

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 636.353:34

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Сільськогосподарських машин
та системотехніки ім акад. П.М. Василенка
(назва кафедри)

В. Братішко
(підпис)

Гуменюк Ю.О.
(підпис) (ПБ)

“ ” 2021 р. “ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження технологічного процесу та конструктивних параметрів
протруювача насіння зернових культур

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с

В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

Д.с.-т.н., професор

Теслюк В.В.

Виконав

Радь В.О.

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 636.353:34

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Сільськогосподарських машин та
системотехніки
ім акад. П.М. Василенка
к.т.н., доцент _____ Гуменюк Ю.О.
“ ____ ” _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Радь Володимир Олегович

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Дослідження технологічного процесу та
конструктивних параметрів протруювача насіння зернових культур.»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «01» лютого 2021р. № 189 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2021. 11. 25.

Вихідні дані до магістерської роботи: характеристика сировинної бази регіону,
технологічна та технічна документації, стан механізації виробничих процесів по
протруювача насіння зернових

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Огляд технологій і машин для протруювання насіння.
2. Теоретичні обґрунтування параметрів протруювача.
3. Результати експериментальних досліджень.
4. Економічне обґрунтування.
5. Охорона праці.

Дата видачі завдання «11» лютого 2021р.

Керівник магістерської роботи

Теслюк В.В.

Завдання прийняв до виконання

Радь В.О.

НУБІП України

РЕФЕРАТ

НУБІП України
Магістерська робота за темою: "Дослідження технологічних та конструктивних параметрів протруювача насіння зернових культур".

НУБІП України
Представлена магістерська робота вміщує вступ, 5 розділів розрахунково-пояснювальної записки, висновки, список використаних джерел з 51 назв та презентаційного матеріалу. Основний зміст магістерської роботи викладено на 77 сторінках машинописного тексту, містить 20 рисунків і 8 таблиць.

НУБІП України
В магістерській роботі розглянуто питання удосконалення роботи протруювача ПСШ-5, та завантаження транспортних засобів насінням за допомогою запропонованого гнучкого шнекового транспортеру.

НУБІП України
В першому розділі розглянуто питання аналізу робочого процесу досліджуваних об'єктів вдосконалення, огляд і аналіз машин-аналогів, обґрунтування недоліків існуючих конструкцій, характеристика базової моделі протруювача, агротехнічні вимоги до машин й основні регулювання, сучасні технології вирощування зернових культур, на прикладі ячменю, що використовуються в аграрному виробництві.

НУБІП України
В другому розділі проведено теоретичні обґрунтування параметрів протруювача.

НУБІП України
В третьому розділі приведено результати експериментальних досліджень. Розрахована економічна ефективність від впровадження основних розробок проекту.

НУБІП України
Запропоновано заходи покращення стану безпеки праці робітників, задіяних для управління і забезпечення роботи машин для протруювання.

НУБІП України
Ключові слова: Насіння, зернові культури, технологічний процес, зерно, протруювач, гнучкий шнек, робочий розчин, ефективність, прибуток.

НУБІП України

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД Й АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ	7
1.1. Аналіз процесів і машин для протруювання насіння зернових культур	7
1.2. Аналіз недоліків і обґрунтування вибору робочого органу	15
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОТРУЮВАЧА	24
2.1. Математичне моделювання процесу роботи пневмічного конвеєра	24
2.2. Розрахунок основних параметрів гнучкого циліндричного конвеєра	31
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	39
3.1. Експериментальна установка	39
3.2. Результати досліджень	42
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	47
4.1. Розрахунок експлуатаційних витрат	47
4.2. Розрахунок річного економічного ефекту	52
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	56
5.1. Заходи охорони праці при роботі на пунктах протруювання насіння	56
5.2. Захист персоналу при роботі на протруювальних пунктах	63
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Агропромислове виробництво знаходиться на постійному найважливішому етапі розвитку – відбувається його інтенсифікація, переобладнання новими сучасними технічними

засобами розробка та адаптація технологічних процесів. Складний соціально-економічний стан суспільства посилюється проблемами агропромислового комплексу і особливо його основи – сільського господарства. Рівень розораності сільськогосподарських угідь становить майже 80%, що є найвищим показником у світі.

Інтенсивна система землеробства призводить до деградації ґрунтів. Основною причиною цього є недосконалість техніки та технології обробітку ґрунту. Аналіз структури парку ґрунтообробних машин свідчить про неузгодженість його виробництва. Деякі види в достатку, інші зовсім відсутні. Тож маємо дев'ять різних плугів для оранки на тракторах класу 30 кН, а для культивування ґрунту на 12-16 см на тракторах класу 14-20 кН немає. Ченуюча група ґрунтообробних машин має вузьке функціональне призначення, вузький діапазон можливостей і, як наслідок, низьку пристосованість до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Те ж саме стосується і посівних машин. Адже високі та стабільні врожаї сільськогосподарських культур можна отримати лише за умови використання для посіву насіння з високими посівними якостями. Насіння є носіями біологічних та фізико-механічних якостей рослин, тому чим вища якість насіння, тим вищий урожай на їх основі. Одне з основних місць у комплексі заходів, спрямованих на підвищення врожайності насінневого матеріалу, займає передпосівна обробка поверхні насіння та покриття його стимуляторами. Ці операції називаються скарифікацією та травленням. Обробка проводиться для захисту насіння та їх паростків від різних хвороботворних мікроорганізмів, а також стимулює ріст рослин і при обробці спеціальними інсектицидами для захисту їх від шкідників і сосків. Використання цих операцій стимулює ріст рослин і зменшує втрати врожаю та допомагає запобігти значному зниженню якості продукції. За рахунок зменшення втрат урожай зернових збільшується на 15-20%, цукрових буряків на 5-10%, кукурудзи на 7-12%.

Тому для вітчизняного сільськогосподарського виробництва особливо актуальним є розвиток нової сільськогосподарської техніки та вдосконалення існуючої.

Протруювання насіння хімічними протруйниками проводиться з метою інтегрованого захисту рослин. Це дозволяє захистити насіння та проростки від шкідників, які пошкоджують насіння, корені та надземні частини рослини на різних етапах розвитку. Протруювання посівного матеріалу – це запораука

отримання здорових дружних сходів, збереження рівномірного розташування рослин, високої врожайності та якості врожаю.

Такий захід має надзвичайно високу економічну та екологічну ефективність. При відносно невеликих фінансових затратах можна контролювати розвиток шкідників. Якщо цього не зробити, то під час осінньої вегетації потрібно буде значно збільшити витрати. Інколи буває неможливо провести заходи захисту у зв'язку з погодними умовами або біологією хвороби (сажки). Вплив засобів захисту рослин на навколишнє середовище при протруюванні є мінімальним (якщо враховувати кількість діючої речовини на одиницю площі у порівнянні з обприскуванням).

За оптимальних погодних умов хімічні протруйники забезпечують захист молодих рослин (які є найбільш вразливими) впродовж 20-40 днів після сівби, після чого їхня ефективність зменшується і дія поступово припиняється.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є проведення теоретичних та практичних досліджень, розробка інноваційних пропозицій по покращенню конструктивних параметрів протруювача насіння зернових культур.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної магістерської роботи є технологічний процес протруювання насіння зернових культур.

Предмет дослідження - протруювач насіння зернових культур.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ НАСІННЯ

НУБІП України

1.1. Аналіз процесів і машин для протруювання насіння зернових культур

НУБІП України

Економічні умови, що склалися в сільському господарстві, спонукають господарства до вузької спеціалізації сільськогосподарського виробництва, що дозволяє при мінімальній кількості техніки досягати високих врожаїв сільськогосподарських культур. Це також дає можливість сконцентрувати необхідні матеріали та машини для високоєфективної роботи з вирощування та виробництва сільськогосподарської продукції.

НУБІП України

Вирощування зернових культур є високорентабельним виробництвом, і за належних умов організації та використання праці може давати високі прибутки.

За допомогою нових високопродуктивних верстатів можна підвищити продуктивність без значних витрат на покупку нових верстатів, які виконують одну операцію і окупаються протягом багатьох років, приносячи при цьому низький економічний ефект.

НУБІП України

Слід звернути увагу на обробку гранту, який через недбалість з часом втрапив свою первинну родючість. Необхідно застосовувати агротехнічні заходи, які природним чином підвищували б родючість, тобто без застосування хімікатів. Важливими є заходи, пов'язані з передпосівною обробкою насіння та боротьбою з шкідниками. Ці заходи дають змогу зберегти насіннєвий матеріал, підвищити його схожість, захистити під час розвитку та давати високі врожаї.

НУБІП України

Перед сівою насіння обробляють на машині ПСШ-5 з метою знищення зоудників хвороб та шкідників. Висівають зерно комбінованими агрегатами, що складаються з фрезерного культиватора КФГ-3,6 та зернової сівалки для вузькорядного або звичайного висіву СЗ-3,6. Сівалка оснащена анкерними сошниками, які дозволяють висівати зерно на дно ущільненого канавки. Герметизація дна сприяє кращому надходженню вологи до зерна через капіляри, що утворюються в результаті ущільнення. Щоб не порушувати контакти кореневої системи рослин із ґрунтом внаслідок її розпушування для забезпечення ущільнення ґрунту, сівалку із задньої частини оснащують котками.

НУБІП України

Підживлення рослин здійснюється в три етапи навісними розкидачами. Перед внесенням готують суміш мінеральних добрив і вносять з розрахунку 180-200 кг/га в наступному відсотковому співвідношенні N60 P60 K60. Проведення таких заходів забезпечать

НУБІП України

на 8-10 ц/га зростання врожайності.

Обґрунтовано, що високі та стабільні врожаї сільськогосподарських культур можна отримати лише за умов висівання насіння з високими посівними якість. Одне з основних місць у комплексі заходів, спрямованих на підвищення врожайності насінневого матеріалу, займає передпосівна обробка поверхні насіння та покриття його захисно-стимулюючими речовинами (скарифікація).

Скарифікація проводиться з метою часткового пошкодження або повного видалення оболонки з насіння з метою знищення збудників хвороб, а також для сприяння проникненню вологи у внутрішні шари насіння, що позитивно впливає на його схожість.

Обробка проводиться для захисту насіння та їх паростків від різних хвороботворних мікроорганізмів, а також стимулює ріст рослин і при обробці спеціальними інсектицидами захистить їх від шкідників.

Використання цих операцій зменшує втрати врожаю та запобігає зниженню якості посівів й отриманої продукції. За рахунок зменшення втрат урожай зернових збільшується на 15-20%, цукрових буряків на 5-10%, кукурудзи на зерно 7-12%.

З урахуванням наведеного, створення нових високоефективних засобів механізації процесів скарифікації та обробки насіння, що відповідають сучасним вимогам і відповідають технічному рівню цих операцій, є важливою та актуальною науково-технічною проблемою великого економічного значення.

На основі огляду існуючих методів підвищення врожайності насінневого матеріалу встановлено, що найкращий ефект досягається за умов використання всього арсеналу методів обробки насіння. Тому один із шляхів підвищення якості обробки насіння полягає у розширенні функціональних можливостей протруювачів насіння, зокрема таких, які широко застосовуються у виробництві, а саме ПУ-3А, ПСП-3, ПСП-5.

Характерним для машин цього типу є подача насіння в камеру змішування за допомогою шнекових механізмів. Таким чином, під час обробки насіння воно не тільки обробляється, а й зазнає незначних механічних дій, одними з яких є скарифікація, часткове пошкодження плодової оболонки або верхніх алеїронових шарів, які викликаються зовнішнім і внутрішнім тертям. Ці пошкодження за певних умов відіграють позитивну роль у скороченні часу проростання насіння, а саме, коли насіння потрапляє в ґрунт і потребує значної кількості вологи для переходу зі стану анабіозу в стан росту. Вони сприяють надходженню вологи в життєздатні клітини зародка і алеїронового шару, що активує ферментну частину зерна. Чим довше дію вологи, тим краще перетворення в зерно, а відповідно і темп його розвитку.

Передові технології вирощування зернових, що використовуються на

сучасному етапі ставлять високі вимоги, як до насінневого матеріалу, так і до до сівалок і їх висівних апаратів.

Агротехнічними вимогами, які стосуються насінневого матеріалу, встановлено, що його схожість повинна становити не менше 98%, мати високу енергію і короткий час проростання.

Одним із способів оптимізації часу проростання насіння є його передпосівний обробіток. Передпосівний обробіток включає такі операції: протруєння, скарифікація. Протруєння дозволяє ефективно знищити та придушити шкідників у насінневому матеріалі; забезпечити захист насіння та їх пагонів від зараження ґрунтовими інфекціями, пліснявою та ґрунтовими шкідниками; стимулюють ріст і розвиток рослин; підвищити стійкість насінневого матеріалу до негативних кліматичних факторів. Найвищий ефект знезараження насіння і підвищення його продуктивності досягається при захисно-стимулюючому обробленні покриття насіння мікроелементами, необхідними для їх швидкого проростання і росту рослин.

За конструкцією та принципами дії основного робочого органу протруювачі поділяються на такі види: барабанні, камерні, шнекові, комбіновані, конвеєрні, лоткові, вальцеві та роликові. Причому перші найбільш розповсюджені види робочих органів використовуються для обробки насіння зернових, зернобобових і технічних культур, а інші – для обробки насінневої картоплі. Машини з робочими органами барабанного типу наносять препарати на насіння шляхом їх змішування в барабані сухим, вологим і комбінованим способами. Дані робочі органи дуже прості за конструкцією, що забезпечило їх широке і давнє застосування для механізації протруєння.

Аналіз багаторічних досліджень, проведених різними науковими установами, встановив, що робочі органи барабана не здатні забезпечити якісне протруєння насіння оскільки не всі насіння в барабані мають здатність контактувати з препаратом в однаковій мірі. До того, такі машини мають низьку продуктивність, високий питомий вміст металу і не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам до умов праці робітників.

До категорії протруювачів цього типу відносять марки: «Перемога», ПСП-0,5, «Глобус», «Урожай», «Ідеал», ПУ - 3,0, ПУ - 3А (рис. 1.1) та ПЗ-10, «Колос».

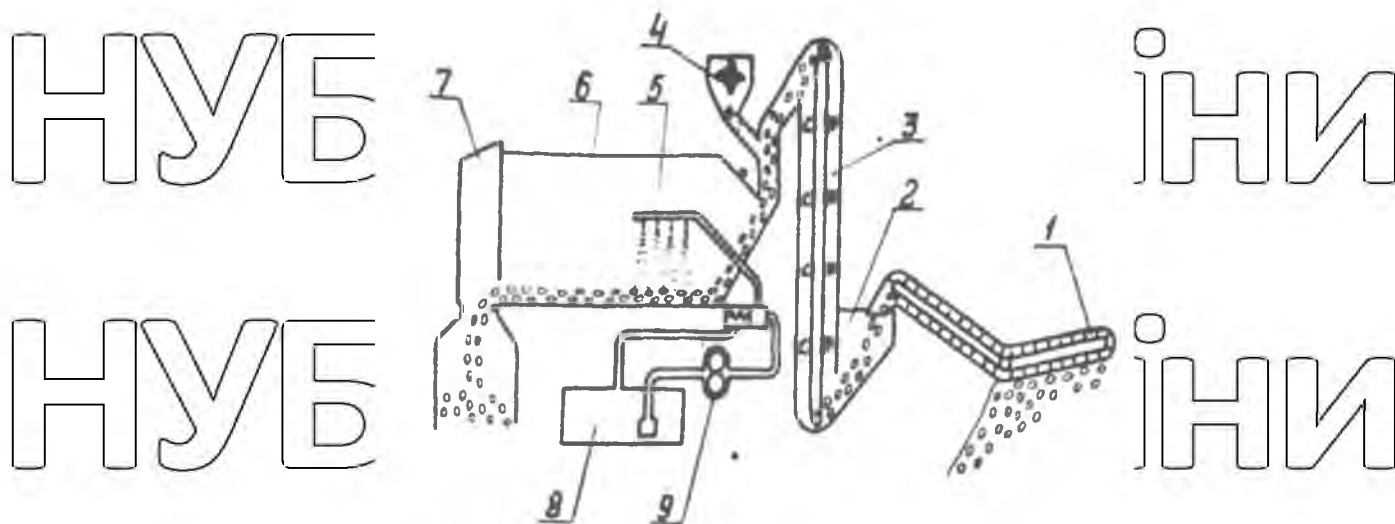


Рис. 1.1. Схема роботи барабанного протруювача ПУ-3А:

1 – скребковий транспортер; 2 – бункер для зерна; 3 – елеватор; 4 – бункер для порошкового препарату; 5 – розкидаюча штанга; 6 –

змішувальний барабан; 7 – вивідна камера; 8 – бак для рідини; 9 – насос

Відомо, що протруювачі з робочими органами барабанного типу випускали світові компанії: «Petkus» (ГДР), «Prezident» (Данія), «Gustafson» (США), «Haif» (Австрія), «Kasko» (Швеція), «MTS» (ВНР), «Gomprel» (ФРН). Необхідно відмітити, що окремі компанії до даного часу випускають протруювачі цього типу, їх робота відповідає вимогам до якості обробки насіння,

але їх оснащують додатковими шнековими робочими органами для підвищення ефективності процесу протруювання. У протруювачах шнекових обробок насіння препаратами відбувається шляхом переміщення за допомогою шнека.

