x_3 - 0,275 \cdot x_1 x_2 + 0,125 \cdot x_1 x_3 - 0,025 \cdot x_2 x_3 + 0,1 \cdot x_1 x_2 x_3.$$

Отримані рівняння регресії перевірені системою на адекватність і відтворюваність за стандартною методикою. Графічні результати проведених досліджень зображені на рис 10, 11, 12.

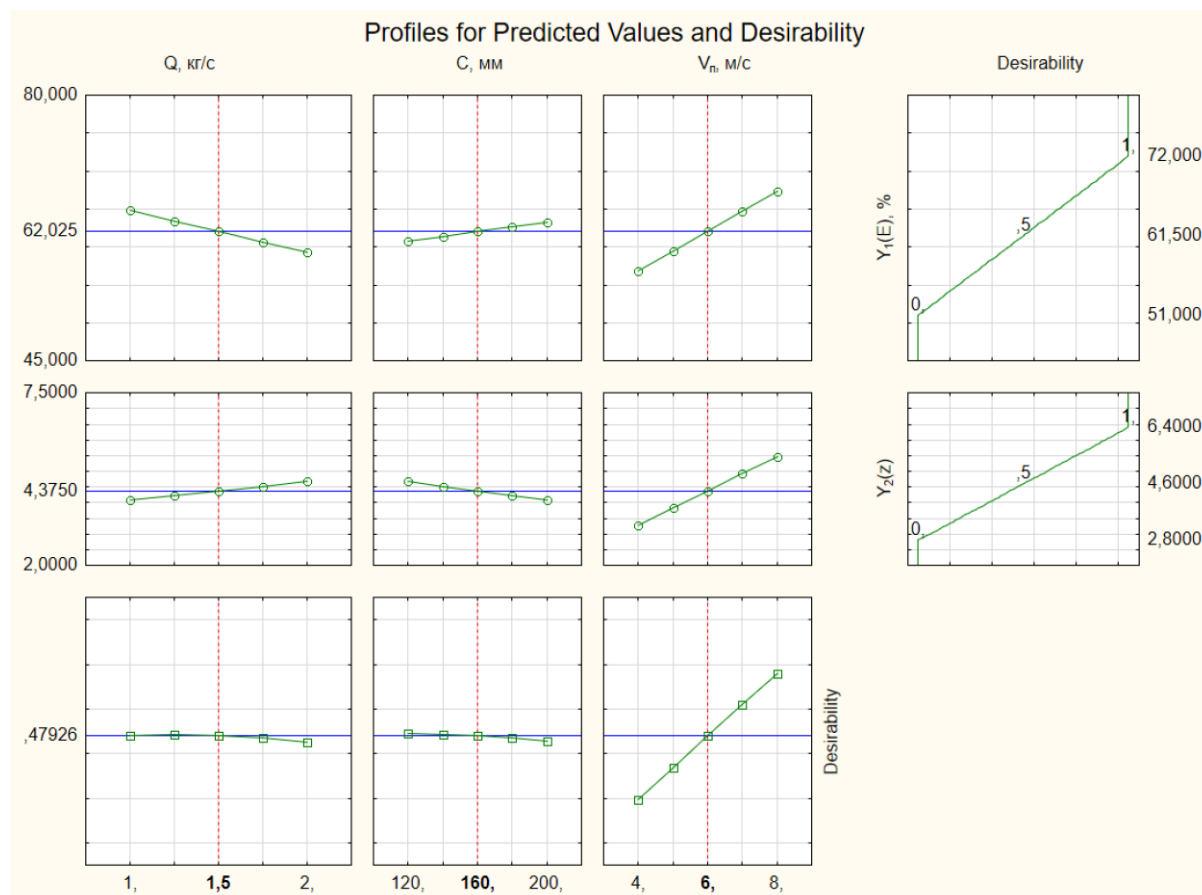
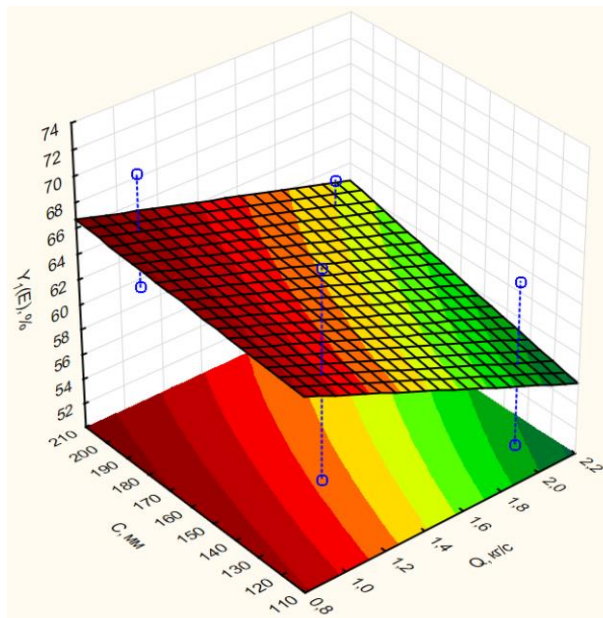
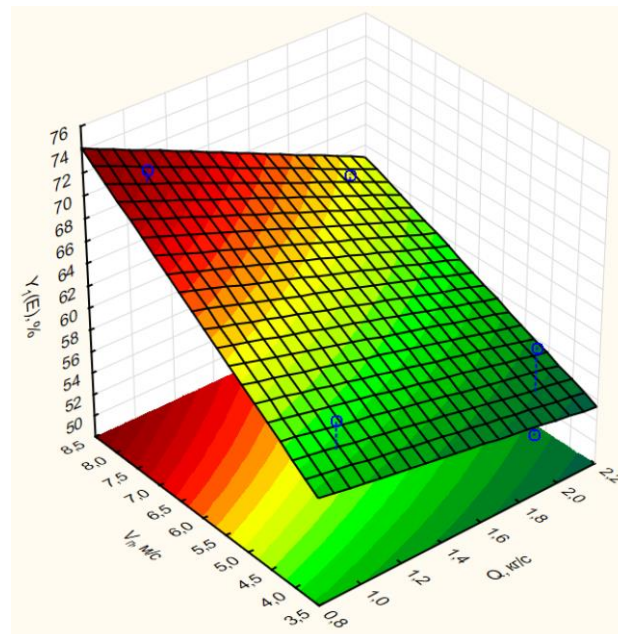


