

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 20 ____ р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

Кваліфікаційна робота (дипломний проект)

перший (бакалаврський)

(назва освітнього рівня)

тема роботи «ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕМО-МЕХАНІЧНОГО
ВИСІВНОГО АПАРАТУ»

Виконав: студент 4 курсу, групи 41-ім
освітньої програми бакалавра
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Гончарук Ю.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Лісовий І.О.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма «Бакалавр»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
А.В. Войтік
“ ” 20 __ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)**

студенту Гончаруку Юрію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження параметрів пневмо-механічного висівного апарату»

керівник роботи Лісовий І.О., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«12» травня 20 23 р. №01-06/95

2. Строк подання студентом роботи 23.05.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: навчальна, наукова та періодична література за темою роботи;

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Вступ; Розділ 1. Стан питання та особливостям виконання посіву просапних культур; Розділ 2 Дослідження; Розділ 3. Охорона праці; Розділ 4 Обґрунтування досягнутих результатів; Загальні висновки;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 10 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи:

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 15 жовтня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	4.11.2022 р.	
2.	Розділ 1. Стан питання по особливостям виконання посіву просапних культур	27.12.2022 р.	
3.	Розділ 2 Дослідження	13.02.2023 р.	
4.	Розділ 3. Охорона праці	03.04.2023 р.	
5.	Розділ 4. Обґрунтування досягнутих результатів	01.05.2023 р.	
6.	Виконання ілюстративної частини роботи	12.05.2023 р.	
7	Представлення роботи керівнику на перевірку	23.05.2023р.	

Студент

(підпис)

Гончарук Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лісовий І.О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ПО ОСОБЛИВОСТЯМ ВИКОНАННЯ ПОСІВУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	7
1.1. Аналіз існуючих конструкцій висівних систем	7
1.2. Обґрунтуванням теми роботи	12
1.3 Висновки, мета і завдання дослідження	14
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ	15
2.1 Обґрунтування напрямку вдосконалення конструкції пневматичного висівного апарата	11
2.2. Розрахунки	25
Висновки по розділу	25
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	26
3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи на посівному агрегаті.	26
3.2 Розробка організаційно-технічних заходів по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на посівному агрегаті	27
3.3 Моделювання небезпечних ситуацій під час роботи на посівному агрегаті	28
Висновки по розділу	29
РОЗДІЛ 4 ОБґРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	30
4.1. Економічне обґрунтування змін	30
Висновки по розділу	31
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33
ДОДАТКИ	36

ВСТУП

Просапні культури відіграють суттєву роль у виробництві продуктів харчування, використовуються у якості кормів для худоби, можуть бути сировиною у харчовій промисловості. Для посіву насіння просапних культур використовують сівалки, які відрізняються між собою за принципом дії та конструктивно.

Посів просапних культур зараз проводиться пунктирним способом. Від того, як він проведений, залежить отриманий врожай, адже цукровий буряк є важливою технічною культурою. Проблема підвищення врожайності і зниження собівартості вирощування є суттєвою у сільськогосподарському виробництві. На врожайність цукрового буряку діють багато факторів, в тому числі, глибина загортання насіння, ґрунтово-кліматичні фактори, строки посіву насіння, ушкодження хворобами та шкідниками, рівномірне розподілення насіння по площі живлення.

Останнім часом великого поширення для посіву насіння цукрових буряків набули сівалки з дисковими висівними апаратами вакуумного типу. На відміну від механічних висівних апаратів, пневмомеханічні апарати висівають насіння з мінімальним пошкодженням, без обов'язкового калібрування або дражування.

Дослідженнями процесів точного висіву пневмомеханічними висівними апаратами займалися Басін В.С., Вальянов Д.Г., Зенін Л.С., Белодєдов В.О., Чічкін В.П., Погорілий Л.В., Журавльов Б.І., Аніскевич Л.В., Свірень М.О., Амосов В.В., Шведик М.С. та ін. [1, 2, 3, 4, 5]. Вченими зроблено суттєвий вклад у розвиток вітчизняної посівної техніки, однак постійно зростаючі вимоги до посіву сільськогосподарських культур вимагають постійного удосконалення конструкцій висівних апаратів точного висіву.

Відомо, що серійні висівні апарати не в повній мірі задовольняють сучасним агротехнічним вимогам – не забезпечують достатньої точності однозернового дозування насіння просапних культур, через що виникає подвійне захоплення насінин або пропуски, особливо на підвищених швидкостях. Висівні апарати повинні створювати рівномірний та безперервний

потік насіння, забезпечувати стійкий висів насіння встановленої норми, незалежно від швидкості руху сівалки, ступеня наповнення бункера, ухилів, коливань насіннєвого ящика при переміщенні по полю, не травмувати насіння.

Також вони повинні бути універсальними, простими за будовою та мати надійне і зручне регулювання норм висіву.

Отже, обґрунтування конструкції та параметрів пневмомеханічного висівного апарата для забезпечення однозернового висіву насіння просапних культур є актуальним питанням у сільськогосподарському виробництві.

Метою роботи є: – підвищення ефективності висіву насіння просапних культур шляхом обґрунтування конструкції та параметрів пневмомеханічного висівного апарата.

Об'єктом дослідження є процес висіву насіння просапних культур пневмомеханічним висівним апаратом.

Предметом досліджень є параметри пневмомеханічного висівного апарату з зміненими отворами диску.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТЯМ ВИКОНАННЯ ПОСІВУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

1.1. Аналіз існуючих конструкцій висівних систем

В останні роки широке поширення одержали сівалки з пневматичними висівними апаратами. Перевага апаратів пневматичного типу - простота конструкції, велика універсальність і практична відсутність дроблення насіння, а також можливість роботи на підвищених швидкостях при хорошій якості розподілу насіння і виключення необхідності в ретельному калібруванні посівного матеріалу на фракції. В даний час найбільшого поширення набули пневматичні сівалки з дисковим висівним апаратом.

В силу біологічних особливостей при обробітку просапних культур велика увага приділяється рівномірності розподілу насіння в рядках посіву, яка значно залежить від якості їх дозування висіваючими апаратами просапної сівалки, регламентованою агрономіями (не більше 2% пропусків і 5% двійників).

Одним з основних елементів висівного апарата, що суттєво впливає на якість дозування насіння є висівний диск. Проведений огляд відомих конструкцій висівних апаратів [1-5] показав, що різноманітність форми поверхні присмоктувальних отворів та конструкції висівного диску впливає на якість захоплення насіння. На практиці існують різноманітні форми присмоктувальних отворів (циліндрична, конічна, тороїдальна та ін.).

Для кращого дозування насіння в висівних апаратах сівалок «Екзакта Мат» (рис. 2.1) присмоктувальні отвори розташовані з внутрішньої сторони обертального диска-обода, на бічній стороні якого є сектори з криволінійними напрямними. Насіння, що присмокталося до отворів, після виходу із зони розрідження падають на направляючі і при подальшому обертанні диска підводяться ними до точки скидання.