Характерно, що протруйник можна наносити сухим, зволженим, мокрим або комбінованим способами. Виявлено, що шнековим робочим органам притаманні такі ж недоліки, тільки в меншій мірі, що і робочим органам барабанного типу.

Функціональна схема шнекового протруювача наведена на рис. 1.2.

Протруювач використовується для передпосівного протруювання усього насіння водними суспензіями пестицидів.

Насіння засипають у бункер 8 через решітку 7, яка затримує великі домішки. Надходження його до змішувального шнека 12 регулюють заслінкою 9. Безперервність надходження порошкоподібного пестициду з бункера 5

забезпечується роботою ворушиди 6, шнека-живильника 4 та дозатора 3.

Рідкий пестицид надходить з резервуара 11 через кран 10, яким регулюють його подачу. У змішувальному шнеці 12 насіння переміщується з пестицидами і одночасно переміщується до вихідного розтрубу, через який надходить у мішок або іншу тару.

Відмічається, що через простоту конструкції і невеликих габаритів і доступності вартості, шнекові протруювачі застосовують у агропідприємствах з невеликими посівними площами. Аналіз розвитку машин для протруювання показав, що розробка, удосконалення протруювачів шнекового і барабанного типів почалося одночасно.

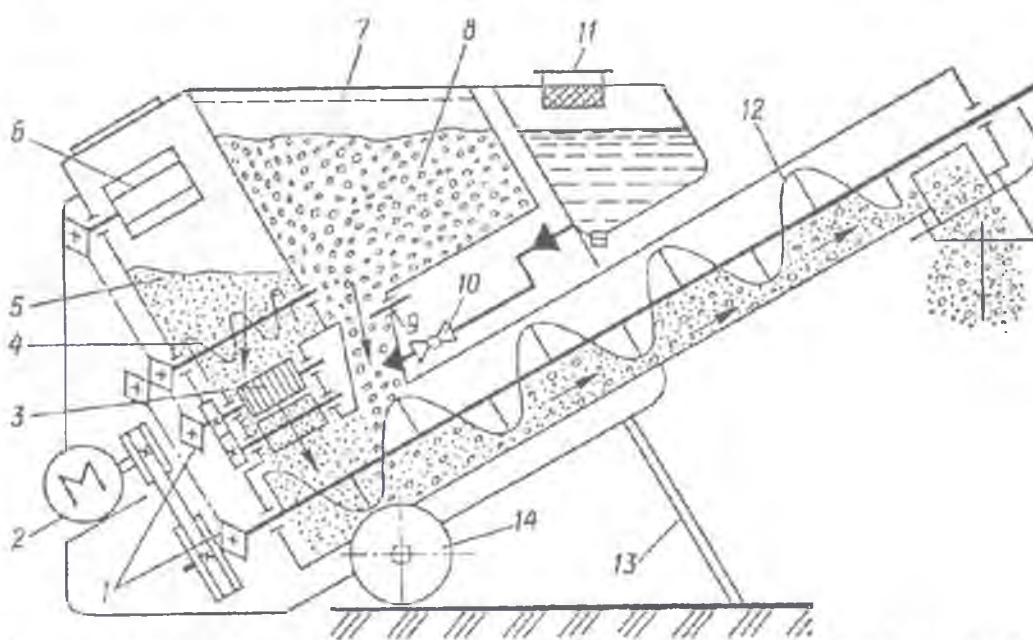


Рис. 1.2. Функціональна схема роботи шнекового протруювача:

1 – механізм передачі руху; 2 – електродвигун; 3 – дозатор сухого пестициду;

4 – шнек-живильник; 5 – бункер для сухого пестициду; 6 – ворушила;

7 – решітка; 8 – бункер для насіння; 9 – заслінка; 10 – запорний кран;

11 – резервуар для рідкого пестициду; 12 – змішувальний шнек; 13 – опора;

14 – колесо

НУБІП України

якісних показників, такі протруювачі здатні забезпечувати високу продуктивність процесу обробки насіння, мають низьку питому метало та енергомісткість.

Герметичні камери створюють відповідні санітарно-гігієнічні умови праці.

Водночас, всі протруювачі, що випускають у нас в країні в даний час оснащені робочими органами камерного типу (крім ПСС-5).

Функціональна схема роботи протруювача камерного типу ПС-10А наведена на рис. 1.3.

Протруювач ПС-10А призначений для зволоженого протруювання розпиленими водними суспензіями насіння зернових, бобових та технічних культур.

Він являє собою автоматичну установку, робочі органи та механізми якої приводяться в дію від електродвигунів загальної потужності 4,7 кВт.

Технологічний процес роботи протруювача полягає у приготуванні суспензії й обробці насіння. Суспензію готують у резервуарі 4, куди через горловину 8 завантажують пестициди та інші компоненти і перемішують їх мішалками 3 з водою, яка подається насосом 1, протягом 5...10 хв. При необхідності суспензію підігрівають електронагрівниками 5.

Для обробки насіння використовують бункер 15, який завантажують транспортером 6 верхнього рівня, що контролюється датчиком 13. Далі насіння розподільником 28 спрямовується до камери протруювання 25, в яку дозатором 11 одночасно подається суспензія з резервуара 4. Суспензія, розпилена широким факелом, у дрібнодисперсному стані наноситься на потік насіння, яка потім шнеками 22 та 17 спрямовується до місця вивантаження.

Закордонно протруювачі з камерним типом робочих органів випускають фірми: «Gustafson» (США), «Prezident» (Данія), «Superior» (США), «Goppel» (ФРГ), «Pobar» (ФРГ), «Ewos» (Швеція).

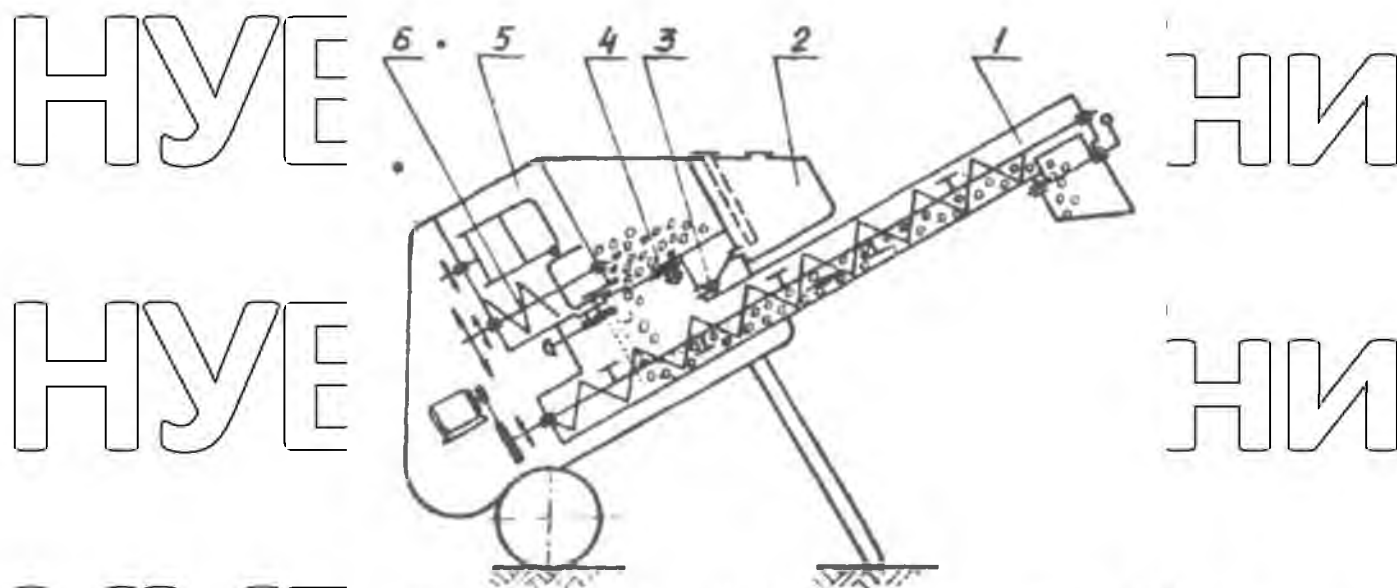


Рис. 1.4. Принципова схема шнекового протруювача ПССШ-3:

1 – змішувальний шнек; 2 – бак для рідини; 3 – кран; 4 – дозатор зерна;

5 – бункер для порошкових препаратів; 6 – живильник

Основні технічні дані протруювачів насіння наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Основні технічні дані протруювачів насіння

Показник	ПС-10А	ПССШ-3
Продуктивність, т/год.	20	3
Місткість, дм ³ :		
- зернового бункера	40	30
- резервуара рідких пестицидів	250	120
Подача рідкого хімічного препарату, л/хв.	0,5-3,5	0,5-4,5
Необхідна потужність, кВт	4,7	0,7
Маса, кг	1080	310
Кількість працюючих	2	1

За кордоном протруювачі містять в своїй конструкції два типи робочих органів – основний і додатковий.

Таке рішення приймають з двох причин.

- кількість основного робочого органу не забезпечує обов'язкового обробітку зерна;

- за умов технологічного процесу необхідно провести додаткові операції з обробкою зерна, які важко працюють в основному на робочому органі, наприклад, операції підсушування зерна або нанесення на їх поверхню.

На підставі зробленого аналізу існуючих методів підвищення врожайності насінневих матеріалів виявлено, що найкращий ефект досягається в тому випадку, коли використовується весь арсенал усіх методів обробітку насіння.

Через це одним із шляхів підвищення якості протруювання можливе за рахунок розширення функціональних можливостей протруювачів зерна, зокрема таких широко використовуваних на виробництві, як ПСЦ-3 (рис. 1.4), ПСС-5, ПУ-3А.

1.2 Аналіз недоліків і обґрунтування вибору робочого органу

За конструкцією та принципами дії основного робочого органу дезінфікуючі засоби поділяються на такі види: барабанні, шнекові, камерні, комбіновані, лоткові, конвєсрні, роликіві та роликіві. Причому перші чотири види робочих органів використовуються в основному для обробки насіння зернових, зернобобових і технічних культур, а інші - для обробки насінневої картоплі. Загальний вигляд протруйників насіння наведено на рис. 1.5, 1.6, 1.7.

Протруювальні машини барабанного типу наносять робчі розчини на насіння шляхом їх перемішування в барабані сухим, вологим і комбінованим способами. Відомо, що робчі органи такого типу дуже прості за конструкцією, що забезпечило їм широке застосування в протруювачах протягом тривалого часу.

Поряд з тим, багаторічними дослідженнями, проведеними різними науковими установами, висвітлено, що робчі органи барабанного типу не спроможні забезпечити якісну обробки насіння, оскільки не всі зерна в барабані мають здатність контактувати з робчим розчином. До того ж, вони характеризуються низькою продуктивністю, мають високу питому

металомісткість і не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам праці виробничого персоналу.



Рис. 1.5. Загальний вигляд універсального протруювача ПНУ-4



Рис. 1.6. Загальний вигляд камерного протруювача

Машини-протруювачі камерного типу характеризуються більш сучасними робочими органами. Принцип їх дії базується на взаємодії потоку насінин з робочим розчином приструйника. Це дає можливість кожній окремій насіині контактувати з истоном робочого розчину препарату і тим самим, забезпечує



Рис. 1.7. Протруювач камерний ПК-20 «Супер»

Протруювачі з камерними робочими органами можуть обробляти насіння сухим, зволоженом і комбінованим способом. Крім високої якості, вони здатні забезпечити високу продуктивність процесу переробки зерна, мають низьку питому метало- та енергомісткість.

Щільні камери створюють задовільні санітарно-гігієнічні умови праці.

Протруювальна машина ПСП-5 (рис. 1.8) призначена для передпосівної обробки водними суспензіями невеликих партій насіння зернових, зернобобових та технічних культур водними розчинами. Протруювальна машина оснащений шнеком 25, баком 12, мембранним насосом-дозатором 15, розподільником 9, системою очищення та аспирації, механізмом самоконтролю 24, електроприводами та пультом управління.

Шнек машини складається з двох частин: забірної та транспортно-змішувальної. Шнековий сортувальник насіння прикріплений до забірної кожуха шнека. У передній частині корпусу конвеєрного шнека розташований бункер 26, розділений перегородкою на дві камери: накопичувальну А і змішувальну Б. У камері А розташовані датчики рівня 1 і 2, а в камері Б – дисковий обприскувач 4. Дозатор 15 відсмоктує з бака 12 живлення до корпусу крана, а від нього по трубі 11 до розпилювача 4, який переводить його в тонкодисперсний стан.

Переминаючи фракції розпиленого розчину, насіння покривається ним і потрапляє в кожух шнека 25 протруювальної камери.

Розподільник 9 містить корпус, котушку, ручку і мірний циліндр Ц. Корпус має

розподільника 9 і по трубопроводу 7 досягає розпилювального диска 4. Обертний диск розпилює суспензію до стану туману, який покриває насіння, безперервно надходячи камеру В з камери А через контрольне вікно А. Насіння, оброблене цинком 25, вивантажується в мішки. Забруднене повітря з горловини через забірник 22 надходить у вентилятор 19, очищається фільтрами 18 і 21 і викидається в атмосферу. Коли насіння досягає рівня верхнього датчика 2, автоматика вимикає механізм переміщення 24 і насіння не потрапляє в бункер.

Якщо рівень насіння нижче датчика 2, автоматика включає самохід, а при падінні рівня насіння нижче датчика 1 автоматика вимикає насос-дозатор і припиняється подача суспензії в обробну камеру. Якщо рух рідини по трубопроводу припиняється (відсуття рідини в баку, несправний насос тощо), датчик 6 рідинного контролю вимикає самохід і насос-дозатор.

Необхідну потужність дезінфікуючого засобу встановлюють переміщенням клапана 3. Подачу робочої рідини регулюють маховичком дозувального насоса, внаслідок чого змінюється хід діафрагми. Положення клапана 3 і маховичка насоса вибирають з таблиці.



Рис. 1.9. Протруювач ПСШ-5

Протруювальну машину ПСШ-5 налаштовують на задану норму споживання пестицидів у такій послідовності. На спеціальному майданчику встановить дезінфікуючий засіб в робоче положення згідно з інструкцією до машини, запустити перевірити роботу всіх механізмів. Переконавшись, що все правильно підключено, механізми працюють, безпека роботи дотримана, дезінфікуючий засіб вводиться в дію.

За допомогою насоса бак на 1/3 заповнюється водою. Через спеціальний пристрій в резервуар заливають пестициди і знову включають насос. При заповненні бака до рівня верхнього датчика привід насоса вимикається. При досягненні стійкого стану зерно, що надходить з розвантажувального лотка, збирають протягом певного часу (наприклад, 6 хвилин) і зважують.

Помноживши масу зерна на 10, визначають дійсну продуктивність дезінфікуючого засобу і, якщо вона значно відхиляється від обраної, важіль подачі насіння переводять на іншу поділку, і дослід повторюють тричі. Потім відрегулюйте дозатор робочої рідини на витрату, що відповідає встановленій продуктивності дезінфікуючого засобу. Для чого чотириходовий кран переводиться в положення «Відбір проб». Переведіть важіль дозатора насіння на нульову поділку шкали і вивантажте насіння зі шнеків. Маховик дозатора робочої рідини переміщується до ділення шкали, що відповідає витраті робочої рідини при певній продуктивності дезінфікуючого засобу. Потім натисніть кнопку «Вивантажити-заправити».

Витрата робочої рідини визначається заповненням вимірювального циліндра протягом 20 с. Помноживши отримане значення на 3, ви отримаєте вартість 1 хвилини. При фактичній витраті робочої рідини від необхідної змініть її витрату і виконайте вимірювання тричі.

Для досягнення високих техніко-економічних показників дезінфікуючий засіб повинен забезпечувати: безперервність процесу та транспортування насіння; відповідність параметрів робочих органів агрегату агротехнічним, екологічним та енергетичним вимогам; достатню продуктивність і нешкідливість насіння; досить висока якість обробки та скарифікації насіння; малий розмір, тобто бути компактним за умови простоти обслуговування та відповідності вимогам безпеки праці.

На основі патентного пошуку та аналізу гвинтових конвеєрів ми обрали конструкцію гнучкої гвинтової конвеєри. Робочий орган модульного шнекового агрегату показаний на рис.

