

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.333

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-
технологічного факультету
С.н.с., д.т.н.

Братішко В.В.

2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри сільськогосподарських
машин та системотехніки ім. акад.
П.М. Василенка, доцент к.т.н.

П.М. Василенка, доцент к.т.н.

Гуменюк Ю.О.

2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему **“Обґрунтування параметрів і режимів роботи пневматичних
висівних систем машин для внесення твердих мінеральних добрив
ННЦ ІМЕСГ НААН України Київська обл., Васильківський р-н, смт.
Глеваха”**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітня програма - Агроінженерія

Магістерська програма – Оптимізація процесів параметрів і режимів роботи
техніки АПК

Орієнтація освітньої програми - освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с. _____

(підпис)

В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

к.т.н., доцент _____

Онищенко В.Б.

Виконав: студент магістратури 2 року навчання

Іщенко О. В.

Київ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України
Механіко-технологічний факультет

НУБІП України ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.

П.М.Василенка

Гуменюк Ю.О.

2021 р.

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

НУБІП України
Іщенко Олександр Володимирович
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітня програма - Агроінженерія

Магістерська програма – Оптимізація процесів параметрів і режимів роботи
техніки АПК

НУБІП України
Орієнтація освітньої програми - освітньо-професійна

Тема роботи «Обґрунтування параметрів і режимів роботи
пневматичних висівних систем машин для внесення твердих
мінеральних добрив ННЦ ІМЕСУ НААН України Київська обл.,
Васильківський р-н, смт. Глеваха»

Наказ НУБіП України № 189 від 02.01.2021 р.

Термін подання студентом роботи 2. 11..2021 р.

- НУБІП України
1. Вихідні дані до роботи: Машина для внесення твердих мінеральних добрив
 2. Зміст пояснювальної записки (перелік питань які необхідно розробити).
1. Огляд технологій та машин для внесення твердих мінеральних добрив.

2. Механіко-технологічні передумови розробки машини.

3. Дослідження робочих органів пневматичної системи машини

4. Економічна ефективність.

Висновки, список використаної літератури, додатки.

5. Перелік листів графічного матеріалу:

Слайд 1. Титульна сторінка.

Слайд 2. Мета роботи та задачі .

Слайд 3. Класифікація машин.

Слайд 4. Класифікація робочих органів машин.

Слайд 5. Конструктивно-технологічна схема пневматичної системи.

Слайд 6,7,8,9. Результати експериментальних досліджень.

Слайд 10. Економічні показники. Слайд 11. Висновки.

4. Дата видані завдання 9.09.2021р.

Керівник магістерської роботи

Онищенко В.Б.

Завдання прийняв до виконання _____ Іщенко О. В.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Основний зміст магістерської роботи викладено на 83 сторінках друкованого тексту, відображено в 4 таблицях і проілюстровано 25 рисунками. Ілюстративний матеріал містить 14 слайдів.

Тематикою магістерської роботи є розробка штангової машини з пневматичною висівною системою для внесення твердих мінеральних добрив.

В роботі приведений огляд і аналіз технологій машин та робочих органів для поверхневого внесення мінеральних добрив і обґрунтовано актуальність теми. Розроблено конструкцію пневматичної штангової приставки машини для внесення твердих мінеральних добрив та обґрунтовано основні параметри машини. Визначено, що ширина захвату розробленої машини складає 22 м, а нерівномірність внесення добрив $\pm 10\%$.

Річний економічний ефект від застосування експериментального зразка машини складає 18726 грн.

Ключові слова: мінеральні добрива, штанга, машина, пневматична висівна система, приставка

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	2
РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	6
Загальна характеристика ННЦ «ІМЕСГ» НААН України.....	8
1. ОГЛЯД ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН.....	15
1.1. Аналіз сучасних технологій внесення мінеральних добрив.....	15
1.2. Аналіз сучасних способів внесення мінеральних добрив.....	18
1.3. Аналіз конструкцій машин та їх робочих органів.....	21
1.4. Висновки по розділу 1	38
2. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ МАШИНИ.....	39
2.1. Фізико-механічні властивості твердих мінеральних добрив, що визначають процес їх руху в робочих органах машин.....	39
2.2. Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машин.....	41
2.3. Обґрунтування конструкції та функціональної схеми удосконаленої машини.....	42
3. Дослідження пневматичної системи машини.....	46
3.1. Дослідження процесу розподілу добрив розсівальними пристроями.....	46
3.2. Дослідження відбивання добрив розсіювачем	47
3.3. Дослідження руху добрив від розсіювача до поверхні поля.....	53
3.4. Обґрунтування параметрів розсіювачів і кроку їх установки.....	56
3.5. Висновки по розділу 3	57
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	58
5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИНИ.....	67
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78
ДОДАТКИ.....	81

НУБІП України
ВСТУП

Досвід сільськогосподарського виробництва показує, що застосування мінеральних добрив є одним із факторів, які впливають на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Внесення добрив здійснюють як поверхневим, так і внутрішньогрунтовим способами. Найбільш розповсюдженим способом внесення добрив залишається суцільний поверхневий на базі машин кузовного типу з відцентровими розсіювальними робочими органами.

Згідно агрономічних машин для поверхневого внесення добрив повинні забезпечувати їх внесення дозами в межах 100...1000 кг/га, а вапна 1500...10000 кг/га з нерівномірністю розподілу по поверхні поля до 20%. Нерівномірність розподілу добрив по ходу машин повинна бути в межах до 10%, відхилення доз внесення – до 5%. Машини повинні забезпечувати вищезгадані показники при швидкості вітру до 3 м/с.

Доза внесення не повинна залежати від швидкості руху агрегату.

Розсіювальні робочі органи повинні забезпечувати відповідні показники якості внесення на полях, кут нахилу до горизонту яких не перевищує 8 градусів.

Крім того, при роботі машин на підживленні зернових культур, розсіювальні робочі органи не повинні пошкоджувати рослини /1/.

Одним з факторів, що зменшують ефективність внесених мінеральних добрив в даний час, є недосконалість способів їх внесення. Існуючі для цієї цілі відцентрові апарати розподіляють добрива по поверхні ґрунту з досить великою нерівномірністю, що зменшує врожайність сільськогосподарських культур. Крім того в вітряну погоду вони працюють нестабільно. Це зумовлено тим, що в основу покладено кидальний принцип, що базується на вільному польоті неоднорідних частинок в нестабільному повітряному просторі.

Дослідження і розробки, виконані в Україні і за кордоном свідчать про велику актуальність робіт, що направлені на створення таких апаратів, які були б позбавлені вказаних недоліків і мали б тукорозподільчі пристрої, що

забезпечували б транспортування добрив до поверхні поля по індивідуальним закритим каналам і розподіляли їх з нерівномірністю $\pm 10\%$.

В пошуках технологічної схеми, щоб задовільняла всі вказані вимоги, конструктори в більшій мірі орієнтуються на апарати, що працюють за принципом пневмотранспортування твердих мінеральних добрив до робочих органів. Перевагою цих апаратів є простота їх конструкції, невелика металомісткість, висока якість внесення добрив.

Метою роботи є підвищення показників якості роботи машин для внесення твердих мінеральних добрив шляхом удосконалення конструкції та вибору раціональних параметрів штангової пневматичної приставки.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

- провести аналіз технологічних процесів та робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив та розробити конструктивно-технологічну схему штангової пневматичної приставки;
- обґрунтувати основні параметри штангової пневматичної приставки машин для внесення твердих мінеральних добрив
- провести розрахунок економічної ефективності роботи машини з штанговою пневматичною приставкою;

НУБІП України

Национальний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Української академії аграрних наук розташований в селищі міського типу Глеваха, Васильківського району, Київської області.

Відстань до обласного центру міста Києва складає близько 15 кілометрів, до районного центру міста Василькова – близько 7 кілометрів.

НУБІП України

Інститут засновано 03.04.1930 р. - рішенням Ради народних комісарів УРСР про створення в Україні науково-дослідного інституту механізації та електрифікації сільського господарства в м. Харкові.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 1.1. Інститут перебазувався з м. Києва в селище Глеваха Васильківського району 1974 р

В 1976 р. в інституті створено лабораторії механізації застосування органічних добрив, застосування мінеральних добрив, посіву, догляду та захисту рослин, післязбиральної обробки зерна, заготівлі кормів, машинного доїння та первинної обробки молока, електроавтоматизації стаціонарних процесів, автоматизації режиму роботи тракторів і автоматизації сільгосмашин.

НУБІП України

1. ОГЛЯД ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

1.1. Аналіз сучасних технологій внесення мінеральних добрив

В залежності від наявності машин, відстані доставки добрив в поле, дози внесення і інших факторів використовують наступні технологічні схеми роботи агрегатів: прямоочну, перевантажувальну і перевалочну.

Прямоточна технологія передбачає внесення добрив за схемою: склад - машина для внесення - поле. На складі завантажувачем приготвлені до внесення добрива завантажують в кузов машини для внесення добрив (МВД-5, МВД-8; МВД-12), яка транспортує їх в поле і розсіює по поверхні поля. При цій технології добрива транспортують і розсіюють по поверхні поля одним й тим самим агрегатом. При роботі агрегатів за прямоочною технологією знижуються втрати добрив і простої з організаційних причин, крім того, відпадає необхідність в додаткових завантажувальних і транспортних засобах.

При перевантажувальній технології використовується схема: склад - транспортувальник - перевантажувач - машина для внесення добрив.

Підготовані до внесення добрива на складі завантажують завантажувачем в транспортно-перевантажувальні засоби (САЗ-3502, ЗАУ-3 та інші), які доставляють їх в поле, а потім перевантажують в кузов машини для внесення добрив. Останні при цьому працюють тільки на операції внесення добрив, завдяки чому різко збільшується їх продуктивність.

Крім того, для транспортування добрив у поле і перевантажування їх в кузов машин для внесення, при наявності в полі рухомої естакади, можуть використовуватись звичайні автосамоскиди.

Перевалочна технологія передбачає внесення добрив за схемою: склад - автосамоскид - перевантажувальний майданчик - машина для внесення - поле. Мінеральні добрива завантажують на складі завантажувачем в автомобілі-самоскиди або тракторні самоскидні причепи, які доставляють їх в поле і розвантажують на спеціально підготовлений майданчик на краю

ділянки, на якій вносять добрива. Завантажувачем добрива з них майданчиків завантажуються в машини для внесення добрив, які безпосередньо вносять останні. Перевалочна технологія дозволяє провести роботи з доставки добрив в поле до агротехнічних строків їх внесення, але потребує додаткових транспортних і завантажувальних засобів. При використанні цієї технології важко підтримувати фізико-механічні властивості добрив в заданих межах.

Прямоточна і перевантажувальна технологічні схеми робіт машин найбільш економічно вигідні і забезпечують повну механізацію робіт.

В залежності від строку і цілей внесення застосовують наступні способи внесення мінеральних добрив: основне, припосівне, підживлення, запасне.

Основне внесення добрив проводиться, як правило, до посіву під основний обробіток ґрунту, або під культивуацію. Призначення основного внесення добрив: забезпечення рослин елементами живлення на весь період розвитку, підвищенні родючості ґрунту, посилення біологічної активності і покращення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Припосівне внесення добрив проводиться одночасно з посівом чи несадкою сільськогосподарських культур шляхом використання комбінованих машин.

Основне призначення цього методу полягає в забезпеченні рослин елементами живлення в період від проростання до утворення розвинутої кореневої системи.

Підживлення проводиться в період найбільшої потреби рослин в певних поживних речовинах у найвідповідальніші періоди їх розвитку, наприклад, після перезимування озимих культур, під час інтенсивного формування плодів рослин тощо.

Удобрення ґрунту в запас проводиться при наявності фінансових резервів один раз на 2-3 роки підвищеними дозами добрив з метою економії трудових і фінансових ресурсів на роботах по внесенню добрив. Цим способом можна вносити лише малорухливі в ґрунті поживні речовини, які не вимиваються талими та дощовими водами, а також не переходять у недоступні форми для рослин. На важких і середніх ґрунтах в запас можна вносити калій, а на будь-

яких ґрунтах з нормальною кислотністю – фосфор. Азотні добрива в запас не вносяться взагалі.

В залежності від розміщення мінеральних добрив по відношенню до кореневої системи рослин при удобренні ґрунту застосовуються два способи внесення: суцільний і локальний.

При суцільному внесенні добрива з максимально можливою рівномірністю розподіляють по усьому полю. Цей спосіб внесення може застосовуватись при технологіях основного і припосівного удобрення ґрунту, а також при підживленні рослин та внесенні добрив в запас.

При локальному внесенні добрива окремими осередками (стрічками чи гніздами) розміщуються на заданій віддалі від рослин. Цей спосіб може використовуватись при технологіях припосівного внесення добрив за допомогою комбінованих сівалок та при підживленні рослин, що вирощуються при широких міжрядях за допомогою культиваторів-рослинопідживлювачів.

В залежності від розміщення добрив по відношенню до поверхні ґрунту способи внесення добрив діляться на поверхневий і внутрішньоґрунтовий.

При поверхневому способі внесення добрива розсіваються по поверхні поля.

Цей спосіб може використовуватись переважно при технології основного удобрення, підживлення рослин та внесенні добрив в запас.

При основному внесенні та внесенні в запас розсіяні добрива загортаються у ґрунт плугами, або іншими ґрунтообробними знаряддями, а при підживленні рослин, лише при ранніх стадіях їх розвитку, добрива можуть загортатись у ґрунт шляхом боронування посівів.

При внутрішньоґрунтовому способі добрива вносяться у ґрунт на задану глибину. Для цього, як правило, використовуються комбіновані агрегати, які проводять сівбу, або обробіток ґрунту і його удобрення. Цей спосіб теоретично може використовуватись при усіх вищенаведених технологіях удобрення ґрунту, але найчастіше використовується при припосівному внесенні та при підживленні широкорядних посівів.

1.2. Аналіз сучасних способів внесення сипучих мінеральних добрив

Виходячи з аналізу існуючих засобів для внесення сипучих мінеральних добрив, можна заключити, що всі вони можуть поділятися:

- А) за способом внесення в ґрунт;
- Б) за технологічною схемою роботи машини;
- В) за реалізацією окремих технологічних операцій;
- Г) за конструктивними ознаками.

За способом внесення вони можуть поділятися на:

- А) машини для поверхневого суцільного внесення туків;
- Б) машини для поверхневого локального внесення туків;
- В) машини для внутрішньогрунтового суцільного внесення туків;
- Г) машини для внутрішньогрунтового локального внесення туків.

За технологічною схемою роботи всі ці машини можуть поділятися (рис. 1.1) на:

- А) сівалки;
- Б) машини з комбінованою технологічною схемою;
- В) розсіювачі.

Машини першої групи (сівалки) характерні тим, що в них вплив характеру руху туків після їх сходу з робочих органів машини на ширину захвата несуттєвий в порівнянні зі ступенем впливу процесу руху туків в її робочих елементах. Це визначається трьома головними особливостями:

1) розділенням загального потоку туків на порівняно більшу (або нескінченну при суцільному внесенні) кількість складових потоків і їх переміщенням до точок висіву в робочих елементах машини для їх внесення;

2) відсутністю додаткового розподілення туків в кінці кожного з цих потоків на смузі, подібній до загальної ширини захвату машини;

3) рівністю (або з несуттєвою різницею) робочої ширини захвату машини і її конструктивної ширини.

Машини другої групи (з комбінованою технологічною схемою) відрізняються

тим, що в них вплив польоту туків після їх сходження з робочих органів на ширину захвату рівнозначний зі ступенем впливу характеру руху добрив в робочих елементах машин до точок їх викиду з них. Ці машини

характеризуються:

1) розділенням загального потоку туків на порівняно невелику (2-5) кількість складових потоків і їх переміщенням до точок розсіву в робочих елементах машин для їх внесення;

2) додатковим розсівом туків в кінці кожного складового потоку туків на смузі, рівній загальній ширині захвата;

3) більшою ніж конструктивна ширина машини робочою шириною захвата.

НУБІП України

НУБІП України

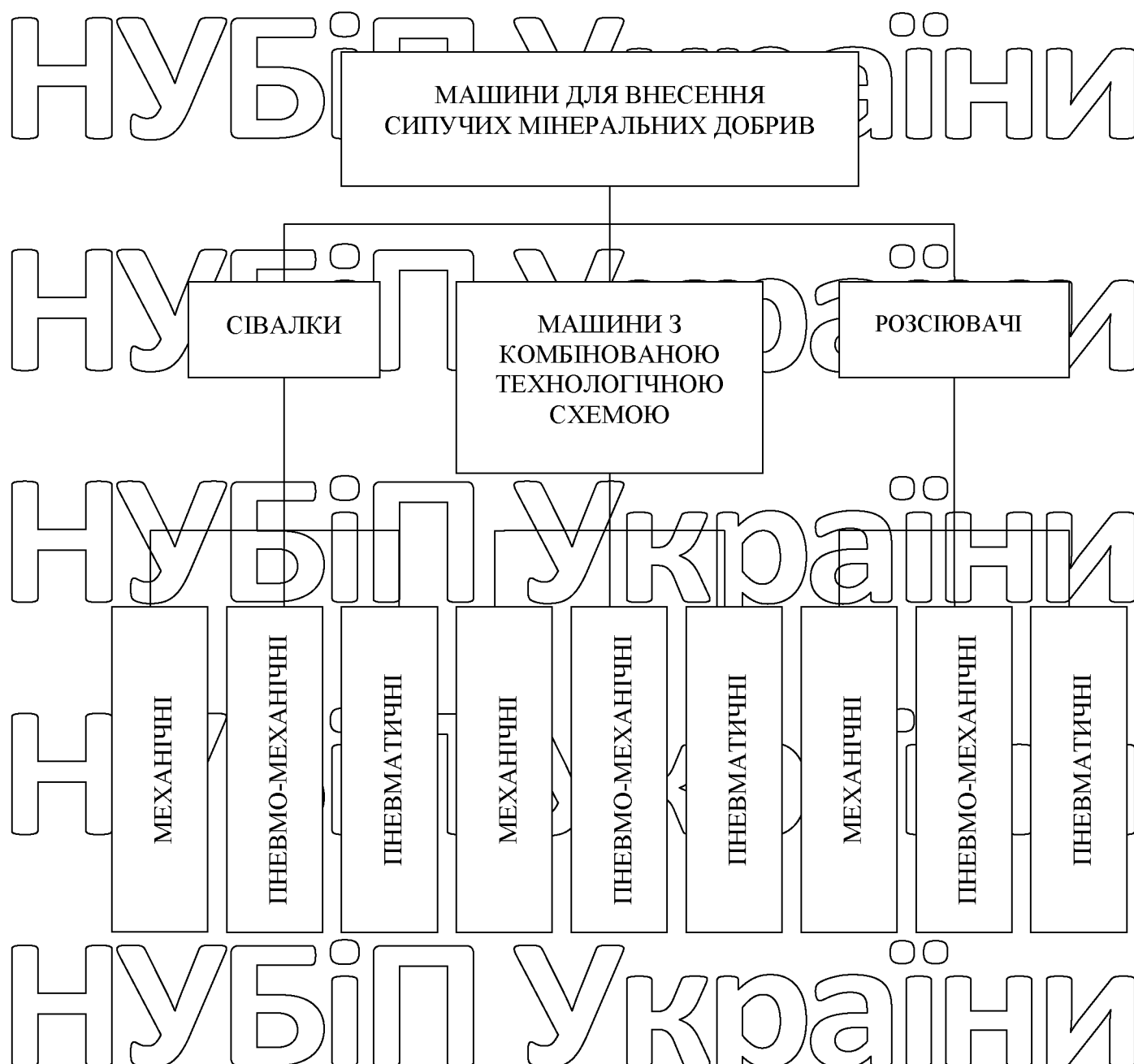


Рис. 1.1. Загальна класифікація машин для внесення сипких мінеральних добрив в ґрунт

У машин третьої групи (розсіювачів) вплив процесу руху туків після їх сходу з робочих органів на ширину захвата є вирішальним в порівнянні зі ступенем впливу поперечного переміщення туків в робочих елементах машини для їх внесення. Ці машини характерні:

- 1) повною відсутністю або мінімальним (не більше ніж на 2-3) розділенням загального потоку туків на складові потоки при незначному переміщенні добрив в елементах машини для їх внесення;

2) розсівом туків із загального або із 2-х, або 3-х їх потоків за всією шириною захвата шляхом їх вільного руху зовні машини;

3) більшою (в декілька разів) шириною її захвата в порівнянні з конструктивною шириною машини.