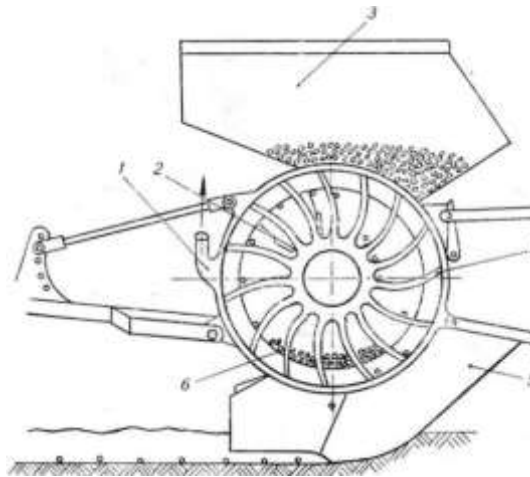


Рис. 2.1 Схема висівного апарата сівалки «Екзакта Мат»: 1 – повітропровід, 2 – скидач зайвого насіння, 3 – бункер, 4 – напрямник, 5 – сошник, 6 – висівний диск.

Рами сівалок з шириною захвату 4; 4,5 і 6м мають трисекційну конструкцію. Крайні секції піднімаються вгору при переході в транспортне положення. Ці моделі оснащують тільки пневматичними висіваючими системами Venta [6] (типу Rabe Werke, Accord) з централізованим бункером, привід вентилятора здійснюється від ВВП трактора або автономної гідросистемою. Дводискові сошники закріплені на рамі на паралелограмній підвісці, спираються на індивідуальні котки, за якими розрівнюють пристрій пруткового типу. Ширина міжрядь зменшена (у порівнянні з SD 300), діаметр ножа з рифленим диском - 430 мм, з хвилястим - 460 мм.

Фірма Gaspardo [8] (Італія) виготовляє моделі напівнавісних сівалок Direkta (рис. 2.2) з шириною захвату 2,5; 3 і 4м з механічною висіваючою системою і п'ять моделей сер.



Рис. 2.2 Сівалка фірми Gaspardo – Direkta.

Sprint и Gigante - з пневматичною типу Accord. Сівалки цільнорамні, спираються спереду на навісний механізм трактора, а ззаду на ходові колеса, розміщені за сошниками. У сівалках Gigante секційні рами складаються у вертикальній площині, сошники однодискові з вирізними дисками, змінними металевими або "плаваючими" ребордами та індивідуальними металевими прикочуючими котками з односторонньою конічною поверхнею.

Подвійну дію відбивача можливо регулювати при відкритому оглядовому віконці. Відбивач зайвого насіння регулюється з внутрішньої сторони диска, таким чином не допускаються двійники.

Для зручності завантаження централізованого бункера насінням сівалки Gigante оснащені шнеком. Привід висівного апарату здійснюється від приводного колеса, вентилятора в висівних пневмосистемах - від гідросистеми (працює від ВВП трактора).

Фірма «Беккер» випускає ціле сімейство сівалок точного висіву «Аеромат», оснащених пневмомеханічними висівними апаратами, що працюють за принципом «отвір - надлишкове розрідження - отвір». В основному вони використовуються на посіві великого насіння і насіння округлої форми з гладкою поверхнею (кукурудза, горох, квасоля, боби і т. п.). Основними елементами апарату цієї сівалки (рис. 2.3) є: бункер для насіння з ущільнювальною кришкою і заслінкою, регулюючої подачу насіння в камеру заповнення, корпус, висіваючий диск з наскрізними отворами конусної форми і сопло (насадка) для підведення повітря. Насіння з бункера через живильний канал надходять в камеру заповнення. Диск з отворами при обертанні захоплює кожною клітинкою з шару по кілька насінин. При проході під струменем повітря насіння видуваються з отвору, а одне (нижнє) насіння притискається повітряним потоком до вершини конуса, закриваючи наскрізний отвір. Потім поодинокі насіння транспортуються отворами до відкидного вікна, через яке випадають в борозну, розкриту сошником. Привід диска кожної секції здійснюється від опорних коліс сівалки через центральний вал і 4-6-

ступінчастий редуктор. Перевага апарату - невелика висота падіння насіння (7 см), недолік - необхідність шліфування.

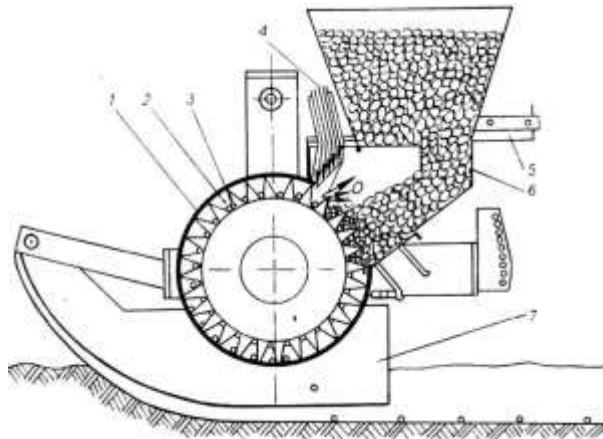


Рис. 2.3. Схема висівного апарата сівалки «Аеромат 12»:

1 – кожух, 2 – отвір диска, 3 – диск з отворами, 4 – сопло, 5 – заслінка, 6 – бункер, 7 – сошник.

В даний час найбільшого поширення набули пневматичні сівалки з дисковим висіваючим апаратом, виконаним за типом французького апарату сівалки «Сокам» (рис. 2. 4).

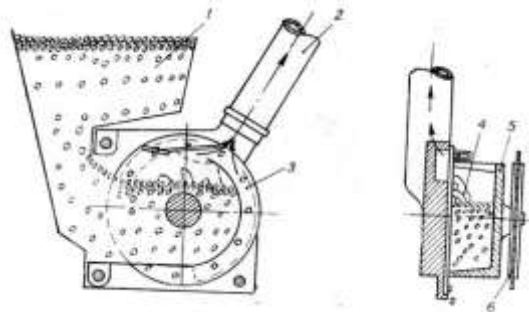


Рис. 2.4 Схема дискового пневматичного висівного апарата сівалки «Сокам»: 1 – бункер для насіння, 2 – повітропровід, 3 – висівний диск, 4 – вакуумна камера, 5 – насіннева камера, 6 – сошник.

Апарат включає насіннєвий бункер, що обертається у вертикальній площині, тонкий диск з наскрізними отворами, що рівномірно розташовані по краях на його торцевій поверхні. З одного боку диска є вакуумна камера, а з іншого - насіннева. При обертанні диска насіння присмоктується до отворів, виносяться з насінної камери і транспортуються вниз до сошника, де за рахунок

зняття розрідження падають в борозну. Для кращого присмокування насіння на осі диска закріплена ворушилка. Скидання зайвого насіння здійснюється спеціальним пристроєм, що представляє собою рамку з двома штирями. Розташування штирів щодо присмокувальних отворів, залежно від розмірів насіння, регулюється поворотом осі, на якій закріплена рамка.

Загальним недоліком пневматичних апаратів дискового типу є небезпека забивання присмокувальних отворів пилом, уламками насіння та іншими домішками. Активне скидання насіння зазвичай здійснюється за допомогою виштовхувачів з голками або ж струменем стисненого повітря. Найбільш надійний спосіб очищення отворів діаметром 0,8-1 мм - розташування присмокувальних отворів зазвичай з мінімальною товщиною (0,2-0,3 мм) і використанням роликів, покритих еластичною гумою

Сівалки «Гаспардо-81» (рис. 2.5) і ТГ-500 по конструкції мало чим відрізняються від сівалок точного висіву фірми «Фезе» і за рахунок змінних висівних дисків можуть практично висівати насіння більшості овочевих культур.