1.10. На рис. 1.11 наведено приклад механізму натягу гвинтового вузда за допомогою пружинного пристрою. Особливістю конвеєрів даного типу є те, що вони виготовлені з пластику, і цей фактор дає наступні переваги:

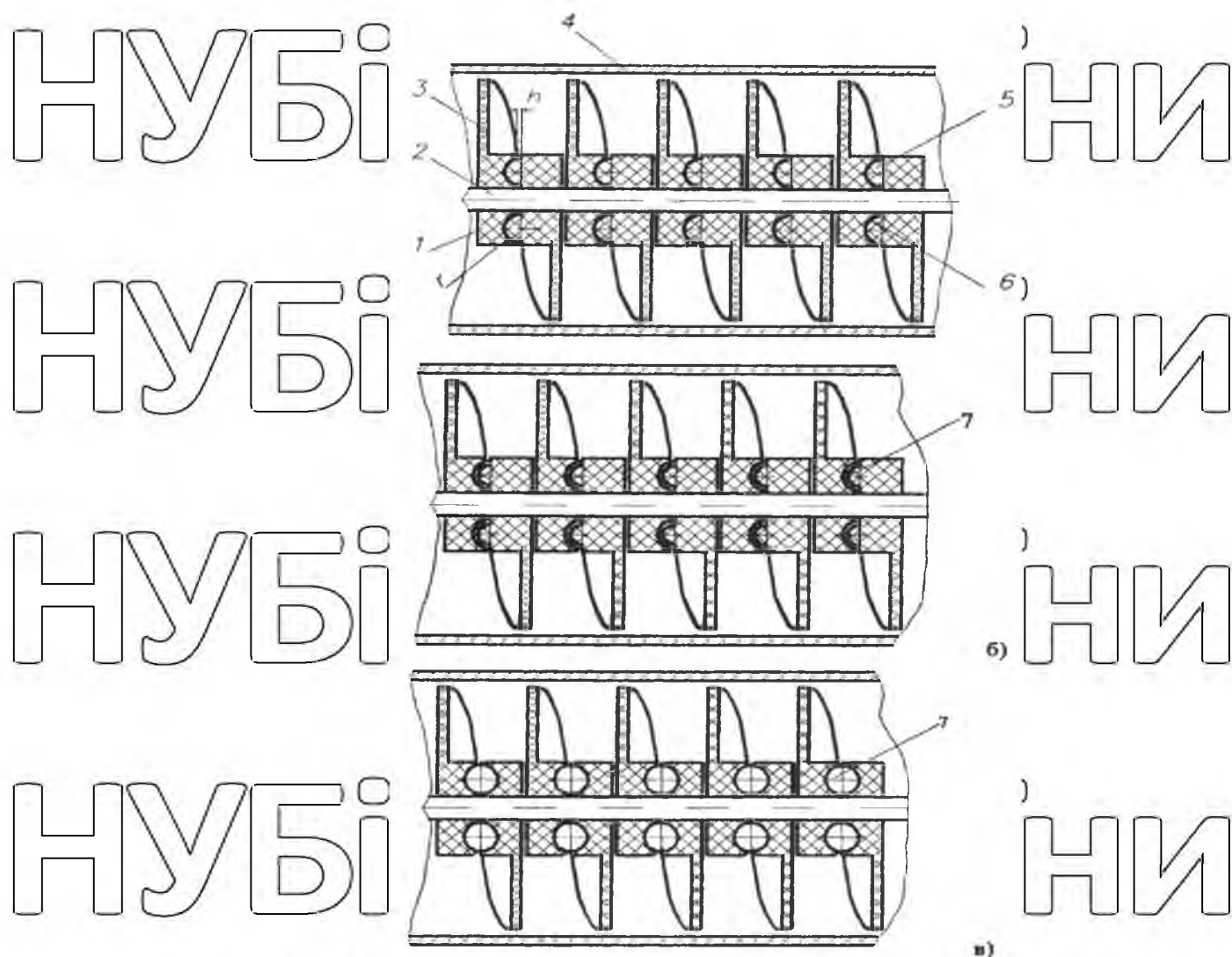


Рис.1.10. Робочий орган модульного гвинтового агрегату:

1 – шнек; 2 – вал; 3 – виток; 4 – кожух; 5 – труба; 6 – виток

- по-перше, пошкодження зародка насіння є мінімальним, зменшення втрат врожаю пов'язаних із погіршенням схожості насіння (один відсоток пошкодженого насіння є причиною зниження врожайності на 1,5-2,0 т/га;

- по-друге, поверхні зернини легше покривати абразивним матеріалом, що позитивно впливає на сармифікацію насіння.

НУБІП УКРАЇНИ

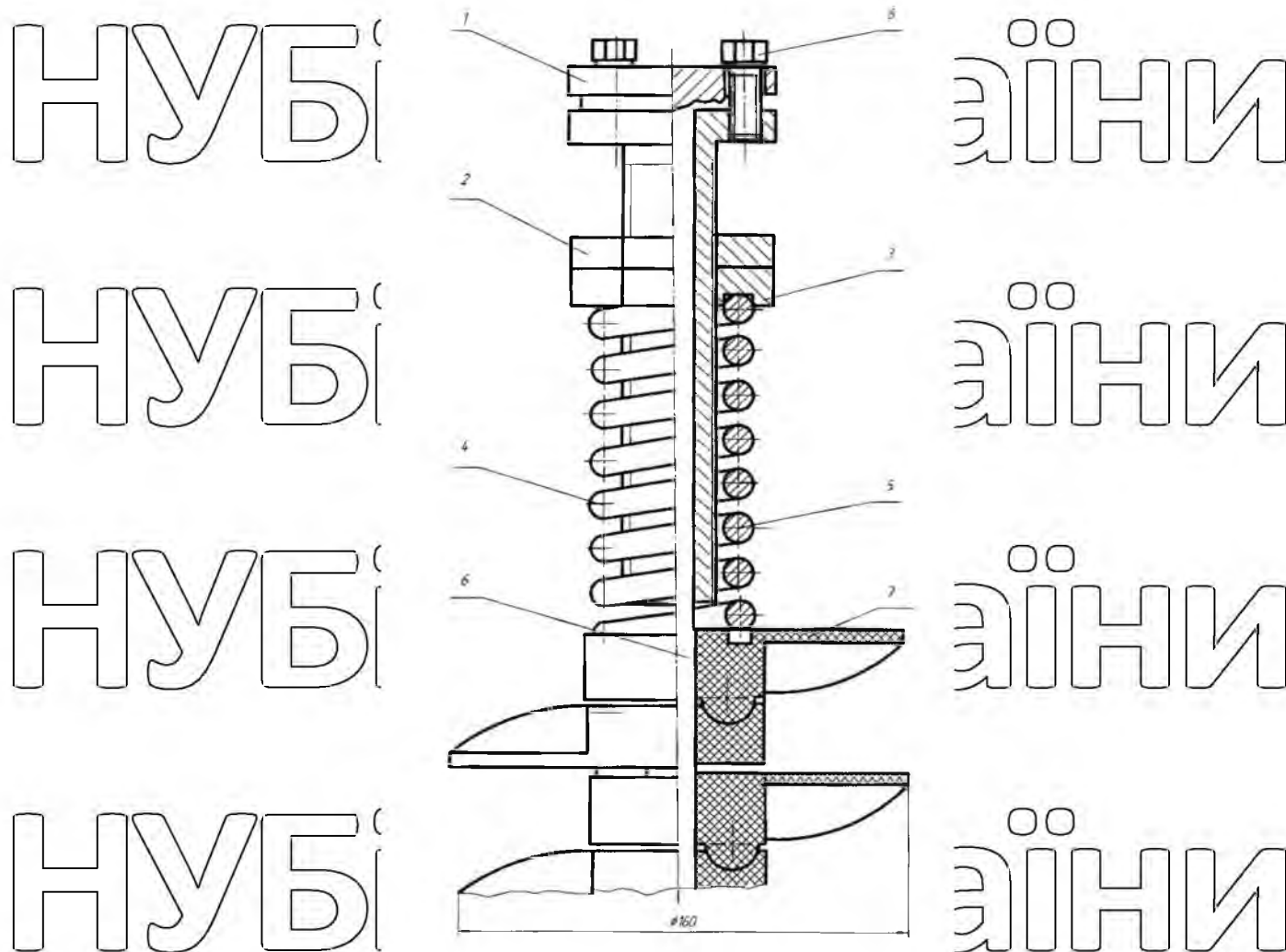


Рис. 1.11. Механізм натягу гвинтового конвеєра:

1 – фіксуєчий диск, 2 – натяжна шайба, 3 – штопорна шайба,

В результаті модернізації шнекового конвеєра протруювальні машини в процесі роботи забезпечать:

- знищення личинок шкідників і збудників хвороб на поверхні насінневої оболонки;
- видалення насінневої оболонки, що покращить проникнення води та ліків у зародок і внутрішні шари насіння, що в свою чергу сприяє скороченню часу проростання та отримання міцних і здорових сходів.

Встановлення гнучких шнекових конвеєрів також дозволить завантажувати посівний матеріал безпосередньо в зернові ящики сівалки або кузов автомобіля. У цьому випадку відпадає необхідність використання мішків та додаткової тари, зменшується кількість обслуговуючого персоналу, що в свою чергу позитивно позначиться на собівартості продукції. Деякі з запропонованих нами для використання конструктивно-технологічних модульних шнекових конвеєрів наведені на рис. 1.10.

Під час роботи шнекових протруювальних машин оброблене зерно транспортується в жолоб за допомогою металевго шнека, це призводить до механічного пошкодження насіння, що неприпустимо. По-друге, необхідно здійснювати невеликий металевий шнек і висипання зерна з нього, або в купі, або в мішках, що є відходами. Час, тобто включає операції пакування в мішки, а в польових умовах їх необхідно розвантажувати вручну.

В результаті модернізації шнекового конвеєра протруювальні машини в процесі роботи забезпечать: знищення личинок шкідників і хвороботворних мікроорганізмів на поверхні насінневої оболонки; видалення насінневої оболонки, що покращить проникнення вологи та протруйника у зародок і внутрішні шари насіння, що в свою чергу сприяє скороченню часу проростання та отримання міцних і здорових сходів. Використання гнучких шнекових конвеєрів також дозволить завантажувати посівний матеріал безпосередньо в зернові ящики сівалки або кузов автомобіля. У цьому випадку відпадає необхідність використання мішків та додаткової тари, зменшується кількість обслуговуючого персоналу, що в свою чергу позитивно позначиться на собівартості продукції.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ

ПРОТРУЮВАЧА

НУБІП України

2.1. Математичне моделювання процесу роботи шнекового конвеєра

Шнекові конвеєри знайшли широке використання в компоновальних схемах машин для виробництва с.-г. культур у зв'язку з їх простою конструкції, нескладністю технічного обслуговування та можливістю завантаження й розвантаження матеріалів у будь-якому місці технологічного процесу роботи машини [19].

У процесі оптимізації параметрів транспортно-технологічних систем машин, які мають робочі органи гвинтових механізмів і на стадії їх проектування доцільно спочатку побудувати математичну модель технологічного процесу роботи шнекового конвеєра [25] з метою отримання закономірностей процесу функціонування конвеєра залежно від його основних конструктивно-кінематичних параметрів.

Загальним недоліком роботи шнекових конвеєрів є надання спіральними витками гвинтового транспортера не тільки поступального осевого переміщення коренеплодів, але й обертового руху, що призводить до пошкодження насіння і зменшення продуктивності.

Для аналізу та побудови математичної моделі технологічного процесу роботи шнекового конвеєра (рис. 2.1) розглянемо рух насіння, який уявимо як зв'язане матеріальне тіло приведеною масою m_k , яке знаходиться на гвинтовій поверхні шнека 1, вісь обертання якого розташована горизонтально. У момент часу $t = 0$ насіння контактує з гвинтовою поверхнею спіральних витків 3 конвеєра, які обертаються з кутовою швидкістю ω .

З початком контакту насіння з поверхнею спіральних витків, він за рахунок обертання спіральних витків шнекового конвеєра за проміжок часу Δt , одночасно ковзає по поверхні лопаті та переміщується вздовж напрямків вектора

\vec{V} , осьового переміщення витків конвеєра.

В даному випадку маємо складний рух фізичного тіла, коли насіння приймає участь: у відносному – вздовж поверхні витків шнекового конвеєра з швидкістю V_{1k} ; у переносному – разом з витком з швидкістю V_{2k} .

Нехай у момент часу $t=0$ насінина контактує з гвинтовою поверхнею спіральних витків у точці A та одночасно з поверхнею кожуха 4, контури зовнішньої поверхні яких приймаємо за горизонтальну площину O_1 .

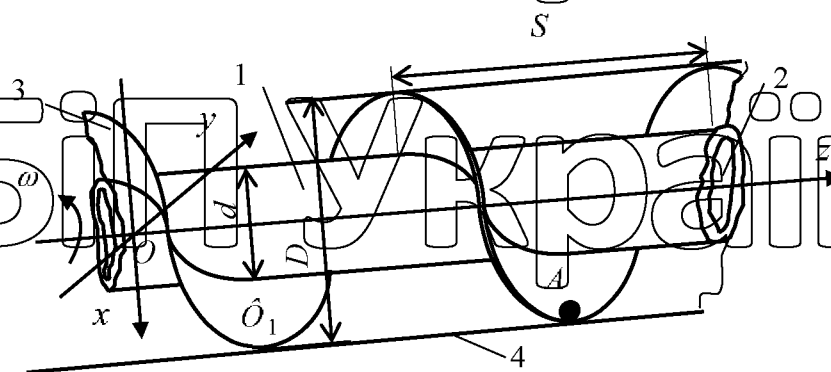


Рис. 2.1. Схема для розрахунку руху насіння

На матеріальне тіло, тобто коренеплід, приведеною масою m , який знаходиться на поверхні витка шнекового конвеєра, діє сила тяжіння mg , сили реакції поверхні витка N_1 , сили тертя ковзання F_{1m} при русі коренеплоду по даній поверхні.

Введемо нерухому просторову декартову систему координат $Oxyz$ (рис.2.1), зв'язану з корпусом кожуха конвеєра, у якій вісь Oz співпадає з віссю обертання шнекового конвеєра, а вісь Oy розташована горизонтально площині O_1 та додаткову систему координат $x'y'z'$, яка безпосередньо зв'язана з центром приведеної маси насіння, тобто точкою A .

За проміжок часу Δt виток шнека повернеться на кут

$$\varphi_0(t) = 2\pi\omega t + \varphi_1, \quad (2.1)$$

де ω - кутова швидкість обертання шнека, рад/с;

$\varphi_1 = const$ - кут повороту шнека при $t = 0$, рад.

Згідно [13], поряд з обертальним рухом вал шнека здійснює плоскопаралельний рух в площині xOy , яка перпендикулярна осі обертання труби 2 шнека 1, тобто осі вала шнека.

При $z = 0$ дане переміщення шнека можливо задати канонічним рівняння руху центру осі вала шнека

$$[z_0(t); y_0(t); x_0(t)] = [z_0(t); y_0(t); 0], t \geq 0, \quad (2.2)$$

де x_0 і y_0 згідно [13] можна подати у вигляді:

$$\begin{cases} x_0(t) = -f(\varphi_0(t)) \cos \varphi_0(t) + g(\varphi_0(t)) \sin \varphi_0(t) \\ y_0(t) = -f(\varphi_0(t)) \sin \varphi_0(t) - g(\varphi_0(t)) \cos \varphi_0(t) \end{cases} \quad (2.3)$$

Рівняння руху насіння у нерухомі системі координат згідно [13] запишеться у наступному вигляді:

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F}^a + \sum_{i=1}^2 \vec{N}_i + \sum_{i=1}^2 \vec{E}_i^{\delta \delta}, t > 0, \quad (2.4)$$

де $\vec{r}(t) = (x(t); y(t); z(t))$ - біжучий радіус-вектор положення насіння у системі координат xOy ;

m - приведена маса насіння, кг;

$\vec{F}^a = (mg \cos \beta; 0; -mg \sin \beta)$ - сила тяжіння, Н;

\vec{N}_i - вектор сили реакції i -ої поверхні,
при цьому

$$\vec{N}_i = \vec{n}_i \lambda_i, \quad (2.5)$$

де \vec{n}_i - вектор одиничної нормалі до i -ої поверхні;

λ_i - реакція в'язі i -ої поверхні, $i = 1, 2$;

при цьому \vec{F}_i^{mp} - вектор сили тертя ковзання насіння по i -ій поверхні;

$$\vec{F}_i^{\delta\delta} = -f_i |N_i| \frac{\vec{r} - \vec{V}_i}{|\vec{r} - \vec{V}_i|}, \quad (2.6)$$

де f_i - коефіцієнт тертя ковзання насіння по i -ій поверхні;
 \vec{V}_i - швидкість руху i -ої поверхні в точці $\vec{r}(t)$ та момент часу t , (с);
 β - кут нахилу осі конвеєра до горизонту, град.