Слід відмітити, що машини з комбінованою схемою представляють собою комбінацію сівалки і розсіювача з можливістю виконувати процес внесення туків як за принципом сівалка-розсіювач, так і розсіювач-сівалка.

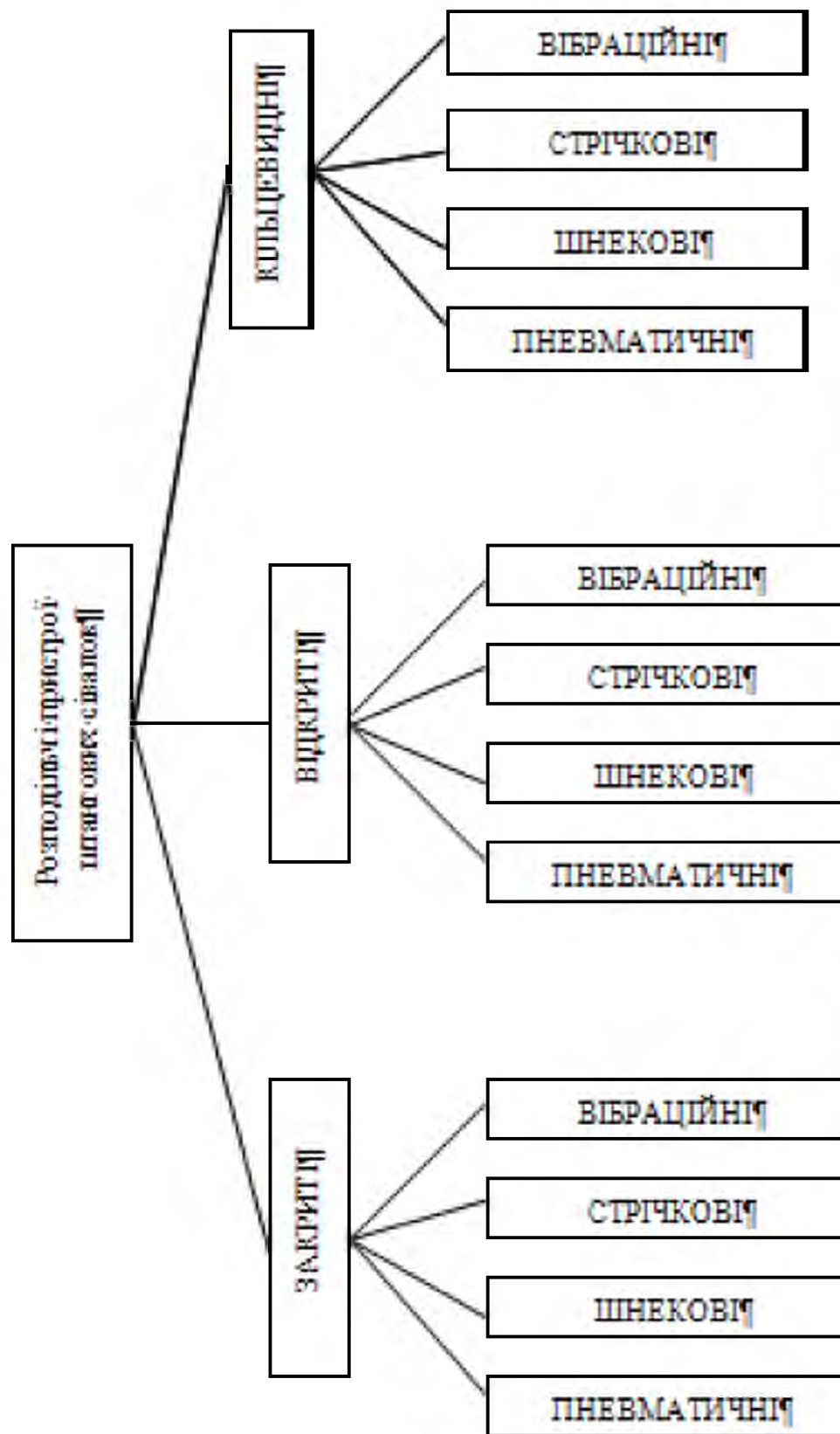
1.3. Аналіз конструкцій робочих органів машин

Конструктивні і технологічні особливості штангових туківих сівалок в найбільшій мірі визначаються конструкцією їх розподільчо-висівної системи (РВС), що включають розподільчі і висівні умови. Розподільчий пристрій (РП) системи є її базовим пристроєм і являє собою канал, що виготовлений з листового металу, який має транспортуючий механізм. В якості висівного пристрою може бути використаний будь-який туківисівний пристрій сівалки ящикового типу.

За технологічним принципом РП штангових туківих сівалок можна розділити на закриті, відкриті і кільцеві (замкнуті) (рис. 1.2).

За конструктивними ознаками РП штангових сівалок, в залежності від типу транспортуючого механізму, можна розділити на пневматичні, шнекові, стрічкові, скребкові, вібраційні, кидальні і гравітаційні.

Пневматичні штангові сівалки в даний час отримали широке розповсюдження. Для розподілу добрив за шириною захвату в цих машинах використовується пневматичний транспортер, який складається з джерела стиснутого повітря (вентилятор, або компресор), трубопроводів, що



Вис. 1.2. Класифікація розподільчих пристроїв типів смесів

виконують роль каналу для руху добрив, і пристрою для зведення їх до трубопроводу. Пневматичні транспортуючі механізми можуть

використовуватися в закритих, відкритих і кільцевих РП, хоча найбільше розповсюдження вони отримали в відкритих.

Найбільш простою з пневматичних штангових сівалок є сівалка типу „Аккорд”(Accord) (рис. 1.3), яка була розроблена німецькою фірмою „Г. Вайсте”(H. Weiste) [22].

Працює сівалка наступним чином. Атмосферне повітря нагнітається вентилятором в трубопровід, де утворюється повітряний потік. Добрива з бункера надходять в корпус висівного пристрою і заповнюють вільний міжлопатевий простір. При русі барабана вони переміщуються лопатями і в нижній його частині висипаються в ежектор, котрим вводяться в трубопровід.

Аеросуміш надходить до вертикального гофрованого каналу, де розподіляється за його перерізом, а ділильною головкою розподіляється на кілька приблизно рівних частин і після цього надходить до відкритих каналів-трубопроводів різної довжини, що закріплюються на штанзі. За цими трубопроводами добрива рухаються на різні відстані від бункера до відбиваючих пластин, що закріплені на їх кінцях, і розподіляються за шириною захвата сівалки.

Перевагою сівалки типу „Аккорд” є простота конструкції. Але при такій технологічній схемі, внаслідок порушення однорідності суміші в вертикальному каналі при його коливаннях (внесення на полі з нерівним ґрунтом), а також із-за різних швидкостей руху аеросуміші в вигнутих каналах-трубопроводах неоднакової довжини, має місце збільшення нерівномірності розподілення добрив.

Другим недоліком цієї сівалки є різка зміна, більш ніж на 90° , напрямку руху в ділильній головці аеросуміші, що призводить до значного збільшення опору руху аеросуміші і, відповідно, потребує більш високих енергозатрат і металомісткості вентилятора, і збільшується руйнування гранул.



Рис. 1.5 Пневматична сівалка „Аккорд” (Accord)
фірми „Г. Вайсте” (H. Weiste) - Німеччина



Рис. 1.4 Пневматична сівалка „Тайв” (Tive)
фірми „Скуруп-Веркен” (Skurup-Verken) - Швеція

Вказані недоліки відсутні в багатоканальних пневматичних сівалках моделі „Тайв”(Tive) (рис. 1.4) шведської фірми „Скуруп-Веркен”(Skurup-Verken) [21]. В таких сівалках також застосовано пневматичний РП. Останні моделі „Тайв” в днищі бункера мають 20 висівних пристроїв катушкєвого типу, конструктивно аналогічних туковисівним пристроям вітчизняних

комбінованих зернових сівалок. Під висівними пристроями знаходяться 20 ежекторів, з'єднаних з каналами-трубопроводами.

Характерним недоліком такої сівалки є обмежена величина вантажомісткості бункера, яка визначається його довжиною, яка в свою чергу залежить від числа висівних пристроїв. Крім того, виробнича перевірка сівалки показала, що над висівними пристроями часто утворюються стійкі куполи добрив.

Перелічених недоліків позбавлена пневматична сівалка відкритого типу

„Уста-Матік” (Usta-Matic) (Рис. 1.5) шведської фірми „Уста Маскінер” (Usta Maskiner) [24]. Вона має технологічну схему, близьку до сівалки „Тайв”.

Конструктивна відмінність полягає в тому, що подача добрив до каналів-трубопроводів відбувається за допомогою ланцюгових висівних апаратів, які утворені у випускного вікна бункера ланцюговим живильником і пластинчастими деталями. Використання ланцюгових висівних апаратів такої будови обмежує кількість каналів-трубопроводів. Тому на випускних кінцях останніх встановлено не пластичасті відбивачі, як в попередніх сівалках, а крильчатки, що обертаються. В результаті чого крок їх встановлення можна збільшити до 1,5 м.

Характерно, що в усіх розглянутих сівалок („Аккорд”, „Тайв”, Уста-Матік[®]) для стійкого транспортування гранульованих добрив швидкість повітряного потоку в каналах-трубопроводах повинна бути більше 22 м/с

[13]. При такій швидкості переміщення гранули інтенсивно руйнуються на вигинах каналів (в колінах), що призводить до зменшення ефективності застосування добрив. Крім цього, пил що утворюється може разом з повітрям, яке відходить, підніматися в атмосферу. Ця обставина обмежує використання відкритих пневматичних РП.



Рис. 1.5. Пневматична сівалка „Уста-Матік” (Usta-Matic) фірми „Уста Маскінер” (Usta Maskiner) - Швеція

Пневматичні сівалки придатні для висіву тільки добрив, показники якості яких відповідають стандартам. При висіванні добрив великої вологості відбувається залипання каналів-трубопроводів, а при висіванні добрив, що мають грудки, можливе забивання (завал). Вірогідність утворення завалів збільшується зі збільшенням дози внесення добрив від $500 \frac{\text{кг}}{\text{га}}$ і більше.

Пневматичні сівалки не мають фіксованої ширини захвату, внаслідок чого вони повинні працювати з перекриттям суміжних проходів.

Одним з варіантів пневматичної сівалки з відкритим РП є пневмовідцентрова сівалка моделі 519 англійської фірми „Джонс Бейлерс” (Jones Balers) (рис. 1.6). Характерною її особливістю є подача добрив висівним апаратом із бункера не до каналу-трубопровода, а до вентилятора. Крильчаткою вентилятора виконується попередній розгін добрив, котрі отримують певну швидкість. Тому на пневмовідцентрових сівалках використовуються вентилятори з більш низьким напором, ніж на пневматичних [18].



Рис. 1.6 Пневмовідцентрова сівалка моделі 5100
фірми „Джонс Бейлерс” (Jones Balers) – Великобританія



Рис. 1.7 Одноканальна пневматична сівалка РУП-14
(Запорізьський НКТІМ сільгоспхімаш)

Подача добрив до вентилятора викликає додаткове руйнування гранул лопатями крильчатки при їх зіткненні і защемленні між кожухом і крильчаткою. Скорочується також і строк використання вентилятора із-за

корозії крильчатки і кожуха при їх контакті з добривами. При розробці широкозахватних високопродуктивних машин для внесення добрив використовувати пневмовідцентрові схеми нецільно.

Наявність великої кількості каналів-трубопроводів в широкозахватних сівалках з відкритими пневматичними РП представляє деяку складність при компоновці машини, надає конструкції громіздкість і знижує її естетичну досконалість. Тому ведуться роботи по створенню пневматичних сівалок з одним каналом РП. Прикладом цього є машина РУП-14 [9] (рис. 1.7).

Ця машина має герметичний бункер, виконаний у вигляді цистерни, в нижній частині якої встановлені аераційний жолоб, закритий РП і висівні апарати. РП включає канал, виконаний в вигляді циліндричної труби, що має в середині аератор, яка в середній частині сполучається з бункером, а на обох його кінцях встановлені заглушки і пневматичний транспортуючий механізм.

Висівні апарати пневматичного типу розміщені в нижній частині каналу за всією його довжиною і представляють собою отвори, що мають заслінки для регулювання їх величин. При подачі компресором в аераційний пристрій повітря добрива отримують текучість і під дією тиску переміщуються по каналу одночасно за всією його довжиною, тобто за всією шириною захвата.

Шнекові і **гігантові** сівалки розподіляють добрива за шириною захвата одним або системою шнеків. Шнекові транспортуючі механізми також, як і пневматичні, можуть використовуватись в закритих, відкритих і кільцевих РП.

Найбільш простими і розповсюдженими із машин цієї групи є сівалки з відкритими РП.

Такою шнековою сівалкою є „ДП 5000” (ZG 5000), розроблена фірмою „Амазонен-Верке” (Amazonen-Werke) (рис. 1.8) в Німеччині [21].

В процесі роботи сівалки вся доза добрив із бункера через випускне вікно транспортується транспортером в канал-жолоб, де вона захоплюється



Рис. 1.8 Шнекова сівалка „ЦУ 5000“ (ZG-5000)
 фірми „Амазонен-Верке“ (Amazonen-Werke) - Німеччина



Рис. 1.9 Шнекова сівалка „Перфект 2000“ (Perfect 2000)
 фірми „Діадем“ (Diadem) - Німеччина

гвинтом і розподіляється за шириною захвата, одночасно частково висівається апаратом. Для забезпечення нормальної роботи всіх висівних пристроїв живильник подає добрив трохи більше, ніж їх висівається. Тому

деяка кількість добрив разом з грудками скидається через вікна, що розташовані на кінцях канала-жолоба.

Шнекові сівалки з відкритим РП менш вибагливі до якості добрив, бо комки руйнуються шнеком або викидаються через вікно канала-жолоба. Крім того, вони добре вписуються в технологічну схему відцентрового розкидача, і тому доцільно шнекову РВС виготовляти як приставку.

Транспортування добрив гвинтом над висівними апаратами відбувається порціями, розміри яких зменшуються з мірою наближення добрив до випускного вікна канала. В результаті центральні висівні пристрої мають подачу більшу, ніж периферійні, спостерігається живильна нестача периферійних висівних пристроїв. Порційна подача призводить до порційного висіву. З цього випливає, що ці явища збільшують нерівномірність висіву добрив як за шириною захвата, так і за напрямом руху.

Вказаних недоліків не має шнекова сівалка з закритим РП моделі „Перфект 2000” (Perfect 2000) (рис. 1.9) [27].

Працює сівалка „Перфект 2000” наступним чином. Добрива, завантажені в бункер, гравітаційно надходять до канала-жолоба і заповнюють середню частину шнека. При обертанні гвинта добрива захоплюються його витками і рухаються в протилежних напрямках, заповнюючи канал-жолоб за всією довжиною, а одночасно з цим відбувається їх висів гребінчастими пристроями. З бункера гвинтом подається більше добрив ніж висівається пристроями, в результаті цього через деякий час канал-жолоб повністю заповнюється добривами. В цей момент датчик, який встановлено в каналі, вимикає електрогідравлічний пристрій привода гвинта і добрива в канал-жолоб не надходять. Після того як рівень добрив в каналі-жолобі знизиться, датчик знову вмикає

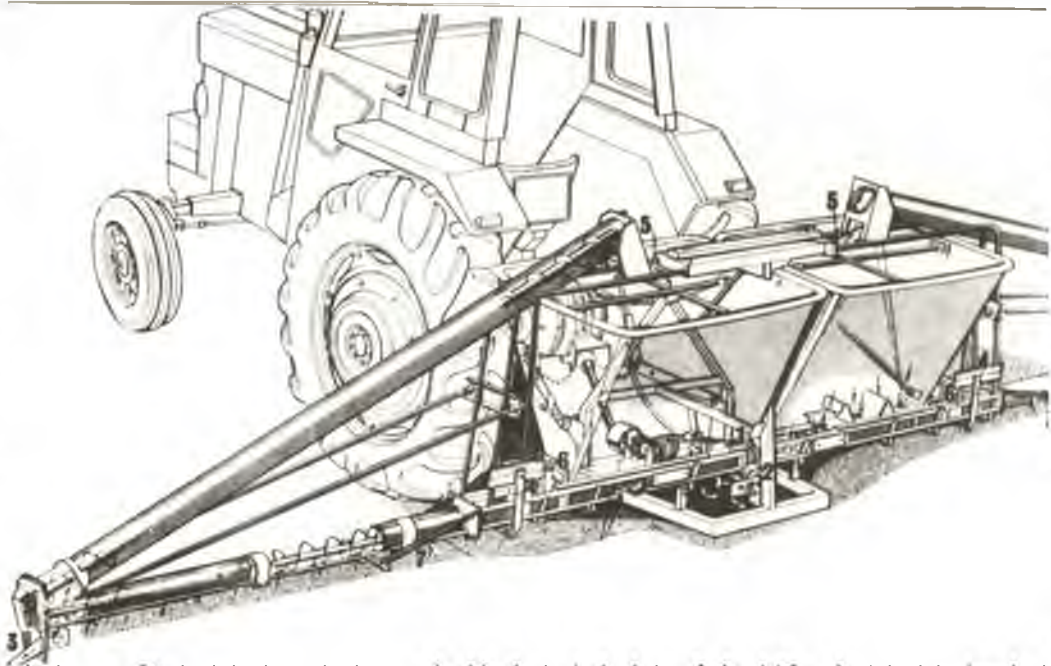


Рис. 1.10 Шнекова сівалка „Лістер” (Lister)
 фірми „Лістер” (Lister) – Великобританія



Рис. 1.11 Стрічкова сівалка „Куксманн 413” (Kuxmann 413)
 фірми „Куксманн” (Kuxmann) - Німеччина

електрогідравлічний пристрій і гвинт знову подає добрива з бункера до каналу-жолобу.