Рис. 10. Профілі бажаності факторів за обома критеріями експериментальних досліджень

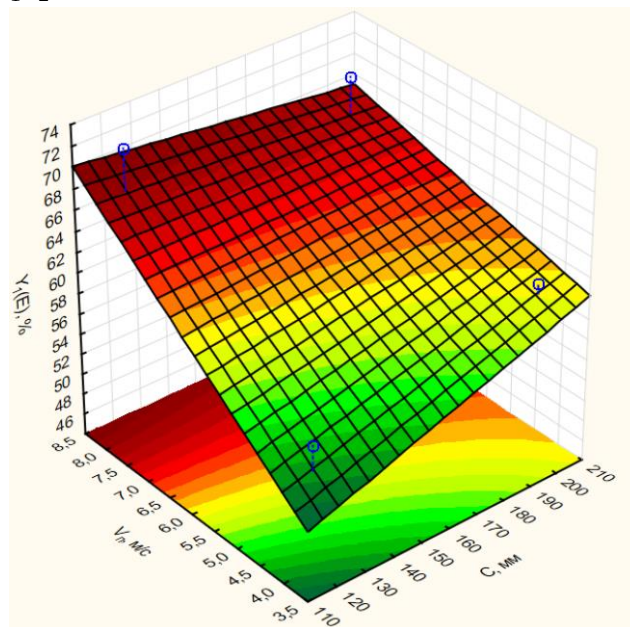
Отримані рівняння регресії та графічні відображення проведених експериментальних досліджень оцінки впливу факторів на якість повітряного очищення насіння гірчиці (рис 10, 11, 12) дозволяють підтвердити, що ефект очищення (критерій оптимізації Y_1) та чіткість сепарації (критерій оптимізації Y_2) знаходяться в обернено пропорційній залежності.



