

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „Удосконалення механізації сівби овочевих культур, цукрових буряків і кукурудзи пневматичною сівалкою”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-19-1

Бочуля П.Г.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Замойський С.М.

Нормоконтролер

к.т.н., доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з 56\_листів пояснювальної записки і 4 листи графічної частини. Пояснювальна записка містить в собі 5 рисунків, 7 таблиць.

В умовах формування сільськогосподарського виробництва, фермеру потрібні уніфіковані машини, здатні виконувати декілька операцій, тому сьогодні розробка уніфікованої пневматичної сівалки для висіву просапних та овочевих культур є актуальною задачею .

Метою дипломного проекту є розробка уніфікованого апарату здатного висівати насіння овочевих та просапних культур.

Новизна роботи та практичне значення заключаються у розробці висівного апарату, який легко переобладнується “кишеньковим” висівним диском і кришкою з отвором.

**Ключові слова:** сільськогосподарське виробництва, уніфіковані машини, уніфікована пневматична сівалка, висів просапних та овочевих культур, висівний диск.

## ВСТУП

Актуальним завданням сільського господарства є гарантоване забезпечення нашої країни продовольством за умов збереження і підвищення родючості ґрунтів, зменшення енергоспоживання, охорони навколишнього середовища тощо. Вирішенням цього завдання, особливо на етапі становлення багатогалузевих форм господарства, є впровадження новітніх технологій і машин, зокрема комплексної механізації рослинництва на базі науково обґрунтованої системи машин.

Механізація робочих процесів здійснюється системою машин, кожна з яких повинна бути технологічною, тобто виконувати одну або кілька технологічних операцій, одна з головних операцій є сівба.

В наш час все більш широкого розповсюдження набувають пневматичні сівалки для точного посіву просапних і рядкових культур, оскільки вони прості по конструкції і більш універсальні ніж механічні.

Основним напрямком розвитку посівної техніки, які базуються на точному посіві, являється використання пневматичних систем для вдосконалення конструкцій висівних апаратів, які транспортують комунікації і загортаючих робочих органів.

Не дивлячись на розробку в нашій країні і за рубежом цілого ряду посівних машин пневматичної дії питання їх конструювання і розрахунку залишаються недостатньо вирішеними і багато публікацій не узагальнені. Висівні апарати пневматичних сівалок володіють рядом конструктивних особливостей, обумовлених фізико-механічними властивостями насіння, способом висіву, нормами висіву, універсальністю та ін. У зв'язку з цим виникла необхідність в систематизації накопичених конструкційних

					<i>ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

рішень, методів розрахунку різних по типу висівних апаратів. Потрібно також розвивати методи використання ЕВМ у використанні пневматичних сівалок, що полегшить їх конструювання.

					<i>ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Зміст

<b>Анотація</b> .....	
<b>Вступ</b> .....	
<b>1 Огляд вітчизняних та зарубіжних технологій і машин для висівання основних овочевих культур, цукрового буряка та кукурудзи</b> .....	
1.1 Аналіз технологій посіву .....	
1.2 Аналіз конструкцій робочих органів сівалки .....	
<b>2 Механіко-технологічні передумови розробки пневматичної сівалки і висівного апарату</b> .....	
2.1 Фізико-механічні властивості насіння.....	
2.2 Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машини .....	
2.3 Обґрунтування конструкції та функціональної схеми удосконаленої пневматичної сівалки.....	
<b>3 Розрахунок основних конструктивних параметрів сівалки</b> .....	
3.1 Обґрунтування технологічного процесу та визначення його основних параметрів.....	
3.2. Кінематичний розрахунок.....	
3.3. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів висівного апарату.....	
3.4. Розрахунок пневматичної системи сівалки.....	
3.5 Розрахунок на міцність валу вентилятора.....	
3.6 Енергетичний розрахунок.....	
<b>5 Визначення економічної ефективності удосконалення висівного апарату</b> .....	
<b>Висновки</b> .....	

					<i>ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Бочуля</i>				Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Замойський</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Луцянюк</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Мартинюк</i>							
						<b>ХНУ, гр.АІ-19-1</b>		

Список використаної літератури.....

Додатки .....

					<i>ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1 ОГЛЯД ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ВИСІВАННЯ ОСНОВНИХ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР, ЦУКРОВОГО БУРЯКА І КУКУРУДЗИ

## 1.1 Аналіз технологій

Овочівництво являється складною галуззю сільськогосподарського виробництва. Специфічними особливостями цього цієї галузі, в порівнянні з іншими галузями рослинництва, являються більш високі затрати праці – 140 – 150 людино-днів на 1 га посіву ( до 30% всіх затрат праці приходиться на роботу, яка виконується вручну). Інша особливість – вирощування великої кількості різних культур.

В зоні Лісостепу України основними овочевими і просапними культурами являються: соняшник, горох, редис, огірки, цибуля, кабачки, капуста, морква, цукровий буряк і кукурудза.

Посів – одна із операцій, яка складає основу технології вирощування овочевих культур і являється визначаючою, як в затратах праці, так і при отриманні гарантованого високого врожаю.

Основною задачею посіву являється забезпечення оптимальної густоти рослин і рівномірного розподілення їх по площі засіяного поля.

Успішне вирішення цієї задачі багато в чому залежить від способу посіву і його відповідності біологічним особливостям цієї чи іншої культури.