Нехай рівняння поверхні кожуха задано залежністю

$$\hat{O}_1(x; y; z) \equiv x^2 + y^2 - R^2 = 0, \quad (2.7)$$

а рівняння шнека залежністю

$$\hat{O}_2(r; \varphi; z) \equiv z + 0.5 \cdot S \cdot (\varphi - \varphi_0) / \pi = 0. \quad (2.8)$$

Тоді

$$\vec{n}_1 = (-\cos \varphi; -\sin \varphi; 0); \quad (2.9)$$

$$\vec{n}_2 = (-S \cdot \sin \varphi; S \cdot \cos \varphi; 2\pi r) / a(r), \quad (2.10)$$

де S - крок гвинтової лінії, м;

$$a(r) = \sqrt{S^2 + 4\pi^2 r^2}.$$

Враховуючи рівняння обертання шнека і його поступального руху [10]

одержимо

$$\begin{aligned} \vec{V}_2 &= \frac{d}{dt} (R \cos \varphi_0(t); R \sin \varphi_0(t); 0) + \frac{d}{dt} (x_0(t); y_0(t); 0) = \\ &= (-2\pi\omega \cdot y + x'_0(t); y'_0(t) + 2\pi\omega \cdot x; 0) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Для знаходження λ_1 і λ_2 помножимо скалярно (2.4) на \vec{V}_i .

У цьому випадку одержимо два відповідні результати або дві умови роботи

шнека,

При $i=1$:

$$mR(\ddot{\varphi})^2 = -mg \cos \beta \cos \varphi + \lambda_1 - \frac{f_2 \lambda_2 \cdot (x_0'(t) \cdot \cos \varphi + y_0'(t) \cdot \sin \varphi)}{|\vec{r} - \vec{V}_2|}. \quad (2.12)$$

При $i=2$:

$$0 = -\frac{S}{a(R)} mg \cos \beta \cdot \sin \varphi - \frac{2\pi R}{a(R)} mg \sin \beta + \lambda_2 - f_1 \lambda_1 - \frac{2\pi \omega RS}{a(R) |\vec{r}|} +$$

$$+ f_2 \lambda_2 \frac{S(x_0'(t) \cdot \sin \varphi + y_0'(t) \cdot \cos \varphi)}{a(R) |\vec{r} - \vec{V}_2|}. \quad (2.13)$$

Із рівнянь (2.12) та (2.13) знаходимо реакції в'язі λ_1 і λ_2

$$\lambda_1 = mR \cdot (\ddot{\varphi})^2 + mg \cos \beta \cdot \cos \varphi + f_2 \lambda_2 \frac{(x_0'(t) \cdot \cos \varphi + y_0'(t) \cdot \sin \varphi)}{|\vec{r} - \vec{V}_2|}. \quad (2.14)$$

$$\lambda_2 = \left[mR \cdot (\ddot{\varphi})^2 f_1 \frac{2\pi \omega RS}{a(R) |\vec{r}|} + \frac{S}{a(R)} mg \cos \beta \cdot \sin \varphi + \frac{2\pi R}{a(R)} mg \sin \beta + f_1 \frac{2\pi \omega RS}{a(R) |\vec{r}|} mg \cos \beta \cdot \cos \varphi \right] /$$

$$\left[1 + f_2 \frac{S(x_0'(t) \cdot \sin \varphi + y_0'(t) \cdot \cos \varphi)}{a(R) |\vec{r} - \vec{V}_2|} - f_1 f_2 \frac{(x_0'(t) \cdot \sin \varphi + y_0'(t) \cdot \cos \varphi)}{|\vec{r} - \vec{V}_2|} \frac{2\pi \omega RS}{a(R) |\vec{r}|} \right]. \quad (2.15)$$

У кінцевому випадку, з рівняння (2.4) знаходимо

$$mS \ddot{\varphi} = 2\pi \cdot mg \sin \beta - \frac{\lambda_2}{a(R)} (2\pi)^2 R - f_1 \lambda_1 \frac{S(\varphi - 2\pi\omega)}{|\vec{r}|} - f_2 \lambda_2 \frac{S(\varphi - 2\pi\omega)}{|\vec{r} - \vec{V}_2|}. \quad (2.16)$$

Для повного опису процесу роботи шнекового конвеєра протруювача насіння необхідно у рівняннях (2.14-2.16) задати початкові умови

НУБІП УКРАЇНИ

$$\varphi(0) = \varphi_0, \quad \dot{\varphi}(0) = \dot{\varphi}_1 \quad (2.17)$$

Необхідно також відмітити, що модель, яка описується рівняннями (2.14-

2.17), адекватна при умові $\lambda_i > 0$, оскільки при $\lambda_i < 0$ частинка насіння втрачає

контакт з поверхнею і рівняння (2.4) уже не описує процес руху насінни в

НУБІП УКРАЇНИ



Рис. 2.2 Залежність кута відхилення та кутової швидкості насіння від часу шнеку.

НУБІП УКРАЇНИ

При умові, якщо відсутні поперечні переміщення витків шнека, тобто

вібрація шнека, тоді рівняння (2.14), (2.15) значно спрощуються

НУБІП УКРАЇНИ

$$\lambda_1 = mR \cdot (\ddot{\varphi}) + mg \cos \beta \cdot \cos \varphi \quad (2.18)$$

$$\lambda_2 = mR \cdot (\dot{\varphi})^2 f_1 \frac{2\pi\omega RS}{a(R) \cdot r} + \frac{S}{a(R)} mg \cos \beta \cdot \sin \varphi + \frac{2\pi R}{a(R)} mg \sin \beta + f_1 \frac{2\pi\omega RS}{a(R) \cdot r} mg \cos \beta \cdot \cos \varphi \quad (2.19)$$

НУБІП УКРАЇНИ

Крім того, рівняння (2.16), (2.18) і (2.19) мають стаціонарні рішення φ^s

φ^s , які відповідають точкам спокою:

НУБІП УКРАЇНИ

$$\lambda_1^s = mg \cos \beta \cdot \cos \varphi^s \quad (2.20)$$

$$\lambda_2^S = \frac{S}{a(R)} mg \cos \beta \cdot \sin \varphi^S + \frac{2\pi R}{a(R)} mg \sin \beta + 2\pi f_1 mg \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi^S \cdot R / a(R), \quad (2.21)$$

$$0 = 2\pi \cdot mg \sin \beta - \frac{\lambda_2^S}{a(R)} (2\pi)^2 R + 2\pi f_1 \lambda_1^S + 2\pi f_2 \lambda_2^S S / a(R). \quad (2.22)$$

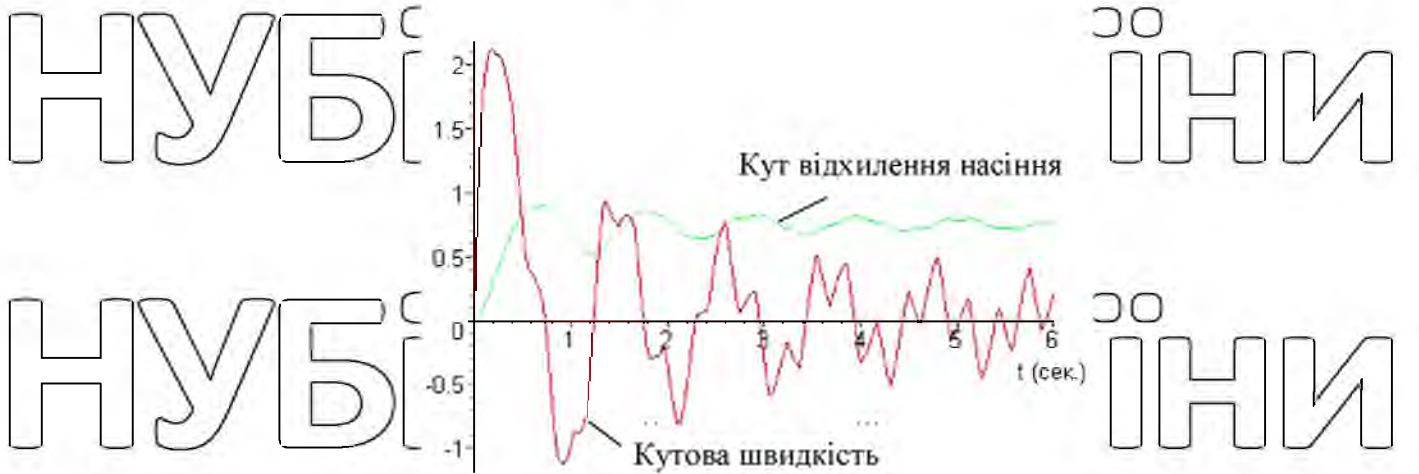


Рис. 2.3. Залежність кута відхилення та кутової швидкості насіння від часу

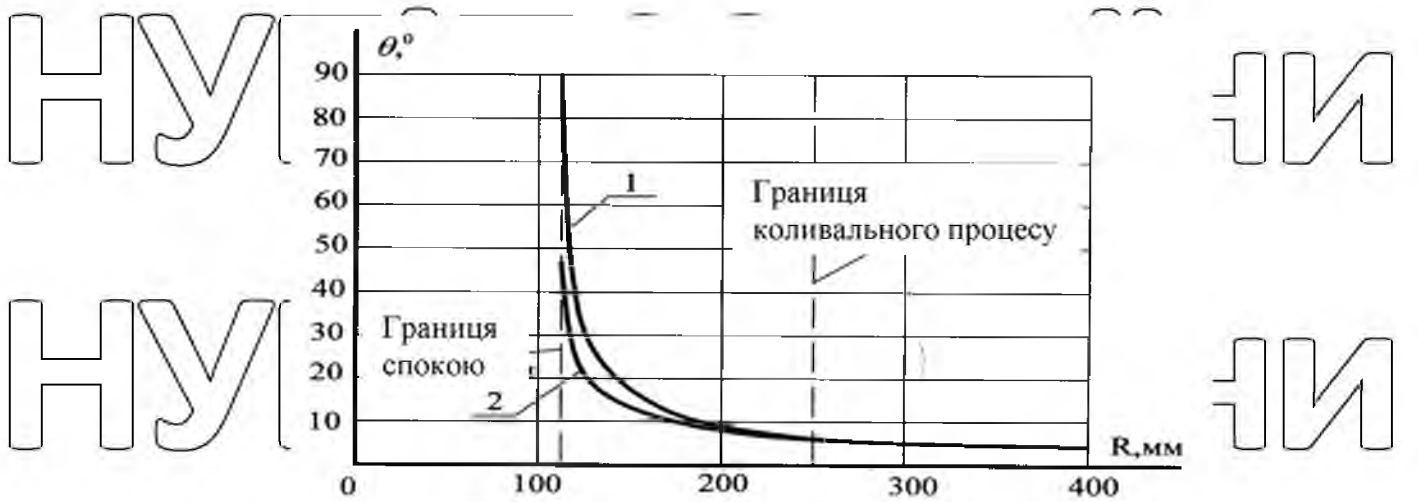


Рис.2.4. Залежність кута відхилення насінини від радіуса шнека при

$$S = 0,66 \text{ м}; \beta = \pi / 36 \text{ рад}; \omega = 0,68 \text{ рад/с}; f_1 = f_2 = 0,3;$$

1 – амплітудне значення; 2 – стаціонарне значення

Виключаючи з рівнянь (2.20-2.22) λ_i^S , знаходимо залежність для

визначення φ^S :

$$\sin \varphi^S + \cos \varphi^S \cdot (\alpha + \gamma) = \tan \varphi^S \cdot (\alpha - \gamma), \quad (2.23)$$

де

$$\alpha = 2\pi R / S, \quad \gamma = (S^2 + 4\pi^2 R^2) / S(f_2 S - 2\pi R). \quad (2.24)$$

Умова $\lambda_i > 0$ допускає множину можливих параметрів моделі з точки зору

її адекватності і стійкості стаціонарних рішень безвibraційного процесу роботи шнекового конвеєра протруювача насіння.

Числові дослідження моделі, яка задана рівняннями (2.14-2.17) проводили в математичному пакеті «Maple», при цьому у результаті заміни $\phi(t) = \psi(t)$

рівняння (2.16) зводилося до системи диференційних рівнянь першого порядку.

На рис. 2.2 і 2.3 приведено типові залежності рішення системи рівнянь (2.14-2.17), при цьому за залежністю (рис. 2.3) можна встановити характер впливу підвищення (у порівнянні з рис. 2.2) амплитуд вібрацій шнека на процес транспортування насіння.

На рис. 2.4 приведено залежність кута відхилення насіння залежно від радіуса шнека.

2.2. Розрахунок основних параметрів гнучкого шнекового конвеєра

В процесі сухого або напівсухого протруювання основним робочим органом протруювача насіння є шнеки, що служать для подачі зерна, отрутохімікатів і шнеків-змішувачів. Розрахункова продуктивність Q

визначається за формулою

$$Q = 3600 F_o \varrho_n / K_{\varrho} \quad (2.25)$$

де Q - розрахункова продуктивність шнека т/год.

F_o - площа поперечного січення шару матеріалу, що переміщається, м²;

ϱ_n - теоретична швидкість поздовжнього переміщення матеріалу, м/с;

K_g - коефіцієнт, який враховує зниження теоретичної швидкості
 поздовжнього переміщення матеріалу;
 γ - питома вага матеріалу, кг/м³.

Площа поперечного січення шару матеріалу, який транспортується

шнеком визначається за формулою

$$B_o = \frac{\pi D^2}{4} f e, \quad (2.26)$$

де D - діаметр шнека, м;

f - коефіцієнт заповнення простору жолоба шнека;

e - коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності шнека внаслідок його нахилу до горизонту.

Згідно [12, 15] теоретична осьова швидкість g_n переміщення насіння

вздовж витків гвинтового конвеєра визначається за формулою

$$g_o = S \omega_{\text{зв}} / 2\pi, \quad (2.27)$$

де S - крок гвинтової лінії, м;

$\omega_{\text{зв}}$ - кутова швидкість обертання гвинта, рад/с.

Крок гвинтової лінії S шнекових робочих органів і кут підймання гвинтової лінії β при проектуванні гвинтових транспортуючих механізмів вибирається із умови забезпечення максимальної осьової швидкості V_o

переміщення вантажу вздовж витків гвинта і його розрахункової продуктивності роботи та визначається за формулами [16]

$$S = \pi D \operatorname{tg} \beta, \quad (2.28)$$

$$\beta = 45^\circ - \frac{\varphi_k}{2}, \quad (2.29)$$

де β - кут підймання гвинтової лінії навивання спіральних витків по трубі барабана гвинта, град.;

φ_k – кут тертя ковзання матеріалу по гвинтовій поверхні, град;

За даними досліджень [17] було встановлено, що кут тертя ковзання насіння по неметалевій гвинтовій поверхні становить $\varphi_k = 35,2$ град, тоді із врахуванням залежності (2.29) $\beta = 27,4$ град.

Підставивши значення виразів (2.26-2.29) в (2.25) отримаємо

$$Q = 450 \pi D^3 \omega_{\text{ш}} n f e K_g \eta g \left(45^\circ \frac{\varphi_k}{2} \right) \quad (2.30)$$

Враховуючи, що

$$\omega_{\text{ш}} = \pi n / 30, \quad (2.31)$$

де n – частота обертання шнека, об/хв.,

формулу (2.30) можна записати в наступному вигляді

$$Q = 15 \pi^2 D^3 n f e K_g \eta g \left(45^\circ \frac{\varphi_k}{2} \right) \quad (2.30)$$

Як правило, значення коефіцієнта e , що враховує зниження продуктивності шнека внаслідок його нахилу до горизонту, вибирають залежно від типу матеріалу, який транспортується та кута α нахилу шнека.

Дані співвідношення наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Кут нахилу, α , град.	10	15	30	45	60	75
Коефіцієнт e	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Приймаючи конструктивно значення α в межах $\alpha = 30 \dots 45$ град. (згідно технічної характеристики протруювача ПСП-5), встановлюємо середнє значення $e = 0,75$.

Питому вагу матеріалу, тобто зерна приймаємо рівною $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$ згідно положень [17], а коефіцієнт K_g , який враховує зниження теоретичної швидкості

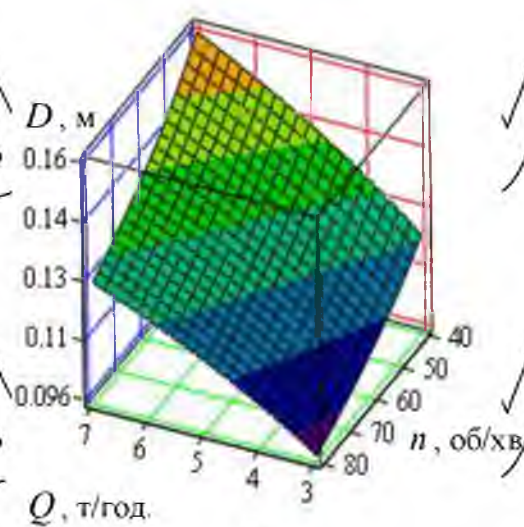
поздовжнього переміщення матеріалу для швидкохідного режиму роботи гвинтових механізмів [18], приймаємо рівним $K_g = 0,8$.