$f(x_1x_2)$

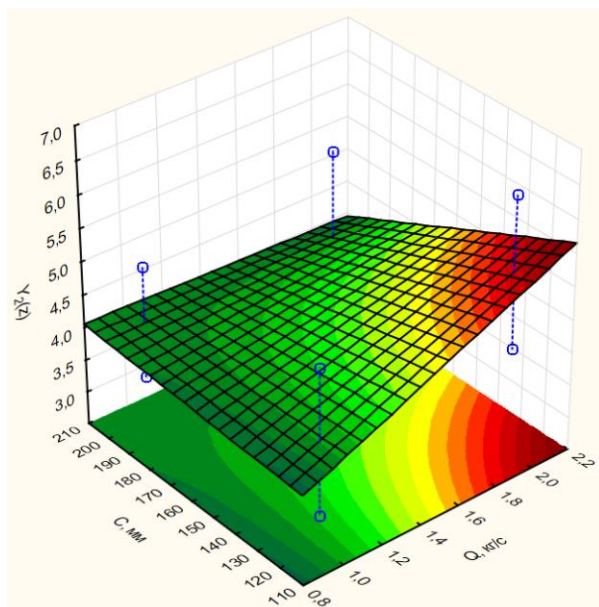


$f(x_1x_3)$

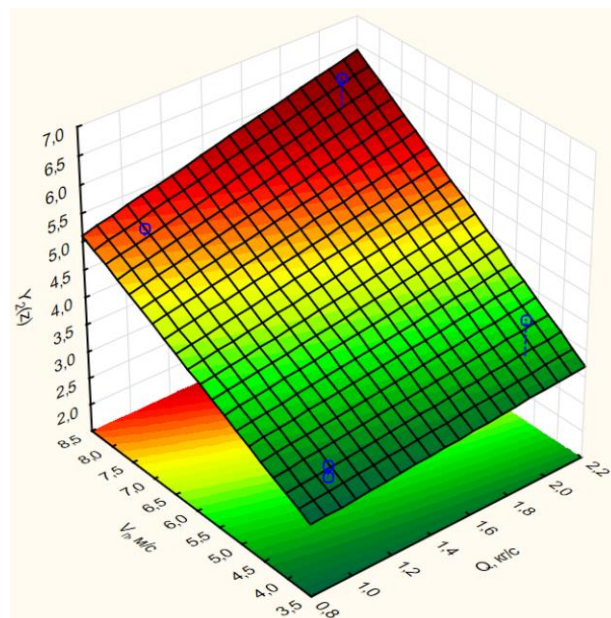


$f(x_2x_3)$

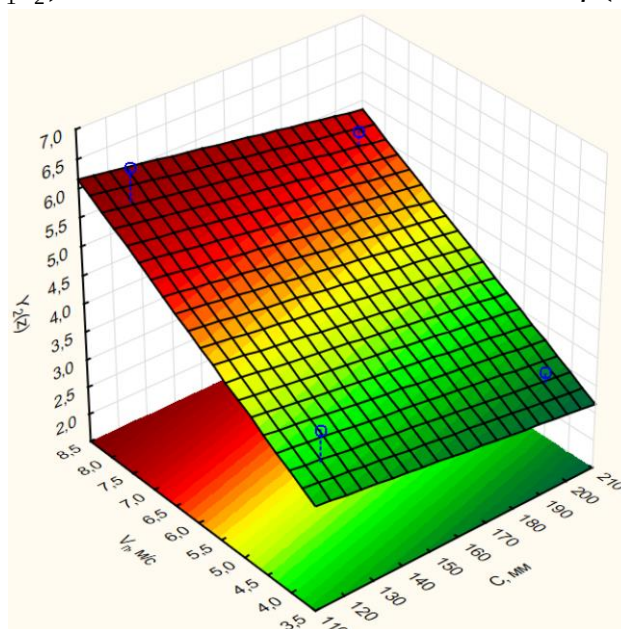
Рис. 11. Тривимірні графіки попарного впливу факторів на ефективність очищення під час очищення насіння гірчиці зерноочисною машиною АСХ-5



$f(x_1x_2)$



$f(x_1x_3)$



$f(x_2x_3)$

Рис. 11. Тривимірні графіки попарного впливу факторів на чіткість сепарації під час очищення насіння гірчиці зерноочисною машиною АСХ-5

Підсумовуючи результати експериментальних досліджень можна констатувати, що за умов раціонального підбору рівнів факторів можна досягти зерноочисною машиною АСХ-5 ефективності очищення насіння гірчиці на рівні 66...70% при чіткості сепарації не більше 3,5...4,6%, що цілком задовольняє чинні агротехнічні вимоги до повітряного очищення насіннєвих сумішей. Таких показників можна досягти за умови, якщо подача

насіння гірчиці на очищення в ПСК дорівнює $Q = 1,3 \dots 1,4$ кг/с, що відповідає загальній продуктивності агрегату $4,5 \dots 5$ т/год; глибині пневмоканалу $C = 145 \dots 155$ мм та швидкості повітряного потоку в ПСК на рівні $V_n \approx 6,0$ м/с.

4. Охорона праці

При роботі на зерноочисних машинах повітряного типу одним із найбільш шкідливих факторів, які супроводжують процес очищення зерна а насіння є пил. З метою захисту працівників і обслуговуючого персоналу від шкідливої дії пилу всі працюючі мають забезпечуватися засобами індивідуального захисту, такими як респіратор ТУ 1622, У-2К або хоча б марлевою пов'язкою. Приміщення де відбувається повітряне очищення зерносумішей має бути обладнане справною і працюючою в процесі реалізації технологічного процесу системи вентиляції.

Проводяться і певні заходи для зниження рівня шуму в зоні роботи зерноочисної машини. Серед таких заходів можна виділити наступні:

- З метою зниження шуму всі робочі органи зерноочисної машини, які можливо мають бути змащеними, до того ж всі елементи, які є джерелами шуму мають бути встановленими на пружні прокладки, які призначені для подавлення шуму;
- на зерноочисній машині кожну із зон, де під час роботи рівень шуму досягає 80 дБа і більше встановлюються позначки спеціальними знаками безпеки за ГОСТ 12.4.026. перебувати в цих зонах можна лише із берушами.

Під час роботи із зерноочисною машиною на корпусі агрегату наносяться написи, такі як: «Перед початком завантаження включити вентилятор», «Відкрито», «Закрито», «Обслуговування і ремонт виконувати при відключених рубильниках» тощо.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

На захисних огородженнях механізмів передач, електродвигуні, інших швидкообертаючих елементах наносяться стрілки, які показують напрям обертання кольором контрастним до кольору зерноочисної машини.

