Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології протруювання насіння з розробкою пристрою для дозування робочого препарату

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс
спеціальності
208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Дем`янчук А. В. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Бабій А.В. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Сташків М.Я. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Бабій А.В. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль - 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20___ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Дем`янчуку Анатолію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології протруювання насіння з розробкою пристрою для дозування робочого препарату

Керівник роботи Бабій Андрій Васильович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
Затверджені наказом ректора від «*24*» *01* 2024 року № *4/7–62*
2. Термін подання студентом завершеної роботи 24.06.2024
3. Вихідні дані до роботи
Продуктивність машини за годину основного часу 3,0 – 20 т/год, експлуатаційного часу 2,0 – 16 т/год; місткість бака не менше 160 л; подача дозатора 0,5...3,5 л/хв; робоча швидкість 0,7±0,1 м/хв; споживана потужність не більше 10 кВт; приводні паси повинні бути профілю Б.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1. Аналіз відомих технологій протруювання насіння при захисті зернових колосових культур.
2. Рекомендації з підвищення ефективності роботи протруювача.
3. Проєктна частина.
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.
Загальні висновки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Мета і завдання дослідження; Протруювач камерний ПК-20 „Супер". СК; Шнек завантажувальний. СК; Таблиці налагодження; Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз відомих технологій протруювання насіння при захисті зернових колосових культур	6.05.24	
2.	Рекомендації з підвищення ефективності роботи протруювача	26.05.24	
3.	Проєктна частина	6.06.24	
4.	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	16.06.24	
5.	Загальні висновки	22.06.24	
6.	Графічна частина	24.06.24	

Студент _____ Дем`янчук А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Мета і завдання дослідження – провести удосконалення технології протруювання насіння при модернізації системи дозування робочого препарату.

Мета досягається шляхом модернізацій пристрою для дозування робочого препарату протруювача камерного.

Мета реалізовується при вирішенні наступних завдань:

проведено аналіз відомих технологій протруювання насіння при захисті зернових колосових культур;

обґрунтовано параметри дозуючого пристрою протруювача;

розроблено алгоритм технологічного налагодження протруювача;

розраховано основні параметри завантажувального шнека-змішувача;

розраховано привод завантажувального шнека-змішувача;

визначено потужність та параметри приводу вивантажувального шнека.

Об'єктом дослідження є технологічний протруювання насіння.

Предмет дослідження є система протруювання насіння.

Практичне значення – розроблено алгоритм технологічного налагодження протруювача та розраховано основні його параметри.

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, використаної літератури та додатків.

Ключові слова. Протруювач, технологічний процес протруювання, привод, система протруювання, дозуючий пристрій.

ЗМІСТ

ВСТУП 5

1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ ПРИ ЗАХИСТІ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР 6

1.1 Найбільш поширені хвороби зернових колосових культур 6

1.2 Фітосанітарний стан зернових культур в Україні 20

1.3 Огляд конструкцій протруювачів 24

1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра 28

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРОТРУЮВАЧА 30

2.1 Загальні відомості про базову конструкцію протруювача 30

2.2 Обґрунтування параметрів дозуючого пристрою протруювача 33

2.3 Алгоритм технологічного налагодження протруювача 37

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА 45

3.1 Розрахунок основних параметрів завантажувального шнека-змішувача 45

3.2 Розрахунок приводу завантажувального шнека-змішувача 52

3.3. Визначення потужності та параметрів приводу вивантажувального шнека .. 59

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 63

4.1 Основні небезпеки для людини при роботі з протруювачем 63

4.2 Основні засади охорони праці при підготовці насіння через протруювання .. 64

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 68

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 70

ДОДАТКИ 74

ВСТУП

Підвищення ефективності використання протруювача при обробці зернових культур можна досягти шляхом оптимізації ряду ключових параметрів і процедур. На початку, важливим кроком є точне дозування протруювача, що дозволяє мінімізувати витрати і забезпечує рівномірне покриття насіння. Використання сучасного обладнання для протруювання, яке забезпечує автоматичне регулювання дозування та рівномірне розподілення хімікатів, сприяє підвищенню ефективності процесу.

Другим аспектом є вибір самого протруювача. Необхідно враховувати специфіку культури і основні загрози для неї в конкретному агрокліматичному регіоні. Обрання більш цільового, високоефективного протруювача, який бореться з основними шкідниками або захворюваннями, може значно знизити витрати і збільшити врожайність.

Також важливим є проведення передпосівної обробки насіння у сприятливих умовах. Вологість і температура можуть вплинути на ефективність протруювача, тому обробку варто проводити в умовах, які максимально сприяють адгезії протруювача до насіння і його активації.

Нарешті, залучення агрономічних консультантів для точного планування і аналізу результатів може допомогти адаптувати техніку протруювання до місцевих умов і специфіки культур. Це дозволить не тільки покращити ефективність використання протруювача, але й забезпечити більш стабільний ріст і розвиток рослин, що в кінцевому підсумку призведе до збільшення врожайності і поліпшення якості зерна.

.

1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ ПРИ ЗАХИСТІ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР

1.1 Найбільш поширені хвороби зернових колосових культур

Зернові колосові культури, як важливий компонент аграрного сектора, часто зазнають нападів різноманітних хвороб, багато з яких мають паразитарне походження. Основними збудниками таких хвороб є гриби, проте значну роль відіграють також бактерії, віруси, мікоплазми та нематоди. В середньому, зараження зернових колосових може призводити до втрат урожаю від 12 до 18%. Однак, у роки масових спалахів, відомих як епіфітотії, втрати можуть складати 25–50% або навіть більше, що суттєво впливає на аграрну продуктивність.

Одним з найпоширеніших захворювань, що атакують ці культури, є тверда сажка, яка особливо небезпечна через свою швидку здатність поширюватися та високий рівень ураження рослин.

Тверда сажка викликається базидіальними грибами і є особливо шкідливою для пшениці, жита та ячменю. Вона відома своєю здатністю вражати колос, при цьому замість нормального зерна утворюються мішечки, наповнені чорною масою теліоспор. Ці спори є дуже стійкими до навколишніх умов і можуть залишатися життєздатними в ґрунті протягом тривалого часу, що ускладнює боротьбу з хворобою.

При видаленні заражених колосів та обмолоті, теліоспори розпорошуються та потрапляють на здорові ділянки, що спричинює подальше поширення інфекції. Це означає, що необхідно застосовувати комплексні заходи контролю, включаючи використання резистентних сортів, хімічний захист у вигляді фунгіцидів, а також суворе дотримання агротехнічних заходів.

Агротехнічні заходи включають ротацію культур, яка допомагає зменшити кількість патогенів у ґрунті, вибір оптимальних строків сівби та

збирання врожаю, що мінімізує ризик розвитку хвороби, а також належне управління рослинними залишками. Крім того, важливим є застосування сертифікованого, здорового посівного матеріалу.

Науковці також працюють над розробкою нових резистентних сортів злаків, що можуть краще протистояти твердій сажці. Використання сучасних біотехнологій і генетичної інженерії відкриває нові можливості для створення сортів, здатних ефективно протистояти не тільки цій, але й іншим подібним інфекціям.

Летюча сажка – це захворювання злаків, спричинене базидіальними грибами, такими як Ustilago nuda на ячмені, U. tritici на пшениці, та U. vavilovi на житі. Ця хвороба широко розповсюджена у всіх аграрних зонах, де вирощують ці культури, і вона може нанести серйозну шкоду врожаю, особливо посівам ячменю.

Захворювання найбільш помітне під час виколошування. У цей період у пшениці та ячмені майже всі частини колоса, окрім стрижнів, трансформуються в рихлу чорну спорову масу ще до того, як вони вийдуть з піхви листка. Спочатку уражені колоси покриті тонкою прозорою оболонкою, крізь яку видно чорну масу теліоспор. Згодом ця оболонка руйнується, і теліоспори починають розпорошуватися, що сприяє поширенню інфекції.

На житі хвороба зазвичай локалізується в нижній частині колоса, де утворюється рихла чорна спорова маса, яка погано розпорошується. Водночас, верхня частина колоса може зберігати здоровий зовнішній вигляд, але не утворює зерна.

Управління цією хворобою вимагає застосування інтегрованих підходів, включаючи використання стійких сортів, ротацію культур для уникнення постійного зараження однією та тією ж культурою на одному полі, а також застосування фунгіцидів у разі потреби. Особливо важливо слідкувати за агротехнічними методами управління, що включає правильне внесення добрив та збирання врожаю в оптимальні терміни для мінімізації ризику розвитку хвороби.

Стеблова сажка – це хвороба, яка атакує пшеницю та жито, викликається базидіальними грибами. Основними збудниками є Urocystis tritici для пшениці та U. occulta для жита. Захворювання має виразний регіональний розподіл: воно поширене серед посівів жита у всіх районах його вирощування, тоді як для пшениці осередки зосереджені, зокрема в Криму.

Хвороба проявляється на стеблах, листках і піхвах у вигляді довгастих опуклих смуг, які спочатку мають зеленуватий відтінок, але згодом набувають свинцево-синього кольору. Це зумовлено накопиченням темної маси теліоспор, які утворюються в спорокупках і виступають через тріщини в епідермісі.

Інфіковані рослини відстають у рості, і на місці здорових колосків та зерен формується деформована маса тканин. Це не лише знижує урожайність, а й погіршує якість зерна, що може мати негативний вплив на подальше використання врожаю, особливо у харчовій промисловості та для насіннєвого матеріалу.

Ефективний контроль за хворобою вимагає вживання комплексних заходів, зокрема обережного моніторингу посівів на наявність симптомів, застосування фунгіцидів для запобігання розповсюдженню інфекції, а також ротації культур, щоб уникнути повторного зараження з ґрунту. Важливим аспектом є також використання здорового насіння та знищення заражених рослинних решток для мінімізації джерел інфекції.

Карликова сажка пшениці, викликана грибом Tilletia controversa Kuehn, є специфічним захворюванням, яке вражає переважно озиму пшеницю та деякі види дикорослих злаків, за винятком пирію. Ця хвороба не спостерігається на ярій пшениці і особливо активна в західних областях України.

Теліоспори гриба мають кулясту форму з діаметром від 19 до 27 мікрон, коричневу оболонку з чітко вираженою сітчастістю. Ці спори можуть зберігати життєздатність протягом 7-9 років, що значно ускладнює боротьбу з поширенням хвороби.

На відміну від твердої сажки, яка викликає подібні зовнішні симптоми, карликова сажка має відмінні біологічні та екологічні характеристики.

Основними зовнішніми проявами є ураження рослин, які призводять до значного кущіння і зменшення висоти стебел, що надає рослинам карликового вигляду. Часто уражені колоси залишаються прихованими всередині піхв верхніх листків і не досягають нормального розвитку, що робить їх менш помітними.

Ефективне управління карликовою сажкою вимагає застосування стійких сортів пшениці, використання сертифікованого здорового посівного матеріалу, ретельного дотримання сівозміни та своєчасного застосування фунгіцидів для мінімізації ризику зараження. Крім того, важливо проводити систематичний моніторинг полів для раннього виявлення ознак хвороби та запобігання її поширенню.

Бура листкова іржа пшениці, яку викликає дводомний гриб Puccinia recondita f. sp. tritici (також відомий як P. triticina Erikss.), є широко поширеною, особливо в регіонах Лісостепу та Полісся, а також у степовій зоні в умовах зрошення. Це захворювання найчастіше атакує листя пшениці, хоча може також вражати листкові піхви та стебла.

На початковій стадії хвороби на верхній стороні листків формуються розсіяні іржасто-бурі урединії. Ці структури згодом розривають епідерміс, вивільняючи урединіоспори, які можуть розповсюджуватися вітром або краплями дощу. Приблизно через 10–15 днів під епідермісом формуються теліопустули чорного кольору, заповнені теліоспорами, що сприяє подальшому поширенню інфекції.

Збудник бурої іржі характеризується значною варіабельністю у вірулентності та агресивності, що ускладнює боротьбу з хворобою. В Україні наразі ідентифіковано понад 200 рас цього гриба, кожна з яких може мати різну резистентність до наявних фунгіцидів та варіювати за здатністю атакувати певні сорти пшениці.

Контроль за розвитком бурої іржі включає ряд заходів, зокрема використання резистентних сортів пшениці, своєчасне виявлення та обробка посівів фунгіцидами, а також агротехнічні заходи, такі як обертання культур та

підтримка оптимального стану рослин, щоб мінімізувати стреси, які можуть сприяти розвитку інфекції.

Бура іржа жита, спричинена дводомним базидіальним грибом Puccinia dispersa Erikss. et Henn., є поширеним захворюванням серед злаків, зокрема жита та деяких дикорослих злаків. Цей патоген проходить частину свого розвиткового циклу на проміжних господарях, таких як воловик (Anchusa L.) та кривоцвіт (Lycopsis L.), де формує еціальні та спермогоніальні стадії.

Захворювання виявляється на листках і листкових піхвах жита у вигляді дрібних іржасто-бурих урединій. З плином часу, зазвичай на нижньому боці листка, утворюються темно-бурі теліопустули, які містять теліоспори. Урединіоспори цього патогена характеризуються одноклітинною структурою, кулястою або еліпсоподібною формою, буруватим кольором з шипуватою оболонкою, розміром приблизно 20–28 на 17–22 мікрометри. Теліоспори мають булавоподібну двоклітинну структуру, розмірами 37–80 на 14–28 мікрометри та короткими, майже безбарвними ніжками.

Ефективне керування бурою іржею жита вимагає регулярного моніторингу поля для раннього виявлення симптомів, а також застосування фунгіцидів для контролю інфекції. Важливим є також здійснення агротехнічних заходів, таких як обертання культур та знищення післяжнивних решток, що сприяє зменшенню кількості патогену в ґрунті.

Лінійна або стеблова іржа злаків, спричинена дводомним грибом Puccinia graminis, є значним захворюванням, яке вражає пшеницю, жито та ячмінь. Цей патоген проявляє високу генетичну різноманітність з понад 300 відомими фізіологічними расами, що робить його особливо адаптивним та здатним до швидких мутацій, ускладнюючи боротьбу з іржею.

Збудник стеблової іржі має різні форми спеціалізації: Puccinia graminis f. sp. tritici на пшениці, P. graminis f. sp. secalis на житі, і P. graminis f. sp. tritici на ячмені, що дозволяє йому вражати різні господарі. Захворювання поширене у багатьох аграрних регіонах, але особливо активне у західних областях, де воно може нанести значну шкоду врожаю.

Лінійна іржа проявляється на листках, піхвах, стеблах, остюках та колосових лусочках. Спочатку на цих органах з'являються іржасто-бурі порошисті подушечки урединій, які поступово зливаються у довгасті лінії. Згодом ці урединії трансформуються в чорні випуклі телії, які можуть також об'єднуватися в суцільні лінії та є характерними для закінчення вегетаційного періоду.