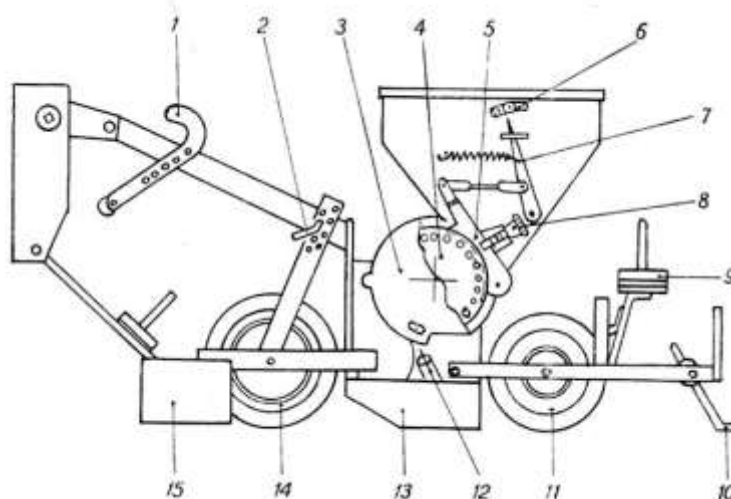


Рис. 2.5 Схема посівної секції сівалки «Гаспардо-81» (Італія):

1 – важіль регулювання положення тяги секції, 2 – вилка регулювання положення переднього катка, 3 – кожух, 4 – висівний диск, 5 – скидач зайвого насіння, 6 – шкала, 7 – вказівник, 8 – гвинт, 9 – вантаж, 10 – загортач, 11 – задній прикочуючий каток, 12 – насіннепровід, 13 – сошник, 14 – передній каток, 15 – грудковидальця.

Аналіз конструкцій сівалок показує, що вони не повністю відповідають нашим агровимогам в частині ширини міжрядь, наявності обладнання для одночасного висіву трав, агрегування з тракторами кл. 5. Крім того, вони нерентабельні в експлуатації.

Таким чином, у розвитку конструкцій сівалок точного посіву в виявлені наступні тенденції: збільшена ширина захвату з 3-4 до 6м; поряд з традиційним механічними висівними системами створені централізовані (бункер) і пневматичні. Останні застосовуються головним чином в сівалках з секційним побудовою і складаються у вертикальній площині секціями (до ширини 2,5-3 м) для транспортування; фірми США і Канади рекламують нові широкозахватні сівалки на базі автономних висівних систем і важких культиваторів, оснащених дисковими робочими органами.

1.2. Обґрунтуванням теми роботи

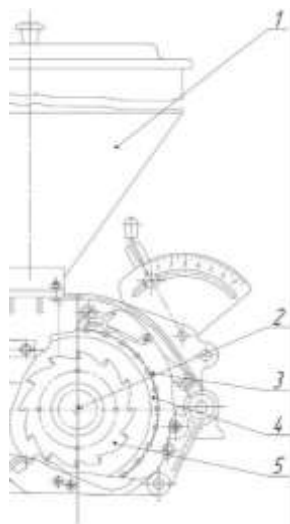
Технологічний процес роботи пневмомеханічного висівного апарата сівалки УПС-8 складається з таких етапів: подача насіння із бункера в насіннєву камеру; захоплення посівного матеріалу присмоктувальними отворами диска; рух захопленого насіння разом з диском, видалення зайвого насіння скидачем, рух поодинокі насінини разом з диском; відокремлення насінини; рух насінини до дна борозни.

Робота пневмовакуумного висівного апарату з круглими дозуючими елементами показала, що насіння, захоплене дозуючим елементом при русі в насіннєвій камері, розсовує шар насіння, прилеглий до висівного диску.

Беручи до уваги агротехнічні вимоги та провівши огляд літератури було проведено удосконалення конструкції пневмомеханічного висівного апарата (рис. 2.6).

За базову конструкцію було взято пневмомеханічний висівний апарат серійної універсальної пневматичної сівалки УПС-8.

Пневмомеханічний висівний апарат складається з корпусу, на привідному валу якого розміщений висівний диск і ворушилка, а між ними встановлений додатковий диск 5, який по контуру має фігурні вирізи. Для підвищення ймовірності попадання насінин в цей виріз та зменшення їх травмування, задня кромка додаткового диска має фаску. Діаметр отвору додаткового диска більший середнього діаметра насінини в 1,2 – 1,3 рази. Це забезпечує попадання у фігурний виріз додаткового диска не більше однієї насінини.



3

Рис. 2.6 Схема удосконаленого пневмомеханічного висівного апарату

1 – корпус; 2 – вал висівного апарата; 3 – модернізований висівний диск висівний диск; 4 – додатковий диск; 5 – ворушилка.

Принцип роботи пневмомеханічного висівного апарату. З бункера висівного апарату насіння попадає в горловину до забірної камери. Вал обертає висівний диск з присмоктуючими отворами, до яких присмоктується насіння в нижній частині забірної камери за рахунок сил, які виникають від дії розрідження в вакуумній камері апарата. Додатковий диск, встановлений разом з висівним диском на валу висівного апарата, спрямовує насіння до зони присмоктувальних отворів. Завдяки оригінальній конструкції додаткового диска, зменшується ймовірність присмоктування подвійних насінин. Додатковий диск створює підпір присмоктаних насінин, що зменшує ймовірність відриву насіння з отворів диска, тому вони стабільно проходять до верхньої частини корпусу, а далі

рухаються з диском до місця скидання, де закінчується вакуумна камера. Під дією сил тяжіння насіння відривається від отворів і падає в борозну, пророблену наральником сошника.

Якщо ж відбувається заповнення присмоктувальних отворів "двійниками", то ці насінини знаходяться над верхньою кромкою фігурних вирізів і, потрапляючи у зону скидання зайвого насіння, повністю видаляються скидачем.

Одним з важливих показників роботи пневмомеханічного висівного апарата, що впливає на точність висіву, є "одинарне" заповнення комірок висівного диска. Запропонована конструкція пневмомеханічного висівного апарата дозволяє усунути цей недолік завдяки формі додаткового диска, який по контуру має фігурні вирізи, внаслідок чого до присмоктувальних отворів потрапляє лише одна насінина. У випадку, коли відбувається заповнення присмоктувальних отворів "двійниками", зайві насінини знаходяться над верхньою кромкою фігурних вирізів та потрапляючи у зону скидання зайвого насіння, повністю видаляються скидачем.

1.3 Висновки, мета і завдання дослідження

Відомо, що в реальних виробничих умовах якість заповнення присмоктувальних отворів висівного диска часто не задовольняє агротехнічних вимог. При малій частоті обертання диску спостерігається висів великої кількості «двійників», а при великій – зростання кількості пропусків, що в результаті впливає на густоту посівів. Отже, обґрунтування конструкції та параметрів пневмомеханічного висівного апарата для забезпечення однозернового висіву насіння просапних культур є актуальним питанням у сільськогосподарському виробництві.

У програму досліджень були включені наступні **завдання** – визначити раціональні параметри та режими роботи запропонованого пневмомеханічного висівного апарату при забезпеченні агротехнічних вимог: ширина отвору, швидкість обертання валу висівного апарата, який приводить в дію висівний диск, розрідження в пневмосистемі сівалки.

РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Обґрунтування напрямку вдосконалення конструкції пневматичного висівного апарата

Сівба є однією з основних технологічних операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур. Головне завдання при сівбі полягає в оптимальному розміщенні в ґрунті насіння з метою створення найкращих умов для росту та розвитку рослин і отримання в кінцевому результаті максимального урожаю [].

Сівалка повинна забезпечувати висів заданої кількості насіння на гектар і тому якість роботи висівного апарата полягає в рівномірній подачі насіння до сошника без пропусків і пересівів.

Проблеми заповнення комірок насінинами та відокремленню двійників присвячено багато робіт, але це питання на даний час залишається не повністю вирішеним. Тому, з метою стабілізації роботи висівного апарата, покращення якості заповнення отворів диска насінням і підвищення його продуктивності, було запропоновано нову конструкцію висівного диска рис. .

2.2. Розрахунки.

Розрахунок пневмомеханічного висівного апарата вдосконаленої сівалки.

Важливим аспектом в роботі пневмомеханічного висівного апарата є аеродинамічні властивості насіння, їх початкова швидкість відносно отворів висівного диска, коефіцієнт тертя, питома вага тощо.

Умови, що забезпечують захоплення та висів насіння диском. Прийнято, що на насінину, присмоктану до отвору, діють три основні сили (рис 2.1):

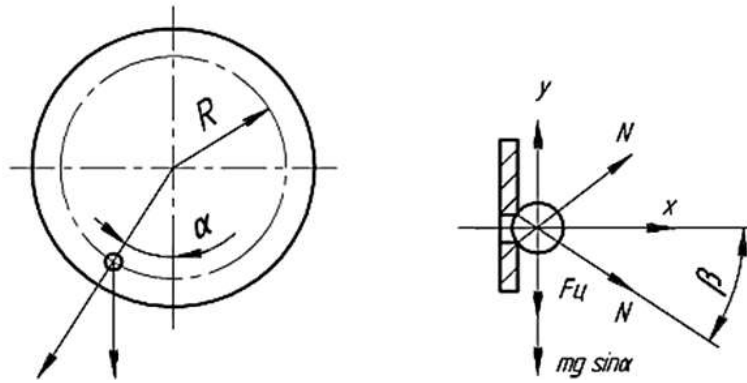


Рис. 2.1. Сили, що діють на насіння, яке присмоктане до отвору висівного диска.

P – сила повітряного потоку:

$$P = 0,5 \cdot c \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \quad (2.1)$$

де c – безрозмірний коефіцієнт; ρ – густина повітря; S – площа проекції насінини на площину, перпендикулярну до напрямку руху; V – швидкість повітряного потоку; mg – сила тяжіння; F – сила тертя збоку маси насіння:

$$F = P_y \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (2.1)$$

P_y – осьовий тиск у масі насіння; ϕ – кут внутрішнього тертя;

Тоді загальною умовою присмоктування насіння буде:

$$0,5 \cdot c \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \geq mg + P_y \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (2.1)$$

Величина розрідження повітря в вакуумній камері висівного апарата, якщо швидкість насіння в момент присмоктування дорівнює нулю:

$$H_1 \geq \left(\frac{G}{S_1 \cdot k_n \cdot \phi} \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{V_d^2}{g \cdot \tau_d} \right)^2} - 2 \cdot V_d^2 \cdot \frac{\sin \alpha}{g \cdot \tau_d} \right) + \left(\frac{g^2}{g \cdot d} \right) \quad (2.1)$$

Якщо ж швидкість насіння в момент присмоктування дорівнює швидкості обертання висівного диску:

$$H_2 \geq \left(\frac{G}{S_1 \cdot k_n \cdot \phi} \right) \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{V_d^2}{g \cdot \tau_d} \right)^2} - 2 \cdot V_d^2 \cdot \frac{\sin \alpha}{g \cdot \tau_d} \right) \quad (2.1)$$

G – сила тяжіння насінини; m – абсолютна вага насіння, 0,29 кг [5];

$G = m \cdot g = 0,29 \cdot 9,8 = 2,842 \text{ кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2 = 2,842 \text{ Н}$ k_n – коефіцієнт присмоктування, 0,25;

S – площа проекції насінини на площину, перпендикулярну до напрямку руху;

$S = \pi \cdot d_1^2 / 4$; d_1 – діаметр насінини;

$d_1 = (0,7 \dots 0,8) \cdot b$

b – мінімальна ширина насінин, що висіваються, 4,5 мм [5];

$d_1 = 0,75 \cdot 4,5 = 0,0034 \text{ м}$, $S = 3,14 \cdot 0,0034^2 / 4 = 0,009 \text{ м}^2$

φ – коефіцієнт тертя руху насіння об поверхню диску, 0,8; τ_d – радіус кола, по якому розміщені присмоктуючі отвори, 0,06 м; v_d – колова швидкість диску за радіусом, $v_d = 0,35 \text{ м}/\text{с}$; α – кут повороту диску з насінням, що присмоктувалося (критичним положенням насінини, в разі його транспортування до кінця скидання у насіннєпровід або борозну, є точка, де $\alpha = 3/2\pi = 270^\circ$); d – діаметр отвору висівного диску;

$$H_1 \geq \left(\frac{2,842}{0,009 \cdot 0,25 \cdot 0,8} \right) \left(\sqrt{1 + \left(\frac{0,35^2}{9,8 \cdot 0,06} \right)^2} - 2 \cdot 0,35^2 \cdot \frac{\sin 270^\circ}{9,81 \cdot 0,06} + \frac{0,35^2}{9,81 \cdot 0,0034} \right) =$$

$$= 1579 \cdot (1,208 + 3,676) = 7713 \text{ Н} / \text{м}^2 = 7713 \text{ Па};$$

$$H_1 \geq \left(\frac{2,842}{0,009 \cdot 0,25 \cdot 0,8} \right) \left(\sqrt{1 + \left(\frac{0,35^2}{9,8 \cdot 0,06} \right)^2} - 2 \cdot 0,35^2 \cdot \frac{\sin 270^\circ}{9,81 \cdot 0,06} \right) =$$

$$= 1579 \cdot (1,208) = 1908 \text{ Н} / \text{м}^2 = 1908 \text{ Па};$$

Цього тиску достатньо для роботи висівного апарата.

Знаючи величину розрідження у вакуумній камері, визначаємо витрати повітря висівною системою сівалки:

$$Q = \frac{1}{4} \cdot \eta \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \kappa \cdot z \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot H}{\gamma}} \quad (2.1)$$

де η – коефіцієнт опору, $\eta = 0,65 \dots 0,75$; γ – питома вага повітря, 11,4 Н/м³; κ – кількість висівних апаратів, 8 шт.; z – кількість отворів на

висівному диску, які знаходяться в зоні дії вакуумної камери, $z=12$; H – величина розрідження у вакуумній камері, 1908 Па.

$$Q = \frac{1}{4} \cdot 0,7 \cdot 3,14 \cdot 0,0034^2 \cdot 8 \cdot 12 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 1908}{11,4}} = 0,035 \text{ м}^3 / \text{с}$$

З урахуванням додаткових витрат повітря в повітропроводах і самих апаратах, приймаємо розрідження 2000 Па, яке повинен створювати вентилятор.

Виділяють три характерних випадки присмоктування насіння до отворів диска: насіння знаходиться біля отворів диска, при цьому розміри насіння та отворів теоретично однакові; насіння знаходиться в стані присмоктування; насіння присмокталося до отвору і обертається разом з диском.

Розрахуємо випадок, коли насіння присмокталося до отвору диска і обертається разом з диском:

$$\Delta P_2 = \frac{4 \cdot m \cdot g (k - \sin \alpha) \cdot \sqrt[3]{d_{\text{нас}}^2 - d_{\text{отв}}^2}}{\pi \cdot d_{\text{отв}}^3} \quad (2.1)$$

де $d_{\text{нас}}$ – діаметр насіння, м; m – маса однієї насінини, кг; $d_{\text{отв}}$ – діаметр отвору, м;

α – кутова координата, град;

$$\Delta P_2 = \frac{4 \cdot 0,000019 \cdot 9,8 \cdot (964 - \sin 38) \cdot \sqrt[3]{12^2 - 0,004^2}}{3,14 \cdot 0,004^3} = 0,018 \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$$

Визначення втрат тиску в пневмосистемі висівного апарата

При русі повітря по повітропроводах тиск витрачається на подолання тертя $P_{\text{тр}}$ та подолання місцевих опорів :

$$P_{\xi} = P_{\text{тр}} + P_{\text{мс}} \quad (2.1)$$

Витрати тиску на тертя в круглих трубопроводах [14]:

$$P_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{e}{D} \cdot \frac{\gamma_{\text{в}} \cdot v^2}{29} \quad (2.1)$$

де e – довжина трубопроводу; D – діаметр трубопроводу (найменший 0,032 м);

λ – коефіцієнт опору тертя, який виражається в функції числа Рейнольдса та визначається по формулі Нікурадзе:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot R_e^{-0,237}$$

де R_e – число Рейнольдса дорівнює $R_e = \frac{D \cdot v}{\nu}$;

де ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості при аерометричному тиску $P_a^- = 760$ мм. вод. ст. та температурі 20° ; v – швидкість повітряного потоку в трубопроводі, 12 м/с [13];

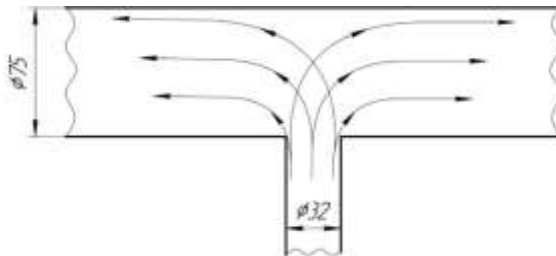


Рис. 2.2 Схема переходу повітряного потоку

- для діаметра 75 мм:

$$R_e = \frac{0,75 \cdot 12,0}{0,149 \cdot 10^{-4}} = 6,04 \cdot 10^4 \text{ м / с}$$

- для діаметра 32 мм:

$$R_e = \frac{0,32 \cdot 12,0}{0,149 \cdot 10^{-4}} = 2,58 \cdot 10^4 \text{ м}^2 / \text{с}$$

Витрати тиску на тертя в пневмосистемі дорівнює:

- для ресивера:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (6,04 \cdot 10^4)^{-0,273} = 0,0482$$

$$P_{mp_1} = 0,0482 \cdot \frac{2,0}{0,075} \cdot 2 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 23,42 \text{ кГ / м}^2$$

- для діаметра 75 мм:

$$P_{mp_2} = 0,0482 \cdot \frac{0,9}{0,75} \cdot 2 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 10,5 \text{ кГ / м}^2$$

- для діаметра 32 мм:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (2,58 \cdot 10^4)^{-0,237} = 0,052 \text{ м}^2 / \text{с}$$

$$P_{mp_3} = 0,052 \cdot \frac{0,7}{0,032} \cdot 8 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 62,17 \text{ кЗ} / \text{м}^2$$

Витрати тиску на тертя у повітропроводах :

$$P_{mp} = 23,42 + 10,5 + 62,17 = 96,09 \text{ кЗ} / \text{м}^2 = 960,9 \text{ Па} \approx 0,96 \text{ кПа}$$

Витрати тиску на подолання місцевих опорів:

$$P_{m.o} = \xi \frac{\gamma_g \cdot v^2}{2 \cdot g} \quad (2.1)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору

Найбільш поширеним слід рахувати місцевий опір, який виникає при розширенні або звуженні повітропроводу, а також його згині.

Раптове розширення повітропроводу при переході від камери висівних апаратів до ресивера (рис. 2.2):

Коефіцієнт місцевого опору:

$$\xi_{p_1} = \left(1 + \frac{f}{F}\right)^2 \quad (2.1)$$

де f – площа перетину повітропроводу:

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,0008 \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

F – площа перетину ресивера:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,075^2}{5} = 0,0044 \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

$$\xi_{p_1} = \left(1 + \frac{0,0008}{0,044}\right)^2 = 1,39$$

$$P_{m_{01}} = 1,39 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 8 = 76,8 \text{ кЗ} / \text{м}^2$$

Згин повітропроводу (рис. 2.2):

$$\xi_k = K_K \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \quad (2.1)$$

де $K_K = 0,73$ – постійний коефіцієнт пропорційності; ξ_1 – коефіцієнт який залежить від радіуса заокруглення (R/D); ξ_2 – коефіцієнт який

залежить від кута повороту коліна (α); ξ_3 – коефіцієнт який залежить від форми перетину; Для круглого перетину $\xi_3 = 1,0$, [42]; Приймаємо, згідно табличним значенням [13]:

- для $R/D=5$; $\xi_1 = 0,12$; для $\alpha = 40^\circ$; $\xi_2 = 0,6$;

$$\xi_k = 0,73 \cdot 0,12 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,053; P_{M_{02}} = 0,053 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 2 = 0,98 \text{ кГ / м}^2;$$

$$P_{M_0} = P_{M_{01}} + P_{M_{02}} = 76,8 + 0,98 = 77,76 \text{ кГ / м}^2 = 777,6 \text{ Па} = 0,78 \text{ кПа};$$

Загальні втрати тиску в пневмосистемі сівалки

$$P_\xi = 0,98 + 0,78 = 1,74 \text{ кПа}; .$$

Повне розрідження, яке повинен створювати вентилятор для якісної роботи пневматичних висівачих апаратів для висіву насіння цукрових буряків, повинно складати:

$$\Sigma P = P_a + P_\xi = 4200 \text{ Па} + 1740 \text{ Па} = 5740 \text{ Па} = 5,94 \text{ кПа}$$

Розрахунок вентилятора

Вентилятор сівалки вдосконаленої працює при частоті обертів $n = 4200$ об/хв.

Швидкохідність обертання вентилятора:

$$n_\partial = 53 \cdot \frac{Q^{0,5} \cdot \omega}{H^{0,75}} = 53 \cdot \frac{0,14^{0,5} \cdot 440}{2000^{0,75}} = 29,2 \quad (2.1)$$

$$\text{де } \omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 4200}{30} = 440 \text{ с}^{-1}. \quad (2.1)$$

Діаметр входу в вентилятор визначаємо, виходячи з умов мінімальних втрат при входженні струменя повітря на лопатки:

$$D_o = \kappa \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{\omega}} \quad D_o = 1,7 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,14}{440}} = 0,12 \text{ м} \quad (2.1)$$

де $\kappa = 1,6 \dots 1,8$ (в залежності від n_∂); $\kappa = 1,7$ для вентиляторів із загнутими вперед лопатками при $n_\partial = 15 \dots 20$

Діаметр входу D_1 в колесо приймаємо виходячи з нерівності $D_1 > D_o$.
тому $D_1 = 0,16 \text{ м}$.