З метою обслуговування зерноочисного агрегату в зоні пневмосистеми, приймального та випускного патрубків, осадового пристрою виготовляються спеціальні вікна для обслуговування та очищення систем від залишків зернового матеріалу.

Вимикач зерноочисної машини має бути встановленим біля завантажувального механізму, а саме підключення має бути таким, щоб під час відкриття ЗОМ агрегат автоматично обезструмлювався, а сам технологічний процес завантаження і очищення повністю зупинявся. Це дозволяє знизити ймовірність пошкодження організму працюючого чи обслуговуючого персоналу.

Шафа керування зерноочисною машиною повинна замикатися на ключ. На внутрішній стороні дверцяти шафи керування має бути зображена електрична схема ЗОМ. На шафі розміщується і стандартний знак робочої напруги зерноочисної машини.

Сповіщення початку роботи зерноочисного агрегату і закінчення роботи здійснюється спеціальним звуковим сигналом. Для подачі звукового сигналу на зерноочисній машині встановлюється звукова сирена СС-143 220 В 50 Гц, яка відповідає ТУ25-00.1044. Для безпеки роботи електрообладнання захищається додатковим температурним захистом УВТЗ-5. Такий захист забезпечує повну зупинку подачі струму на зерноочисну машину, коли має місце понаднормове підвищення температури.

Вся шафа керування ЗОМ має бути пило- та вологозахищеною. Це дозволяє уникнути потрапляння вологи і пилу на струмопровідні частини ЗОМ.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічна частина

Під час виконання дипломної роботи проведено оцінку існуючої технології вирощування гірчиці в базовому господарстві. Було запропоновано на етапі післязбирального очищення зібраного врожаю цієї культури очищення гірчиці від домішок проводити повітряною зерноочисною машиною АСХ-5. Внесені певні зміни в конструкцію запропонованого зерноочисного агрегату, що дозволяють розширити діапазон регулювання швидкостей повітряного потоку та обґрунтовано окремі раціональні параметри пневмосистеми ЗОМ АСХ-5.

Загальний розрахунок економічної ефективності запропонованих розробок проводився за стандартною методикою. Результати розрахунку наведено в таблиці 3.

Таким чином, проведені вдосконалення в технології вирощування гірчиці та модернізація зерноочисної машини АСХ-5 дає змогу знизити собівартість очищення насіння гірчиці в господарських умовах на 39,6%. Вказані зміни і рекомендації дозволяють досягти річного економічного ефекту від впровадження вдосконаленої технології вирощування гірчиці в умовах господарства близько 36282,5 грн. Крім того, слід зазначити, що якісне очищення гірчиці запропонованим зерноочисним агрегатом дозволяє отримати ще й додатковий дохід від реалізації більш якісного збіжжя на рівні 174300 грн. Вказані обґрунтування доводять економічну доцільність впровадження даних розробок у виробництво.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Таблиця 3

Техніко-економічні показники ефективності вдосконалення технології
вирощування гірчиці з її очищенням ЗОМ АСХ-5

Показник	Одиниця вимі- рювання	Технології		Відхилення	
		Проектна	Базова	+, -	%
1	2	3	4	5	6
Продуктивність повітряного сепаратора	т/год	5	3	+2	66
Загальний врожай гірчиці	т	90	90	-	-
Собівартість операцій після-збирального очищення гірчиці	грн.	5450	7612	-2162	-39,6
Питома собівартість	грн./т	90,83	126,87	-36,04	-39,6
Річна економія витрат господарства	грн.		5476,6		
Річний економічний ефект від впровадження технології	грн.		36282,5		
Додатковий дохід від підвищення якості гірчиці	грн.		174300		

6. Висновок

В ході виконання дипломної роботи проаналізовано базову технологію вирощування гірчиці, яка тривалий час реалізовувалася в господарстві. Проведено аналіз окремих етапів технології, що потребують вдосконалення. Встановлено, що достатньо проблемною і загрозливою для зібраного збіжжя залишається ланка післязбирального очищення насіння гірчиці. В роботі доведено, що найбільш доцільно проводити оперативне післязбиральне очищення насіння гірчиці зерноочисними машинами повітряного типу, наприклад такими як ЗОМ АСХ. Проведені основні технологічні розрахунки зерноочисної машини АСХ-5 при її роботі на очищенні насіння гірчиці в умовах базового господарства. Наведені заходи по налаштуванню запропонованого зерноочисного обладнання, підготовки робочого місця та проведення оцінки якості очищення врожаю.