Коефіцієнт заповнення простору колоба шнека $f = 0,83$ встановлюємо згідно [18].

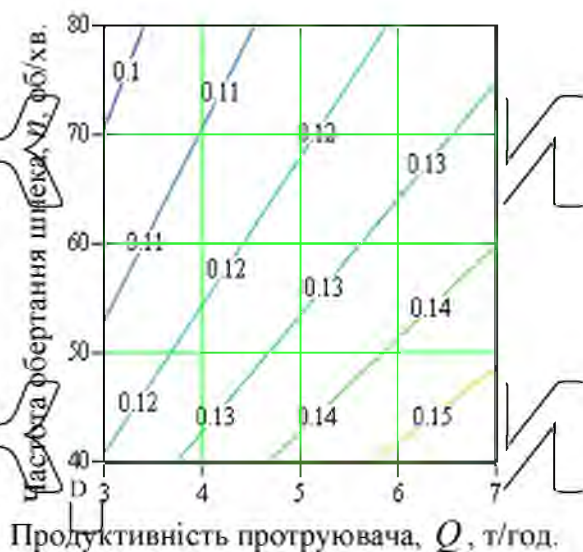
З формули (2.30) визначаємо діаметр шнека

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{15\pi^2 n f e K_g \lg(45 - 0,5\varphi_s)}} \quad (2.31)$$

Згідно формули (2.31) побудовано залежності зміни діаметра гвинта D від продуктивності гвинта Q та частоти обертання гвинта (рис. 2.5, а). На рис. 2.5, б наведено номограму для визначення діаметра гвинта залежно від продуктивності та частоти обертання шнека протруювача.



а



б

Рис. 2.5. Залежність зміни діаметра шнека, як функції $D = f(Q, n)$

Аналіз наведених залежностей (рис. 2.5, а) показує, що зміна діаметра шнека прямопропорційно збільшується зі збільшенням його продуктивності та має зворотний характер при зміні частоти обертання шнека – зі збільшенням n діаметр шнека зменшується.

Аналіз рис. 2.5, б показує, що встановлена, згідно технічної характеристики протруювача, продуктивність $Q = 5$ т/год. забезпечується у наступних діапазонах зміни діаметра та частоти обертання шнека: $0,12 \leq D \leq 0,14$ м; $45 \leq n \leq 70$ об/хв.

Крок гвинтової лінії при проектуванні транспортуючих шнекових механізмів у більшості випадків визначають залежно від діаметра гвинта та типу транспортуючого матеріалу за формулою

$$S = K_B D, \quad (2.32)$$

де K_B - коефіцієнт, який враховує тип матеріалу.

Для сипучих, зернистих, гранульованих вантажів коефіцієнт K_B приймають у межах $0,75 \dots 0,95$.

Тоді крок шнека буде знаходитися у межах $0,08 \dots 0,1$ м.

Крім того, частоту обертання шнека також можна визначати за емпіричною залежністю

$$n = A_B / \sqrt{D}, \quad (2.33)$$

де A_B - коефіцієнт, який вибирається залежно від типу транспортуючого вантажу.

Значення коефіцієнта A_B наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнта A_B	
Зерно	0,35...0,45
Мука, сода	0,32
Жом	0,25

За результатами багатьох досліджень конструктивні параметри гнучких шнеків рекомендується вибирати в наступних межах:

$$D = (0,8 \dots 0,9) D_k; \quad h = (0,14 \dots 0,20) D, \quad (2.34)$$

де D_k - діаметр кожуха гвинтового конвеєра, м;
 h - висота витка шнека, м.

Для більш точного визначення продуктивності гнучкого конвеєра, яке враховує наявні сили тертя насіння по поверхні лопаті витка та стінці кожуха використовують наступну залежність

$$Q = 150 \frac{n D^2}{D_k} \left(D_k^2 - \frac{h^2}{\sin \beta} \right) \frac{\sin \beta_\delta \cos(\beta_\delta + \varphi_k)}{\cos \varphi_k} \gamma, \quad (2.35)$$

де β_δ - розрахункове (робоче) значення кута нахилу гвинтової лінії, град.

При цьому

$$\beta = \arctg \frac{S}{\pi D_{\delta\delta}}; \quad \beta_\delta = \arctg \frac{S}{\pi D_k}; \quad \varphi_k = \arctg(f_k); \quad D_{\delta\delta} = D - h, \quad (2.36)$$

де $D_{\delta\delta}$ - середній діаметр шнека, м;

f_k - коефіцієнт тертя ковзання між насінням і витком шнека.

Тоді частота обертання шнека, виходячи з формули (2.35) буде визначатися

$$n = \frac{Q \cdot D_k}{150 \cdot D^2 \left(D_k^2 - \frac{h^2}{\sin \beta} \right)} \cdot \frac{\cos \varphi_k}{\sin \beta_\delta \cos(\beta_\delta + \varphi_k)} \cdot \frac{1}{\gamma}. \quad (2.37)$$

Потужність N , яка витрачається на привод шнека при транспортуванні насіння, можна визначити вводячи коефіцієнт опору переміщення вантажу K_o , який враховує всі втрати енергії в шнеку

$$N = \frac{Q \cdot L \cdot K_o}{367} + \frac{Q \cdot H_n}{367}, \quad (2.38)$$

де N - потужність, яка витрачається на транспортування, кВт;

L - довжина траси транспортування, м;

K_o - коефіцієнт втрат потужності;

H_n - висота підняття вантажу відносно горизонту, м.

Тоді потужність двигуна приводу шнека протруювача буде визначатися за

формулою

$$N_{np} = K_n \frac{N}{\eta} \quad (2.39)$$

де K_n - коефіцієнт перевантаження приводу;

η - к.к.д. приводу.

Приймаючи згідно технічної характеристики $L=4$ м, $H_n=1,5$ м згідно формул (2.38), (2.39) знаходимо, що $N_{np}=1,22$ кВт.

Враховуючи запас міцності $\lambda=3$ і довговічність роботи вибираємо двигун потужністю 1,5 кВт асинхронний 4АМ90L6У3 згідно ДСТУ 12841-80.

Перевіряємо правильність вибору частоти обертання шнека з формули.

$$n = \sqrt{\psi \varphi_k g_0 k_t / [2Q(1 + T/T')] \times 10^4} = \sqrt{\psi \varphi_k g_0 K_g / 2Q \times 10^4}, \quad (2.40)$$

при цьому при $\psi=0,9$ частота обертання становить $n=75$ об/хв при значеннях заданої продуктивності протруювача $Q=5$ т/год. і встановленого

З метою визначення раціональних параметрів гвинтових лопатевих елементів проведено їх розрахунок на міцність. Гвинтова лопать сприймає

розподілені навантаження при переміщенні вантажу, які в основному зосереджуються по круговому периметру лопаті із діаметром $D=0,14$ м. Лопать виконана у вигляді вирізного гвинтового сектора з кутом $f=90^\circ$ і її висота по осі

становить

$$H = S/4, \quad (2.41)$$

або при $S=0,09$ м висота лопаті становить $H=0,0225$ м.

При навантаженні лопаті, згин проходить по лінії, розміщеній в площині, дотичній до циліндричної основи вада (рис. 2.6).

Для гвинтового сектора рівного $\pi/2$, кутова координата змінюється від $-\pi/4$ до $\pi/4$ і в крайніх точках параметри u, z, y приймають такі значення

$$u = \sqrt{2R}; \quad z = \pm S/8; \quad y = \pm R. \quad (2.42)$$

Отже

$$u = \sqrt{2 \times 0,08} = 0,112i$$

$$z = \pm 0,09/8 = \pm 0,0112i$$

$$y = \pm 0,08i$$

Тому центральна та крайні точки лежать на одній прямій, рівняння якої

$$y = \frac{8R}{T} z, \quad (2.43)$$

або $y = \frac{8 \times 0,08}{0,09} \times 0,0112 = 0,079 \text{ м.}$

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

НУБІП УКРАЇНИ

3.1 Експериментальна установка

За основу для експериментальних досліджень було взято стаціонарний протруювач ПНУ, який було розроблено в ІМЕСГ. Саме цю машину розробники позиціонують для невеликих господарств. Адже вона, окрім того, що повністю унеможливує травмування насіння бобових, забезпечує рівномірну обробку будь-якого насіння всіма відомими рідкими препаратами, має високу продуктивність та коштує в рази дешевше від імпортного протруювального обладнання.

Узагалі машина призначена для застосування її в уже діючих у господарстві технологічних лініях для очищення та калібрування зерна. Вона технологічно легко вписується в загальну схему в разі створення нових, які передбачають використання машини ПНУ. Але було прийнято рішення побудувати на території критого сховища окрему конструкцію, де був би розміщений протруювач. Він має бути розміщений вище рівня землі, орієнтовно на висоту біг-бегів, куди буде відвантажуватися зерно. Для цього була побудована спеціальна металева конструкція, на яку й було встановлено агрегат. Потім для того, аби спростити роботу та максимально автоматизувати процес протруювання, з'явилися нові робочі ідеї.

Технологічний процес протруювання.

Вода в бак протруювача подається за допомогою спеціального додаткового насоса з пересувної цистерни ємністю 5 м³, яку в період обробки насіння встановлюють поруч із комплексом. Насіння зі спеціального, додаткового, бункера (обсягом 3 т, якого вистачає орієнтовно на 20 хв протруювання кукурудзи і який було змонтовано над протруювачем) самопливом подається до бункера протруювальної машини. Продуктивність подавання зерна регулюється за допомогою звичайної заслінки. Завантаження зерна у бункер відбувається за допомогою навантажувача JSB.



Рис. 3.1 Стационарний протруювач ПНУ



Рис. 3.2 Протруювач ПНУ в дії

На поверхні бункера встановлено спеціальну сітку, яка перешкоджає потраплянню сторонніх предметів до протруювача.

Продуктивність машини по пшениці в господарстві становить 7 т/год, проте слід зазначити, що технічні можливості протруювача дають змогу без проблем обробляти й 16 т/год.

Однією з незаперечних та головних переваг машини для передпосівної обробки насіння, окрім щадного ставлення до матеріалу, є можливість точного дозування необхідної кількості препарату. Потрібно лише попередньо ввести параметри витрати рідини на тону насіння конкретної культури. Сьогодні цей процес налагоджено до автоматизму. Для полегшення роботи операторів, аби їм щороку не проводити калібрування машини під конкретну культуру, було зроблено спеціальні насічки на заслінці висівного апарату та на крані, що подає робочий препарат. Проте варто розповісти, як цей процес відбувається під час першого ознайомлення з машиною та налаштування її на роботу.

Перед першим запуском беруть насіння, яке мають обробити, в кількості не більше, ніж один мішок, зважують і пропускають через машину. Водночас потрібно зафіксувати час проходження цього об'єму зерна. Для полегшення підрахунку приймемо показник орієнтовного часу проходження зерна, рівнозначний одній хвилині (це умовно, адже реальний час протруювання одного біг-бега (1 т) насіння кукурудзи становить 7 хв). Також враховуємо вагу насіння в мішку та витрату препарату на тону насіння.

Тобто, зваживши мішок насіння та знаючи час його проходження через машину й норму препарату на тону насіння, ми можемо точно встановити витрату рідини за хвилину. Приміром, якщо норма витрати препарату становить 10 дЛ, то на мішок насіння вагою 50 кг нам потрібно 500 г робочої рідини (результат за умовою попереднього заміру, що цей обсяг насіння проходить через машину за одну хвилину (знову ж таки цифра орієнтовна — для спрощення обчислень).

Отже, встановлюємо норму витрати рідини 500 г/хв. Після цього проводимо контрольні заміри. За допомогою триходового крана перемикаємо

режим подавання рідини до спеціальної ємності з позначками і перевіряємо, чи відповідають реальні показники встановленим. Після того, як пересвідчилися, що наші розрахунки правильні, перемикаємо систему в робоче положення й працюємо, так би мовити, в своє задоволення. Протруювальний препарат із контрольної ємності повертається в основні баки протруювача.

Із заводу протруювач комплектують подієтиденовою бочкою об'ємом 100 л, проте вона наповнюється лише на 60% свого об'єму, решта 40% потрібно для компенсації спінювання препаратів. Загалом бочку можна поставити будь-якого розміру, проте, як показує практика, заводського об'єму цілком вистачає. Також на бочці оператор наніс спеціальні позначки для того, аби краще контролювати витратну норму.

Є можливість обробки насіння сої сухими інокулянтами. Проте дозування препарату в прямому значенні цього слова відбувається в ручному режимі: оператор (або інший працівник) потроху засипає препарат у бункер протруювача. Попри ручний режим дозування, так би мовити, на око, якісно нанесення інокулянту задоволені на всі сто.

Усе протруєне зерно знову ж таки самопливом потрапляє до прикріплених під протруювачем біг-бегів, які за допомогою того самого телескопічного навантажувача переміщуються на кузови автомобілів, і ті відвозять оброблений посівний матеріал у поле. Або ж відставляють біг-беги вбік для подальшого недовготривалого зберігання до потреби використання насіння.

3.2 Результати досліджень

В основу розробки протруювача для пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур захисними і стимулюючими препаратами покладено розроблений спосіб і пристрій [10, 11] та конструкційно-технологічну схему (рис. 3.3), де передбачено використання двох змішувальних камер, розміщених одна над одною, та двох дозаторів рідких

препаратів, які подають робочі рідини до відповідних змішувальних камер.

Протруювач містить бункер 1 із випускною горловиною 2 та дозатором 3 і кінчним розподільником 4. Під випускною горловиною 2 бункера 1

встановлена перша змішувальна камера 5 з кришкою 6, в якій на приводному валу 7, кінематично з'єднаному з електродвигуном 8, встановлений основний чашоподібний змішувач 9.

До дна чаші основного змішувача 9 меншою основою закріплений додатковий змішувач 10, виконаний у вигляді пустотілого зрізаного конуса.

Додатковий змішувач 10 функціонально з'єднаний тороїдальною поверхнею 11,

закріпленою до кришки 6, з основним змішувачем 9. Над додатковим змішувачем 10 розміщений випускний отвір 12 нагнітального патрубку 13 першого дозатора 14 рідкого препарату з резервуара 15. Під першою

змішувальною камерою 5 розміщена друга змішувальна камера 16 аналогічної

конструкції, причому змішувачі другої камери 16 розміщені співвісно зі

змішувачами 7 і 9 першої камери 5. Крім того, протруювач обладнаний додатковим дозатором 17 для подачі другого рідкого препарату з резервуара 18

по нагнітальному патрубку 19 в додатковий змішувач другої змішувальної камери 16.

Причому для підвищення ефективності роботи змішувачів другої змішувальної камери 16 вихідний отвір 20 нагнітального патрубку 19 розміщений біля приводного вала 7, а також усередині додаткового змішувача

другої змішувальної камери 16 співвісно до приводного вала 7 шарнірно на валу

встановлений основою 21 доверху стакан 22, нерухомо сполучений планкою 23

з кришкою 24 другої змішувальної камери 16. Крім того, для спрощення монтажу випускного кінця нагнітального патрубку 19 додаткового дозатора 17 до кришки

24 змішувальної камери 16 закріплений направляючий патрубок 25. Оброблене

рідкими препаратами насіння виводиться з протруювача через

вивантажувальний патрубок 26.