В наш час при вирощуванні овочевих культур , цукрового буряка і кукурудзи прийнято розрізняти такі способи посіву: звичайний рядковий, гніздовий, квадратно-гніздовий, пунктирний, однонасінний (точний) і широкосмуговий.

Пропонована класифікація способів і схем посіву насіння овочевих культур показана на рисунку 1.1.

					ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



По ідентичності посіву, обумовленою схожістю фізико-механічних властивостей насіння і деяких біологічних особливостей рослин культури можуть бути розподілені на три групи:

Перша – морква, цибуля, редиска та інші аналогічні культури з польовим проростанням насіння 25-40% та нормою висіву більш 200 шт на 1 погон. м.

Друга – томати, огірки, капуста, кабачки та ін.

Третя – овочевий горох, квасоля, боби.

На сучасному рівні розвитку агробіологічної науки та досконалості існуючих конструкцій висівних машин з найбільш раціональними способами посіву, які забезпечують високі урожаї, являються: для першої групи культур – стрічковий або багатострічковий (на ґрунтах з підвищеною плодючістю) і рядковий з однонасіннєвим розміщенням (на недостатньо плодючих ґрунтах); для другої групи культур – рядковий з однонасіннєвим та гніздовим розміщенням насіння; третьої групи - суцільний посів.

Велике значення мають і строки посіву. Несвоєчасний посів проводить до зниження врожайності.

Строки посіву різних культур практично не перекриваються. Тому доцільно використовувати єдиний агрегат для висіву просапних і овочевих культур. Напрошується висновок про можливість використання одного і того ж агрегату для посіву просапних і овочевих культур.

## 1.2 Аналіз конструкцій робочих органів машини

В загальному комплекті сільськогосподарських машин сівалки займають одне з провідних місць і не дивлячись на них ідентичність призначення (тобто внести насіння в ґрунт), відрізняються значним різноманіттям конструкцій. Різниця між ними заключається головним чином, в конструктивному оформленні висівних пристроїв і деяких інших вузлів. Тому огляд цієї групи сівалок приведений по конструкціям висівних

					ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

апаратів, з указівкою на яких сучасних сівалках вони встановлені і чим останні відрізняються між собою.

З механічних висівних апаратів сівалок точного посіву найбільшого розповсюдження отримали чарунково-дискові апарати. Висівний апарат чарунково-дискового типу з горизонтальною віссю обертання складається із литого алюмінієвого корпусу, всередині якого знаходиться висівний диск, який обертається в сторону протилежну руху сівалки, що дозволяє знизити швидкість насіння відносно ґрунту і зменшити їх розкатування по дну борозни. На циліндричній поверхні висівного диску розміщені один або декілька рядів глухих комірок. Через центри комірок по колу прорізани кільцеві канавки, в які входять клинкові виштовхувачі, які закріплені в нижній частині корпусу. Над корпусом розміщений бункер для насіння, а в його передній частині дотично до диску – металевий або обрізинений ролик знімання лишнього насіння, які обертаються назустріч диску, що перешкоджає попаданню насінню в затор між диском і стінкою бункера і створює додатковий рух насіння над диском. Для кращого видалення лишнього насіння із комірок, швидкість обертання ролика повинна бути в 3 – 4 рази більшою швидкості обертання диска. Апарат такого типу розміщується безпосередньо в сошнику, що дає можливість до мінімуму скоротити висоту падіння насіння.

Для висіву різного насіння сівалки комплектуються змінними дисками з комірками відповідних розмірів. На кожний диск наноситься маркірування, яка вказує розміри комірок чи висівну культуру і їх число на ободі.

Описаний чарунково-дисковий апарат з деякими конструктивними відмінностями застосовуються на сівалках “Уебб” і “Глостер” (Англія), “Моноцентра”, Екзата”, “Унікорн-2”, Фенд”, “Сембер” і “Моноцентра-СП”, А-695, А-765 (Германія), “Туле-Моно” (Фінляндія), “Тенк” (Бельгія), “Мессі Фергюсон” (США) і “Пальм” (Данія) і інші.

Арк.

ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Дещо іншу конструкцію має апарат сівалки “Гремор” (США), призначений для висівання дражированого насіння. Замість комірок на циліндричній поверхні диска виконані пази розміщені паралельно осі обертання, які заповнюються декількома (5–6 шт.) насінинами. Дякуючи косому зрізу нижньої частини корпусу насіння скидаються послідовно одне за одним.

Характерною особливістю англійських овочевих сівалок точного посіву являється використання двох опорних секцій з радіальною підвіскою. В якості опор використовуються обрізинені катки, які встановлені з переді та з заді сошника килевидного типу. Глибина загортання насіння регулюється зміною положення опорних катків по висоті.

Аналогічний пристрій посівних секцій мають і фінські сівалки “Тулі-Моно”. В овочевих сівалках точного посіву з комірково-дисковими апаратами західногерманських фірм в більшості випадків використовуються секції одноопорного типу з радіальною підвіскою. У перерахованих моделях сівалок Німеччини, за виключенням сівалки “Моноцентра”, опори розміщуються з заді сошника на невеликій відстані від нього. У сівалки “Моноцентра” опорні катки встановлені збоку сошника. При цьому точка копіювання поверхні ґрунту практично співпадає з точкою викидання насіння, що значно покращує рівномірність загортання їх по глибині.

В моделях фірми “Фезе” а точніше на сівалці “Моноцентра-СП” використовуються двохопорні секції з паралелограмною підвіскою.