Контроль за стебловою іржею включає інтегровані стратегії, такі як використання резистентних сортів злаків, своєчасне застосування фунгіцидів, та агротехнічні практики, що знижують ймовірність інфекції. Зокрема, ротація культур та ретельне управління післяжнивними рештками можуть значно зменшити кількість патогенів у полях, що сприятиме зниженню рівня зараження.

Карликова іржа ячменю, спричинена дводомним грибом Puccinia hordei Otth., відомим також як P. simplex Erikss. et Henn., є широко поширеним захворюванням у регіонах вирощування ячменю. Цей гриб проходить урединіо- та теліостадії безпосередньо на ячмені, тоді як спермогонії та ецій розвиваються на рослинах рясту, що є його проміжними господарями.

Інфекція стає видимою на листках та їх піхвах, де спочатку утворюються дрібні, хаотично розміщені урединії. З часом, на нижньому боці листків і листкових піхв, під епідермісом формуються дрібні чорні теліопустули, що є ознакою подальшого розвитку гриба.

Карликова іржа може значно впливати на продуктивність ячменю, зменшуючи якість та кількість зерна. До зменшення шкідливості захворювання сприяє використання резистентних сортів ячменю, а також своєчасне застосування фунгіцидів для контролю грибкових спор. Також важливим заходом є знищення рясту як проміжного господаря, що може зменшити ризик розповсюдження інфекції.

Звичайна коренева гниль, викликана грибом Bipolaris sorokiniana (відомим також під старими назвами Helminthosporium sativum чи Drechslera sorokiniana), є розповсюдженим захворюванням, особливо небезпечним у

степовій зоні та Лісостепу, особливо під час посушливих років. Ця хвороба найчастіше вражає яру пшеницю і ярий ячмінь, а також інші культури зернових колосових та дикорослі злаки.

Хвороба проявляється на ранніх етапах розвитку рослин, коли проростки можуть побуріти та деформуватися, часто гинучи ще до пробивання колеоптиля через поверхню ґрунту. Вже на стадії сходів на піхвах нижніх листків починають формуватися бурі смуги та плями. Під час фази виходу в трубку можна спостерігати побуріння вузлів кущення, і в разі серйозного ураження – побуріння першого надземного міжвузля.

Для боротьби з цією хворобою важливо вживати комплекс заходів, зокрема ротацію культур, щоб запобігти накопиченню патогенів у ґрунті, використання здорового, неінфікованого посівного матеріалу, та застосування фунгіцидів для обробки насіння та рослин на ранніх етапах розвитку. Важливо також підтримувати оптимальний водний та поживний режими для зміцнення рослин і зниження їх сприйнятливості до хвороб.

Фузаріозна коренева гниль є одним з найбільш небезпечних захворювань, що вражає зернові колосові культури, і її викликають декілька видів грибів роду Fusarium, включно з F. culmorum, F. graminearum, F. gibbosum, F. oxysporum, та F. solani. Це захворювання має широкий географічний розповсюдження і може спричинити гибель молодих рослин.

Типові симптоми фузаріозної кореневої гнилі включають побуріння первинних і вторинних коренів, підземних міжвузлів, і основи стебла. Під час вологих погодних умов на уражених частинах рослин часто утворюється рожевий наліт, який свідчить про активне розмноження грибів. Склад збудників фузаріозних кореневих гнилей залежить від місцевих ґрунтово-кліматичних умов та від того, які культури раніше вирощувались на даній ділянці.

Для боротьби з фузаріозною кореневою гниллю важливо використовувати комплексний підхід. Зокрема, ефективними методами є ротація культур, що допомагає зменшити кількість патогенів у ґрунті, використання резистентних сортів зернових, та своєчасне застосування

фунгіцидів для обробки насіння та молодих рослин. Також важливо підтримувати оптимальні агрономічні умови, зокрема забезпечувати належний дренаж поля, щоб запобігти надмірному зволоженню, яке сприяє розвитку грибів.

Церкоспорильозна гниль, також відома як очкова плямистість, спричинена грибом Pseudocercosporella herpotrichoides (раніше відомим як Cercosporella herpotrichoides), є одним із серйозних захворювань, що вражає зернові колосові культури. Це захворювання особливо розповсюджене в умовах Полісся, Західного і Центрального Лісостепу, а також у Степовій зоні, де часто використовуються зрошувальні системи.

Церкоспорильоз впливає на пшеницю, ячмінь, та жито, проявляючись переважно на нижніх частинах рослин. Хвороба ініціює процеси, які ведуть до почорніння коріння, підземних міжвузлів і базальної частини стебла, що серйозно знижує життєздатність рослин та їхню продуктивність. На більш пізніх стадіях ураження на стеблах та листках формуються довгасті овальні плями з розмитими краями, бурого чи рожевого кольору, які часто оточені темною стромою і можуть мати вигляд "ока", що дало назву "очковій плямистості".

Захворювання може з'являтися також на листкових піхвах, і при сильному ураженні плями можуть повністю оточувати стебло, призводячи до його ламкості та несподіваного вилягання рослин. Це відрізняється від звичайного вилягання від сильного вітру або дощу, яке зазвичай має односторонній характер.

Контроль за церкоспорильозною гниллю включає застосування фунгіцидів, зміну сівозміни для зменшення накопичення патогенів у ґрунті, а також використання резистентних сортів зернових. Також важливе значення має підтримка оптимального водного режиму та уникнення зайвого зволоження полів, що може сприяти розвитку захворювання.

Ризоктоніоз, відомий також під назвою гострооблямівкова плямистість, є захворюванням, що спричиняється грибом Rhynchosporium secalis (Oud) Davis.

Ця хвороба особливо поширена у Степу та південних районах лісостепової зони, вражаючи такі культури, як пшениця, жито та ячмінь.

Характерними ознаками ризоктоніозу є поява на рослинах подовжених, гостроверхівкових плям, які мають чорно-буру облямівку. В центрі цих плям утворюється світло-сіра зона, де формуються мікросклероції – дрібні тверді структури, що відіграють роль у зимівлі гриба. Склероції, основне джерело інфекції, можуть залишатися в ґрунті в стані спокою до п'яти років, що робить боротьбу з цією хворобою особливо складною.

Факторами, що сприяють розвитку ризоктоніозу, є тривалі періоди сухої та холодної погоди особливо восени та навесні. Утворення ґрунтової кірки також може сприяти збереженню інфекції та забезпечувати умови для її розповсюдження.

Шкідливість ризоктоніозу проявляється в загальному зниженні продуктивності посівів: рослини вилягають, страждає якість зерна, знижується його товарний вигляд та вміст корисних речовин. Вирощування стійких сортів, використання відповідних агротехнічних заходів, як-от розпушування ґрунту та відповідне внесення добрив, можуть допомогти зменшити ризик появи та розвитку хвороби. Також ефективним є застосування фунгіцидів у відповідних фазах розвитку рослин для контролю грибкової інфекції.

Борошниста роса, зумовлена діяльністю сумчастого гриба Erysiphe graminis, є одним із найпоширеніших грибкових захворювань, яке уражає зернові колосові культури такі як пшениця, жито, ячмінь, а також дикорослі злаки. Розвиток хвороби особливо інтенсифікується у умовах використання високих та незбалансованих норм азотних добрив, що створює сприятливе середовище для росту та розмноження гриба.

Характерні ознаки борошнистої роси включають появу на листках, листкових піхвах, колоскових лусках та остюках тонкого білого павутиноподібного нальоту, що складається з міцелію гриба, конідій, та конідієносців. Цей наліт із часом стає густішим, перетворюючись на щільні, ватоподібні подушечки борошнистого вигляду. По завершенню вегетаційного

періоду, ці подушечки змінюють колір на жовто-сірий і покриваються дрібними чорними клейстотеціями, які є ознакою сумчастої стадії гриба.

Борошниста роса не лише зменшує асиміляційну поверхню листків, але й спричиняє деградацію хлорофілу, що негативно впливає на процес фотосинтезу і може призводити до зниження урожайності та погіршення якості зерна. Інтенсивний розвиток хвороби може зумовити значні втрати врожаю, особливо в умовах вологої погоди.

Ефективне управління борошнистою росою вимагає комплексного підходу, що включає збалансоване внесення добрив, використання стійких сортів культур, ретельний моніторинг стану рослин, та застосування фунгіцидів для контролю поширення грибка.

Септоріоз та лептосферіоз є значними захворюваннями зернових колосових культур, спричиненими недосконалими грибами з роду Septoria та Leptosphaeria відповідно. Ці хвороби поширені на озимій пшениці, де найбільш розповсюдженими збудниками є S. tritici та S. graminum, що переважно вражають листки та листкові піхви. Крім того, S. nodorum може уражати всі надземні частини рослини, включаючи колосся, що збільшує ризик поширення хвороби.

На житі збудниками септоріозу є кілька видів, зокрема S. secalis, S. secalina, S. graminum, та S. nodorum. Ці патогени можуть спричинити значні ушкодження культур, особливо в умовах сприятливих для їх розвитку.

Особливість хвороб полягає у виявленні в Україні паразитування сумчастої стадії збудників септоріозу, належних до роду Leptosphaeria. Ці сумкоспори стають додатковим джерелом інфекції, що може ускладнити боротьбу з захворюванням. Втім, основна роль у зараженні та перезараженні рослин відіграють пікноспори, які розповсюджуються в умовах вологи.

Заходи боротьби з септоріозом і лептосферіозом включають застосування системних фунгіцидів, підтримку оптимального рівня агротехніки, та обрання стійких сортів культур. Також важливим є моніторинг погодних умов та регулювання використання азотних добрив, щоб зменшити ризик

інтенсифікації хвороби.

Аскохітоз, спричинений грибом Ascochyta hordei, є широко поширеним захворюванням серед зернових культур, особливо активним у теплу погоду з частими опадами. Цей гриб вражає пшеницю, ячмінь та жито, проявляючись у формі різноманітних симптомів на листових покривах цих рослин.

На листках спочатку з'являються дрібні, округлі, сірі плями, які з часом можуть зливатися, утворюючи більші уражені ділянки, що покривають значну частину листкової пластини. На житі ці плями часто мають жовтий колір із темно-коричневою облямівкою, що надає їм особливо помітний вигляд. На уражених тканинах формуються чорні пікніди – маленькі структури, які виробляють спори, що слугують засобом розповсюдження хвороби.

Аскохітоз може значно знижувати фотосинтетичну ефективність листя, що негативно впливає на загальну продуктивність і якість зерна. При сильному ураженні рослини можуть передчасно засихати, що призводить до скорочення вегетаційного періоду та зниження урожайності.

Для контролю аскохітозу рекомендується застосування фунгіцидів, особливо у періоди високої вологості, а також ретельний моніторинг стану посівів для раннього виявлення симптомів. Важливим є також дотримання агротехнічних заходів, таких як обертання культур та уникнення надмірного застосування азотних добрив, що може сприяти розвитку хвороби.

Темно-бура плямистість є одним зі значних захворювань, що вражає зернові колосові культури, такі як пшениця, жито, та ячмінь. Захворювання викликається недосконалими грибами, зокрема Bipolaris sorokiniana, який вражає ячмінь та жито, та Drechslera tritici-repentis, який особливо шкідливий для жита та пшениці. Ці патогени здатні пристосовуватися до різних кліматичних умов, що робить захворювання поширеним майже повсюди, особливо в умовах теплого та дощового літа.

Характерні ознаки темно-бурої плямистості включають формування жовто-бурих, витягнутих вздовж листка плям з темно-бурою облямівкою та світлішим центром. Ці плями також можуть виникати на міжвузлях стебел,

сприяючи їх виляганню, особливо під впливом вітру або важких дощів. Під час вологих погодних умов уражені ділянки покриваються бурим або темно-сірим нальотом, утвореним конідіями гриба, що виділяють спори і сприяють швидкому поширенню інфекції. Стебла, вкриті чорним нальотом міцелію, вказують на активне спороношення гриба, що може вести до подальшого розповсюдження захворювання.

Контроль за темно-бурою плямистістю включає використання фунгіцидів, особливо під час вологих періодів, обертання культур для зменшення навантаження на ґрунт зі спорами грибів, та вибір більш стійких сортів. Також важливо підтримувати оптимальний рівень агротехнічних практик, включаючи збалансоване добриво та регулярний огляд посівів для раннього виявлення симптомів хвороби.

Смугаста плямистість ячменю, зумовлена грибом Drechslera graminea, є значним фітопатологічним викликом, особливо у вологих кліматичних зонах Полісся та Лісостепу. Відома також під назвою Pyrenophora graminea у своїй сумчастій стадії, хвороба проявляється через вплив патогену на фотосинтетичні тканини рослини, що включає листки, піхви листків, стебла та навіть колосся.

Перші симптоми з'являються у вигляді дрібних жовтих плям, які з часом збільшуються, зливаючись в довгі світло-коричневі смуги. Ці смуги мають характерну вузьку пурпурову облямівку, що виділяє їх на загальному фоні зеленого листя. В умовах вологої погоди на уражених ділянках формується темно-сірий наліт, який складається з конідій гриба – репродуктивних структур, що відповідають за поширення інфекції.

Максимальний розвиток хвороби спостерігається у фазі цвітіння та наливання зерна, коли ураження має найсильніші наслідки для продуктивності рослин. Пошкоджені листки можуть підсихати і розщеплюватися, що призводить до їх передчасного опадання, а ураження колоса може вести до формування щуплих зерен, зниження врожайності та якості вирощуваної продукції.

Джерелом інфекції є не тільки рослинні рештки з попередніх урожаїв, а й

уражене насіння. Весняне проростання перитецій з сумками і сумкоспорами на рослинних рештках створює додаткове джерело первинної інфекції на новий вегетаційний сезон.

Управління смугастою плямистістю включає застосування фунгіцидів, особливо під час сприятливих для розвитку патогена умов, сівозміну для зниження кількості інфекційних агентів у ґрунті, та вибір стійких сортів ячменю, які можуть чинити опір цьому захворюванню.

Сітчастий гельмінтоспоріоз, також відомий як сітчаста плямистість ячменю, викликається грибом Drechslera teres і є одним з відомих захворювань, що атакують ячмінь в різних агрокліматичних зонах. Це захворювання вирізняється наявністю бурих овальних плям на листках, які покриті численними поперечними і поздовжніми рисками, створюючи характерний візерунок, що нагадує сітку.

Ці плями, як правило, не зливаються в однорідні смуги, але іноді можуть покриватися темно-сірим нальотом, що є результатом конідіального спороношення гриба. Ця особливість робить симптоми захворювання дуже впізнаваними та дозволяє вчасно діагностувати ураження.

Не тільки листя, але й зернівки ячменю можуть демонструвати видимі ознаки захворювання. На них з'являються світло-бурі плями з дрібним сітчастим візерунком, що впливає на якість зерна і потенційно знижує його товарні характеристики.