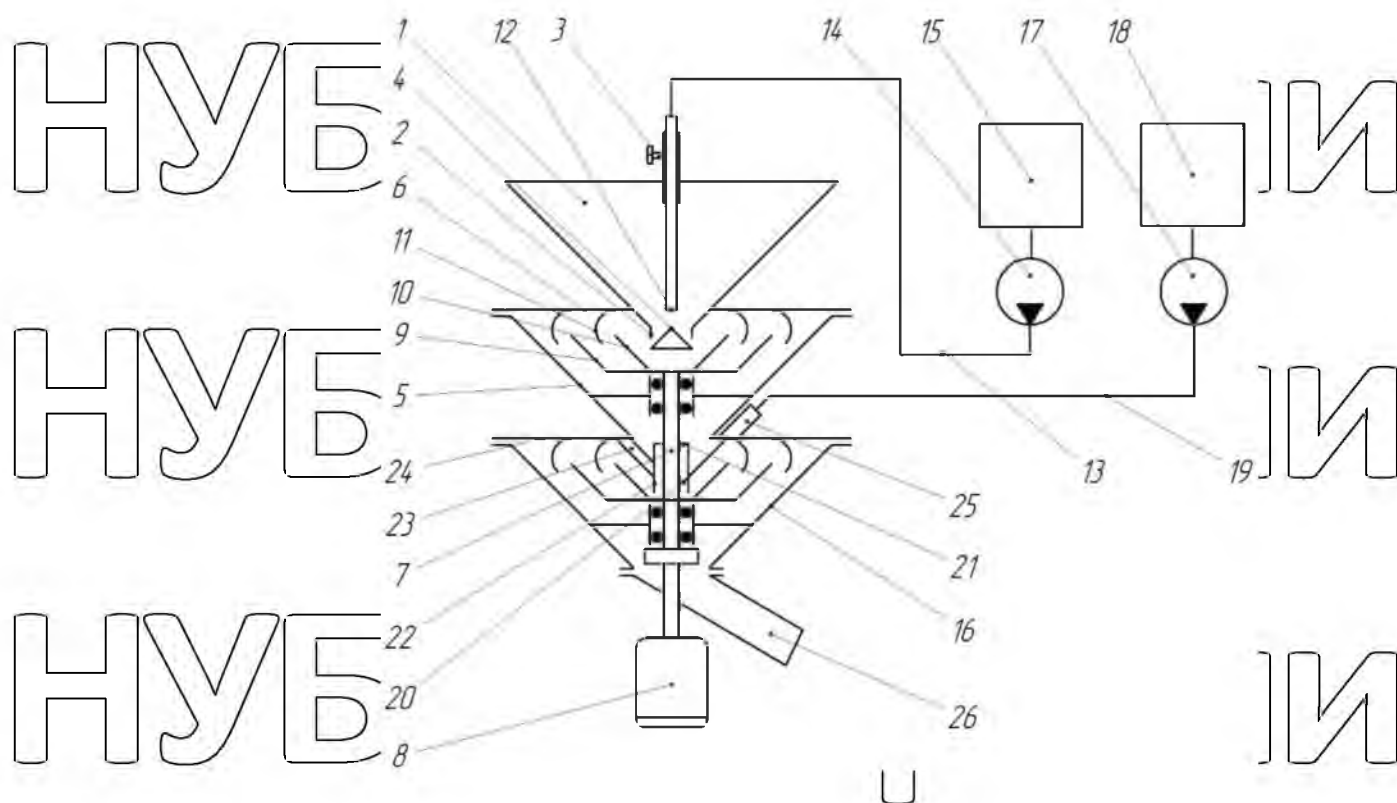


Рис. 3.3. Схема протрувача для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами: 1 – бункер для насіння; 2 – випускна горловина; 3 – дозатор насіння; 4 – монічний розподільник;

5, 16 – змішувальні камери; 6, 24 – кришки; 7 – приводний вал; 8 – електродвигун; 9 – основний змішувач; 10 – додатковий змішувач; 11 – перехідна поверхня; 12, 20 – випускні отвори; 13, 19 – нагнітальні патрубки; 14, 17 – насоси-дозатори рідких препаратів; 15, 18 – баки; 21 – основа стакана; 22 – стакан; 23 – планка; 25 – направляючий патрубок; 26 – вивантажувальна горловина

У процесі експериментальних досліджень якості обробки насіння враховувалися кутова швидкість робочого органа, подача насіння та подача робочої рідини. У досліджах насіння оброблялося зафарбованими в різні кольори захисними препаратами. За критерій оцінки якості обробки насіння прийнята частка (%) якісно обробленого насіння. Якісно обробленою насінниною вважалася насіннина з повнотою обробки препаратом не нижче 80% від норми [12]. Повнота обробки препаратом кожної окремої насіннини визначалася комп'ютерною програмою, яка порівнювала фотознімки насіннин відібраної проби з фотознімком еталонної насіннини.

За даними проведених експериментальних досліджень отримано рівняння регресії для визначення якості Y пошарової обробки насіння залежно від подачі насіння Π_n , подачі робочої рідини Π_r та кутової швидкості робочого органа ω . Зокрема, для насіння сої це рівняння має такий вигляд:

$$Y = -6,1038 + 16,9259\Pi_n + 0,6061\Pi_r + 0,8754\omega - 7,8704\Pi_n^2 - 0,0025\Pi_n^2 - 0,0046\omega^2$$

За отриманими рівняннями побудовані графічні залежності якості обробки насіння від параметрів та режимів роботи робочих органів (рис. 3.4), із аналізу яких випливає, що діапазон зміни раціональних режимних параметрів робочих органів, за яких забезпечується найкраща якість обробки насіння, становить: кутова швидкість робочого органа – 90–130 рад/с, подача насіння – 1,0–1,4 кг/с, подача робочої рідини – 8–12 мл/с.

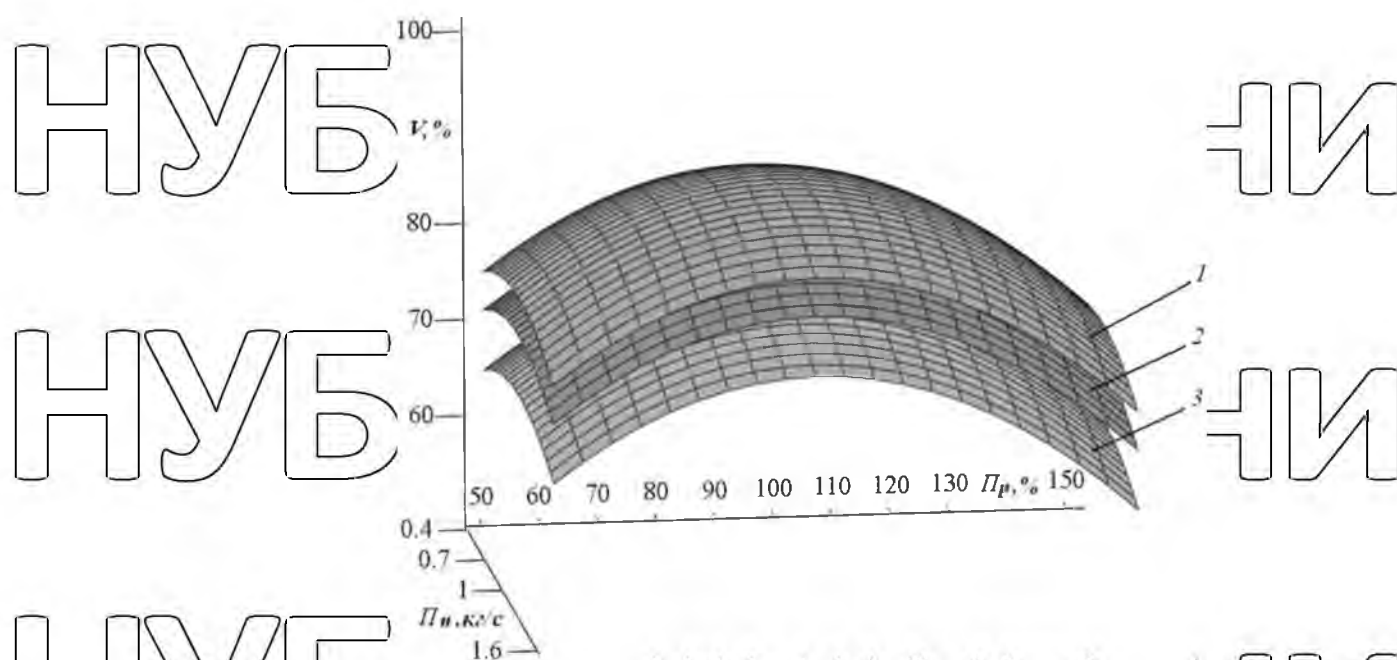


Рис. 3.4. Залежність якості обробки насіння сої від подачі робочої рідини та подачі насіння:

1-3 кутова швидкість робочого органа становить 120; 160; 80 рад/с, відповідно

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1. Розрахунок експлуатаційних витрат

Проведено розрахунок економічної ефективності модернізованої обробки насіння ПСШ-5А та висівного агрегату МТЗ-82 + СЗ-3,6 у порівнянні з базовою моделлю ПСШ-5 та висівним агрегатом МТЗ-82 + СЗ-3,6.

Завдяки гнучкому конвєсеру нова модель протруювача дозволяє завантажувати зерно в бункери сівалок і транспортних засобів, виключаючи таку проміжну операцію, як пакування зерна в мішки, а потім його вивантаження.

Абразивні пластини, встановлені на скребках конвєсера, забезпечать комплексну обробку насіння (скарифікацію, програвлення), що дозволить підвищити продуктивність на 15-20%.

Враховуючи зміну цін на техніку, паливо, мастильні матеріали, сільськогосподарську продукцію, а також зміну нормативів оплати праці, ці показники вважаються реальними для умов експлуатації нової машини. Розрахунок проводиться в такій послідовності. На основі експлуатаційних показників нової та базової машини, нормативно-довідкових матеріалів, реальних цін на трактори та сільськогосподарську техніку, паливно-мастильні матеріали тощо заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності спеціалізованої техніки.

Вихідні дані (на 01.01.2006 р.) для розрахунків використання економічної ефективності протруйника насіння ПСШ-5 наведено в табл. 4.1. позитивний вплив на собівартість продукції.

У табл. 3.1 враховано тільки показники, що відносяться до технологічного процесу сіви ярого ячменю і впливають на економічний ефект.

Таблиця 4.1.

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності протруювача

ПСШ-5

ПОКАЗНИКИ	Позначення	Протруювач ПСШ-5	
		Базова	Нова
Продуктивність агрегату за годину змінного чаєу, за 1 год, т / год	$W_{\text{год}}$	4,5	4,5
Балансова вартість машини, грн.	B_M	64999	69999
Річне завантаження, год	T_M	150	150
Чисельність виробничого персоналу:			
- основного, чол.	$P_{\text{осн}}$	1	1
допоміжного, чол	$P_{\text{доп}}$	2	1
Коефіцієнт доплат:			
- основного, чол.	$K_{\text{осн}}$	1,1	1,1
- допоміжного, чол.	$K_{\text{доп}}$	0,9	0,9
Годинні тарифні ставки, грн./л.год			
- основного, чол.	$T_{\text{осн}}$	46	46
- допоміжного, чол.	$T_{\text{доп}}$	41	41
- Коефіцієнт відрахувань на реновацію:	a_n	0,15	0,15
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування:	$\gamma_{\text{т.м.}}$	0,05	0,05
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:	$\gamma_{\text{к.м.}}$	0,013	0,013
Витрата електроенергії на 1 год роботи, кВт	q	2,4	2,8
Ціна 1 кВт, коп.	$и$	279	279
Кількість п-го виду продукції, що виробляється машиною на одиницю напрац., ц/га	$M_{\text{п}}$	37	41
Ціна одиниці п-го виду продукції, грн.	$Ц_{\text{п}}$	68	68
Затрати на зберігання, що припадають на 1 год експлуатаційного часу, грн/год	$Z_{\text{зб.т.}}$	0,6	0,6
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	E	0,14	
Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту	b		0,8
Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову	ρ		1,1

Зведені витрати на одиницю напрацювання (Π) у коштах визначаємо згідно формули

$$\Pi = И + KE \quad (4.1)$$

де $И$ – прями експлуатаційні затрати на одиницю напрацювання, грн./т.
Прямі експлуатаційні затрати рівні:

$$И = З + Г + Р + А + З_3 \quad (4.2)$$

де $З$ – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./т;
 $Г$ – затрати на паливно-мастильні матеріали та енергоносії, грн./т;

$Р$ – затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт, грн./т;
 $А$ – затрати на реновацію, грн./т;
 $З_3$ – затрати на зберігання, грн./т.

$$И_о = 20,97 + 7,13 + 6,07 + 14,44 + 0,11 = 54,72 \text{ грн/т}$$

$$И_н = 19,05 + 8,27 + 6,53 + 15,56 + 0,11 = 49,52 \text{ грн/т}$$

$$\Pi_о = 54,72 + 1,1 \cdot 0,15 = 54,89 \text{ грн/т}$$

$$\Pi_н = 49,52 + 1,1 \cdot 0,15 = 49,69 \text{ грн/т}$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становить

$$З = (1/W_{зм}) \sum_i J_i \tau_i K_{j\Delta} \quad (4.3)$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становить

де $W_{зм}$ – продуктивність машини за одну годину змінного часу, т/год;
 L_i – чисельність виробничого персоналу, чол.;
 T_i – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу,
 грн./год;

$K_{j\Delta}$ - коефіцієнт доплат.

$Z_6 = (1/4,5)(1 \cdot 46 \cdot 1,1 + 2 \cdot 40 \cdot 0,9) = 26,97 \text{ грн/т}$
 $Z_n = (1/4,5)(1 \cdot 46 \cdot 1,1 + 1 \cdot 40 \cdot 0,9) = 19,05 \text{ грн/т}$

Затрати на енергоносії
 $\Gamma = \partial \Pi$ (4.4)

де ∂ – витрата палива та енергоносіїв на одиницю напрацювання;
 Π – ціна 1кВт електроенергії, грн.

$$\Gamma_6 = 2,5 \cdot 2,85 = 7,13 \text{ грн/т}$$

$$\Gamma_n = 2,9 \cdot 2,85 = 8,27 \text{ грн/т}$$

Затрати на технічне обслуговування, поточковий і капітальний ремонт за нормативами відрахувань від балансової ціни машини

$$P = B(\gamma_k + \gamma_m) / (W_m T_p) \quad (4.5)$$

де B – балансова вартість машини, грн.;
 γ_m – коефіцієнт відрахувань на поточковий ремонт і технічне

обслуговування;

γ_k – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт.

T_p – річне завантаження машини, год
 $P = 65000(0,013 + 0,05) / (4,5 \cdot 150) = 6,07 \text{ грн} / \text{т}$
 $P = 70000(0,013 + 0,05) / (4,5 \cdot 150) = 6,53 \text{ грн} / \text{т}$

Заграти на реновацію машини
 $A = B \cdot a / (W_{зм} T_p)$ (4.6)

де a – коефіцієнт відрахувань на реновацію машини .
 $A_b = 65000 \cdot 0,15 / (4,5 \cdot 150) = 14,44 \text{ грн} / \text{т}$
 $A_n = 70000 \cdot 0,15 / (4,5 \cdot 150) = 15,56 \text{ грн} / \text{т}$

Заграти на зберігання
 $Z_z = Z_{зб} / W_{зм}$ (4.7)

де $Z_{зб}$ – заграти на зберігання машини що припадають на 1 год експлуатаційного часу, грн./год.

$$Z_{зб} = 0,5 / 4,5 = 0,11 \text{ грн} / \text{т}$$

$Z_{зм} = 0,5 / 4,5 = 0,11 \text{ грн} / \text{т}$
 Капітальні вкладення (K) на одиницю напрацювання становлять

$K = B / (W_{зм} T_p)$ (4.8)

$K_{\sigma} = 65000 / (4,5 \cdot 150) = 96,30 \text{ грн} / \text{т}$
 $K_{\sigma} = 70000 / (4,5 \cdot 150) = 103,70 \text{ грн} / \text{т}$

Затрати праці (Z_n) в люд. год. на одиницю напрацювання під час виконання

машиною або працівником робочого процесу

$Z_n = L / W_{zn} \quad (4.9)$

де L – чисельність виробничого персоналу, чол.

$Z_{n\sigma} = 3 / 4,5 = 0,67 \text{ люд год} / \text{т}$
 $Z_{n\pi} = 2 / 4,5 = 0,44 \text{ люд год} / \text{т}$

4.2 Розрахунок річного економічного ефекту

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини (E_p) у гривнях визначимо за формулою

$$E_p = (\Pi_{\sigma} - \Pi_{\pi} + E') B_z \quad (4.10)$$

де Π_{σ}, Π_{π} – зведені затрати на одиницю напрацювання для базової та нової машини, грн./од напр.;

E' – економічний ефект від зміни витрат основних матеріалів, кількості і якості продукції, грн./од напр.;

B_z – річне напрацювання нової машини, од напр./рік

$$E_p = (54,89 - 49,69 + 270) \cdot 150 = 42780 \text{ грн}$$

НУБІП України

Економічний ефект від виробництва і використання за строк експлуатації
 нової машини (E_{ec}) у грн.

$$E_{ec} = E_p (a_n + E) \quad (4.11)$$

де a_n - коефіцієнт відрахувань на реновацію нової машини;

E - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$$E_{ec} = 42780 \cdot (0,15 + 0,15) = 12834 \text{ грн}$$

Лімітна ціна нової машини (C_n) у гривнях

$$C_n = C_{cm} \sigma \quad (4.12)$$

де C_{cm} - верхня межа нової машини (C_n) у гривнях;

σ - коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту використання
 нової машини, $\sigma = 0,8$

$$C_n = 125 \cdot 0,8 = 100 \text{ т.грн.}$$

Верхня ціна нової машини

$$C_{cm} = [E_p / (a_n + E) + B_m] \cdot (1 / \delta) \quad (4.13)$$

де: δ - коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову, ($\delta = 1,1 \div 1,2$);

B_m – балансова ціна нової машини;

$$C_{ам} = [42780 / (0,15 + 0,15) + 70000] \cdot (1/1,1) = 191340 \text{ т.грн.}$$

Річна економія праці під час експлуатації нової машини в люд. год визначають за формулою

$$Z_p = (Z_{пб} - Z_{пн}) \cdot B_z \quad (4.14)$$

де $Z_{пб}$, $Z_{пн}$ – затрати праці на одиницю напрацювання базової і нової машини, люд год/га

$$Z_p = (0,67 - 0,44) \cdot 150 = 34,5 \text{ люд год}$$

Економічний ефект від зміни кількості і якості продукції

$$E' = I_{омн} - I_{омб} \quad (4.15)$$

де $I_{омн}$, $I_{омб}$ – вартість основних матеріалів під час використання базової і нової машини грн./га, із встановленим річним завантаженням 150 год.