Привід чарунково-дискових апаратів з горизонтальною віссю обертання, як правило, централізований і здійснюється від ходових коліс сівалки через коробку передач.

Механічні чарунково-дискові апарати з похилою віссю обертання, як правило, складаються із бункера і похило встановленого висівного диска із наскрізними отворами. Для висівання різних по формі і розмірах насіння сівалка комплектується набором дисків різної товщини і діаметрів отворів.

					ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Привід висівного диска здійснюється за допомогою конічної зубчастої передачі. Насіння заповнюють отвори диска в нижній частині і транспортуються ними до місця скидання, яке розташоване над насінневим приводом. Для скидання насіння у визначеній точці над вікном у дні бункера передбачений зірчковий виштовхувач.

Перевагою таких апаратів являється відсутність пристрою для видалення лишнього насіння, так як дякуючи нахилу диска вони осипаються під власною вагою.

В наш час чарунково-дисккові апарати з нахиленою віссю обертання використовуються на сівалках “Ебра” і МС-1 (Франція), “Джон Дір” модель-33 (США), “Унадриг-С” (Германія).

В нашій країні такий апарат був встановлений на експериментальній сівалці СКРО-4,2. Однак із-за суттєвого впливу нахилу апарату на заповнення комірок при русі сівалки по полю, а також із за великої висоти падіння насіння, обумовленою самою схемою, він не знайшов широкого використання. В останні роки широко розглядаються овочеві сівалки з пневматичними і пневмомеханічними висівними апаратами.

Достоїнства апаратів пневматичного типу – простота конструкції, велика універсальність і практично відсутність подрібнення насіння, а також можливість роботи на підвищених швидкостях при добрій якості розподілення насіння і виключення необхідності в ретельному калібруванні посівного матеріалу на фракції.

В наш час найбільшого розповсюдження отримали пневматичні сівалки з дисковим висівним апаратом, виконаним по типу французького апарату сівалки “Сокам”.

Апарат включає насінневий бункер, тонкий диск із наскрізними отворами, які розміщені рівномірно по краям на його торцевій поверхні, диск обертається у вертикальній площині. З однієї сторони диска є вакуумна камера, а з другої – насіннева. При обертанні диска насіння присмоктується

					ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до отворів, виносяться із насінневої камери і транспортуються вниз до сошника, де за рахунок зняття розрядження падають в борозну. Для кращого присмоктування насіння на осі диска закріплений ворошилка. Видалення лишнього насіння здійснюється спеціальним пристроєм скидачем.

Загальним недоліком таких апаратів являється небезпека забивання присмоктуючих отворів, пилом, обламками насіння та іншими примісями. Тому в деяких конструкціях скидання насіння суміщується з очищенням присмоктуючих отворів. Активне скидання насіння здійснюється за допомогою виштовхувачів з голками або ж струєю стиснутого повітря.

Аналогічні апарати використовуються на пневматичних сівалках “Пневмасем-2”, “Намкет” (Франція), “Ланге”, “Мінкастр” (Германія), “Гаспадро81” (Італія), СП4-6 (Румунія), СУПН-8, СУПО-6 (Україна) і інші.

Пневмомеханічні висівні апарати дискового типу використовуються на сівалках “Мосюсем” фірми “Рітуле” (Франція), “Екзата Мат” фірми “Хассиа” і “Аеромат” фірми “Бенкер” (Германія).

У висівних апаратах сівалок “Екзата Мат”, для кращого дозування насіння, присмоктуючі чарунки розміщені з внутрішньої сторони диска - обода, що обертається, на боковій стороні якого є сектори з криволінійними направляючими. Насіння, яке присмокталося до отворів, після виходу із зони розрідження падають на направляючі і при подальшому обертанні диска підводяться ними до точок скидання. Постійна відстань між направляючими спричиняє більш рівномірному розміщенню насіння в борозні.

Секції сівалки “Екзота Мат” двоопорні з паралелограмною підвіскою. Відрізняючою особливістю їх являється те, що передній і задній катки пов'язані з рамою секції, а між собою ричажним механізмом, одна із ланок якого регулюється.

Це в значній мірі спрощує встановлення глибини ходу сошника і дозволяє в залежності від ґрунтових умов регулювати тиск, який приходить на передній і задній прикатуючі катки.

					ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фірма “Беккер” випускає ціле сімейство сівалок точного посіву “Аеромат”, які оснащені пневмомеханічними висівними апаратами, які працюють по принципу “ чарунка – надлишковий тиск – чарунка”. В основному вони використовуються на висіванні крупного насіння і насіння округлої форми з гладенькою поверхнею (кукурудза, боби, тощо).

Основними елементами апарату 12-рядної сівалки”Аеромат-ПВ-12” являються: бункер, для насіння, корпус, висівний диск і сопло (насадка) для підведення повітря. Насіння із бункера поступають в камеру заповнення. Чарунковий диск при обертанні захоплює чарункою по декілька насінин. При проходженні над потоком повітря лишнє насіння видувається із чарунки, а одна нижня насінина притискується повітряним потоком до вершини конуса чарунки закриваючи наскрізний отвір. Потім насіння транспортується чарунками до викидного вікна, через яке випадають в борозну. Привід чарункового диска здійснюється від опорних коліс. Достоїнство апарату – невелика висота падіння насіння, недолік – необхідність шліфування насіння для придання їм гладенької поверхні.