Інфекція передається через конідії, які можуть залишатися відпорними на рослинних рештках у ґрунті або на зараженому зерні, що посилює необхідність дотримання правил сівозміни та використання стійких сортів. Раннє виявлення захворювання та своєчасне застосування фунгіцидів можуть допомогти контролювати розповсюдження сітчастої плямистості, зберігаючи продуктивність посівів і якість зерна.

Ринхоспоріоз, відомий також як облямівкова плямистість, є результатом інфекції, спричиненої грибом Rhynchosporium graminicola. Це захворювання є одним з найбільш розповсюджених серед зернових колосових, особливо

випадаючи у Поліссі та західних районах Лісостепу, де часті дощі створюють сприятливі умови для його розвитку. Ринхоспоріоз особливо негативно впливає на ячмінь, жито та деякі види диких злаків.

Характерні ознаки захворювання з'являються на всіх етапах розвитку рослини, але найбільш активне поширення іржі спостерігається під час фази молочної стиглості зерна. Інфіковані листя та листкові піхви виявляють сіро-зелені плями неправильної форми, які швидко зростають та стають водянистими. Згодом, ці плями починають підсихати, формуючи в центрі світлішу ділянку, обрамлену темно-бурою облямівкою. У вологі дні плями можуть набувати сіро-голубого відтінку через велику кількість конідіального спороношення, тоді як у суху погоду вони можуть виглядати як опіки.

Шкідливість ринхоспоріозу проявляється через зниження асиміляційної здатності листя, що впливає на загальний ріст та розвиток рослини, знижуючи урожайність і якість зерна. Ефективні заходи боротьби з цією хворобою включають застосування фунгіцидів, а також селекцію та вирощування стійких до іржі сортів, особливо в районах, схильних до частих дощів.

Фузаріоз колоса є однією з найбільш руйнівних хвороб зернових культур, викликаною декількома видами грибів роду Fusarium, включаючи Fusarium graminearum, F. sporotrichiella, F. culmorum, та F. avenaceum. Ці патогени відрізняються між собою наявністю чи відсутністю мікронідій та хламідоспор, а також унікальними морфологічними характеристиками макронідій.

Фузаріоз колоса є особливо поширеним і шкідливим у роки, коли погодні умови після колосіння характеризуються підвищеною вологістю і помірними температурами. Це сприяє активному розвитку інфекції та розповсюдженню гриба. Симптоми захворювання на колосі проявляються спочатку як знебарвлення колоскових лусочок, яке помітно контрастує з зеленим колоссям.

За сприятливих умов –з відносною вологістю повітря понад 71% і температурою вище 15°C в період від цвітіння до збирання врожаю–на уражених колосах з'являється наліт міцелію, який може бути різних кольорів, від білого до оранжевого чи червоного, залежно від конкретного виду збудника.

На міцелії утворюються конідії, що сприяє поширенню інфекції. У кінці вегетаційного періоду деякі види Fusarium можуть формувати перитеції чорного кольору, що є ознакою сумчастої стадії гриба.

1.2 Фітосанітарний стан зернових культур в Україні

Фітосанітарний стан зернових культур в Україні зазнає погіршення через низку чинників. Основні проблеми виникають через порушення агротехнічних норм, таких як неправильний вибір попередників, недотримання сівозміни, несвоєчасний посів, незбалансоване внесення мінеральних добрив, а також недостатню якість обробки насіннєвого матеріалу. Крім того, зменшення інтенсивності використання фунгіцидів також сприяє зростанню зараженості посівів.

Серед хвороб, які набули поширення в останні роки, можна відзначити піренофороз, фузаріозний опік листків, жовту листкову іржу, бактеріоз листя і колосу, а також гельмінтоспоріозні плямистості на озимій пшениці. Збільшення кількості екстенсивних господарств призводить до кумуляції інфекцій твердої та летючої сажок, фузаріозно-гельмінтоспоріозної, офіобольозної, церкоспорельозної кореневих гнилей. Особливо тривожним є зростання частоти ураження посівів летючою сажкою, яка раніше фіксувалася досить рідко.

Один з ключових методів боротьби з такими захворюваннями – протруювання насіння, що дозволяє ефективно знизити ризик інфекцій на ранніх стадіях розвитку рослин. Цей метод включає обробку насіннєвого матеріалу спеціалізованими фунгіцидами, які допомагають запобігти розвитку патогенів, що вже знаходяться на або всередині насіння, та забезпечити захист рослин під час посіву та сходів. Протруювання є ефективним компонентом інтегрованого управління захворюваннями зернових, що також має включати

суворе дотримання агротехнічних вимог, належний догляд за посівами, і, за необхідності, застосування захисних обприскувань під час вегетації.

Протруювання насіння є важливим заходом, спрямованим на запобігання розповсюдженню хвороб серед рослин та знищення вже наявних патогенів. Існують різні методики протруювання, такі як сухе, напівсухе та мокре.

Сухе протруювання з легким зволоженням включає обробку насіння рідиною або порошком при одночасному слабкому зволоженні. Цей метод застосовують для обробки насіння злаків, зернобобових, буряків та інших культур. Серед часто використовуваних хімікатів - гранозан, меркуран, меркурбензол, фостак, фоксим, волатон, карбофос.

Напівсухе протруювання застосовують переважно для насіння вівса та ячменю, яке обприскують 0,5% розчином формаліну. Після обробки насіння залишають під брезентом на чотири години для досягнення ефекту томлення, після чого висівають без підсушування.

Мокре протруювання, призначене для всіх типів зернових культур, полягає у замочуванні насіння у розчині формаліну, за нормою 1 літр 40% формаліну на 300 літрів води. Після замочування насіння на дві години накривають брезентом, що сприяє ефективному томленню.

Додатково, для знищення спор сажки, що можуть бути усередині зерен пшениці та ячменю, проводять термічну обробку. Цей метод передбачає короткочасне нагрівання замоченого насіння при температурі 45-47 °C, в результаті якого спори гинуть, але зародок залишається неушкодженим.

Теплове оброблення повітря допомагає покращити схожість і життєздатність насіння, допомагаючи йому вийти зі стану спокою. Однак, викликає занепокоєння тенденція патогенів ставати резистентними до фунгіцидів, особливо коли використовується один і той же препарат протягом тривалого часу. Саме тому важливо оновлювати асортимент доступних засобів та використовувати препарати, що містять різні активні речовини. Це не тільки забезпечує ефективніший контроль за фітопатогенами, що розповсюджуються різними шляхами (через насіння, ґрунт, повітря), але й розширює спектр

контролю та зменшує ризик розвитку стійкості у патогенів.

На ринку доступні численні протруйники з різним механізмом дії – від системних до контактних. Вибір конкретного препарату залежить від наявних патогенів на насінні та в ґрунті, що визначається за допомогою лабораторних досліджень та фітосанітарних обстежень. Наприклад, Науково-навчальний центр "Інститут землеробства УААН" активно використовує та досліджує різні хімічні та біологічні протруйники, демонструючи їх ефективність на зернових культурах. В останні роки центр провів порівняльний аналіз кількох препаратів від "Сингента", включаючи Дивіденд Стар 036 FS, Максим 0,25 FS та Максим Стар 0,25 FS, що показали високу ефективність у захисті насіння від патогенів і сприяння здоровому росту рослин.

Компанія "Сингента" представила на українському ринку новий фунгіцидний препарат для протруювання насіння під назвою Максим Стар 0,25 FS. Цей продукт поєднує в собі дві активні речовини – одна з контактною і проникаючою дією, а інша – з системною дією. Таке поєднання дозволяє препарату ефективно боротися з широким спектром хвороб, включаючи такі, які вражають кореневу систему та поверхню насіння.

Максим Стар 0,25 FS ефективно контролює насіннєві інфекції, включаючи різні види сажкових захворювань як на поверхні (наприклад, сітчаста плямистість, тверда сажка), так і в зародку (летюча сажка). Додавання флудиоксонілу до складу препарату забезпечує потужний захист проти хвороб роду Fusarium, як-от снігова пліснява та фузаріозна коренева гниль. Ципрконазол, ще одна активна речовина препарату, значно підвищує його ефективність проти летючої сажки. Таким чином, Максим Стар 0,25 FS виступає як високоефективний інструмент у захисті насіння від широкого спектра збудників хвороб.

Крім того, новий препарат вирізняється не лише повною безпечністю для рослин, але й має властивості біостимулятора, що сприяє росту кореневої системи та листя в осінній період. Однією з ключових переваг Максим Стар 0,25 FS є його тривалий захисний період, що сягає до шести місяців. Це

означає, що захист від хвороб забезпечений майже до початку колосіння озимої пшениці. Такий тривалий ефект було підтверджено випробуваннями у лабораторії інтенсивних технологій зернових і кукурудзи ННЦ “Інститут землеробства УААН”.

Застосування Максим Стар 0,25 FS для протруєння насіння озимої пшениці в дозі 1,5 л/т забезпечило довготривалий захист у 2007 році, знижуючи потребу у подальших обробках до періоду колосіння-цвітіння. Допоміжне використання фунгіциду Амістар Екстра 280 SC в нормі 0,6 л/га дало можливість ефективно контролювати всі основні хвороби листя, стебел і колосу в період активної вегетації та уповільнити розвиток сапрофітних грибів після інтенсивних дощів у період дозрівання зерна. Це, в свою чергу, дозволило забезпечити приріст врожайності зерна озимої пшениці в кращих варіантах вирощування технології до 10,8 – 11,0 ц/га високоякісного зерна.

Препарат Максим Стар 0,25 FS продемонстрував високу біологічну ефективність не тільки при обробці насіння озимих злаків, але й у випадку інших зернових культур, включно з пивоварним ячменем. Завдяки ефективності цього фунгіциду проти фузаріозу і гельмінтоспоріозу, використання 2 л/т Максим Стар 0,25 FS при обробці насіння ярого ячменю зняло необхідність додаткового застосування фунгіцидів протягом вегетаційного періоду.

Протруювання насіння цим препаратом також сприяло інтенсивному кущінню, зростанню листкової площі та вегетативної маси, а також формуванню більш озерненого колосу. Ці агрономічні переваги забезпечили значне збільшення урожайності: 8,5 – 10,1 ц/га у варіантах з сортом Європрестиж та до 11,2 ц/га з сортом Гетьман, що підкреслює ефективність Максим Стар 0,25 FS у передових технологіях вирощування зернових культур.

Ефективність протруйника Максим Стар 0,25 FS була високо оцінена під час його використання у виробничих умовах. Зокрема, це відбулося на полях пивоварного ячменю, що належать ЗАТ "Оболонь" у Хмельницькій та Тернопільській областях, а також на полях ФГ В.В. Власюка у Рівненській області, Корецькому районі, селі Іванівка.

Вибір конкретного протруйника залежить від декількох факторів, включаючи результати фітоекспертизи насіння та погодні умови на час посіву. Адекватне використання протруйника, яке базується на точному аналізі якості насіннєвого матеріалу та специфіці препарату, забезпечує ефективний захист молодих сходів від інфекцій, що передаються через насіння та ґрунт, і є важливою передумовою для здобуття майбутнього урожаю.

1.3 Огляд конструкцій протруювачів

Протруювач шнековий ПНШ-3 "Фермер" виробництва «Львівагромашпроект» [26-28].

Рисунок 1.1 – Протруювач шнековий ПНШ-3 "Фермер"

Протруювач використовується для передпосівної обробки насіння зернових і технічних культур. Він оснащений системою синхронізації подачі насіння та

робочої рідини, що дозволяє плавно регулювати кількість робочої рідини та насіння. Завантаження насіння може здійснюватися як вручну, так і за допомогою механічних засобів. Протруювач вивантажує оброблене насіння в мішки.

Технічні характеристики:

- Продуктивність: 3 т/год
- Місткість бака: 50 л
- Подача дозатора: 0,1-0,75 л/хв
- Споживана потужність: 0,75 кВт
- Габаритні розміри в транспортному положенні: 2050x680x1250 мм
- Маса, кг – 100.

Додаткові переваги:

1. **Ефективність обробки:** Забезпечує рівномірне покриття насіння, що підвищує схожість і стійкість до хвороб.
2. **Зручність використання:** Простота в експлуатації та обслуговуванні завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу та можливості швидкого очищення.
3. **Безпека:** Вбудовані механізми безпеки для запобігання перевантаженню та забезпечення стабільної роботи обладнання.
4. **Гнучкість:** Можливість обробки різних типів насіння, що робить протруювач універсальним рішенням для різних сільськогосподарських потреб.

Цей протруювач є незамінним інструментом для підвищення врожайності та забезпечення здорового росту рослин.

Рисунок 1.2 – Протруювач шнековий ПНШ-5 "Господар"

Шнековий протруювач насіння ПНШ-5 використовується для передпосівної обробки насіння зернових і технічних культур. Він ідеально підходить для використання в господарствах, зерносховищах, коморах і на відкритих майданчиках. Це самопересувний агрегат з електроприводом основних механізмів, що забезпечує точну та рівномірну подачу робочої рідини завдяки дозатору. Завантаження насіння механізовано за допомогою шнекового підбирача, що значно полегшує процес. Машина компактна, маневрена і зручна в експлуатації, що робить її ідеальним вибором для різних умов роботи.

Технічні характеристики: Продуктивність складає 5 т/год, місткість бака - 50 літрів, подача дозатора регулюється в діапазоні від 0,3 до 1,0 л/хв, споживана потужність становить 2,2 кВт. Габаритні розміри в транспортному положенні - 2350x1570x1510 мм, маса - 245 кг.

Цей протруювач забезпечує ефективну обробку насіння, підвищуючи його якість і схожість, а також є зручним і надійним у використанні завдяки своїм конструктивним особливостям та технічним характеристикам.

Протруювач камерний стаціонарний ПКС-20.

Рисунок 1.3 – Протруювач камерний стаціонарний ПКС-20

Протруювач використовується для передпосівної обробки насіння зернових і технічних культур у цехах з підготовки насіння або на насіннєвих пунктах підприємств агропромислового комплексу. Завдяки зручному розташуванню пульта управління та основних робочих вузлів, оператор може легко контролювати всі параметри процесу протруювання безпосередньо з робочого місця. Це забезпечує високу точність і ефективність обробки насіння.

Технічні характеристики протруювача дозволяють обробляти від 3 до 20 тонн насіння на годину. Два баки місткістю по 160 літрів кожен, а дозатор здатен подавати від 0,5 до 3,5 літрів рідини на хвилину. При цьому, споживана потужність становить всього 2 кВт. Розміри протруювача в транспортному положенні складають 1630x1350x2000 мм, а його маса - 290 кг.