В науковій частині роботи вивчено конструкцію ЗОМ АСХ-5, описано процес роботи та основні налаштування такого зерноочисного обладнання. Проведено розрахунок основних технологічних, кінематичних та енергетичних параметрів роботи зерноочисної машини АСХ-5. Розраховано параметри пневмосистеми агрегату, обґрунтовано конструкцію вентилятора, шнеку домішок та механізму клинопасового варіатора механічного типу, що дозволяє проводити безступінчасте регулювання частоти обертання джерела повітряного потоку ЗОМ та шнеку легких домішок. Керуючись методикою планування багатofакторного експерименту проведені експериментальні дослідження впливу ряду факторів на ефект очистки та чіткість сепарації ЗОМ під час очищення насіння гірчиці. Доведено, що зерноочисна машина АСХ-5 при раціональному підборі окремих факторів дозволяє досягти ефективності очищення насіння гірчиці на рівні 66...70% при чіткості сепарації не більше 3,5...4,6%. Таких показників можна досягти за умови, якщо подача насіння гірчиці на очищення в ПСК дорівнює $Q = 1,3...1,4$ кг/с, що відповідає загальній продуктивності агрегату 4,5...5 т/год; глибині пневмоканалу $C = 145...155$ мм та швидкості повітряного потоку в ПСК на рівні $V_n \approx 6,0$ м/с.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Список використаної літератури

1. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навчальний посібник / А.О. Рожков, Е.М. Огурцов, А.М. Свиридов та ін.; за ред. А.О. Рожкова. – Х.: Майдан, 2016. – 550 с.
2. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
3. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
4. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / Бондаренко М.Г., Демещук В.А. – К.: Вища школа, 1995. – 237 с.
5. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
6. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2009. – 284 с.
7. Вишнівський П. С. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами /В. Ф. Сайко та ін.; за ред. П. С. Вишнівського. Київ, 2011. 76 с.
8. Технічні культури. Практикум: навчальний посібник /за ред. А. В. Мельника, В. І. Троценка та ін. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 384 с.
9. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
10. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

11. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
12. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.: За ред.. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
13. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 800 с.
14. Технологія виробництва продукції рослинництва: навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
15. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
16. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
17. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
18. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
19. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера / За ред. В.Д. Гречкосія. – 2-е вид., перероб. і доповнене. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.

20. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / за ред. Черновола М.І. – К.; Фенікс, 2007. – 432 с.
21. Nesterenko A.V. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding / Аналітична оцінка якості пневмосепарації при багаторівневому введенні / Nesterenko A.V., Leshchenko S.M., Vasylovskyi O.M., Petrenko D.I. // INMATEH – Agricultural Engineering. Sep-Dec. – Bucharest / Romania, 2017. – Vol. 53, No 3. – p. 65-70.
22. Васильковський М.І. Обґрунтування основних параметрів замкненої двохступеневої пневмосепаруючої системи ЗОМ / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 59 – С. 177–186.
23. Сенчук М.М. Насіннеочисні машини: навчально-методичний посібник для самостійної роботи та лабораторно-практичних занять за кредитно-модульною системою навчання студентів агробіотехнологічного факультету / Сенчук М. М., Демещук В. А. – Біла Церква, 2015. – 195 с.
24. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
25. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
26. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
27. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том. 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора. Монографія /

					ВГДЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- В.М. Сало, С.М. Мороз, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко – Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф., 2014 – 108 с.
28. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
 29. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки: Навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. – Харків: Мачулін, 2019. – 164 с.
 30. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
 31. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
 32. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці в галузі сільського господарства: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2009. – 365 с.
 33. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

Вдосконалення технології вирощування гірчиці з дослідженням зерноочисної машини

Виконав: ст. гр. АІ-22М(1,4) Мажаєв Антон Вікторович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