Зовнішній діаметр колеса:

$$D_2 = D_o \cdot \frac{60}{n_o} = 0,12 \cdot \frac{60}{29,2} = 0,25$$

Ширина спіральних лопатей:

$$B = 0,885 \cdot D_o = 0,885 \cdot 0,12 = 0,1062 = 0,11 \text{ м}$$

Ширина колеса:

$$e = \frac{\kappa \cdot D_o}{4} = \frac{1,2 \cdot 0,12}{4} = 0,036 \text{ м}$$

де $\kappa = 1,2 \dots 2,5$. Приймаємо $\kappa = 1,2$

Приймаємо $b = 0,04 \text{ м}$.

Мінімальне число лопаток колеса вентилятора:

$$z = \frac{\pi \cdot (D_2 + D_1)}{D_2 - D_1} = \frac{3,14 \cdot (0,25 + 0,16)}{0,25 - 0,16} = 14,2.$$

Приймаємо $z = 12$.

Для зменшення гідравлічних втрат, кут входу на лопатки приймаємо $\beta_1 = 40 \dots 80^\circ$, при цьому більший кут відповідає колесам з мінімальним значенням критерію «швидкохідний». Кут встановлення лопаток на колеса при виході $\beta_2 = 160^\circ$. Криволінійні лопатки проводять по одній, або декільком дугам кола. Приймаємо лопатку, окреслену однією дугою.

Радіус цієї дуги буде дорівнювати:

$$R_n = \frac{D_2^2 - D_1^2}{4 \cdot (D_2 \cdot \cos \beta_2 - D_1 \cdot \cos \beta_1)} \quad (2.1)$$

$$R_n = \frac{0,25^2 - 0,16^2}{4 \cdot (0,25 \cdot \cos 160^\circ - 0,16 \cdot \cos 80^\circ)} = -0,03 \text{ м}$$

Знак «-» показує, що лопатки загнуті вперед.

Радіус кола, на якому розміщені центри дуг лопаток:

$$R_y = \sqrt{0,25 \cdot D_1^2 + R_n^2 - R_n \cdot D_1 \cdot \cos \beta} \quad (2.1)$$

$$R_y = \sqrt{0,25 \cdot 0,16^2 + 0,1^2 - 0,1 \cdot 0,16 \cdot \cos 80^\circ} = 0,116$$

Потужність вентилятора на колесах:

$$N = \frac{Q \cdot P}{1000 \cdot \eta} \quad (2.1)$$

де η – ККД вентилятора при загнутих вперед лопатках, $\eta = 0,55...0,6$;

$$N = \frac{0,14 \cdot 4682}{1000 \cdot 0,55} = 1,19 \text{ кВт}.$$

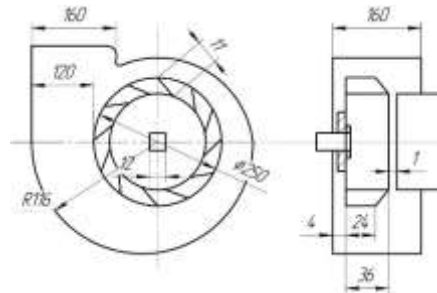


Рис. 2.3 Осьовий радіальний вентилятор

Виходячи з розрахунків, вибираємо осьовий радіальний вентилятор №2,5, згідно з ДСТУ 10616-90 [43].

Розрахунок валу висівного апарата.

Максимальний крутний момент, який може забезпечити опорно-приводне колесо [17]:

$$M = \frac{f \cdot Q \cdot D_k}{2 \cdot k} \quad (2.1)$$

де Q – вага сівалки з наповненими бункерами насінням та добривами, H ; D – діаметр опорно-приводного колеса, m ; K – кількість коліс на сівалці; f – коефіцієнт зчеплення, для пневматичних коліс, приймаємо $f=0,4$;

$$M = \frac{0,4 \cdot 2100 \cdot 0,78 \cdot 10}{2 \cdot 2} = 1638H \cdot m$$

Обертальний момент на валу висівного апарата:

$$\mu_a = \frac{\mu \cdot \eta}{i} \quad (2.1)$$

де η – ККД ланцюгової передачі, приймаємо $\eta=0,9$ [13]; i – передаточне відношення з опорного колеса на вал апарата;

Зусилля, що діє на зірочці висівного апарата:

$$P_a = \frac{2 \cdot \mu_a}{d_3} \quad P_a = \frac{1638 \cdot 2}{0,130 \cdot 12} = 23739H \quad (2.1)$$

де d_3 - діаметр зірочки;

$$d_3 = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} = \frac{15,875}{\sin \frac{180^\circ}{23}} = 130,12 \text{ мм} \quad (2.1)$$

Так як від одного колеса виконується привід чотирьох висівних апаратів, то на валу кожного апарата зусилля буде складати:

$$P_{a_1} = \frac{P_a}{4} = \frac{23739}{4} = 5956 \text{ м}$$

Для побудови епюри моменту згину знаходимо реакції опор в точках А і В:

$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0; \\ P_{a_1} \cdot \ell_1 - R_B \cdot \ell_2 &= 0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Звідки:

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{P_{a_1} \cdot \ell_1}{\ell_2} = \frac{5956 \cdot 60}{17} = 21021 \text{ м}; \\ \sum M_B &= 0; \\ P_{a_1} \cdot (\ell_1 + \ell_2) - R_A \cdot \ell_2 &= 0 \end{aligned} \quad (2.1)$$

Звідки :

$$R_A = \frac{P_{a_1} \cdot (\ell_1 + \ell_2)}{\ell_2} = \frac{5956 \cdot (60 + 17)}{17} = 26977 \text{ м} \quad (2.1)$$

Перевіряємо вірність розрахунків:

$$P_{a_1} + R_A - R_B = 0; 5956 + 21021 - 26977 = 0$$

Будуємо епюру згинаючого моменту.

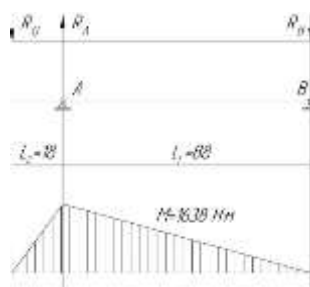


Рис. 2.4 Епюра навантаження на вал висівного апарата

Визначаємо мінімальний діаметр валу в небезпечному перетині:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_3}{0,1 \cdot [\delta]_3}} \quad d = \sqrt[3]{\frac{237,4 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 100}} = 27,79 \text{ мм} \quad (2.1)$$

Матеріал для валу приймаємо Сталь 35, для якої $[\delta]_3 = 100 \text{ кг/мм}^2$

Приймаємо під підшипником вал діаметром 30 мм, тоді:

$$\delta = \frac{M_3}{W} \leq [\delta]_3 \quad (2.1)$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 30^3 = 2700 \text{ мм}^3;$$

$$\delta = \frac{23740}{2700} = 87,9 \text{ кг/мм}^2 < [\delta] = 100 \text{ кг/мм}^2$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{[\delta]}{\delta} = \frac{100}{87,9} = 1,14. \quad (2.1)$$

Виходячи з чого, знайдений запас міцності показує, що даний матеріал здатний забезпечити стійку довготривалу роботу.

Висновки по розділу.

З врахуванням проведеного аналізу перспективних напрямків розвитку сівалок для точного посіву, патентної інформації, наукових досліджень нами обґрунтована модернізація конструкції пневмомеханічного висівного апарата. Запропонований дозуючий пристрій дозволить покращити точність висіву насіння без значного збільшення енергоємності процесу. При цьому, завдяки оптимальній компоновці функціональних елементів вдалося досягти незмінності габаритних розмірів машини.