Цей протруювач забезпечує оптимальні умови для передпосівної обробки насіння, підвищуючи його якість і схожість, а також є зручним у використанні завдяки добре продуманій конструкції і розміщенню елементів управління.

Аналізуючи різні моделі протруювачів, видно, що вони можуть задовольнити потреби споживачів у передпосівній обробці насіння. Проте, їх висока вартість не завжди виправдовується достатньою маневреністю,

продуктивністю та якістю нанесення робочого препарату. Це створює потребу в модернізації існуючих конструкцій протруювачів. Вдосконалення має бути спрямоване на підвищення продуктивності та якості обробки насіння, що дозволить знизити витрати та підвищити ефективність використання цих машин.

1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра

Підвищення продуктивності сільськогосподарських машин, точне дозування – це питання, які завжди були пріоритетним для інженерів машинобудування. В контексті даної роботи, зберігаючи основні конструктивні елементи базової машини, інженери досягають підвищення продуктивності шляхом внесення змін у технологічні параметри або виконання незначних доробок конструкції. Цей підхід дозволяє покращити ефективність машин без суттєвих витрат на розробку нових моделей.

У цій роботі ставиться завдання вдосконалення та розрахунку транспортуючо-змішувального механізму протруювача камерного ПК–20 для підвищення ефективності протруювання при належному дозування робочого препарату. Основна мета - досягнення продуктивності на рівні 20 т/год, що потребує конструктивних змін завантажувального пристрою камери змішування насіння з робочим препаратом, що має прямий вплив на якість протруювання. Для цього необхідно провести перерахунок кінематичних параметрів шнека, визначити нову потужність, яку він буде споживати, а також внести зміни в конструкцію механізму приводу.

Вдосконалення транспортуючо-змішувального механізму передбачає оптимізацію всіх його елементів, щоб забезпечити стабільну та ефективну роботу при нових умовах експлуатації. Це включає аналіз поточних характеристик шнека, його швидкості обертання, кута нахилу, а також матеріалу, з якого він

виготовлений. Крім того, важливо врахувати вплив цих змін на загальну конструкцію машини, її надійність та довговічність.

Одним із ключових аспектів є встановлення нової потужності, яку буде споживати шнек при підвищеній продуктивності. Це вимагає точних інженерних розрахунків і, можливо, заміни деяких компонентів приводу, щоб забезпечити необхідну потужність без перевантаження системи. Також необхідно перевірити, чи не виникне проблем із перегрівом або зносом деталей при збільшенні швидкості та навантаження.

Внесення змін у конструкцію механізму приводу може включати посилення кріплень, заміну двигуна на більш потужний або зміну передавальних чисел редуктора. Важливо, щоб ці зміни були взаємопов'язані та враховували всі аспекти роботи машини, щоб забезпечити її оптимальну продуктивність і надійність.

Таким чином, вдосконалення протруювача ПК–20 шляхом підвищення його продуктивності до 20 т/год є комплексним завданням, що потребує детального інженерного аналізу та ретельного планування. Успішна реалізація цих змін дозволить значно підвищити ефективність передпосівної обробки насіння, знизивши витрати та підвищивши якість виконуваних робіт.

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРОТРУЮВАЧА

2.1 Загальні відомості про базову конструкцію протруювача

ПК-20 "Супер" представляє собою автоматизовану машину на колесах, обладнану електроприводом для основних робочих процесів. Конструкція машини включає такі ключові елементи, як завантажувальний і вивантажувальний шнеки, резервуар для насіння, камеру для протруювання, контрольний пульт, насосну установку, а також дозатори для робочої рідини та насіння. Додатково машина обладнана механізмом для самопересування.

Основна рама машини оснащена пневматичними шинами для зручного переміщення. Протруювач здатен виконувати низку технологічних операцій, включаючи приготування робочої рідини, завантаження насінням, його обробку в камері протруювання та подальше вивантаження обробленого насіння. Така багатофункціональність робить ПК-20 "Супер" ефективним інструментом для обробки насіння на великих аграрних підприємствах.

Процес протруювання насіння в протруювачі відбувається за чітко визначеною послідовністю дій. Спочатку насіння завантажується з бурта за допомогою завантажувального шнека, який транспортує його в бункер. Звідти насіння через спеціальний дозатор потрапляє у камеру протруювання. Одночасно з цим, дозатор робочої рідини впорскує необхідну кількість протруйної речовини безпосередньо у камеру. У камері відбувається активне змішування насіння з протруйником, що забезпечує рівномірне покриття кожної насінини. Після завершення обробки, насіння вивантажується з камери через вивантажувальний шнек. Цей процес забезпечує ефективне і гомогенне протруювання насіння, підвищуючи його стійкість до хвороб та шкідників.

Подача насіння та робочої рідини у камеру протруювання координується завдяки трьом датчикам, розміщеним у бункері для насіння. Це забезпечує

автоматичне припинення процесу протруювання у випадку відсутності насіння, що запобігає марнуванню рідини і перервам у роботі.

Протруювач пропонує користувачам три режими роботи, які дозволяють адаптувати машину до різних умов експлуатації та потреб:

а) налагоджувальний режим, призначений для перевірки та налаштування електрообладнання та механізмів, що гарантує їх надійне функціонування;

б) два автоматичні режими, які дозволяють виконувати протруювання: основний режим "А3", що використовує всі три датчики для точної роботи, та допоміжний режим "А2", що задіяний лише з двома датчиками. Режим "А2" застосовується для специфічних умов, таких як високий бурт і велика сипучість насіння, де завантажувальний шнек може бути повністю занурений у насіння і потребує додаткових налаштувань для ефективної роботи.

У режимі "А3", верхній датчик відповідає за керування приводом завантажувального шнека, середній датчик активує привод самоходу, а нижній датчик контролює приводи дозатора рідини, дозатора насіння та розпилювача. У цьому режимі протруювач використовує три датчики для точної роботи механізмів на різних етапах обробки насіння.

В режимі "А2" конфігурація управління дещо спрощується: верхній датчик все ще управляє завантажувальним шнеком, середній датчик відключений і не бере участі у керуванні, тоді як нижній датчик керує приводом самоходу, дозатором рідини, дозатором насіння та розпилювачем.

Коли протруювач переводять у автоматичний режим "А3", користувач встановлює перемикач у положення "А3" та натискає кнопку "Пуск". Це активує електродвигуни завантажувального і вивантажувального шнеків, самоходу, а також насосної установки, забезпечуючи безперервну і ефективну обробку насіння. При цьому індикаторні лампочки (7...9), які сигналізують про потенційні проблеми або помилки, залишаються неактивними, що свідчить про коректну роботу обладнання.

Протруювач плавно просувається вперед, одночасно здійснюючи заповнення бункера насінням. Коли насіння досягає рівня нижнього датчика,

активуються приводи дозаторів рідини і насіння, а також розпилювача. Тоді насіння та робоча рідина одночасно подаються в камеру протруювання, де розпочинається процес протруювання і вивантаження обробленого насіння.

Коли рівень насіння в бункері досягає середнього датчика, зупиняється рух протруювача. Якщо насіння сягає верхнього датчика, припиняється подача насіння в бункер. Якщо ж рівень насіння опускається нижче верхнього датчика, запускається повторне завантаження бункера. Коли насіння опускається нижче середнього датчика, протруювач знову починає рухатися. Якщо рівень насіння опуститься нижче нижнього датчика, приводи дозаторів рідини та насіння, а також розпилювач вимикаються, що призводить до припинення процесу протруювання. У цей час продовжується завантаження бункера насінням, готуючи його до наступного циклу протруювання.

Під час процесу наповнення бункера насінням, індикаторні лампи сигналізують про стан бункера в залежності від рівня насіння: лампочка запалюється, коли насіння досягає нижнього датчика, лампочка світиться при досягненні середнього датчика, і лампочка включається, коли насіння досягає верхнього датчика. Ці індикатори сприяють точній координації роботи механізмів: нижній датчик контролює приводи дозаторів рідини, насіння та розпилювача; середній датчик активує електродвигун самохода; а верхній датчик керує електродвигуном завантажувального шнека.

Коли протруювач переводиться в автоматичний режим "А2", який працює на основі верхнього і нижнього датчиків, оператор ставить перемикач у положення "А2" та натискає кнопку "Пуск". У цьому режимі активуються електродвигуни завантажувального та вивантажувального шнеків, самохода та насосної установки. При цьому, індикаторні лампочки залишаються вимкненими, свідчачи про нормальну роботу без технічних збоїв. Ця система дозволяє гнучко управляти процесом протруювання, оптимізувати робочий процес та забезпечити ефективну обробку насіння.

Протруювач плавно рухається вперед, поступово наповнюючи бункер насінням. Коли рівень насіння досягає нижнього датчика, самохід автоматично

зупиняється, а також активуються приводи дозаторів рідини, насіння та розпилювача. В цей момент насіння та робоча рідина одночасно потрапляють в камеру протруювання, ініціюючи процес протруювання і вивантаження.

Коли насіння заповнює бункер до рівня верхнього датчика, подача насіння тимчасово припиняється. Якщо рівень насіння опускається нижче верхнього датчика, відновлюється завантаження бункера. Якщо ж насіння опускається нижче нижнього датчика, знову вмикається самохід, але вимикаються приводи дозаторів рідини, насіння та розпилювача, призупиняючи процес протруювання. Протруювач продовжує рух до бурту для завантаження бункера.

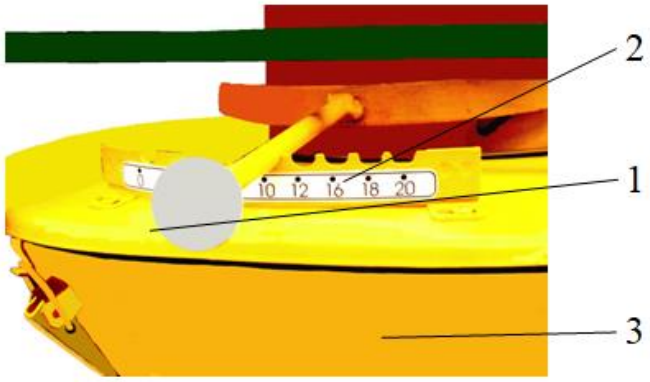
Індикаторні лампи на панелі управління відображають рівень насіння в бункері: лампочка "Нижній датчик" загоряється при досягненні нижнього рівня, а лампочка "Верхній датчик" – при досягненні верхнього рівня. Таким чином, нижній датчик керує приводами дозаторів рідини, насіння, розпилювача, а також самоходом, тоді як верхній датчик контролює роботу завантажувального шнека, забезпечуючи оптимальне управління заповненням бункера.

2.2 Обґрунтування параметрів дозуючого пристрою протруювача

Щоб забезпечити надійну роботу насоса протруювача, категорично заборонено включати обладнання без наявності робочої рідини у баку. Обов'язково заповніть бак мінімум 120 літрами води перед початком роботи. Для коректної роботи фотодатчиків під час роботи протруювача, кришка бункера повинна бути щільно закрита, щоб уникнути впливу світла на датчики.

Якість протруювання залежить від того, наскільки рівномірно насіння подається з бурта в завантажувальний шнек. Якщо насіння злежалося, рекомендується перед протруюванням переформувати бурт насіння для кращого розсипання.

Необхідно також враховувати, що продуктивність дозатора насіння може змінюватися в залежності від культури (пшениця, ячмінь, овес), її вологості, ступеню засміченості та інших факторів. Через це фактична продуктивність може відрізнятися від вказаної у таблиці 2.1, тому важливо здійснювати належні корективи в налаштуваннях для досягнення оптимальних результатів.



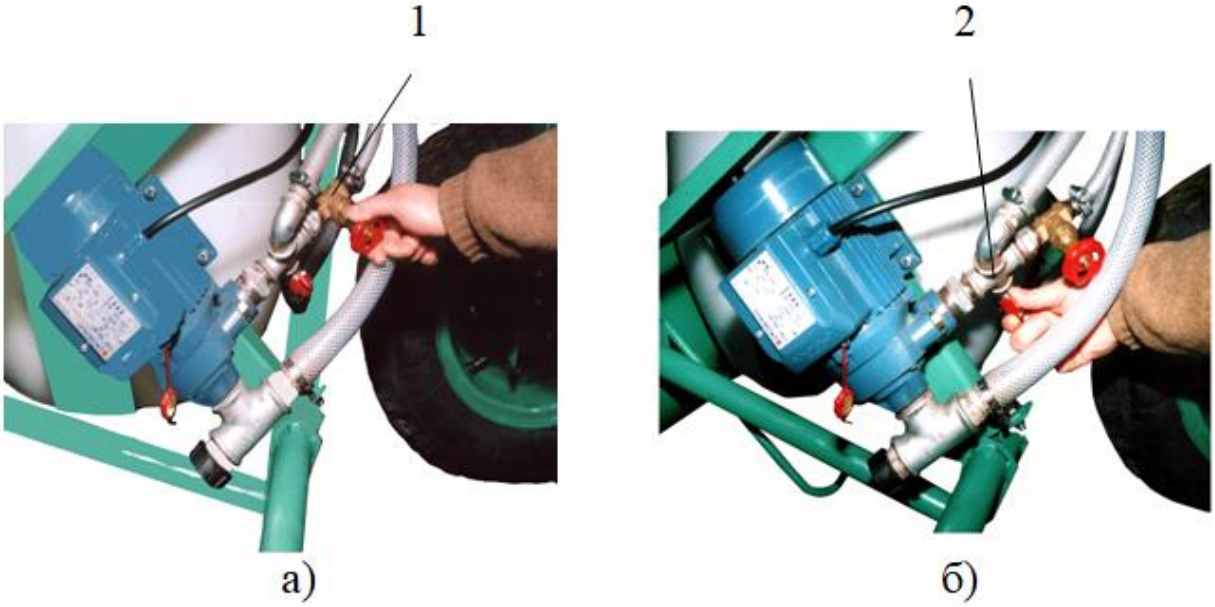
1 – важіль; 2 – шкала; 3 – камера протруювання
Рисунок 2.1 – Дозатор насіння

Встановіть важіль дозатора насіння (1) (рис. 2.1) на вибрану поділку шкали (3) за таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри регулювання дозатора

Поділка шкали дозатора насіння	Продуктивність протруювача, П, т/год		
	пшениця	ячмінь	овес
3	3	-	-
5	5	-	-
7	7	3,5	3
10	10	6	4,5
12	12	8,5	6
16	16	10	10
18	18	13	12
20	20	15	13

Встановіть ручку вентиля (1) (рис. 2.2,а) в положення “Закрито”, повернувши її до упора за годинниковою стрілкою.



1 – положення ручки вентиля; 2– положення ручки крана
Рисунок 2.2 – Установка насосна (положення ручок)

Перемістіть важіль самоходу в нейтральне положення та використовуйте важіль для переведення завантажувального шнека в транспортне положення. Наблизьте протруювач до бурта з насінням.