В нашій країні основною моделлю сівалки з чарунково-дисковим висівним апаратом являється сівалка ССТ-12. Сівалка призначена для висівання насіння цукрового буряка.

До кожного висівного апарату прикладають два комплекти дисків для висівання насіння 3,3...4,5 мм і другий – 4,5...5,5 мм. для висівання насіння першої фракції встановлюють диски з чарункою діаметром 5,1 мм і глибиною 2,5 мм, а для висівання другої фракції насіння встановлюють диски з чарунками діаметром 6 мм і глибиною 3,3 мм.

Кількість висівного насіння регулюється зміною частоти обертання висівних дисків (привід від опорних коліс), а також перекриттям одного із рядів чарунок.

Лишнє насіння замість активного ролика видаляється нерухомим чистиком.

					<i>ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Із пневматичних сівалок в нашій країні випускають овочеву сівалку СУПО-6 і СУПН-8. Висівні апарати цих сівалок аналогічні. Основною різницею від висівного апарату “Сокам” і СП4-6 являється використання комбінованого висівного диска, який складається із основи і спеціальної тонкостінної накладки, жорстко з’єднаних між собою.

На диску по колу діаметром 120 мм є наскрізні отвори. Отвори по діаметру менше в накладці, ніж в основі диска. В апаратах диски розміщуються отворами меншого діаметра в сторону заборних камер і притискаються шайбами ворошилками до кришок камер розрідження. Для усунення підсіву між корпусом висівного апарату і диску в камері для насіння знаходяться підпружинений ущільнювач.

Наявність в апараті комбінованого висівного диска з тонкостінною накладкою зменшує небезпеку забивання присмоктуючих отворів, що вигідно відрізняє його від своїх прототипів.

Основною моделлю овочевих рядкових сівалок вітчизняного виробництва являється СО-4,2.

Конструктивне виконання і параметри окремих вузлів сівалок для висівання овочевих і просапних культур.

Таблиця 1.1

Вузли і параметри		СУПН-8	ССТ-12Б	СО-4,2
Ширина захвату, м		5,6	5,4	4,2
Рама	Переріз бруса, мм	80 x 80 x 10	80 x 80 x 10	80 x 80 x 6
	Навіска	Автосцепка		
Сошники (тип)		Полозовидний		
		Кукурузний	Буряковий	Овочевий

					ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвіск а роб. орг.	Тип	Паралелограмний		
	Розмір тяг	400 x 40 x 8	500 x 40 x 8	500 x 40 x 8
Прикат уючі котки	Тип	Гумові	Гумові	Металеві
	Розміри	Ø 280	Ø280	Ø240
Опорні колеса	Тип	Пневматичні		
	Розміри	Ø 500	Ø 500	Ø 500

Особливість висівного апарату цієї сівалки в тому, що робоча катушка виконана зубцями різної величини, що забезпечує висівання насіння овочевих культур з нормами від 0,5 до 110 кг/га.

Дякуючи підвищеній рівномірності висіву сівалка СО-4,2 замінила сівалку СКОН-4,2 і знайшла широке використання на висіву насіння моркви, цибулі-чорнушки, столового буряка, салату, укропу і інших мілконасінневих овочевих культур.

Не дивлячись на різноманіття конструкцій сівалок і посівних секцій, вони мають ряд загальних особливостей і ознак, на основі яких можна провести їх систематизацію (таблиця 1.1)

Аналізуючи конструкції сівалок, які випускаються в нашій країні, виходячи із схожості основних вузлів можна зробити висновок про можливість уніфікації посівних машин для висівання просапних і овочевих культур, по прикладу розробки сімейства зернових сівалок з базовою сівалкою СЗ-3,6.



Капуста. Насіння кульковидне, поверхня гладенька.

Розміри насіння (довжина, ширина, товщина), так же як і їх форма, різноманітні.

На основі даних, які є в літературі, можна вважати, що при проектуванні і розрахунку параметрів робочих органів посівних машин в якості вихідних розмірних показників насіння можуть бути прийняті їх середні значення (таб.2.1)

Таблиця 2.1

Розміри насіння просапних культур при нормальній вологості

Культура	Довжина, мм	Ширина, мм	Товщина, мм
Морква	2,3 ±0,3	1,3 ±0,25	0,8 ±0,1
Цибуля	2,9 ±0,2	2,0 ±0,2	1,6 ±0,15
Огірки	9,0 ±1,0	4,0 ±0,1	1,4 ±0,01
Столовий буряк	5,00 ±0,5	4,5 ±0,5	3,4 ±0,4
Редиска	3,0 ±0,3	2,5 ±0,3	2,0 ±0,2
Кабачки	15,0 ±2,0	8,0 ±1,0	3,0 ±0,5
Томати	3,0 ±0,2	2,6 ±0,3	1,4 ±0,16
Горох	6,2 ±2,5	6,0 ±2,0	5,0 ±2,0
Соняшник	7,0 ±0,13	3,8 ±0,11	2,2 ±0,08
Кукурудза	9,7 ±2,5	8,2 ±2,0	5,0 ±1,5
Цукр. буряк	5,0 ±0,5	5,0 ±0,5	2,5 ±0,3
Капуста	1,95 ±0,2	1,8 ±0,25	1,72 ±0,19

Аналіз даних таблиці показує, що по товщині, ширині та довжині насіння можна класифікувати по групам, що далі дасть можливість прийняти однотипні висівні диски відповідно до кожної групи.