Для запропонованої схеми пневмомеханічного висівного апарата проведені конструкторські розрахунки параметрів і режимів роботи основних його функціональних частин.

Використовуючи методи теоретичної механіки, прикладної математики, опору матеріалів проведені обґрунтування параметрів пневматичної системи, обґрунтовані кінематичні параметри для забезпечення необхідної норми висіву насіння і внесення добрив.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Діюча система управління безпекою та гігієною праці на вітчизняних підприємствах сформована за принципом «коригувальних дій» (реактивним принципом), тобто реагування на небезпечні випадки та ситуації, а не за принципом «запобіжних дій» (проактивним), тобто профілактики небезпечних випадків та ситуацій, що унеможливорює визначення пріоритетності профілактичних заходів з безпеки та гігієни праці на кожному з етапів діяльності підприємства. Такий підхід не сприяє запровадженню ефективного механізму економічного стимулювання роботодавців до створення належних, безпечних і здорових умов праці і не дає змоги роботодавцям вибирати найефективніший спосіб управління та інтегрувати систему управління охороною праці в загальну систему управління підприємством [11].

3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи на посівному агрегаті.

Згідно з ГОСТ 12.0.003 при експлуатації посівного агрегату з сівалкою можуть виникнути наступні небезпечні і шкідливі фактори: фізичні небезпечні і шкідливі фактори (рух самого агрегату, рухомі частини сівалки); механізми, які обертаються (механізм приводу висівних апаратів); високий рівень тиску в гідравлічній системі сівалки і трактора; забивання робочих органів посівним матеріалом і залипання опорно-при-водних коліс вологим ґрунтом; небезпека може виникнути при з'єднанні сівалки з трактором, внаслідок падіння сівалки при неправильному приєднанні; можливість перевертання посівного агрегату при відсутності баластних вантажів, та при роботі на схилах, які перевищують встановлені нормативи ДСТУ2189-93; високий рівень запилення і загазованості робочої зони механізатора внаслідок роботи двигуна трактора і контакту робочих органів з ґрунтом; високий рівень шуму та вібрації на робочому місці, який виникає при роботі двигуна, нерівності поля або дороги;

недостаток природного освітлення при виконанні робіт у вечірній час доби; наявність гострих кромek, задирок, шорстких поверхонь елементів конструкції сівалки (рама, сошники, бункери).

Дія хімічно-небезпечних і шкідливих факторів має місце при роботі з паливно-мастильними матеріалами під час технічного обслуговування, а також протруєним насінням при заправці насіннєвих бункерів.

Дія психофізіологічних небезпечних і шкідливих факторів виявляється під час регулювання вузлів і механізмів, та складанні МТА.

3.2 Розробка організаційно-технічних заходів по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на посівному агрегаті

Захист механізатора від пилу, який попадає в кабінку під час сівби, здійснюється за допомогою вентилятора з пилевідокремлювачем. В результаті чого в кабінці трактора створюється надлишковий тиск в кабінці на 20...50 Па порівняно з атмосферним.

У відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.003 захист від шуму та вібрації здійснюється за рахунок використання шумо- і вібропоглинаючих пристроїв: ізоляції кабіни трактора, обробка її звукопоглинаючим матеріалом; двигун і кабіна трактора встановлені на гумові подушки; в конструкції сівалки підшипники кочення замінені на підшипники ковзання.

Для попередження попадання прямих сонячних променів в кабінці трактора використовуються захисні щитки.

Для захисту працюючих від шкідливої дії отрутохімікатів і мінеральних добрив рекомендується заправку сівалки протруєним насінням, добривами виконувати при швидкості не більше 3 м/с механізованим методом, а в разі неможливості забезпечувати працюючих захисними окулярами. Респіраторами марки ШБ-1 або протимарлевими масками типу ПТМ-1.

Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочій площадці оператора - відповідають ДСТУ 2189-93. Робоче місце оператора захищене від викидання гранту з-під коліс та робочих органів і відповідає вимогам санітарних правил СП 4282.

3.3 Моделювання небезпечних ситуацій під час роботи на посівному агрегаті

Проаналізувавши та виявивши небезпечні зони (додаток **рис. 11**) можна змоделювати виникнення небезпечних умов НУ, а в подальшому і ситуацій при недотриманні вище перерахованих вимог. Наприклад розглянемо по одній небезпечній умові НУ, що може виникнути небезпечній зоні. Небезпечна умова один (НУ 1) – надлишковий тиск у гідросистемі. НУ 2 – сівалка знаходиться у відчепленому стані поза майданчиком. НУ 3 – сільськогосподарська машина пофарбована в колір, що збігається з загальним фоном. НУ 4 – працівник не провів ТО у встановлений строк. НУ 5 – рухомі частини машини на захищені щитками. НУ 6 – працівник не пройшов інструктаж перед початком робіт. НУ 7 – нехтування вимогами виробничої санітарії [48, 12].

Наведені вище небезпечні умови НУ при поєднанні з небезпечними діями працівника можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій НС, а в подальшому і до погіршення самопочуття, аварій, травм чи захворювання. Так, НД 1 – працівник знаходиться поблизу гідросистеми сівалки. НД 2 – причеплення сівалки до трактора. НД 3 – працівник не розрахував габарити сівалки. НД 4 – налагодження чи проведення технічного огляду. НД 5 – робота без засобів індивідуального захисту. НС1 – порив магістралей гідросистеми. НС 2 – перекидання сівалки. НС 3 – наїзд на працівника. НС 4 – травмування працівника при налагодженні сівалки. НС 5 – потрапляння агрохімікатів в організм працівника [48, 12].

Отже, аналізуючи моделі завжди можна знайти подію, з якої розпочинається небезпечний процес. Ліквідацію первопричин з метою уникнення небезпек на підприємстві (додаток **рис. 11**) [48, 12].

Висновки по розділу

Отже, гарантування безпечних і нешкідливих умов праці, пожежної безпеки під час проведення механізованих робіт можливе у разі виконання вимог законодавства та інших нормативно-правових актів із зазначених питань шляхом впровадження низки заходів, зокрема: створення ефективної системи управління охороною праці; забезпечення роботи служби охорони праці; належне облаштування робочих місць дослідників, робочих зон, виробничих і невиробничих приміщень, будівель та споруд; вибір, облаштування і утримання в працездатному та безпечному стані інженерних мереж; вибір безпечних засобів праці, безпечного проведення робіт із застосуванням засобів праці; підбір, професійне навчання працівників, які за станом здоров'я та рівнем підготовки здатні виконувати покладені обов'язки; навчання з питань охорони праці персоналу, залученого до організації, підготовки, забезпечення та проведення наукових досліджень; отримання дозвільних документів для підтвердження спроможності безпечної експлуатації устаткування та виконання робіт підвищеної небезпеки; забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці; забезпечення працівників необхідним спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту; застосування, у разі виконання робіт з важкими та шкідливими умовами праці, заходів та засобів щодо компенсації працівникам можливого негативного впливу на стан здоров'я: здійснення первинних та періодичних медичних оглядів працівників; забезпечення пожежної безпеки, техногенної безпеки та безпеки в умовах надзвичайних ситуацій [10].

Безпечність механізованих робіт, як і будь-якого іншого трудового процесу, забезпечується шляхом реалізації комплексу заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі праці з метою забезпечення сталого розвитку суспільства [10].

РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЯГНУТИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1. Економічне обґрунтування змін

Аналіз існуючих технологій вирощування цукрових буряків свідчить про те, що значного зниження собівартості її вирощування можна досягти, покращивши якість процесу посіву, що впливає на рівномірність і дружність сходів. У процесі аналізу існуючих конструктивних рішень було встановлено, що для виробничих умов експлуатації пневмомеханічних висівних апаратів представляє інтерес використання адаптивних дозуючих елементів, які забезпечують надійність процесу присмоктування насіння до отворів висівного диска, і, в той же час, не дозволяють висіяти «двійники».

В ході виконання роботи було запропоновано застосувати адаптивні дозуючі елементи в сівалці. Проведені дослідження підтвердили ефективність даної модернізації і виявили можливість підвищити робочу швидкість і, відповідно, продуктивність посіву насіння цукрових буряків при дотриманні агровимог.

Таблиця 4.1

Економічні показники порівнюваних технологій

№ пп	Показники	Одиниця вимірювання	Базова	Проектна
1.	Площа	га	80	80
2.	Врожайність	ц/га	320	350
3.	Обслуговуючий персонал: - Тракторист - Робітник ручної праці	чол.	1 1	1 1
4.	Агрегатування		МТЗ-80 та сівалка УПС-8	МТЗ-80 та сівалка УПС-8М
5.	Валовий збір	ц	25600	28000
6.	Норма виробітку за зміну	га/зм	17,7	20,9
7.	Маса	кг	1278±3%	1278±3%

Таблиця 4.2.

Техніко-економічні показники ефективності запропонованих заходів

Показник	Технології		Відхилення	
	Базова	Проектна	+;-	%
1. Площа, га.	80	80	-	-
2. Врожайність, ц/га.	320	350	+30	+9,4
3. Валовий збір, ц.	25600	28000	+2400	+9,4
4. Капітальні вкладення, грн./га.	35790	40830	+5040	+14,1
5. Продуктивність, га/год.	17,7	20,9	+3,2	+18,0
6. Собівартість посіву всього, грн.	16963,22	14897,86	-2065,36	-12,2
7. Собівартість посіву грн./га	212,04	186,22	-25,82	-12,2
8. Річна економія	2065,36		-	

Висновки до розділу

Запропонована технологія дозволила отримати позитивний економічний ефект в розмірі 1460,56 грн., що свідчить про ефективність запропонованих заходів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз перспективних напрямків розвитку сівалок для точного посіву, патентної інформації, наукових досліджень вказав на необхідність модернізації конструкції пневмомеханічного висівного апарата. Запропоновано внести зміни в дозуючий пристрій шляхом використання адаптивних робочих елементів, що дозволить покращити точність висіву насіння цукрових буряків без значного збільшення енергоємності процесу. При цьому, завдяки оптимальній компоновці функціональних елементів вдалося досягти незмінності габаритних розмірів машини.

2. Шляхом проведення досліджень обґрунтовані кінематичні і геометричні параметри адаптивних дозуючих елементів.

3. Для зниження металомісткості, енергоємності і собівартості виготовлення сівалки проведені технологічні, кінематичні, енергетичні розрахунки, обґрунтовані геометричні і конструктивні параметри складових частин.

4. В розділі охорони праці запропоновані безпечні заходи для зменшення дії шкідливих факторів на працівників, змодельовано небезпечні ситуації модернізованого агрегату.

5. Економічно обґрунтована модернізація пневмомеханічного висівного апарата та підтверджена економічна доцільність його використання. Річна економія становить 2065,36 грн. і при цьому спостерігається економічний ефект від використання модернізованої сівалки – 1460,56 грн.

6. Оскільки заміна у пневмомеханічному висівному апараті дозуючих елементів забезпечує збільшення продуктивності, підвищення якості проведення посіву і отримання позитивного економічного ефекту, така конструкція робочого органу може бути перспективною для впровадження у виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Свірень М.О. Автоматизований комплекс для досліджень та випробувань висівних апаратів сівалок КНТУ-80 [Електронний ресурс] / М.О. Свірень, І.О. Лісовий, А.І. Бойко // Науковий вісник Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь: 2012. – Вип. 2 Том 5. – С. 138-142. Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf2t5/12smosmk.pdf>
2. Пат. 44528 Україна, МПК А01С7/00. Комплекс для дослідження та випробування висівних апаратів сівалок КНТУ-80. / М.О. Свірень, П.В. Сисолін, А.І. Бойко, С.І. Шмат, В.В. Федорчак, І.О. Лісовий; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – № U200903277; заявл. 06.04.09; опубл. 12.10.09, Бюл. № 19.
3. Свірень М. О. Підвищення ефективності роботи висівних апаратів на базі сівалки ВЕГА / М.О. Свірень, І. О. Лісовий, Є.С. Чекерлан // Збірник тез доповідей Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції “Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва”. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 59-60.
4. Руткевич В.С., Лісовий І.О., Голобець О.В. Дослідження процесу функціонування механічного комірчасто-дискового висівного апарату овочевої сівалки / Матеріали VI Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання аграрної науки» 15 листопада 2018 року / Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. ред.) та ін. – К.: Видавництво «Освіта», 2018. – С. 256-259.
5. Бойко А.І., Банний О.О., Лісовий І.О., Попик П.С. Удосконалення конструкції і підвищення технологічної надійності пневмомеханічного висівного апарата з резервним дозатором для точного посіву просапних культур. Монографія. ТОВ Видавничо-поліграфічний дім «ФОРМАТ», 2016. 115 с.
6. <http://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/27/25.pdf>

7. Васильковская Е.В. Исследование пневмомеханического высевающего аппарата с периферийным расположением ячеек для точного посева семян пропашных культур / Васильковская Е.В., Петренко Н.Н., Васильковский М.И., // Вестник аграрной науки Дона №2 (22) 2013. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – С. 27-32.
8. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Ішенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с URL: <https://studfile.net/preview/1863006/page:5/>
9. Петренко М.М. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур / Петренко М.М., Васильковський М.І., Васильковська К.В. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 41, частина 1. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – С. 288-293.
10. Storozhuk, V., Melnikov, A., Yatsiuk, R., Chaikovskiy, B., Yaroshovych, I., & Shalko A. (2023). Нормативно-правові акти охорони праці в АПК при проведенні розробок та наукових досліджень. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*, 25(99), 37-42. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9907>
11. Охорона праці в галузі. Змістовий модуль № 2. «Нормативноправові акти охорони праці». Тема № 4. «Реформування системи управління охороною праці в Україні» : конспект лекції / уклад. В. М. Курепін. – Миколаїв : МНАУ, 2023. – 36 с URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/13431/1/kurepin-ohoron-prac-v-galuz-lekc-2_4-2023.pdf
12. Гриценко В.О. Обґрунтування параметрів та модернізація універсальної сівалки УПС-8 Магістерська робота. Умань, УНУС 2018 82 с.
13. Прокопенко Е.В., Лісовий І.О., Лісова Т.С. Моделювання виробничих небезпек та зменшення їх шкідливого впливу при проведенні механізованих

- робіт Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань, 2015. Вип. 87. Ч. 1: Агрономія. С. 79–86. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2015_87\(1\)_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2015_87(1)_14)
14. Курепін В.М., Марченко Д.Д., Курепін Д.В. Охорона праці в галузі: навчальний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2023. 586 с.

ДОДАТКИ