Активуйте перемикач на "Налагодження" у положення "Завантаження", що запустить електродвигун завантажувального шнека. Завантажуйте насіння в шнек, додаючи вручну, до моменту автоматичного вимкнення електродвигуна – це відбудеться, коли рівень насіння у бункері досягне верхнього датчика, зупиняючи процес завантаження і послідовно активуючи індикатори: спочатку лампочка "Середній датчик", а потім "Верхній датчик".

Далі перемкніть перемикач "Налагодження" у положення "Вивантаження", що активує лампочку "Нижній датчик". Слідкуйте за часом вивантаження до моменту, коли електродвигун дозатора насіння вимкнеться після того, як рівень насіння в бункері досягне нижнього датчика, спочатку згаснуть лампочки "Верхній датчик", потім "Середній датчик", і нарешті "Нижній датчик", що підтверджує завершення вивантаження.

Таблиця 2.2 – Маса насіння в бункері між верхнім і нижнім датчиками

Культура	Маса насіння, m, кг
Пшениця	65
Ячмінь	62
Овес	33

Вибравши з таблиці 2.2 потрібну масу насіння і розділивши на зафіксований час вивантаження, визначте середню фактичну продуктивність дозатора насіння за формулою:

$$П_{ф} = 3{,}6\frac{m_1 + m_2 + m_3}{t_1 + t_2 + t_3}, \qquad (2.1)$$

де $П_ф$ – фактична середньоарифметична продуктивність дозатора насіння, т/год;

m_1, m_2, m_3 – маса насіння першої, другої і третьої проб, кг;

t_1, t_2, t_3 - – час взяття першої, другої і третьої проб, с.

Для ефективного вивантаження насіння з протруювача слід дотримуватися наступних кроків:

а) перемістіть перемикач у режим "Вивантаження". Продовжуйте, поки електродвигун дозатора насіння не вимкнеться і не загориться індикаторна лампочка "Нижній датчик", сигналізуючи про завершення звичайного циклу вивантаження.

б) для гарантії повного вивантаження насіння натискайте і утримуйте кнопку "Повне вивантаження" до того моменту, поки весь вміст не буде видалений з бункера.

Щодо контролю продуктивності, фактична продуктивність, Пф, повинна відповідати нормам, вказаним у таблиці 2.1, з максимальним відхиленням не

більше ніж на ±5%. Якщо виявлені відхилення перевищують допустимі норми, необхідно скоригувати налаштування: перемістіть важіль (1) (рис. 2.1) вліво для зниження продуктивності або вправо для її збільшення. Після внесених змін повторіть перевірку продуктивності, аби переконатися, що вона відповідає встановленим стандартам.

2.3 Алгоритм технологічного налагодження протруювача

Під час використання водорозчинних протруйників, таких як рідкі концентрати або суспензії, рекомендована доза препарату на одну тонну насіння повинна становити 10 літрів розчину. Для порошкових протруйників кількість робочої рідини, яку потрібно підготувати, також варіюється між 10 та 15 літрами, залежно від визначеної норми витрати препарату.

Перед початком приготування робочого розчину:

- Переконайтеся, що ручка вентиля (1) (рис. 2.2,а) переведена у положення "Закрито", обернувши її до упору за годинниковою стрілкою.
- Ручка крана (2) (рис. 2.2,б) повинна бути відкрита, повернута до упору проти годинникової стрілки.

Приготування розчину з порошкових препаратів виконується так:

1. Наповніть додаткову ємкість 50-60 літрами води.
2. Додайте потрібну кількість протруйника, вибрану з таблиці 2.3 або розраховану за формулою (2.2).
3. Ретельно розмішайте до однорідності, звертаючи увагу, щоб порошок не залишався на поверхні розчину.
4. Перелийте готовий розчин без грудок і сторонніх домішок у бак протруювача, доливши воду до повного об’єму бака для забезпечення оптимального розведення.

Така підготовка забезпечить ефективне і рівномірне протруювання насіння, сприяючи кращому проростанню та захисту від хвороб.

Таблиця 2.3 – Дані для технологічного налагодження протруювача

Вид протруйника	Норма витрати протруйника, q, л(кг)/т	Кількість протруйника на об'єм, Q, л(кг)	
		Витрата робочої рідини, q_p, л/т	
		10	15
Рідини	0,2	3,2	-
	0,4	6,4	-
	0,5	8,0	-
	1,0	16,0	-
	1,5	24,0	-
	2,0	32,0	-
	3,0	48,0	-
Порошковидні протруйники	1,0	16,0	-
	1,5	24,0	-
	2,0	32,0	
	3,0	-	32,0

Під час роботи протруювача з витратою порошкового протруйника, що становить 3 кг на тонну, продуктивність не повинна перевищувати 14 тонн на годину.

Якщо обрана витрата робочої рідини (q_p) не зазначена в таблиці 2.3, а норма витрати протруйника (q) відома, то кількість протруйника для заповнення бака (Q) можна розрахувати за допомогою наступної формули:

$$Q = \frac{U_б x q}{q_p} = \frac{160 x q}{q_p}, \qquad (1.2)$$

де Q - кількість протруйника на об'єм бака, л (кг);

q_p - витрата робочої рідини на одну тонну насіння, л/т;

$U_б$ – об'єм бака, л - 160;

q - норма витрати протруйника, л (кг)/т.

Для забезпечення ефективного всмоктування робочого розчину насосом, мінімальний об'єм розчину при першому запуску повинен бути не менше 120 літрів. Якщо потрібно приготувати меншу кількість рідини, забезпечте первинне наповнення насоса через зливний рукав після зняття заглушки.

При використанні рідких протруйників, наповніть бак кількістю протруйника (Q), визначеною з таблиці 2.3 або розрахованою за необхідною формулою, а потім долийте воду до повного об’єму бака.

Для більш точної роботи та уникнення збоїв, рекомендується регулярно перевіряти рівень рідини в баку та стан насоса.

Встановіть перемикач “Налагодження” у положення “Мішалка” та змішуйте робочу рідину протягом 5-8 хвилин. Після цього переведіть перемикач у нейтральне положення, щоб зупинити перемішування.

Для налаштування режиму роботи протруювача, виходячи з продуктивності (П), обраної з таблиці 2.4, та норми витрати робочої рідини на 1 тонну насіння (q_p), налаштуйте необхідну подачу дозатора рідини (р). Якщо норми витрат робочої рідини не вказані у таблиці 2.4, подачу дозатора (р) можна розрахувати за допомогою рекомендованих норм витрати робочої рідини на тонну насіння (q_p) за наступною формулою:

$$p = \frac{\text{П} x q_p}{60}, \qquad (2.3)$$

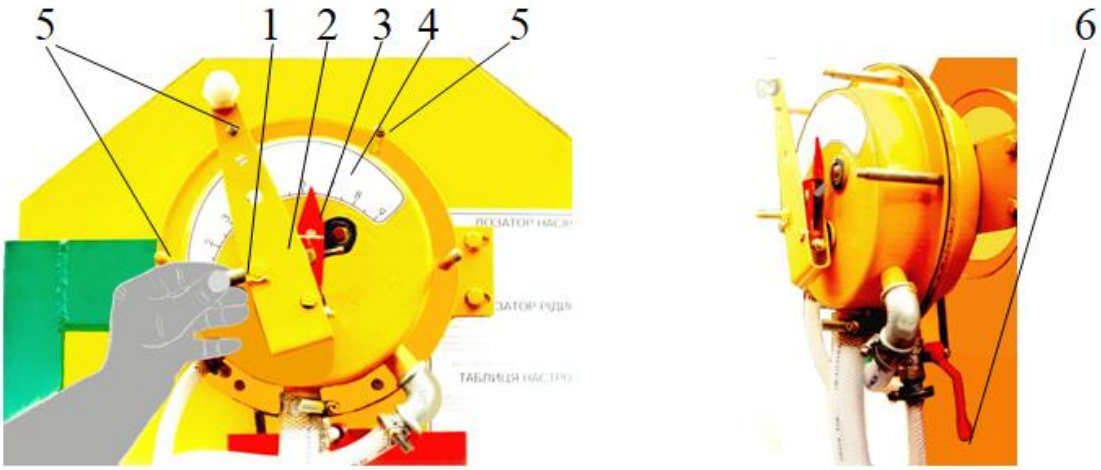
де p - витрата робочої рідини (подача дозатора), л/хв.;

П - продуктивність протруювача, т/год.

Таблиця 2.4 – Технологічне налагодження протруювача на заданий режим роботи

Витрата робочої рідини на 1 т насіння, q_p, л/т		Продуктивність, П, т/год							
		3	5	7	10	12	16	18	20
Рідина	Порошковидні протруйники	Витрата робочої рідини (подача дозатора), р, л/хв							
10	10	0,5	0,8	1,2	1,7	2,0	2,7	3,0	3,3
-	15	0,75	1,25	1,7	2,5	3,0	4,0	-	-

Виходячи з визначеної (необхідної) подачі дозатора, р, виберіть поділку шкали (4) (рис. 2.3) дозатора за табл. 2.5, встановіть важіль (2) на ближній (з лівого боку) до цієї поділки фіксатор (5), відтягнувши його за ручку на себе і повернувши за годинниковою стрілкою, або проти; а червону стрілку (3) поворотом маховичка (1) встановіть на вибрану поділку.



1 – маховичок; 2 – важіль; 3 – стрілка; 4 – шкала; 5 – фіксатор; 6 – кран

Рисунок 2.3 – Дозатор робочої рідини

Таблиця 2.5 – Налагодження дозатора

Поділки шкали дозатора	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Витрата робочої рідини (подача дозатра), л/хв	0	0,7	1,2	1,7	2,4	2,8	3,3	3,6	3,9

Для точного контролю над подачею робочої рідини спочатку треба повернути ручку вентиля (1) (див. рис. 2.2, а) і використовувати мірний циліндр для забору зразків. Ручки кранів слід перевести у положення "Проба" для взяття зразків і у положення "Злив" для виливання. Час для забору зразків складає: до 1,5 літра - 1 хвилина, для об'ємів понад 1,5 літра - 30 секунд. Після цього обсяг зібраної рідини переведіть у величини на одну хвилину, множачи результат на два.

Для точного налаштування подачі робочої рідини використовуйте маховичок (1) (див. мал. 2.3), регулюючи положення червоної стрілки (3) дозатора: обертайте за годинниковою стрілкою для збільшення подачі або проти годинникової стрілки для зменшення. Відхилення налаштованої подачі рідини від необхідної не має перевищувати ±5%. Після завершення налаштування вилийте залишки рідини з мірного циліндра назад у бак, переведши ручки кранів у положення "Злив".

Після налаштування дозатора рідини і дозатора насіння, переведіть ручки кранів у положення "Робота". Також необхідно правильно налаштувати перемикач "Режим роботи" в автоматичному режимі на "А3" або "А2", в залежності від потрібного режиму експлуатації.

Щоб уникнути витоку робочої рідини перед зупинкою протруювача у автоматичному режимі, спочатку закрийте кран, що припинить подачу рідини до розпилювача. Потім перемкніть перемикач "Режим роботи" у нейтральне положення. Після вимкнення обладнання вилийте залишки робочої рідини з

мірного циліндра назад у бак, скориставшись ручками кранів: переведіть у положення "Злив" для видалення рідини та "Робота" для продовження роботи.

При використанні протруйників, які мають тенденцію до пінення, рекомендується вимкнути мішалку, коли об’єм робочої рідини в баку знижується до 50 літрів чи менше. Для цього переведіть ручку крана (2) (рис. 2.2, б) у положення “Закрито”. Проведіть контрольну перевірку робочої рідини, і якщо відхилення від норми перевищує ±5%, налагодьте дозатор рідини відповідно. Перед здійсненням контрольної проби, забезпечте повне вивантаження насіння з протруювача.

У процесі регулярної експлуатації протруювача необхідно періодично контролювати фактичну продуктивність по насінню, оскільки фактори такі як забруднення протруювача або наявність сторонніх предметів можуть змінювати ефективність роботи обладнання та точність подачі робочої рідини.

Якщо під час роботи протруювача виникає несправність одного з механізмів і загоряється індикатор "Блокування", дотримуйтесь наступних кроків для усунення проблеми:

а) вимкніть запобіжний вимикач струму для забезпечення безпеки;

б) відкрийте кришку пульта управління та перевірте, яке з теплових реле спрацювало, натискаючи кнопки на кожному реле по черзі;

в) визначте і усуньте причину несправності механізмів;

г) закрийте кришку пульта управління;

е) ввімкніть запобіжний вимикач струму і натисніть кнопку "Пуск" для продовження протруювання.

Після завершення роботи з машиною виконайте наступні кроки для очищення:

а) підніміть завантажувальний шнек, використовуючи важіль для переведення його у транспортне положення;

б) переведіть важіль самоходу в нейтральне положення;

в) перемикайте перемикач "Налагодження" у нейтральне положення.

Для очищення вивантажувального шнека від насіння, відкрийте кришку біля електродвигуна і витрусіть насіння. Після завершення роботи злийте залишки робочої рідини і промийте всі частини системи, включаючи гідрокомунікацію, мірний циліндр, дозатор рідини та насосну установку.

Перед тим як поставити машину на зберігання, особливо перед настанням холодів, обов'язково злийте всі залишки робочої рідини з усіх ємностей, включаючи корпус насоса, викрутивши зливну заглушку на всмоктувальній лінії, щоб запобігти пошкодженню обладнання через замерзання рідини.

Завершення роботи з протруювачем та його очистка вимагають виконання наступних кроків для зливу робочої рідини:

1. **Злив рідини з мірного циліндра**: Спочатку переведіть ручки кранів у положення "Злив", щоб перелити залишки рідини з мірного циліндра назад у бак.
2. **Закриття системи**: Переведіть ручки вентиля (1) (рис. 1.5,а) та крана (2) (рис. 1.5,б) у положення "Закрито". Від’єднайте та відведіть рукав з бака, викрутіть заглушку, після чого активуйте перемикач "Налагодження" у положення "Мішалка" для викачування рідини з бака у підготовлену ємність. Розчин, що зливається, можна використати під час наступного протруювання.
3. **Злив рідини з дозатора**: Злийте залишки рідини з дозатора рідини, відкривши кран (6) (рис. 1.6) вертикально, а після завершення зливу переведіть ручку крана в горизонтальне положення "Закрито".
4. **Повний злив розчину з бака**: Розмістіть ємність під дно бака та відкрийте ручку вентиля на дні бака, обертаючи проти годинникової стрілки. Закрийте вентиль після повного зливу, повернувши ручку за годинниковою стрілкою.

Для очищення протруювача:

- Залийте в бак щонайменше 120 літрів води.
- Відкрийте ручки вентиля (1) (рис. 1.5,а) та крана (2) (рис. 1.5,б).