Наявність електрогидравлічного пристрою привода гвинта і висівних пристроїв гребінчастого типу з індивідуальним приводом кожної групи значно ускладнює конструкцію сівалки, збільшує її вартість і знижує надійність роботи. Крім того, сівалка може працювати задовільно тільки на добривах, що не містять грудки і сторонніх предметів, які будуть накопичуватися в кінцях шнека і призведуть до його забивання.

Перерахованих недоліків не має шнекова сівалка з замкнутим РП, що був розроблений фірмою „Лістер” Lister, Великобританія [23] (рис. 1.10). В цій сівалці, на відміну від попередніх, кінці канала-жолоба розподільчого шнека відкриті, а для повернення надлишків добрив в бункер є додаткові похилі шнеки. Висівні її пристрої гравітаційного типу – аналогічні апаратам сівалки „ЦГ 5000”.

Загальним недоліком, характерним для сівалок зі шнековим замкнутим РП, є громіздкість конструкції, значне руйнування гранул похилими шнеками.

Шнекові штангові сівалки в порівнянні з пневматичними хоча і мають де що більшу металомісткість, і потрібно піклуватися про антикорозійне покриття шнеків – не розпилюють добрива під час висіву, менш вимогливі до їх якості, забезпечують внесення основної дози як гранульованих, так і порошковидних мінеральних добрив, що визначає їх широке розповсюдження за кордоном. Ширина захвата таких сівалок від 6 до 10 м, бункер місткістю від 700 до 8000 кг.

Стрічкові штангові сівалки. В якості транспортуючого пристрою використовується гладка гнучка стрічка, встановлена на ведучому і веденому барабанах. Застосовується стрічкові транспортуючі пристрої в закритих і відкритих РП. В Західній Європі широке розповсюдження отримали сівалки з закритим РП, розроблені фірмою „Куксманн” (Kuhn), Німеччина [25] (рис. 1.11).

Працюють сівалки наступним чином. Добрива з бункера надходять до канала-жолоба і розміщуються на стрічках транспортерів. При русі останніх добрива розподіляються за всією довжиною канала-жолоба і одночасно

висіваються пальцями, прикріпленими до стрічки. Добрив з бункера надходить на стрічку більше, ніж їх висівають пальцями, канал-жолоб поступово повністю заповнюється, при цьому на кінцях канала добрива утримуються заглушками. Після чого подальше надходження добрив в канал-жолоб припиняється. Завдяки ковзанню добрив по стрічці не відбувається забивання РП.

Створені технологічні схеми стрічкових сівалок з відкритим РП. Так, в Німеччині розроблено сівалку, в якій під бункером встановлено паралельно кілька ланцюгових транспортерів різної довжини, причому кожна стрічка працює незалежно від другої. Добрива з бункера забираються всіма стрічковими транспортерами, переміщуються і сходять на їх кінцях.

Перевагою стрічкових сівалок перед шнековими є велика антикорозійна стійкість еластичної стрічки. Їх недоліком є складність виготовлення спеціальної стрічки, складність забезпечення надійного ущільнення між нею і каналом-жолобом, більш високі вимоги до підготовки добрив, збільшення нерівномірності висіву внаслідок буксування стрічки при недостатньому її натягу.

Скребокві штангові сівалки мають транспортуєчий пристрій, який представляє собою ланцюг або стрічку до якої прикріплено скребки (рис. 1.12).

В процесі роботи сівалки добрива надходять з бункера в канал-жолоб, захоплюються скребками транспортера і переміщуються по його днищу. Так як ширина днища зменшується, то добрива поступово скребками зкидаються з днища, тобто висіваються за всією шириною захвата.

Основним недоліком такої сівалки, що включає її практичне застосування, є висока нерівномірність розподілення добрив із-за передчасного їх зсипання із висівного днища при коливаннях сівалки на

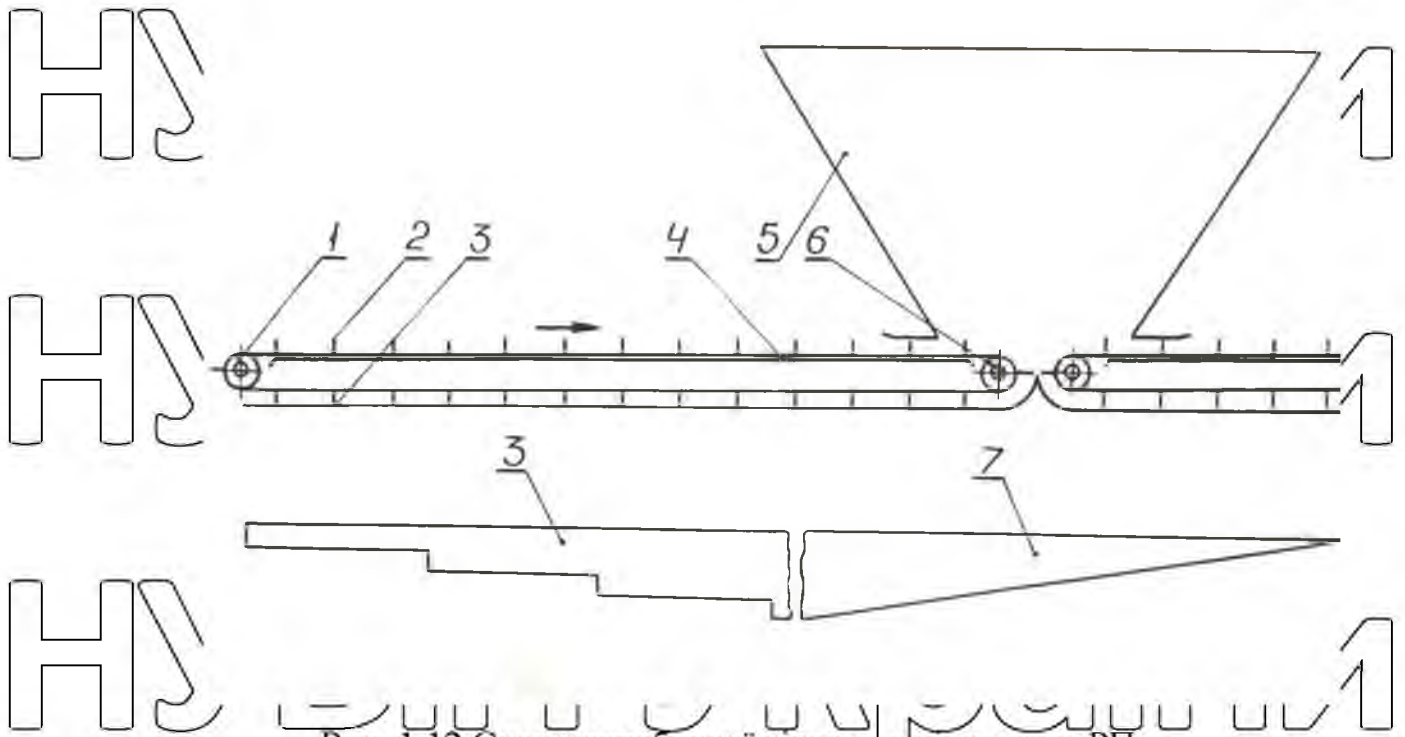


Рис. 1.12 Схема скрепкової сівалки з відкритим РП:

1 – ведений барабан; 2 – скрепки; 3 – висівний пристрій для стрічкового внесення добрив; 4 – стрічка транспортера; 5 – бункер; 6 – ведучий барабан; 7 – висівний пристрій для суцільного внесення добрив

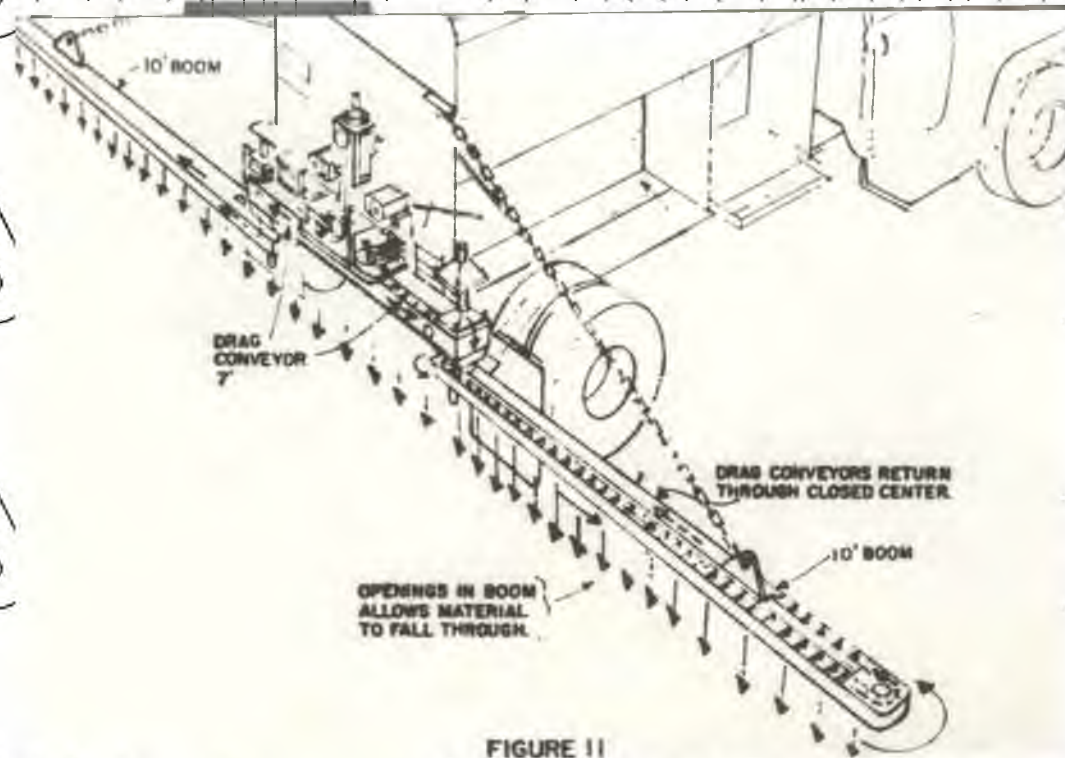


FIGURE 11

Рис. 1.13 Схема скрепкової сівалки з кільцевим РП - США
нерівній поверхні ґрунту, а також із-за нерівномірного переміщення добрив скрепками.

Вказаних недоліків позбавлена скребкова сівалка з кільцевим РП (рис. 1.13), розроблена в США [20].

В процесі роботи сівалки добрива із бункера живильником направляються до центральної секції канал-жолоба, з якої скребковим транспортером пересуваються до бокових секцій. В результаті в секціях транспортерами створюються три замкнуті потоки добрив, з яких вони висіваються гравітаційними апаратами, а на їх місце поступають нові порції з бункера.

Кидальні штангові сівалки (рис. 1.14) мають транспортуючий механізм, який розподіляє добрива по каналу шляхом вільного польоту їх частинок за рахунок певної початкової швидкості. Для розгону частинок добрив використовують кидальні робочі органи, що виконані у вигляді лопатевого ротора з вертикальною або горизонтальною віссю обертання.

АЧМСГ розробив сівалку, яка працює за наступним принципом. Завантажені в бункер добрива висіваються апаратом на ротори, що обертаються, лопатки яких захоплюють їх частинки, розганяють і направляють в канал. За рахунок отриманої швидкості добрива розподіляються за всією довжиною каналу і відбиваючись від його гофрованої верхньої стінки потрапляють до ліжки і висіваються.

Хоча кидальна штангова сівалка і більш проста за конструкцією в порівнянні з раніш розглянутими, досконалість її технічного процесу викликає значний сумнів.

Гравітаційні сівалки мають похилі канали, за якими відбувається розподілення добрив за шириною захвата. Гравітаційні транспортуючі механізми використовуються тільки в відкритих РП. На (рис. 1.15) представлено гравітаційну штангову сівалку, технологічну схему якої розроблено в Німеччині [26].

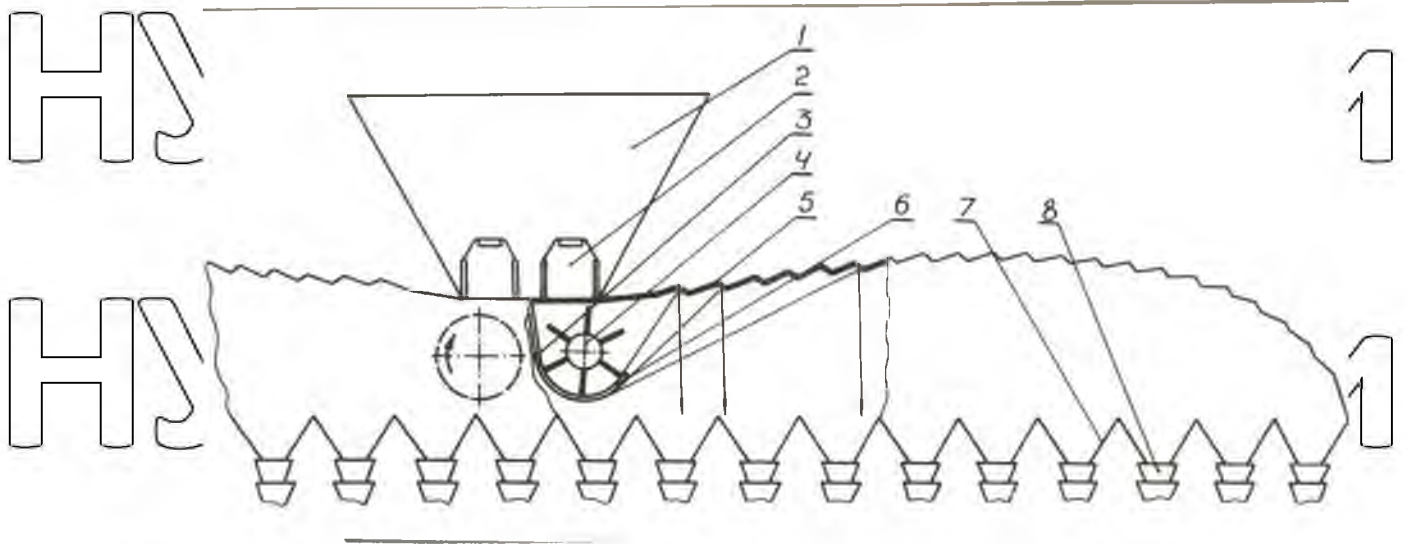


Рис. 1.14 Схема кидальної сівалки з відкритим РП (А.П.МСГ).

1 – бункер; 2 – регулятор дози внесення; 3 – туконаправник; 4 – ротор; 5 – схід каналу; 6 – щиток; 7 – воронка; 8 – тукопровід

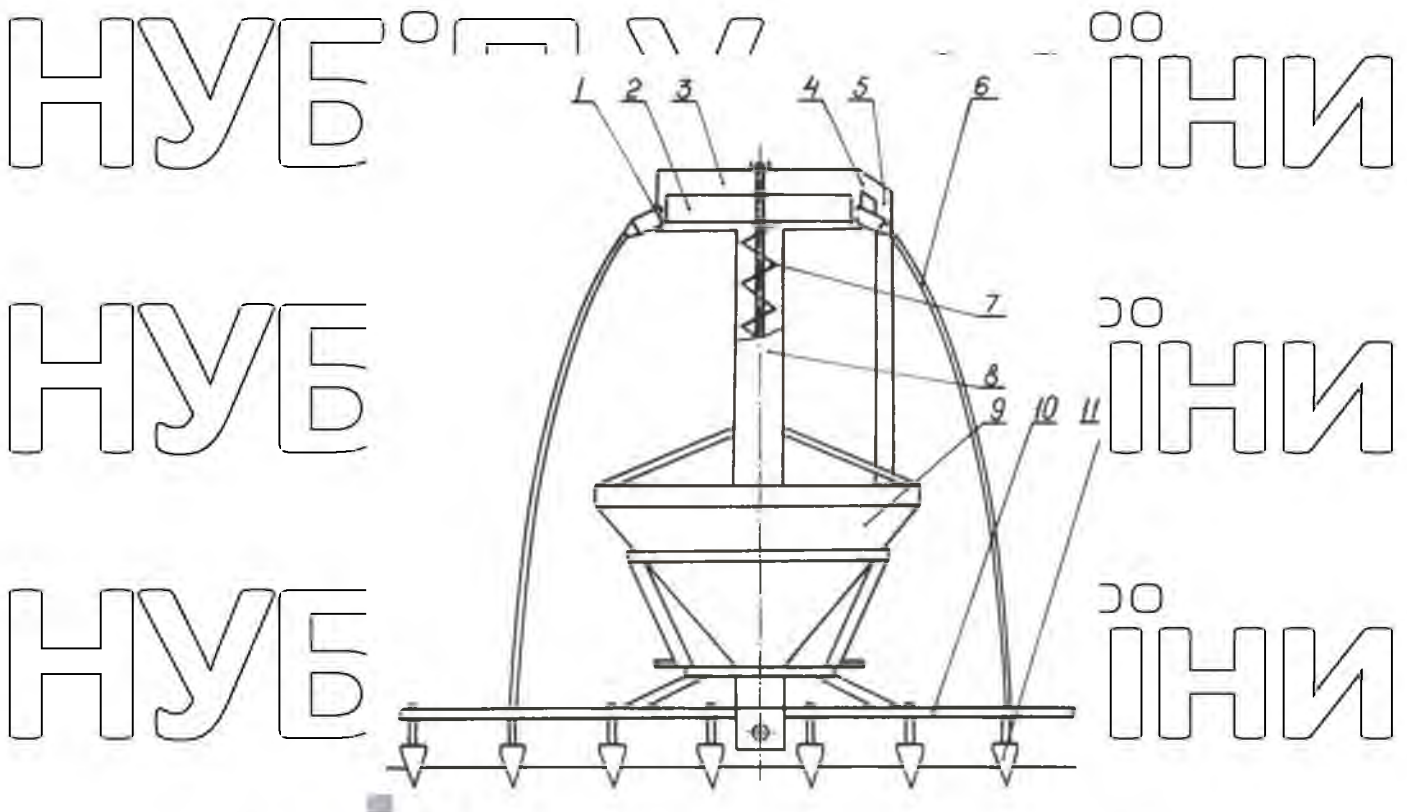


Рис. 1.15 Схема гравітаційної сівалки з відкритим РП – Німеччина

1 – отвори; 2 – крильчатка; 3 – кожух висівного апарата; 4 – випускне вікно; 5 – лоток повернення; 6 – канал-трубопровід; 7 – гвинт; 8 – кожух; 9 – бункер; 10 – брус; 11 – загортаючий робочий орган

В процесі роботи сівалки добрива підхоплюються з бункера шнеком і піднімаються до висівного пристрою, де поступають на крильчатку і транспортуються нею до регулюючих отворів, через які подаються до похилих каналів-трубопроводів. Останніми добрива розподіляються за шириною захвата машини. Так як шнеком добрива потрібно подавати більше, ніж їх висівається висівними апаратами, то поступово їх рівень в висівному апараті збільшується, і надлишки за лотком зсипаються до бункера. Перевагою гравітаційних штангових сівалок є простота конструкції РП і мала енергоємність. Однак, гравітаційні сівалки ефективні лише при виконанні їх з невеликою шириною захвата.