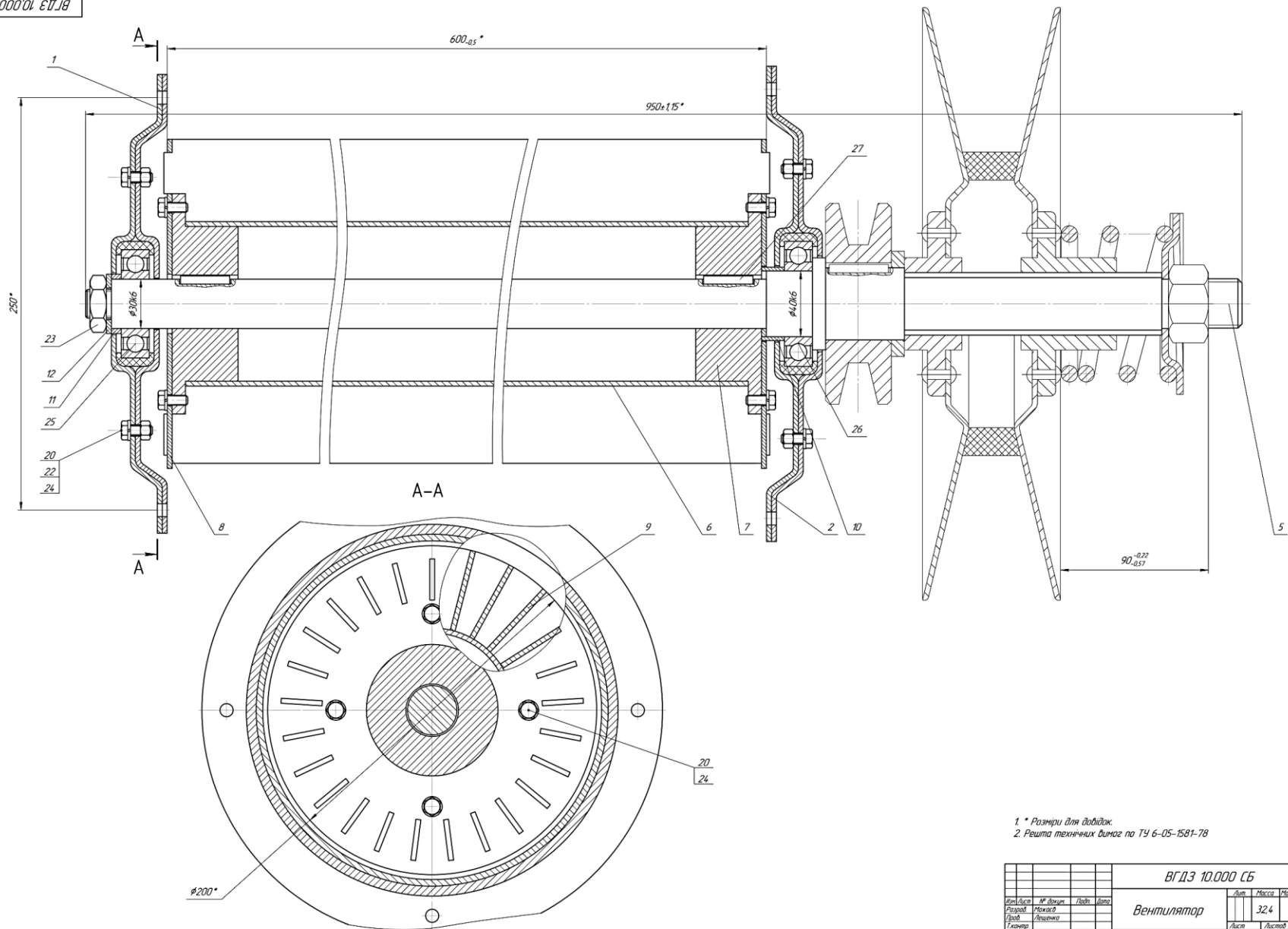
Кропивницький, 2024 р.

BF 03 00001 T4

Операційно-технологічна карта на очистку гірчиці

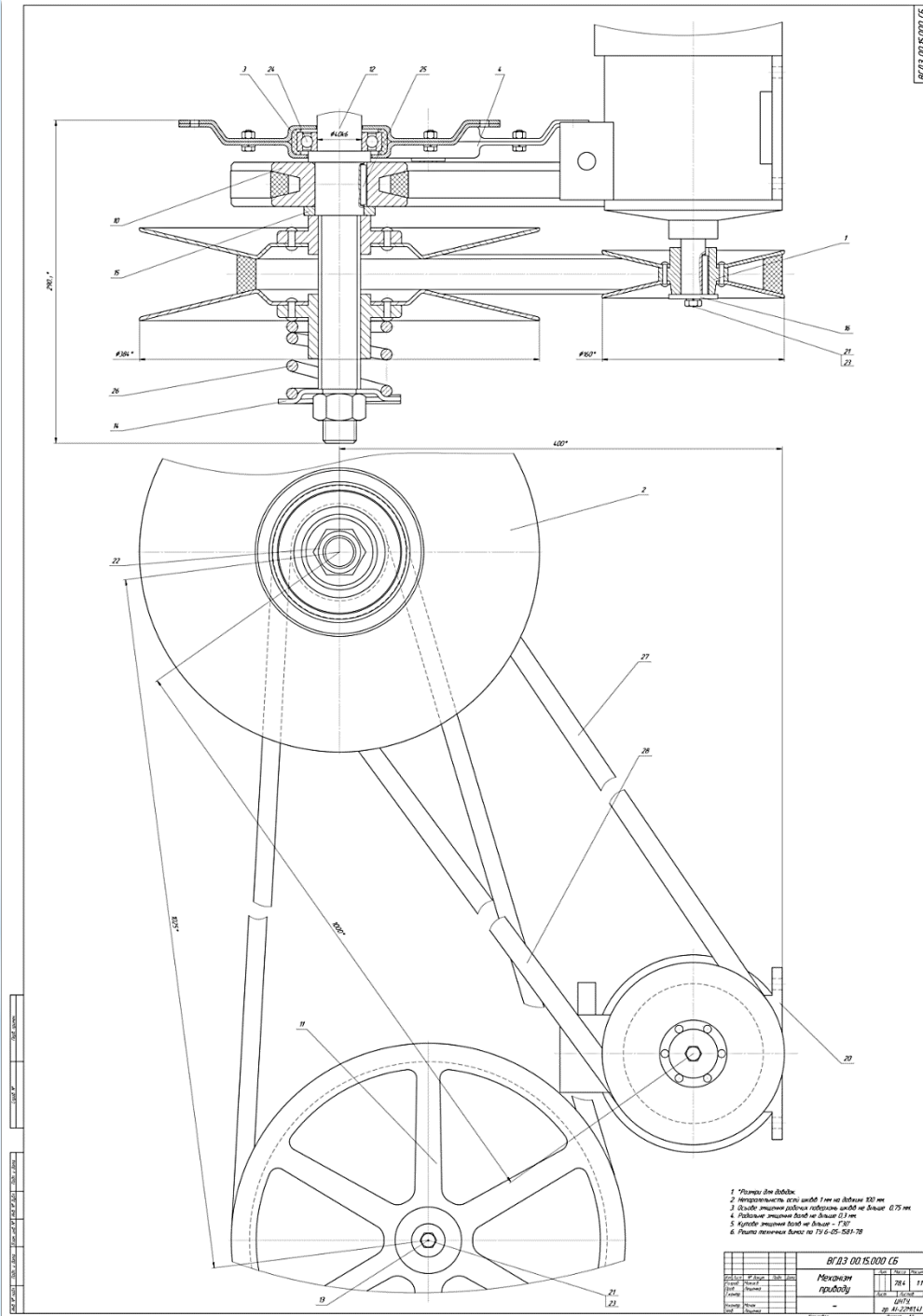
[illegible]