- Встановіть кран у положення "Злив" і перемикач "Налагодження" на "Дозатор" (2.2) на 5 хвилин, що забезпечить промивання системи.
- По завершенні промивки переведіть перемикач "Налагодження" у нейтральне положення та злийте воду, дотримуючись такої ж послідовності, як і при зливі робочої рідини.

Ці кроки допоможуть забезпечити правильне та безпечне закінчення роботи з протруювачем, а також підготувати його до наступного використання або зберігання.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок основних параметрів завантажувального шнека-змішувача

Підвищення продуктивності сільськогосподарських машин завжди було пріоритетом для інженерів цієї галузі. Зберігаючи основні конструктивні елементи базової машини, вони досягають значних поліпшень у продуктивності шляхом зміни деяких технологічних параметрів або виконанням незначних доробок конструкції. Це дозволяє покращити ефективність і надійність машин без необхідності розробляти нові моделі з нуля.

У даній роботі розглядається вдосконалення та розрахунок транспортуючо-змішувального механізму протруювача камерного ПК–20. Зокрема, необхідно адаптувати конструкцію для забезпечення продуктивності на рівні 20 тонн на годину, що вимагає конструктивних доробок завантажувального пристрою. Для досягнення цього потрібно перерахувати кінематичні параметри шнека, визначити нову споживану потужність, а також внести відповідні зміни в конструкцію механізму приводу.

Для здійснення цих розрахунків скористаємося методиками, що наведені в літературних джерелах. Продуктивність шнеків з суцільними гвинтами визначається за спеціальними формулами, і вона повинна становити не менше 20 тонн на годину відповідно до поставленого завдання. Це вимагає врахування різних параметрів, таких як діаметр шнека, кут нахилу гвинта, швидкість обертання та інші характеристики, які впливають на його продуктивність.

При підвищенні продуктивності також необхідно враховувати, що збільшення швидкості обертання шнека і навантаження на нього призведе до підвищення споживаної потужності. Це може вимагати встановлення потужнішого двигуна або модифікації існуючого механізму приводу для забезпечення необхідної енергії. Важливо також забезпечити оптимальні умови для роботи шнека, щоб уникнути перегріву або надмірного зносу деталей.

Крім того, модернізація транспортуючо-змішувального механізму повинна включати аналіз і поліпшення системи управління та контролю за процесом обробки насіння. Це може передбачати встановлення нових датчиків, оновлення програмного забезпечення або впровадження нових методів контролю, що дозволить забезпечити більш точне і рівномірне нанесення робочого препарату на насіння.

Таким чином, вдосконалення протруювача камерного ПК–20 є комплексним завданням, яке включає в себе не лише механічні доопрацювання, але й технологічні та управлінські аспекти. Успішна реалізація цих змін дозволить значно підвищити ефективність передпосівної обробки насіння, знизивши витрати і підвищивши якість виконуваних робіт, що є ключовим для сучасного сільського господарства.

Продуктивність Q шнеків з суцільними гвинтами визначається за формулою і вона за поставленим завданням має становити не менше 20 т/год

$$Q = 47.1\left[(D + 2\lambda)^2 - d^2\right] S\psi n\gamma c, \qquad (3.1)$$

де D – зовнішній діаметр гвинта, $D=0.16$м (розмір є прийнятим конструктивно, виходячи з конструктивних міркувань); d – діаметр валу гвинта в м, приймаємо $d=0,042$ *м*; λ – радіальний зазор між зовнішньою кромкою гвинта і внутрішньою поверхнею кожуха шнека, λ=0.01 м; S – крок витків, S=0,16 м; ψ – коефіцієнт заповнення, ψ=0.4 ; n – число обертів гвинта за хвилину; γ– об'ємна вага переміщуваного матеріалу, γ=0,75 т/м^3; c– коефіцієнт зниження продуктивності залежно від нахилу шнека, $c=0.72$, оскільки шнек в даному випадку буде працювати під кутом 45^0 [18]. З формули (3.1) знайдемо при прийнятих конструктивних елементах число обертів шнека живильника

$$n = \frac{20}{47.1\left[(0.16 + 2\cdot 0.01)^2 - 0.042^2\right]\cdot 0.16\cdot 0.4\cdot 0.75} = 400 \ \ об/хв.$$

Отже, при прийнятих конструктивних розмірах окремих елементів, для забезпечення встановленої продуктивності мінімально необхідне значення обертів шнека живильника становить 400 об/хв.

Наступним етапом розрахунку є визначення потужності N, необхідної для приводу шнека. Ця потужність складається з кількох складових:

1. Потужність N_1, яка потрібна для подолання тертя переміщуваного матеріалу об внутрішню поверхню кожуха.
2. Потужність N_2, необхідна для підйому матеріалу і подолання тертя матеріалу об гвинтову поверхню.
3. Потужність, що потрібна для переміщення і дроблення переміщуваного матеріалу, врахована дослідним коефіцієнтом W_0.
4. Потужність, необхідна для подолання тертя в передавальному механізмі, врахована коефіцієнтом корисної дії η.

Потужність, необхідна для подолання сил інерції при наданні швидкості матеріалу від нуля до швидкості його руху по шнеку, є настільки малою, що її можна знехтувати.

Для кожної з компонентів формули використовуються відповідні значення, що враховують тертя, підйом і переміщення матеріалу, а також ефективність передавального механізму.

При розрахунку потужності N_1 враховуються параметри тертя між переміщуваним матеріалом і внутрішньою поверхнею кожуха шнека. Потужність N_2 визначається на основі підйому матеріалу вздовж гвинтової поверхні та тертя, яке виникає при цьому. Дослідний коефіцієнт W_0 враховує додаткову потужність, необхідну для переміщення і дроблення матеріалу, що часто визначається експериментально для конкретних умов експлуатації.

Загальний коефіцієнт корисної дії η враховує втрати потужності в передавальному механізмі шнека, що можуть виникати через тертя в підшипниках, зубчастих передачах та інших елементах механізму.

Таким чином, обчислена потужність N є сумою всіх необхідних

компонентів, що дозволяє забезпечити надійну і ефективну роботу шнека при заданих умовах. Це важливо для забезпечення стабільної продуктивності машини та мінімізації енергетичних витрат у процесі її експлуатації.

Загальна потужність

$$N = \frac{(N_1 + N_2)W_0}{\eta}. \tag{3.2}$$

Потужність на подолання тертя N_1, Вт.

$$N_1 = F \cdot v, \tag{3.3}$$

де F - сила тертя, що виникає при русі матеріалу по кожусі, Н;

v - абсолютна швидкість руху матеріалу всередині кожуха шнека, м/с.

Сила тертя визначається

$$F = f\left(P_1 + G\cos\beta\cos\varphi\right), \tag{3.4}$$

де f - коефіцієнт тертя, $f = 0.25 - 0.55$ [18];

P_1 - відцентрова сила, що притискає матеріал до кожуха;

G - кількість матеріалу, що знаходиться всередині шнека під час руху, кг

β - кут нахилу шнека до горизонту, $\beta = 45$;

φ - кут природнього відкосу при русі, $\varphi = 25^0$.

Відцентрова сила

$$P_1 = \frac{Gv_3^2}{R}, \tag{3.5}$$

де v_3 - колова швидкість матеріалу по кожусі, м/с;

g - прискорення вільного падіння, м/с^2;

R - радіус витка,

$$R = \frac{D}{2} = \frac{0.16}{2} = 0.08 \text{ м.}$$

Колова швидкість матеріалу по кожусі

$$v_3 = v_1 tg\varepsilon , \qquad (3.6)$$

де v_1 - швидкість руху матеріалу вздовж твірної кожуха шнека, м/с;

ε =72^0 – кут, що залежить від типу шнека.

$$v_1 = \frac{QL}{G \cdot 3600} , \qquad (3.7).$$

де L - сумарна довжина шнека, $L = 2.350$ м.

Кількість матеріалу G, що знаходиться всередині шнека під час руху

$$G = \frac{\pi\left[(D+2\lambda)^2 - d^2\right]}{4} L\psi\gamma \cdot 1000 =$$

$$= \frac{3.14\left[(0.16+2\cdot 0.01)^2 - 0.042^2\right]}{4} 2.35 \cdot 0.4 \cdot 0.75 \cdot 1000 = 17 \text{ кг.} \qquad (3.8)$$

Швидкість руху матеріалу вздовж твірної кожуха шнека

$$v_1 = \frac{20 \cdot 10^3 \cdot 2.35}{17 \cdot 3600} = 0.77 \text{ м/с.}$$

Колова швидкість матеріалу по кожусі

$$v_3 = 0.77 tg 72^0 = 2.37 \text{ м/с.}$$

Абсолютна швидкість руху матеріалу всередині кожуха шнека

$$v = \frac{v_1}{\cos\varepsilon} = \frac{0.77}{\cos 72^0} = 2.49 \text{ м/с.}$$

Колова швидкість кромки витка, м/с

$$v_2 = \frac{\pi D n}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.16 \cdot 400}{60} = 3.35 \text{ м/с.}$$

Кут підйому α зовнішньої кромки, град

$$tg\alpha = \frac{S}{\pi D} = \frac{0.16}{3.14 \cdot 0.16} = 0.318 . \qquad (3.9)$$

Кут підйому витків шнека по центру тяжіння шару переміщуваного матеріалу α_1, град

$$tg\alpha_1 = \frac{S}{\pi \cdot 0.8 D} = \frac{0.16}{3.14 \cdot 0.8 \cdot 0.16} = 0.398 . \qquad (3.10)$$

Коефіцієнт тертя переміщуваного матеріалу об кожух при русі ρ,

$$\rho = tg\varphi = tg 25^0 = 0.466 .$$

Радіус витка по центру шару матеріалу, що лежить на ньому R_0

$$R_0 = 0.8\frac{D}{2} = 0.8\frac{0.16}{2} = 0.064 \text{ м.} \tag{3.11}$$

Відцентрова сила

$$P_1 = \frac{17 \cdot 2.37^2}{0.08} = 1193 \text{ Н.}$$

Сила, що потрібна для підйому матеріалу P_2

$$P_2 = G\sin\beta tg(\alpha_1 + \rho) + G\cos\beta\sin\varphi =$$

$$= 17 \cdot 9.81 \cdot \sin 45^0 tg(21.72^0 + 25^0) + 17 \cdot 9.81\cos 45^0 \sin 25^0 = 175 \ H. \tag{3.12}$$

Сила тертя

$$F = f\left(P_1 + G\cos\beta\cos\varphi\right) = 0.3\left(1193 + 17 \cdot 9.81\cos 45^0 \cos 25^0\right) = 390 \text{ Н.} \tag{3.13}$$

Сила, що потрібна на подолання тертя матеріалу об кожух P_3

$$P_3 = F\cos\varepsilon tg(\alpha + \varphi) + F\sin\varepsilon =$$

$$= 390\cos 72^0 tg(17.65^0 + 25^0) + 390\sin 72^0 = 482 \ H. \tag{3.14}$$

Кутова швидкість ω витка шнека, c^{-1}

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 \cdot 400}{30} = 42 \ c^{-1}. \tag{3.15}$$

Кутова швидкість матеріалу всередині кожуха

$$\omega_3 = \frac{v_3}{R} = \frac{2,37}{0.08} = 29,6\ c^{-1}. \qquad (3.16)$$

Потужність на подолання тертя

$$N_1 = 390 \cdot 2,49 = 971,1 \text{ Вт.}$$

Потужність, що потрібна для підйому матеріалу N_2

$$N_2 = P_3 R_0 (\omega - \omega_3) + P_3 R(\omega - \omega_3) =$$

$$= 492 \cdot 0.064(42 - 29.6) + 492.3 \cdot 0.08(42 - 29.6) = 878.5\, Вт.$$

Потужність для приводу шнека визначається

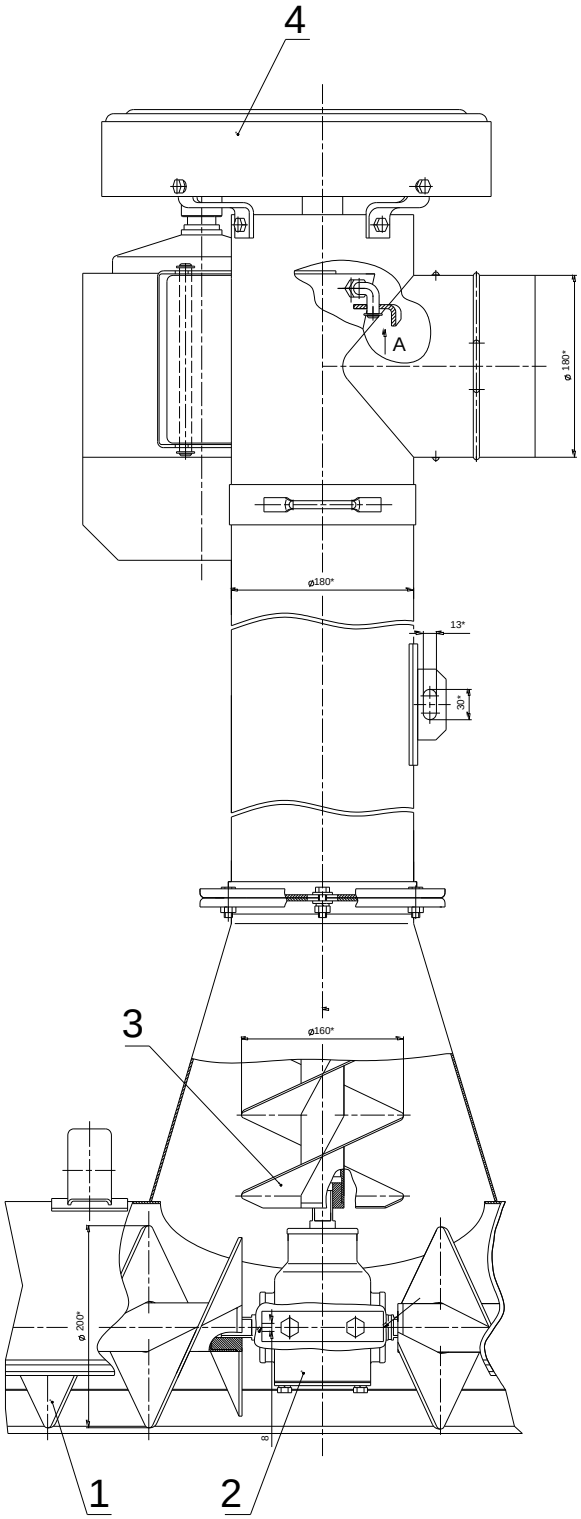
$$N = \frac{(971.1 + 878.5)1,2}{0,96} = 2312\ Вт = 2.31 кВт.$$

Отже, для забезпечення поставленої продуктивності протруювачем, привід завантажувального шнека змішувача при прийнятих конструктивних розмірах споживатиме не менше 2,31 кВт.