Враховуючи, що застосування нової технології дозволить підвищити врожайність з 38 ц/га до 42 ц/га ярого ячменю, а ціна становить 705 грн/ц, отже підставивши значення у (3.15) отримаємо

$$E' = (42 - 38) \cdot 150 \cdot 705 = 423000 \text{ грн}$$

На основі проведених розрахунків ми можемо зробити висновок, що економічний ефект від використання нового протруювача зерна ПСШ-5А зростає прямо пропорційно до збільшення посівних площ і в середньому становить 270 грн/га.

Таблиця 4.2.

Показники економічної ефективності

Назва показника	Протруювач зерна		Відхилення +,-
	серійні	удосконалені	
Затрати праці, люд.год/га	0,67	0,44	0,23
Прямі експлуатаційні затрати, грн./т	54,75	49,52	5,23
в тому числі:			
оплата праці	26,97	19,05	7,7
на реновацію машини	14,44	15,56	-1,12
на енергоносії	7,13	8,27	-1,14
на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт	6,07	6,53	-0,46
затрати на зберігання	0,11	0,10	0
Річний економічний ефект, грн		423000	
Термін окупності проекту, років		0,2	

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Заходи охорони праці при роботі на пунктах протруювання насіння

У цеху протруювання насіння цукрового буряка формуються несприятливі умови праці в результаті забруднення устаткування, спецодягу, шкірних покривів, повітря робочої зони фураданом.

Рекомендується використовувати матеріал ОП-1 ОЗК для виготовлення стаціонарних і знімних накладок на передню частину брюк, рукавників, фартухів тих, що проявляють стійкість до дії концентрованих і робочих розчинів фурадану.

Одним з важливих прийомів в технології обробітку цукрового буряка, що забезпечує захист сходів від шкідників і хвороб, є протруювання насіння пестицидами у складі плівкотвірних з'єднань. При централізованому протруюванні насіння цукрового буряка на насінних заводах з метою виключення контакту працюючих з сильно отруйними пестицидами використовується спеціалізоване устаткування [26, 28]. Проте в процесі експлуатації, унаслідок його розгерметизації і неефективної роботи вентиляції, спостерігається надходження пестицидів в повітря робочої зони, забруднення устаткування, а також розповсюдження з потоком повітря по приміщеннях через відсутність воріт, що герметично закриваються, і дверей.

Серед безлічі небезпечних і шкідливих чинників, що негативно впливають на стан здоров'я, особливе місце займають пестициди [28]. В зв'язку з цим особливої значущості набувають дослідження умов праці, підбір ефективних засобів захисту, направлених на профілактику негативного впливу протруювачів на здоров'я працівників.

Оцінка умов праці була проведена на насінних заводах. Вимірювання досліджуваних параметрів (температура, відносна вологість і швидкість

руху повітря, шум, чинники світлового середовища, важкість і напруженість трудового процесу, залишкові кількості пестицидів в змивах з виробничого устаткування, спецодягу, шкірних покривів, зміст препаратів в повітрі робочої зони) визначали загальноприйнятими методами.

Специфіка роботи насінних заводів пов'язана з сезонною підробкою насіння цукрового буряка в холодну і перехідну пору року, табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Умови праці на робочих місцях

Технологічна операція	Зміст пестицидів в повітрі робочої зони, мг/м ³		Температура повітря, °С	Рухливість повітря, м/с	Віднесення волог. повітря%	Шум, дБА
	фурадан	ГМПД				
Приготування чину	0,01-0,13	0,3-7,2	6-7	0,1	70-89	-
Централізоване протруювання насіння	0,01-0,06	0,83-3,3	9-10	0,1-0,5	75-82	83-92
Заповнення, зважування, зашивання мішків з протравленим насінням	сліди	1,6-3,3	10-14	0,1-0,2	75-83	85-94
Вантаження мішків з протруєним насінням	сліди	-	3-13	0,1-1,0	76-80	75-80
ГДК, ПДУ	0,05	0,5	15-22/16-27*	0,2-0,5	15-75	80

* для не опалювальних приміщень від -15,9 до +27 °С

Основним несприятливим чинником виробничого середовища було забруднення пестицидами технологічного устаткування і виробничих

приміщень цеху протруювання насіння, табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Вміст фурадану в змивах з устаткування

Місце відбору проб	Зміст фурадану мг/см ²
Ізольоване приміщення вузла розчину	
Підлога	5,11-7,86
Стіни	1,28-2,94
Ємність з робочою суспензією	4,27-6,24
Завантажувальний пристрій	4,82-8,24
Лінія протруювання насіння	
Підлога	3,22-3,76
Стіни	0,37-0,64
Камера протруювання	2,74-3,02
Пульт управління	0,84-1,42
Сходи	2,07-3,15
Підлога майданчика	3,92-4,15
Барабан змішувача	4,07-5,15
Лінія заповнення і зашивання мішків з протравленим насінням	
Підлога	0,86-0,94
Секційний пульт управління	0,18-0,25
Стрічка транспортера зашивання мішків	0,11-0,18
Оклад готової продукції	
Стрічка транспортера (основна)	0,09-0,15
Стрічка транспортера (бічна)	0,06-0,08
Паперові мішки	Сліди

Найбільші концентрації протруювачів відмічені в приміщенні вузла розчину, що перевищували ГДК в 2,6 - 14,4 разів. Максимальний вміст фурадану в змивах із забруднених ділянок підлоги, стін, устаткування, порожньої тари було визначено в ізолюваному приміщенні вузла розчину.

Концентрація фурадану в змивах з підлоги склала (5,11-7,86 мг/см²). Високі рівні забруднення приміщення і устаткування пов'язані з потоками концентрованих розчинів фурадану при виконанні ручних операцій по розчину тари, подальшому завантаженню водорозчинної пасту фурадану в емність з робочою суспензією. В результаті розгерметизації устаткування на

лінії централізованого протруювання насіння підвищені рівні фурадану були знайдені в змивах з підлоги майданчика (3,92-4,1 мг/см²) і барабана змішувача (4,07-5,15 мг/см²).

Небезпека для організму представляє надходження пестицидів через шкірні покриви особи, що адсорбують токсичні з'єднання в 2...6 разів більше, ніж інші ділянки тіла людини [26]. Забруднення повітря робочої зони виробничого устаткування фураданом приводило до забруднення шкірних покривів, спецодягу і СИЗОД тих, що працюють, табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Вміст фурадану в змивах

Ділянка виробництва / професія	Вміст фурадану мг/см ²
Лінія протруювання насіння (вузол розчину) оператор	
шкірні покриви рук	0,02-0,04
взуття	3,92-4,59
спецодяг	0,26-0,80
респіратор	0,01-0,02
Лінія упаковки і зашивання мішків з протравленим насінням (пакувальник)	
шкірні покриви рук	0,01-0,02

Закінчення таблиці 5.3

взуття	0,10-0,20
спецодяг	0,05-0,10
респіратор	0,005-0,01
Лінія протруювання насіння (слюсар – ремонтник)	
шкірні покриви рук	0,02-0,05
взуття	1,2-2,3
спецодяг	0,06-0,5
респіратор	0,01-0,02

З даних таблиці видно, що найбільш інтенсивне забруднення фураданом наголошувалося в змивах з шкірних покривів обличчя (0,02-0,03 мг/см²) оператора лінії протруювання насіння і долонних поверхонь рук (0,02-0,05 мг/см²) слюсара-ремонтника. Ще у великих кількостях забруднено взуття (3,92-4,59 мг/см²) і (1,2-2,3 мг/см²) проток концентрованих і робочих розчинів фурадану, що працюють в результаті, розсипання на підлогу протравленого фураданом насіння цукрового буряка.

Забруднення устаткування, підлоги, сходів, свідчило про можливість занесення з взуттям, спецодягом фурадану в інші приміщення насінного заводу.

Із загальної чисельності робітників, що працює в цеху протруювання, близько половини складають жінки, причому велика їх частина із стажем роботи до 15 років. Поєднання виробничої діяльності з веденням домашнього господарства створює істотні навантаження на жіночий організм. У зміну на лінії працювали 4 жінки, які контролювали операції заповнення, зважування мішків з протравленими пестицидами насінням і їх зашиванню. Основні і допоміжні операції виконувалися жінками на лінії упаковки і зашивання мішків, в позі сидячи, або стоячи з нахилом вперед.

що пов'язане з регіональним фізичним навантаженням переважно м'язів плечового поясу. В результаті несправностей устаткування відбувався розрив мішків, розсип протравленого насіння і забруднення залишковими кількостями фурадану поверхні підлоги, устаткування і стрічки транспортера. При дослідженні повітря робочої зони на лінії упаковки і зашиванні протравленого насіння, концентрація фурадану була визначена в кількостях слідів. ТМГД перевищувала ТДК в 3,2-6,6 разів. На лінії упаковки шкірні покриви особи і долонні поверхні рук що працюють були забруднені фураданом в кількості 0,01-0,02 мг/см².

Жінки, зайняті обслуговуванням лінії по упаковці протравленого насіння, страждають захворюваннями кістково-м'язової системи (артроз, артрити, поперекові радикуліти), органів дихання (ГРЗ, ангіни, інфекційні захворювання), шкіри і підшкірної клітковини (алергічний дерматит, абсцеси), серцево-судинної системи, крові (залізодефіцитна анемія), а також захворюваннями залоз внутрішньої секреції і обміну речовин. Це обумовлює необхідність більш поглибленої розробки проблеми безпеки праці, питань соціальних гарантій, заборони виконання робіт з пестицидами жінками до 35 років [28].

Безпечні умови праці в цеху протруювання насіння повинні, в основному, забезпечуватися за рахунок автоматизації технологічного процесу, що виключає контакт тих, що працюють з пестицидами, протравленим насінням. У умовах, що склалися, основний засіб захисту - підбір спецодягу і відповідність її захисних властивостей з урахуванням забруднень приміщень, устаткування фураданом. Використовувана в цеху протруювання насіння спецодяга оператора не володіє необхідними захисними властивостями і не задовольняє вимогам експлуатації.

Специфічні умови його праці висувають особливі вимоги до якісних показників матеріалів для тканин спецодягу. Використовувані матеріали

повинні володіти необхідними гігієнічними властивостями, що проявляють стійкість до дії концентрованих розчинів фурадану. Для підбору спеціальних тканин був використаний протумований матеріал тканини з плаща ОП-1 загальновійськового захисного комплексу - ОЗК. Результати досліджень

показали, що випробовуваний матеріал тканини протягом 3 - 7 діб зберігав захисні властивості по відношенню до фурадану, володів високою міцністю, еластичністю і його можна використовувати для виготовлення стаціонарних і знімних накладок на передню частину брюк, нарукавників, фартухів.

Використання накладок пов'язане із специфікою забруднень, оскільки більшому забрудненню піддається передня частина костюма при проведенні ручних операцій після завантаження пестицидів, вантаження, перенесення мішків з протравленим насінням. При виконанні операцій у відділенні упаковки і зашивання протравленого насіння в мішки можна рекомендувати використання комбінезонів Tyvek Classic. В процесі експлуатації вони зарекомендували себе позитивно: забезпечували захист від проникнення фурадану в підодежний простір. Для захисту рук можуть використовуватися технічні гумові рукавички або рукавички з дисперсії бутилкаучука.

Рукавички слід застосовувати в комплекті з трикотажними, використовуваними як вкладиші. При вантаженні мішків з протравленим насінням рекомендується використовувати рукавиці з бавовняних тканин з плівковим покриттям. Для захисту очей необхідно використовувати герметичні окуляри ПО-2, захисні окуляри ЗФ-2 і захисні окуляри, що фільтрують, з непрямую вентиляцією типу ЗН. Для захисту органів дихання, потрібні універсальні або протигазові респіратори з патронами марки А.

Одним з важливих питань, пов'язаних з вирішенням проблеми оздоровлення умов праці і профілактики захворювань, слід зазначити розробку нормативних документів, що регламентують безпечне проведення

робіт. З урахуванням умов праці що склалися на насінних заводах розроблені нормативно-правові документи «Правила по охороні праці на післяжнивній підробці насіння цукрового буряка» [28]. У правилах викладені, вимоги охорони праці до виробничих процесів, до виробничих, складських приміщень, майданчиків і території, виробничого устаткування і тари; початковим матеріалам, способам зберігання і транспортування пестицидів і протравленого насіння, застосуванню засобів захисту, режими праці і відпочинку. Для надання допомоги працедавцеві розроблені інструкції по охороні праці для основних професій робочих насінних заводів, зайнятих на післяжнивній підробці насіння цукрового буряка.

5.2 Захист персоналу при роботі на протруєвальних пунктах

Пил – основний шкідливий фактор на багатьох промислових підприємствах, зокрема пунктах протруєвання насіння. Це обумовлено недосконалістю технологічних процесів.

Природний пил знаходиться в повітрі в умовах звичайного проживання людини в концентраціях 0,1-0,2 мг/м³, в промислових центрах, де працюють великі підприємства, не нижче 0,5 мг/м³, а в запиленому повітрі на виробництві іноді до 100 мг/м³. Показник ГДК для нейтрального пилу, що не має токсичних властивостей, становить 10 мг/м³.

Основні фізико-хімічні властивості пилу: хімічний склад, дисперсність (фракційність), структура частинок, розчинність, густина, питома поверхня, нижня і верхня концентраційна межа вибухонебезпечності суміші пилу і повітря, електричні властивості тощо. Знання всіх цих показників дає змогу оцінити ступінь небезпеки та шкідливості пилу, її пожежо- та вибухонебезпечність.

Промисловий пил можна класифікувати за різними ознаками: 1. за

походженням - органічні (рослинний, тваринний, штучний пил) і неорганічні (мінеральний, металевий пил) і змішані (наявність частинок органічного та неорганічного походження); 2. за методом утворення - дезінтеграційні (подрібнення, різання, тощо), димові (сажа і частинки горючої речовини) та конденсаційні (конденсація розплавлених металів у повітрі); за токсичним впливом на організм людини - нейтральний (нетоксичний для людини) пил і токсичний (отруєння організму людини).

Дисперсний склад характеризує частинки пилу за розміром і значною мірою визначає властивості пилу. Для людського організму найбільш небезпечний пил, що складається з частинок розміром до 0,015 мкм, оскільки погано утримується слизовими оболонками верхніх дихальних шляхів і проникає далеко в легеневу тканину, також має значення форма пилових частинок.

Зубчасті колючі частинки небезпечніші за сферичні, оскільки вони подразнюють шкіру, легеневу тканину та слизові оболонки, дозволяючи інфекційним мікроорганізмам, які супроводжують пил або знаходяться в повітрі, всмоктуватися в організм. Це призводить до атрофічних, гіпертрофічних, гнійних, виразкових та інших змін слизових оболонок, бронхів, легенів, шкіри; призводить до катарів верхніх дихальних шляхів, виразкової хвороби, бронхіту, пневмонії, кон'юнктивіту, дерматиту та інших захворювань. Тривале вдихання пилу, що потрапляє в легені, викликає пневмоконіоз. Найнебезпечніша його форма - силікоз - розвивається при систематичному вдиханні пилу, що містить вільний діоксид кремнію SiO_2 . Борошно, зерновий пил і деякі інші можуть викликати хронічний бронхіт.

Окремі види пилу (свинець, миш'як, марганець та ін.) викликають отруєння і призводять до функціональних змін деяких органів і систем.

Отрути, які потрапляють в організм через дихальні шляхи, становлять підвищену небезпеку, оскільки потрапляють безпосередньо в кров.

Побічний вплив пилу на людину полягає в тому, що за умов підвищеної запиленості повітря змінюється спектр інтенсивності сонячної радіації (поглинання і розсіювання ультрафіолетового випромінювання), зменшується світло.

Частинки пилу здатні отримувати електричний заряд безпосередньо з газового середовища (пряма адсорбція іонів з повітря) і в результаті тертя частинок пилу один про одного або безпосереднього контакту з будь-якою зарядженою поверхнею. Встановлено, що із загальної кількості частинок пилу, які переносяться з повітрям в дихальні шляхи, переважно заряджені частинки затримуються слизовими оболонками.

Задимлене повітря в робочій зоні становить особливу небезпеку для здоров'я людей, оскільки в легені, крім димового пилу, потрапляють ще й токсичні гази CO та CO₂, про небезпеку яких говорилося вище. Небезпека пилу може бути дуже великою для людини, якщо пил містить радіоактивне забруднення, що можна встановити лише за допомогою спеціальних приладів. Запиленість повітря також шкідлива для обладнання, яке швидко спрацьовує і виходить з ладу. Методи нормалізації складу повітря робочої зони [28]

Існує багато різних способів і заходів, призначених для підтримки чистоти повітря виробничих приміщень відповідно до вимог санітарних норм. Всі вони зводяться до конкретних заходів:

1. Запобігання проникненню шкідливих речовин у повітря робочої зони за рахунок герметизації обладнання, герметизації з'єднань, люків та отворів, удосконалення технологічного процесу.
2. Видалення шкідливих речовин, що надходять у повітря робочої зони, за рахунок вентиляції, аспірації чи очищення та нормалізації повітря за допомогою кондиціонерів.
3. Використання індивідуальних засобів захисту людини.

Герметизація та герметизація є основними заходами щодо вдосконалення технологічних процесів, у яких використовуються або утворюються шкідливі речовини. Використання автоматики дає можливість вивести людину із забрудненого приміщення в приміщення з чистим повітрям. Удосконалення технологічних процесів дозволяє замінити шкідливі речовини нешкідливими, відмовитися від застосування пилоутворюючих процесів, замінити тверде паливо рідким або газоподібним, встановити в технологічному циклі газопилоуловлювачі тощо.

За недосконалості технології, коли неможливо уникнути проникнення шкідливих

речовин у повітря, застосовують їх інтенсивне видалення за допомогою систем вентиляції (газ, пара, аерозолі) або систем аспірації (тверді аерозолі). Установка кондиціонерів у приміщеннях, де є особливі вимоги до його якості, створює нормальні мікрокліматичні умови для працівників.

Особливі вимоги пред'являються до приміщень, в яких проводяться роботи з шкідливими запилювальними речовинами. Так, підлога, стіни, стеля повинні бути рівними, легко митися. У цехах, де виділяється пил, регулярно проводять вологе чи пилоосне прибирання. У приміщеннях, де неможливо створити нормальні умови, що відповідають нормам мікроклімату, застосовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Усі ЗІЗ залежно від призначення поділяються на такі класи: ізоляційні костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний захисний одяг, захист ніг, захист рук, захист голови, захист обличчя, захист очей, засоби захисту слуху, засоби захисту від падіння з висоти, та інші запобіжні засоби, захисні дерматологічні засоби, комплексні засоби захисту.

Ефективне використання ЗІЗ залежить від їх правильного вибору та умов експлуатації. При виборі необхідно враховувати конкретні умови виробництва, вид і тривалість впливу шкідливого фактора, а також індивідуальні особливості. Тільки правильне використання ЗІЗ може максимально захистити працівника. Для цього працівники повинні бути ознайомлені з асортиментом і призначенням ЗІЗ. Для роботи з опруйними і забруднювальними речовинами використовують спецодяг - спецодяг, халати, фартухи тощо; для захисту від кислот і лугів - гумове взуття та рукавички.

Для захисту на шкіру, руки, обличчя, шию застосовувати захисні креми та пастки: антитоксичні, водостійкі, жиростійкі. Захищайте очі від можливих опіків та аерозолів захисними окулярами з масками, масками, шоломами.

До засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) належать респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати, які

застосовуються для захисту від шкідливих речовин (аерозолів, газів, пари), що знаходяться в оточуючому повітрі.

Отже, проблема забрудненості як повітря робочої зони та і довкілля пилюкою, що виділяється в результаті виконання технологічного процесу при протруюванні зерна справді існує. Мінімізувати вплив та запропонувати

заходи щодо захисту від такого забруднення довкілля та робочого персоналу можна, використовуючи вище наведені рекомендації.

ВИСНОВКИ

Удосконалення протруювача зерна ПСПН-5 шнекового типу для комплексного передпосівного обробітку насіння, протруювання, скарифікація за новою методикою дозволить підвищити врожайність посівів ярого ячменю на 2,5-4,5ц/га, що становить 15-25%.

Для роботи гнучкого шнекового конвеєра необхідно затратити потужність у 1217Вт.

З метою охорони ґрунтів, слід звернути увагу на проблему їх ущільнення під час обробітку, та збирання врожаю, необхідно створити допоміжні польові дороги і підтримувати їх у такому стані, щоб вони займали, якомога менше корисної площі ґрунту.

Річна економія праці від використання удосконаленого протруювача зерна 34,5люд.год./рік.

Економічна ефективність від впровадження модернізованої машини ПСШ-5А становить 270грн/га., а від зміни кількості і якості продукції складає 423000 грн. на рік.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рошко З.О., Крупин О.М. «Процес шелушіння, його вплив на схожість насіння і проблеми пов'язані з ним», Вісник ЛДТУ №7, Луцьк, 2000р. -155с.

2. Захист рослин [Текст] : навч. посібн. – Київ : Интас, 2007. – 301 с.

3. Тимошенко Є.П. Обґрунтування, розробка і дослідження універсального процесу нанесення захисних препаратів на насіння сільськогосподарських культур / Є.П. Тимошенко, В.В. Ратушний, І.В. Стибель, Д.М. Мазур //

Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2012. –

Вин. 86, С. 114-121

4. Стибель І.В., Муляр В.О. Експериментальний інкрустатор насіння зернових і зернобобових культур // Наукові розробки та досягнення молодих

вчених - сільськогосподарському виробництву: Тези доповідей науково-практичної конференції молодих вчених та спеціалістів.-В.Бахта, 1991.-С.103.

(0,06 друк. арк., в т.ч. автора 0,04 друк. арк.).

5. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 галузеве машинобудування з орієнтацією на

спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва»/ Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Терноп.: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.

6. Довідник із захисту рослин [Текст]; за ред. М.П. Лісового. – Київ: Мрожай, 1999. – 744 с.

7. Стратегія і тактика захисту рослин [Текст] Т.1. Стратегія; під ред. В.П. Федоренка. – Київ: Альфа - стевія, 2012. – 503, [1] с. – (Інтенсивне землеробство).

8. Стибель І.В., Муляр В.О. Протруювач насіння зернобобових культур // Питання захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів: Тези доповідей 2-ї республіканської конференції молодих вчених і спеціалістів. - Київ,

1991.-С.19-20. (на рос.мові). (0,06 друк. арк., в т.ч. автора 0,04 друк. арк.).

9. Стибель І.В., Муляр В.О. До визначення траєкторії зернини на внутрішній поверхні обертового конічного робочого органу // Інженерно-технічне забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції в нових умовах господарювання: Тези доповідей науково-технічної конференції. - Глеваха, 1992. - С.79-80. (0,06 друк. арк., в т.ч. автора 0,04 друк. арк.).

10. Стибель І.В., Тимошенко С.П., Муляр В.О. Дослідження процесу дозування насіння дозатором проточно-кільцевого типу // Механізація та електрифікація сільського господарства, 1993. - Вип.78 - С.3-8. (0,37 друк. арк., в т.ч. автора 0,22 друк. арк.).

11. Тимошенко С.П., Стибель І.В., Мазур Д.М., Войтюк Д.Г. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми робочого органу інкрустатора насіння сільськогосподарських культур // Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції з питань розвитку механізації, електрифікації і автоматизації с.-г. виробництва в умовах ринкових відносин. - Глеваха, 1994. - С.99-100. (0,06 друк. арк., в т.ч. автора 0,02 друк. арк.).

12. Біологічний захист рослин [Текст] : підручник / [М.П. Дядечко, М.М. Падій, В.С. Шелестова, М.М. Барановський та ін.]; за ред. М.П. Дядечка, М.М. Падія. – Біла Церква : БДАУ, 2001. – 312 с .

13. Тимошенко С.П., Войтюк Д.Г., Стибель І.В., Мазур Д.М. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми інкрустатора насіння зернових і зернобобових культур // Механізація та електрифікація сільського господарства. - 1996. - Вип.82 - С.111-116. (0,28 друк. арк., в т.ч. автора 0,20 друк. арк.).

14. Стибель І.В. До питання руху зернівки по поверхні конічного робочого органу інкрустатора насіння // Вісник аграрної науки. - 2000. - №2. - С.78-79. (0,12 друк. арк.).

15. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин [Текст] / [В.П. Карпенко, З.М. Грицаєнко, Р.М. Притуляк та ін.]; за ред. В.П. Карпенка / - Умань : Соцінський, 2012. - 357, [1] с.

16. Ратушний В. В., Косовець Ю. В. Експериментальні дослідження процесу пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник / ІНЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2018. Вип. № 8 (107). С. 65–71.

17. Крамарев С. М., Красненков С. В., Сидоренко Ю. Я. Перспективы использования пептикообразующих препаратов с рострегулирующей активностью и микроэлементами в хелатной форме для проведения предпосевной инкрустации семян зерновых и зернобобовых культур. Материалы Междунар.

науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов «Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства» / Нац. акад. наук Беларуси. Минск, 2010. С. 61–63.

18. Рубан И. Н., Шарипов М. Д., Воропаева Н. Л. Инновационная технология предпосевной обработки семян в рисосеянии. Материалы III международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса»: сборник научных трудов ГНУ СНИИЖК Ставрополь, 2014. Вып. 7. С. 559–563.

19. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур [Текст] : підручник / [Й.Т. Покозій, В.М. Писаренко, С.В. Довгань та ін.]. – Київ : Аграрна освіта, 2010. – 223, [1] с.

20. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Ільченко О. В., Бочевар О. В., Остапенко С. М. Інкрустація насіння – важливий технологічний засіб підвищення урожайності зерна ярих колосових культур у степу України. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України. 2013. № 5. С. 125–130.

21. Фадеев Л. В. Обработка семян перед посевом – обязательный шаг к высокому урожаю. г. «Аграрник», №15 (170), 26.08.2011 г. С. 34.

22. Пригге Г. Грибные болезни зерновых культур [Текст] / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю.М. Стройкова. – Мюнстер-Хилтруп : Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 192.

23. Стийбель І. В. Обґрунтування технологічного процесу, параметрів і режимів роботи інкрустатора насіння зернобобових і зернових культур. Дисертація к.т.н. Львів, 2000р.

24. Санін В. А., Вечера О. М. Який протруювач кращий. ж. Семеноводство №2 2010р.

25. Вовк М, Петраш В. Дослідження нерівномірності подачі робочого препарату у протруювачі / Матеріали III Міжнародної студентської науково-технічної конференції / Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2020. С.27-28.

26. А.В. Бабій, О.В. Січкоріз, М.В. Вовк. Дослідження способу підвищення маневреності машини для хімічного захисту / Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 37-38.

27. Косилович Г.О. Інтегрований захист рослин. Навчальний посібник. - Львів: Львівський національний аграрний університет, 2013. – 165 с.

28. Каленська С.М., Шевчук О.Я. та ін. Рослинництво; Підручник / За редакцією О.Я. Шевчука. — К.: НАУУ, 2011. — 502 с.

29. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ "Українські технології", 2002. — 800 с.

30. Федоренко В.П. (ред.) Стратегія і тактика захисту рослин. Том 1. Стратегія. Монографія. — К.: Альфа-Стевія, 2012. — 500 с. — (Інтенсивне землеробство). — ISBN 978-966-96511-3-6.

31. Довгань С.В. Моделі прогнозування та розмноження фітофагів [Текст] : монографія. — Херсон : Айлант, 2009. — 2008 с.

32. Кнечунас Сергій. Комплексне застосування протруйників – надійний захист озимих зернових. Зерно. 2016. №7 (124). С.166-167.

33. Пахомов А. И. Есть альтернатива химическому протравливанию? Хранение и переработка зерна. 2016. В. №1. С.48-50.

34. Харченко А.Г. «Химеры» микромира угрожают продовольственной безопасности страны. [Электронный ресурс] <http://www.bioinvest.com.ua>

35. Сергій Кирилюнас Авісена – вдалий старт на шляху до якісного та високого врожаю. Агроном. 2016. №3. С. 82-84.

36. Бородин И.Ф., Нормов Д.А. Электроозонные технологии в сельском хозяйстве. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2009. № 1. С. 85–86.

37. Баскаков И.В. Совершенствование технологии послеуборочной обработки и хранения зернового материала. Автореферат дис. д.с.х.н. Воронеж. 2019. 40с.

38. Долговых, О.Г., Огнев В.Н. Экологически безопасная предпосевная обработка семян яровой пшеницы. Инженерный вестник Дона. 2014. Т.31. №4. С.7.

39. Нормов, Д. А. Электроозонные технологии в семеноводстве и пчеловодстве: автореф. дис. д. т. н.: 05.20.02. Краснодар. 2009. 36 с.

40. Пономарева, Н.Е. Исследование влияния ультрафиолетового излучения на посевные качества семян томатов сорта «Розовый новинок» /Н.Е. Пенюмарева [и др.]. Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 1(21). С.29–32.

41. Новіков Г. В. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи електротехнологічного комплексу аерозольної обробки насіння зернових. Дисертація к.т.н. Мелітополь. 2016. 185с.

42. Ультрафиолетовое облучение семян – современный подход к увеличению урожайности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://agrosvit.in.ua/agronews/ultrafioletovoe-obluchenie-semyan-sovremennyj-podhod-k-uvlechenu-urozhajnosti/>

43. Ерохин А. И., Цуканова З. Р. Физические методы предпосевной обработки семян и эффективность их. Зернобобовые и крушяные культуры. 2014. т. 11. № 3. С. 84–88.

44. Одилюбеков К.М., Акназаров О.А. Влияние предпосевной обработки семян УФ-лучами разной длины волны на ростовые процессы, уровень гормонов и

продуктивность растений. Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2007. Т. 50. №2. С. 165-170.

45. Тимошенко С.П., Вечера О.М., Тимошенко С.І. Спосіб обробки насіння рідкими препаратами. Пат. № 96498 А01С 1/08, 2006/01, п.10/11/2011, бюл.№21.

46. Вечера О.М. Покращення продуктивності бункера протруювача насіння Техніка та енергетика. Machinery & Energetics, 95-99 DOI:

<http://dx.doi.org/10.31548/machenergy> 2020.04.095

47. Тримоач С. П., Вечера О. М. Сучасний стан та перспективи розвитку машин для протруювання насіння с.-г. культур. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2011. Вип. 41. С. 406-413.

48. Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Срибель І. В., Мазур Д. М. Сбрунтування, розробка і дослідження універсального процесу нанесення захисних препаратів на насіння сільськогосподарських культур. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глевах: 2002. Вип. 86. С. 114-121.

49. Тимошенко С. П., Вечера О. М., Тимошенко С. І. Спосіб обробки насіння рідкими препаратами. Патент № 96498 А01С 1/08, 2006/01, п.10/11/2011, бюл.№21.

50. Тимошенко С.П., Михайленко М.А. Разработать рабочие органы прокравливателей семян и обосновать их оптимальные параметры. Раздел №2 Стчета по теме №4 НИР УНИИМЭСХ, Глевах: 1978, 77 с.

51. Гячев Л. В. Основы теории бункеров. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. 309 с.

52. Тримбач С. П., Вечера О. М. Сучасний стан та перспективи розвитку машин для протруювання насіння с.-г. культур/ Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2011. Вип. 41. С. 406-413.

53. Тимошенко С. П., Ратушний В. В., Тимошенко С. І. Протруювач насіння сільськогосподарських культур. ПУ № 56388 А01/С 1/08,1/06, 1/00, 2005.

Спубл. 15.07.2005. Бюл. № 7.

54. Стийбель І. В. Обґрунтування процесу, параметрів і режимів роботи інкрустатора насіння зернових і зернобобових культур. Дис. канд. техн. наук, Львів, 2000. – с. 131.

55. Судденко В. В. Посівні якості насіння й врожайність пшениці м'якої ярої залежно від передпосівної обробки протруйниками та добривами/ В. В.

Судденко // Хранение и переработка зерна. – 2014. – Вип. №12 (189). – С. 25-27

56. Ковбель А. І. Обробка насіння – потужний фундамент майбутнього врожаю / А. І. Ковбель, В. Й. Побережник // Агрном. – 2016. - №3. – С. 50-51

57. Кирпа М. Я. Якість та особливості підготовки насіння до сівби для

тримання врожаю 2015 / М. Я. Кирпа // Хранение и переработка зерна. – 2016. – Вип. №2 (191). – С. 25-27

58. Горбань Р. Вдале протруювання – просте рішення розкриття потенціалу культури / Р. Горбань // Агрном. – 2013. - №1. – С. 102-103

59. Патент № 102525 – Україна. Спосіб передпосівної підготовки насіння зернових / Діордієв В. Т., Новіков Г. В., Кашкар'єв А. О. // МПК6 А01G