Під абсолютною масою розуміють масу 1000 насінин в грамах при стандартній вологості.

Об'ємна маса – це маса 1 літра насіння, яка виражена в грамах.

В результаті аналізу літературних даних можна прийняти для орієнтованих розрахунків, значення абсолютної і об'ємної мас насіння овочевих культур, приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Приблизні значення абсолютної і об'ємної мас насіння (вологість насіння близька до стандартної)

№	Культура	Абсолютна маса насіння ,г	Об'ємна маса насіння, г
1	Морква	1,2 ±0,1	495 ±10
2	Цибуля	3,8 ±0,3	500 ±10
3	Огірки	25 ±2,0	560 ±20
4	Столовий буряк	15,0 ±1,0	260 ±20
5	Редиска	9,3 ±0,5	670 ±20
6	Кабачки	110 ±1,0	440 ±10
7	Томати	2,6 ±0,3	340 ±15
8	Горох	135 ±7,0	850 ±20
9	Соняшник	60 ±7,0	720 ±10
10	Кукурудза	300 ±18,0	730 ±10
11	Цук. буряк	35 ±2,0	380 ±20
12	Капуста	4,4 ±0,1	570 ±10

З таблиці видно, що і маси насіння коливаються в широких діапазонах.

Фрикційні властивості насіння сільськогосподарських культур (таб. 2.3) характеризуються коефіцієнтами внутрішнього і зовнішнього тертя. Коефіцієнт внутрішнього тертя характеризує тертя насіння між собою в шарі і визначається кутом натурального скосу. Коефіцієнт зовнішнього тертя в залежності від стану тіла поділяється на статичний і динамічний.

Фрикційні властивості насіння при нормальній вологості.

Таблиця 2.3.

Культура	Кут натураль ного скосу, рад	Коефі. внут ріш нього тертя	Види поверхонь			
			Листове пофарб. залізо		Алюміній	
			Стат. к.т.	Динам к. т.	Стат. к.т.	Динам к. т.
Морква	0,7	0,84	0,75	0,24	0,63	0,22
Цибуля	0,59	0,68	0,84	0,28	0,34	0,30
Огірки	0,54	0,6	0,4	0,28	0,42	0,31
Столовий буряк	0,77	0,96	0,57	0,26	0,42	0,26
Редиска	0,61	0,7	0,48	0,31	0,35	0,24
Кабачки	0,73	0,9	0,37	0,32	0,40	0,32
Томати	0,80	1,01	0,3	0,3	0,35	0,32
Горох						
Соняшник						
Кукурудза			0,42	0,36	0,38	0,34
Цук. буряк	0,73	0,94	0,56	0,26	0,42	0,26
Капуста	0,51	0,55	0,45	0,29	0,31	0,28

З таблиці видно, що насіння з шорхватою поверхнею (морква, столовий буряк і інші) мають дещо більший кут натурального скосу, а також підвищений статичний і динамічний коефіцієнт тертя.

Аеродинамічні властивості насіння прийнято характеризувати швидкістю витання, коефіцієнтом опору і пористістю. Під швидкістю витання розуміють швидкість повітряного потоку, при якій тіло(насіння), знаходиться в ньому у підвішеному стані.

Визначається за формулою Ньютона:  $V_{кр} = \sqrt{\frac{Q_g}{K_\gamma F}}$

де:  $Q$  – вага тіла;  $g$  - прискорення сили тяжіння;  
 $\gamma$  - питома вага повітря;  $F$  - поперечний розріз тіла;  
 $K$  - коефіцієнт опору;  $V_{кр}$  - швидкість витання

В якості вихідних, при розрахунку робочих органів овочевих сівалок, можуть бути прийняті значення аеродинамічних показників приведених в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Аеродинамічні властивості насіння

№	Культура	Швидкість витання, м/с	Коефіцієнт опору $K$	Коефіцієнт парусності $K_n$
1	Морква	3,5±0,4	0,36...0,57	0,65...1,02
2	Цибуля	5,0±0,5	0,23...0,35	0,32...0,48
3	Огірки	6,6±0,3	0,31...0,45	0,24...0,15
4	Столовий буряк	5,6±0,6	0,38...0,59	0,26...0,39
5	Редиска	6,8±0,7	0,22...0,34	0,17...0,27
6	Кабачки	6,9±0,3	0,42...0,51	0,19...0,23
7	Томати	3,55±0,4	0,44...0,69	1,02...0,64
8	Горох	16,0±1,0	0,17...0,20	0,15...0,32
9	Соняшник	9,0±0,8	0,38...0,9	0,20...0,22
10	Кукурудза	14,0±1,3	0,19...0,22	0,17...0,25
11	Цук. буряк	5,8±0,5	0,40...0,51	0,25...0,37
12	Капуста	6,3±0,3	0,22...0,3	0,26...0,18

З таблиці видно, що насіння мають високий опір, особливо морква і столовий буряк. Це пояснюється тим, що вони мають великий об'єм але порівняно малу питому вагу.