Вдосконалений вентилятор



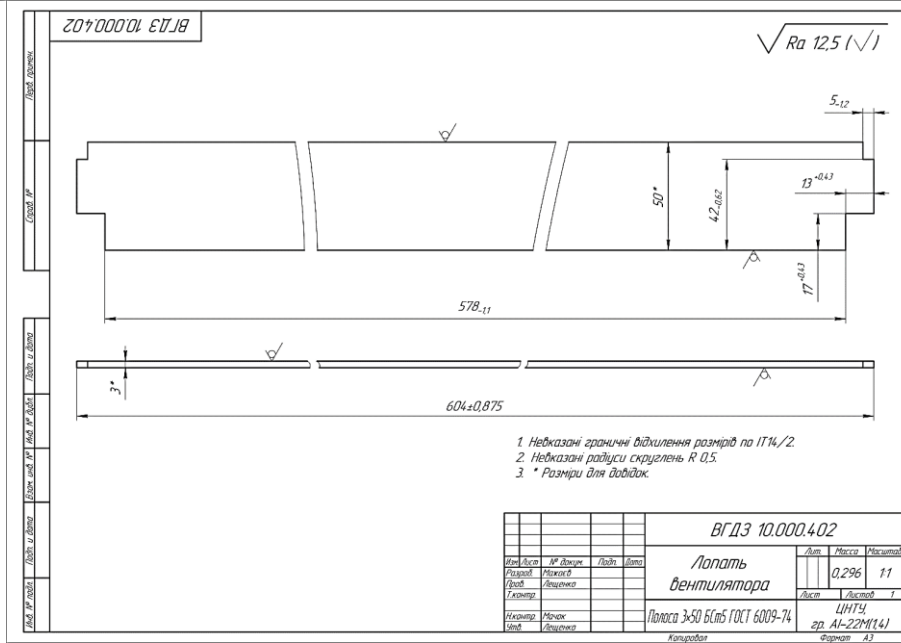
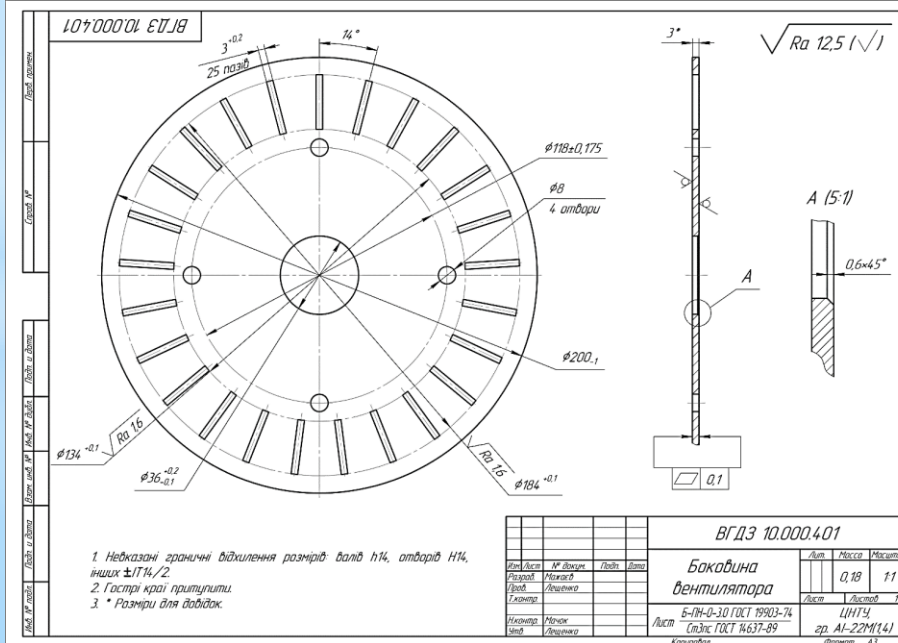
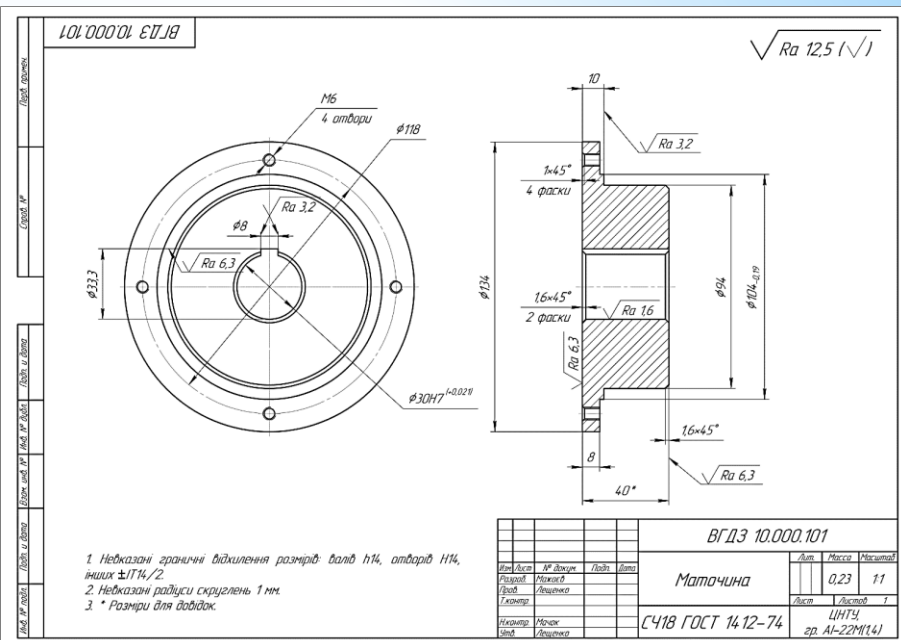
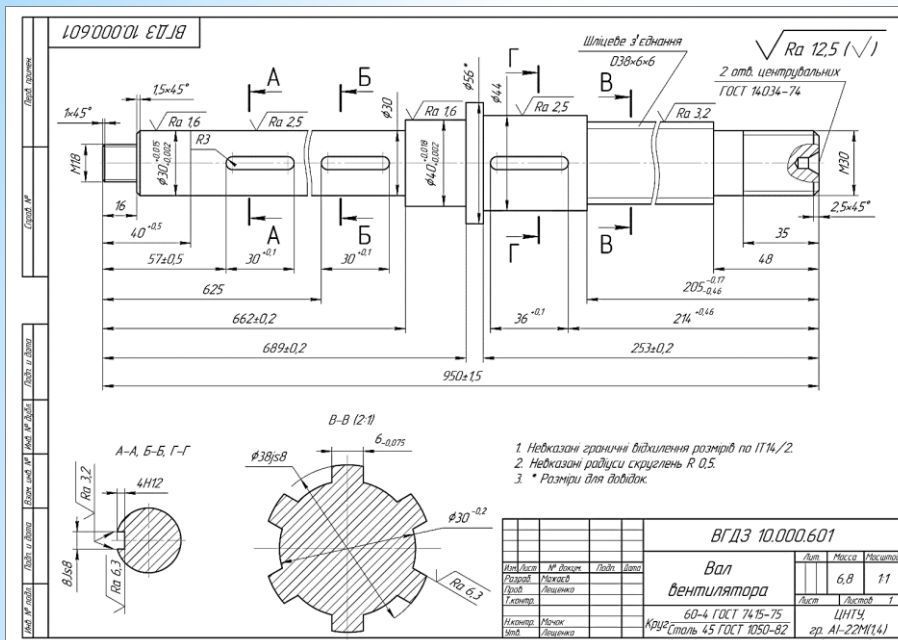
1. * Розміри для довідок.
2. Решта технічних вимог по ТУ 6-05-1581-78

[illegible]



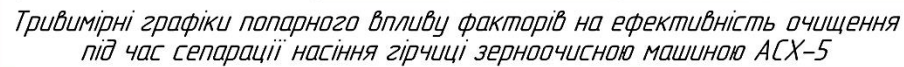
Вдосконалений механізм приводу

Деталювання вдосконалених елементів ЗОМ



85703 00001 H4

Наукові результати досліджень



					ВГДЗ 00.001 НЧ			
доп. доп.	В. доп.	Год	Мес		Результаты наблюдений досліджень	Авт	Мес	Мес
Людвиг	Людвиг						-	-
Людвиг	Людвиг					Авт	Людвиг	
Людвиг	Людвиг							
Людвиг	Мес				-	ИЧТ гр. АІ-22МІ4.		
Людвиг	Людвиг							

Дякую за увагу!