Вібраційні сівалки з РП відкритого типу розроблені в США. Добрива в цій сівалці висіваються з бункера і розподіляються за кількома поточками, потім індивідуальним для кожного з них вібруючим каналом розподіляються за шириною захвата. Суттєвим недоліком такої сівалки є громіздкість її конструкції, яка особливо проявляється при створенні широкозахватних сівалок.

В ІМЕСГ розроблено технологічну схему вібраційної штангової сівалки з закритим РП (рис. 1.16), яка позбавлена вказаних недоліків [1]. Два розподільчих вібруючих канали сівалки з'єднані через гнучкі рукава з бункером, а висівні отвори виконані в нижній частині вібруючого каналу.

Загальним недоліком вібраційних сівалок є передача вібрації РП до конструктивних елементів всієї машини, що значно зменшує її довговічність.

Названі сівалки внаслідок малого об'єму бункера доцільно використовувати в умовах виконання невеликих обсягів робіт. В умовах індустриального вирощування сільськогосподарських культур перспективним є застосування машин, обладнаних штанговими пневматичними висівними системами.

Вони зручні для механізованого завантаження їх кузовів туками, їх можна експлуатувати в умовах вітряної погоди, забезпечують високу якість внесення туків, нерівномірність внесення не перевищує $\pm 10\%$.

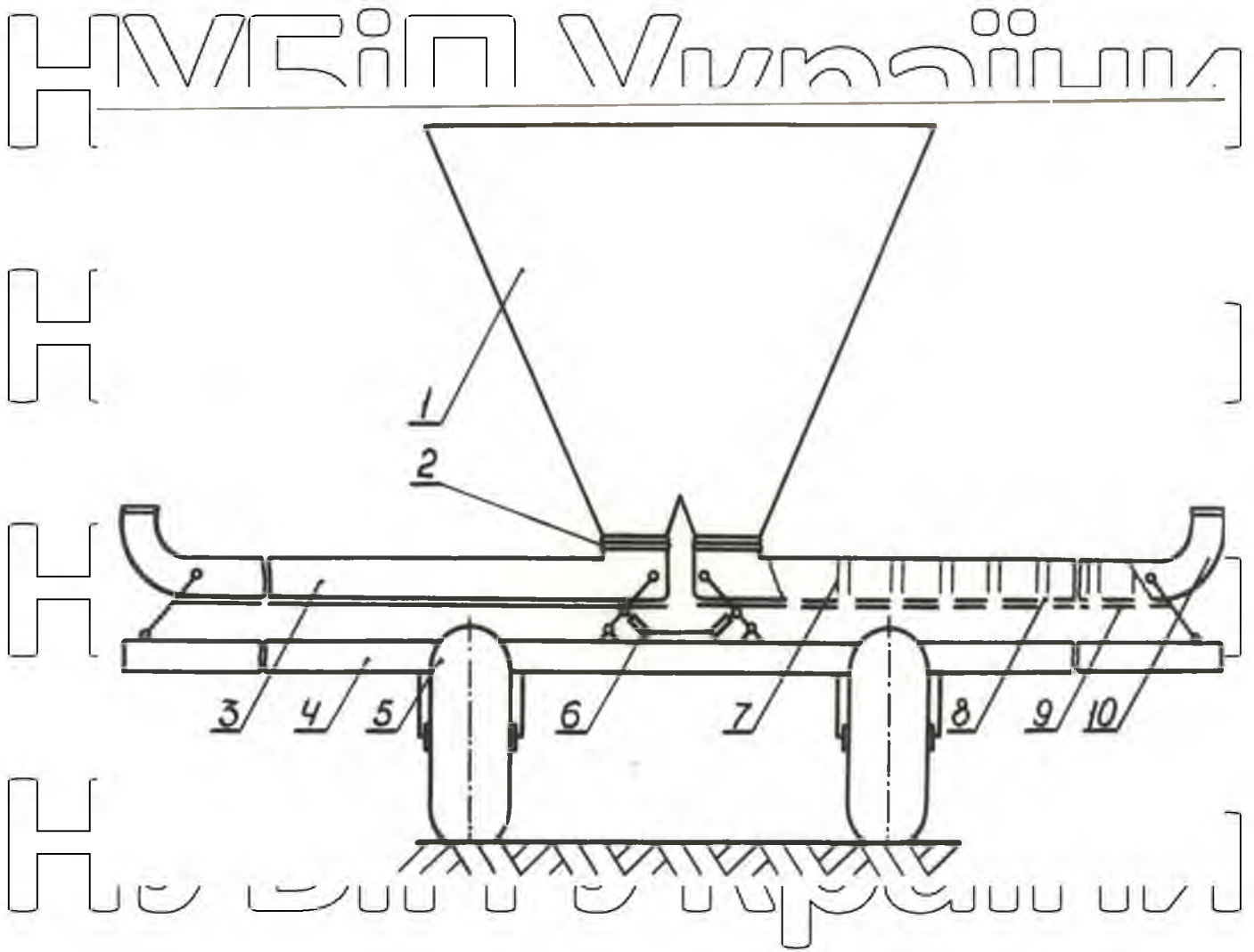


Рис. 1.16 Схема вібраційної сівалки з закритим РП (ІМЕСГ):

1 – бункер; 2 – гнучкий рукав; 3 – канал; 4 – рама; 5 – ходове колесо; 6 – вібратор; 7 – прутики; 8 – висівні отвори; 9 – регулююча заслінка; 10 – вигнута ділянка каналу

Висновки по розділу 1:

Аналіз технологій, машин та робочих органів для внесення твердих мінеральних добрив показав про необхідність розробки штангових пневматичних висівних систем для покращення якості розподілу добрив по поверхні поля.

2. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ

МАШИНИ

2.1. Фізико-механічні властивості твердих мінеральних добрив, що визначають процес їх руху в робочих органах туковисівних машин

Загальновідомо, що характер процесу руху туків в робочих органах машин по їх внесенню залежить від типу робочого органу і визначається тими, або іншими факторами. Визначаючим фактором процесу руху туків в відцентрових дискових і маятникових робочих органах, що визначається із властивостей сипучих мінеральних добрив, являється коефіцієнт тертя частин туків по матеріалу робочого органу [12, 14, 15]. Для різних сипучих мінеральних добрив його значення приводиться в ряді робіт [15, 16]. В пневматичних і пневмомеханічних робочих органах крім цього фактора має значення така характеристика частинок сипучих мінеральних добрив, як швидкість її вітання. Для процесу роботи чисто пневматичних робочих органів, а також процесу розсіву туків по поверхні поля шляхом їх викиду в повітряне середовище, яке являється головним визначаючим фактором процесу [5, 6]. Швидкість вітання представляє собою узагальнену аеродинамічну характеристику частинок сипучого матеріалу, що включає значення середнього діаметра частинок, густину складової їх речовини, шорсткість їх поверхонь, геометричну форму і т.д. З іншого боку, вона залежить і від параметрів потоку [7].

Табл. 2.1 Деякі характеристики мін. добрив

Мін. добрива	Густина (кг/м ³)	Об'ємна маса (кг/м ³)	d част. (мм)
1	2	3	4
Суперфосфат: порошкоподібний	2120	840	0,56
Гранульований	2180	1080	2,3
Фосфатшлак	2720	1620	0,2
Аміачна селітра	1500	780	1,34
Мочевина	1250	700	1,09
Сульфат амонію	1700	830	0,38
Калієва селітра	1790	1050	0,27
Сульфат калію	2200	1200	0,25
Хлористий калій	1740	1140	0,41
Калійна сіль	1760	1230	0,47

Частина із перелічених характеристик сипучих мінеральних добрив добре вивчена і представлена в відповідних літературних джерелах [5, 6]. З них випливає, що сипучі мінеральні добрива представляють собою полідисперсні матеріали, гранулометричний склад і густина речовини яких змінюється в доволі широких межах в залежності від виду і форми.

Наприклад, суперфосфат порошковидний вміщує спектр частинок від діаметра менше 0,25 мм до 5 мм включно. Змінюється різниця в гранулометричному складі і між видами добрив. В той час, коли фосфатшлак на 82% складається з частинок менше 0,25 мм, гранульований суперфосфат на 97% складається з частинок більше 1 мм в діаметрі. Це стосується і густини їх

речовини. Так густина туків коливається від $1250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ для мочевины до 2720

$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ у фосфатшлака. Відмічені обставини зумовлюють широке коливання і в

значеннях швидкості їх вітання – від 0,1 до 17,5 м/с [5]. В свою чергу це призводить до того, що показники якості розподілення добрив як односторонніх так і їх сумішей пневматичними машинами виявляються значно вище, ніж механічно кидковими і центробіжними робочими органами [5, 8].

При необхідності враховувати співудари частинок туків з поверхнею робочих органів має значення така характеристика, як коефіцієнти відновлення при ударі об стінку, данні про які для основних видів туків є в літературних джерелах [19].

2.2. Агротехнічні та експлуатаційні вимоги до машини

За агрономічними вимогами машини для поверхневого внесення добрив повинні забезпечувати їх внесення дозами в межах 100...1000 кг/га з нерівномірністю розподілення до 20%.

Нерівномірність по ходу руху машини повинна бути в межах до 10%, відхилення доз внесення – до 5%. Машини повинні забезпечувати вказані показники при швидкості вітру до 2 м/с.

Доза внесення добрив не повинна залежати від швидкості руху агрегату. Робочі органи повинні забезпечувати відповідні показники якості внесення на полях, схил яких не перевищує 8° при розсіюванні добрив, вміст масової частини води яких і гранулометричний склад відповідають ДСТУ.

Робоча ширина захвата повинна складати 10,6 м. Крім того, при роботі машини на підкормці зернових робочі органи не повинні пошкоджувати рослини.

Робочі органи машини не повинні пошкоджувати гранули добрив.

Конструкція машини повинна забезпечувати зручне завантаження машини механізованим способом. Машина повинна бути придатною для внесення добрив, як по прямоточній схемі, так і по перевантажувальній.

Машина повинна бути зручною для перевезення різними видами транспорту, а в зібраному вигляді у транспортному положенні її ширина не повинна перевищувати 2,5 м.

Перевід штангових розсіювальних робочих органів з транспортного положення в робоче і навпаки повинен здійснювати тракторист з кабіни трактора шляхом використання виконавчого механізму машини, який з'єднаний з гідросистемою трактора.

2.3. Обґрунтування конструкції та функціональної схеми удосконаленої машини

Сучасний етап розвитку системи точного землеробства передбачає внесення туків диференційованими дозами на окремих ділянках поля. В таких умовах зручними в застосуванні будуть машини, що забезпечують внесення туків без перекриття суміжних проходів.

В нашій країні було зроблено ряд спроб створити машини для внесення туків із застосуванням штангових пневматичних висівних систем., але вони мали ряд суттєвих недоліків і тому не знайшли широкого застосування у сільськогосподарському виробництві.

Машини РУМ-5-03 були створені на базі серійних машин РУМ-5 і мали високий рівень уніфікації з останніми. Однак встановлення завантажувальних горловин ежекторів під випускним вікном бункера перпендикулярно до осі машини обмежувало їх кількість і розміри. В результаті цього у них мало місце зависання добрив, що призводило до порушення технологічного процесу. Цей недолік особливо проявлявся при роботі машини на туках, що мали підвищену вологість.

Вказаний недолік було усунуто при створенні машини ПШ-21,6 шляхом виконання кромки днища бункера за його межами під кутом до осі машини і встановлення під вказаною кромкою завантажувальних горловин ежекторів

Однак таке виконання машини призводить до підвищення її матеріаломісткості, збільшення довжини та ускладнення конструкції.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в пневматичній машині для внесення туків, яка містить кузов, двохвальний перфорований живильник, що охоплює його днище, регульовану заслінку, встановлену над верхньою ланкою живильника, джерело стиснутого повітря, до якого приєднані матеріалопроводи різної довжини, котрі обладнані ежекторами і спрямовані уперек повздовжньої осі кузова, відповідно до винаходу, під нижньою ланкою живильника закріплено жолоб, один кінець якого огинає вал живильника, а зріз його протилежного кінця виконаний під гострим кутом до повздовжньої осі бункера і біля цього зрізу розташовані ежектори.

Завдяки такому виконанню машини знижується металомісткість за рахунок зменшення довжини її рами і живильника, а також спрощується конструкція повітрепроводу для підведення стиснутого повітря від його джерела до ежекторів та полегшується до них доступ при обслуговуванні за рахунок розташування ежекторів під нижньою ланкою живильника.

Пневматична машина для внесення мінеральних добрив містить кузов 4 (рис. 2.1), встановлений на рамі 7, днище 3 якого охоплює перфорований живильник 2, котрий включає планково-прутковий тяговий орган, змонтований на двох валах 11. Над верхньою ланкою живильника 2 встановлена регульовальна заслінка 1 для зміни дози внесення туків, а під його нижньою ланкою закріплений жолоб 6, один кінець якого огинає вал 11, а зріз (край) 10 його протилежного кінця виконаний під гострим кутом до повздовжньої осі кузова 4. На рамі 7 встановлено джерело стиснутого повітря 5, наприклад, відцентровий вентилятор, до якого через повітрепровід

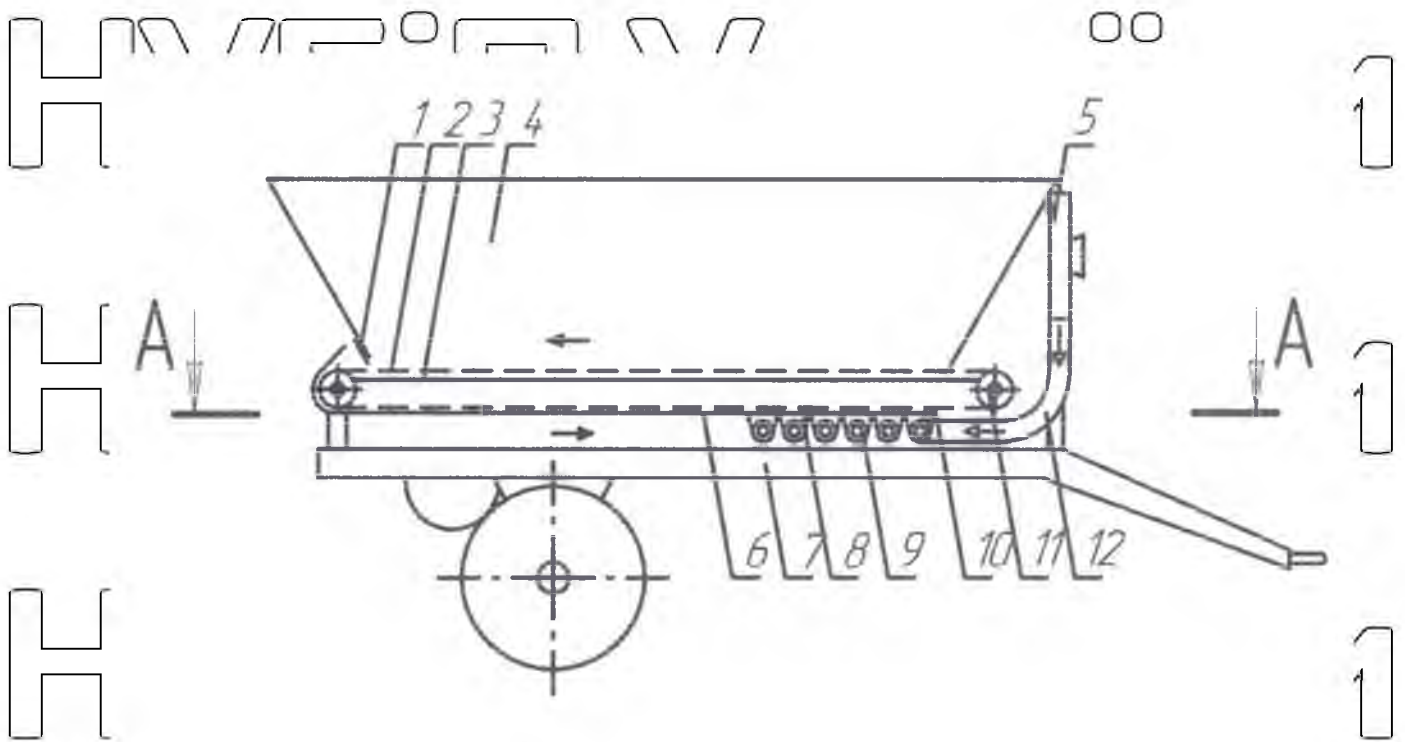


Рис. 2.1 Функціональна схема удосконаленої машини

12 приєднано матеріалопроводи 14 різної довжини, котрі обладнано ежекторами 9 з лійками 8, що розміщені біля обрізу 10 жолоба 6. Матеріалопроводи 14 розміщені під нижньою ланкою живильника 2, спрямовані уперек повздовжньої осі кузова 4, а їх вихідні кінці обладнані розсіювачами 13 аеросуміші.

Під час роботи пневматичної машини завантажені туки виносяться у відрегульованій заслінкою 1 дозі, верхньою ланкою живильника 2 із кузова 4 і подаються на жолоб 6, по якому транспортуються нижньою ланкою живильника 2 у зворотньому напрямку. Стиснуте повітря від джерела 5 через повітропровід 12 поступає в матеріалопроводи 14, за ежекторами 9 рухається повітряний потік. Туки, які транспортуються по жолобу 6, при проходженні його зрізу 10 просіваються крізь перфорації (мікروطковий простір) нижньої ланки живильника 2 в лійки 8, через які поступають в ежектори 9. В останніх туки змішуються з повітряним потоком, і утворена аеросуміш транспортується по матеріалопроводах 14 (рис. 2.2), до розсіювачів 13, якими потік розсівається і у вигляді віяла викидається в атмосферу. Під дією одержаної кінетичної

енергії і сили земного тяжіння туків, які перейшли у вільний політ, розсіваються і осідають на поверхню ґрунту.

Завдяки виконанню матеріалопроводів 14 різної довжини і установці розсіювачів 13 з постійним кроком досягається якісне внесення туків за робочою шириною захвата машини.

Виде описана машина має відмінні конструктивні ознаки, які дозволяють отримати позитивний ефект.