**Агротехнічні вимоги при висіванні овочевих і просапних культур**

Культура	Глибина заробки, см	Міжряддя	Норма висіву		
			кг/га	Шт/м	Відстань в ряді
Морква	1 - 2	450 x 450	5 - 8	25-33	3-4
Цибуля	2 - 3	900 + 500	8 - 10	12,5-16,6	6-8
Огірки	2 - 4	900 + 500	6 - 8		18-22
Столовий буряк	3 - 6	450 x 450	10 - 16		6-8
Редька	1 - 2	950 + 500	16 - 20		5-7
Кабачки	3 - 6	950 + 500	2 - 3		70
Томати	1,5 - 2	700 x 700	2 - 3		35
Горох	3 - 5	450 x 450	140-160		10
Соняшник	5 - 8	700 x 700	28 - 32		35
Кукурудза	5 - 8	700 x 700	25 - 30		35
Цукровий буряк	3 - 4	450 x 450	18 - 22		8-10
Капуста	1,5 - 2	700 x 700	2,5		30-50

Сівалка повинна відповідати вимогам правил техніки безпеки і охорони праці. Конструкція сівалки повинна бути надійна і ремонтноздатна, обладнана автоматичною сигналізацією контролю висіву насіння, швидко переводитись з робочого в транспортне положення і навпаки, також сівалка повинна бути мінімум металоємкою.







При виборі типів ящиків чи бункерів і співвідношення їх конструктивних параметрів враховують також особливості конструкцій машин, виконуючий або технологічний процес, спосіб завантаження і інші умови.

Виходячи з цього приймаємо найбільш розповсюджену і придатну для нашого випадку форму бункера – прямокутну, яка переходить в нижній частині бункера в трикутну (рис 3.1).

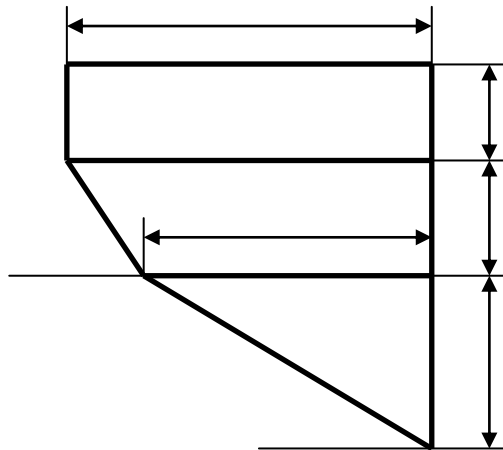


Рисунок 3.1 Форма насінневого бункера.

Для визначення об'єму бункера використовуємо формулу:

$$V = \frac{A \cdot T \cdot Q}{\beta \cdot \gamma}$$

де  $A$  - продуктивність машини, (га/год);

$T$  - продуктивність машини до завантаження матеріалом, (год);

$Q$  - норма висівання насіння, (кг/га);

$\beta$  - коефіцієнт використання об'єму ящика (бункера);

$\gamma$  - об'ємна маса насіння, (кг/м<sup>3</sup>);

$$A = 0.1 B_p V_p ,$$

де  $B_p$  - ширина захвату машини, (м);

$V_p$  - робоча швидкість, (км/год).



$$a_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,78 \cdot 15 \cdot 0,12}{0,9 \cdot 850 \cdot 0,17 \left( \frac{1}{\cos 60} - \frac{2^2}{4(\operatorname{tg} 60 - \operatorname{tg} 30)} \right)}} = 0,303 \text{ м.}$$

$$a_2 = \frac{a_1 B}{2(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)} = \frac{0,303 \cdot 2}{2(\operatorname{tg} 60 - \operatorname{tg} 30)} = 0,26 \text{ м.}$$

$$\begin{aligned} h_1 &= \frac{A \cdot T \cdot Q}{\beta \cdot \gamma \cdot L \cdot a_1} - \frac{a_1^2 - a_2^2}{2a_1} \operatorname{tg} \varphi_1 - \frac{a_2^2}{2a_1} \operatorname{tg} \varphi_2 = \\ &= \frac{3,78 \cdot 0,12 \cdot 15}{0,9 \cdot 850 \cdot 0,17 \cdot 0,303} - \frac{0,303^2 - 0,26^2}{2 \cdot 0,303} \operatorname{tg} 60 - \frac{0,26^2}{2 \cdot 0,303} \operatorname{tg} 30 = \\ &= 0,172 - 0,069 - 0,064 = 0,039 \text{ м.} \end{aligned}$$

Розрахунки показали, що з метою економії листового матеріалу, який використовується в місткостях сівалок, останні доцільно виконувати із наступними параметрами:

$$V=0,009 \text{ м}^3; \quad L=0,17 \text{ м;}$$

$$a_1=0,303 \text{ м;} \quad \varphi_1 = 60^\circ;$$

$$h_1=0,039 \text{ м;} \quad \varphi_2 = 30^\circ;$$

Але так як перебудувати технологію заводу на випуску бункерів з точними параметрами важко, приймаємо стандартний бункер з параметрами близькими до розрахункових:

$$V=0,0085 \text{ м}^3; \quad L=0,17 \text{ м;}$$

$$a_1=0,305 \text{ м;} \quad \varphi_1 = 35^\circ;$$

$$h_1=0,13 \text{ м;} \quad \varphi_2 = 75^\circ;$$

$$h_2=0,10 \text{ м;}$$

$$h_3=0,08 \text{ м;}$$

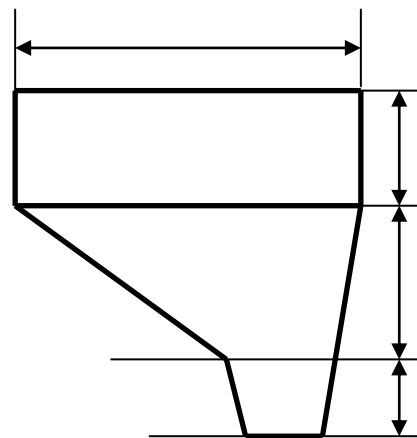






Рисунок 3.3 А, Б, В, Г – зірочки; 1 – туковисівний апарат; 2 – механізм передач; 3 – опорне колесо; 4 – диск; 5 – секція.