3.2 Розрахунок приводу завантажувального шнека-змішувача

Споживана потужність завантажувального шнека змішувача становить 2.31 кВт, а шнека живильника при підвищенні продуктивності машини - 1.1 кВт. Механізм скомпоновано таким чином, рис. 3.1, що кінематичний ланцюг проходить через вал завантажувального шнека змішувача до редуктора

живильника, тому привід передаватиме 3.41 кВт.



1 – шнек живильника; 2 – редуктор приводу живильника;
3 - завантажувальний шнек змішувача; 4 – привід
Рисунок 3.1 – Загальний вигляд завантажувального шнека змішувача

На першому етапі вибираємо електродвигун необхідної потужності та конструктивного виконання і визначаємо кінематичні параметри передачі.

Необхідна потужність двигуна

$$P_H = N_{заг}/\eta = 3.41/ 0,94 = 3.63 \text{ кВт}, \quad (3.17)$$

де η - к.к.д. приводу, η=0,94.

Тут слід зауважити, що потужність електродвигуна розраховується з позиції приводу ним шнека живильники та завантажувального шнека змішувача протруювача.

Вибираємо параметри двигуна.

З [21] вибираємо двигун трьохфазний коротко замкнутий серії 4А, закритий з синхронною частотою 1000 об/хв 4А112МВ6 з параметрами: $P_{дв}$=4 кВт і коефіцієнетом ковзанням 5.1 % (ГОСТ 19523-81).

Номінальна частота обертання

$$n_{дв} = 1000 (1 - 0,051) = 949 \text{ об/хв}.$$

Кутова швидкість

$$w_{дв} = \pi n_{дв} / 30 = 3,14 \cdot 949 / 30 = 99,3 \text{ рад/с}.$$

Отже, прийнятий двигун буде встановлено для приводу вказаних шнеків протруювача.

Кінематичні та силові параметри передачі.

Передаточне число.

Загальне передаточне число приводу [24]

$$u = w_{дв} / \omega = 99,3 / 42 = 2,36;$$

Крутний момент на валу веденого шківа

$$T_2 = N/ \omega = 3,41 \cdot 10^3 /42 = 82 \text{ Нм} = 82 \cdot 10^3 \text{ Нмм}, \quad (3.18)$$

Необхідність використання силової передачі обумовлена тим, що вона є критичною частиною кінематичного ланцюга машини, визначаючи її загальну працездатність. Клинопасові передачі є одним із видів силових передач, що застосовуються для приводу окремих складальних одиниць машин, забезпечуючи ефективне і надійне передавання потужності.

Дані для розрахунку.

Електродвигун 4А112МВ6;

Потужність $P_{дв}$=4 кВт;

Частота обертання валу електродвигуна $n_1 = 949$ об/хв;

Параметри шківів клинопасової:

діаметр малого шківа D_1=112 мм;

діаметр великого шківа D_2=264 мм;

Потужність, споживана шнеками, N=3.41 кВт.

Розрахунок клинопасової передачі починається з визначення типу паса, який буде використовуватися. Тип паса залежить від переданої потужності, швидкості обертання і умов експлуатації. Після вибору відповідного паса, визначається міжцентрова відстань, яка забезпечує оптимальну роботу передачі, враховуючи діаметри шківів і довжину паса.

Наступним етапом є розрахунок натяжного зусилля, яке забезпечує необхідний натяг паса для передачі потужності без прослизання. Натяжне зусилля залежить від переданої потужності, швидкості обертання і характеристик паса. Відповідні формули і методики розрахунку наведені в літературних джерелах, що дозволяє визначити необхідні параметри для конкретних умов роботи.

Таким чином, правильний вибір і розрахунок параметрів клинопасової передачі забезпечують ефективну та надійну роботу машини, підвищуючи її продуктивність і довговічність. Це є ключовим етапом у проектуванні та експлуатації сільськогосподарської техніки, що забезпечує високу якість виконуваних робіт.

Швидкість паса визначається за формулою

$$V = \frac{D_1 w_{дв}}{2} = \frac{0{,}112 \cdot 99{,}3}{2} = 5.56 \text{ м/с}, \quad (3.19)$$

де V - швидкість паса, м/с ;

D_1 - діаметр малого шківа, $D_1 = 0.112$ м ;

$w_{дв}$ - частота обертання валу електродвигуна, $w_{дв} = 99{,}3$ с$^{-1}$.

З метою уніфікації клинопасової передачі приймаємо пас профілю Б.

Згідно [21] розміри перетину профілю Б наступні : b_p = 0,014 м ; *W=0,017* м; *h=0.0105* м, де b_p- ширина паса, м ; *h*- товщина паса, м.

При такій швидкості паса максимальна передавана потужність складає не більше 2,05 кВт. Для нашої передачі це недостатньо, тому приймемо два паси профілю Б. Розрахунки будемо виконувати для однопотічкової передачі.

$$n_2 = \frac{D_1}{D_2} n_1 = \frac{112}{264} 99.3 = 42.13 \text{ с}^{-1}, \quad (3.20)$$

де n_2 - частота обертання веденого валу;

$n_1 = w_{дв} = 99.3$ с$^{-1}$ - частота обертання ведучого валу;

D_1 - діаметр більшого шківа, D_1=0,112 м;

D_2 - діаметр меншого шківа, D_2=0,264 м.

Для точного розрахунку параметрів передачі потрібно враховувати всі фактори, включаючи коефіцієнти корисної дії і можливі втрати на тертя. Враховуючи ці параметри, можемо визначити оптимальну конфігурацію пасів і шківів для досягнення бажаної продуктивності.

Використання двох пасів профілю Б значно підвищує передавану потужність і забезпечує значну надійність та тривалість експлуатації передачі.

Це особливо важливо для машин, які працюють у важких умовах, де будь-які збої можуть викликати серйозні втрати часу і ресурсів.

Уточнюємо передаточне число

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{99.3}{42.13} = 2.357 .$$

Мінімальна міжцентрова відстань

$$A'_{\min} = 0.55(D_1 + D_2) + h = 0.55(0.112 + 0.264) + 0.0105 = 0.217 \text{ м.}$$

де $A'_{\min}$ - найменша міжцентрова відстань, м.

Найбільша міжцентрова відстань

$$A'_{\max} = 2(D_1 + D_2) = 2(0.112 + 0.264) = 0.752 \text{ м.} \qquad (3.21)$$

Приймаємо, А=0,220 м.

Довжина паса

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A} =$$

$$= 2 \cdot 0.22 + \frac{\pi}{2}(0.112 + 0.264) + \frac{(0.264 - 0.112)^2}{4 \cdot 0.22} = 1.057 \text{ м.} \qquad (3.22)$$

За стандартом вибираємо довжину паса $L = 1.120$ м.

Уточнюємо міжцентрову відстань

$$A = 0.25\left[(L - W) + \sqrt{(L - W)^2 - 8y}\right], \qquad (3.23)$$

де $W = \pi\left(\frac{D_2 + D_1}{2}\right) = \pi\left(\frac{0.264 + 0.112}{2}\right) = 0.59$ м;

$$y = \left(\frac{D_2 - D_1}{2}\right)^2 = \left(\frac{0.264 - 0.112}{2}\right)^2 = 0.00578 \text{ м.} \tag{3.24}$$

Остаточно отримаємо

$$A = 0.25\left[(1.12 - 0.59) + \sqrt{(1.12 - 0.59)^2 - 8 \cdot 0.00578}\right] = 0.254 \text{ м.}$$

Враховуючи мінусовий допуск 2 % ,

$$A = 0.25\left[0.98(1.12 - 0.59) + \sqrt{(1.12 - 0.59)^2 - 8 \cdot 0.00578}\right] = 0.251 \text{ м.}$$

Найбільша міжцентрова відстань при плюсового допуску 5,5%

$$A = 0.25\left[1.055(1.12 - 0.59) + \sqrt{(1.12 - 0.59)^2 - 8 \cdot 0.00578}\right] = 0.261 \text{ м.}$$

Кут обхвату ременем шківа

$$\alpha = 180^0 - 60^0\left(\frac{D_2 - D_1}{A}\right) = \tag{3.25}$$

$$= 180^0 - 60^0\left(\frac{0.264 - 0.112}{0.254}\right) = 144.1^0$$

Натяг паса профілю Б – $2S_0 = 294H$.

Такий натяг потрібно зменшити, бо передача недовантажена за потужністю.

Тоді

$$S_0 = \frac{K_ч \cdot N_п}{V \cdot K_1 K_2 K_3} + 2\Theta V^2, \qquad (3.26)$$

де $K_ч$ - чисельний коефіцієнт, рівний $K_ч$=84 [21] ;

$N_п$ - потужність що споживається шнеками, $N_п$=3,41 кВт ;

V - швидкість паса, V=5,56 м/с;

K_1 - коефіцієнта, залежного від кута обхвату ;

K_2 - коефіцієнт, що враховує характер навантаження і режим роботи передачі;

K_3 - коефіцієнт враховує швидкість паса;

Θ - коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил.

Приймаємо :

K_1=0,87; K_2=0,87; K_3=1.04; Θ=0,008.

Остаточно отримаємо

$$S_0 = \frac{84 \cdot 3.41}{5.56 \cdot 0.87 \cdot 0.87 \cdot 1.04} + 2 \cdot 0.008 \cdot 5.56^2 = 65.94 \text{ Н.}$$

Остаточно приймаємо:

два паси профілю Б довжиною 1,12 м; міжцентрова відстань – 0,254 м; натяг паса – 65,9 Н; зусилля для перевірки натягу – 9,45 Н або 7,8 Н, якщо пас припрацьований вже.

3.3. Визначення потужності та параметрів приводу вивантажувального шнека

У зв’язку з конструктивними доробками завантажувального пристрою та забезпечення машиною заданої продуктивності на рівні 20 т/год виникла необхідність при новій продуктивності перерахувати кінематичні параметри

вивантажувального шнека, встановити його нову потужність, що він буде споживати, а також, відповідно, внести зміни в конструкцію механізму приводу.

Методику застосовуємо як і в попередньому прикладі. Тут констатуємо тільки результати розрахунків:

зовнішній діаметр шнека, *D=0.16* м;

d– діаметр валу шнека, *d=0,042 м*;

λ – радіальний зазор між зовнішньою кромкою шнека і внутрішньою поверхнею кожуха шнека, λ=0.01 м;

S – крок витків, S=0,16 м;

ψ' – коефіцієнт заповнення, ψ'=0.4 ;

γ– об'ємна вага переміщуваного матеріалу, γ=0,75 т/м^3;

c– коефіцієнт зниження продуктивності залежно від нахилу шнека, *c'=0.72*, оскільки шнек в даному випадку буде працювати під кутом 45^0;

– необхідні оберти вивантажувальног шнека $n = 482$ *об / хв*;

–кількість матеріалу G', що знаходиться всередині шнека під час руху $G' = 25.1$ *кг*;

– швидкість руху матеріалу $v'_1 = 0.92$ м/с;

– колова швидкість матеріалу по кожусі $v'_3 = 2.83$ м/с;

– абсолютна швидкість руху матеріалу всередині кожуха шнека $v' = 2.97$ м/с;

– колова швидкість кромки витка, м/с $v'_2 = 4.04$ м/с;

– кут підйому α зовнішньої кромки, град $tg\alpha = 0.318$;

– кут підйому витків шнека по центру тяжіння шару переміщуваного матеріалу $tg\alpha_1 = 0.398$;

– коефіцієнт тертя переміщуваного матеріалу об кожух при русі $\rho = 0.466$;

– радіус витка по центру шару матеріалу, що лежить на ньому $R_0 = 0.064$

м;

– відцентрова сила $P'_1 = 2513$ Н;

– сила, що потрібна для підйому матеріалу $P'_2 = 258.2\ H$;

– сила тертя $F' = 801$ Н;

– сила, що потрібна на подолання тертя матеріалу об кожух $P'_3 = 990\ H$;

– кутова швидкість витка шнек $\omega' = 50.4\ c^{-1}$;

– кутова швидкість матеріалу всередині кожуха $\omega'_3 = 35.4\ c^{-1}$;

– потужність на подолання тертя $N'_1 = 2379$ Вт;

– потужність, що потрібна для підйому матеріалу $N'_2 = 2138\ Вт$;

– потужність для приводу шнека $N' = 5.65\ кВт$.

Отже, для забезпечення поставленої продуктивності протруювачем, привод вивантажувального шнека при прийнятих конструктивних розмірах споживатиме не менше 5,65 кВт.

Для приводу вивантажувального шнека вибираємо електродвигун необхідної потужності та конструктивного виконання і визначаємо кінематичні параметри передачі.

Необхідна потужність двигуна

$$P'_Н = N'_{заг}/\eta = 5.65/\ 0{,}94 = 6\ кВт, \qquad (3.27)$$

де η - к.к.д. приводу, η=0,94.

Вибираємо параметри двигуна.

З [21] вибираємо двигун трьохфазний коротко замкнутий серії 4А, закритий з синхронною частотою 1000 об/хв 4А132М6 з параметрами: $P_{дв}$=7,5 кВт і коефіцієнетом ковзанням 3.2 % (ГОСТ 19523-81).

Номінальна частота обертання

$$n'_{дв} = 1000\ (1 - 0{,}032) = 996{,}8\ об/хв.$$

Кутова швидкість

$$W'_{дв} = \pi n'_{дв} / 30 = 3,14 \cdot 996.8 / 30 = 104,3 \text{ рад/с.}$$

Отже, прийнятий двигун буде встановлено для приводу вказаного шнека протруювача.

Кінематичні та силові параметри передачі.

Передаточне число.

Загальне передаточне число приводу

$$u' = w'_{дв} / \omega' = 104.3 / 50.4 = 2,07.$$

Крутний момент на валу веденого шківа

$$T'_2 = N'/ \omega' = 5.65 \cdot 10^3 / 50.4 = 112 \text{ Нм} = 112 \cdot 10^3 \text{ Нмм}, \qquad (3.28)$$

Для приводу використовуємо клинопасову передачу.

Задля уніфікації вузлів та деталей протруювача, використовуємо два паси профілю Б. Розрахунок виконували за методикою, що наведена в попередньому пункті. Тут констатуємо тільки знайдені остаточні результати:

– для приводу вивантажувального шнека два паси профілю Б довжиною 1,4 м;

– міжцентрова відстань тут рівна 0,308 м;

– необхідний натяг при уникненні пробуксовування 142 Н, яке контролюємо через відтягування віток – 12,6 Н для припрацьованого паса і 16,1 Н для нового.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Основні небезпеки для людини при роботі з протруювачем

Протруювачі насіння мають рухомі компоненти, такі як ротори, ланцюги та зубчасті механізми, які можуть стати причиною серйозних травм при контакті з ними. Наприклад, недбале обходження з захисними кожухами може призвести до того, що одяг або частини тіла оператора потраплять у рухомі частини, що призведе до травм або навіть ампутацій.

Протруювачі насіння використовують хімічні препарати для обробки насіння. Недотримання правил безпеки під час роботи з цими речовинами може призвести до отруєння оператора через неправильне вдихання або контакт з хімікатами шкірою.

Тривала робота з протруювачами насіння може призвести до ергономічних проблем, таких як напруження м'язів, перевантаження суглобів або поясничні болі, особливо якщо робота відбувається в незручних або нестабільних позиціях.

Використання хімічних препаратів для протруювання може мати негативний вплив на навколишнє середовище, якщо не дотримуються правила їхнього використання та видалення.

При роботі з протруювачами насіння, особливо в умовах сільськогосподарських полів або інших промислових об'єктів, існують додаткові потенційні небезпеки, які необхідно враховувати.

Велика частина роботи з протруювачами насіння може вимагати взаємодії з іншими сільськогосподарськими машинами та транспортними засобами. Неправильна координація або взаємодія може призвести до аварій, травм або пошкоджень машин та обладнання.

У деяких регіонах працювати з протруювачами насіння може бути ускладнено високими температурами або пилом. Це може призвести до ризику

перегріву обладнання або погіршення умов праці для операторів.

Ефективне управління ризиками при використанні протруювачів насіння передбачає впровадження належних заходів з охорони праці. Це включає в себе навчання операторів щодо безпечного використання обладнання, регулярну перевірку та обслуговування обладнання, а також дотримання вимог щодо особистої захисної екіпіровки.

Загальна тенденція полягає в тому, що робота з протруювачами насіння потребує від операторів уважності, знань та дотримання безпечних практик. Постійна увага до безпеки, а також регулярні тренування і перевірки, є важливими чинниками зменшення ризиків і забезпечення безпечних умов праці в цій сфері.

4.2 Основні засади охорони праці при підготовці насіння через протруювання

Протруювання насіння є обов'язковим заходом захисту, що забезпечує повнішу густоту сходів рослин та збереження до 30% і більше потенційних втрат урожаю від шкідливих організмів, він є найраціональнішим, екологічно найбезпечнішим та економічно найвигіднішим заходом застосування пестицидів, що поєднується з органічним землеробством.

Протруювання насіння низки технічних культур (соняшнику, цукрових буряків, сої, ріпаку, кукурудзи тощо) здійснюється централізовано на спеціалізованих насіннєвих заводах із дотриманням санітарних правил і регламентів.

Централізоване протруювання насіння відбувається на насіннєвих заводах і пунктах, устрій і експлуатація яких мають відповідати «Гігієнічним вимогам до проектування, встановлення та експлуатації відділів 50 централізованого протруювання» «Нормам технічного проектування підприємств післязбиральної обробки і зберігання продовольчого, фуражного

зерна, насіння олійних культур і трав» та чинним інструкціям, погодженим з Міністерством охорони здоров'я.

Машини для централізованого протруювання насіння мають відповідати вимогам ДСТУ.

Насіння, протруєне пестицидними протруйниками, прирівнюється за небезпечністю до пестицидів, а тому за завчасного завезення в господарства чи за децентралізованого протруювання таке насіння слід зберігати в спеціальних приміщеннях, ізольованих від складів із продовольчим та фуражним зерном, продовольчими і побутовими товарами.

Приміщення для роботи з пестицидами та протруєним насінням мають бути обладнаними проточно-витяжною вентиляцією, робочі місця - локальними респіраторними пристроями. Лабораторний контроль за вмістом у повітрі робочої зони пестицидів першого класу здійснюється не рідше одного разу на місяць, інших класів - не рідше двох разів на рік.

Забороняється застосовувати для протруювання насіння пестициди, не дозволені чинним «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Підбір пестицидних протруйників здійснюють залежно від зональної поширеності небезпечних шкідливих організмів, спектра дії препаратів. Нормування протруйників є найвідповідальнішим елементом протруювання насіннєвого матеріалу, від якого залежить технічна, економічна та енергетична ефективність захисту рослин і технології вирощування культур в цілому. Нормування пестицидних протруйників здійснюється згідно з «Агротехнічними вимогами щодо протруйників» і додатками 1, 2, 3, 4.

Децентралізоване протруювання насіння здійснюється в господарствах на відкритому повітрі (пункти протруювання) або в спеціальних приміщеннях відповідно до відомчих інструкцій, погоджених з 51 МОЗ.

Пункти протруювання розташовують з урахуванням рози вітрів і перспективного плану забудови населених пунктів на відстані не менше 200 м від житлової зони, підприємств, приміщень для утримання худоби та птиці,

джерел водопостачання. Забороняється їхнє розміщення в 1 і 2 зонах округів санітарної охорони курорту, на території заповідників, а також у санітарних зонах рибогосподарських водойм.

Майданчик для протруювання насіння розташовують на ділянці з рівнем ґрунтових вод не менше 1,5 м. Майданчик повинен мати ухил для відводу зливових вод, навіс, тверде покриття (асфальт або бетон). Не допускається відведення зливових вод у водні об'єкти без попереднього знешкодження.

Територія пунктів протруювання має бути озеленена та огороджена.

У приміщеннях для протруювання насіння у господарствах слід передбачити облицювання стін глазурованою плиткою, покриття стелі олійною фарбою, наявність цементованих або вкритих плиткою підлог, ухилів для стоку води, збір і знешкодження забрудненої пестицидами води; повітря перед викидом в атмосферу підлягає очищенню за допомогою фільтрів.

Кількість протруєного насіння має суворо реєструватися. Не допускається протруювання насіння у кількостях, що перевищують потребу для сівби. Завчасне протруювання насіння дозволяється тільки за наявності спеціальних приміщень для його безпечного збереження.

Варто здійснювати напіввологе протруювання посівного матеріалу з використанням плівкоутворювальних препаратів. Сухе протруювання не допускається.

Завантаження протруєного насіння має здійснюватися лише в щільно пригнані до вивантажувальних пристроїв мішки з міцних, 52 непроникних для пестицидів, матеріалів або в завантажники сівалок. На мішках має бути напис стійкою фарбою «Отруйне» або «Протруєно».

Мішки з протруєним насінням мають зашиватися спеціальними машинами або щільно зав'язуватися.

Не допускається пересипання розфасованого протруєного насіння в іншу тару. Залишки використаних за зміну пестицидів передаються черговій зміні, про що робиться запис у книзі обліку протруєного насіння. У разі припинення

на тривалий час робіт із протруювання агрегат знешкоджується, а залишки пестицидів здаються на склад, про що робиться запис у журналі обліку.

У приміщеннях, де встановлено протруювачі або проводять фасування насіння, забороняється виконувати інші роботи. Протруєне насіння для сівби відпускається тільки за письмовим дозволом керівника господарства або організації з точною вказівкою його кількості. Невикористане для сівби насіння за актом повертається на склад або передається іншим господарствам лише для сівби. Залишок протруєного насіння варто зберігати в ізольованому приміщенні до майбутнього року з додержанням усіх правил і запобіжних заходів, установлених для пестицидів.

Протруєне насіння зберігають у мішках (із щільної тканини, паперових або поліетиленових) під замком або в силосних місткостях, що мають пристрої для подання насіння та автонавантажувачі сівалок. Забороняється зберігання протруєного насіння на підлозі та майданчиках насипом.

Категорично забороняється зберігання протруєного насіння разом із продовольчим, фуражним зерном. Облік посівного матеріалу проводить комірник, який відповідає за його безпечне зберігання.

Категорично забороняється змішувати протруєне насіння з непротруєним, здавати його на хлібоприймальні пункти, використовувати як харчовий продукт, корм сільськогосподарських, домашніх тварин і птиці.

Перевозити протруєне насіння до місця сівби дозволяється лише в мішках із щільної тканини або в автонавантажувачах сівалок. Забороняється перевезення людей разом із протруєним насінням.

Для сівби протруєного насіння слід використовувати лише справні сівалки. Кришка насіннєвого ящика має бути весь час щільно зачинена. Не допускається вирівнювати рівень протруєного насіння у сівалці руками, для цього використовують дерев'яні лопатки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі пророблено питання алгоритму підготовки протруювача до роботи, наведено ряд довідкових таблиць для технологічного налагодження протруювача та зроблено перерахунок кінематичних та енергетичних параметрів протруювача у зв'язку з вдосконалення транспортуючо-змішувального механізму протруювача камерного ПК – 20. Такі зміни пов'язані з конструктивними доробками завантажувального пристрою та забезпечення машиною заданої продуктивності на рівні 20 т/год.

В результаті розрахунків було встановлено:

прийнятих конструктивних розмірах та для забезпечення встановленої продуктивності мінімально необхідне значення обертів шнека живильника становить 400 об/хв;

для забезпечення поставленої продуктивності протруювачем, привід завантажувального шнека змішувача при прийнятих конструктивних розмірах споживатиме не менше 2,31 кВт;

споживана потужність завантажувального шнека змішувача становить 2.31 кВт, а шнека живильника при підвищенні продуктивності машини - 1.1 кВт. Механізм скомпоновано таким чином, що кінематичний ланцюг проходить через вал завантажувального шнека змішувача до редуктора живильника, тому привід передаватиме 3.41 кВт;

для приводу вибрано двигун трьохфазний коротко замкнутий серії 4А, закритий з синхронною частотою 1000 об/хв 4А112МВ6 з параметрами: $P_{дв}$=4 кВт і коефіцієнтом ковзанням 5.1 % (ГОСТ 19523-81);

для приводу завантажувального шнека приймаємо два паси профілю Б довжиною 1,12 м; міжцентрова відстань – 0,254 м; натяг паса – 65,9 Н; зусилля для перевірки натягу – 9,45 Н або 7,8 Н, якщо пас припрацьований вже.

прийнятих конструктивних розмірах окремих елементів, для забезпечення встановленої продуктивності мінімально необхідне значення обертів вивантажувального шнека становить 482 об/хв;

для забезпечення поставленої продуктивності протруювачем, привід вивантажувального шнека при прийнятих конструктивних розмірах споживатиме не менше 5,65 кВт;

для приводу вибрано двигун трьохфазний коротко замкнутий серії 4А, закритий з синхронною частотою 1000 об/хв 4А132М6 з параметрами: $P_{дв}$=7,5 кВт і коефіцієнтом ковзанням 3.2 % (ГОСТ 19523-81);

– для приводу вивантажувального шнека два паси профілю Б довжиною 1,4 м;

– міжцентрова відстань тут рівна 0,308 м;

– необхідний натяг при уникненні пробуксовування 142 Н, яке контролюємо через відтягування віток – 12,6 Н для припрацьованого паса і 16,1 Н для нового

Також в роботі пророблено питання, що стосуються основних небезпек для людини при роботі з протруювачем та основних засади охорони праці при підготовці насіння через протруювання.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Andreykiv O., Babii A., Dolinska I., Yadzhak N., Babii M. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. Procedia Structural Integrity. Volume 36, 2022, Pages 36-42.

2. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. Procedia Structural Integrity No 36. 203-210.

3. Andrii Babii, Bohdan Levytskyi, Taras Dovbush, Mariia Babii, Nadiia Kho muk, Anatolii Dovbush, Volodymyr Valiashek. Mathematical model of sprayer tank loading. Procedia Structural Integrity. Volume 59, 2024, Pages 609-616.

4. Babii A., Babii M. Taking impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU. Tern. : TNTU, 2019. Vol. 95, No 3, P. 97–104.

5. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12.

6. Syrotyuk A.M., Babii A.V., Barna R.A., Leshchak R.L., Marushchak P.O. Corrosion-Fatigue Crack-Growth Resistance of Steel of the Frame of a Sprayer Boom. Materials Science, 2021, 56(4), P. 466–471.

7. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» / А.В. Бабій. Вид–во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. 100 с.

8. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія»

для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Машини для заготівлі кормів. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2022. 76 с.

9. Бабій А.В., Бабій М.В. Динамічна модель енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 145. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. Харків, 2014. С.112–118.\

10. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проєктування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 144 с.

11. Бабій А.В., Бабій М.В., Вічко О.І. Пристрій для визначення кількості та рівномірності розпилення продукту робочим органом штангового обприскувача. Деклараційний патент на корисну модель 141105 B05B 3/00, B05B 12/00, G01F 3/36 (2006.01); заявл. 16.07.2019, u201908385, опубл. 25.03.2020, бюл. № 6/2020.

12. Бабій А.В., Брощак І.С., Мартинюк В.В. Пристрій для прикореневого підживлення вегетуючих рослин. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С.68-69.

13. Бабій А.В., Головецький І.В., Гладьо Ю.Б. Дослідження кінематичних параметрів вібраційного лемеша картоплекопача з використанням комп’ютерної програми. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. "Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин", ЦНТУ. 2023. С.227-236.

14. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208

«Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.

15. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Цепенюк М.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 140142 A01B 59/06 (2006.01). Заявлено 24.06.2019, u201907015 опубліковано 10.02.2020, бюл. № 3/2020.

16. Бабій А.В., Рибак Т.І., Попович П.В., Господарський Я.Я., Сікорський С.П. Механізм зміни ширини колії. Деклараційний патент на корисну модель 73090 A01B 51/00; заявл. 01.03.2012, опубл. 10.09.2012, бюл. № 17.

17. Бабій А., Лещак Р., Барна Р. Корозійна тривкість сталі рами штангових обприскувачів у рідинному середовищі агрохімікатів. Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів: спец. вип. журналу „Фізико-хімічна механіка матеріалів”. № 13. Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2020. С. 356–360.

18. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Бабій А.В., Цьонь Г.Б., Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.

19. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За ред. Є.П. Желібо, В.М.Пічі. Львів: „Новий світ–2000”, 2002. – 328 с.

20. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч. пос. К.: КНЕУ, 2003. 215с.

21. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладижинський коледж, 2019. 374 с.

22. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Аналіз конструктивних особливостей мініобприскувачів для невеликих фермерських господарств. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч.II. С. 116-125.

23. Лещак Р.Л., Бабій А.В., Барна Р.А., Бабій М.В., Гіряк Р.С,. Сиротюк А.М. Корозійна тривкість покриття каркаса штанги сільськогосподарського

обприскувача. ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ. Том 58, №2. Львів: Фізико–механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2022. С. 116–121.

24. Опір матеріалів. Під заг. ред. акад. АН УССР Г. С. Писаренко. К.:Вища школа, 1974. 304 с.

25. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища шк., 1993. 556 с.

26. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка; авт. кол.: / Д.Г. Войтюк, С.С.Яцун, М.Я. Довжик. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 543 с.

27. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001. 384 с.

28. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 3: Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень; За ред. М.І. Черновола. К.: Фенікс, 2007. 432 с.

ДОДАТКИ