A - A

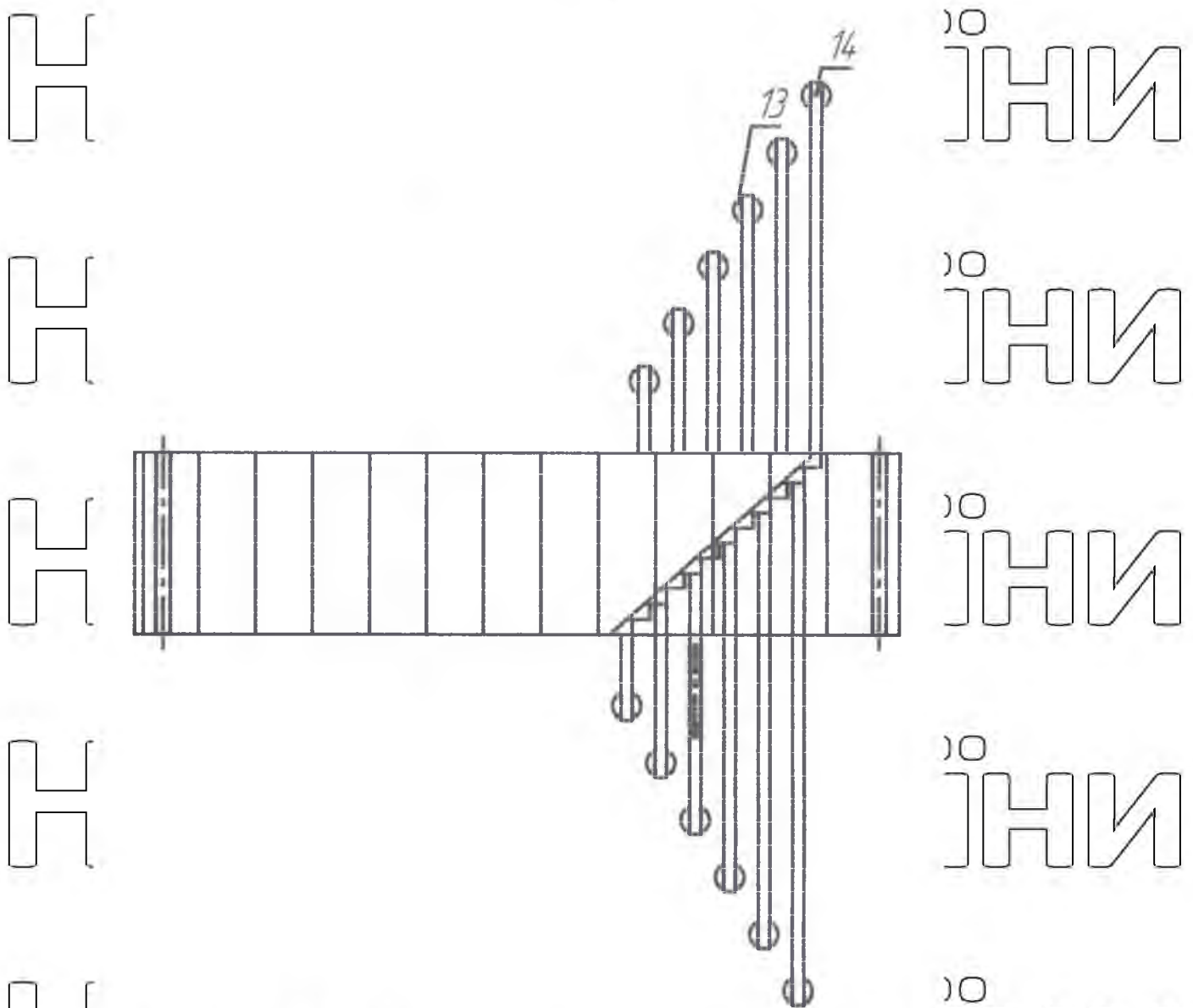


Рис 22. Функціональна схема удосконаленої машини

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Дослідження процесу розподілу добрив розсівальними пристроями.

В процесі роботи машини аеросуміш, утворена добривом і стиснутим повітрям, виходить з пневматичних каналів у напрямі конусних розсіювачів і ударяється об їх поверхню. Після удару частинки добрива відбиваються від поверхні розсіювача під певним кутом до горизонту і розсіваються вздовж ширини захвату машини. Добрива скоюючи з кожного із розсіювачів розподіляються по поверхні поля в певних межах, як це показано на рис. 3.1

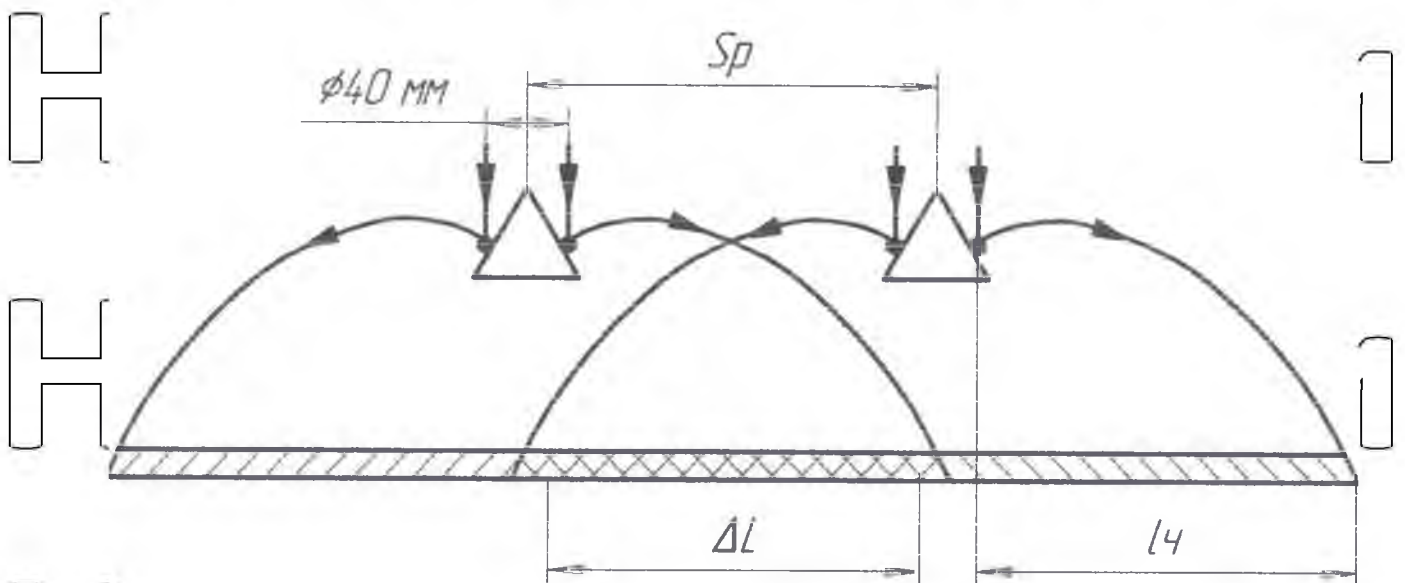


Рис. 3.1 Схема для обґрунтування кроку установки розсіювачів.

S_p – крок установки розсіювачів; $L_ч$ – дальність польоту добрив; ΔL – ширина зони перекриття.

На рівномірність внесення добрив впливають, як конструктивні параметри розсіювачів (висота установки розсіювачів над поверхнею поля, форма виконання їх робочої поверхні), так і крок установки самих розсіювачів. В зв'язку з цим їх встановлюють з певним кроком, при якому забезпечується перекриття робочих зон суміжних розсіювачів.

Для обґрунтування кроку установки розсіювачів проаналізуємо зв'язок між вказаними параметрами розсіювачів, дальністю розсіювання добрив з врахуванням аеродинамічних властивостей добрив та їх фракційного складу.

При цьому прийmemo: частинки добрив в процесі руху після їх виходу з пневматичних каналів не ударяються між собою, на характер руху частинок добрив не впливає стиснуте повітря, яке виходить з пневматичних каналів, відсутній рух навколишнього атмосферного повітря, а швидкість руху агрегату відносно швидкості частинок добрива мала і її можна не приймати до уваги.

Маючи на увазі викладене дослідимо рух окремих частинок добрива від розсіювача до поверхні поля.

3.2. Дослідження відбивання добрив розсіювачем

Аналізуючи рис. 3.2 нескладно прийти до висновку що має місце не лобовий удар частинок добрива об поверхню розсіювача, а косий. На початку удару складові швидкості $v_{\text{дн}}$ можна записати наступним чином:

$$v_{\text{дн}} = v_{\text{дн}} \cdot \sin \gamma_{\text{дн}} \quad (3.1)$$

$$v_{\text{дн}} = v_{\text{дн}} \cdot \cos \gamma_{\text{дн}} \quad (3.2)$$

де $v_{\text{дн}}$ - швидкість частинки відносно розсіювача до удару, м/с;

$v_{\text{дн}}$, $v_{\text{дн}}$ - її складові відповідно по лінії удару та вздовж твірної розсіювача, м/с;

$\gamma_{\text{дн}}$ - кут між вектором швидкості $v_{\text{дн}}$ і твірною розсіювача, град.

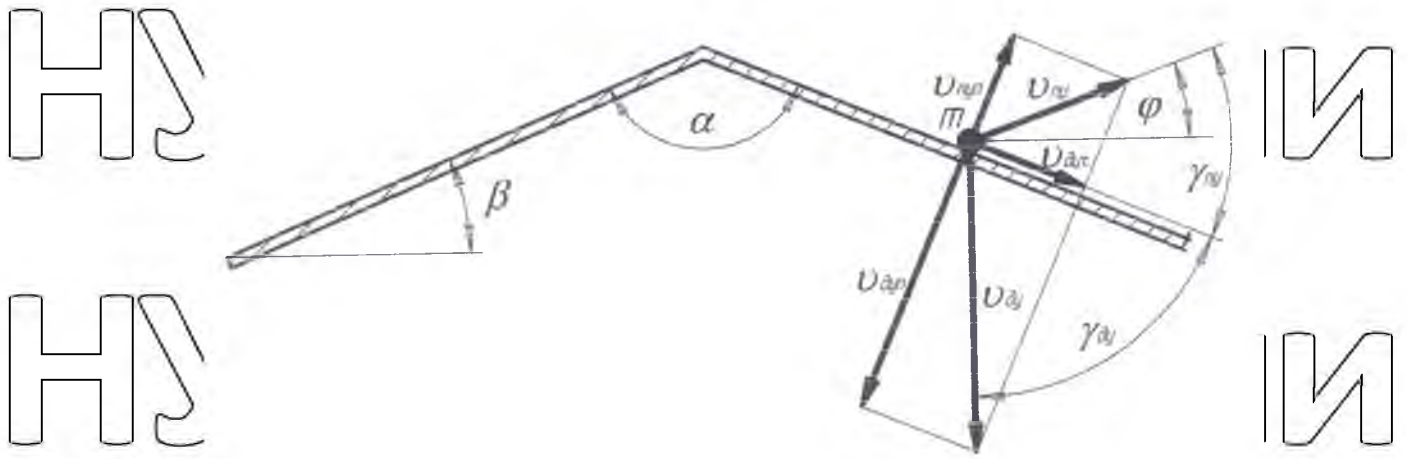


Рис. 3.2 Схема швидкостей частинки добрива при її ударі об поверхню

розсіювача

Використовуючи основні положення теорії косоного удару [10] запишемо власну швидкість частинки добрива та її складові після удару об поверхню

розсіювача:

$$v_{нп}' = \sqrt{v_{нп}^2 + v_{дт}^2} \quad (3.3)$$

$$v_{дт}' = k \cdot v_{дт} \quad (3.4)$$

$$v_{дт}' = v_{дт} = v_{дт} \cdot \cos \gamma_{дт} \quad (3.5)$$

де $v_{нп}'$ - швидкість частинки добрива після удару, м/с;

$v_{нп}'$ та $v_{дт}'$ - її складові відповідно по лінії удару та вздовж твірної

розсіювача, м/с;

k - коефіцієнт відновлення.

Кут між швидкістю частинки $v_{нп}'$ і твірною розсіювача можна визначити за формулою:

$$\gamma_{нп}' = \arctg \left(\frac{v_{дт}'}{v_{нп}'} \right), \quad (3.6)$$

підставивши значення складових за формулами (3.1), (3.2) та (3.4) отримаємо:

$$\gamma_{ny} = \arctg \left(\frac{k \cdot \sin \gamma_{dy}}{\cos \gamma_{dy}} \right) \quad (3.7)$$

Після елементарних перетворень формула (3.7) буде мати вигляд:

$$\gamma_{ny} = \arctg(k \cdot \operatorname{tg} \gamma_{dy}) \quad (3.8)$$

Максимальний кут який утворюють твірни розсіювача при його вершині - α , а кут між твірною і горизонтальною площиною - β . Їх співвідношення характеризується залежністю:

$$\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \quad (3.9)$$

Аналізуючи рис. 3.2 нескладно прийти до висновку що мають місце співвідношення:

$$\gamma_{dy} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \quad (3.10)$$

Підставивши отримане значення кута γ_{dy} в рівняння (3.8) отримаємо рівняння

зв'язку між кутом γ_{ny} , який характеризує рух добрих після удару відносно розсіювача, і кутом α , який характеризує форму розсіювача:

$$\gamma_{ny} = \arctg \left(k \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) \quad (3.11)$$

Складові швидкості v_{ny} відповідно v_{vyn} і $v_{n\tau}$ отримаємо підставивши в рівняння (3.4) значення його складових з рівнянь (3.1), (3.10) і в рівняння (3.5) значення його складових з рівняння (3.10):

$$v_{vyn} = k \cdot v_{dy} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.12)$$

$$v_{ny} = v_{dy} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (3.13)$$

Отримані складові швидкості підставимо в рівняння (3.3). Після елементарних перетворень значення швидкості можна записати:

$$v_{ny} = v_{dy} \cdot \sqrt{1 + (k^2 - 1) \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (3.14)$$

Використовуючи отриману залежність (3.14) було побудовано для селітри аміачної ($k=0,33$) та суперфосфату гранульованого ($k=0,44$) графічні залежності швидкості частинки v_{ny} від швидкості її надходження на поверхню розсіювача v_{dy} та кута α (рис. 3.3).

Аналізуючи отримані залежності нескладно прийти до висновку, що до зростання швидкості відбивання частинок добрив від поверхні розсіювача призводить зростання швидкості їх надходження. До зменшення швидкості відбивання v_{ny} призводить збільшення кута α .

Для визначення дальності розсіювання добрив необхідно знати не тільки початкову швидкість їх частинок, а і кут між вектором вказаної швидкості і горизонтом. Загальновідомо, що максимальна дальність розсіювання частинок добрив досягається коли кут між їх початковою швидкістю польоту та горизонтом більший нуля [3]. Стосовно нашого випадку початковою швидкістю польоту частинки є її швидкість після удару об поверхню розсіювача, тобто v_{dy} , а кут між вектором цієї швидкості і горизонтом - φ .

Використовуючи рис. 3.7 запишемо рівняння зв'язку між кутами γ_{ny} і φ :

$$\gamma_{ny} = \beta + \varphi = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} + \varphi, \quad (3.15)$$

Підставимо отримане значення γ_{ny} в рівняння (3.11) і розв'яжемо його відносно кута φ . Після елементарних перетворень отримаємо:

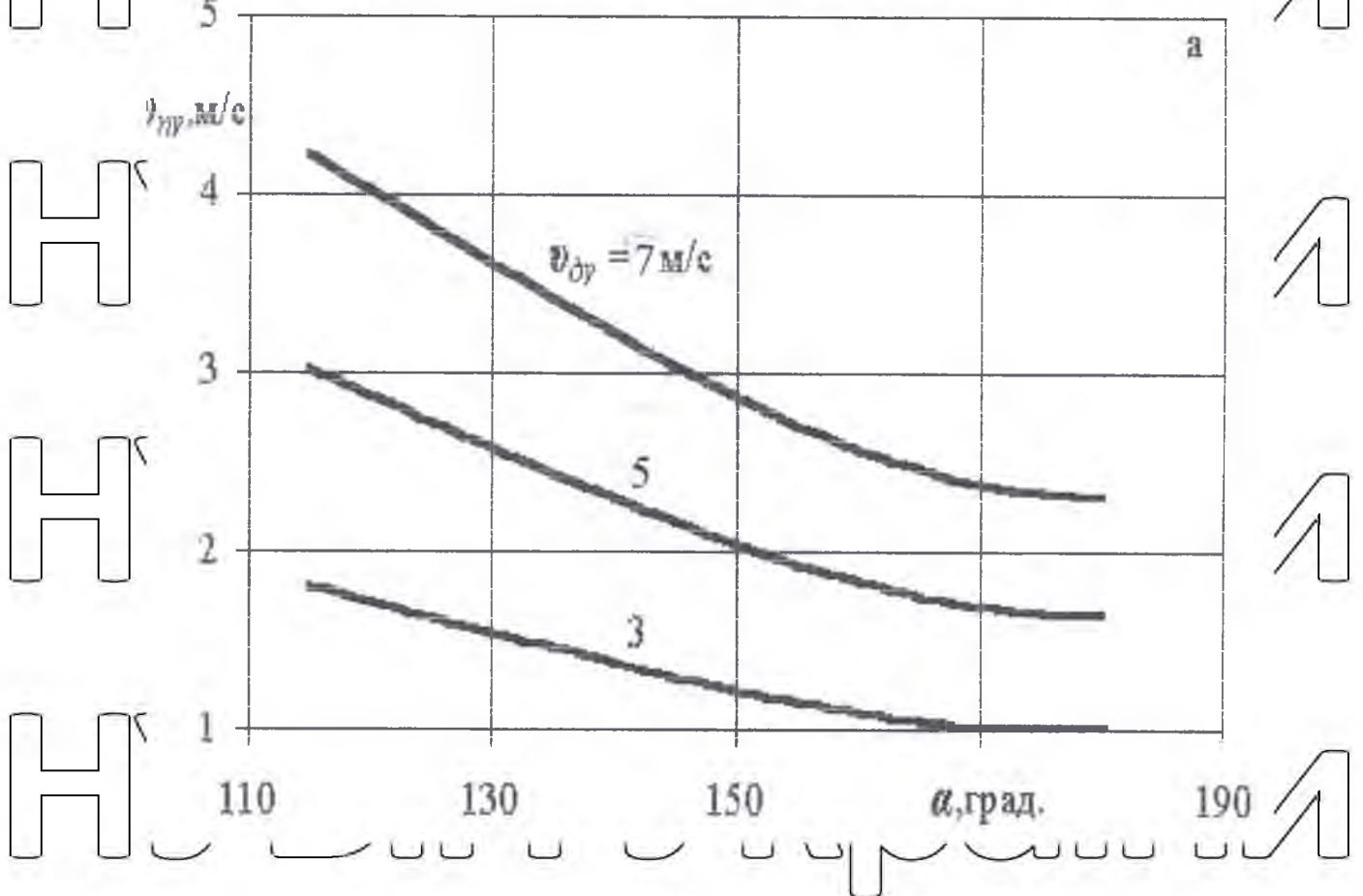
НУБІП України

З використанням отриманої залежності побудовано графік, який приведено на (рис. 3.4). Збільшення кута α призводить до збільшення кута

НУБІП України

між вектором швидкості відбивання частинок φ як аміачної селітри, так і гранульованого суперфосфату.