Визначимо загальне передаточне відношення приводу висівного апарату:

$$i_{\text{заг.}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_{\text{ред.}} \quad (3.2)$$

$$i_1 = \frac{Z_{10}}{Z_{14}}; \quad i_2 = \frac{Z_B}{Z_\Gamma} = \frac{Z_7}{Z_9}; \quad i_3 = \frac{Z_7}{Z_7}; \quad i_4 = \frac{Z_{13}}{Z_{16}};$$

$$i_1 = 0.714; \quad i_2 = 0.778; \quad i_3 = 1; \quad i_4 = 0.812$$

Виходячи з того, що прототипом уніфікованої сівалки являється сівалка СУПН-8, а також складністю переобладнання технологічної лінії заводу на випуск нових редукторів, приймаємо редуктор, аналогічний редуктору базової сівалки з передаточними відношеннями.

$$i_{\text{ред. max}} = 1,615$$

$$i_{\text{ред. min}} = 0,461$$

Для розрахунків приймаємо  $i_{\text{ред.}} = \frac{Z_{21}}{Z_{23}} = 0,913$ , отже передаточне число

нашого редуктора  $i_{\text{ред.}} = 0,913$ .

Підставляємо значення у формулу (3.1) і отримуємо

$$i = 0,714 \cdot 0,778 \cdot 0,913 \cdot 1 \cdot 0,812 = 0,412,$$

отже загальне передаточне відношення приводу висівного апарату  $i = 0.412$ .

Визначаємо колову швидкість висівного апарату.

$$U = \frac{i \cdot d \cdot V_M \cdot (1 - \delta)}{D}; \quad (3.3)$$

де  $U$  – колова швидкість, м/с;

$i$  – передаточне відношення;

$d$  – діаметр диска висівного апарату, м; ( $d=120$  мм)

$V_M$  – швидкість машини, м/с;







$$S = \frac{\pi \cdot d}{K};$$

$$S_1 = \frac{3.14 \cdot 0.12}{13} = 0.028 \text{ мм} = 2,8 \text{ см}$$

$$S_2 = \frac{3.14 \cdot 0.12}{47} = 0.008 \text{ мм} = 0,8 \text{ см}$$

$$S_3 = \frac{3.14 \cdot 0.12}{14} = 0.026 \text{ мм} = 2,6 \text{ см}$$

Діаметр присмоктуючого отвору встановлений експериментально. Наприклад по даним А.А. Будацова

$$d = (0,6...0,7)b_c;$$

де  $b_c$  – середня ширина насіння.

Підставляючи у формулу середні значення ширини насіння отримуємо діаметри отворів висівного диску для різних культур(Табл. 3.1).

Наприклад середня ширина насінни кукурудзи  $b_c = 8,2$  мм, тоді

$$d = 0,65 \cdot 8,2 = 5,33 \approx 5$$

Використовуючи формулу А.А. Бугачова, були знайдені діаметри отворів для основних просапних культур, які зведені в таблицю.

Таблиця 3.1

Діаметри отворів висівного диску для основних просапних культур

Діаметри отворів, мм	Висівні культури.
1	Капуста, морква
1,2	Цибуля, томати;
1,5	Баклажани перець;
2	Редька, огірки;
3	Кабачки, соняшник;



$$V = \frac{Q \cdot B \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot n \cdot i \cdot \gamma}$$

$\gamma$  - об'ємна вага насіння.

$$V = \frac{6 \cdot 5,6 \cdot 3,14 \cdot 0,51}{1000 \cdot 12 \cdot 0,412 \cdot 0,495} = \frac{53,80704}{2447,28} = 0,021 \text{ м}^3 = 2,1 \text{ см}^3$$

Приймаємо, що кількість “кишень” на диску дорівнює  $z = 8$  шт.

Враховуючи коефіцієнт заповнення “кишень” насінням  $k = 0,3$ , об'єм одного буде дорівнювати:

$$V_k = \frac{V_0}{z} \cdot k = \frac{2,1}{8} \cdot 0,3 = 0,23 \text{ см}^3.$$

На малюнку зображений насіннєва “кишеня” висівного диску. Знайдемо його параметри. Виходячи з конструктивних міркувань і максимальної довжини насіння задамося довжиною  $l_k$ .

$$l_k = 3 \text{ мм} = 0,3 \text{ см}; \quad h_k = 10 \text{ мм} = 1 \text{ см}.$$

Площу поперечного перерізу знаходимо використовуючи формулу:

$$F_k = \frac{V_k}{l_k} = \frac{0,23}{0,3} = 0,77 \text{ см}^2$$

$$\text{З іншої сторони} \quad F_k = b_k \cdot h_k;$$

Звідси знаходимо ширину “кишені”.

