

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доц. \_\_\_\_\_ Володимир КУВАЧОВ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

здобувача ступеня вищої освіти Магістр

на тему: **«ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ТА ЗАСОБІВ  
МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ РОЗСЕЛЕННЯ ТРИХОГРАМИ В  
ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ  
КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН»**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу 21 МБАІ групи  
Спеціальності 208 Агроінженерія  
за ОПП Агроінженерія

\_\_\_\_\_ Олексій НИЖНИК

**Мелітополь  
2021**

## **РЕФЕРАТ**

**Дипломна робота:** 92 сторінки машинопису, 5 розділів, 7 таблиць, 20 джерел літератури.

**Графічна частина роботи** – 6 листів формату А1.

**Метою** дипломної роботи є підвищення ефективності технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника в умовах ПП «Аскон» шляхом обґрунтування схеми та параметрів боронувального агрегату на основі культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить ротаційні борінки і плоскорізальні сегменти.

**Об’єктом досліджень** є процес міжрядного обробітку посівів соняшника боронувальним агрегатом на основі культиватора ALTAIR-5,6, кожна секція робочих органів якого містить ротаційні борінки і плоскорізальні сегменти.

**Предметом досліджень** є закономірності впливу схеми, параметрів боронувального агрегату та умов його використання на техніко-експлуатаційні показники його роботи.

В проекті наведена характеристика агрокліматичних умов та діяльності ПП «Аскон» та проведений аналіз технології міжрядного обробітку посівів соняшника.

Обґрунтовано технологічний процес міжрядного обробітку посівів соняшника з використанням ротаційної борони. Наведено схему робочих органів ротаційної борони та їх розміщення на просапному культиваторі ALTAIR-5,6. Обґрунтовано схему і параметри МТА для міжрядного обробітку посівів соняшника.

Розроблено операційно-технологічну карту на міжрядний обробіток посівів соняшника запропонованим у проекті агрегатом в складі ротаційної борони.

Розглянуті основні вимоги охорони праці до ґрунтообробних робіт, зокрема, до міжрядного обробітку ґрунту просапним культиватором.

Оцінено економічну ефективність проектних рішень.

**Ключові слова:** ТЕХНОЛОГІЯ, ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, БОРОНУВАЛЬНИЙ АГРЕГАТ, АГРЕГАТУВАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

Вступ	7
1 Актуальність теми та аналіз проблем механічного розселення трихограми в технологічному процесі біологічного захисту культурних рослин	9
1.1 Аналіз перспектив застосування трихограми в технологічному процесі біологічного захисту культурних рослин	9
1.2 Проблеми механізації захисту рослин у системі природного землеробства	23
2 Теоретичні дослідження процесу розселення капсульної трихограми за допомогою пневмоустановки	37
3 Обґрунтування технологічного процесу розселення трихограми в системі точного землеробства	51
3.1 Обґрунтування способу та схеми розселення трихограми в системі точного землеробства	51
3.2 Прийняття ефективних рішень для капсульного розселення трихограми транспортно-технологічним засобом	54
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	65
4.1 Вимоги до транспортування, зберігання і застосування пестицидів та агрохімікатів	65
4.2 Вимоги безпеки при виконанні технологічної операції	74
4.3 Моделювання аварійних і травмонебезпечних ситуацій у технологічному процесі підживлення та захисту рослин	81
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	83
5 Оцінка економічної ефективності технологічного процесу розселення трихограми транспортно-технологічним засобом	87
Висновки	94
Список літератури	97

## ВСТУП

Тотальна хімізація сільськогосподарського виробництва, недостатньо обґрунтоване використання отрутохімікатів, особливо за низької культури застосування, призводить до негативних екологічних наслідків, завдаючи шкоди корисній флорі і фауні. Тривале застосування хімікатів спричиняє появу стійких до них шкідників, хвороб та бур'янів, забруднення довкілля, призводить до накопичення токсичних речовин у ґрунті, рослинах і водоймах. До того ж, якість продуктів харчування погіршується через вміст шкідливих отрутохімікатів, нітратів, генетично модифікованих організмів.

Питання захисту рослин залишається одним із головних завдань під час вирощування сільськогосподарських культур. Аграріям часто доводиться вирішувати: з допомогою яких технічних засобів доглядати за посівами (боротися з бур'янами, хворобами, шкідниками).

Органічне (природне) землеробство – це гармонія з природою, повна відмова від препаратів, які мають неприродне походження.

У наш час на Україні склалися сприятливі умови для вирощування екологічно-безпечної сільськогосподарської продукції. Це пов'язане з тим, що аграрії через нестачу коштів обмежено використовують хімікати навіть у традиційному виробництві. Проте внутрішній ринок екологічно-безпечної продукції майже відсутній. Це пов'язане з високими цінами, низькою платоспроможністю населення. Однак при поставках продукції органічного землеробства у країни ЄС рентабельність може досягати 200-250%.

Використання розповсюдженого хімічного методу захисту рослин суперечить базисним принципам ведення органічного землеробства і приводять до необхідності розробки інтегрованого захисту рослин, суть якого полягає в поступовій заміні пестицидів тривалого й широкого спектра дії високоспецифічними хімічними й біологічними препаратами природного та синтетичного походження.

Біологічні методи захисту рослин, засновані на використанні живих організмів, припускають знищення шкідників у їхньому осередку, нешкідливі

для навколишнього середовища й людей і приводять до знищення до 80 шкідників сільськогосподарських культур. У наш час біологічний метод захисту рослин широко впроваджується за рубежом. Тому розробка інтегрованої технології на основі біологічних методів захисту рослин є актуальною проблемою, що має важливе народногосподарське значення.

Одним із найпоширеніших агентів біологічного захисту рослин є трихограма, яка є паразитом яєць багатьох комах-шкідників, у тому числі різних видів лускокрилих. У всьому світі вона добре зарекомендувала себе в біологічному захисті.

Основними факторами, що визначають ефективність трихограми є період та термін її розселення. У період кладки яєць шкідниками потрібно вчасно та в короткі проміжки часу внести трихограму. До сьогодні та і на даний час у світі використовується багато методик та технологій розселення трихограми. Використовується ручний та механізований способи. Механізований спосіб виконується як наземними МТА, так і авіаційними.

При створенні технічних засобів для розселення трихограми необхідно враховувати, щоб робочі органи розкидувальної машини забезпечували і не знижували життєздатність та задані параметри фізико-механічних властивостей біоматеріалу. Крім того при розселенні трихограми необхідно забезпечувати рівномірний розподіл біоматеріалу на оброблюваних ділянках поля.

Виходячи із вищезазначеного, метою даної роботи є підвищення ефективності розселення трихограми у біологічних методах захисту рослин шляхом розроблення способу та засобів механізації у системі природного землеробства.

Об'єкт досліджень – процес розселення капсульованої трихограми спеціально створеним для цього розкидачем принцип дії якого заснований на періодичних пострілах рушниці.

Предмет досліджень – закономірності впливу схеми та параметрів механічного розкидача капсульної трихограми на показники ефективності цього технологічного процесу.

# **1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ МЕХАНІЧНОГО РОЗСЕЛЕННЯ ТРИХОГРАМИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН**

## **1.1 Аналіз перспектив застосування трихограми в технологічному процесі біологічного захисту культурних рослин**

Тотальна хімізація сільськогосподарського виробництва, недостатньо обґрунтоване використання отрутохімікатів, особливо за низької культури застосування, призводить до негативних екологічних наслідків, завдаючи шкоди корисній флорі і фауні. Тривале застосування хімікатів спричиняє появу стійких до них шкідників, хвороб та бур'янів, забруднення довкілля, призводить до накопичення токсичних речовин у ґрунті, рослинах і водоймах. До того ж, якість продуктів харчування погіршується через вміст шкідливих отрутохімікатів, нітратів, генетично модифікованих організмів (ГМО).

Органічне (природне) землеробство - це гармонія з природою, повна відмова від препаратів, які мають неприродне походження.

У наш час на Україні склалися сприятливі умови для вирощування екологічно-безпечної сільськогосподарської продукції. Це пов'язане з тим, що аграрії через нестачу коштів обмежено використовують хімікати навіть у традиційному виробництві. Проте внутрішній ринок екологічно-безпечної продукції майже відсутній. Це пов'язане з високими цінами, низькою платоспроможністю населення. Однак при поставках продукції органічного землеробства у країни ЄС рентабельність може досягати 200-250% [1].

Використання розповсюдженого хімічного методу захисту рослин суперечить базисним принципам ведення органічного землеробства і приводять до необхідності розробки інтегрованого захисту рослин, суть якого полягає в поступовій заміні пестицидів тривалого й широкого спектра

дії високоспецифічними хімічними й біологічними препаратами природного та синтетичного походження.

Біологічні методи захисту рослин, засновані на використанні живих організмів, припускають знищення шкідників у їхньому осередку, нешкідливі для навколишнього середовища й людей і приводять до знищення до 80 шкідників сільськогосподарських культур. У наш час біологічний метод захисту рослин широко впроваджується за рубежом. Тому розробка інтегрованої технології на основі біологічних методів захисту рослин є актуальною проблемою, що має важливе народногосподарське значення.

Біологічний метод захисту рослин заснований на використанні організмів або продуктів їхньої життєдіяльності з метою обмеження чисельності шкідливих комах, кліщів, гризунів, патогенів та ін. Початок дослідженням у цьому напрямку покладене І.І. Мечниковим (1879 р.), що використав гриб-збудник зеленої мускардини проти хлібного жука й бурячного довгоносика. Цей метод припускає інтродукцію й акліматизацію ентомофагів в осередку розвитку шкідника, сезонну колонізацію з розрахунком на наступне розмноження в новому осередку, створення умов для збереження, залучення й накопичення місцевих ентомофагів в агробіоценозі [1].

У практиці захисту сільськогосподарських рослин від шкідників і хвороб найбільше значення одержали наступні напрямки біологічного методу: використання штучно розмнужених хижих і паразитичних комах (ентомофагів), хижих кліщів (акарифагів), мікроорганізмів, птахів й ін. для пригнічення або зниження чисельності шкідливих організмів.

Біологічні препарати, діючою речовиною яких є мікроорганізми або продукти їхньої життєдіяльності, все більше входять у практику захисту рослин. Широко застосовують такі препарати як лепідоцид і бітоксубацилін проти листогризучих шкідників. Застосування біопрепаратів, як і хімічних засобів захисту рослин, регламентовано відносно об'єктів і сільськогосподарських культур, норм витрати препарату, термінів обробок та

інших параметрів. Біологічна ефективність біопрепаратів у значній мірі залежить від температури навколишнього середовища і віку личинок (гусениць) шкідника, проти яких проводять обробки. Найкращого результату досягають у тому випадку, коли проводять обробки при температурі повітря вище 18°C і проти личинок (гусениць) на ранніх стадіях розвитку [2].

Застосування біопрепаратів бактеріального походження дозволяють своєчасно включати захисні механізми власного імунітету рослин проти патогенів. Захисні реакції можуть виникати після обробки їх спеціальними індукторами хворобостійкості -елісаторами біогенного походження, таких як хітозан, грибні глюкани, хітин. Розроблено біотехнологію екстракції полісахаридів хітину і глюканів із клітинної стінки гриба трутовика справжнього у вигляді екстракту, який є основною діючою речовиною мікобіопрепаратів. Мікобіопрепарати є малонебезпечними речовинами, під їх впливом не зменшується щільність корисної фауни та мікрофлори ґрунту, але розробка, створення і виробництво їх в Україні не систематизовані, носить фрагментарний характер [3].

Широке поширення в боротьбі з різними видами совок, лучного метелика отримало застосування невеликої паразитичної комахи - трихограми. Її розмножують у біолабораторіях і випускають у поле (20-100 тис. особин на 1 га) у період початку масової відкладки яєць шкідником. Дорослі особини трихограми знаходять яйця совок і відкладають у них своє яйце. Перевага цього паразита в тому, що він швидко розмножується (9-12 днів) і пригнічує шкідника. Такий спосіб застосування ентомофагів одержав назву сезонної колонізації.

До позитивних сторін цього методу відноситься його висока ефективність, нешкідливість для навколишнього середовища та обслуговуючого персоналу. У багатьох випадках біоматеріали мають меншу вартість у порівнянні з хімічними препаратами. У той же час необхідність промислового розведення й зберігання великої кількості комах і труднощі



механізації їхнього розселення в агробіоценозах при їх короткочасному життєвому циклі ускладнюють його застосування [4].

На більших масивах (кукурудза, соняшник, цукровий буряк та ін.) трихограму розселяють за допомогою сільськогосподарської авіації і мотодельтапланів з використанням спеціальних установок для розсіювання. Авіавнесення досить ефективно, тому що дозволяє вчасно, оперативно й рівномірно розселити трихограму на великій території, особливо у фазі розвитку рослин, коли вихід на поле спецтехніки не рекомендується. Разом з тим, мінімальна площа оброблюваних таким способом сільгоспугідь не може бути менше 500 га. Для невеликих полів розселення трихограми можливо за допомогою спеціальних пристроїв, які монтуються на штангових і вентиляторних обприскувачах.

Одним з біологічних препаратів, які використовуються для боротьби з комплексом совок на зернових, овочевих і технічних культурах, а також з кукурудзяним і лучним метеликами, горіховою плодожеркою і цілим рядом інших шкідників із сімейства совок, білявок, вогневок і листоверток є трихограма.

Трихограма – корисна комаха, яка знищує шкідників в стадії яйця. Актуальна для тих шкідників, які ховаються під ґрунтом або в стеблинах рослин, де діють. Вона має особливу ефективність проти листогризух совок, озимої совки, кукурудзяного і лугового метелика яблуневої плодожерки в стадії яйця, капустяної білянки, ріпної білянки біланів.

Переваги застосування Трихограми:

- екологічно чистий (природний) засіб захисту від шкідників;
- широкий діапазон видів шкідників (біля 200), яких знищує трихограма;
- простота обробки;
- низькі витрати;
- висока ефективність при профілактичному використанні;
- знищує шкідників у «недосяжних» для хімії місцях;

- засіб довготривалої дії.

Трихограма випускається вручну або за допомогою дельтаплану та літака. Досвід застосування трихограми засвідчує, що біологічна ефективність знищення шкідника:

- на кукурудзі і соняшнику становить 65-70% і зберігає врожай на 5-7 ц/га;
- по цукрових і кормових коренеплодах ефективність використання 75% і збереження врожаю на 35-40 ц/га;
- пшениці при біологічній ефективності 75% і збереження врожаю на 8 ц/га.

Трихограму застосовують в такі періоди:

*Перший:* в період яйцекладки листогризучих і підгризаючих видів совок на посівах цукрового буряка, багатолітніх травах, гороха, проса, овочевих культур в першій - другій декаді травня - перша декада червня.

*Другий:* проти стеблових метелика, бавовняного і других листогризучих совок на посівах кукурудзи, соняшника, коноплі, проса з другої декади червня - третя декада червня в залежності від регіону.

*Третій:* проти другої (третьої) генерації листогризучих і підгризаючих совок на площах під посів озимих культур, починаючи з другої декади серпня.

Проти кожного покоління шкідника проводять два-три випуски з інтервалом 5-7 днів, а у разі випуску роїзновікової трихограми 1-2 випуски через 10-12 днів.

Початок випуску трихограми проводять на початку яйцекладки, наступні в період масового яйцекладу шкідника. Трихограма паразитує в яйцях 215 видів комах. Вона охоче поселяється в яйцях шкідливих видів совок, кукурудзяного і лугового метеликів та інших лускокрилих. Це дрібна комаха. Самка трихограми відкладає свої яйця в яйця господаря-шкідника, переважно в свіжевідкладені. Личинки харчуються вмістом яйця господаря, до моменту її обертання в лялечку яйце комахи-господаря набуває

характерний чорний колір, з синюватим або буровим відтінком. Дорослі особини, відроджені з лялечок, прогризають отвір в його оболонці і виходять назовні. Особи трихограми народжуються статевозрілими. Відразу після вильоту з яєць господаря трихограма злучається, потім відшукує і заражає яйця шкідника. Самка відкладає до 50 яєць, з них більшу частину першу добу життя. У природних умовах трихограма без харчування живе 2-4 дні, при живленні нектаром до 15 днів, в середньому 8 днів. Розвитку, розмноженню й активності трихограми сприяють температура в межах від 18 до 30 градусів, а відносна вологість повітря від 60 до 95 відсотків. Трихограма світлолюбна, особливо активна при сонячному освітленні, проте, вона уникає прямих сонячних променів. По рослині вона переміщається "пішим ходом" і робить короткі перельоти. Протягом одного покоління шкідника-господаря трихограма здатна розселитися в радіусі до 30 метрів, при вітрі може поширитися на більшу відстань.

Позитивною особливістю трихограми є швидкість її розмноження, яка триває в середньому від 8 днів при температурі 30 градусів, до 21 дня у 18 градусів. За одне покоління совок розвивається 2-3 покоління яйцеїда.

За сезон може розвиватися від 8 до 12 поколінь трихограми. Постійного господаря не має. Навесні вилітає раніше своїх господарів і частіше гине через відсутність, яєць шкідника. Звичайно, в природних умовах у весняний період яйця совок заражені природного трихограмою на 1-10%. Для збільшення чисельності, трихограму штучно розводять у біолабораторіях та на початку яйцекладки шкідника.

В посушливих районах, трихограму, в першу чергу, слід застосовувати в умовах зрошуваного землеробства, де мікроклімат сприяє резервування лугового метелика, шкідливих совок і є сприятливим для розмноження трихограми. Для заміни хімічних обробок на овочевих і польових культурах ефективно поєднувати випуск трихограми із застосуванням мікробіологічних препаратів.

Методика випуску трихограми вручну. Норма випуску трихограми на один гектар залежить від чисельності яєць шкідника і рекомендується від 1 до 2 г на "5 соток". Необхідно точно дотримуватися терміну випуску паразита. Випуск трихограми на заражені поля проводиться в два терміни: перший - на початку яйцекладки кожного шкідника, другий - через 5-7 днів, на початку масової яйцекладки. Трихограма розфасовується в добре провітрювані паперові пакети.

Розселяти трихограму на поля потрібно після того, як вона відродиться! Для цього пакети поміщають в теплу кімнату до масового відродження яйцеєда. Зазвичай воно настає на 2-3-й день після отримання трихограми з лабораторії. Випуск слід проводити у теплу погоду, краще в ранкові (7-11 год) і передвечірні години (17-20 год). Трихограма найбільш активна з 7 до 11 годин ранку.

Перед випуском в банку з широкою горловиною або відро кладуть прив'ялі листя (щириця, полин, акація), або шматочки м'ятого паперу (не глянцевого). Обережно розгорнувши пакет, змітають трихограму в банку і горловину обв'язують щільною тканиною, щоб уникнути розльоту трихограми. 3-4 години їй необхідно для розповзання по листю або папері банку. Після цього періоду часу її можна розкласти на с/х угіддях.

При випуску трихограми в 50 точках, в банку кладуть 40-50 листочків або м'ятого паперу. Листочки (шматочки м'ятого паперу) необхідно виймати обережно, щоб не струсити і не пошкодити трихограму. Якщо застосування трихограми в намічений термін неможливо з-за погодних умов (сильний вітер, дощ), то її можна зберігати в холодильнику або підвалі при температурі +2... +4 градуси тепла, не більше двох діб.

Щоб запобігти ушкодженню трихограми при транспортуванні, розтині пакетів потрібно звертатися дуже обережно. Забороняється пакет з трихограмою поміщати під прямі сонячні промені, т.к. біоматеріал може запариться і загинути.

За умов правильного використання вони досить ефективна у боротьбі зі шкідниками. Ще у 80-і роки ХХ ст. її застосовували на чверті площ орних земель України. Ефективність її використання прирівнювали до дії хімічних препаратів. Сьогодні в країні в 99% випадків трихограму вирощують для боротьби зі стебловим метеликом (*Ostrinia nubilalis* Hubner) на посівах кукурудзи. Шкідник становить велику загрозу для культури, масово заселяючи рослини.

В Україні щороку посівні площі кукурудзи займають близько 5 млн га. Трихограму використовують як агрохолдинги, так і фермерські господарства. Вирішальним чинником для їх вибору в боротьбі зі стебловим метеликом на кукурудзі є її вартість. Так, її ціна у 7–10 разів менша, ніж вартість найпопулярніших зараз інсектицидів. Та, на жаль, щодо застосування ентомофага останнім часом виникають серйозні проблеми. Через недотримання вимог щодо вирощування й зберігання трихограми її ефективність не відповідає очікуванням аграріїв. Цим і пояснюється зниження рівня її використання.

Слід зазначити, що їх застосування потребує дотримання технологій, що містять комплекс технічних та організаційних складових, завдяки яким є можливість одержати бажані результати. Нижче ми зупинимося на важливих моментах вирощування та використання трихограми, нехтування якими може призвести до втрати ефективності цього біологічного методу.

**Види трихограми.** На сьогодні в світі відомо близько 200 видів перетинчастокрилих комах. Особливістю кожного її виду є вибіркова здатність до паразитування на яйцях окремих видів комах. За результатами багатьох польових досліджень в агроценозах кукурудзи домінуючим видом трихограми, який паразитує на яйцях стеблового метелика *Ostrinia nubilalis* Hubner, є *Trichogramma evanescens* Westwood. Цей вид становить близько 95% всієї чисельності трихограми, яка була отримана з яйцекладок стеблового метелика. Ще 1989 року спеціалістами Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України відібрали зразки

вирощуваних перетинчастокрилих комах з 58 біолабораторій на території України. Результат досліджень показав, що 99% зразків представлено видом трихограми *Trichogramma pintoï Voegele*, і тільки в одній із лабораторій (в Чернівецькій обл.) вирощували *Trichogramma cacoeciae Marchal*. Вид *Trichogramma evanescens Westwood* під час проведення досліджень не був ідентифікований. Уже 1989 року він не зустрічався в промисловому виробництві в Україні.



а)

б)

Рисунок 1.1 – Самиця (а) та самець (б) трихограми

На думку деяких учених, повсюдне застосування *Trichogramma pintoï Voegele* як універсального виду проти комплексу лускокрилих шкідників стало причиною низької ефективності застосування трихограми. За непроведення видового контролю *Trichogramma pintoï Voegele*, що випадково потрапив у лабораторії, швидко витісняв вид *Trichogramma evanescens Westwood*.

На жаль, неконтрольована зміна їх виду в біолабораторіях набула масового характеру. 2017 року в Полтавській області було проведено лабораторне дослідження трофічної спеціалізації трихограми та вибору нею бажаного хазяїна (стеблового метелика). Свіжі яйця стеблового метелика, які були отримані від самиць, виловлених неподалік посівів кукурудзи, були

запропоновані в лабораторних умовах для паразитування самицям двох видів — *Trichogramma evanescens* Westwood і *Trichogramma pinto*i Voegelé.

Перший вид отримали безпосередньо з паразитованих яйцекладок стеблового метелика, зібраних у природних умовах на посівах кукурудзи в Полтавській області. В подальшому їх розмножили в лабораторних умовах. *Trichogramma pinto*i Voegelé була взята в одній із біолабораторій у Полтавській області. Обидва види розмножувалися в лабораторних умовах на яйцях зернової молі (*Sitotroga cerearella* Oliver), котру використовують в біолабораторіях для промислового розведення.

Було встановлено, що в лабораторних умовах *Trichogramma pinto*i Voegelé паразитувала яйцекладки стеблового метелика всього на 3–5%, з інших яєць вийшли гусениці стеблового метелика. Самиці іншого виду (*Trichogramma evanescens* Westwood) уражували та розвивалися в 90% з усіх запропонованих до паразитування яєць, а в 10% — розвиток гусені не спостерігався.

Схожий дослід був проведений в Молдові ще в ХХ ст. Самицям двох видів (*Trichogramma evanescens* Westwood і *Trichogramma pinto*i Voegelé) пропонувалина вибір для паразитування яйця стеблового метелика, капустяної совки та зернової молі. Результати дослідження показали, що *Trichogramma evanescens* Westwood в умовах вибору паразитувала яйця стеблового метелика на 63,3%, капустяної совки — на 36,6, зернової молі — на 3,3%. Тоді як вид *Trichogramma pinto*i Voegelé відповідно — 0; 14,6 і 60%.

Ці результати переконують, наскільки важливо знати вид перетинчастокрилих комах, який вирощують біолабораторії, а потім пропонують для продажу. Наразі видову ідентифікацію трихограми можна зробити у відділі систематики ентомофагів та основ біометоду Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України (Київ). 2017 року інститут запустив пілотний проект з впровадження видового контролю комах, яких виробляють і застосовують на території України.

### **Короткочасне холодове зберігання недіапаузуючої трихограми.**

*Trichogramma cacoeciae* Marchal на яйці совки До моменту проведення захисних заходів потрібну кількість комах вирощують у біолабораторіях і зберігають у їхніх холодильниках. Але і в цій технологічній операції є свої «підводні камені». Щодо умов і термінів зберігання недіапаузуючої трихограми є різні думки. У 40-х роках попереднього століття для короткочасного їх зберігання пропонували підтримувати температуру в межах 1–3°C. Пізніші дослідження, проведені зарубіжними вченими, показують, що оптимальною для короткочасного зберігання перетинчастокрилих комах є температура 8–10°C.

Але всі дослідження свідчать про те, що термін зберігання недіапаузуючих комах — не більше одного місяця. У разі тривалішого зберігання різко знижуються якісні показники, особливо відсоток їх паразитування, що дуже важливо за застосування ентомофага.

Дослідження з визначення оптимальних умов та тривалості зберігання недіапаузуючої трихограми ще не закінчені. Але вже сьогодні з упевненістю можна сказати, що в разі їх зберігання понад один місяць відмічено значне зменшення відсотка паразитування яєць, інколи воно становитиме декілька відсотків.

Чому це важливо для виробників сільськогосподарської продукції? Тому, що в гонитві за більшим прибутком біолабораторії, які продають трихограму, часто нехтують термінами її зберігання. Трихограму починають масово вирощувати задовго до початку періоду її застосування, а потім зберігають у холодильниках дуже тривалий час. У результаті ослаблена тривалим зберіганням трихограма або не здатна паразитувати яйця шкідника, або не відроджується зовсім.

Проте вихід із цієї ситуації є: з кожної партії трихограми слід відібрати пробу і перевірити її якісні показники (відсоток відродження і паразитування). Такий аналіз можна зробити в Лабораторії якості та безпеки продукції АПК (сmt. Чабани, Київська обл.) або в Інституті захисту рослин



НАН України (Київ). Тут використовують різні методики, тому можна порівняти отримані результати.

До речі, постачальник перетинчастокрилих комах завжди може надати на неї сертифікат якості. Але потрібно розуміти, що для сертифікації завжди надають свіжу трихограму, а для сільгоспвиробника дуже важливо знати показники якості трихограми, яка буде застосована безпосередньо у нього на полях.

**Моніторинг шкідника.** На деяких полях кукурудзи природна ураженість гусінню стеблового метелика невелика і становить 18–20%, а то й значно менше, тоді як для агрохолдингів за тендерних умов рівень ураження посіву має бути не вище ніж 25%. Економічний поріг шкодочинності для стеблового метелика становить 3 особини за одну ніч на одну світлову пастку, встановлену в міжряддя посівів кукурудзи. У нашій практиці ми отримували результати в межах 1–45 особин у різних господарствах!

Літ стеблового метелика в Україні розтягнутий до одного місяця. Проте дуже важливо провести внесення комах в перші два тижні льоту шкідника. Перше внесення потрібно проводити на початку льоту й яйцекладки (пошук яйцекладок проводять через 3–4 дні від початку льоту), друге — через 5–7 днів. За потреби можна збільшувати кількість внесення.

Найбільшої шкоди врожаю кукурудзи завдає гусінь, яка вийшла з перших яйцекладок: вони вгризаються в стебло рослини нижче прикріплення качана, в ніжку або сам качан. Пізніші пошкодження (вище кріплення качана) впливають на кількість врожаю несуттєво.

Отже, агрономічний моніторинг шкідника безпосередньо в господарствах є важливим заходом. Часто агрохолдинги в тендерних заявках указують, що моніторинг шкідника виконує компанія, яка й буде вносити трихограму. Проте, на нашу думку, такий підхід є помилковим. Внесення антишкідника має бути проведений своєчасно, а не в порядку черги.

Ефективність внесення трихограми перевіряють шляхом співвідношення кількості пошкоджень на оброблених та прилеглих полях

кукурудзи — там, де не було внесено. Якщо на необроблених площах пошкодження мінімальні — значить, кількість шкідника була нижча, ніж економічний поріг шкодочинності. Якщо рівень пошкодження такий самий, як і на обробленій ділянці, — трихограма була неякісна або запізнилася з термінами її внесення. Якщо є різниця в показниках, можна, відповідно, коригувати кількість внесення антишкідника і кратність на наступний рік (фото 5, 6, 7, 8).

**Кількість внесення трихограми.** Слід зазначити, що в розроблених науково-дослідними установами нормах застосування трихограми мається на увазі кількість самиць/га, а не особин/га. Досить часто їх вносять виходячи з розрахунку кількості особин на гектар. Але оскільки яйця шкідника паразитують самиці, то й орієнтуватися потрібно на цей показник. У лабораторних дослідженнях вони завжди вказують відсоток самиць у пробі. Отже, плануючи кількість внесення ентомофага, слід враховувати саме цей показник. Так, у двох зразках із різних біолабораторій відсоток самиць у пробах був 50 і 75%. Відчуваєте різницю?

За рекомендаціями ІЗР НААН проти стеблового кукурудзяного метелика випускають трихограму в два строки: на початку та в період масового відкладання яєць шкідником. Норма за першого випуску — 30–50 тис. самиць на 1 га, за другого — залежно від кількості яйцекладок на 100 рослин; до трьох кладок — 50 тис., 3–5 — 100 тис., 6–8 — 150 тис., понад 8 — 200 тис. самиць на 1 га. Якщо літ кукурудзяного метелика й бавовникової совки розтягнутий, їх доцільно випускати не менш як 3 рази з інтервалом у 5–6 діб.

У зарубіжних дослідях (Франція, Швейцарія, Німеччина) були зроблені висновки, що найкращих результатів було досягнуто за триразового внесення антишкідника проти стеблового метелика нормою 75–100 тис. самиць/га. Після проведення останніх досліджень щодо умов їх внесення минув час, тож наразі питання щодо кількості, кратності та способу внесення трихограми потребують уточнення дослідним шляхом у сучасних реаліях.

Формула для розрахунку кількості самиць (С) на 1 г біоматеріалу:

$$C = (P \cdot B \cdot Kc) / 10, \quad (1.1)$$

де  $P$  — ступінь паразитування (%),

$B$  — відродження імаго (%),

$Kc$  — кількість самиць.

Наприклад, з біолабораторії отримано трихограму зі стандартними показниками якості: паразитування — 80%, відродження — 90%, кількість самок — 65%. Кількість самиць (С) розраховуємо за формулою (1.1):

$$C = (80 \times 90 \times 65) / 10.$$

Отже, в 1 г біоматеріалу міститься 46,8 тис. самиць, тобто близько 50 тисяч.

**Підготовка до внесення трихограми.** Важливим моментом цього заходу є пришвидшення або стимуляція відродження трихограми в польових умовах і подальшому переходу ентомофага до розмноження та пошуку яєць шкідника. За умов низькотемпературного режиму зберігання комах їх розвиток уповільнюється. Тому, якщо комахи ще не закінчили свій розвиток, а її вносять на поле, є велика ймовірність поїдання ентомофага іншими хижими комахами ще до його відродження.

Ще до внесення біоматеріал трихограми в конвертах викладають у тепле місце і періодично спостерігають до настання моменту її відродження. Потім конверти знову кладуть у холодильник до виникнення потреби внесення на поле.

Особливості технології виробництва, застосування трихограми та способи забезпечення ефективності її використання, які були розглянуті вище, є вкрай важливими. Отже, це:

- моніторинг появи шкідника, який визначає час, оптимальний для внесення ентомофага;
- визначення виду комах;
- визначення біологічних показників (% відродження, паразитування та співвідношення самок та самців у культурі);

- визначення норм застосування на основі спостереження за світловими пастками та заселення кукурудзяним метеликом посівів кукурудзи.

Усі ці рекомендації є загальноприйнятими у виробництві та застосуванні трихограми в усьому світі. Діагностика виду та їх життєздатності, а також моніторинг появи шкідника займає немало часу, але якщо визначити економію порівняно з вартістю до застосування хімічних засобів захисту рослин, то вигода очевидна. Крім того, внесення перетинчастокрилих комах в окремих господарствах через незначну кількість шкідника, що не перевищує економічний поріг шкодочинності, зовсім не має сенсу.

## **1.2 Проблеми механізації захисту рослин у системі природного землеробства**

Основними факторами, що визначають ефективність трихограми є період та термін її розселення. У період кладки яєць шкідниками потрібно вчасно та в короткі проміжки часу внести трихограму. До сьогодні та і на даний час у світі використовується багато методик та технологій розселення трихограми. Використовується ручний та механізований способи. Механізований спосіб виконується як наземними МТА, так і авіаційними.

У цей час виконані дослідження зі створення машинної технології і засобів механізації для розселення трихограми. Спроековано спеціальну установку, що виробляється у ВИСХОМ (Російська Федерація) по замовленнях фахівців-біологів. Це пристосування ПРЕ-35 для агрегаткування з різними обприскувачами і обпилювачами, а також пристосування РЕПІ-18 для розселення ентомофагів до штангових обприскувачів.

Малі дози внесення ентомофагів (1-12 г/га) і їхні специфічні властивості, висувають особливі вимоги до дозуючих робочих органів по

порційній подачі ентомофагів у повітряний струмінь, який створюється вентиляторним обприскувачем.

Вивчення існуючих типів дозаторів (об'ємних, вагових, пневмомеханічних і пневматичних) показало, що найкращим дозатором для лялечок трихограми є пневматичний бункер-дозатор з переривчастою подачею повітряного потоку [5].

Технологічний процес пневматичного бункера-дозатора полягає в наступному (рис. 1.2).

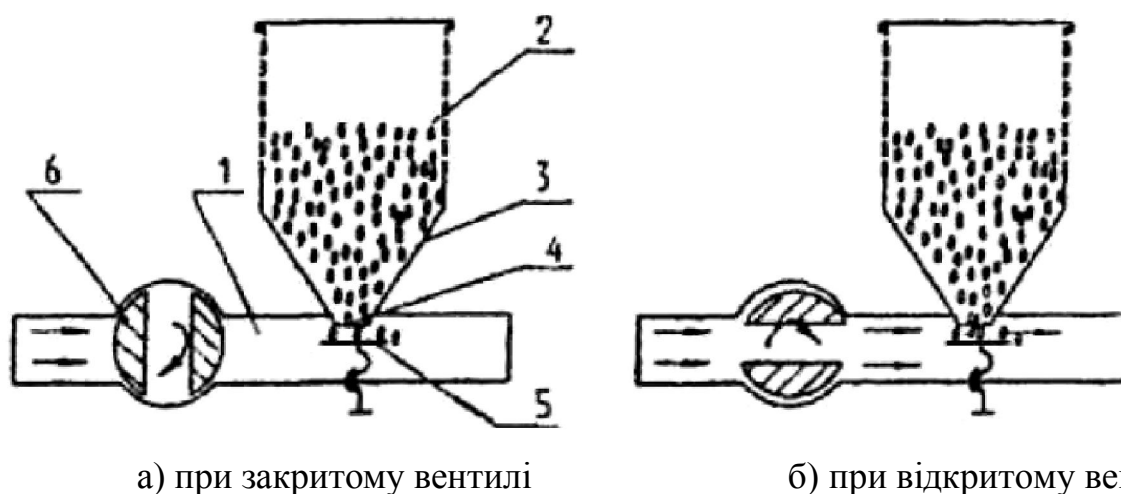


Рисунок 1.2 - Схема технологічного процесу пневматичного бункера-дозатора

У процесі роботи порція біоматеріалу (див. рис. 1.2) з бункера 2 через калібрований отвір 4 конічної частини бункера 3 просипається на дозувальну полицку 5. Між поверхнею полицки 5 і крайкою каліброваного отвору 4 утвориться порція біоматеріалу, що при відкритому вентилі 6 здувається повітряним потоком повітропроводу 1 з дозувальної полицки і по повітряному каналу транспортується в повітряний струмінь вентилятора. При цьому частина повітряного потоку проходить через калібрований отвір у бункер, чим забезпечується перемішування біоматеріала. Після припинення подачі повітря біоматеріал знову просипається на дозувальну полицку. При черговій подачі повітря процес повторюється.

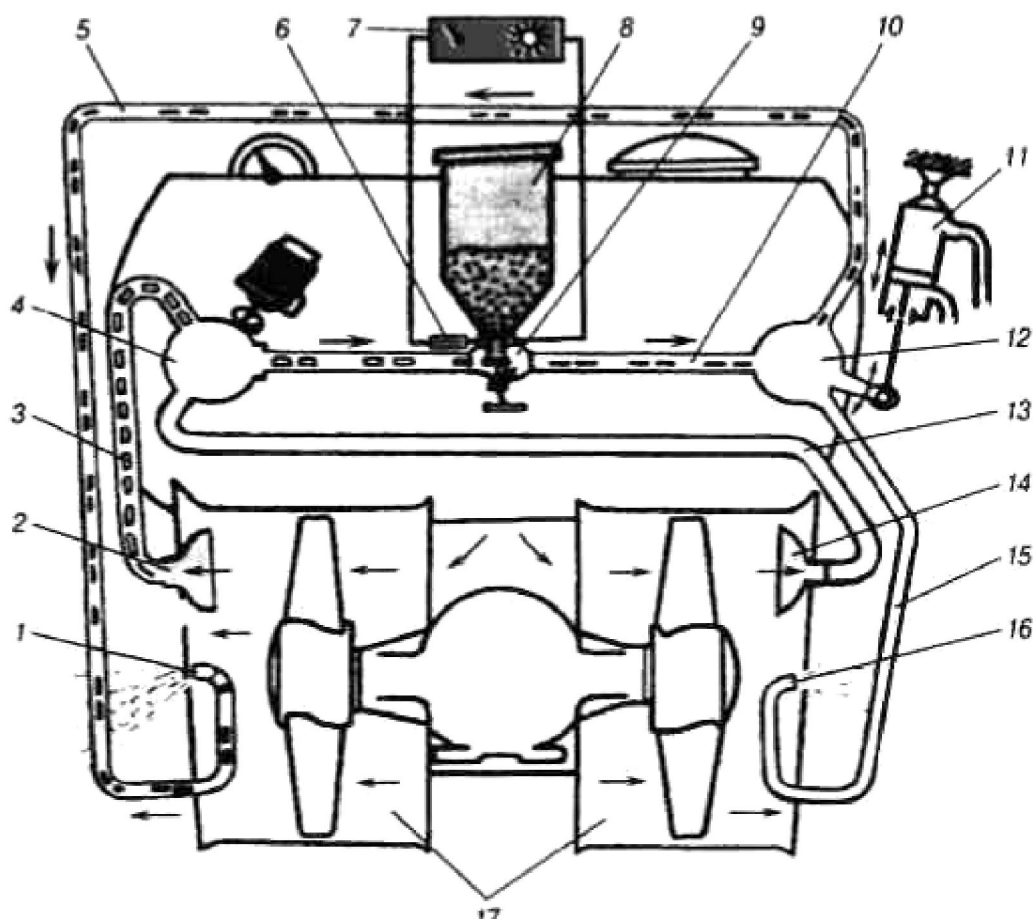
Робочий цикл дозатора складається із двох етапів: етап 1 - подача біоматеріалу з бункера на дозувальну полицку; етап 2 - перенесення повітряним потоком порції біоматеріала з дозувальної полицки у вентиляторний струмінь і одночасне перемішування біоматеріалу, що залишився в бункері.

Практика показує, що біоматеріал, який поставляється виробником, має широкий діапазон фізико-механічних властивостей, тому норми витрати біоматеріалу при роботі розсіювача, як правило, уточнюються експериментально. Для цього у бункері-дозаторі передбачені регулювання. Вони дозволяють змінювати норми внесення в широкому діапазоні умов роботи.

Дозатор установлюється в аеродинамічній системі розсіювача. Геометричні параметри повітрязабірника підбираються дослідним шляхом таким чином, щоб швидкість повітря в системі не перевищувала критичну (11 м/с). Важливим фактором нормальної роботи бункера-дозатора є величина швидкості видування порції біоматеріалу з дозувальної полицки (у межах 6,8-7,0 м/с), що забезпечує життєздатність біоматеріала.

Дослідженнями встановлено, що повне здування біоматеріалу з поверхні дозувальної полицки починається при швидкості повітряного потоку 3,0 м/с. При швидкості 4 м/с починається процес перемішування біоматеріала в бункері. Стабільна робота бункера-дозатора і транспортування ентомофагів по повітропроводу, що подає, у струмінь вентилятора забезпечується при швидкості повітряного потоку 5,0 м/с і більше [4].

Схема технологічного процесу пристосування ПРЕ-35 із двоканальним переривником повітряного потоку для роботи із двостороннім вентиляторним обприскувачем показана на рис. 1.3.



1,16 - розсіюючі наконечники; 2, 14 - повітрязабірники; 3,5, 10, 13, 15 - трубопроводи; 4 - переривник; 6 - датчик; 7 - пульт керування; 8 - бункер; 9 - дозатор; 11 - гідроциліндр; 12 - перемикач; 17 - вентилятори

Рисунок 1.3 - Схема технологічного процесу пристрою для розселення ентомофагів ПРЕ-35

До складу ПРЕ-35 (див. рис. 1.3) входять бункер 8, дозатор 9, переривник 4, перемикач 12, повітрязабірники 2, 14, гнучкі трубопроводи 3, 5, 10, 13, 15, розсіюючі наконечники 1 і 16, датчик 6, пульт керування 7 і з'єднувальна апаратура.

Прокручуючи регулювальний гвинт дозатора 9, змінюють зазор між дозувальною поличкою і кромкою конуса дозатора від 0 до 2 мм, а тим самим і подачу ентомофагів у змішувальну камеру. Переривник 4 забезпечує порційну подачу повітря від вентилятора до дозатора. За один оберт стержня, що приводиться в обертовий рух електродвигуном, отвір для подачі

повітряного потоку до дозатора перекривається двічі, а подача повітря змінюється від максимальної до нуля, а потім від нуля до максимальної.

Перемикач 12, призначений для позмінного напрямку потоку ентомофагів від дозатора до лівого 1 або правого 16 розсіювачів, складається з корпусу і стержня, поворотом якого суміщають отвори для підведення і відведення з каналами в стержні. Стержень повертається гідروциліндром 11.

Ентомофаги в передвильному стані, попередньо просіяні через фільтр, засипають у бункер 8. Потім вмикають передачі вентилятора і переривник та починають рух по полю. Частину потоку повітря, утвореного вентилятором 17, відбирають повітрозабірники 2 і 14 і спрямовують його повітропроводом 3 в переривник 4. Потім пульсуючий потік повітря надходить у дозатор 9 і здуває порцію ентомофагів, які просипались із бункера 8 через калібрований отвір на полицьку регульовального гвинта. Суміш із повітря і ентомофагів по трубопроводу 10 подається в корпус перемикача 12 і далі по трубопроводу 5 або 15 до розсіюючого наконечника 1 або 16. Основний потік повітря, що подається вентилятором, захоплює розсіяні наконечниками 1 і 16 ентомофаги і рівномірно розподіляє їх по площі.

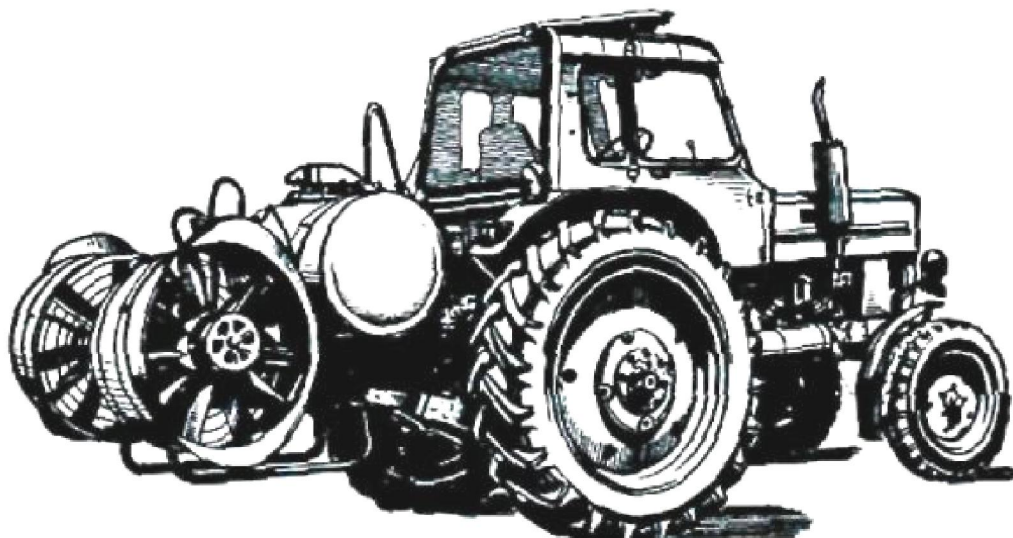


Рисунок 1.4 - Пристосування ПРЕ-35 в агрегаті з обприскувачем ОМ-630 на тракторі МТЗ-80



Норма розселення ентомофагів залежить від зазору між полицкою і конусом дозатора, швидкістю руху машини і ширини смуги розселення біоматеріалу.

Ширина захвату розселення ентомофагів становила 20-35 м, нерівномірність розподілу по ширині захвату не перевищувала 76%, робоча швидкість – 5-10 км/год, продуктивність - 6,7-23,4 га/год.

ПРЕ-35 легко агрегатують з обпилювачем ОШУ-50А (рис. 1.4) і з обприскувачем з одностороннім розпилом, надійно виконуючи технологічний процес по розселенню ентомофагів, повністю задовольняючи агротехнічним вимогам. На розподільному пристрої обпилювача ОШУ-50 або обприскувача кріплять по одному повітрязабірнику і розсіювачу.

Випробуваннями пристосування ПРЕ-35 на обпилювачі ОШУ-50А встановлено, що ефективна ширина захвату становила 32 м, при нормі внесення ентомофагів 2 г/га швидкості агрегату 10 км/год і вітрі - 2,1 м/с, кут установки сопла 15° [4].

У цей час обприскування є основною технологією внесення засобів захисту рослин, у тому числі і біопрепаратів. Обприскування може бути повнооб'ємним, малооб'ємним та ультрамалооб'ємним (УМО).

Для реалізації нових технологій захисту рослин актуальна розробка перспективної системи машин, що повинна відповідати сучасним вимогам по енергозбереженню, екологічній безпеці для навколишнього середовища й забезпеченню заданої біологічної ефективності захисних заходів.

Перспективна система машин передбачає значне збільшення обсягів застосування найбільш прогресивних технологій (малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування), що забезпечують значне зниження норм витрати робочих рідин на гектар, а також норм витрати препаратів. З врахуванням певних технологічних вимог до застосування цілого ряду препаратів у системі машин залишаються традиційні технічні засоби для технології повнооб'ємного обприскування, застосування яких значно скорочується.

Ця система машин базується на використанні принципово нової техніки для обприскування, що забезпечує застосування малих норм витрати робочої рідини 1-20 л/га.

Такі показники досягаються за рахунок застосування дискових обертових розпилювачів із сепарацією дрібних краплин або примусовим осадженням краплин на цільову поверхню повітряним потоком, а також за допомогою електрзарядки краплин.

Для обробки рослин, які знаходяться в процесі вегетації, застосовують стандартні штангові й інші обприскувачі: ОП-2000; ОП-2000-2-01, ОМП-601, ОМ-630, ОГГШ-15, дощувальні установки і т.п. Обробки проводяться під час відсутності дощу, сильного вітру, у ранковий і вечірній час.

Висока ефективність засобів захисту рослин залежить від якості препарату, коректних термінів застосування та грамотного внесення. Необхідно, щоб параметри застосування препаратів відповідали як особливостям біології шкідників і хвороб, так і фазам розвитку культури.

У сучасних умовах не менш важливим фактором є своєчасне і якісне внесення препарату в короткий термін.

Перехід на технології ультрамалооб'ємного обприскування при забезпеченні екологічної безпеки для навколишнього середовища дає можливість відмовитися від великовантажних обприскувачів і працювати всю зміну з однією заправкою бака обприскувача. Це забезпечує зменшення ущільнення ґрунту під час виконання технологічних операцій, а також зниження експлуатаційно-технічних витрат.

Широке поширення на авіаційних роботах по захисту рослин в останні роки одержали надлегкі літальні апарати, зокрема безпілотні БПЛА (дрони) (рис. 1.5). Дельтаплан Р-16СХ, призначений для виконання авіаробіт у сільському господарстві, має високу міцність конструкції, що забезпечує можливість безаварійної експлуатації з незадовільно підготовлених площадок, польових доріг.

Відрізняється простотою конструкції, що істотно скорочує час зборки й розборки (10 хвилин), і забезпечує можливість проведення оглядів всіх його силових елементів без демонтажу. Характеризується високою маневреністю, відмінною керованістю при польотах.



а)



б)

Рисунок 1.5 - Авіахімічні роботи за допомогою дельтаплану (а) та БПЛА дрона (б)

БПЛА оснащені спеціальною апаратурою ультрамалооб'ємного обприскування, призначеною для обробки посівів сільськогосподарських культур розчинами пестицидів з розрахунку до 12 л/га. Мелкокрапельне розпилення препарату дозволяє забезпечити гарне проникнення препарату в міжряддя навіть загущених посівів, високу щільність покриття рослин, у тому числі нижньої частини листів за рахунок турбулентного потоку повітря від гвинтів СЛА. При цьому щільність крапель величиною до 100 мкм на 1 квадратному сантиметрі перевищує 20, що підвищує ефективність пестициду. Це дозволяє знизити норму витрати робочого розчину до 3 л/га - на 20-30%.

#### **Засоби механізації на базі автомобілів.**

Оприскувач AVAGRO-MK25 на основі ГАЗ-3308 Садко дозволяє обробляти посіви на рельєфах будь-якої складності (рис. 1.6). Вона призначена також для ультрамалооб'ємного й малооб'ємного обприскування пестицидами проти шкідників, хвороб і бур'янів у сільському і лісовому господарстві. Принцип дії установки полягає в мелкодисперсному розпиленні робочого розчину з метою створення аерозольної хмари, що у

вигляді туману осаджується на поверхню оброблюваної площі. Установка високо мобільна, повністю автономна й успішно виконує свої функції в радіусі дії 20 - 300 км без дозаправлення.



Рисунок 1.6 - Обробка посівів установкою AVAGRO-MK25 на основі ГАЗ-3308

Широко розповсюджений обприскувач ОП-2000 обладнаний імпоротною системою, що обприскує, включає систему розпилу, регулювання тиску й розподілу рідини по секціях штанги, фільтрації, а також укомплектований насосними агрегатами провідних європейських компаній. Обприскувач оснащений системою самозаправлення від зовнішнього джерела, постачений системою автономної роботи кожної секції обприскувача, а також системою готування робочого розчину в баці обприскувача з використанням гідромішалки.

Обприскувачі на шасі ГАЗ-66 (рис. 1.7) в останні роки знайшли широке поширення в сільськогосподарському виробництві області. Висока прохідність всюдихода, мобільність і швидкість у сполученні з надійністю й високою вантажопідйомністю дозволяють широко використати цей техзасіб в хіміобробці посівів сільгоспкультур.



Рисунок 1.7 - Обприскувач ОП - 2000 на шасі ГАЗ-66

Обприскувач СУМО-24 на базі ГАЗ-66 - нова розробка призначена для високоякісної обробки польових культур і сільгоспугідь від шкідників, хвороб і бур'янів шляхом мелкокапельного розпилення малих доз пестицидів у вигляді робочих розчинів. Обприскувач може застосовуватися для поверхневого внесення біопрепаратів і регуляторів росту.

В обприскувачі застосовані електричні головки, що розприскуються, що дають оптимальний дисперсійний спектр крапель робочого розчину, необхідний для ефективного нанесення на листи рослин.

Основні параметри оприскувача: - продуктивність 300-500 га, ширина захвата 24 м, робоча швидкість 15-30 км/год, витрата робочого розчину 4-35 л/га, ємність хімбака 2000 л, розміри діаметрів крапель робочої рідини 100-350 мкм.

Питання захисту рослин залишається одним із головних завдань під час вирощування сільськогосподарських культур. Аграріям часто доводиться вирішувати: з допомогою яких технічних засобів доглядати за посівами (боротися з бур'янами, хворобами, шкідниками).

Нині на базі колишніх колгоспів і радгоспів створено господарства різних організаційних форм власності з різною площею земельних угідь. З'явилася потреба в обприскувачах із широким типорозмірним рядом, що давало б можливість зменшити витрати на таку технологічну операцію, як внесення агрохімікатів.

Під час вибору обприскувача слід враховувати такі чинники [14]:

а) розміри посівних площ господарства.

Для потужних господарств (понад 10000 га угідь) найкраще придатні самохідні обприскувачі, в яких висока продуктивність, добра маневровість. Для середніх господарств (від 1000 до 10000 га) — причіпні обприскувачі, для невеликих фермерських господарств (до 1000 га) — навісні обприскувачі з місткістю бака від 200 до 800 л;

б) наявність сервісної мережі.

Перевагу слід віддати виробникам, у яких добре розвинута сервісна служба, що забезпечує гарантійне та післягарантійне обслуговування обприскувачів на весь термін експлуатації, завжди є в наявності запасні частини й комплектуючі;

в) технічний рівень.

Використання обприскувачів високого технічного рівня, які обладнані бортовими комп'ютерами із системою контролю за основними параметрами роботи (швидкість руху, доза внесення тощо), дає змогу значно полегшити роботу оператора. Сучасну техніку для обприскування потрібно комплектувати гідравлічними змішувачами робочої рідини, які мають кілька ступенів її фільтрації; пінними маркерами; системами промивання; надійними в роботі стабілізаторами польової штанги; різними видами розпилювачів. Усі комунікації повинні бути виготовлені з матеріалів, стійких до дії агресивного середовища агрохімікатів.

В Україні широку гаму обприскувачів пропонує низка вітчизняних виробників: ВАТ “Завод “Львівсільмаш”, ВАТ “Львівагромашпроект”, ПП “Бартощук” (Луцьк), ВАТ “Богуславська сільгосптехніка” (Київська обл.) та

посередницькі компанії, які переважно є дистрибуторами зарубіжних фірм: Українська овочева компанія UVC (Київ), компанія “Агросфера” (Дніпропетровськ).

Серед зарубіжних фірм можна виокремити таких відомих виробників машин для хімзахисту: Caffini, Gambetti (Італія), Hardi, Dammann (Данія), Rau, Amazone (Німеччина), Pilmet, Krukowiak (Польща).

Як вітчизняні, так і зарубіжні виробники обладнують свої машини насосами, робочими органами та елементами гідрокомунікації переважно виробництва провідних європейських компаній: Annovi Reverberi, Arag (Італія), Lechler (Німеччина), тощо.

Обприскувачі зарубіжних компаній, хоча й значно дорожчі за вітчизняні, мають низку переваг, зокрема за показниками надійності, довговічності, якості роботи.

Вітчизняні виробники, завдяки власному виготовленню рами, шасі, штанги, значно здешевлюють вартість своєї продукції (до 50%) порівняно із зарубіжними аналогами. При цьому за показниками якості роботи такі обприскувачі майже не поступаються зарубіжним.

БАТ “Богуславська сільгосптехніка” налагодила випуск обприскувача ЕКО-2000-18П із системою примусового осадження крапель повітряним потоком, що дає змогу доносити до місця обробки добре перемішану повітряно-крапельну суміш із великою кінематичною енергією крапель, що значно поліпшує утримання робочого розчину на поверхні рослин.

БАТ “Львівагромашпроект” пропонує надійні в роботі штангові обприскувачі серії ОПШ-2000 із штангою 15, 18, 21,6 та 24 м, які укомплектовують високопродуктивними насосами, та регулювальною апаратурою провідних європейських фірм. Ці машини мають широкий попит у споживачів завдяки оптимальному співвідношенню ціна/якість.

На Львівській філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого проведено випробування низки як вітчизняних, так і зарубіжних машин для хімзахисту, зокрема, обприскувачів ОП-2000-2-1, ОМ-630-2, ОПШ-2000-21,6 (БАТ

“Завод “Львівсільмаш”); ОГН-600, ОГП-2000 (ПП “Бартощук”); 1015 ZAW, 2-1015B (Pilmet); “Спідотрейн 2500” (Rau) тощо.

Результати проведених випробувань засвідчили: всі обприскувачі за показниками якості виконання технологічного процесу задовольняють вимоги нормативної документації, мають задовільні показники надійності та здебільшого відповідають вимогам системи стандартів безпеки праці.

На рис. 1.8 наведена класифікація способів розселення трихограми.

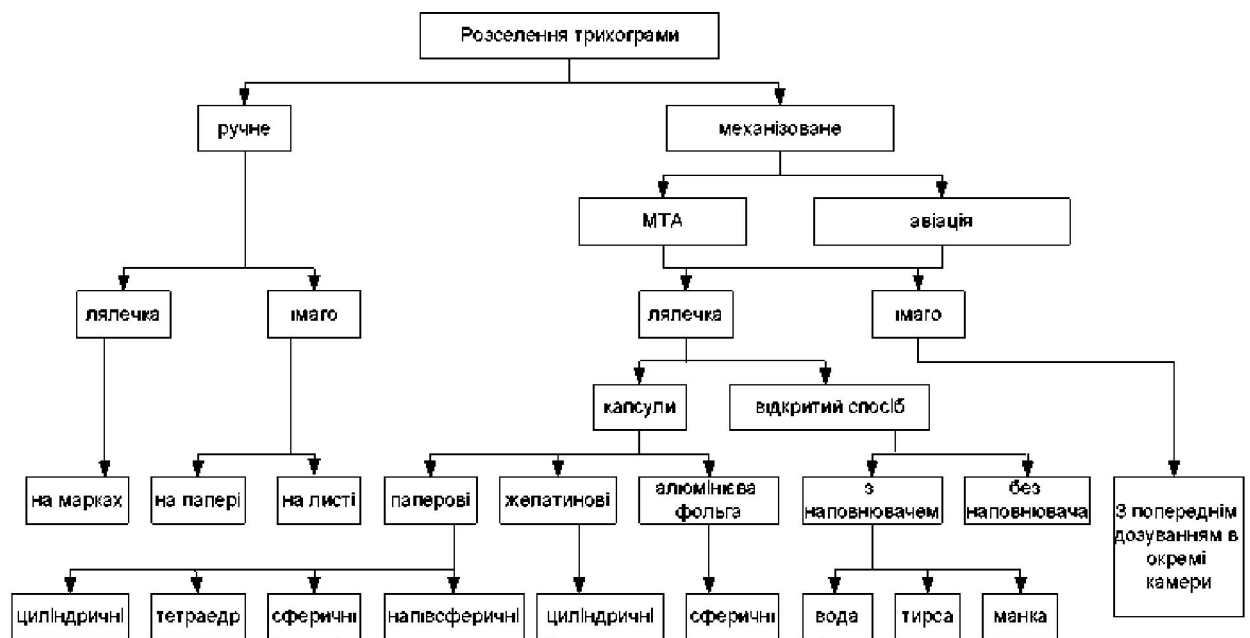


Рисунок 1.8 – Класифікація способів розселення трихограми

Останнім часом на ринку техніки користується попитом споживачів продукція невеликих підприємств, які теж використовують комплектуючі європейських фірм. Серед них — обприскувачі ПП “Бартощук” серії ОГН з місткістю бака 400, 600 і 800 літрів та причіпний ОГП-2000. Ці обприскувачі оснащено мембранними насосами продуктивністю від 70 до 220 л/хв, вони досить надійні в роботі. Штанги в цих машинах складають і розкладають уручну, що значно їх здешевлює.

Машини для внесення агрохімікатів від ВАТ “Завод “Львівсільмаш” дещо поступаються своїм аналогам за показниками надійності.



Отже, вибираючи технічні засоби для хімічного захисту, потрібно зупинитися на техніці з елементами систем автоматичного контролю за технологічним процесом, а ще - звернути увагу на її надійність у роботі. Бо все це дасть змогу якісно і вчасно обробити посіви сільськогосподарських культур.

### **Висновки.**

1. Захист рослин у системі органічного землеробства вимагає переходу від використання токсичних отрутохімікатів до біологічних препаратів. Біологічний метод захисту рослин відіграє ключову роль у нових інтегрованих методах системах захисту в природному землеробстві. Біометод захисту рослин гарантує збереження врожаю при дотриманні екологічної чистоти агробіоценозу. Одночасно в максимальному ступені дотримуються сучасні санітарно-гігієнічні вимоги.

2. До позитивних сторін біометоду відноситься його висока ефективність, нешкідливість для навколишнього середовища та обслуговуючого персоналу. У багатьох випадках біоматеріали (трихограма) мають меншу вартість у порівнянні з хімічними препаратами. У той же час необхідність промислового розведення й зберігання великої кількості комах і труднощі механізації їхнього розселення в агробіоценозах при їх короткочасному життєвому циклі ускладнюють його застосування.

3. Основними факторами, що визначають ефективність трихограми є період та термін її розселення. Машинні технології розселення трихограми є перспективними технологіями для кліматичних умов України та рекомендуються до впровадження в технологіях природного землеробства. Технічне забезпечення цього технологічного процесу є переважним чинником в отриманні якісної с.-г. продукції та в достатній кількості.

4. Розселення трихограми здійснюється машинно-тракторними агрегатами, БПЛА та автомобілями. Інтерес представляють транспортно-технологічні операції на базі автомобілів, оскільки їх техніко-експлуатаційні показники та собівартість робіт значно менша.

## **2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗСЕЛЕННЯ КАПСУЛЬНОЇ ТРИХОГРАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПНЕВМОУСТАНОВКИ**

Важливим етапом в успішному використанні промислових технологій біологічного захисту рослин, які ґрунтуються на застосуванні трихограми, є їх кінцева операція, тобто розселення трихограми на полі.

Як було доведено у попередньому розділі роботи для цього найбільш придатний так званий механічний спосіб розселення трихограми, тобто рівномірне механічне розкидання по полю капсул з трихограмою.

При створенні технічних засобів для розселення трихограми необхідно враховувати, щоб робочі органи розкидувальної машини забезпечували і не знижували життєздатність та задані параметри фізико-механічних властивостей біоматеріалу. Крім того при розселенні трихограми необхідно забезпечувати рівномірний розподіл біоматеріалу на оброблюваних ділянках поля.

Нами запропонована схема установки для розселення капсульованої трихограми (рис. 2.1).

Установка (див. рис. 2.1) складається з рами, на якій встановлені п'ять пневматичних рушниць 1, повітряний компресор 2, ресивер 3, розподілювальний колектор 4 та електромагнітні клапани 5. Всі п'ять пневматичних рушниць 1 з'єднані між собою пневматичними шлангами 6. На рамі також змонтований пульт автоматичного керування 7. Кожна пневматична рушниця 1 представляє собою металевий корпус, в якому розташовано виконавчий механізм вильоту капсул. До цього корпусу приєднано металеву трубу, що використовується в якості дула. Дуло повинно бути розташованим під кутом до горизонту. Зверху на корпусі кожної рушниці 1 розташований бункер 8 для капсул трихограми. Конструкція кожної рушниці 1 передбачає після здійснення одного пострілу наступне падіння з бункеру в корпус лише однієї капсули з трихограмою. Далі, після

деякого проміжку часу, здійснюється наступний постріл. При цьому, при пострілі, повітряний тиск, що різко подається, і який тисне на капсулу з трихограмою, примушує її вилітати з дула рушниці 1 у зовнішнє довкілля з відповідною початковою швидкістю. Пульт автоматичного керування 7, який зв'язаний з електромагнітними клапанами 5 кожної рушниці 1, фактично регулює частоту їх пострілів.

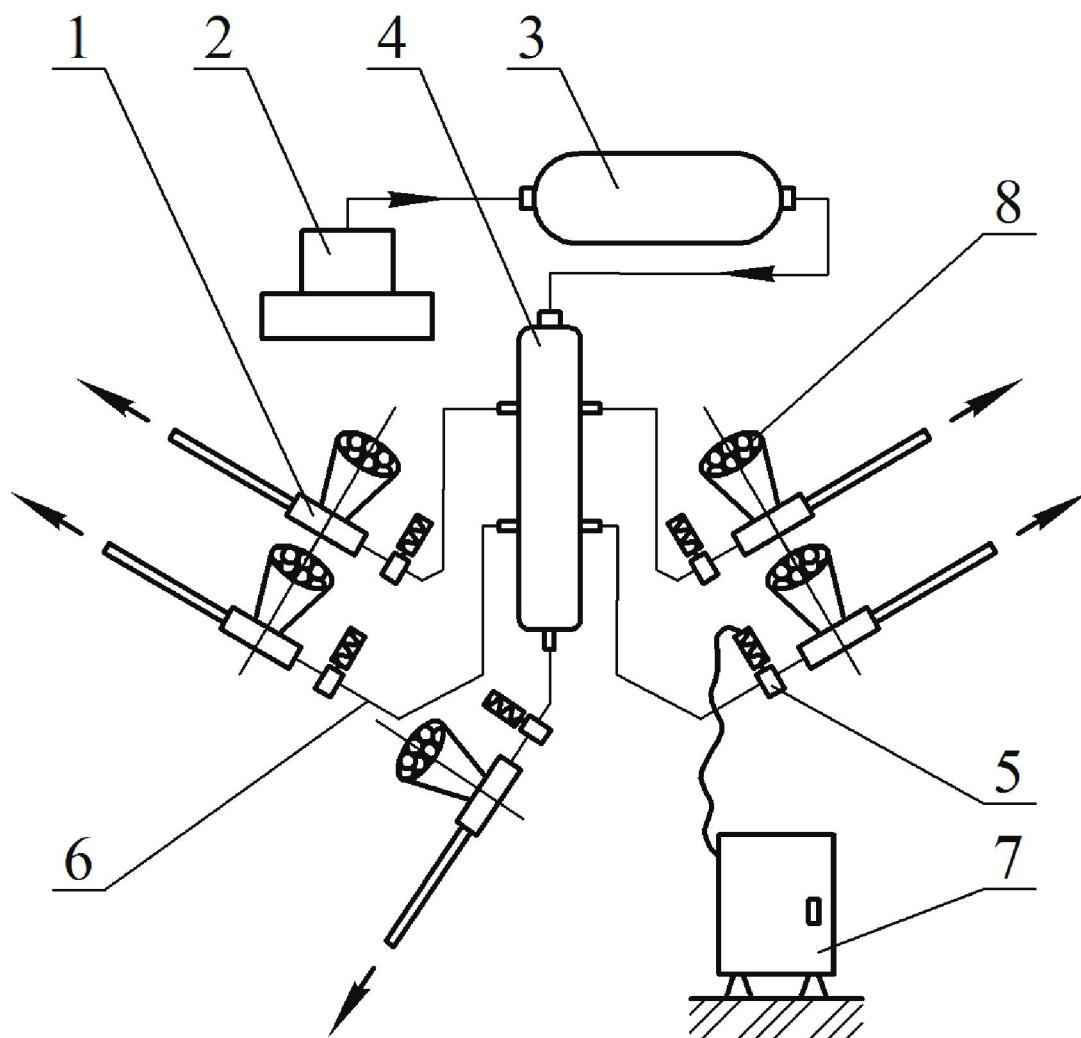


Рисунок 2.1 – Установка для розселення капсульованої трихограми

Установка, тобто капсульний розкидач розселення трихограми, поступово пересувається по полю за допомогою сільськогосподарського агрегату. В цьому випадку робота повітряного компресора 2 повинна бути

передбачена від валу відбору потужності агрегату чого енергетичного (або транспортного) засобу.

Головним питанням в роботі даного розкидача є визначення дальності польоту капсули з трихограмою, що відбувається завдяки пострілу рушниці, яка буде визначати зону розсівання і рівномірність розсіювання на полі, або фактично буде визначати продуктивність розкидача. Не менш важливим параметром є також висота польоту капсули, оскільки на значній висоті польоту діють більш потужні повітряні потоки, які можуть зносити капсули з трихограмою від заданої точки приземлення на полі. І, нарешті, при використанні з кожної сторони даного розкидача відразу двох рушниць, необхідна корекція двох траєкторій руху їх капсул, які забезпечать різні точки приземлення капсул, тобто забезпечать також загальну необхідну рівномірність розселення трихограми по полю.

Розробимо теоретичні основи розселення трихограми по полю шляхом побудови математичної моделі руху капсули з трихограмою, яка кинута під кутом до горизонту. При цьому капсули з трихограмою будемо вважати тілами, які при моделюванні близькі до матеріальних точок. Розглянемо аналітично рух такої матеріальної точки, яка кинута під кутом до горизонту з певною початковою швидкістю і на яку діє тільки сила тяжіння. У першому наближенні силою опору повітря знехтуємо.

Побудуємо насамперед еквівалентну схему даної задачі, розглядаючи рух зазначеного тіла у одній, повздовжньо-вертикальній площині. Вважаємо, що кінець дула рушниці розташований у точці  $O$ , яка умовно співпадає з горизонтальною поверхнею поля. У подальшому висоту візка, на якому розташована рушниця і висоту розташування кінця її дула по вертикалі, можна легко врахувати при проведенні подальших числових розрахунках (рис. 2.2).

Вважаємо, що дуло рушниці розташоване під кутом  $\alpha$  до горизонту, а тому тіло (капсула з трихограмою) при вильоті із дула починає рухатись з

початковою лінійною швидкістю. Також попередньо вважаємо, що тіло при польоті рухається по траєкторії, яка наближена до частини параболи.

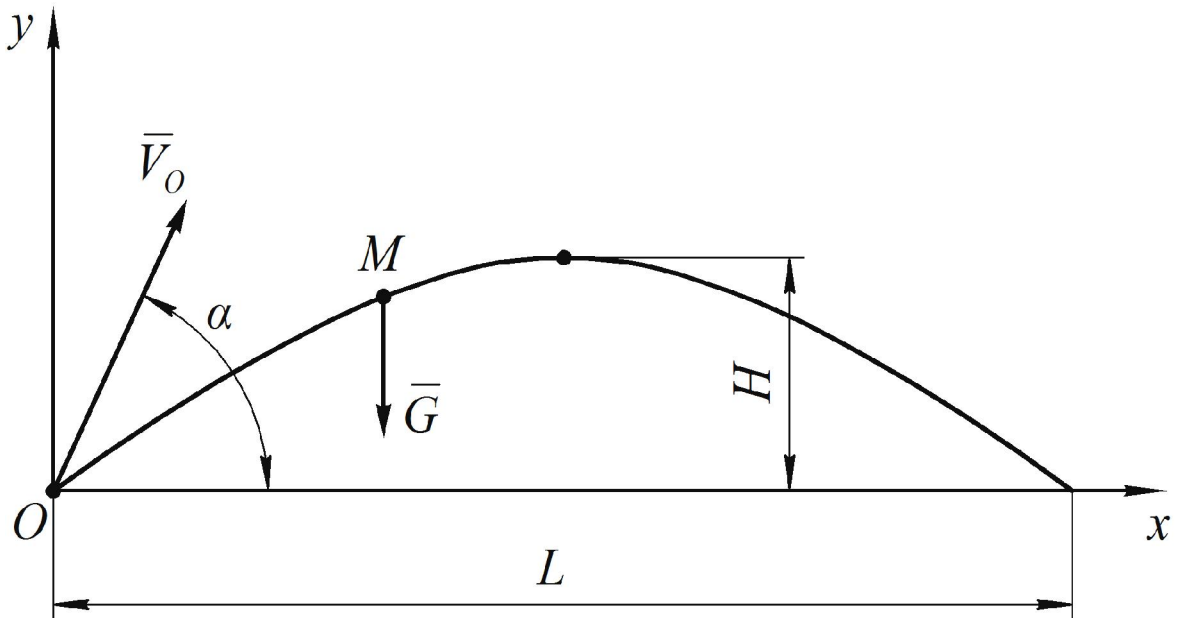


Рисунок 2.2 – Еквівалентна схема польоту капсули з трихограмою, кинutoю під кутом до горизонту

Вважаємо, що дуло рушниці розташоване під кутом  $\alpha$  до горизонту, а тому тіло (капсула з трихограмою) при вильоті із дула починає рухатись з початковою лінійною швидкістю  $\bar{V}_0$ . Також попередньо вважаємо, що тіло при польоті рухається по траєкторії, яка наближена до частини параболи.

В довільному положенні цієї траєкторії зображуємо тіло  $M$ , маса якого дорівнює  $m$  і до якого прикладена сила тяжіння  $\bar{G}$ , яка спрямована вертикально донизу. Тоді  $L$  буде довжиною польоту тіла, а  $H$  – висотою польоту.

Зв'яжемо з точкою  $O$  нерухому декартову систему координат  $Oxy$ , в якій горизонтальна вісь  $Ox$  співпадає з висотою розміщення рушниці  $H_0$  над горизонтальною поверхнею поля.

На підставі побудованої еквівалентної схеми є можливість знайти рівняння руху  $x(t)$ ,  $y(t)$ , рівняння траєкторії руху  $f(x; y)$ , час польоту  $t_1$ , дальність польоту  $L$ , висоту польоту  $H$ , а також кути нахилів дула рушниці, щоб траєкторії руху проходили через координати довільної точки  $K$ .

Складемо диференціальні рівняння руху в проекціях на прийняті координатні осі  $x$  та  $y$ :

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= 0, \\ m\ddot{y} &= -mg, \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

або скорочуючи на  $m$ :

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x} &= 0, \\ \ddot{y} &= -g. \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

Визначимо початкові умови польоту тіла.

При  $t = 0$ :

$$\begin{aligned} x_0 &= 0, \\ y_0 &= 0, \\ V_{x0} = \dot{x}_0 &= V_0 \cos \alpha, \\ V_{y0} = \dot{y}_0 &= V_0 \sin \alpha. \end{aligned} \quad (2.3)$$

Проінтегруємо диференціальні рівняння, які входять в систему (2.2).

Будемо мати:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x} &= C_1, \\ \dot{y} &= -gt + C_2. \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

Після другого інтегрування системи рівнянь (2) матимемо:

$$\left. \begin{aligned} x &= C_1 t + C_3, \\ y &= -\frac{gt^2}{2} + C_2 t + C_4. \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

Враховуючи початкові умови, визначаємо сталі інтегрування  $C_1, \dots, C_4$ .

При  $t = 0$ :  $x = 0$ , а тому з першого рівняння системи (2.5) маємо:

$$0 = C_1 \cdot 0 + C_3, \text{ або: } 0 = C_3;$$

$y = 0$ , а тому з другого рівняння системи (2.5) маємо:

$$0 = -\frac{g \cdot 0^2}{2} + C_1 \cdot 0 + C_4, \text{ або } 0 = C_4.$$

З передостаннього рівняння виразу (2.3) маємо:  $\dot{x}_0 = C_1$ , або  $V_0 \cos \alpha = C_1$ .

З останнього рівняння виразу (2.3) маємо:  $\dot{y}_0 = -g \cdot 0 + C_2$ , або  $\dot{y}_0 = C_2$  і нарешті остаточно  $V_0 \sin \alpha = C_2$ .

Остаточно довільні сталі, що входять у системи диференціальних рівнянь (2.4) і (2.5), будуть мати наступні значення:

$$\begin{aligned} C_1 &= V_0 \cos \alpha, \\ C_2 &= V_0 \sin \alpha, \\ C_3 &= 0, \\ C_4 &= 0. \end{aligned} \tag{2.6}$$

Підставивши отримані сталі інтегрування (2.6) у (2.4) та (2.5), остаточно отримаємо розв'язки системи диференціальних рівнянь (2.2):

$$\left. \begin{aligned} \dot{x} &= V_0 \cos \alpha, \\ \dot{y} &= -gt + V_0 \sin \alpha. \end{aligned} \right\} \tag{2.7}$$

$$\left. \begin{aligned} x &= (V_0 \cos \alpha) \cdot t, \\ y &= (V_0 \sin \alpha) \cdot t - \frac{gt^2}{2}. \end{aligned} \right\} \tag{2.8}$$

Таким чином, нами отримані розв'язки системи диференціальних рівнянь руху тіла  $M$ , кинутого під кутом  $\alpha$  до горизонту як функцій часу  $t$ . При цьому система (2.7) відображає закон зміни швидкості руху точки  $M$  у повздовжньо-вертикальній площині, а система (2.8) – координати положення точки  $M$  в довільний момент часу  $t$  в тій же площині.

Наступним етапом аналітичних досліджень буде визначення дальності  $L$  польоту тіла. Для цього спочатку визначимо час  $t_1$  тривалості польоту тіла. Враховуючи, що тривалість польоту тіла  $M$  буде за умови, коли воно після кидання досягне поверхні ґрунту, тобто за умови, коли  $y = 0$ . Тоді з другого рівняння системи (2.8) матимемо:

$$0 = (V_0 \sin \alpha) \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2}. \tag{2.9}$$

З виразу (2.9) остаточно знаходимо час  $t_1$  польоту тіла:

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}. \quad (2.10)$$

Тепер є можливість визначити дальність  $L$  польоту тіла, використовуючи тривалість польоту  $t_1$  від вистрілювання до приземлення на поверхню ґрунту. Використаємо для цього перше рівняння системи (2.8), за умови, що  $t = t_1$ . Матимемо:

$$L = x(t_1) = V_0 \cos \alpha \cdot t_1 = \frac{V_0 \cos \alpha \cdot 2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\alpha. \quad (2.11)$$

Таким чином, вираз (2.11) дає підстави визначати дальність  $L$  польоту тіла, тобто капсули з трихограмою, в залежності від кута  $\alpha$  нахилу дула рушниці, при заданій початковій швидкості  $V_0$  руху тіла при вистрілюванні.

З аналізу виразу (2.11) видно, що максимальна відстань, на яку буде відстріляна капсула з трихограмою, тобто при  $L = L_{\max}$  буде таке значення кута  $\alpha$ , при якому останній множник  $\sin 2\alpha$  буде дорівнювати одиниці, тобто  $\sin 2\alpha = 1$ . З тригонометрії відомо, що  $\sin 2\alpha = 1$  при умові, коли  $2\alpha = 90^\circ$ . Оскільки  $\sin 90^\circ = 1$ , тому  $\alpha = 45^\circ$ .

Таким чином, максимальна дальність  $L_{\max}$  польоту капсули з трихограмою буде за умови, коли дуло рушниці матиме нахил під кутом  $\alpha$ , що дорівнює  $45^\circ$ .

Далі визначимо максимальну висоту польоту тіла.

Для цього необхідно спочатку визначити час  $t_2$ , коли тіло досягне максимальної висоти  $H_{\max}$  під час свого польоту. В цій екстремальній точці похідна по часу повинна дорівнювати нулю. Ця екстремальна точка буде за умови, коли максимальна швидкість руху  $\dot{y}$  тіла вздовж осі  $y$  буде дорівнювати нулю, тобто:

$$\dot{y} = 0, \quad (2.12)$$

а тому, є можливість друге рівняння системи (2.7) прирівняти до нуля.

Матимемо:



$$0 = V_0 \sin \alpha - g t_2. \quad (2.13)$$

Звідки знаходимо час  $t_2$ :

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}. \quad (2.14)$$

Далі є можливість визначити максимальну висоту  $H_{\max}$  підйому тіла під час його польоту, який буде за умови, що  $t = t_2$ . З другого рівняння системи (2.8) за умови, що  $t = t_2$ :

$$H_{\max} = y(t_2) = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g^2} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}. \quad (2.15)$$

Остаточно отримуємо наступний вираз:

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}. \quad (2.16)$$

Таким чином, вираз (2.16) і є залежністю максимальної висоти  $H_{\max}$  польоту капсули з трихограмою від кута  $\alpha$  нахилу дула рушниці.

Для визначення траєкторії руху тіла виключимо параметр  $t$  з останніх рівнянь руху (2.8). З першого рівняння цієї системи визначимо час  $t$ . Він буде дорівнювати:

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}. \quad (2.17)$$

Далі підставимо вираз (2.17) у друге рівняння системи (2.8). Матимемо:

$$y = \frac{(V_0 \sin \alpha)x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}. \quad (2.18)$$

Якщо врахувати, що:

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha, \quad (2.19)$$

то вираз (18) можна представити у такому вигляді:

$$y = x \cdot \tan \alpha - \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{2V_0^2} \cdot x^2. \quad (2.20)$$

Введемо наступні позначення:

$$A = \tan \alpha, \quad (2.21)$$

$$B = \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{2V_0^2}, \quad (2.22)$$

тому вираз (2.20) з врахуванням (2.21) та (2.22) буде мати такий вигляд:

$$y = Ax - Bx^2. \quad (2.23)$$

Отриманий вираз (2.23), який визначає траєкторію руху, дійсно є параболою.

Остаточно визначимо умову, за якою необхідно визначити, під яким кутом необхідно вистрілити капсулу з трихограмою, щоб вона пройшла крізь задану точку  $K(x_1, y_1)$ . Для цього у вираз (2.20) підставимо координати точки  $K$ , тобто  $x_1, y_1$ . Матимемо:

$$y_1 = x_1 \cdot \tan \alpha - \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{2V_0^2} \cdot x_1^2. \quad (2.24)$$

Вираз (2.24) є звичайним квадратним рівнянням відносно невідомого  $\tan \alpha$ , яке буде мати два розв'язки  $\tan \alpha_1$  та  $\tan \alpha_2$ .

Перепишемо вираз (24) в такому вигляді:

$$\frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{2V_0^2} x_1^2 - x_1 \tan \alpha + y_1 = 0, \quad (2.25)$$

або

$$\frac{g \cdot x_1^2}{2V_0^2} \tan^2 \alpha - x_1 \tan \alpha + \left( y_1 + \frac{g \cdot x_1^2}{2V_0^2} \right) = 0. \quad (2.26)$$

Розв'яжемо квадратне рівняння (2.26). Введемо наступні позначення:

$$R = \frac{g \cdot x_1^2}{2V_0^2}, \quad (2.27)$$

$$M = y_1 + \frac{g \cdot x_1^2}{2V_0^2}. \quad (2.28)$$

З врахуванням (2.27) та (2.28) квадратне рівняння (2.26) буде мати наступний вигляд:

$$R \cdot \tan^2 \alpha - x_1 \cdot \tan \alpha + M = 0. \quad (2.29)$$

Остаточно матимемо наступний розв'язок квадратного рівняння (2.29):

$$\tan \alpha = \frac{x_1 \pm \sqrt{x_1^2 - 4RM}}{2R}. \quad (2.30)$$

Відповідно два корені рівняння (29) будуть мати такі значення:

$$\tan \alpha_1 = \frac{x_1 + \sqrt{x_1^2 - 4RM}}{2R}, \quad (2.31)$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{x_1 - \sqrt{x_1^2 - 4RM}}{2R}. \quad (2.32)$$

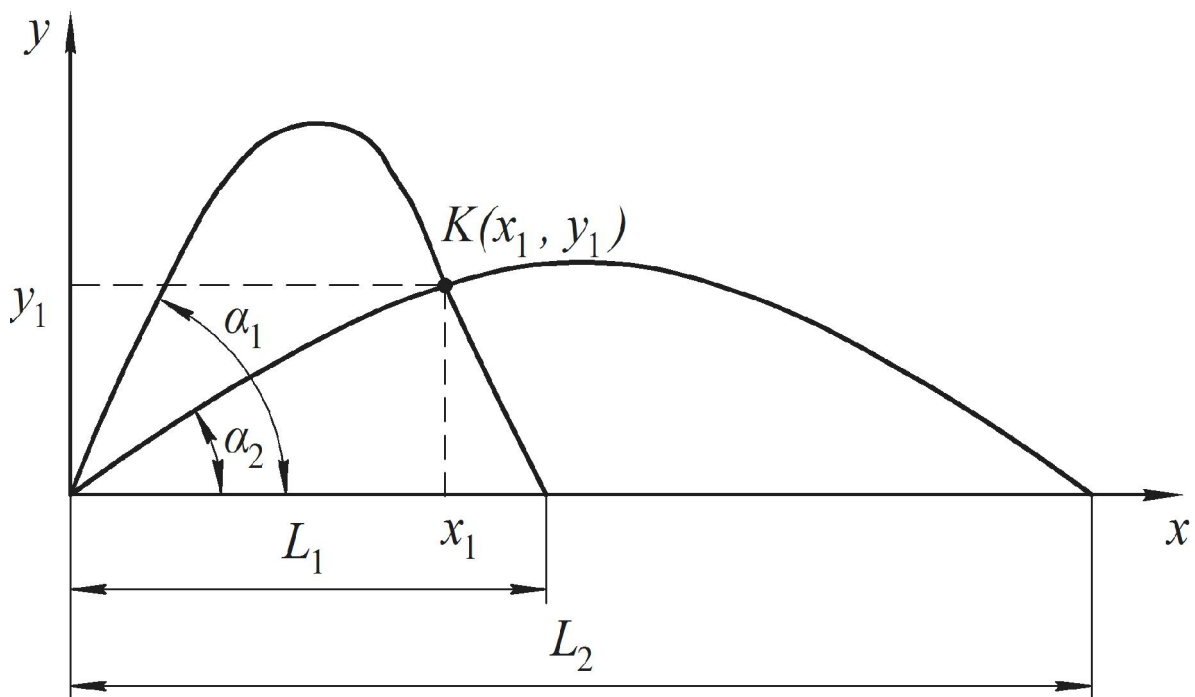


Рисунок 2.3 – Траєкторії руху капсули з трихограмою, що кидається під кутами  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$

На рис. 2.4 представлена залежність дальності  $L$  польоту капсули з трихограмою кинутої з висоти 2 м над полем з початковою швидкістю руху  $V_0 = 2$  м/с від кута  $\alpha$  нахилу дула пневморушниці відносно лінії горизонту, яка побудована по (2.11).



Рисунок 2.4 – Залежність дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу кинуті з висоти 2 м над полем з початковою швидкістю руху  $V_0 = 2$  м/с від кута  $\alpha$  нахилу дула рушниці відносно лінії горизонту

З аналізу залежності на рис. 2.4 випливає, що найбільша дальність польоту частинки технологічного матеріалу спостерігається при позитивному нахилі дула рушниці до лінії горизонту. Оптимальний кут нахилу  $\alpha$  дорівнює 30 град, за яким дальність польоту частинки матеріалу сягає 5,2 м. Водночас, при  $\alpha=0$  град, тобто коли дуло рушниці розташовано строго горизонтально дальність польоту не суттєво менша, і становить 4,0 м. Через це, на наш погляд, достатньо дуло рушниці розміщувати строго горизонтально, що певною мірою облегшує її конструкцію.

Представлені результати досліджень свідчать про те, що при розміщенні рушниць на рамі сільськогосподарського агрегату з ліва і права то гіпотетично можна отримати ширину захвата внесення технологічного матеріалу за оди робочий хід  $5,2 \cdot 2 = 10,4$  м.

На рис. 2.5 представлена залежність дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від висоти  $H_0$  розміщення дула

рушниці над полем при початковій швидкості руху  $V_0 = 2$  м/с і куті його нахилу до лінії горизонту  $\alpha=30$  град.

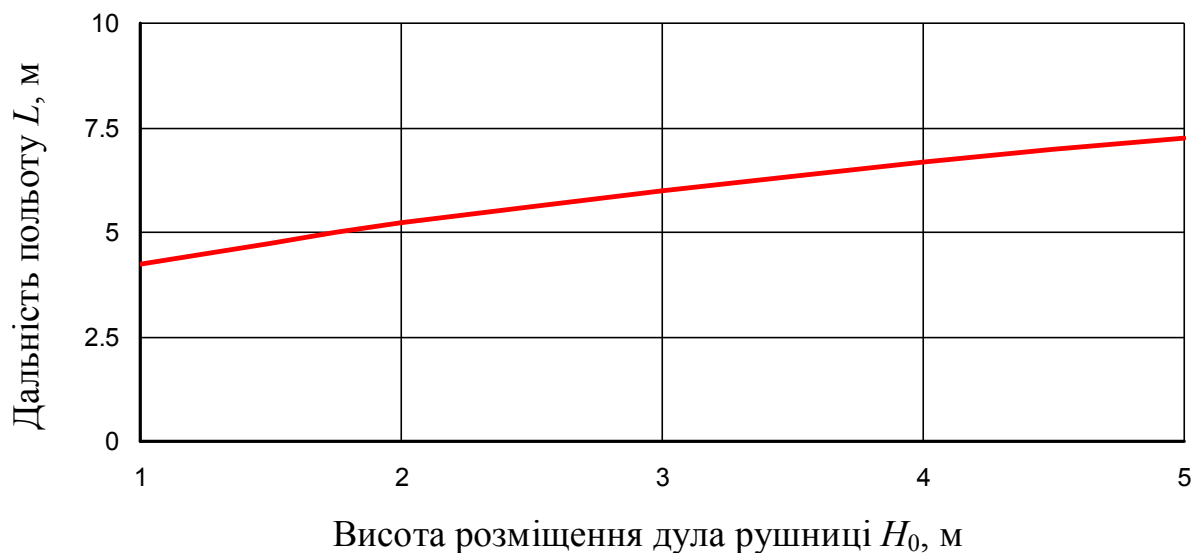


Рис. 2.5 – Залежність дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від висоти  $H_0$  розміщення дула рушниці над полем при початковій швидкості руху  $V_0 = 2$  м/с і  $\alpha=30$  град

З аналізу залежності на рис. 2.5 випливає, якщо збільшити висоту розміщення дула рушниці до 5 м над полем дальність польоту частинки технологічного матеріалу, кинутого з нього під кутом до лінії горизонту 30 град і початковою швидкістю руху 2 м/с збільшиться до 7,5 м. І навпаки, якщо зменшити висоту її розміщення над полем до 1 м, дальність  $L$  зменшиться майже вдвічі.

На рис. 2.6 представлена залежність дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від початкової швидкості її руху  $V_0$  при висоті  $H_0 = 2$  м розміщення дула рушниці над полем і куті нахилу до лінії горизонту  $\alpha=30$  град.

З аналізу рис. 2.6 випливає, що дальність  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу прямо пропорційно залежить від початкової швидкості її руху  $V_0$ . Зокрема при збільшенні початкової швидкості її руху з 2 до 5 м/с величина дальності польоту частинки технологічного матеріалу

збільшується з 5,2 до 20,2 м.

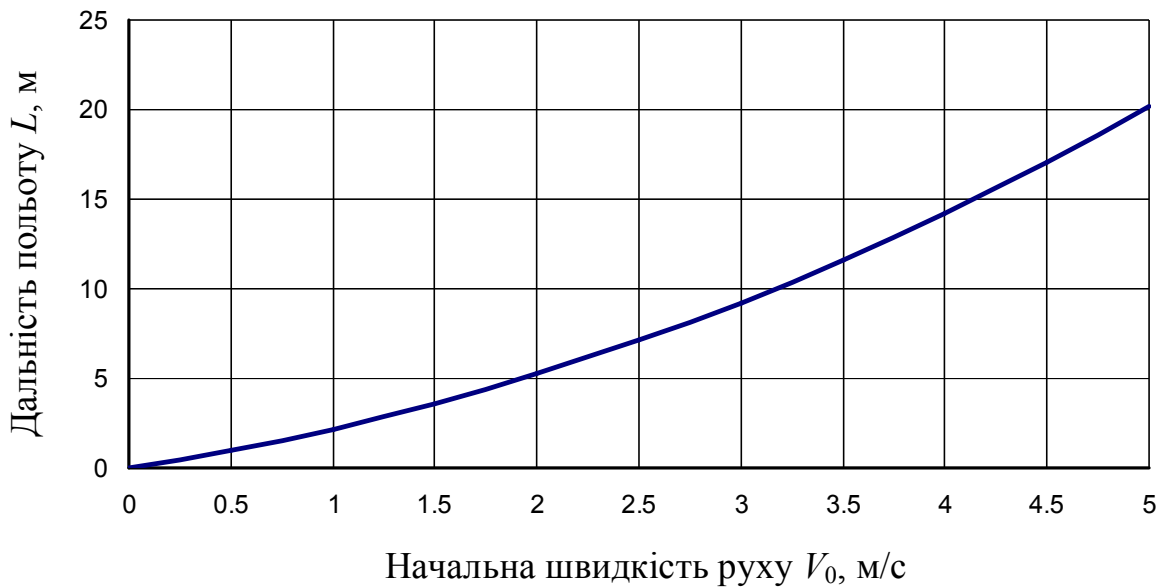


Рис. 2.6 – Залежність дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу від початкової швидкості її руху  $V_0$  при висоті  $H_0 = 2$  м розміщення дула рушниці над полем і куті його нахилу до лінії горизонту  $\alpha = 30$  град

### Висновки.

1. Побудована розрахункова математична модель, яка описує розселення трихограми за допомогою пневматичної установки.
2. Визначені конструктивні й кінематичні параметри кидання тіла капсули з трихограмою, зокрема аналітично визначена дальність польоту капсули, максимальна висота її польоту та траєкторії руху, які будуть сприяти досягненню рівномірності розселення трихограми по поверхні поля.
3. З аналізу залежності дальності польоту частинки технологічного матеріалу кинутої з висоти 2 м над полем з початковою швидкістю руху 2 м/с від кута  $\alpha$  нахилу дула рушниці відносно лінії горизонту випливає, що найбільша дальність польоту частинки технологічного матеріалу спостерігається при позитивному нахилі дула рушниці до лінії горизонту. Оптимальний кут нахилу  $\alpha$  дорівнює 30 град, за яким дальність польоту частинки матеріалу сягає 5,2 м. Водночас, при  $\alpha = 0$  град, тобто коли дуло рушниці розташовано строго горизонтально дальність польоту не суттєво

менша, і становить 4,0 м. Через це, на наш погляд, достатньо дуло рушниці розміщувати строго горизонтально, що певною мірою облегшує її конструкцію.

Представлені результати досліджень свідчать про те, що при розміщенні рушниць на рамі сільськогосподарського агрегату з ліва і права то гіпотетично можна отримати ширину захвата внесення технологічного матеріалу за оди робочий хід  $5,2 \cdot 2 = 10,4$  м.

4. З аналізу залежності дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від висоти  $H_0$  розміщення дула рушниці над полем при початковій швидкості руху  $V_0 = 2$  м/с і  $\alpha = 30$  град впливає, якщо збільшити висоту розміщення дула рушниці до 5 м над полем дальність польоту частинки технологічного матеріалу, кинутого з нього під кутом до лінії горизонту 30 град і початковою швидкістю руху 2 м/с збільшиться до 7,5 м. І навпаки, якщо зменшити висоту її розміщення над полем до 1 м, дальність  $L$  зменшиться майже вдвічі.

5. З аналізу залежності дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від початкової швидкості її руху  $V_0$  при висоті  $H_0 = 2$  м розміщення дула рушниці над полем і куті нахилу сопла його нахилу до лінії горизонту  $\alpha = 30$  град. впливає, що дальність  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу прямо пропорційно залежить від початкової швидкості її руху  $V_0$ . Зокрема при збільшенні початкової швидкості її руху з 2 до 5 м/с величина дальності польоту частинки технологічного матеріалу збільшується з 5,2 до 20,2 м.

Результати теоретичних досліджень дозволяють обґрунтувати оптимальні параметри установки для розселення трихограми.

### **3 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗСЕЛЕННЯ ТРИХОГРАМИ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

#### **3.1 Обґрунтування способу та схеми розселення трихограми в системі точного землеробства**

Рівномірне розташування капсул на площі агробіоценозу було запропоновано здійснювати пневматичною установкою в процесі її руху по полю. На капсулу, що знаходиться у пневморушниці установки, діє повітряний тиск, що вимагає її вилітати на певну відстань від установки. Повітряний тиск створюється спеціальним компресором. Виліт капсул здійснюється одразу на дві сторони від осі руху установки, по дві у кожную сторону. П'ята капсула падає безпосередньо на ось руху. Постріли капсул здійснюються в автоматичному режимі через кожні 10 м руху. Така конструкція установки дозволяє при безперервному русі транспортного засобу з установкою по полю зі швидкістю 9 км/годину розкидати капсули на відстані 10 м друг від друга. При цьому ширина смуги ділянки, що обробляється, становить 40,0 м, що дозволяє за два проходи розселити трихограму на 0,8 умовному гектарі. Враховуючи, що радіус ефективної дії трихограми по знешкодженню шкідників становить 5 м, площу, на яку впали капсули при такій схемі можна вважати захищеною біометодом.

Як було представлено у попередньому розділі Установка для розселення капсульованої трихограми, функціональна схема якої представлено на рис. 2.1 складається з металевої рами, на якій змонтовано 5 пневматичних рушниць.

Кожна пневматична рушниця представляє собою металевий корпус, в якому розташовано виконавчий механізм вильоту капсул. До корпусу приєднано металеву трубу, що використовується в якості стволу. Зверху на корпусі рушниці розташовано бункер для капсул (поз. 8, рис. 2.1). Конструкція рушниці передбачає при здійсненні одного пострілу падіння з



бункеру в корпус лише однієї капсули. Повітряний тиск, що давить на капсулу, примушує її вилітати зі стволу рушниці у довкілля.

Робота пневматичного розкидача капсул передбачена в автоматичному режимі. Інтервал часу надання робочого тиску повітря до капсули, а також пауза між пострілами встановлюють за допомогою двох реле часу. Дальність польоту капсул залежить від конструкції виконавчого механізму пневматичної рушниці.

Такий капсульний розкидач може агрегатуватися з будь-яким сільськогосподарським транспортним засобом. В цьому випадку робота повітряного компресора може бути передбачена від валу відбору потуги цього транспортного засобу.

Продуктивність установки залежить від площі поля, на якій була розселена трихограма за певний час. Тобто, вона залежить від ширини смуги обробки, швидкості руху транспортного засобу та загальної організації роботи по розселенню.

Фактичну змінну продуктивність установки можна визначити за виразом:

$$W = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot T,$$

де 0,1 – коефіцієнт переведення площі, що обробляється, у гектари;

$B = 50\text{м}$  – ширина смуги, що обробляється;

$V = 9\text{ км/годину}$  – швидкість руху транспортного засобу;

$T = 8\text{ годин}$  – фактичний час розкидання капсул.

Змінна продуктивність установки складатиме:

$$W = 0,1 \cdot 40 \cdot 9 \cdot 8 = 288\text{ га/зміну}$$

Вибір і обґрунтування схеми розселення капсульованої трихограми.

При виборі схеми розселення було враховано, що радіус ефективної пошукової активності самки трихограми складає не більш 5 м. Виходячи з цього, капсули мають бути у полі розташовані на відстані 10 м одна від одної, тобто на одному гектарі необхідно розташувати 100 капсул. У кожен з 100 капсул має бути розфасовано відповідно одну соту долю від загальної кількості трихограми, що передбачено розселити на одному гектарі.

Установка, що створюється, зможе монтуватися на підвісній рамі транспортного або будь якого іншого автотракторного засобу і буде мати можливість за один постріл здійснювати розкидання одразу п'яти трихограмних капсул – по дві на кожную зі сторін від умовної осі руху на відстань 10 та 20 метрів, а випадіння п'ятої капсули буде здійснюватися безпосередньо на ось руху. Рівномірне розкидання капсул по площі агробіоценозу передбачено здійснювати в процесі послідовних проходів установки по полю вздовж рядків рослин. Схему розселення капсульованої трихограми представлено на рис. 3.1. За даною схемою перший прохід установки необхідно здійснювати на відстані 5 м від краю поля, другий – в зворотному напрямку через 45 м.

Така схема дасть можливість за два проходи розселити капсульовану трихограму на площі одного умовного гектару. Передбачається, що для забезпечення експлуатації установки потрібен один фахівець – тракторист.

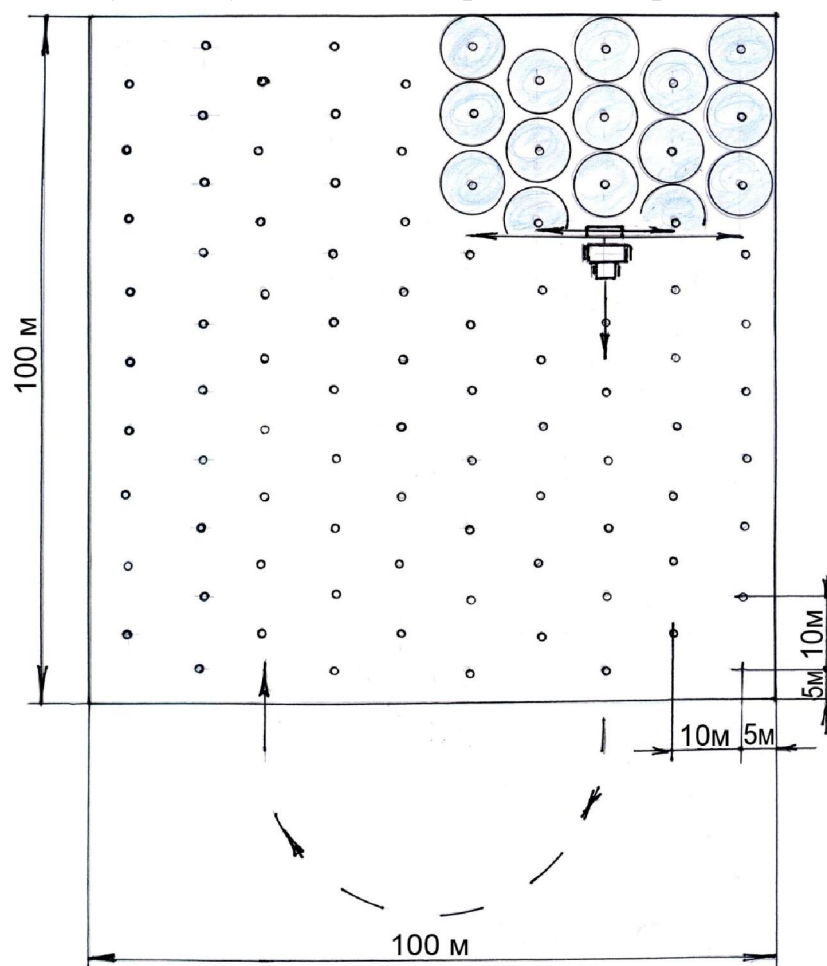


Рисунок 3.1 – Схема розселення капсульованої трихограми

### 3.2 Прийняття ефективних рішень для капсульного розселення трихограми транспортно-технологічним засобом

Транспортно-технологічні засоби на базі шасі автомобілів ГАЗ 33081, ГАЗ-66, УАЗ та інші в останні роки знайшли широке поширення в сільськогосподарському виробництві. Зокрема, висока прохідність всюдихода ГАЗ-66, мобільність і швидкість у сполученні з надійністю й високою вантажопідйомністю дозволяють широко використати цей технічний засіб у хімічних обробках посівів сільськогосподарських культур.



а) УАЗ



б) ГАЗ



в) ГАЗ-66



д) Форд

Рисунок 3.2 – Транспортно-технологічні засоби на базі шасі автомобілів

Обприскувачі на базі ГАЗ-66 – це розробка, призначена для високоякісної обробки польових культур і сільгоспугідь від шкідників, хвороб і бур'янів шляхом мілкокрапельного розпилення малих доз

пестицидів і гербіцидів у вигляді робочих розчинів. Також, обприскувач може застосовуватися для поверхневого внесення біопрепаратів і регуляторів росту.

В обприскувачі застосовані спеціальні насадки, що розприскуються, і дають оптимальний дисперсійний спектр крапель робочого розчину, необхідний для ефективного нанесення на листи рослин.

Основні переваги:

- Застосування самохідного обприскувача на базі ГАЗ-66 у господарствах дозволяє мати діапазон витрати робочої рідини 20 -200 л/га:
- Виконувати роботу зі швидкістю 10-20 км/год і вище;
- Збільшити продуктивність обприскувача до 500 га в день (для порівняння денна продуктивність стандартного ОП-2000 - 70 га/день);
- Знизити витрати на обробку до 30% (зменшення часу на готування робочої рідини; зменшення витрат на ПММ пов'язаного з підвозом води до місця роботи);
- Одержати додатковий дохід шляхом зниження норми витрати пестицидів до 20%.
- Дозволяє працювати з іншими препаратами - КАСом, ЖКУ та ін.

Основні вузли малооб'ємного обприскувача на базі ГАЗ-66:

- Пластиковий бак 2000 л для розчину робочої рідини;
- Штанга – високоміцної, полегшеної конструкції із шириною захвата 18 або 20 м; у горизонтальному положенні штанги втримуються колісними опорами. Така конструкція забезпечує високу надійність конструкції й дозволяє відмінно копіювати рельєф місцевості при русі;
- Колісні опори постачені ефективними амортизаторами, що забезпечують високу плавність ходу конструкції.

- Електронасос – продуктивність 70 л/хв., збільшений ресурс двигуна, що качає вузол виконаний з хім. стійкої пластмаси (не гідроскопічен), замість сальника встановлене керамічне торцеве ущільнення це дозволило збільшити ресурс насоса до 8 000 годин.

- Електродвигун розпилювача – кількість обертів - 4000 об/хв., посилений кореневий підшипник і збільшений щіткотримач (за рахунок цього досягнуте збільшення ресурсу до 4000 годин).

Комплект устаткування для ГАЗ-66 може транспортуватися автомобілями, починаючи з автомобіля Газель, з відкритим кузовом довжиною 4 м.

#### Технічна характеристика

Обсяг робочого бака	2,0 м <sup>3</sup>
Ширина обробки	18 або 20 м
Висота підйому штанг	від 700 до 1500 мм
Складання/розкладання штанг	ручне
Маса порожнього, не більше	800 кг
Тиск рідини в системі	від 0,8 до 1,5 атм
Кількість розпилювачів	11 шт.
Витрата робочої рідини	15-200 л/га
Робоча швидкість, не менш	20 км/год
Кількість обслуговуючого персоналу	1 люд.

Але, по-перше, треба визначитися із можливістю руху транспортно-технологічного засобу у міжрядді (рис. 3.3).

За даними рис. 3.3, як свідчать агротехнічні вимоги при обробітку просапних культур, ширина технологічно допустимої зони  $c/2$  для кукурудзи, соняшника та сої (де ширина міжряддя дорівнює  $h = 70$  см) становить 12-15 см, а для цукрового буряка (де ширина міжряддя дорівнює  $h = 45$  см) – 5-6 см.

В такому випадку, на роботах з обробітку цукрового буряка треба використовувати вузькопрофільні шини, а для інших просапних культур,

згідно рис. 3.3, ширина шини колеса  $b$  повинна дорівнювати не більше 23 см. Але, при цьому, якщо ширина шини колеса дорівнює 8,5 дюймів (або до 220 мм), то колія коліс агрегату повинна дорівнювати  $2100 \pm 15$  мм, а якщо – 9 дюймів (або до 240 мм) -  $2100 \pm 15$  мм. Якщо на автомобілях широко використовуються шини 260, 280 мм, то в такому випадку їх неможливо використати в міжрядді, навіть за умови меншої колії коліс агрегату!

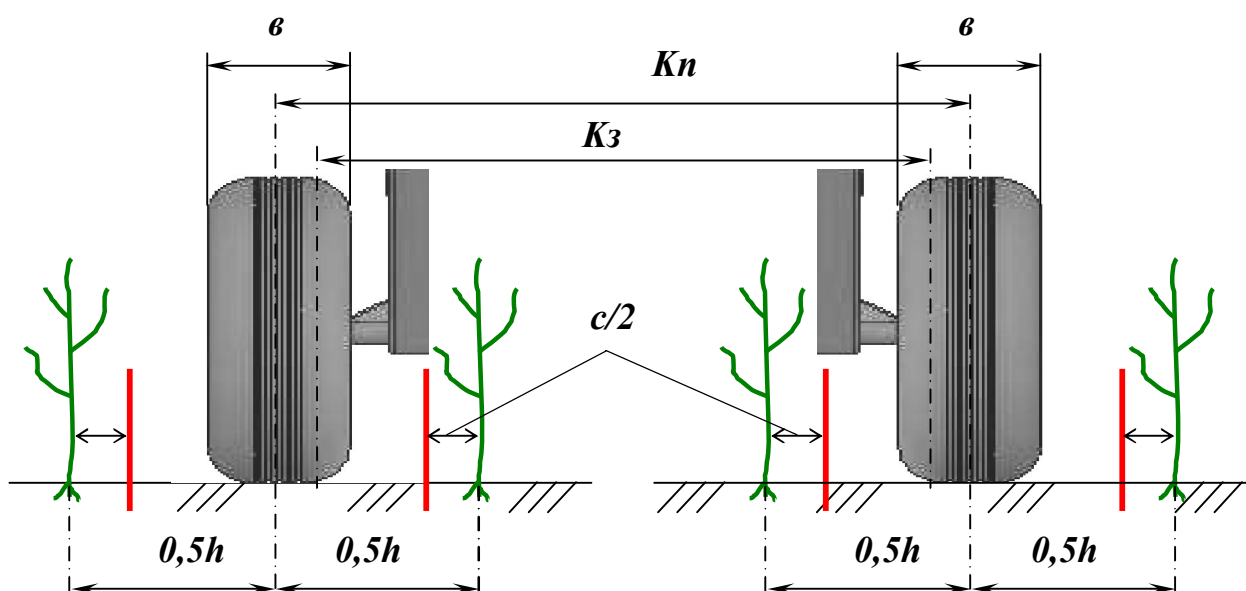


Рисунок 3.3 - Розміщення коліс транспортно-технологічного агрегату у міжрядді просапних культур

Розраховане значення ширини шини колеса нажаль відповідає обмеженій групі автомобілів. І вперше чергу - це ГАЗ-66. А от бортовий автомобіль ГАЗ-3307 з її колією передніх і задніх коліс відповідно – 1700 і 1560 мм і шириною шин 8,5 дюймів не можливо рекомендувати для виконання цієї операції!

#### **Агротехнічні вимоги до розселення трихограми.**

Обробку посівів необхідно здійснювати в стріс агротехнічні терміни відповідно до зональних рекомендацій, дотримуючись вказівок служби біологічного захисту рослин.



Механічні розкидачі капсульної трихограми повинні забезпечувати рівномірний їх розподіл по оброблюваній площі із заданою нормою. Допустима нерівномірність розподілу трихограми по ширині захвату не повинна перевищувати 30%, а по довжині гону - 25%. Допустиме відхилення фактичної норми розселення від заданої +15%. Швидкість вітру при розкиданні не повинна перевищувати 5 м/с. Розселення трихограми не рекомендується проводити при температурі навколишнього повітря понад 23°C та при наявності висхідних потоків повітря. Не можна проводити роботи перед або під час дощу.

### **Експлуатаційна характеристика агрегату.**

Найбільш доцільним, на нашу думку є використання транспортно-технологічних агрегатів. Вони поєднують в собі транспортний і технологічний агрегати, причому останні, як правило – це тягово-привідні або самохідні агрегати з активним приводом.

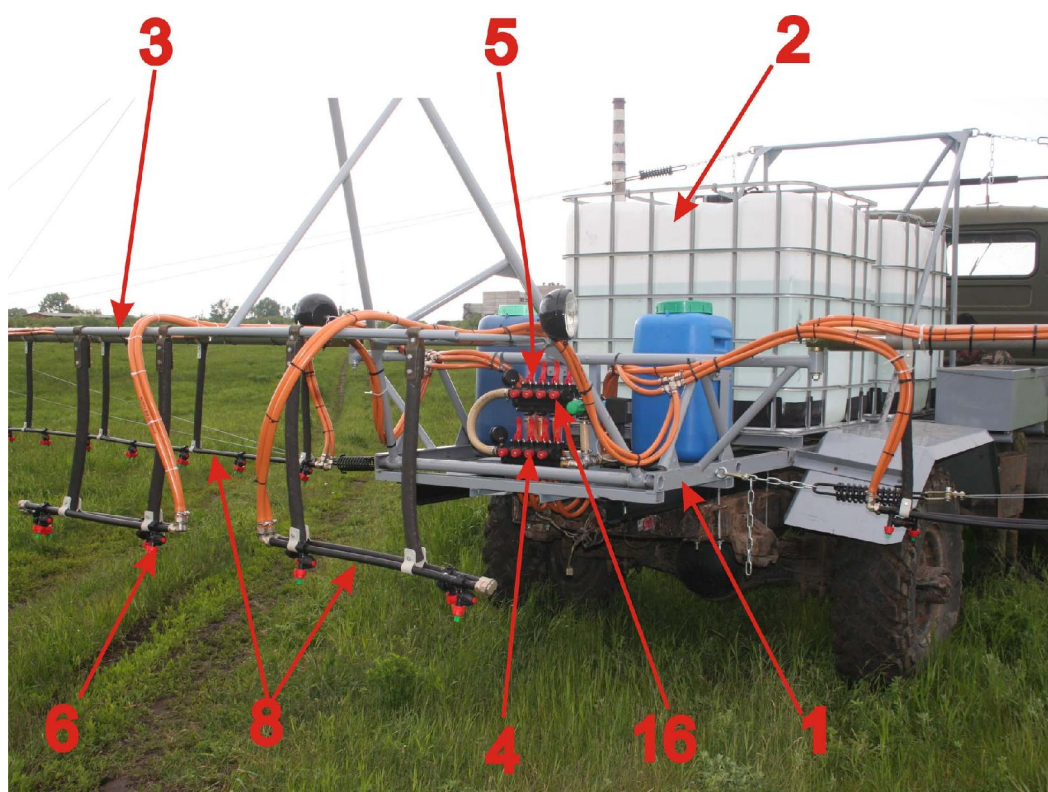


Рисунок 3.4 - Опрыскувач ЕКО-2000-18С на базі ГАЗ-66: 1- рама, 2- технологічна ємність, 3- штанга, 4- насос-розподільник, 5- манометр, 6- розпилювач, 8- магістраль

### **Технологічна наладка та підготовка агрегату до роботи.**

Технологічна наладка агрегату включає:

- гідросистема транспортного засобу заправлена спеціальним маслом, рівень масла в баці достатній після приєднання гідросистеми привідної машини, потужність з гідросистеми транспортного засобу достатня для виконання технологічної операції;
- транспортний засіб має бути налаштований на відповідний режим роботи,
- після приєднання привідної машини треба провести випробування роботи привідних механізмів в холостому режимі при номінальній частоті обертання,
- агрегат має легко переводитися в робочий і транспортний стан.

### **Підготовка транспортно-технологічного засобу до роботи і регулювання на заданий режим.**

Перед початком робіт, пов'язаних із захистом рослин, транспортно-технологічний засіб слід повністю укомплектувати та довести до належного технічного стану. Для цього перевіряють кріплення складальних частин агрегатів на рамі машини, технічний стан шлангів та їх з'єднань, справність заливних, всмоктувальних і напірних фільтрів; установлюють і регулюють ланцюгові та пасові передачі. Картери редукторів заповнюють мастилом і змазують деталі машин згідно з заводською інструкцією.

Після перевірки всіх складальних частин транспортно-технологічного засобу здійснюють його обкатування. Обкатування проводять протягом 10 хв. Після цього ще раз оглядають машину і, якщо виявились недоліки, усувають їх.



Упевнившись у справності всіх вузлів транспортно-технологічного засобу приступають до налагодження його відповідно до характеру і умов виконуваної роботи.

Задану норму розселення трихограми для конкретних умов роботи встановлює агроном із захисту рослин.

### **Режим роботи агрегату.**

Організація використання агрегату при виконанні технологічної операції визначається способом руху на загоні та режимом роботи на протязі зміни, що впливає на експлуатаційні показники.

Основним кінематичним параметром агрегату являється: кінематичний цент, кінематична довжина та ширина, довжина виїзду, центр та радіус повороту, які мають значення на вибір способу руху. Вибір раціонального способу і виду повороту агрегату дозволяє. Зменшити непродуктивні витрати часу зміни.

1) Найбільш ефективним при розселенні трихограми є безпетльовий поворот. Довжина холостого ходу якого визначається як:

$$L_x = 1,4 \cdot \rho_y + \chi + 2 \cdot l \quad (3.1)$$

де  $\rho_y$  – умовний радіус повороту, м;

$l$  – довжина виїзду агрегату, м.

$$l = (0,25 \dots 0,75) \cdot (l_m + l_{зч} + l_m). \quad (3.2)$$

$$l = 0,5 \cdot (4,75 + 1,25) = 3 \text{ м.}$$

$$L_x = 1,4 \cdot 9 + 5 + 2 \cdot 3 = 23,6 \text{ м.}$$

2) Для визначення ефективності такого способу руху визначаємо коефіцієнт робочих ходів.

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_x \cdot n_x}, \quad (3.3)$$

де  $L_p, L_x$  – довжина робочого ходу та холостого, м;

$n_p, n_x$  - кількість робочих та холостих ходів.

$$n_p = \frac{C}{B_p}; \quad (3.4)$$

$$n_p = \frac{1400}{18} = 78, \quad n_x = 78 - 1 = 77, \quad E_{\min} = 2 \cdot E = 2 \cdot 16 = 36 \text{ м.}$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 36 = 928 \text{ м.}$$

$$\varphi = \frac{928 \cdot 78}{928 \cdot 78 + 23,6 \cdot 77} = 0,98$$

4) Витрати часу на один цикл визначається, як:

$$t_u = (t_p + t_{нов}) n_{прц} + t_{техн} \quad (3.5)$$

де  $t_p$ - витрати часу на робочій хід, хв;

$t_{нов}$ - фактична кількість робочих ходів за цикл;

$t_{техн}$ - час, що витрачається на технологічне обслуговування агрегату за ЦИКЛ. хв.

Витрати часу на робочій хід визначається як:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot L_p}{V_p}, \quad (3.6)$$

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 928}{10} = 5,6 \text{ хв.}$$

Витрати часу на поворот розраховуємо аналогічно визначається як:

$$t_x = \frac{0,06 \cdot L_x}{V_x}, \quad (3.7)$$

$$t_x = \frac{0,06 \cdot 23,6}{8} = 0,2 \text{ хв.}$$

$$t_u = (2,88 + 0,17) \cdot 22 + 10 = 77,1 \text{ хв.}$$

Кількість робочих ходів

$$n_{рхц} = Q_{тм} \cdot 10^4 / (B_m \cdot L_p \cdot n \cdot H)_{рцф}$$

$$n_{рхц} = 2000 \cdot 10^4 / (18 \cdot 928 \cdot 50) = 22$$

Час виконання основних циклів:

$$T_{осн} = T_{зм} - t_{нц} - t_u, \quad (3.8)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни,  $T_{зм} = 420$  хв.

$$T_{\text{нц}} = 420 - 68 - 77 = 275 \text{ хв.},$$

Кількість основних циклів:

$$n_{\text{осн}} = \frac{T_{\text{нц}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (3.9)$$

$$n_{\text{цз}} = \frac{275}{77} = 3,5 \approx 3$$

Площа обробітку агрегатом за один прохід:

$$S_{\text{тр}} = \frac{L_p \cdot B_p}{10^4} = \frac{928 \cdot 18}{10^4} = 1,67 \text{ га.}, \quad (3.10)$$

Площа обробітку агрегатом за цикл:

$$S_{\text{ц}} = S_{\text{тр}} \cdot n_{\text{рцх}} = 1,67 \cdot 22 = 36,7 \text{ га.}, \quad (3.11)$$

Фактичний час зміни:

$$T_{\text{змф}} = t_{\text{ц}} \cdot (1 + n_{\text{цюзал.ф}}) + t_{\text{нц}}, \quad (3.12)$$

$$T_{\text{змф}} = 77,1 \cdot (1 + 3) + 68 = 376,4 \text{ хв.},$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу при наявності режиму роботи його на протязі зміни:

$$W_{\text{с.зм}} = \frac{(S_{\text{ц}} + S_{\text{цзал}})}{T'_{\text{зм.ф}}}, \quad (3.13)$$

$$W_{\text{с.зм}} = \frac{(36,7 + 110,1)}{6,27} = 23,4 \text{ га / год.},$$

Знаходимо коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{T'_p}{T_{\text{зм.ф}}}, \quad (3.14)$$

$$\text{де } T_p = t_p \cdot n_{\text{рцф}} \cdot (1 + n_{\text{цзал}}) = 2,88 \cdot 22 \cdot (1 + 3) = 253,44$$

$$\tau = \frac{253,44}{376,4} = 0,68.$$

Таблиця 3.1 - Режим використання агрегату на загоні

Елементи часу зміни	Повторність	Швидкість руху, км/год.	Витрати часу, хв.	Площа обробки, га	Примітка
а) Час не цикловий					
Заїзд, виїзд	1	8	3	-	$t_{зв}$
Переїзди	1	12	7	-	$t_{пер}$
Підготовчо-заклучні роботи	1	-	5	-	$t_{пз}$
Зупинки за технологічних випадкових причин	2	-	14	-	$t_{оч}$
Технічне обслуговування в період зміни	1	-	12	-	$t_{то}$
Фізіологічні причини	2	-	15	-	$t_{ф}$
Контроль якості	2	-	12	-	$t_{як}$
Всього	-	-	68	-	$t_{нц}$
б) Період одного циклу					
Робочий хід	2	10	5,6	1,67	$t_{рц}$
Поворот	2	8	0,2	-	$t_{пов}$
Технологічне обслуговування МТА	1	-	3	-	$t_{тех.обл.}$
Всього за цикл	-	-	77,1	36,74	$t_{ц}$
в) Основні цикли	3	-	275	110,2	$T_{осн}$
Всього за зміну	-	-	376,4	147	$T_{зм}$

### Контроль якості роботи.

Загальна оцінка якості роботи машин повинна складатися з агротехнічних вимог і охорони навколишнього середовища. Якість визначають за двома основними показниками: дотримання заданої норми розселення трихограми та рівномірності їх розселення на поверхню поля.

### Охорона праці.

Заходи техніки безпеки транспортно-технологічних засобів передбачають ґрунтовне знання будови і правил їх експлуатації, а також Санітарних правил транспортування, зберігання і застосування трихограми у народному господарстві.

Забороняється допускати до роботи з біологічного захисту рослин осіб віком до 18 років і жінок, вживати їжу та палити на місці роботи, працювати з пошкодженими рукавами і негерметичними з'єднаннями, пошкодженим склом кабіни, використовувати в господарських цілях бак обприскувачів і тару від розчинів пестицидів, мити бак і комунікацію поблизу водоєм.

Особи, допущені до роботи з трихограмою, мають пройти медичний огляд і періодично проходити його не рідше ніж один раз на рік. Під час виконання робіт, пов'язаних з біологічним захистом рослин, їм слід дотримуватися правил особистої гігієни: перед початком роботи руки змащувати вазеліном, перед їжею і в кінці роботи знімати спецодяг, мити руки і обличчя теплою водою.

Бачок для миття рук під час експлуатації обприскувачів має бути заповнений питною водою.

Після закінчення робіт транспортно-технологічні засоби промивають у спеціально відведеному місці, розміщеному не ближче ніж 200 м від житлової зони, виробничих приміщень, джерел водопостачання. Промивальну воду збирають у спеціально викопані ями 1 м завглибшки. Після заповнення ями її вміст обробляють хлорним вапном і засипають землею.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Вимоги до транспортування, зберігання і застосування пестицидів та агрохімікатів**

#### **Транспортування**

1. Транспортування пестицидів та агрохімікатів повинно здійснюватися відповідно до підрозділу 4.5 ДНАОП 0.03-1.12-98 і ГОСТ 19433.

2. Не допускається перевозити одночасно з агрохімікатами людей, харчові продукти, питну воду, предмети домашнього вжитку.

3. Трактори і самохідні машини, які задіяні на транспортуванні й внесенні мінеральних добрив у ґрунт, повинні мати справні кабіни, які відповідають вимогам ГОСТ 12.2.120.

4. Кузов транспортного засобу для перевезення твердих мінеральних добрив повинен бути чистим і без щілин. Кожній транспортній одиниці виділяється брезент для накривання вантажу. При перевезенні аміачної селітри транспортний засіб повинен бути укомплектований двома порошковими (ВП-5) та одним вуглекислотним (ВВК-7) вогнегасниками.

5. Доставка пилоподібних мінеральних добрив безпосередньо на поля з наступним їх внесенням у ґрунт проводиться транспортом, обладнаним устаткуванням для розвантаження. Кузов транспортного засобу повинен бути без щілин і покритий брезентом. Сумісне перевезення аміачної селітри з іншими мінеральними добривами не допускається.

6. Рідкі мінеральні добрива доставляються до місця їх внесення в автоцистернах-аміаковозах, ємкостях на вантажних автомобілях чи у транспортних бочках.

7. Транспортний засіб для перевезення рідких мінеральних добрив повинен відповідати вимогам ДНАОП 0.03-1.08-73 та мати справний манометр і рівнемір, два порошкові (ВП-5) та один вуглекислотний (ВВК-7)

вогнегасники, червоний прапорець, ланцюг для заземлення, бачок із водою (ємкістю не менше 10 л).

8. Ємкості для транспортування рідких мінеральних добрив повинні мати відмітні смуги й написи. Люки з дихальними (запобіжними) клапанами повинні герметично закриватися.

9. Переливання рідких мінеральних добрив з однієї ємкості в іншу потрібно здійснювати із застосуванням “газової обв’язки”. Запірні пристрої (вентилі, крани) необхідно відкривати плавно, без ривків і ударів по них металевими предметами.

10. При навантаженні й вивантаженні балонів із фумігантами застосовують надійно закріплені трапи або містки. При перевезенні балонів на транспортних засобах їх вкладають у горизонтальне положення ковпаками в один бік і закріплюють, не допускаючи поштовхів, падіння й ударів.

11. При перевезенні балони і бочки із фумігантами необхідно оберегати від нагрівання сонячними променями або іншими джерелами тепла (ємкості накривають мокрым брезентом).

12. Водій та інші особи під час навантаження мінеральних добрив не повинні знаходитися у кабіні і на підніжках, проводити техогляд і ремонт транспортного засобу.

13. Не допускається проводити в нічну пору роботи, пов’язані з транспортуванням аміаковмісних мінеральних добрив, а також приготування розчинів, змішування їх та внесення у ґрунт.

14. Після закінчення робіт по перевезенню та внесенню твердих мінеральних добрив усі робочі органи і ємкості розкидачів та кузови автомашин повинні бути очищені від залишків добрив і промиті водою.

Після закінчення робіт по перевезенню та внесенню рідких добрив цистерни, баки та робочі органи машин повинні бути промиті гарячою водою або парою.

Чищення і миття машин та інвентарю необхідно проводити на спеціально відведених майданчиках.

15. Під час перевезення аміаку необхідно бути особливо обережним. Не допускається розвивати швидкість понад 40 км/год, рухатися при сильному тумані й ожеледиці, залишати цистерну на узвозах чи схилах, зупинятися біля населених пунктів і тваринницьких ферм (ближче 200 м), виливати аміак на землю.

16. Не допускається сумісне транспортування різних пестицидів, хімічна взаємодія яких, при порушенні упаковки, викликає загорання.

17. Не допускається сумісне транспортування пестицидів і протруєного насіння з біологічними засобами захисту рослин, харчовими й кормовими продуктами та іншими вантажами.

18. Кожний транспортний засіб, призначений для перевезення пестицидів, комплектується засобами нейтралізації пестицидів (хлорне вапно, каустична сода), відповідними вогнегасниками, необхідним запасом піску й ЗІЗ.

### **Зберігання**

19. Склади для зберігання мінеральних добрив повинні відповідати типовим проектам, розробленим відповідно до ДБН В.2.2-7-98, ВНТП 12/1-89, ВНТП 12/2-89 та ВНТП 12/3-89.

20. Розміщення виробничих приміщень необхідно погоджувати з органами санітарно-епідеміологічної служби; експертиза проектів щодо пожежної безпеки здійснюється органами державного пожежного нагляду.

21. У виробничих приміщеннях повинні бути передбачені природні, примусові або змішані системи вентиляції згідно з ГОСТ 12.4.021.

22. Приміщення для зберігання мінеральних добрив повинні бути обладнані механізмами для вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, а також засобами пожежогашіння.

23. Біля складів та інших місць, де проводяться роботи з мінеральними добривами, необхідно передбачати місця для відпочинку працівників.

24. Виробничі приміщення й майданчики для зберігання аміаку і рідких комплексних добрив повинні бути забезпечені чистою водою й аптечками



першої допомоги, аварійним запасом фільтруючих протигазів для усіх працівників, блискавкозахистом і відповідати вимогам СНиП 2.09.02-85.

25. Рідкі мінеральні добрива потрібно зберігати у спеціальних ємкостях (сталі зварні резервуари, зовнішня поверхня яких пофарбована у світлий колір).

26. Під час зберігання аміачної і натрієвої селітри необхідно додержуватися протипожежних вимог ДНАОП 0.01-1.01-95. Не дозволяється сумісне зберігання їх з іншими добривами.

27. Не дозволяється приймати на склади, зберігати й відпускати зі складу мінеральні добрива в тарі або агрегатному стані, які не відповідають вимогам державних стандартів і технічним умовам.

28. Не дозволяється використовувати для зберігання продуктів, фуражу, води тощо тару від мінеральних добрив навіть після знешкодження.

29. Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати граничнодопустимої концентрації, встановленої ГОСТ 12.1.005, санітарно-гігієнічних норм “Допустимі рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунті” та доповнень до них.

30. Добові запаси мінеральних добрив допускається зберігати на тимчасових майданчиках за умови додержання вимог охорони навколишнього середовища й збереження ними фізико-хімічних властивостей.

31. Тимчасові майданчики для зберігання добових запасів мінеральних добрив повинні бути розміщені на рівних і утрамбованих ділянках.

32. Тимчасове зберігання мінеральних добрив на період внесення їх у ґрунт допускається у пристосованих приміщеннях при додержанні вимог зберігання різних видів добрив і при погодженні із санітарно-епідеміологічною службою і пожежним наглядом.

33. Технологія зберігання мінеральних добрив на складах повинна відповідати вимогам ДНАОП 0.03-1.08-73.

34. Надходження та видачу мінеральних добрив із складу необхідно реєструвати у прибутково-видатковому журналі.

35. Добрива, які надходять на склад у незатареному вигляді (калійні, суперфосфат тощо), зберігаються насипом в окремих засіках. Висота насипу для добрив, які злежуються, - не вище 2 м, які не злежуються, - не вище 3 м.

Затарені добрива повинні зберігатися у штабелях на піддонах, які запобігають доступу вологи знизу.

36. Роботи під час підготовки мінеральних добрив до внесення у ґрунт необхідно проводити за допомогою механізмів, оснащених пристосуванням для зниження пилоутворення.

37. Пестициди повинні зберігатися у спеціально призначених для цього складах, збудованих згідно зі ДБН В.2.2-7-98.

38. Склади (прирейкові, пришосейні, районні, міжгосподарські) є базовими, аклади сільськогосподарських підприємств - витратними.

При витратних складах пестицидів може передбачатися зберігання мінеральних добрив в окремих приміщеннях, площадка для протруєння насіння, розчинно-заправний вузол, площадка знешкодження тари чи апаратури, а також засобів механізації, призначених для обробки тваринницьких і птахівницьких комплексів. Площадки повинні бути асфальтованими або бетонованими.

39. Зберігання, облік та видачу пестицидів потрібно проводити відповідно до вимог ДНАОП 0.03-1.12-98.

40. Розміщення пестицидів у складах повинно здійснюватися за сертифікатом кожного препарату з урахуванням токсичності, препаратної форми, пожежонебезпечних властивостей, хімічної сумісності (нейтральності).

41. Технологія й організація зберігання та складської переробки повинні забезпечувати своєчасну й потокову реалізацію пестицидів з урахуванням гарантійних строків зберігання, цілісність маркування для

виключення можливості використання пестицидів не за призначенням та їх втрат.

42. У складах не допускається зберігання сумішей різних пестицидів; для тимчасового їх зберігання на території базового складу виділяють місця за погодженням з органами пожежного й санітарного нагляду.

43. Ширина санітарно-захисних зон, улаштування території складу та будівель повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.03-1.12-98.

44. Не допускається зберігання пестицидів навалом на підлозі складу без застосування піддонів і стелажів.

Вибір способу складування й типу піддонів проводиться з урахуванням фізико-хімічних властивостей пестицидів, виду тари та її розмірів.

45. При порушенні цілісності тари необхідно переупаковувати пестициди у спеціальних приміщеннях, забезпечених місцевою витяжною вентиляцією.

46. Склади пестицидів повинні відповідати вимогам розділу 10.7.4 “Правил пожежної безпеки в Україні”.

47. Склади повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння відповідно до пестицидів, які у них зберігаються. Зовні складів мають бути вивішені схеми розміщення пестицидів із зазначенням ЗІЗ і засобів пожежогасіння.

48. На території й у приміщенні складу вивішуються знаки безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026.

49. Місця складування заборонених до застосування і зіпсованих пестицидів повинні позначатися покажчиком “Заборонені пестициди”.

50. Перебування працівників на складі допускається тільки на час приймання й видачі препаратів, а також для виконання спеціальних робіт.

Під час перебування на складі пестицидів (мінеральних добрив) не дозволяється:

- приймання їжі, пиття, паління;
- робота без спецодягу та інших ЗІЗ;

- присутність сторонніх осіб, не зайнятих безпосередньо роботою на складі.

### **Застосування**

51. Застосування пестицидів та агрохімікатів повинно регламентуватися статтями Закону України “Про пестициди і агрохімікати” та проводитися під наглядом керівника робіт із додержанням вимог державних і галузевих стандартів, ДНАОП 0.03-1.08-73 та ДНАОП 0.03-1.12-98.

52. На території України дозволяється транспортування, зберігання і застосування тільки зареєстрованих Укрдержхімкомісією пестицидів, за винятком випадків, зазначених у “Порядку надання дозволу на ввезення та застосування незареєстрованих пестицидів та агрохімікатів іноземного виробництва”. Державні випробування пестицидів, не зареєстрованих у країні, проводяться відповідно до “Порядку проведення державних випробувань, державної реєстрації і перереєстрації, ведення переліків пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні”.

53. Оброблення посівів та інших об’єктів пестицидами повинно проводитися лише після попереднього обстеження спеціалістами по захисту рослин й установлення доцільності такого оброблення.

54. Асортимент, засоби, сфера застосування пестицидів, норми, кратність оброблень повинні відповідати “Переліку пестицидів й агрохімікатів, дозволених до використання в Україні”, Доповненням до Переліку та додаткам до нього, інструкціям з безпечного застосування пестицидів, що розроблені установами Міністерства охорони здоров’я, погоджені з Міністерством екобезпеки та іншими заінтересованими організаціями.

55. Під час роботи на спеціальних машинах банки, ящики та інші ємкості для туків повинні бути щільно закриті на заціпку.

56. Не допускається висипання чи підтікання пестицидів й агрохімікатів у місцях з’єднання фланців, штуцерів, ніпелів, люків.

57. Під час приготування сумішей і заправки машин мінеральними добривами й пестицидами у полі потрібно:

- пункти для заправки розміщувати з навітряного боку по відношенню до поля, що обробляється;
- заправні пункти укомплектовувати пересувними піддонами для змішування сухих мінеральних добрив;
- посівні агрегати повинні під'їжджати до заправних пунктів із навітряного боку;
- залежно від виду пестицидів та мінеральних добрив забезпечувати працівників, що обслуговують пункти заправки, засобами індивідуального захисту відповідно до пп. 9.12-9.13 розділу “Забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту” частини I Правил.

58. При заборі рідких пестицидів із бочок ємкістю понад 100 л необхідно використовувати допоміжні пристрої (шланги, ручні насоси тощо).

59. Не дозволяється готувати розчини пестицидів безпосередньо в полі без засобів механізації.

У разі якщо конструкцією машини передбачено приготування розчину безпосередньо в полі під час проведення посівних робіт, необхідно це узгодити з місцевими органами санепіднагляду.

60. Завантаження мінеральних добрив у транспортні засоби, машини і літаки повинно проводитись відповідно до вимог ДНАОП 0.03-1.08-73.

61. Внесення пестицидів за допомогою наземної апаратури необхідно проводити відповідно до підрозділу 6.3 ДНАОП 0.03-1.12-98.

62. Авіаційне застосування пестицидів необхідно проводити відповідно до вимог ДСП 382-96 “Державні санітарні правила і норми авіаційного застосування пестицидів і агрохімікатів у народному господарстві України”.

63. Не допускається оброблення пестицидами територій лікарень, шкіл, дитсадків, спортивних майданчиків.

64. Усі роботи з пестицидами і протруєним насіннєвим матеріалом реєструються у спеціальних журналах (додатки № 8,9,10,11 до ДНАОП 0.03-1.12-98.).

65. Відповідно до ДНАОП 0.03-1.08-73 внесення рідких мінеральних добрив у ґрунт повинно проводитись тільки спеціальними машинами. Перед початком роботи по внесенню рідких мінеральних добрив ємкості, трубопроводи, шланги, форсунки та інші деталі машин повинні бути старанно очищені, промиті та перевірені чистою водою на герметичність. Всі операції по заправці машин рідкими мінеральними добривами повинні проводитись при закритій герметичній системі трубопроводів.

66. При одночасному внесенні добрив (або пестицидів) кількома агрегатами відстань між ними має бути не менше 50 м.

67. Необхідно пильнувати за справною роботою показчика рівня рідини в ємкостях, щоб запобігти переливу робочого розчину під час заправки.

68. Завантаження обпилювачів потрібно здійснювати при виключеному валі відбору потужності трактора.

69. Відкручувати з'єднання й форсунки для прочищення можна тільки при відсутності тиску в системі.

70. Механізовані роботи на полях, що оброблені пестицидами, незалежно від строків їхнього застосування, допускаються при наявності закритих кабін на тракторах і мобільно-транспортних агрегатах.

71. Строки проведення робіт на полях після оброблення встановлюють з урахуванням виду пестициду, норми витрати і гранично допустимої концентрації їх у повітрі робочої зони згідно з Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, та доповненнями до нього.

Поновлення робіт для інших пестицидів, які рекомендовані для дослідно-виробничого застосування, необхідно здійснювати не раніше ніж через 48 год.

72. При обробленні рослин сумішшю пестицидів строк відновлення робіт установлюють по компоненту з найбільшим значенням строку, збільшеним на 25%.

73. Роботи по знешкодженню техніки від пестицидів повинні проводитися згідно з Інструкцією по знешкодженню від пестицидів сільськогосподарських машин, складського обладнання і транспортних засобів та ДНАОП 0.03-1.12-98, запобігаючи при цьому забрудненню атмосферного повітря, ґрунту, водойм, кормів і продуктів харчування пестицидами і мінеральними добривами.

74. Усі заходи щодо знешкодження транспортних засобів, апаратури і тари від пестицидів слід проводити із застосуванням ЗІЗ на відкритому повітрі на спеціально обладнаних майданчиках або у приміщеннях на території складу (пункту хімізації), що мають витяжні пристрої відповідно до ГОСТ 12.4.021, та за умови дотримання заходів особистої гігієни.

75. Майданчик по знешкодженню від пестицидів повинен бути розміром не менше 6х12 м, мати бетоноване чи асфальтоване покриття та ухил 5-7° в бік збору стічних вод.

76. Розміщення майданчика по знешкодженню в обов'язковому порядку необхідно узгоджувати з місцевими органами санепіднагляду.

77. Майданчики по знешкодженню повинні мати пристрої для дистанційного нанесення миючих засобів; ємкості з мішалками для приготування робочих розчинів (кількість ємкостей повинна забезпечувати повний об'єм по знешкодженню техніки); приміщення для зберігання знешкоджувальних засобів, підсобного інвентарю та обтирального матеріалу; мийну установку чи шланг, які працюють від насосної установки, металевий ящик із кришкою для збирання обтирального матеріалу, бетоновані приямки і ємкість, які закриваються решіткою та кришкою для збирання промивних вод.

Мийні установки високого тиску ОМ-5285, ОМ-3360 тощо обладнують манометрами й термометрами для вимірювання та контролю режиму їх роботи.

78. На майданчику по знешкодженню повинні бути приміщення для зберігання одягу й засобів індивідуального захисту, умивальник, рушник та мило, бак для питної води або фонтанчик, місце для сушіння спецодягу, душова, аптечка першої допомоги.

#### **4.2 Вимоги безпеки при виконанні технологічної операції**

Для захисту організму від потрапляння пестицидів через шкіру, органи дихання і слизові оболонки всі особи, що працюють з хімічними речовинами, повинні забезпечуватись засобами індивідуального захисту відповідно до "Типових галузевих норм безкоштовної видачі спецодягу, спецвзуття і запобіжних пристосувань" і "Рекомендацій по захисту органів дихання" [28].

За кожним працюючим на весь період робіт закріплюється комплект індивідуальних засобів захисту (спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, рукавиці, респіратор, протигаз та ін.) відповідного розміру, що зберігаються в спеціальному сухому і чистому приміщенні в окремих шафах. Повну відповідальність за це несе адміністрація підприємств і організацій-роботодавців.

Для захисту організму від потрапляння пестицидів через дихальні шляхи необхідно використовувати протипилові, протигазові (універсальні) респіратори і протигazi. Протипилові респіратори застосовуються під час роботи з пестицидами, леткість яких не дуже висока при звичайних температурах (фундазол, байлетон, хлорокис міді, авіксил та ін.). Найбільш поширеними респіраторами цієї категорії є "Лепесток", У-2К, Ф-62Ш, Астра 2. Вони не захищають органи дихання від газів і парів отруйних речовин. Протигазові респіратори використовують під час роботи з високотоксичними леткими сполуками. Найбільш поширеним є респіратор РПГ-67 з відповідними патронами. Патрон марки А захищає від парів



фосфор- та хлорорганічних пестицидів протягом 10 робочих змін; В - від кислих газів (сірчаного, сірководню, хлор- та фосфорорганічних пестицидів протягом 5-7 робочих змін; Г - від парів ртуті не більше ніж 30 год; КД - від сірководню та аміаку до п'яти робочих змін. Універсальний респіратор РУ-60М, у патронах якого поряд з поглиначем є й аерозольні фільтри, що захищають від отруйних речовин, які знаходяться в повітрі у вигляді парів, диму, пилу і туману [27].

Протигазові респіратори використовують при концентрації в повітрі отруйних речовин не вище 10 - 15 ГДК. При концентраціях отруйних речовин, що перевищують цей показник, та при роботі з високоотруйними речовинами обов'язково використовують промислові протигazi з коробками відповідних марок. Коробка марки А (коричнева) використовується при фумігації приміщень, В (жовта) захищає від хлор- та фосфорорганічних, ціаністих препаратів, Г (чорна і жовта) - від парів ртуті та фосфорорганічних сполук, КД (сіра) - від пестицидів, що виділяють сірководень і аміак, Е (чорна) - від пестицидів, що виділяють миш'яковистий та фосфористий водень.

Щодня після закінчення роботи респіратори і протигazi очищують і миють їх забруднені лицьові частини знезаражуючим розчином (25 г мила і 5 г соди на 1 л води) або в розчині ДІАС (100 г ДІАС на 10 л води) з наступним промиванням водою і сушінням при кімнатній температурі. Після цього знезаражену поверхню дезінфікують спиртом або 0,5%-м розчином марганцевокислого калію. Індивідуальний захист від потрапляння пестицидів крізь шкіру, слизові оболонки здійснюється з допомогою спецодягу, спецвзуття, рукавичок, рукавиць і захисних окулярів. При роботах з жилоподібними речовинами слід використовувати спецодяг, виготовлений з щільної тканини з гладенькою поверхнею (молескінової), при обприскуванні - спецодяг з кислотозахисним просоченням, при фумігації - комбінезони з плівковими поліхлорвініловими покриттями. Для захисту рук від концентратів емульсій, паст, розчинів та інших рідких форм пестицидів використовують спеціальні гумові рукавички, від пилоподібних пестицидів - рукавиці

бавовняні з плівковим покриттям і кислотозахисним просоченням - КР. Категорично заборонено використання медичних гумових рукавичок.

Для захисту ніг при роботі з пилоподібними препаратами використовують брезентові бахили або гумові чоботи, при обприскуванні - тільки гумові чоботи. Очі захищають з допомогою захисних окулярів ПО-2, ПО-3, ЗПЗ-84 і ЗПП-90.

### **Вимоги безпеки при приготуванні робочих рідин пестицидів**

Робочі рідини пестицидів готують за допомогою спеціального агрегату. Особи, які працюють на приготуванні робочих рідин, повинні пройти медичний огляд, а також інструктаж з техніки безпеки та правил поводження з пестицидами. Категорично забороняється допускати до роботи вагітних жінок, матерів-годувальниць і неповнолітніх осіб. Обслуговуючий персонал повинен забезпечуватися спецодягом, взуттям, респіраторами та захисними окулярами, а також суворо дотримуватися правил особистої гігієни. Місце приймання їжі повинно розташовуватися на відстані не менше 100 м від місця роботи.

На робочому майданчику не повинні знаходитися сторонні особи, особливо діти. Агрегат для приготування робочих рідин і тара з-під пестицидів повинні бути під постійним наглядом обслуговуючого персоналу. Категорично забороняється використовувати баки агрегату для інших господарських цілей. При приготуванні робочих рідин треба слідкувати за тим, щоб пестициди, які застосовуються, відповідали рекомендованому "Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні". Перед початком роботи необхідно перевірити етикетку з назвою та призначенням препарату. Приготування будь-якої робочої рідини починають із завантажування допоміжних баків пестицидами. Завантажування пестицидів у агрегат проводять з обов'язковим застосуванням засобів індивідуального захисту. Кристалічні та порошкоподібні пестициди завантажують безпосередньо з пакувальної тари.

Мішок розрізають, вставляють у горловину бака і, злегка струшуючи, висипають його вміст. Якщо кристалічні і порошкоподібні пестициди упаковані в целофанові мішки, їх відбір можна проводити гідроелеватором безпосередньо з мішків. Пастоподібні пестициди завантажують лопатами або відрами, якщо ящики з пестицидами розташовані на великій відстані від бака.

### **Основні вимоги і техніка безпеки при роботі з технічними засобами, які використовуються для застосування пестицидів**

Перед початком сезону робіт всі нові або відремонтовані машини для застосування пестицидів, що надійшли в господарство, мають бути перевірені на готовність і надійність у роботі.

Машини, які не забезпечують безпечну працю (без захисту на механізмах, що обертаються, з розладнаним гальмуючим пристроєм і т.ін.) і не відповідають "Єдиним вимогам безпеки до сільськогосподарських машин", до експлуатації не допускаються.

Тому обов'язково треба перевірити правильність складання вузлів машини або обладнання, відрегулювати робочі органи для одержання необхідного факела розпилювання та пилової хвилі, випробувати машину в робочому стані при заповненні обприскувачів водою, обпилювачів - нейтральним порошком, перевірити норму витрати робочої рідини чи дусту, а також ширину захвату. Режим роботи машини встановлює спеціаліст із захисту рослин або агроном перед початком застосування пестицидів.

Машини і обладнання повинні бути забезпечені комплектом інструменту для їх обслуговування в процесі роботи. При незначних поломках під час роботи машину обов'язково зупиняють і здійснюють ремонт, використовуючи засоби індивідуального захисту. При більш значних поломках машину звільняють від пестицидів, знезаражують і доставляють на ремонтний пункт, після чого проводять перевірку в робочих режимах.

Комунікації машин повинні мати ущільнення, які виключають витікання пестициду назовні. Шланги в місцях їх з'єднання повинні бути

щільно затягнуті хомутами, щоб під час роботи машини не пропускали пестицид.

**При роботі машин забороняється:**

- підтягувати болти, сальники, ущільнювати хомути, ланцюги та ін.;
- відкривати люки та кришки баків, які знаходяться під тиском, прочищати розпилювачі та брендспойти, розкривати нагнітальні клапани насосів, запобіжні та редукційні клапани, вигвинчувати манометри;
- працювати на обприскувачах, які не мають манометрів;
- заправляти резервуари робочими розчинами і при працюючих двигунах.

Рухомі та обертальні частини тракторів і обприскувальної апаратури повинні бути обгороджені. У випадку, якщо заводом-виробником огорожі не передбачено і це спричинює небезпеку для працюючих, керівник господарства за узгодженням з відповідальним за техніку безпеки додатково встановлює огорожу. На захисних огорожах, а також біля складальних одиниць, небезпечних для працюючих, повинні бути зроблені надписи, які попереджують про небезпеку.

Машини повинні бути укомплектовані бачком (не менше 5 л) для миття рук. Під час застосування пестицидів слід уважно наглядати за роботою машини, штанги, вентилятора, мішалки, не допускати утворення осаду на дні бака, засмічення розпилювачів.

Забороняється встановлювати сидіння на машини та знаряддя, призначені для роботи без причіплювачів. Категорично забороняється перевозити людей на причіпних і навісних машинах. Усі робітники, що працюють на машинах та обладнанні для хімічного захисту рослин, повинні ретельно вивчити їх будову та пройти інструктаж.

**Перша допомога при отруєнні пестицидами**

У разі появи ознак отруєння в осіб, що працюють з пестицидами, необхідно надати їм першу допомогу, а потім негайно відправити в

найближчу медичну установу. В місцях роботи з пестицидами повинна бути аптечка з медикаментами.

Першу допомогу потерпілому надають самі працюючі. Насамперед його потрібно вивести на свіже повітря, щоб припинити надходження отрути через дихальні шляхи. В разі надходження отрути крізь шкіру необхідно змити її струменем води і ретельно протерти ватним тампоном. При потраплянні пестициду в очі їх добре промивають водою або 2%-м розчином питної соди.

Якщо пестицид потрапив у травний канал, потерпілому треба дати випити декілька склянок теплої води або слабого розчину марганцевокислого калію, щоб спричинити блювання, після чого дати випити півсклянки води з двома - трьома ложками активованого вугілля. Потім дати випити проносне (20 г гіркої солі на півсклянки води).

При послабленні дихання потерпілому треба дати понюхати нашатирний спирт, а в разі його припинення - негайно почати проведення штучного дихання. При наявності судом необхідно усунути будь-які подразнення, надати потерпілому спокій. При наявності шкірних кровотеч - прикладати тампони, змочені перекисом водню, при носових кровотечах - покласти потерпілого так, щоб голова була відкинута назад, і прикладати холодні компреси на перенісся і потилицю, а на ніс - тампони, зволожені перекисом водню.

У всіх випадках отруєння (навіть легкого) необхідно якомога швидше звернутись до лікаря або фельдшера за кваліфікованою допомогою.

### **Загальні заходи безпеки при роботі з пестицидами**

Всі роботи, пов'язані з використанням фітофармакологічних засобів, виконуються під керівництвом спеціаліста із захисту рослин вищої або середньої кваліфікації. Відповідальність за охорону праці та техніку безпеки покладається на керівників господарств. Безпосередні організатори робіт із захисту рослин підбираються з осіб, що мають досвід робіт і спеціальну освіту або курсову підготовку.

Щороку перед початком робіт із захисту рослин всі особи, що зайняті в них, проходять інструктаж про заходи безпеки при роботах з пестицидами та обов'язковий медичний огляд.

До роботи з пестицидами не допускаються діти і підлітки до 18 років, вагітні жінки та матері-годувальниці, особи з різними хронічними хворобами. Крім того, до приготування робочих сумішей, протруювання насіння та фумігації не допускаються чоловіки та жінки, старші, відповідно, 55 і 50 років. Загальна тривалість робочого дня при роботах з сильнодіючими препаратами - 4 год, високотоксичними - 6 год.

Організація, відповідальна за проведення робіт, забезпечує всіх працюючих індивідуальними засобами захисту, аптечками та спецхарчуванням (молоком).

Необхідність хімічної обробки посівів або насаджень встановлюється на основі обстежень при наявності чи загрозі появи порогової чисельності шкідників або потенційної загрози масового ураження хворобами. При застосуванні пестицидів необхідно суворо дотримуватися строків останніх обробок, які зазначені в "Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні", і відповідних регламентів.

Авіаційні та аерозольні роботи із захисту рослин забороняється проводити ближче ніж за 1000 м від населених пунктів, тваринницьких приміщень, пташників, джерел водопостачання і ближче ніж 2 км від рибогосподарських водойм.

Завчасно перед початком проведення хімічних обробок все довколишнє населення і володарі пасік оповіщаються про місця, характер і строки застосування пестицидів, про препарати, що для цього використовуватимуться.

Вихід людей на оброблені фітофармакологічними засобами площі для проведення сільськогосподарських робіт дозволяється відповідно до регламентів для кожного препарату, але не раніше ніж через 3-5 діб, а під час

сухої спекотної погоди і при наявності високої, погано провітрюваної рослинності - не раніш ніж через два тижні.

Випасання худоби на оброблених ділянках і в радіусі 300 м від них дозволяється через 25 днів після обробки.

#### **4.3 Моделювання аварійних і травмонебезпечних ситуацій у технологічному процесі підживлення та захисту рослин**

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [26].

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному (при необхідності і математичному) аналізі й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій.

Кожна логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистично залежними бо незалежними. Статистично залежні події – це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо жодна з цих подій, що входять до однієї моделі, може з'явитися незалежно одна від одної, то такі події є статистично незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні – послідовно. Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу) події.

Таблиця 34.1 – Моделювання аварійних і травмонебезпечних ситуацій

ОПЕРАЦІЯ	ВИРОБНИЧА НЕБЕЗПЕКА			Наслідк и	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Умова НУ	Дія НД	Ситуація НС		
1. <i>Заправка оприскува ча розчином гербіцидів</i>	Ємність знаходитьс я в піднятому стані НУ-1	Механізато р знаходитьс я на ємності НД-1  Механізато р втратив рівновагу НД-2	Падіння механізато ра з оприскува ча НС-1	Травма Т	На агрегатах (що заправляються в ручну) повинні бути встановлені спеціальні підніжки, які слід обов'язково використовуват и в разі заправки
<p>Логіко-імітаційна модель виникнення механічної травми</p> <p>НУ-1 → НД-1 → НС-1 → Т</p> <p>↑</p> <p>НД-2</p>					
2. <i>Прочищен ня сопел оприскува ча</i>	Виливається гербіцид НУ-2  Відсутні засоби індивідуал ьного захисту НУ-3	Механізато р не використо вує засоби індивідуал ьного захисту НД-3	На тіло і в зону дихання потрапляю ть отруйні речовини НС-2	Отруєн ня О  Захвор ювання З	Необхідно забезпечити працівників засобами індивідуальног о захисту



ОПЕРАЦІЯ	ВИРОБНИЧА НЕБЕЗПЕКА			Наслідк и	Заходи  запобігання небезпечним ситуаціям
	Умова  НУ	Дія  НД	Ситуація НС		
Логіко-імітаційна модель виникнення хімічного отруєння і захворювання					
НУ-2					
↓					
НУ-3 → НД-3 → НС-2 → О → З					

#### 4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Хімічно небезпечними об'єктами (ХНО) називають підприємства народного господарства, які виробляють, зберігають та використовують у виробничому циклі небезпечні хімічні речовини (НХР).

В сучасних технологіях підприємств народного господарства широко застосовуються хімічні сполуки, більшість з яких небезпечні для людини. Серед 10 млн. хімічних речовин, що використовуються у промисловості, сільському господарстві й побуті, більше 500 – високотоксичні.

У навколишнє середовище НХР потрапляють в процесі виробничих і транспортних аварій, при стихійному лисі.

Крім того, всі НХР поділяються на швидкодіючі і повільно діючі. При ураженні першими картина отруєння розвивається швидко, а при отруєнні повільно діючими до прояви симптомів ураження проходить кілька годин, має місце так званий латентний період.

Тривалість зараження місцевості НХР залежить від їх стійкості – часу, продовж якого вони спроможні нанести ураження незахищеній людині.

Стійкість і здатність заражати поверхні землі та різних об'єктів залежить від температури кипіння отруйної речовини. До нестійких відносяться НХР із температурою кипіння нижче 130<sup>0</sup>С, а до стійких – отруйні речовини з температурою кипіння вище 130<sup>0</sup>С. Нестійкі НХР

заражають місцевість на одиниці чи десятки хвилин. Стійкі – зберігають уражаючи властивості, на термін від декількох годин до декількох місяців.

На зараженій території небезпечні хімічні речовини можуть знаходитися у рідкому, твердому, краплиннорідкому, пароподібному, аерозольному і газоподібному стані.

При викиді в атмосферу паро і газоподібних хімічних сполук формується первинна заражена хмара, що поширюватиметься в атмосфері. Гази з високим показником щільності (вище  $1\text{г/см}^3$ ) будуть стелитися вздовж землі, «затікати» у низини, а гази із щільністю менше 1 – швидко розсіюватися у верхніх шарах атмосфери.

Характер зараження місцевості залежить від багатьох факторів: способу викиду хімічних речовин в атмосферу (розливі, вибуху, пожежі); від агрегатного стану агентів, що заражають, (твердому, рідкому, газоподібному); від швидкості випаровування хімічних речовин з поверхні землі і інших.

У кінцевому результаті, зона хімічного зараження включає дві території. До першої відноситься район, що опинився у безпосередньому впливі хімічної речовини, до другої належить місцевість, над якою поширюється заражена хмара.

Зазначені і багато інших факторів, що характеризують зону хімічного зараження, необхідно враховувати при плануванні аварійно-рятувальних робіт з ліквідації наслідків аварій на хімічно небезпечних об'єктах.

Загальні вимоги до організації і проведення аварійно-рятувальних робіт при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах установлює Державний стандарт.

Зокрема, відповідно до вищенаведеного стандарту:

- аварійно-рятувальні роботи повинні починатися негайно після ухвалення рішення на проведення невідкладних робіт і проводитися з використанням засобів індивідуального захисту органів дихання і шкіри, що відповідають характеру хімічної обстановки;

- попередньо проводиться розвідка аварійного об'єкту і зони зараження, масштабів і границь зони зараження, уточнення стану аварійного об'єкта, визначення типу НС.

Головними задачами хімічної розвідки є:

уточнення наявності і концентрації отруйних речовин на об'єкті робіт, границь і динаміки зміни хімічного зараження;

одержання необхідних даних для організації аварійно-рятувальних робіт і заходів безпеки населення і сил, що здійснюють ліквідацію аварії;

постійне спостереження за зміною хімічної обстановки в зоні НС, своєчасне попередження про різку зміну обстановки.

Одночасно в зоні зараження ведуться пошуково-рятувальні роботи. Пошук потерпілих проводиться шляхом суцільного візуального обстеження території, будинків, споруджень, цехів, транспортних засобів і інших місць, де могли знаходитися люди в момент аварії, а також шляхом опитування очевидців і за допомогою спеціальних приладів у випадку руйнувань і завалів.

Рятувальні роботи в зоні зараження проводяться з обов'язковим використанням засобів індивідуального захисту шкіри й органів дихання.

При порятунку потерпілих на ХНО враховується характер, ступінь ураження, місце перебування потерпілого. При цьому здійснюються наступні заходи:

- деблокування потерпілих, що знаходяться під завалами зруйнованих будинків і технологічних систем, а також в ушкоджених блокованих приміщеннях;

- екстрене припинення впливу НХР на організм уражених шляхом застосування засобів індивідуального захисту й евакуації із зони зараження;

- надання першої медичної допомоги потерпілим;

- евакуація уражених у медичні пункти та в установи для надання лікарської допомоги і подальшого лікування.

Перша медична допомога повинна надаватися на місці ураження, при цьому необхідно:

- забезпечити швидке припинення впливу НХР на організм через видалення крапель речовини з відкритих поверхонь тіла, промивання очей і слизуватих;
- відновити функціонування важливих систем організму шляхом найпростіших заходів (відновлення прохідності дихальних шляхів, штучна вентиляція легенів, непрямий масаж серця);
- накласти пов'язки на рани і іммобілізувати ушкоджені кінцівки;
- евакуювати уражених до місця надання лікарської допомоги і наступного лікування.

Одним з найважливіших заходів є локалізація надзвичайної ситуації і осередку ураження. Локалізацію, чи зниження до мінімального рівня впливу виниклих при аварії на ХНО уражаючих факторів в залежності від типу НС, наявності необхідних технічних засобів і нейтралізуючих речовин здійснюють такими способами:

- припиненням викидів НХР способами, що відповідають характеру аварії;
- постановкою рідинних завіс (водяних чи нейтралізуючих розчинів) у напрямку руху хмари зараженого повітря;
- створенням висхідних теплових потоків у напрямку руху хмари НХР;
- розсіюванням і зсувом хмари зараженого повітря газоповітряним потоком;
- обмеженням площі виливу та інтенсивності випару токсичної речовини;
- збором (відкачкою) НХР у резервні ємності;
- охолодження проливу рідини твердою вуглекислотою чи нейтралізуючими речовинами;
- засипанням проливу сипучими речовинами;

- загущення проливу спеціальними рецептурами з наступними нейтралізацією і вивозом;
- випалюванням токсичної рідини.

В залежності від типу НС локалізація і знешкодження хмар і проливів НХР може здійснюватися комбінуванням наведених способів.

## 5 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗСЕЛЕННЯ ТРИХОГРАМИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ ЗАСОБОМ

В основу методики економічної оцінки технологічного процесу розселення трихограми транспортно-технологічним засобом покладемо ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування» [20]. Цей стандарт поширюється на спеціалізовану сільськогосподарську техніку (далі за текстом – машини), призначену для виконання окремих операцій, трактори, транспортні засоби, універсальні самохідні машини, технологічні мобільні та стаціонарні комплекси. Стандарт встановлює загальні положення, показники економічного оцінювання та методи їх визначення на етапі випробування вказаних машин.

За базовий варіант покладемо машинно-тракторний агрегат у складі МТЗ-80.1 і переобладнаного штангового оприскувача для розселення трихограми.

За новий варіант агрегату покладемо транспортно-технологічний засіб у складі автомобіля ГАЗ «Садко-С41А23-20» і переобладнаного штангового оприскувача для розселення трихограми.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції ( $E_p$ ) у гривнях визначаються за формулою:

$$E_p = (П_{\text{б}} - П_{\text{н}}) \cdot B_z + E_{\text{я}}, \quad (5.1)$$

де  $П_{\text{б}}$ ,  $П_{\text{н}}$  – сукупні витрати на га відповідно по базовій і новій машинах, грн/га;

$B_z$  – річний обсяг наробітку новою машиною в умовах певної природно-кліматичної зони, га;

$E_{\text{я}}$  – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, грн., приймемо  $E_{\text{я}} = 0$  грн.

Зональний річний обсяг наробітку новою машиною ( $B_z$ ) в одиницях наробітку визначають за формулою:

$$B_z = W_{ек} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

де  $W_{ек}$  – продуктивність нової машини за 1 год експлуатаційного часу, га/год.

$T_z$  – зональне річне навантаження машини, год.

$$B_{зб} = 120 \cdot 36 = 4320 \text{ га.}$$

$$B_{зн} = 120 \cdot 48 = 5760 \text{ га.}$$

Сукупні витрати ( $\Pi$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Pi = I + K \cdot E_n, \quad (5.3)$$

де  $I$  – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

$K$  – питомі інвестиційні вкладення, грн/га.

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ( $E_n$ ) визначають за формулою:

$$E_n = C_b / 100, \quad (5.4)$$

де  $C_b$  – ставка пільгового кредиту Національного банку України у відсотках,  $C_b = 17,5\%$ .

Прямі експлуатаційні витрати ( $I$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$I = Z + \Gamma + A + \Phi + M, \quad (5.5)$$

де  $Z$  – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;

$\Gamma$  – затрати на паливно-мастильні матеріали та електроенергію, грн/га;

$P$  – затрати на технічне обслуговування, поточне та капітальне ремонтування, грн./га;

$A$  – затрати на амортизацію, грн./га;

$\Phi$  – затрати на допоміжні матеріали, грн./га;

$M$  – затрати на зберігання, страхування та монтування, грн./га.

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу ( $Z$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$З = \frac{\sum_{i=1}^n Л_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_{д} \cdot n_i}{W_{зм}}, \quad (5.6)$$

де  $Л_i$  – кількість  $i$ -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини (визначаються за даними випробувань), люд;

$t_i$  – тривалість зайнятості  $i$ -го виробничого персоналу, год;

$r_i$  – погодинна тарифна ставка оплати праці на  $i$ -му виді робіт, грн./люд.год.;

$k_{д}$  – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж роботи тощо;

$n_i$  – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості);

$W_{см}$  – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.

$$З_{\delta} = \frac{100}{36} = 2,77 \text{ грн/га}.$$

$$З_{н} = \frac{100}{48} = 2,08 \text{ грн/га}.$$

Затрати коштів на паливно-мастильні матеріали ( $\Gamma$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Gamma = q \cdot k_n \cdot Ц_n, \quad (5.7)$$

де  $q$  – питомі витрати палива, л/га;

$Ц_n$  – ціна одного літру палива грн/л;

$k_n$  – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів.

$$\Gamma_{\delta} = 0,67 \cdot 1,15 \cdot 29 = 22,34 \text{ грн/га}.$$

$$\Gamma_{н} = 0,46 \cdot 1,15 \cdot 29 = 15,34 \text{ грн/га}.$$

Затрати на капітальне, поточне ремонтування та технічне обслуговування ( $P$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$P = \frac{B \cdot (r_T + r_K)}{W_{ек} \cdot T_n}, \quad (5.8)$$



де  $r_T$  – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування;

$r_K$  – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

$T_n$  – нормативне річне завантаження, год.

$$P_o = \frac{445000 \cdot (0,0638)}{1800} + \frac{145000 \cdot (0,0146)}{4320} = 16,26 \text{ грн / га} .$$

$$P_n = \frac{990000 \cdot (0,0638)}{3600} + \frac{65000 \cdot (0,0146)}{5760} = 17,71 \text{ грн / га} .$$

Затрати на амортизацію машини ( $A$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{3M} \cdot T_3}, \quad (5.9)$$

де  $a$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини. Визначають за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації, тобто

$$a = 1 / n, \quad (5.10)$$

де  $n$  – термін служби в роках.

$$A_o = \frac{445000 \cdot (0,105)}{1800} + \frac{145000 \cdot (0,125)}{4320} = 30,15 \text{ грн / га} .$$

$$A_n = \frac{990000 \cdot (0,125)}{3600} + \frac{65000 \cdot (0,125)}{5760} = 30,29 \text{ грн / га} .$$

Затрати на допоміжні технологічні матеріали ( $\Phi$ ), зокрема, вартість трихограми у гривнях на 1 га. За даними сайту [prom.ua](http://prom.ua) вартість 1 упаковки трихограми на 1 га становить 80 грн.

Затрати на зберігання, страхування та монтування машин ( $M$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{mi} \cdot r_i \cdot n_i + \Pi_d + S_{3CM}}{W_{ER} \cdot T_3}, \quad (5.11)$$

де  $Z_{mi}$  – затрати праці  $i$ -ої категорії працівників на доскладання та монтування устаткування, люд.-год.;

$\Pi_d$  – вартість матеріалів, які використані на доскладанні та монтуванні машини, грн.;

$S_{ЗСМ}$  – річні витрати на зберігання та страхування машини, грн.

$$M_{\delta} = \frac{445000 \cdot (0,03)}{1800} + \frac{145000 \cdot (0,03)}{4320} = 8,42 \text{ грн/га}.$$

$$M_n = \frac{990000 \cdot (0,03)}{3600} + \frac{65000 \cdot (0,03)}{5760} = 8,58 \text{ грн/га}$$

Питомі інвестиційні вкладення ( $K$ ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$K = \frac{B + K_{Б\text{УД}}}{B_3}, \quad (5.12)$$

де  $K_{Б\text{УД}}$  – балансова вартість будівельної частини, необхідної для експлуатації машини, (вводиться в формулу за наявності різниці в обсягах будівельної частини нової та базової машини), грн.

$$K_{\delta} = \frac{445000 + 0}{1800} + \frac{145000 + 0}{4320} = 280,78 \text{ грн/га}.$$

$$K_n = \frac{990000 + 0}{3600} + \frac{65000 + 0}{5760} = 286,28 \text{ грн/га}.$$

Прямі експлуатаційні витрати ( $I$ ) у гривнях на га складатимуть:

$$I_{\delta} = 2,77 + 30,15 + 16,26 + 22,34 + 80 + 8,42 = 160,0 \text{ грн/га}.$$

$$I_n = 9,4 + 30,29 + 17,71 + 15,34 + 80 + 8,58 = 154,0 \text{ грн/га}.$$

Сукупні витрати ( $\Pi$ ) у гривнях на га складатимуть:

$$\Pi_{\delta} = 160,0 + 280,78 \cdot 0,175 = 203,2 \text{ грн/га}.$$

$$\Pi_n = 154,0 + 286,28 \cdot 0,175 = 202,1 \text{ грн/га}.$$

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції ( $E_p$ ) у гривнях дорівнюватиме:

$$E_p = (203,2 - 202,1) \cdot 5760 = 6297,49 \text{ грн}.$$

Річний прибуток ( $O$ ) від експлуатації нової машини у гривнях визначають за формулою:

$$O = (I_{\delta} - I_n) \cdot B_3 + E_p, \quad (5.13)$$

де  $I_{\delta}$ ,  $I_n$  – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базовій та новій машинах на одиницю наробітку, грн/га.

$$O = (160 - 154) \cdot 5760 = 34297,5 \text{ грн}.$$

Термін окупності інвестиційних вкладень на нову машину ( $T_{окд}$ ) у роках визначають за формулою:

$$T_{окд} = \frac{K_n}{O}, \quad (5.14)$$

де  $K_n$  – сумарні інвестиційні вкладення відповідно у нову машину, грн.

$$T_{окд} = \frac{65000}{34297,5} = 2 \text{ роки}.$$

Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат по елементах представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат

Склад МТА за варіантом	Заробітна плата		Амортизація		Капітальне, поточне ремонтування, ТО		Паливо		Затрати на допоміжні матеріали (мін. добрива)		Затрати на зберігання, страхування та монтування		Всього
	грн/год	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	кг/га	грн/га	тис/га	грн/га	%	грн/га	
Базовий варіант													
МТЗ-80.1	100	2,77	10,5	25.9	6.3	15.7	0,67	22,34	1	80	3	7,41	160,0
Оприскувач штанговий переобладн.			12,5	4,19	1,4	0,49						1,0	
Новий варіант													
ГАЗ «Садко»	100	2,08	10,5	28.8	6.3	17.5	0,46	15,34	1	80	3	8,25	154,0
Штанга оприскувача переобладн.			12,5	1.41	1.4	0.16						0,34	

Результати обчислювання показників порівняльної економічної ефективності представлено в табл. 5.2.

Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що через використання нового транспортно-технологічного агрегату для розселення трихограми на основі автомобіля ГАЗ «Садко» можна одержати річний економічний ефект при його зональному завантаженні в сумі 6297,5 грн. Затрати на придбання нового розкидувача трихограми при його річному зональному завантаженні окупляться за 2,0 роки.

Таблиця 5.2 - Показники порівняльної економічної ефективності нового транспортно-технологічного агрегату для розселення трихограми

Найменування показника	Варіант агрегату		Відхилення (+,-)
	Базовий	Новий	
	МТЗ-80.1 + Оприскувач штанговий переобладн.	ГАЗ «Садко» + Штанга оприскувача переобладн.	
1	2	3	4
Балансова вартість агрегату, грн	445000+ 145000	990000+ 65000	+465000
Продуктивність за 1 год змінного часу, га/год	36,0	48,0	+12,0
Зональний наробіток, год га	120 4320	120 5760	- +1440
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	160,0	154,0	-6,0
Сукупні витрати, грн/га	203,2	202,1	-1,1
Річний економічний ефект від експлуатації нового агрегату, грн.	-	6297,5	-
Річний прибуток, грн	-	34297,5	-
Термін окупності інвестиційних вкладень, років	-	2,0	-

## ВИСНОВКИ

1. Захист рослин у системі органічного землеробства вимагає переходу від використання токсичних отрутохімікатів до біологічних препаратів. До позитивних сторін біометоду відноситься його висока ефективність, нешкідливість для навколишнього середовища та обслуговуючого персоналу. У багатьох випадках біоматеріали (трихограма) мають меншу вартість у порівнянні з хімічними препаратами. У той же час необхідність промислового розведення й зберігання великої кількості комах і труднощі механізації їхнього розселення в агробіоценозах при їх короткочасному життєвому циклі ускладнюють його застосування.

3. Основними факторами, що визначають ефективність трихограми є період та термін її розселення. Машинні технології розселення трихограми є перспективними технологіями для кліматичних умов України та рекомендуються до впровадження в технологіях природного землеробства. Технічне забезпечення цього технологічного процесу є переважним чинником в отриманні якісної с.-г. продукції та в достатній кількості. Тому в дипломній роботі поставлена задача планування наукових та прикладних досліджень механічного способу розселення трихограми за допомогою транспортно-технологічного засобу з метою обґрунтування способу, схеми та параметрів пристрою для розселення трихограми, а також розробки нової енергоощадної, екологічно безпечної технології біологічного захисту рослин.

2. Обґрунтована схема пневматичної установки для розселення капсульної діаграми, застосування якої на транспортно-технологічному засобі дозволяє мати кращі техніко-експлуатаційні показники та меншу собівартість робіт з біологічного захисту рослин.

3. Теоретично досліджено процес розселення капсульної трихограми за допомогою пневмоустановки, шляхом аналізу побудованої математичної моделі, яка описує процес польоту трихограми.

4. Моделювання процесу кидання тіла капсули з трихограмою дозволило обґрунтувати конструктивні й кінематичні параметри за критерієм рівномірності розселення трихограми по поверхні поля. Зокрема визначена дальність польоту капсули, максимальна висота її польоту та траєкторії її руху.

5. З аналізу залежності дальності польоту частинки технологічного матеріалу кинутої з висоти 2 м над полем з початковою швидкістю руху 2 м/с від кута  $\alpha$  нахилу дула рушниці пневмоустановки відносно лінії горизонту випливає, що найбільша дальність польоту частинки технологічного матеріалу спостерігається при позитивному нахилі дула рушниці до лінії горизонту. Оптимальний кут нахилу  $\alpha$  дорівнює 30 град, за яким дальність польоту частинки матеріалу сягає 5,2 м. Водночас, при  $\alpha=0$  град, тобто коли дуло рушниці розташовано строго горизонтально дальність польоту не суттєво менша, і становить 4,0 м. Через це, на наш погляд, достатньо дуло рушниці розміщувати строго горизонтально, що певною мірою облегшує її конструкцію.

Представлені результати досліджень свідчать про те, що при розміщенні рушниць на рамі сільськогосподарського агрегату з ліва і права то гіпотетично можна отримати ширину захвата внесення технологічного матеріалу за оди робочий хід  $5,2 \cdot 2 = 10,4$  м.

6. З аналізу залежності дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від висоти  $H_0$  розміщення дула рушниці пневмоустановки над полем при початковій швидкості руху  $V_0 = 2$  м/с і  $\alpha=30$  град випливає, якщо збільшити висоту розміщення дула рушниці до 5 м над полем дальність польоту частинки технологічного матеріалу, кинутого з нього під кутом до лінії горизонту 30 град і початковою швидкістю руху 2 м/с збільшиться до 7,5 м. І навпаки, якщо зменшити висоту її розміщення над полем до 1 м, дальність  $L$  зменшиться майже вдвічі.

7. З аналізу залежності дальності  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу в залежності від початкової швидкості її руху  $V_0$  при висоті  $H_0 = 2$  м

розміщення дула рушниці над полем і куті нахилу сопла його нахилу до лінії горизонту  $\alpha=30$  град. впливає, що дальність  $L$  польоту частинки технологічного матеріалу прямо пропорційно залежить від початкової швидкості її руху  $V_0$ . Зокрема при збільшенні початкової швидкості її руху з 2 до 5 м/с величина дальності польоту частинки технологічного матеріалу збільшується з 5,2 до 20,2 м.

8. Прийняте ефективне рішення про доцільність використання транспортного засобу типу автомобіль ГАЗ «Садко», який обладнаний штангою з пневморушницями для розселення трихограми. Через більшу швидкість руху транспортно-технологічного засобу на полі на відміну від машинно-тракторного агрегату можна отримати продуктивність за 1 год змінного часу на рівні 48 га/год.

9. У відповідності до вимог чинного законодавства України розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при використанні засобів механізації в технологічних процесах підживлення та захисту рослин.

10. Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що через використання запропонованого нами транспортно-технологічного агрегату для розселення трихограми на основі автомобіля ГАЗ «Садко» можна одержати річний економічний ефект при його зональному завантаженні в сумі 6297,5 грн. Затрати на придбання нового розкидувача капсульної трихограми при його річному зональному завантаженні окупляться за 2,0 роки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
2. Аюбов А.М., Кувачов В.П., Мітков В.Б. та ін. Транспортний процес в АПК (курс лекцій). – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2020. 154с.
3. Аюбов А.М., Кувачов В.П., Мітков В.Б. та ін. Навчальний посібник для виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортний процес в АПК». – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2020. 185 с.
4. Надикто В.Т., Мітков В.Б., Кувачов В.П. та ін. Експлуатація блоково-модульних машино-тракторних агрегатів: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт. Мелітополь: Люкс, 2020. 120 с.
5. Чорна Т. С., Кувачов В. П., Мітков В. Б. Механізовані технології виробництва сільськогосподарської продукції (рослинництво): Навчальний посібник-практикум для виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» спеціальності 208-Агроінженерія. Мелітополь: Люкс, 2020. 120 с.
6. Дрозда В.Ф. Трихограма над полями: проблеми та перспективи використання. *Захист рослин*. 1997. №3. С. 8-10.
7. Конверська В.П. Трихограма, особливості використання в приватних та фермерських господарствах. *Захист рослин*. 1998. №11. С. 27-28.
8. Покозій Й.Т. Показники якості трихограми. Методичні рекомендації до застосування трихограми проти шкідників сільськогосподарських культур Й.Т. Покозій, М.М. Бабич, В.С. Колісніченко. К.: Колобіг, 2004. 59 с.
9. Кувачев В. Моделирование плоско-параллельного движения в горизонтальной плоскости ширококолейного агросредства при кинематическом способе его управления / В. Кувачев // *Motrol*. – 2015. – Vol.



17, № 9. – С. 49–54.

10. Агат Я.В., Семенець Н.О. Біологічний метод захисту рослин – використання трихограми. *Карантин і захист рослин*. 2016. №1. С. 12-14.

11. Кувачов В.П. До питання вибору шин спеціалізованих ширококоліїних засобів сільськогосподарського призначення. Науковий вісник ТДАТУ. 2015. Вип.5, т.1. С.14-21.

12. Виасковска И., Виасковски С. О причинах неудач применения трихограммы «Trichogramma vpp.» в агроценозах и необходимость их стандартизации. В кн.: Применение трихограммы в интегрированных системах. М., 1980. С. 66-69.

13. Кобець, А. С., Кобець О. М., Кузьменко О. Ф. Механізація захисту рослин у системі природного землеробства. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. 2015. Вип. 45, ч. 2. С. 141-147.

14. Федоренко В.П., Ткаленко А.Н., Конверская В.П. Достижения и перспективы развития биологического метода защиты растений в Украине. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 6. С. 6 – 9.

15. Акимов И.А., Зерова М.Д., Колодочка Л.И. Фундаментальные исследования паразитических и хищных членистоногих и их роль в развитии биологических методов защиты растений. *Вестник зоологии*. 1997. № 1–2. С. 5–15.

16. Фурсов В.Н. Биологический метод защиты растений: международные исследования и приоритетное значение таксономии. *Вестник зоологии*. 2001. № 35 (3). С. 97–101.

17. Шелестова В.С., Падій М.М., Гончаренко О.І. Біологічний захист. *Захист рослин*. 1999. № 10. С. 2–5.

18. Ткаленко А. Биометод - залог получения качественной продукции. *Огородник*. 2011. № 5. С. 14–16.

19. Ткаленко Г. Біопрепарати в боротьбі зі шкідниками. *Агробізнес сьогодні*. 2013. №4(251). URL: <http://agro-bussines.com.ua/agro/ahronomiia->

sohoddni/item/302-biopreparaty-vborotbi-zi-shkidnykamy.html

20. Gordh G. Taxonomic recommendations concerning new species important to biological control. *International J. Entomology*. 1982. № 1. P. 15–19.

21. Liying Li, Wajberg Ed.E., Hassan S.A. World-wide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. *Biological Control with Egg Parasitoids*. Wallingford: CABI, 1995. P. 37–53.

22. Van Lenteren J.C., Roskam M.M., Timmer R. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. *Biological Control*. 1997. 10. P. 143–149.

23. Dunham W.C. Evolution & Future of Biocontrol, Basel, 2015. URL: <http://dunhamtrimmer.com/wp-content/uploads/2015/11/Bill-Dunham-2BMonthly-Evolutijn-Future-of-Biokontrol-Industriycopy.pdf>.

24. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос. К.: Урожай, 1996. 224 с.

25. Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво: Матеріали наук.-практ.конф. молодих вчених 23-25 листопада 2004 року. / Укр.акад.аграр.наук, Ін-т земл-ва УААН. Чабани: Ін-т землеробства, 2004. 131 с.

26. Кувачов В.П. Оцінка стійкості руху ширококолієвих енерготехнологічних засобів механізації сільськогосподарського виробництва. Праці ТДАТУ. 2015. Вип. 15, т.3. С. 204-210.

27. Кувачов В.П. Землевикористання при облаштуванні поля для роботи енерготехнологічних засобів мостового типу. Науковий вісник ТДАТУ. 2013. Вип.1, т.3. С.116-126.

28. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва: Навч. посібн. / Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, Ю.П. Рогач. Сімферополь, 2002. 344 с.

29. Охорона праці в Україні. К.: Юрінкомінтер, 1999. 400 с.

30. Рогач Ю.П., Гранкіна О.В., Вітер Г.Ю. Охорона праці: навчальний посібник. Мелітополь: ТДАТА, 2007. 160 с.

31. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування: ДСТУ 4397:2005. К., 2005.