НУБІП України



НУБІП України

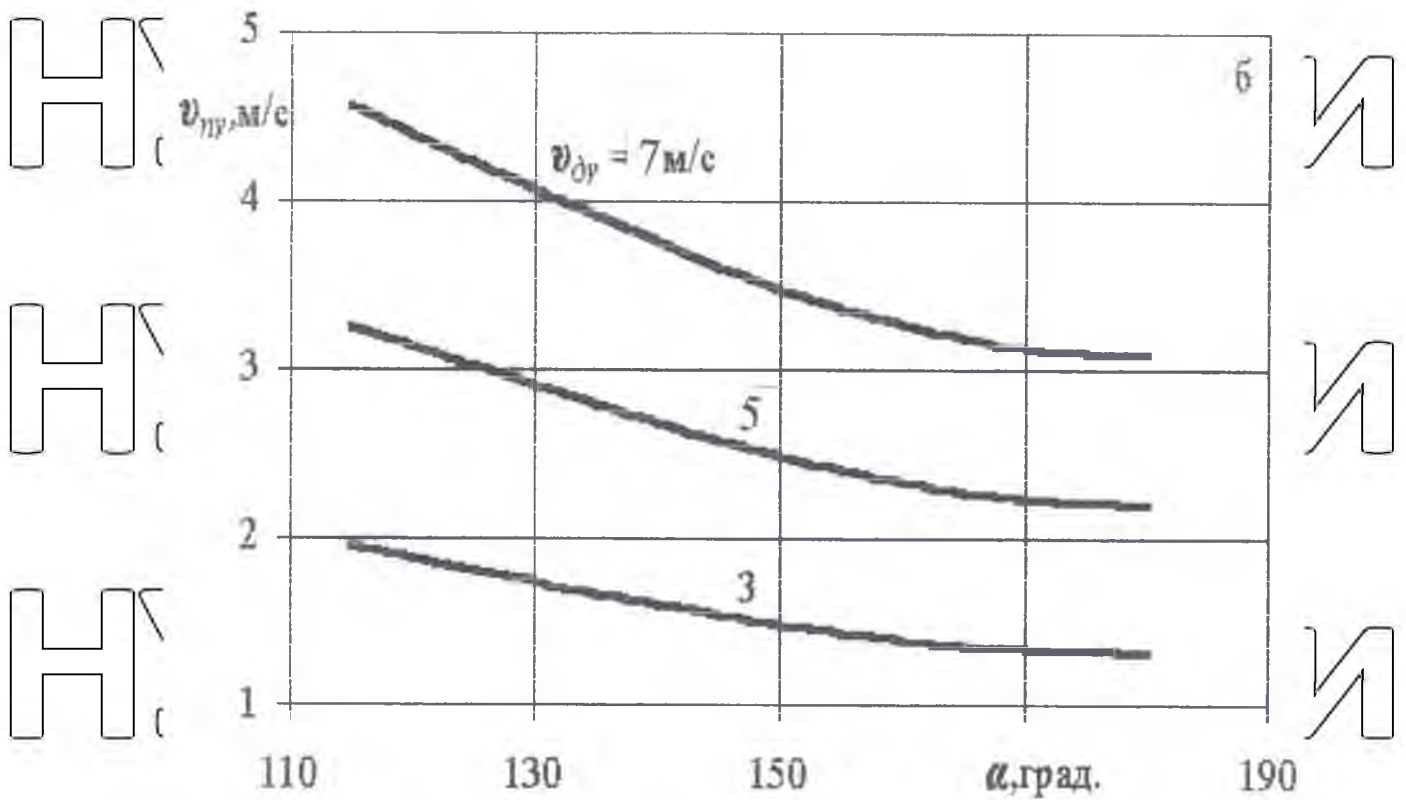


Рис. 3.3 Залежність швидкості відбивання частинки добрива від поверхні розсіювача v_{ny} від швидкості її надходження на поверхню

розсіювача v_{sp} та кута α : а, б – відповідно селітра аміачна, суперфосфат гранульований

Таким чином отримано рівняння для знаходження початкових умов траєкторії руху частинки добрива від розсіювача до поверхні поля: рівняння (3.14) – для визначення початкової швидкості, а рівняння (3.16) – для визначення кута між вектором вказаної швидкості і горизонтом.

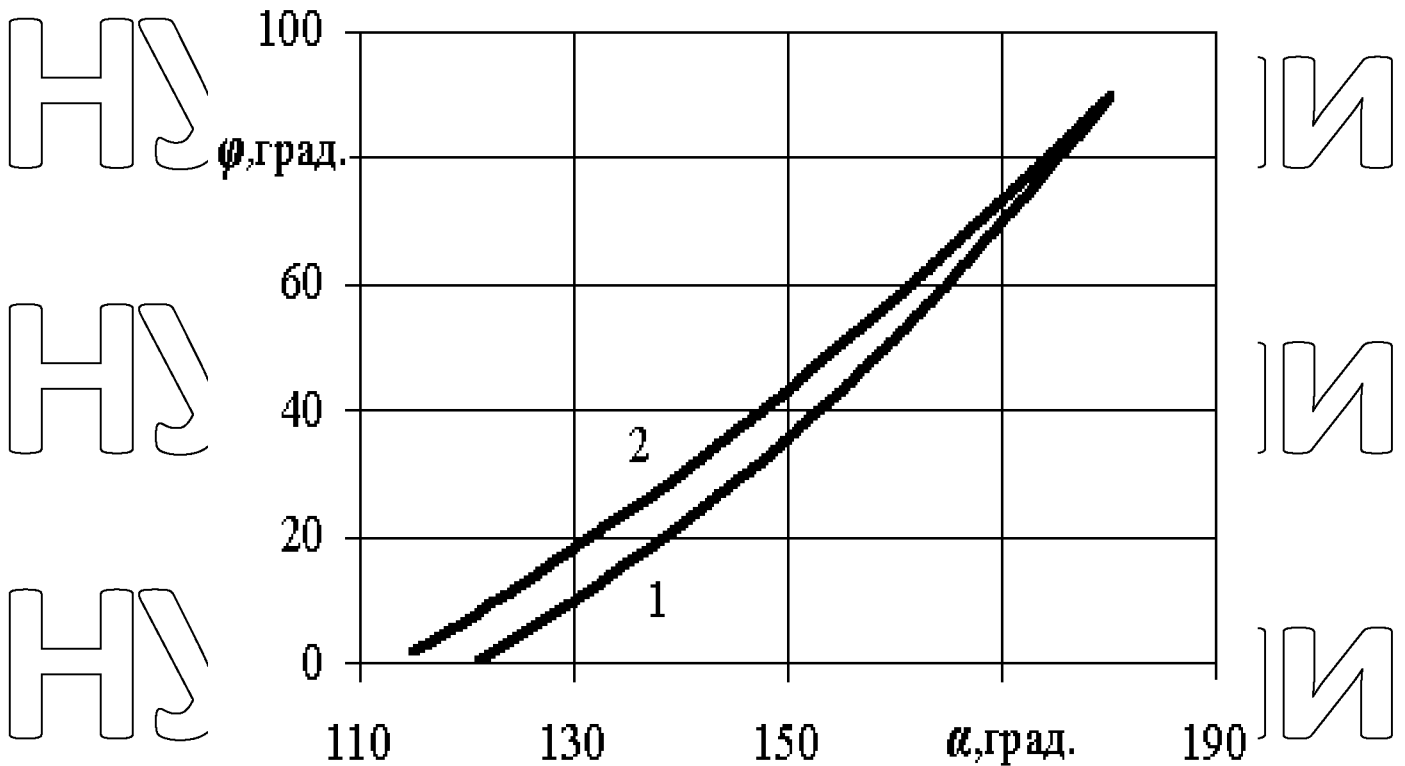


Рис. 3.4 Залежність кута між вектором швидкості відбивання частинок добрив φ від кута α : 1, 2 – відповідно суперфосфат гранульований, селітра аміачна

3.3 Дослідження руху добрив від розсіювача до поверхні поля

Диференційні рівняння руху частинки добрива у повітряному середовищі стосовно нашого випадку базуючись на методиці, яку розробив академік І.М. Василенко [4] можна записати:

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = -m \cdot k_n \cdot v^2 \cdot \cos \varphi_n \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = m \cdot g - m \cdot k_n \cdot v^2 \cdot \sin \varphi_n \end{cases} \quad (3.17)$$

де m – маса частинки добрив, кг;

x, y – проекція пройденого нею шляху на відповідні осі координат, м;

t – час руху, с;

$k_n = \frac{g}{v_{л}^2}$ – коефіцієнт парусності, m^{-1} ;

g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ;

$v_{л}$ – критична швидкість літання частинки добрива, m/c ;

v – поточне значення швидкості руху частинки, m/c ;

$\phi_{п}$ – поточне значення кута між вектором вказаної швидкості і горизонтом, град.

Приведена система рівнянь не має точного аналітичного рішення, її

можна розв'язати тільки зробивши певні допущення або шляхом наближеного диференціювання. Скористаємося другим шляхом з використанням ПК і програми, алгоритм якої приведено в роботі [3].

Отримані результати стосовно висоти установки розсіювачів 0,6 м

приведено на рис. 3.5.

Збільшення кута α до 121° призводить до збільшення дальності розсіювання частинок селітри аміачної, що мають діаметр $d = 0,25; 0,50$ мм.

Частинки аміачної селітри, які мають розмір гранул від 1 до 4 мм мають максимальну дальність розсіювання при $\alpha = 130^\circ$.

Збільшення кута α до 115° призводить до збільшення дальності розсіювання частинок суперфосфату гранульованого, що мають діаметр $d = 0,25$, а частинки діаметром 0,50 мм розсіваються на максимальну відстань при

$\alpha = 120^\circ$. Частинки суперфосфату гранульованого, які мають розмір гранул від 1 до 4 мм мають максимальну дальність розсіювання при $\alpha = 130^\circ$.

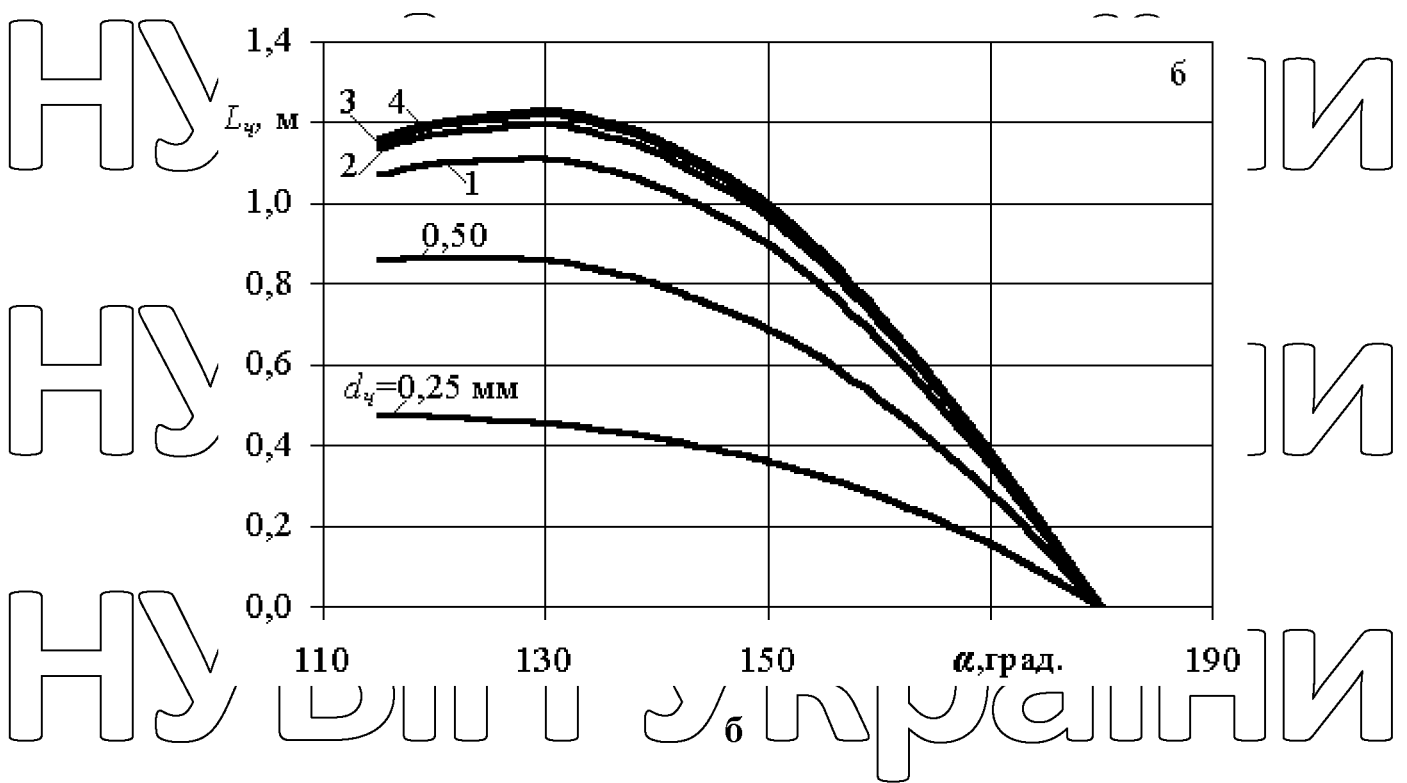
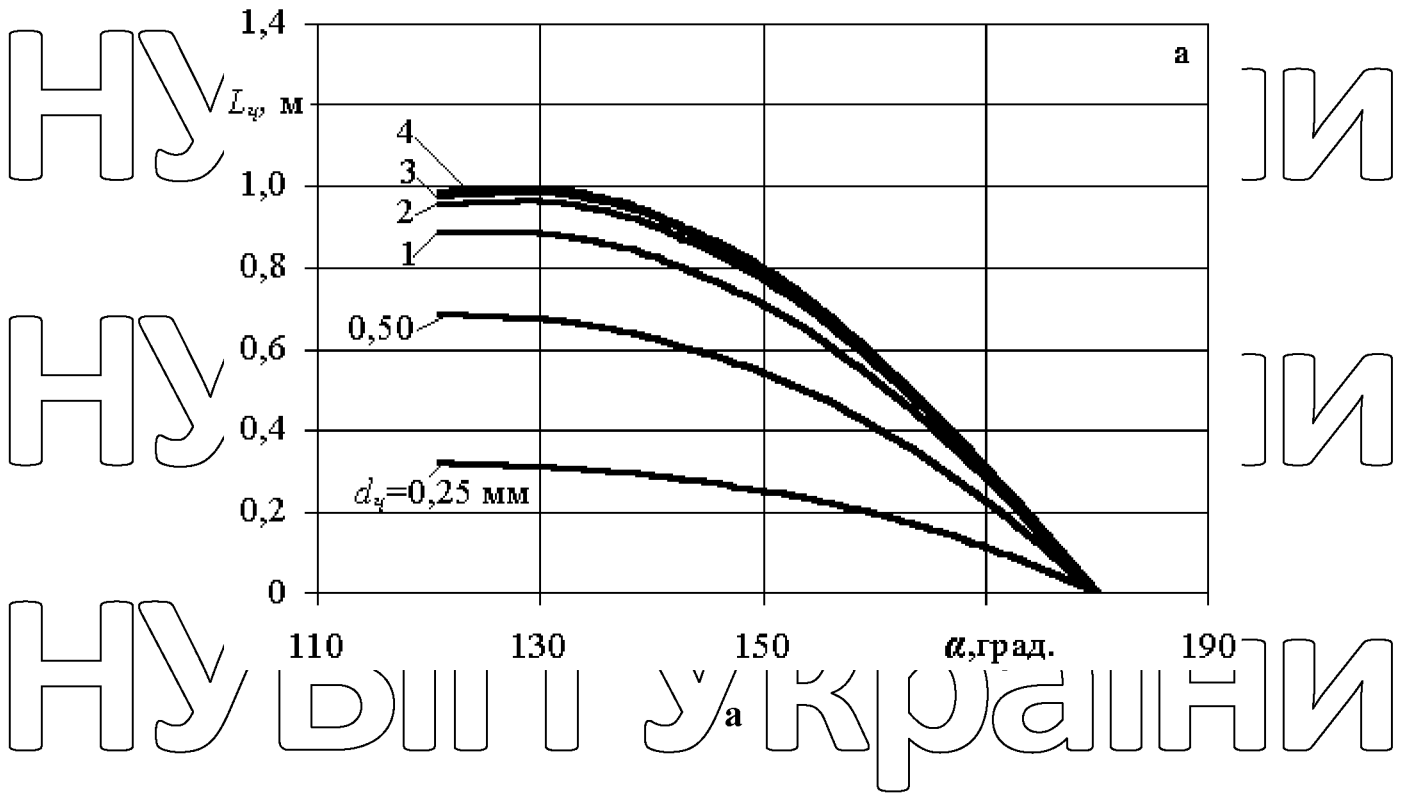


Рис. 3.5 Залежність дальності розсіювання добрив L_q від кута α при

$v_{av} = 5 \text{ м/с}$: а, б – відповідно селітра аміачна, суперфосфат

гранульований

3.4. Обґрунтування параметрів розсіювачів і кроку їх установки

Нерівномірність внесення добрив залежить від їх фізико-механічних властивостей, стабільності дозування з кузова, нерівномірності подачі добрив живильником-конвеєром до пневматичних каналів, точності виготовлення і установки розсіювачів, рельєфу поля, на якому вносить добрива агрегат, та швидкості вітру.

Науково-дослідні роботи, проведені в Запорізькому НДКТИМ сільгоспмаш та ННЦ „ІМЕСГ”, підтверджують, що якість внесення добрив в залежності від кроку установки розсіювачів можна достовірно визначити тільки експериментальним шляхом. Зменшення вказаного кроку призводить до покращення якості внесення добрив.

Аналізуючи принцип розсіювання добрив машиною, нескладно прийти до висновку: більш висока якість внесення добрив буде забезпечуватись при $\Delta l = S_p$ (рис. 3.6). Значення кроку установки розсіювачів необхідно вибирати з урахуванням відстані розсіювання частинок основних фракцій того виду добрива, що має найменшу щільність.

Аміачна селітра, що виробляється вітчизняними заводами, має наступний процентний вміст фракцій розміром: $0,5 \leq d_{\text{ч}} < 1 \text{ мм} - 3,1\%$; $1 \leq d_{\text{ч}} < 2 \text{ мм} - 83,5\%$; $2 \leq d_{\text{ч}} < 3 \text{ мм} - 3,4\%$, а суперфосфат гранульований включає фракції, у наступному співвідношенні: $0,5 \leq d_{\text{ч}} < 1 \text{ мм} - 2,5\%$; $1 \leq d_{\text{ч}} < 2 \text{ мм} - 24,5\%$; $2 \leq d_{\text{ч}} < 3 \text{ мм} - 58\%$; $3 \leq d_{\text{ч}} < 5 \text{ мм} - 15\%$.

Серед вітчизняних гранульованих добрив найменшу щільність має аміачна селітра, домінуюча фракція якої включає гранули $1 \leq d_{\text{ч}} < 2 \text{ мм}$. Як видно з рис. 3.10 ця фракція аміачної селітри висивається на максимальну відстань в межах від 0,89 до 0,96 м при $\alpha = 130^\circ$. Отже в розроблюваній машині доцільно при висоті установки розпилювачів над поверхнею поля 0,6 м установлювати розпилювачі з кроком рівним 0,9 м, які мають $\alpha = 130^\circ$.

3.5. Висновки по розділу 3

1. В експериментальній машині з пневматичною висівною системою доцільно, при висоті установки розпилювачів над поверхнею поля 0,6 м установлювати розпилювачі з кроком рівним 0,9 м, які мають $\alpha = 130^\circ$.
2. Зростання швидкості відбивання частинок добрив від поверхні розсіювача призводить зростання швидкості їх надходження. До зменшення швидкості відбивання v_{ny} призводить збільшення кута α .
3. Збільшення кута α призводить до збільшення кута між вектором швидкості відбивання частинок φ як аміачної селітри, так і гранульованого суперфосфату. Збільшення кута α до 121° призводить до збільшення дальності розсіювання частинок селітри аміачної, що мають діаметр $d = 0,25; 0,50$ мм. Частинки аміачної селітри, які мають розмір гранул від 1 до 4 мм мають максимальну дальність розсіювання 1,3 м. при $\alpha = 130^\circ$.
4. Збільшення кута α до 115° призводить до збільшення дальності розсіювання частинок суперфосфату гранульованого, що мають діаметр $d = 0,25$, а частинки діаметром 0,50 мм розсіваються на максимальну відстань 1,4 м. при $\alpha = 120^\circ$. Частинки суперфосфату гранульованого, які мають розмір гранул від 1 до 4 мм мають максимальну дальність розсіювання при $\alpha = 130^\circ$.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

4.1 Загальні міри безпеки при роботі з мінеральними добривами.

Мінеральні добрива залежно від їх фізичних і хімічних властивостей при зберіганні, транспортуванні і застосуванні можуть у вигляді пилу, парів і газів надходити в робочу зону і негативно впливати на працюючих..

Сипкі азотні, фосфорні й калійні добрива здатні сильно подразнювати шкіру, слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Водний аміак подразнює слизові оболонки вже при концентрації в повітрі аміаку 100 мг/м³. При вмісті в повітрі аміаку 16,1 - 26,6 % за об'ємом і температурі повітря +18° С аміачно-повітряна суміш є вибухонебезпечною. Безводний аміак при випадковому потрапленні на тіло здатний спричинити сильні опіки.

Тривале вдихання пилу і парів мінеральних добрив може призвести до захворювання органів дихання, а підвищення концентрації аміаку небезпечно для життя.

У складних мінеральних добривах можуть бути шкідливі для здоров'я людини домішки інших хімічних речовин. Наприклад, нітрофоска може мати фтор (до 2 %), сульфат амонію роданистий амоній (1 %) і вільну сірчану кислоту (0,005 %).

При всіх роботах з мінеральними добривами не повинні допускатись порушення виробничого процесу, необхідно дотримуватись всіх правил безпеки і гігієни праці.

При роботі з мінеральними добривами працюючі повинні бути забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту.

З особами, постійно працюючими і тими, що залучаються до робіт з

мінеральними добривами повинен проводитись інструктаж щодо профілактики профотруювань і захворювань.

Особи, що працюють з мінеральними добривами, повинні піддаватись медичному освідченню.

При роботі з порошкоподібними добривами періодично очі потрібні промивати водою і протирати чистим рушником, який краще зберігати в поліетиленовому пакеті.

Під час перерви обличчя і руки мийте холодною водою з милом. Якщо робота виконується в приміщенні складу, такі приміщення періодично провітрюють або користуються витяжною вентиляцією.

На складах і в місцях застосування мінеральних добрив встановлюють умивальники з милом, рушниками, бачки з питною водою, обладнані фонтанчиками, аптечками.

Після закінчення роботи з мінеральними добривами працівники повинні прийняти душ. Спецодяг та інші засоби індивідуального захисту слід зберігати в спеціальних шафах окремо від чистого одягу. Робочий спецодяг не рекомендується носити додому. При використанні респіраторів необхідно стежити за своєчасною зміною патронів, чистотою гумової напівмаски і обтюраторів.

На складах, приготувальних майданчиках та інших місцях масових робіт з мінеральними добривами на видних місцях повинні бути вивішені інструкції і правила по безпеці робіт і по наданню першої долікарської допомоги. Також повинні бути встановлені умивальники з милом, бачки для питної води і аптечки з набором необхідних медикаментів.

Відповідальність за виконання правил покладена на керівників господарств, яким підпорядковані склади мінеральних добрив і транспортні засоби, і на керівників ділянок робіт.

Контроль за дотриманням вимог санітарних правил здійснюється органами та закладами санітарно-епідеміологічної служби.

4.2 Заходи для попередження виробничого травматизму і професійної захворюваності при роботі машини.

При обслуговуванні машини потрібно дотримуватись "Правил техніки безпеки при роботі на тракторах, сільськогосподарських і спеціалізованих машинах". Строге дотримання правил техніки безпеки є обов'язковим при прийманні, транспортуванні, підготовці до роботи, обкатки і в процесі експлуатації машини, а також при проведенні технічного обслуговування, усуненні несправностей, постановці та зберіганні.

Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегують лише з тим трактором, що зазначений в заводській інструкції машини.

До роботи з машиною допускаються особи, що вивчили інструкцію з техніки безпеки "Санітарні правила по зберіганню, транспортуванню і застосуванню добрив в сільському господарстві".

При підготовці машини до роботи, а також при постановці на зберігання знімати і встановлювати важкі складальні одиниці і деталі потрібно з відповідними мірами обережності. В усіх випадках необхідно користуватись піднімально - знімальними пристосуваннями.

Зчіпку машини потрібно проводити тільки з гідрогаком трактора з обов'язковою установкою 2 страхувальних ланцюгів.

При транспортуванні машини слід дотримуватись "Правил дорожнього руху". Перед початком руху необхідно впевнитись в технічній справності ходової частини, гальмівної системи та світлової сигналізації.

Перед початком роботи слід перевірити надійність кріплення складальних одиниць, наявність огорожувальних щитків, захисних кожухів і натяг транспортера.

При переїздах, при рушанні з місця потрібно впевнитись у відсутності людей поряд з машиною.

Перед включенням приводу робочих органів тракторист повинен подати попереджувальний сигнал.

При переїздах з вантажем по дорогам в вітряну погоду кузов машини необхідно закрити тентом.

Підніматись в кузов машини слід тільки за допомогою передбаченої для цього драбини.

При наявності у працівників необхідних засобів індивідуального захисту (спецодяг, спецвзуття, респіратор, окуляри та рукавиці) засипають мінеральні добрива в тукові ящики сівалок з навітряного боку. Кришки тукових ящиків відкривають лише для контролю за процесом їх висіву. Розрівнюють туки в

ящиках спеціальними лопатками. Після закінчення роботи необхідно повністю

очистити тукові ящики, висівні апарати та інші робочі органи машин, не можна залишати не висіяні туки в ящиках або у висівних апаратах.

Залишені в сівалці туки швидко зріджуються, заповнюють різні щілини, а висихаючи, можуть призвести до руйнування машини, приводів тощо.

Категорично забороняється:

- перевозити людей в кузові машини;
- присутність людей в зоні працюючої машини не ближче 30 м;
- працювати без засобів індивідуального захисту;
- працювати з несправною гальмівною системою і світловою сигналізацією;
- присутність на площадці машини більше одного чоловіка;
- приєднання машини до трактора без страхового ланцюга;
- здійснювати поворот трактора відносно машини більше 60°;
- при роботі транспортера від ВВП трактора вмикати привод від ходового колеса машини;
- здійснювати від'єднання машини від трактора без установки страхових ланцюгів на балансирному візку.

Під час руху агрегату забороняється виконувати будь - які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи. Розрівнювати мінеральні

добрива у ящиках можна спеціальними дерев'яними лопатками, очищати - чистиками.

4.3 Заходи по охороні навколишнього середовища.

В процесі застосування мінеральних добрив можливий шкідливий вплив їх на навколишнє середовище. Цей вплив здійснюється за рахунок попадання мінеральних добрив в атмосферу, ґрунтові й поверхневі води, надлишкового надходження в фунт.

Велика маса добрив втрачається па шляху від заводу по виробництву мінеральних добрив до поля. Це відбувається через низький технічний стан транспортних засобів та доріг.

Тому необхідно, щоб ємності транспортних засобів та засобів для внесення добрив були ущільнені, щоб не відбувалося просипання добрив.

Зверху кузова машин потрібно закривати кришками або брезентом..

Також надходження добрив в навколишнє середовище відбувається через незадовільний стан складських приміщень через вивітрювання та вимивання.

Щоб запобігти попаданню добрив поза межі поля не слід вносити добрива при сильному вітрі, з також в безпосередній близькості до водойм.

Шкідливий вплив на ґрунт має доза внесення вища за науково обґрунтовану. Щоб запобігти цьому необхідно науково обґрунтувати дози внесення та точно налагоджувати машину на задану дозу внесення.

4.4. Аналіз потенційних небезпек при експлуатації агрегата.

Розробка та вжиття ефективних заходів запобігання аварійним і травмонебезпечним ситуаціям можливі лише при завчасному виявленні тих небезпек, з яких починається процеси їх формування.

Початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) виявляють у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Все це оформлюють в таблицю реєстрації та логічного аналізу виробничих небезпек.

Проведемо аналіз потенційних небезпек, що можливі при експлуатації агрегату, що складається з трактора МТЗ 80 та пневматичної приставки для машини МВУ - 5. Агрегат використовується як на внесенні добрив так і на транспортуванні.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

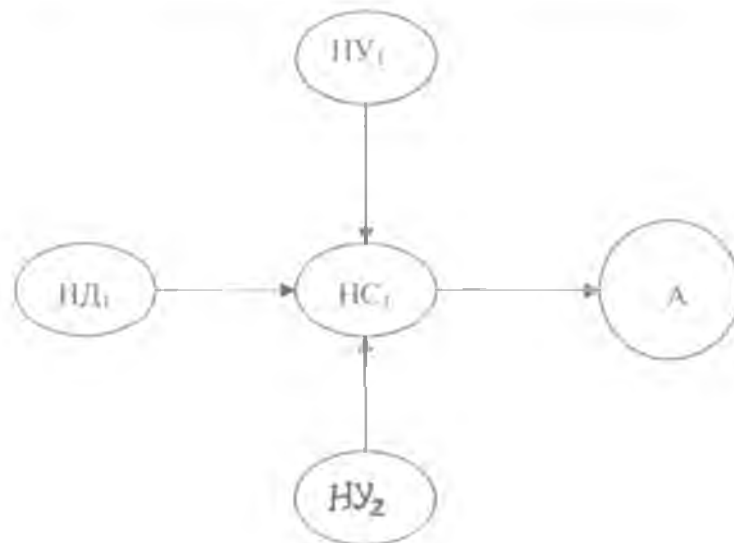
НУБІП України

НУБІП України

таблиця 4.1

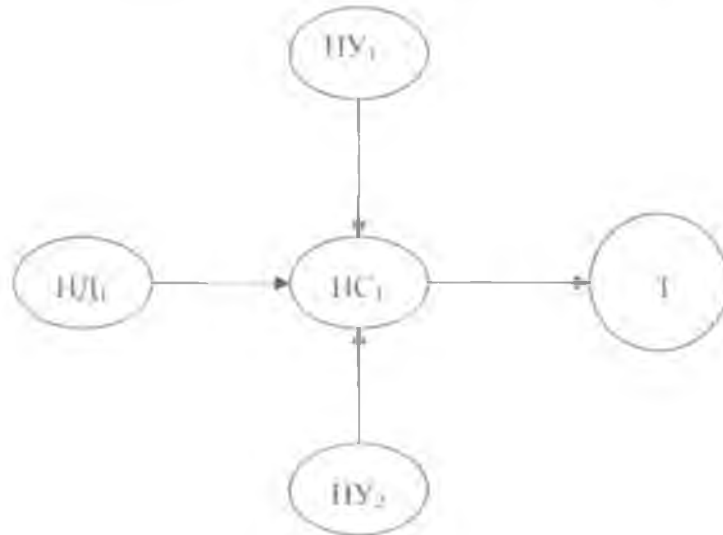
Аналіз процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій при роботі машини МВУ - 5.

Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи по запобіганню небезпечними ситуаціями
Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
<p>При зчипці трактора з агрегатом стержень надійно фіксується (НУ₁)</p> <p>Водій не під'єднав страху вальні ланцюги (НУ₂)</p>	Транспортування агрегату з ненадійною зчипкою (НД ₁)	Від'єднання агрегату на ходу при транспортних переїздах (НС ₁)	Аварія (А)	Перевіряти справність з'єднувального пристрою і надійність кріплення машини до трактора

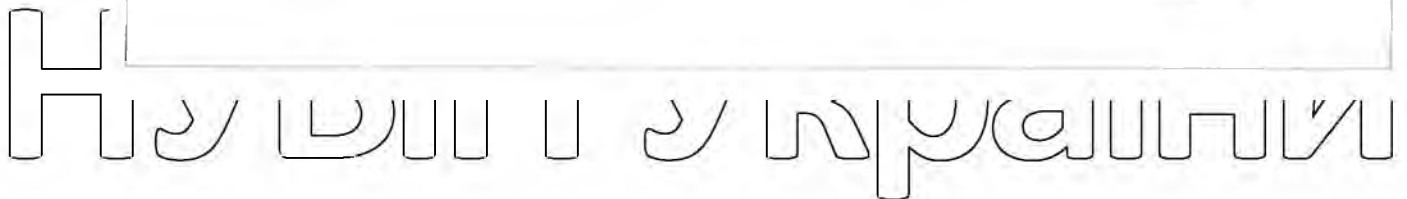
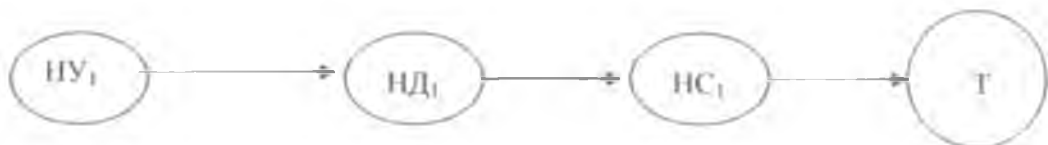


Продовження таблиці 4.1

Машинна не обладнана тентом (НУ ₁)	Агрегат рухається місцевістю де перебувають люди (НД ₁)	Відбувається пилоутворення і хімічні речовини шкідливо впливають на людей (НС ₁)	Гравма (Г)	Машинна повинна бути обладнана тентом
Сильний вітер (НУ ₂)				

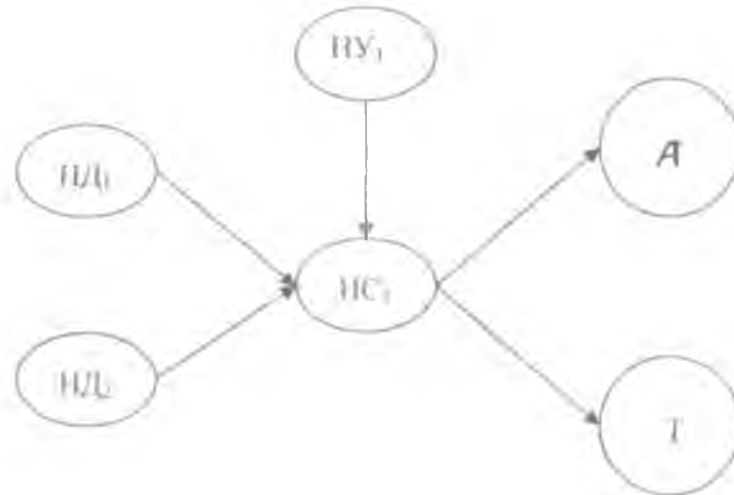


Машинна не обладнана спеціальною драбиною (НУ ₁)	При очищенні машини працівник заходить в бункер за допомогою підручних засобів не пристосованих для цього (НД ₁)	Працівник впає (НС ₁)	Гравма (Г)	Потрібно обладнати машинну спеціальною драбиною
--	--	-----------------------------------	------------	---



Продовження таблиці 4.1

Натяжний канат має недостатню міцність (НУ ₁)	Агрегат використовується з непридатним канатом (НД ₁) До приставки підійшла людина (НД ₂)	Канат не витримує навантаження розривається та зачіпає людину (НС ₁)	Аварія (А) Травма (Т)	Експлуатувати агрегат з призначеними для нього канатами
---	--	--	--------------------------	---



НУБІП України

НУБІП України

5. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ МАШИНИ

5.1. Визначення економічної ефективності

Табл. 5.1. Техніко-економічна характеристика

Назва показників	Базовий агрегат	Новий агрегат
Балансова ціна, грн.	19000	23000
МТЗ-82	50000	50000
К-ть обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
Тарифна ставка тракториста	13,09	13,09
Річне завантаження, год.		
1. Трактора	1350	1350
2. машини	200	200
Відрахування на ремонт і техн. обслуговування, %	0,122	0,122
Відрахування на реновацію, %	0,15	0,15
Ціна комплексного пального, грн.	22	22
Середній коефіцієнт використання потужності	0,8	0,8
Питома витрата палива, кг/л.с.ч.	0,185	0,185
Номінальна потужність двигуна, л.с.	75	75

Продуктивність агрегату:

$$W = 0,1 \cdot B \cdot V_a \cdot t_c$$

Де:

B – ширина захвата агрегата, м
 V_a – швидкість руху агрегата, км/год
 τ_c – ступінь використання часу зміни

НУБІП України

$$W_n = 0,1 \cdot 10,6 \cdot 12 \cdot 0,7 = 8,9 \text{ га/год}$$

НУБІП України

$$W_6 = 0,1 \cdot 8 \cdot 12 \cdot 0,7 = 6,72 \text{ га/год}$$

Прямі питомі експлуатаційні витрати:

НУБІП України

$$U_{\text{ши}} = B + A + R_p + \Gamma$$

де

B – заробітна плата обслуговуючого персонала, грн/га

A – витрати на реновацію, грн/га

R_p – витрати на ремонт, грн/га

Γ – ціна палива, грн/га

НУБІП України

Визначаю питому заробітну плату обслуговуючого персонала:

НУБІП України

$$B = \frac{r_j}{W}$$

де

r_j – тарифна ставка тракториста, грн/га

НУБІП України

$$B_n = \frac{13,09}{8,9} = 1,47 \text{ грн/га}$$

НУБІП України

$$B_6 = \frac{13,09}{6,72} = 1,94 \text{ грн/га}$$

Витрати на реновацію:

НУБІП України

$$A = \frac{B_m \cdot \frac{a_m}{T_m} \cdot T_m + B_m \cdot a_m}{T_m \cdot W}$$

де

НУБІП України

B_m – ціна МТЗ-82, грн
 a_m – відрахування на реновацію трактора, %
 T_m – річне завантаження трактора, год

 B_m – базова ціна машини, грн a_m – відрахування на реновацію машини, %

НУБІП України

T_m – річне завантаження машини, год

$$A_n = \frac{50000 \cdot \frac{0,15}{1350} \cdot 200 + 23000 \cdot 0,15}{200 \cdot 8,9} = \frac{1111 + 3450}{1780} = 2,56 \text{ грн/га}$$

НУБІП України

$$A_6 = \frac{50000 \cdot \frac{0,15}{1350} \cdot 200 + 19000 \cdot 0,15}{200 \cdot 6,72} = \frac{1111 + 2850}{1344} = 2,95 \text{ грн/га}$$

НУБІП України

Витрати на ремонт:

НУБІП України

$$R_p = \frac{B_m \cdot \frac{P_m}{T_m} \cdot T_m + B_m \cdot P_m}{T_m \cdot W}$$

де

 P_m, P_M – відрахування на ремонт і техн. обслуговування трактора і машини, %

НУБІП України

$$R_p = \frac{50000 \cdot \frac{0,122}{1350} \cdot 200 + 23000 \cdot 0,122}{200 \cdot 8,9} = \frac{903,7 + 2806}{1780} = 2,08 \text{ грн/га}$$

$$R_{\text{рб}} = \frac{50000 \cdot 0,122 \cdot 200 + 19000 \cdot 0,122}{1350} = \frac{903,7 + 2318}{1344} = 2,4 \text{ грн/га}$$

Витрати на паливо:

$$I = \frac{N_{\text{дв}} \cdot q_m \cdot q_m \cdot C_m}{W}$$

де

$N_{\text{дв}}$ – номінальна потужність двигуна, к.с.

C_m – середній коефіцієнт використання потужності

$$I_{\text{н}} = \frac{75 \cdot 22 \cdot 0,185 \cdot 0,8}{8,9} = 27,4 \text{ грн/га}$$

$$I_{\text{б}} = \frac{75 \cdot 22 \cdot 0,185 \cdot 0,8}{6,72} = 36,3 \text{ грн/га}$$

Прямі питомі експлуатаційні витрати:

$$U_{\text{пнт н}} = 1,47 + 2,56 + 2,08 + 27,4 = 33,5 \text{ грн/га}$$

$$U_{\text{пнт б}} = 1,94 + 2,95 + 2,4 + 36,3 = 43,6 \text{ грн/га}$$

Питомі капіталовкладення по машині:

$$K_{\text{пнт}} = \frac{B_m \cdot \frac{T_m}{T_m} + B_m}{T_m \cdot W}$$

$$K_{\text{пнт н}} = \frac{50000 \cdot \frac{200}{1350} + 23000}{200 \cdot 8,9} = 17,08 \text{ грн/га}$$

$$K_{\text{пнт б}} = \frac{50000 \cdot \frac{200}{1350} + 19000}{200 \cdot 6,72} = 19,65 \text{ грн/га}$$

Приведені питомі витрати:

$$P_{\text{пнт}} = E \cdot K_{\text{пнт}} + U_{\text{пнт}}$$

де

$E = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень

$$P_{\text{пнт н}} = 0,15 \cdot 17,08 + 33,5 = 36,02 \text{ грн/га}$$

$$C_{\text{пит б}} = 0,15 \cdot 19,65 + 43,6 = 46,54 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект від експлуатації машини:

$$E = [(E \cdot K_{\text{пит б}} + U_{\text{пит б}}) - (E \cdot K_{\text{пит н}} + U_{\text{пит н}})] \cdot W_n \cdot T_m =$$

$$= (46,54 - 36,02) \cdot 8,9 \cdot 200 = 18726 \text{ грн}$$

Таблиця 5.2. Техніко-економічні показники

Показники	Базовий агрегат	Новий агрегат
Ширина захвату, м	8	10,6
Швидкість руху агрегату, км/год	12	12
Середня продуктивність, га, за годину змінного часу	6,72	8,9
Прямі експлуатаційні затрати, грн/га	43,6	33,5
Капіталовкладення, грн/га	19,65	17,08
Приведені затрати, грн/га	46,54	36,02
Річний економічний ефект від застосування нової МВУ-5 порівняно з серійною машиною, грн.	-	18726

5.2. Енергетичний розрахунок машини

Баланс потужності трактора:

$$N_{ED} = N_{TP} + N_D + N_f + N_I + N_{KP} + N_{IP} + N_{BVP} + N$$

N_E – ефективна потужність

N_{TP} – механічні втрати в вузлах трансмісії

N_D – буксування ведучих коліс

N_f – кочення трактора

N_I – подолання підйомів

N_{KP} – рух машини

N_{IP} – механічні втрати в ВВП

N_{BVP} – обертання механізмів ВВП

N – потужність на привод трактора

$$N_{TP} = N_E(1 - \eta_{TP}) = 75(1 - 0,85) = 11,25 \text{ к.с.}$$

$\eta_{TP} = 0,85$ – ККД трансмісії

$$N_D = \frac{V_T \cdot \delta [G \cdot (f_1 + u) + (G_1 + G_2) \cdot (f_2 + u)]}{270}$$

$$= \frac{12 \cdot 0,25 [3370 \cdot (0,07 + 0,03) + (4000 + 1700) \cdot (0,04 + 0,03)]}{270} = 8,18 \text{ к.с.}$$

$V_T = 12$ км/год – теоретична швидкість руху агрегата

$\delta = 0,25$ – коефіцієнт буксування трактора на стерні

$G = 3370$ кг – вага трактора

$G_1 = 4000$ кг – max вага добрив в кузові

$G_2 = 1700$ кг – вага проєктованої машини

$f_1 = 0,07$ – коефіцієнт опору кочення трактора

$f_2 = 0,04$ – коефіцієнт опору кочення машини

$u = 0,03$ – величина що враховує підйом

$$N_{f_1} = \frac{f_1 \cdot G \cdot V_t \cdot (1 - \delta)}{270} = \frac{0,07 \cdot 3370 \cdot 12 \cdot (1 - 0,25)}{270} = 7,86 \text{ к.с.}$$

$$N_u = \frac{G \cdot u \cdot V_t \cdot (1 - \delta)}{270} = \frac{3370 \cdot 0,03 \cdot 12 \cdot (1 - 0,25)}{270} = 3,37 \text{ к.с.}$$

$$N_{KR} = \frac{(G_1 + G_2) \cdot V_t \cdot (1 - \delta) \cdot (u + f_2)}{270} = \frac{(4000 + 1700) \cdot 12 \cdot (1 - 0,25) \cdot (0,03 + 0,04)}{270} = 13,3 \text{ к.с.}$$

$$N_{TP} = N_{BВП} (1 - \eta_{TP}) = 8,7(1 - 0,9) = 0,87 \text{ к.с.}$$

$\eta_{TP} = 0,9$ – ККД привода ВВП

$$N_{BВП} = \frac{N'}{\eta} = \frac{8,3}{0,7} = 12 \text{ к.с.}$$

N' - потужність потрібна для привода вентилятора

η - ККД привода вентилятора

$$N = \frac{V_{\max} \cdot \{B \cdot L \cdot J[H \cdot (f + f_1 \cdot m) + (H - H_c) \cdot f_B] + G_{TP} \cdot f_T\}}{75}$$

$$N_{\text{ед}} = 0,02 \cdot \{0,65 \cdot 3 \cdot 10^3 [1,04(0,8 + 0,8 \cdot 0,38) + (1,04 - 0,15)0,913] + 75 \cdot 0,85\} = 75$$

$$= 1,04 \text{ к.с.}$$

$$B = 0,65 \text{ м} - \text{ширина транспортера}$$

$$L = 3 \text{ м} - \text{довжина транспортера}$$

$$J = 1000 \text{ кг/м}^3 - \text{мах об'ємна вага добрив}$$

$$H = 1,04 \text{ м} - \text{мах висота шару добрив в бункері}$$

$$f = f_1 = 0,8 - \text{коєф. Тертя частинок}$$

$$m = \frac{1 - \sin 27^{\circ}}{1 + \sin 27^{\circ}} = 0,38 - \text{коєф. рухливості добрив}$$

$$H' = 0,15 \text{ м} - \text{висота відкриття висівної щілини}$$

$$f_B = 0,15 - \text{коєф. внутрішнього тертя}$$

$$G_{\text{ТР}} = 75 \text{ кг} - \text{вага транспортера}$$

$$f_T = 0,85 - \text{коєф. тертя транспортера об матеріал}$$

Потужність яку повинен забезпечити двигун:

$$N_{\text{ед}} = 11,25 + 8,18 + 7,86 + 3,37 + 13,3 + 0,87 + 12 + 1,04 = 64,87 \text{ к.с.}$$

Коєф. використання потужності двигуна:

$$\eta_{\text{п}} = \frac{64,87}{75} = 0,87 \quad \text{Оптимальне } 0,85 - 0,95$$

$$N_{\text{ед}} = 64,87 \text{ к.с.}$$

5.3. Розрахунок привода вентилятора пневматичної системи.

Діаметр пневмопроводу $d = 0,04$ м

Швидкість повітря в пневмопроводі $V = 25$ м/с

Коефіцієнт пневмопроводу $k = 1,3$

Витрати повітря:

$$Q_B = V \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n = 25 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} \cdot 12 = 0,38 \text{ м}^3/\text{с}$$

Масова концентрація аеросуміші:

$$M = \frac{G_M}{G_B} = \frac{1,75}{0,46} = 3,8$$

$$G_B = Q_B \cdot \rho = 0,38 \cdot 1,2 = 0,46 \text{ кг/с}$$

Втрати тиску ΔP_1 для чистого повітря:

$$\Delta P_1 = \sum_1^{12} \left(L \cdot \frac{\lambda}{d} + \sum_1^2 \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot V_B^2}{2} = (2,02 \cdot \frac{0,02}{0,04} + 0,7) \cdot \frac{1,2 \cdot 25^2}{2} = 641,3 \text{ Н/м}^2$$

$\lambda = 0,02$ — коефіцієнт тертя повітря об метал

$\xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 0,2 + 0,25 + 0,25 = 0,7$ — коефіцієнт місцевих опорів

Втрати тиску на розгін матеріала:

$$\Delta P_2 = \rho \cdot M \cdot \frac{\rho_B \cdot V_B^2}{2 \cdot \eta_{\text{еж}}} = 1,2 \cdot 3,8 \cdot \frac{1,2 \cdot 25^2}{2 \cdot 0,7} = 2442,9 \text{ Н/м}^2$$

$\eta_{\text{ККД}} = 0,7$ – ККД ежекторного приймача в місці вводу добрив

Втрати тиску на переміщення аеросуміші за пневмопроводом:

$$\Delta P_3 = (1 + k \cdot M) L \cdot \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho_B \cdot V_B^2}{2} = (1 + 1,3 \cdot 3,8) 5,3 \cdot \frac{0,02}{0,04} \cdot \frac{1,2 \cdot 25^2}{2} = 5902,9 \text{ Н/м}^2$$

Втрати тиску на виході:

$$\Delta P_4 = \frac{\rho_B \cdot V_B^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 25^2}{2} = 375 \text{ Н/м}^2$$

Сумарні витрати тиску:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 = 641,3 + 2442,9 + 5902,9 + 375 = 9362,1 \text{ Н/м}^2$$

За отриманими даними вибираю вентилятор:

№ 6 $\eta_{\text{ККД}} = 0,7$ $n = 3266 \text{ об/хв}$

Потужність:

$$N = \frac{G_B \cdot P}{1000 \cdot \eta_{\text{ККД}}} = \frac{0,46 \cdot 9362,1}{1000 \cdot 0,7} = 6,1 \text{ кВт}$$

6.3 АГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

6.1. Аналіз технологій, машин та робочих органів для внесення твердих мінеральних добрив показав про необхідність розробки штангових пневматичних висівних систем для покращення якості розподілу добрив по поверхні поля.

6.2. В експериментальній машині з пневматичною висівною системою доцільно, при висоті установки розпилувачів над поверхнею поля 0,6 м установлювати розпилувачі з кроком рівним 0,9 м, які мають $\alpha=130^\circ$.

6.3. Зростання швидкості відбивання частинок добрив від поверхні розсіювача призводить зростання швидкості їх надходження. До зменшення швидкості відбивання v_{ny} призводить збільшення кута α .

6.4. Збільшення кута α призводить до збільшення кута між вектором швидкості відбивання частинок φ як аміачної селітри, так і гранульованого суперфосфату. Збільшення кута α до 121° призводить до збільшення дальності розсіювання частинок селітри аміачної, що мають діаметр $d=0,25; 0,50$ мм. Частинки аміачної селітри, які мають розмір гранул від 1 до 4 мм мають максимальну дальність розсіювання 1.3м. при $\alpha=130^\circ$.

6.5. Збільшення кута α до 115° призводить до збільшення дальності розсіювання частинок суперфосфату гранульованого, що мають діаметр $d=0,25$, а частинки діаметром 0,50 мм розсіваються на максимальну відстань 1,4м. при $\alpha=120^\circ$. Частинки суперфосфату гранульованого, які мають розмір гранул від 1 до 4 мм мають максимальну дальність розсіювання при $\alpha=130^\circ$.

6.6. Завдяки використанню пневматичної висівної системи штангового типу на кузовних машинах річний економічний ефект становить 18726 грн

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.С. 954028 (СССР). Вибрационный высевающий аппарат / УНИИМЭСГ; авт. изобрет. Ю.Г. Вожик, В.М. Соколов, В.К. Мойсеенко. - Заявл. 25.03.81. № 3263011/30-15; Опубл. в Б.И., 1982, № 32.
2. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.-2000.-№3.- С.10-12.
3. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В 3б.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.
4. Василенко П.М. Теори движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин.-К.: УАСХН, 1960.-283 с.
5. Вожик Ю.Г. Исследование процесса работы и обоснование параметров пневматических рабочих органов для рассева минеральных удобрений // Дис. ... канд. техн. наук. –К.,1971. -149 с.
6. Вожик Ю.Г. Об определении некоторых физико-механических свойств сыпучих минеральных удобрений // Химия в сельском хозяйстве. -1968.- №9.
7. Горошко В.И. Приближенные закономерности гидравлики взвешенного слоя и стесненного витания // Известия вузов, серия Нефть и газ.-1958.- Вып.1.-С.125-131.
8. Дюлоз П.А. Изыскание и обоснование параметров пневматического рассевающего устройства кузовных туковых машин // Автореф. дис ... канд. техн. наук.-Харьков.- 1983.-23 с.
9. Машины для транспортировки и внесения пылевидных удобрений и известковых материалов МТП-13 и РУН-14.- Экспресс-информация, № 15.-М. ЦНИИТЭИтракторсельмаш, 1983.- 13 с.

10. Жуковский Н.Е. Теоретическая механика. М.-Л.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950.-811 с.

11. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов. – М.: Машиностроение, 1964. – 251 с.

12. Зеглер Г. Пневматический транспорт зерна // Сб. „Сельское хозяйство за рубежом”.-М.: Изд. Иностранной литературы, 1954. Вып. № 3.-С. 115-192

13. Каюшников Ю.П. Исследование процесса разделения и транспортирования минеральных удобрений по горизонтальным трубопроводам пневматических сеялок: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1972.-26 с.

14. Назаров С.И. Обоснование параметров питателей машин для подготовки и внесения минеральных удобрений// Вопросы сельскохозяйственной механики. Минск : Урожай, 1970, т. 18, с.78 – 212.

15. Нефедов В.А. Об энергоемкости высева минеральных удобрений пневматической и пневмомеханической системами туковых сеялок.- Научно-технический бюллетень ВИМ. – М., 1982, вып. 49, с. 34-36.

16. Потапов Г.П. Исследование процесса рассева и обоснование параметров центробежного аппарата разбрасывателя минеральных удобрений // Автореф. дис. ... канд. техн. наук.-М., 1969.-26 с.

17. Онищенко В.Б. „Обоснование процесса работы и параметров пневмоцентробежных рассеивающих рабочих органов машин для внесения твердых минеральных удобрений” – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Киев, 1995 г. – 178 с.

18. Городній Н.М. „Система применения удобрений” – К: Вища школа, 1979 г. – 168 с.

19. Соколов В.М., Марченко М.Н. „Операционная технология применения минеральных удобрений” – М: Россельхозиздат, 1983 р. – 176 с.

20. Овчинникова Н.Г., Главатский В.А., „Повышение качества и эффективности внесения минеральных удобрений” – М: – 1983 р. – 33...39 с.

21. Синягин И.И. „Прогрессивная технология внесения минеральных удобрений” – М: – Колос, 1975 р. 184 с.

22. Хоменко М.С. „Исследование технологического процесса рассева минеральных удобрений центробежными аппаратами” – ТИС, – 1960 р. – 31...33 с.

23. Василенко П.М. „Об уравнениях транспортировки частиц в сопротивляющихся средах” – Доклады ВАСХНИЛ, 1970 р. – №4.

24. Вожик Ю.Г. „Об определении некоторых физико-механических свойств сыпучих минеральных удобрений” – Химия в сельском хозяйстве, – 1968 р. – №9.

25. Паников В.Д. „Пути повышения эффективности использования минеральных удобрений на современном этапе развития земледелия” – Химия в сельском хозяйстве, – 1976 р. – №10 3...9 с.

26. Машины для транспортировки и внесения пылевидных удобрений и известковых материалов МТЦ-13 и ВУЦ-14. – Экспресс-информация, № 15.-М.: ЦНИИТЭИ тракторсельмаш, 1983.- 13 с.

27. Свирская Т.А., Кузьмина Т.И. „Тенденции развития техники для поверхностного внесения минеральных удобрений. обзорная информация” – М: ЦНИИТЭИ Тракторсельмаш, – 1986 р.

28. Войтюк Д.Г., Дацишин О.В., Колісник В.С., Барабан М.П., Сірий Г.С., Бистрий О.М. „Дипломне та курсове проектування” – К: Урожай, 1996 р. – 192 с.

29.Потапов Г.П. Исследование процесса рассева и обоснование параметров центробежного аппарата разбрасывателя минеральных удобрений // Автореф. дис. ... канд. техн. наук.-М., 1969.-26 с.

30.Achorn Frank P., Kimbrough Homor L. Application of granular fertilizers.- Agr. Chem. 1970,25,N 1,30-33,35-36,49.

31.Bamlett.-effective 3ton fertilizer spreader for farmer whos interested in orofitability/ Power Farming, 1974, N 2,

32.Brubach Manfed. Fortshittiche Mineratdungung.-schlepper und Landmasch., 1976,21, N 9, S.259-260,262-263.

33.Force-feed fertilizer apreader in action.-Power farming. 1969. May, 75,42.

34.Caltch Horst. Dunge-und Pflanzenschutztechnik.-Grundlagen Landtechn., 1972,22, N 5, S.135-136.

35.Achorn Frank P., Kimbrough Homor L. Application of granular fertilizers.- Agr. Chem. 1970,25,N 1,30-33,35-36,49.

36.Bamlett.-effective 3ton fertilizer spreader for farmer whos interested in orofitability/ Power Farming, 1974, N 2,

37.Brubach Manfed. Fortshittiche Mineratdungung.-schlepper und Landmasch., 1976,21, N 9, S.259-260,262-263.

38.Force-feed fertilizer apreader in action.-Power farming. 1969. May, 75,42.

39.Caltch Horst. Dunge-und Pflanzenschutztechnik.-Grundlagen Landtechn., 1972,22, N 5, S.135-136.

40.Neur Crobraum-Bandstreuer mit Zwansausbringung leistet exakte Streuarbeit.- Lochnunternehmen in Land-und Farawitschaft, 1973,28,N 4, S.190-191.

41.Pat. 1557930(BRD). Landwirtschaftliche sum gleichmabigen verteiten von seatgut und Dungemittel./ Amazonen-Werke H. Dreyer.-11.04.74.

42.Spingies Werner. Genau streuen sie alle ... aber in der Technik und vor allem beim preis gigt es noch betrachtliche Unterschiede.-Top.agr.1978< N 3, S.84... 86,88.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **ДОДАТКИ** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ
ПНЕВМАТИЧНИХ ВИСІВНИХ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ
ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ННЦ
ІМЕСГ НААН УКРАЇНИ КИЇВСЬКА ОБЛ.,
ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ РАЙОН, СМТ.ГЛЕВАХА**

НУБІП України

НУБІП України

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

01.01.МР 189“С” 2021.01.02.034

НУБІП України

Іщенко Олександр Володимирович

1

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ
ПНЕВМАТИЧНИХ ВИСІВНИХ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ
ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ННЦ
ІМЕСГ НААН УКРАЇНИ КИЇВСЬКА ОБЛ.,
ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ РАЙОН, СМТ.ГЛЕВАХА**

НУБІП України

НУБІП України

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

01.01.МР 189 “С” 2021.02.01.034

НУБІП України

Іщенко Олександр Володимирович

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України