$$b_k = \frac{F_k}{h_k} = \frac{0,23}{1} = 0,77 \text{ см}$$

Приймаємо  $b_k = 8 \text{ мм}$ ;

Діаметр отвору в диску приймаємо із відношення

$$\frac{d}{b_k} = 0,7; \text{ звідси } d = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ мм}$$















$$N_1 = G_{тр} \cdot g \cdot f \cdot V_p$$

де  $G_{тр} = 3160$  кг маса трактора

$F = 0,12 \dots 0,17$  – коэф. опору перекатуванню

$V_p = V_T (1-\delta)$  – робоча швидкість трактора по агротехнічних вузлах

$V_T = 2,01$  м/с – теоретична швидкість трактора на III передачі

$\delta = 18\%$  коэф. буксирування

$$N_1 = 3160 \cdot 3,8 \cdot 0,14 \cdot 2,01 (1-0,18);$$

$$N_1 = 7145,8 \text{ Вт}$$

Потужність на переміщення сівалки:

$$N_1 = K V_p \cdot n$$

де  $K$  – питомий опір сівалки .  $K = 900 \dots 1300$  Н/м

Приймаємо  $K = 1200$  Н/м

$V_p$  – ширина захвату сівалки

$N$  – кількість сівалок у зчіпці

$$N_2 = 1200 \cdot 5,4 \cdot 1 = 6480 \text{ Вт}$$

Потужність, необхідна для приводу висівних апаратів витрачається на тертя диска об насіння і кришку висівного апарату

$$N_3 = \frac{N_3^I + N_3^{II}}{\eta_{пер}}$$

де  $N_3^I, N_3^{II}$  – потужність що витрачається на тертя об насіння і кришку відповідно.

$\eta_{пер.}$  – к.к.д. передачі  $\eta = 0,82$

$$N_3^I = 12 (V \cdot q \cdot g \cdot \cos \alpha) \cdot U$$

де  $V$  – об'єм бункера

$q$  – густина насіння,  $q = 700$  кг/м<sup>3</sup>

$u$  – швидкість руху висівного диска.





## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ

Розглянемо операцію посіву просапних. Розглянемо операцію посіву просапних розробленої уніфікованою сівалкою.

Завантаження на данні й операції

$$Z_{\text{час}} = \frac{Q_{\text{из}}}{H_b} \cdot n$$

$Q_{\text{физ.}}$  - об'єм робіт фізичний, га

$H$  – норма виробтки, га/год;

$n$  – кількість машин в сцепці.

$$Z_{\text{час}} = \frac{100}{3,2} \cdot 1 = 31,25 \text{ год.}$$

Процент загрузки на даній операції

$$I_{\text{р.м.}} = \frac{Z_{\text{час}}}{T_{\text{р.м.}}} \cdot 100; \quad I_{\text{с.м.}} = \frac{Z_{\text{час}}}{T_{\text{с.м.}}} \cdot 100;$$

де  $I_{\text{р.м.}}$  і  $I_{\text{с.м.}}$  – процент загрузки відповідно робочої і силової машини.

$T_{\text{р.м}}$  і  $T_{\text{с.м}}$  – нормативна загрузка робочої і силової машини.

$T_{\text{с.м.}} = 1350$  год;  $T_{\text{р.м.н}} = 120$  год;  $T_{\text{р.м.б.}} = 70$  год.

$$I_{\text{с.м.}} = \frac{31,25}{1350} \cdot 100 = 2,3\%$$

$$I_{\text{р.м.н.}} = \frac{31,25}{120} \cdot 100 = 26,04\%$$

Балансова вартість, що приходить на дану операцію.

$$B_{\text{јс.м.}} = \frac{B_{\text{с.м.}} \cdot l_{\text{с.м.}}}{1000}; \quad B_{\text{јр.м.}} = \frac{B_{\text{р.м.}} \cdot l_{\text{р.м.}}}{1000}$$

де  $B_{\text{с.м.}}$  і  $B_{\text{р.м.}}$  – балансова вартість силової і робочої машини.

Уніфікована сівалка агрегується з тракторами класу 14 КН

$B_{\text{с.м.}} = 19233,50$  грн.;

$B_{\text{р.м.}} = 8250$  грн.;

$$B_{\text{јс.м.}} = \frac{19233,50 \cdot 2,3}{100} = 442,37 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{јр.м.}} = \frac{8250 \cdot 26,04}{100} = 2148,30 \text{ грн.}$$

Об'єм робіт в еталонних гектарах

$$Q_{\text{ет.га}} = \frac{Q_{\text{фіз.}}}{W_{\text{час}}} \cdot k;$$

де  $Q_{\text{фіз.}}$  - фізичний об'єм робіт;

$W_{\text{час}}$  – продуктивність за годину;

$k$  – коефіцієнт годинної еталонної вироботки трактора.

$$Q_{\text{ет.га.}} = \frac{100}{3,2} \cdot 0,75 = 23,44 \text{ ет. га.}$$

## ВИСНОВКИ

1. Практичним є застосування єдиного уніфікованого апарату для посіву просапних та овочевих культур.
2. Для точного висіву насіння доцільно застосовувати пневматичний висівний апарат.
3. Для висіву насіння мілкої фракції доцільно застосовувати механічний висівний апарат з кишеньковими дисками, розроблений на базі пневматичного.

ДПАІ 23.03.00.00.000 ПЗ

Арк.

Арк.

Стр.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Стр.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата