

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ д.т.н.,

професор _____ Микола СВІРЕНЬ

« ____ » _____ 2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням
сошникової групи сівалки John Deere DB55 під пневматичне
внесення мінеральних гранульованих добрив»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-20М(1,9)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Апостолов Денис Васильович

« ____ » _____ 2022р.

Керівник проекту

проф., докт. техн. наук _____ Микола СВІРЕНЬ

« ____ » _____ 2022 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
			1					
			2		Загальна документація			
			3		Знову розроблена			
			4					
Справ. №	5	A4	MP 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1			
	6							
	7			Документація по				
	8			технологічній частині				
	9							
	10	A1	MP 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1			
	11	A1	MP 00.002 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1			
	12							
Подп. и дата	13			Документація по				
	14			науковій частині				
	15			Знову розроблена				
	16							
	17	A0	MP 00.000	Сівалка точного висіву	1			
	18							
	19	A1	MP 00.000	Сівалка 24-х рядкова	1			
	20							
	21	A1	MP 00.010	Сошник туковий	1			
	22							
Взам. инв. №	23							
	24							
Подп. и дата								
	MP 00.000 ВП							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Апостолов				Відомість проекту	Лист	
	Пров.	Свірень					Лист	
	Нконтр.	Мачок					Листов	
Утв.	Свірень				1			
						2		
						ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,9)		

Копирвал

Формат А4

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			<u>Документація по</u>			
2			<u>деталях</u>			
3			<u>Знову розроблена</u>			
4						
5	A3	MP 00. 010. 003	Болт	1		
6						
7	A3	MP 00. 010. 201	Втулка	1		
8						
9	A3	MP 00. 010. 401	Ріжучий диск	1		
10						
11	A3	MP 00. 010. 402	Ступиця	1		
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
					</	

Копировав

Формат А4

1. Вступ	
2. Технологічна частина	
3. Наукова частина	
4. Охорона праці	
5. Економічна частина	
6. Висновки	
Використана література	
Додатки	

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Наша держава є досить потужним виробником зернових, просапних та багатьох інших культур. За статистичними даними в Україні використовується понад 37 мільйонів гектарів земельних угідь сільськогосподарського призначення. Разом з посівними площами постійно зростають і загальні об'єми виробництва вищезгаданих культур, відповідно також підвищується і їх врожайність.

Кукурудза, була і є основною просапною культурою, яка повністю забезпечує стратегічно важливі галузі держави, а саме: рослинництво і тваринництво. Вона використовується як сировинний компонент у виробництві харчових продуктів, приготуванні повнораціонних кормових сумішей для ВРХ та птиці, має широке застосування у хімічній галузі та багатьох інших. Сівбу насіння просапних культур виконують сівалками різноманітної конструкції, обладнаних висівними апаратами з різним принципом дії. Це ж стосується і конструкції туковисівних систем, тому що разом з процесом висіву насіння одночасно відбувається внесення мінеральних гранульованих добрив.

На сьогоднішній день негативну тенденцію показує така характерна обставина, що більшість вітчизняної техніки має низьку якість виготовлення, ніж закордонні аналоги. Але ці питання мають свої закономірності і пояснення, які полягають в тому, що випускають машини для сівби непрофільні підприємства. Такі виробники мають слабкий науковий потенціал та конструкторський досвід роботи щодо проектування нових та удосконалення існуючих сільськогосподарських машин. Але треба відмітити, що поступово відбувається розвиток малих підприємств, які мають спробу зайняти своє місце у виробничій галузі.

Існуючі конструкції та технології вирощування кукурудзи, особливо висівних та туковисівних апаратів, не повною мірою забезпечують ступінь своєї універсальності та точності дозування гранульованих добрив. Є ряд питань щодо

					МР 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Апостолов				Вступ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Свірень							
Реценз.								
Н. Контр.	Мачок							
Затвер.	Свірень					ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,9)		

якісних показників процесу, тобто рівномірності розподілу насіння кукурудзи по глибині та довжині рядка. Також на основні регулювання сівалки витрачається велика кількість часу, що в свою чергу, суттєво зменшує продуктивність посівних агрегатів. Для забезпечення всіх вище перелічених факторів аграрії активно розглядають можливість використання більш потужних широкозахватних посівних агрегатів або комплексів з одночасним локальним внесенням твердих гранульованих добрив.

Тому, вибір раціональної технології вирощування кукурудзи з надійним застосуванням вдосконалених конструкцій сівалок з обґрунтуванням туковисівних систем є актуальним завданням і задачею для даної магістерської роботи та сільськогосподарського виробництва в цілому.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Технологія вирощування просапних культур

Для забезпечення стійкої і якісної сівозміни має бути правильне застосування відповідних послідовних технологічних операцій щодо висіву кукурудзи з одночасним внесення мінеральних добрив. Є ряд важливих питань по підтримці родючості ґрунтів, знаходження їх у належному стані. Всі ці складові у подальшому є надійними чинниками для отримання високих врожаїв будь яких культур.

Лушіння

З цієї операції починається основний обробіток ґрунту в процесі сівозміни для забезпечення висіву наступної культури. Цей прийом є важливим агротехнічним заходом для забезпечення якісного перемішування верхніх шарів ґрунту з частками рослинних решток. Також важливим завданням при виконанні лушення є порушення роботи системи капілярів. Саме це забезпечують основні робочі органи знаряддя, руйнуючи таку структуру капілярів з послідуочим збереженням необхідної вологи у верхніх шарах, відбувається покращення санітарного стану поля. Головне завдання лушення-це створити умови для проходження процесу мінералізації з якісним збереженням вологи. За один прохід класичний дисковий лушильник забезпечити такі умови не може, так як він працює на глибину до 4-5см. А перемішування ґрунту на більший показник глибини, це пряме завдання дискових борін та лемішних лушильників. Вони працюють на глибину до 18см. При такому проході всі шари активно перемішуються між собою, що є доцільним, але злушені шари ґрунту різко починають втрачати вологу, що не є бажаним. Дослідження науковців та практичний досвід аграріїв показав, що ефективним буде використання операції-лушення в такій послідовності. По-перше, після проходження комбайна використовуємо дисковий лушильник. По-друге, якщо збиральний комбайн немає подрібнювача, тобто за ним формується валок, тоді використовуємо мульчувач. А потім лушильник забезпечує обробіток на 4-5см, при цьому підрізає корені всіх бур'янів, руйнує систему ґрунтових капілярів та активно перемішує соломку з

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

грунтом. Після 8-10 днів використовуємо агрегат з обприскувачем, завдяки якому ми можемо внести на злущену стерню КАС. А потім застосовуємо дискову борону, що дозволить перемішати залишки рослинних решток з азотними добривами на задану глибину. Така операція-лущення є доцільною та ефективною на сьогоднішній день.

Внесення добрив під кукурудзу

Сучасне ведення сільськогосподарського виробництва, а саме вирощування кукурудзи з отриманням високих врожаїв, неможливе без правильного і раціонального використання мінеральних добрив. Кукурудза позитивно реагує на внесення карбаміду або його суміші та аміачної селітри у чіткому співвідношенні 1:1. Їх бажано вносити одночасно з проведенням культивації за 10-12 днів до сівби. Досить легко засвоюється нітратний азот, так як він є найбільш рухомий. Азот (амонійна складова) не вимивається з ґрунту, починає активно акумулюватися в обробленому шарі ґрунту і засвоюється рослинами пізніший період. Певна частина трансформується у нітратну форму, а амінна складова азоту засвоюється рослинами кукурудзи в останню чергу, коли відбувається її перехід в амонійну або нітратну форми.

Для подальшого удобрення кукурудзи на сьогоднішній день широко використовують карбамідно-аміачну суміш (КАС). Вона є високоефективним азотним добривом для кукурудзи. Цю суміш доцільно вносити одночасно при проведенні культивації, що дозволяє в подальшому виключити операцію-підживлення.

Нормативні внесення КАС-28 при вирощуванні кукурудзи

Таблиця 1

Термін внесення	I* Перед сходдами	II** До фази 4-го листка	III** До змикання міжрядь
Фаза розвитку	ЕС 03–09	ЕС 19–22	ЕС 22–32
Азот, кг/га	32–58	32–58	32–58
КАС, л/га	89–162	89–162	89–162
КАС, кг/га	114–207	114–207	114–207

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма внесення мінеральних добрив залежить від врожаю, який ми плануємо отримати. По-перше, на нього впливає тип ґрунту та його фізико-механічні властивості; по-друге, культура-попередник; по-третє, наявна кількість органічних добрив. Для зони Лісостепу показники норми мають бути в наступному співвідношенні $N_{80-140}P_{80-100}K_{70-120}$.

Необхідну норму фосфорних та калійних добрив доцільно вносити восени одночасно з оранкою або дискуванням, а що стосується азотних добрив, то їх ефективно вносити весною одночасно з культивуацією. Складні добрива до яких відноситься нітроамофоска, маю доречність при внесенні весною. Їх також вносять при виконанні культивуації за 10-14 днів перед сівбою з нормою 5-8 ц/га. Максимальний ефект досягається при ретельному перемішуванні гранул добрив із шарами ґрунту.

Оранка

В зоні Степу та окремих районах недостатнього зволоження Лісостепу головним чинником основного обробітку є створення сприятливих умов для створення максимального накопичення вологи та її збереження шарах ґрунтів, а також повне знищення бур'янів. Як правило, в таких зонах вирощують кукурудзу на зерно після озимих зернових та зернобобових культур. Строки і технологія обробітку ґрунту визначається агротехнічними вимогами та тривалістю збирання попередньої культури. Згідно ґрунтово-кліматичних умов в різних зонах України під кукурудзу виконують осінній (диференційований) обробіток ґрунту. Це може бути оранка - полицевий обробіток з обертом шарів ґрунту або безполицевий з використанням чизельних, плоскорізних та комбінованих знарядь. При плануванні вирощування кукурудзи не бажано проводити весняний обробіток ґрунту, так як цей момент призводить до зневоднення орного шару. Особливо це стосується Степової зони, що є вкрай збіднілою на кількість опадів, тому існує висока ймовірність недобору врожаю зерна кукурудзи.

Система основного обробітку ґрунту для послідуячого вирощування кукурудзи після зернових культур з застосуванням рядового способу сівби включає луцення стерні та зяблеву оранку. Операція-луцення дозволяє очищати

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поле від бур'янів та проводити ефективну боротьбу зі шкідниками. Виконують цю операцію дисковими лушильниками типу ЛДГ-10, ЛДГ-15 на глибину в межах 8–10см або важкими двослідними дисковими боронами типу БДВ-7, БДП-6,3, AREST L/AREST TXL, MARS TWIX HB, CUT XXL та іншими на більшу глибину до 14–16см. Якщо поле сильно засмічено коренепаростковими бур'янами, якими є осот, молочай та берізка польова, бажано проводити процес лушення двічі. Повторне лушення проводять у період масового розвитку бур'янів на глибину до 15см різними плоскорізними або протиерозійними культиваторами типу КПШ-5, КПЕ-6Н, а також комбінованими знаряддями марки КР-4,5, КШН-5,6. В іншому випадку, повторне лушення ґрунту може виконуватися як основний обробіток при вирощуванні кукурудзи за технологією мілкого розпушування. Ця операція передбачає економію стосовно витрат палива та коштів.

Таким чином, при вирощуванні кукурудзи на рівних полях краще виконувати полицеву оранку використовуючи оборотні плуги, які працюють на глибину до 27см, а для системи ґрунтозахисного землеробства бажано проводити чизельний обробіток також на глибину 2-27см. Такі заходи перешкоджають дії водній та вітровій ерозії, при тому сприяють накопиченню продуктивної вологи, суттєво підвищує ефективність мінеральних добрив, що є дуже позитивним моментом в технології вирощування кукурудзи.

Обробіток ґрунту в допосівний період

Після допосівної операції поле має бути чистим від бур'янів і залишків, структура ґрунту має бути щільною, а саме бути дрібною та комкатою. Ефективно та корисно на площах парових і не парових, після основного обробітку можливе використання мілкого розпушування. Якісний показник загортання насіння кукурудзи підвищується за рахунок масового зниження бур'янів, руйнування монолітної ґрунтової корки. Цю операцію підтримує правильний вибір відповідної технології та ґрунтообробного знаряддя. Актуальність цієї операції, окрім знищення бур'янів та їх залишків, є надійне збереження продуктивної вологи. На досить збіднілих ґрунтах, що підлягають дії різного виду ерозії, є практичний досвід щодо використання широкозахватних протиерозійних

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

культиваторів. Якщо зона багата на кількість опадів, то ефективно застосовувати голчасті та зубові борони. Для покращення ґрунтово-водних процесів на схилах доцільно використовувати щілинорізи, робочі органи яких працюють на глибину 50-60см.

Передпосівний обробіток ґрунту

Передпосівний обробіток ґрунту включає деяку сукупність пов'язаних між собою весняних технологічних прийомів, що характеризують ранню посівну компанію. Цей перелік системи обробітку відбувається з метою створення сприятливих ґрунтових умов, що так потрібні для проростання насіння кукурудзи, росту та подальшого розвитку як культури з кінцевим якісним отриманням врожаю.

Згідно агротехнічних вимог які існують на сьогоднішній день, а також наявність погодних умов в певний період роблять підбір сільськогосподарських машин та агрегатів для виконання мінімального передпосівного обробітку ґрунту. Широко застосовні конструкції - це дискові борони з голчастими котками марки БИГ-3. Вони при роботі створюють ефективну ґрунтозахисну зону, що забезпечує в майбутньому якісне загортання кукурудзи в процесі сівбі з послідуємим отриманням рівномірності сходів. Таку функцію забезпечують котки різноманітної конструкції, в основному це кільчасті, гладкі з водоналивною ємністю, а також кільчасто-шпорові та кільчасто-зубові. Вони надійно ущільнюють стиглі та комковаті ґрунти, сприяють найменшій їх усадці не руйнуючи при цьому структуру верхніх шарів. Але найбільш традиційне знаряддя для передпосівного обробітку - це культиватори зі стрілочастими лапами типу КПС-4 та КПС-6. Їх функція полягає у розпушенні поверхневого шару з якісною підготовкою для створення посівного ложе для кукурудзи. Доцільність і ефективність такої операції забезпечується глибиною обробітку до 12см та послідуємим стійким ходом сошникової групи.

Є можливість і необхідність на зволожених та переущільнених ґрунтах використовувати комбіновані агрегати з активними та пасивними основними робочими органами.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сівба

Цей процес є найбільш відповідальним. Традиційно просапні культури, в том числі кукурудзу, висівають пунктирним способом з міжряддям 70см. Застосування такого класичного способу дозволяє використовувати задану форму площі живлення, що призводить до активного проростання та отримання високої врожайності кукурудзи. Сама операція-сівба налічує де кілька послідовних етапів, а саме: підготовка якісного посівного матеріалу, потім вибір способу сівби згідно агростроків, відповідно до аналізів та фізико-механічних властивостей ґрунту підбір норми висіву насіння кукурудзи з одночасним внесенням необхідної норми мінеральних добрив. Правильне виконання таких моментів щодо підготовки сівби забезпечують головний чинник такої операції, тобто рівномірний розподіл насіння кукурудзи за глибиною та шириною рядка або при використанні іншого способу, що характеризується масовою стабільністю дозування посівного матеріалу на одиницю площі. Цей показник, тобто норма висіву, залежить від фізико-механічних властивостей посівного матеріалу та ґрунту, його складу, використання культури-попередника та наявної кількості продуктивної вологи.

Від якісної сівби насіння кукурудзи залежить ефективне її проростання з послідовним активним формуванням та розвитком кореневої системи. Операцію сівби проводять посівними агрегатами з використанням універсальних просапних сівалок типу СУПН-8, УПС-8 та інші. Продуктивність таких агрегатів залежить від двох чинників: швидкості руху та робочої ширини захвату. При підвищенні першого чинника існує небажане погіршення якісних показників. **Тому в технології вирощування кукурудзи, а саме на операції-сівби, ми пропонуємо використати посівний широкозахватний комплекс у складі трактора марки John Deere 8270R та сівалки John Deere DB55, що має робочу ширину захвату 16,8м.**

Прикочування посівів кукурудзи

Після виконання сівби з метою підтримки збереження вологи та поліпшення контакту насіння кукурудзи з ґрунтом з подальшим якісним проростанням та

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отриманням дружніх сходів, раціональним є зробити прикочування. Ця операція створює умови для утворення стійкого температурного режиму.

Підживлення

Рослини кукурудзи швидко реагують на листкове підживлення розчином карбаміду у 6%, тобто пропорцією 6кг карбаміду на 100л води. Операцію обприскування виконують зранку або ввечері, коли показник температурного режиму дещо знижуються. Підживлення рослин кукурудзи ефективне в період фази у 7-8 листків протягом трьох тижнів, кратністю 1-3 рази через 7-8 днів. Також одночасно вносять різні мікроелементи і водорозчинний сірчано-кислий магній з концентрацією у 5%.

При операції-підживлення може відбуватися механічний міжрядний обробіток ґрунту. Головним завданням є знищення ґрунтової кірки та пророзаних бур'янів. Одночасно можуть вноситися азотні, фосфатні і калійні мінеральні добрива у потрібних нормах. Найбільш розповсюджений агрегат, це трактор МТЗ-82М та культиватор рослинно-підживлювач КРНВ-5,6.

2.2. Операційна технологія висіву кукурудзи

2.2.1. Сівба кукурудзи на зерно

Для сівби застосовуємо новітню сівалку **John Deere DB55**, що агрегується з трактором **John Deere 8270R** з робочою швидкістю на сівбі до 10 км/год. Показник часу на ефективний поворот посівного агрегату, що дорівнює $t_{пов}=0,045$ год, показник завантаження сівалки кукурудзою має бути $t_3=0,035$ год. Значення сумарного показника місткості насіннєвих бункерів $V_{н.я}=0,106$ м³, показник об'ємної маси насіння – для кукурудзи $\rho_n=820$ кг/м³.

Значення відстані пройденої посівним агрегатом між заправками сівалки визначається за наступною формулою:

$$L = \frac{10^4 \cdot V_{н.я} \cdot \rho_n \cdot \psi}{Q \cdot B_c},$$

де $V_{н.я}$ – значення об'єму насіннєвих бункерів, м³;

ρ - значення об'ємної маса для кукурудзи, кг/м³;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ψ - показник використання об'єму насіннєвих бункерів, $\psi=0,96$;

Q – значення норми висіву кукурудзи; 10-25кг/га;

B_c – значення ширини захвату сівалки; 16,8м.

$$L = \frac{10^4 \cdot 0,106 \cdot 820 \cdot 0,96}{15 \cdot 16,8} = 3311_m$$

Значення показника робочого ходу за певний технологічний цикл визначаємо за такою формулою:

$$t_{p.x.ц} = \frac{L}{g_p},$$

де g_p – значення показника робочої швидкості, приймаємо 10 км/год.

$$t_{p.x.ц} = \frac{3,31}{10} = 0,33 \text{ год.}$$

Знаходимо показник тривалості технологічного циклу за наступною формулою:

$$t_{ц} = t_{p.x.ц} + n \cdot t_{нов} + t_3,$$

де $t_{нов}$ – показник тривалості одного розвороту, год;

n – проведена кількість поворотів за цикл; t_3 – тривалість завантаження сівалки John Deere DB55, год.

$$t_{ц} = 0,33 + 2 \cdot 0,045 + 0,035 = 0,455 \text{ год.}$$

Технологічний час зміни має бути визначений за формулою:

$$T_{тех} = T_{зм} \cdot \tau,$$

$T_{зм}$ – показник часу тривалості зміни, год.;

τ - показник використання змінного часу, $\tau=0,72$.

$$T_{тех} = 8 \cdot 0,72 = 5,76 \text{ год.}$$

Тепер розраховуємо дійсну кількість циклів за такою формулою:

$$K_{ц} = \frac{T_{тех}}{t_{ц}},$$

де $T_{тех}$ – значення технологічного часу зміни, год.;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{ц}$ – показник тривалості циклу, год.

$$K_{ц} = \frac{5,76}{0,455} = 12,6$$

Потім розраховуємо продуктивність за годину змінного часу трактора з широкозахватною сівалкою за такою формулою:

$$Q_{год} = 0,1 \cdot 16,8 \cdot 10 \cdot 0,72 = 12,09 \text{ га/год.}$$

Тепер визначаємо змінну продуктивність посівного агрегату за формулою:

$$Q_{зм} = 0,1 \cdot 16,8 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 0,72 = 96,8 \text{ га.}$$

Знаходимо витрати часу на виконання операції сівби кукурудзи за такою формулою:

$$t = \frac{2000}{12,09} = 165,4 \text{ год.}$$

Показник необхідних нормозмін за формулою:

$$K = \frac{165,4}{7} = 23,6.$$

Для сівби кукурудзи:

$$m = \frac{2000}{96,8 \cdot 5} = 4,13.$$

Показник кількості посівних агрегатів приймаємо $m=4$.

Витрати кількості пального на виконання 1га сівби кукурудзи визначаємо за такою формулою:

Показник робочого часу за зміну за формулою:

$$t_p = 0,14 \cdot 29 = 4,1 \text{ год.}$$

Значення тривалості заправки сівалки знаходимо за подібною формулою:

$$t_3 = 29 \cdot 0,12 = 3,5 \text{ год.}$$

Потрібний час на повороти:

$$T_{пов} = 29 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ год.}$$

$$П_{за} = \frac{14 \cdot 4,1 + 8 \cdot 1,5 + 1,8 \cdot 3,5}{2,7} = 28 \text{ кг/га}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На виконання певного обсягу робіт потрібно:

$$П = 1700 \cdot 5,8 = 9860 \text{ кг}$$

Знаходимо витрати людської праці на посів 1 га за такою формулою:

$$B_n^o = \frac{1}{2,1} = 0,474 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{га.}$$

На виконання потрібного об'єму робіт використаємо формулу:

$$П_n = 1700 \cdot 0,474 = 805,8 \text{ чол.} \cdot \text{год.}$$

2.2.2. Показники технології збирання кукурудзи на зерно

Процес збирання кукурудзи починається восени, коли закінчується період воскової стиглості при вологості повноцінного зерна кукурудзи до 40%, а з обмолотом качанів близько 30%.

Повнота збирання качанів згідно агротехнічних вимог має бути 97%, пошкодження цілого зерна допускається в межах 2,5%, при цьому висота зрізу стебел має бути приблизно на рівні 15 см, а довжина подрібнених часток в діапазоні 20–45 мм.

Повнота отримання повноцінного зерна кукурудзи; 98,5%;

У тому числі в подрібненій масі стебел показник не більше 2%;

Мінімальний показник очищення качанів – 90%;

Повнота отримання незернової частини урожаю % не менше – 80;

Чистота повноцінного зерна складає не менше 95%.

Збирання кукурудзи на зерно має відбуватися в стислі агротехнічні строки, це скоротить до мінімуму втрати зерна при збиранні його комбайнами.

2.2.3. Розрахунок оптимальних показників

широкозахватного посівного агрегату

Для отримання високоефективного посівного агрегату використовуємо колісний трактор John Deere 8270R.

Приймаємо значення швидкості руху для прийнятих енергетичних засобів: для колісного трактора John Deere 8270R дорівнює $\mathcal{G}_m = 12,2$ км/год.

Показник робочої швидкості руху на сівбі кукурудзи визначаємо за формулою:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$g_p = g_m(1 - \lambda),$$

де g_m – значення швидкості без урахування коефіцієнта буксування, км/год.;

λ - значення коефіцієнта, що враховує буксування колісних тракторів $\lambda = 0,19$, та що на гусеничному ході дорівнює $\delta = 0,08$.

$$g_p = 12,2 \cdot (1 - 0,19) = 9,9 \approx 10 \text{ км/год.}$$

Тепер показник продуктивності агрегату за годину змінного часу має буде:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot g_p \cdot \zeta.$$

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 16,8 \cdot 10 \cdot 0,57 = 9,6 \text{ га/год.}$$

Показник, що враховує витрати пального за годину, знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{год}} = \frac{g_p \cdot t_p + g_n \cdot t_n + g_z \cdot t_z}{\sum t},$$

де g_p, g_n, g_z – складові питомих витрат пального на виконання етапів сівби, поворотів, деяких зупинок, кг/год.; t_p, t_n, t_z – складові витрат часу на етапі виконання сівби, поворотів та деяких зупинок, год.

$$\sum t = t_p + t_n + t_z.$$

$$t_p = 8 \cdot 0,80 = 6,4 \text{ год.}$$

$$t_n = 8 \cdot 0,11 = 0,88 \text{ год.}$$

$$t_z = 8 \cdot 0,04 = 0,32 \text{ год.}$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{35 \cdot 6,4 + 20 \cdot 0,88 + 1,9 \cdot 0,32}{7,6} = 32,01 \text{ кг/год.}$$

Показник питомих витрат пального на 1 га знаходимо за формулою:

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{\text{год}}}{W_{\text{год}}},$$

$$Q_{\text{га}} = \frac{32,01}{9,6} = 3,33 \text{ кг/га.}$$

Визначаємо витрати людської праці на посів всієї площі:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{S \cdot \sum n}{W_{\text{год}}},$$

де S – значення площі поля, га.

$\sum n$ - кількість виконуючого персоналу.

$$T = \frac{150 \cdot 1}{9,6} = 15,63 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{поле.}$$

Витрати чоловічої праці на 1 га згідно формули:

$$T_0 = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{доп}}}{W_{\text{год}}},$$

де $m_{\text{мех}}$ – кількість працівників, що обслуговує агрегат;

$m_{\text{доп}}$ – кількість допоміжного персоналу.

$$T_0 = \frac{1}{9,6} = 0,1 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{поле.}$$

Тепер визначаємо кількість ходів по полю за такою формулою:

$$\gamma = \frac{L_{p.x}}{L_{p.x} + L_{x.x}},$$

де $L_{p.x}$ – значення довжини кількості ходів, м; $L_{x.x}$ – значення довжини холостих ходів, м.

$$L_{p.x} = \frac{1500000}{16,8} = 89285 \text{ м.}$$

$$L_{x.x} = l_n \cdot n_n + l_{\text{в}},$$

де l_n - значення довжини повороту, м; n_n – значення відповідних поворотів; $l_{\text{в}}$ - значення ділянки виїзду, м.

$$l_n = R,$$

де R – радіус повороту широкозахватного агрегату, м.

$$l_n = 18,3 \text{ м.}$$

$$n_g = \frac{L}{B_p},$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_n = \frac{1500}{16,8} = 89,28.$$

$$L_{x.x} = 18,3 \cdot 89,28 + 5 = 1638,8 \text{ м.}$$

$$\gamma = \frac{89285}{89285 + 1638,8} = 0,98.$$

Енергетичні показники витрат на 1 га поля знаходимо за такою формулою:

$$\varepsilon = \frac{N}{W_{\text{год}}},$$

де N – значення номінальної потужності, кВт. Для трактора John Deere 8270R цей номінальний показник є 270к.с. або 198,5 кВт:

$$\varepsilon = \frac{198,5}{9,6} = 20,7 \text{ кВт} \cdot \text{год.} / \text{га.}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз існуючих конструкцій сівалок для сівби кукурудзи

До існуючих сівалок просапного типу відносяться кукурудзяні, бурякові, бавовняні та деякі інші. В основному, за способом агрегування, вони є начіпними, але можуть бути і причіпними, якщо вони відносяться до широкозахватних. Конструкції таких сівалок є досить продуманими, особливо це стосується посівних секцій. Вони розташовані в один ряд, що є досить доцільним при їх швидкому переобладнуванні на необхідну ширину міжряддя. Є варіант, де секції з робочими органами розміщені в декілька рядів, тобто з компонуванням сівалки різної рядності. Як правило, більшість просапних сівалок мають підвіску паралелограмного типу, що поширює можливість копіювання рельєфу кожною окремою секцією для забезпечення рівномірного розподілу насіння кукурудзи за глибиною в рядку та його подальшим закладенням в борозну ґрунту.

Найбільш відомий і поширений спосіб сівби - це пунктирний з одночасним внесенням різної групи мінеральних добрив. Такою сівалкою, що забезпечила широкий спектр висіву насіння просапних культур, стала вітчизняна сівалка СУПН-8 (рис.1).

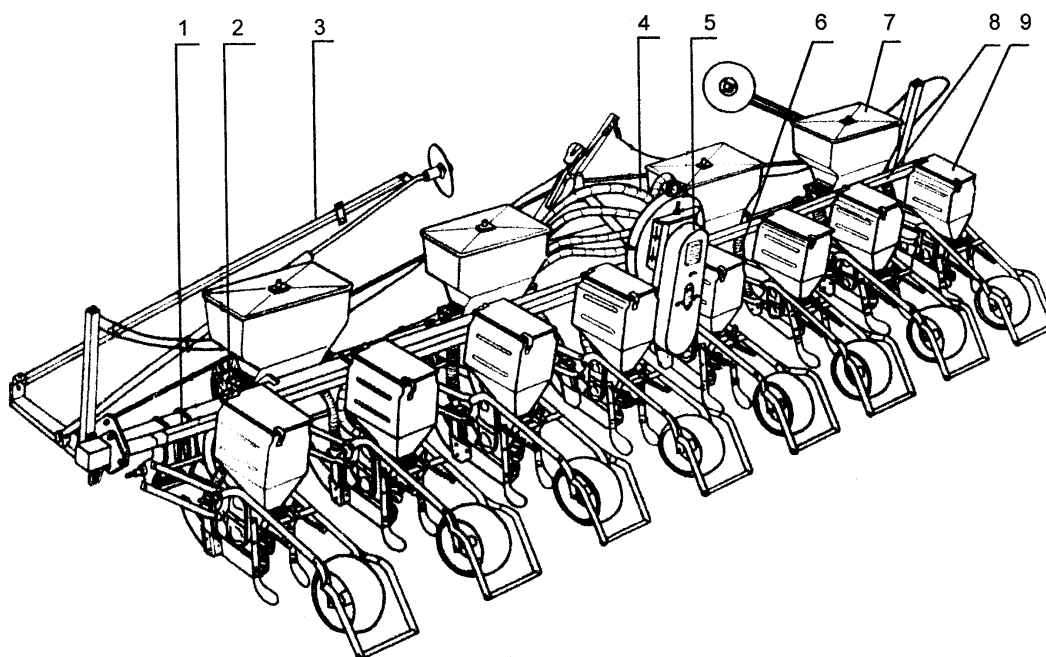


Рис. 1. Конструктивна схема сівалки СУПН-8:

1 – рама; 2 – коробка змінних передач; 3 – маркери; 4 – повітропроводи;

					MP 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

5 – вентилятор відцентрового типу; 6 – опорно-приводні колеса;

7 – бункери туків; 8 – бункер для насіння

Її масове виробництво почалося в середині 70-х років минулого століття. Поступово конструкція сівалки СУПН-8 та її основні вузли вдосконалювалися, випускалися модифікації у вигляді СУПН-8А, СУПН-8-01 та інші. Головні переваги такої сівалки полягали у наступному: висівний апарат пневмомеханічної дії, що забезпечував рівномірний розподіл насіння по довжині рядка; поруч з сівбою відбувався одночасний висів мінеральних добрив; досить легке переобладнання посівних секцій на задане міжряддя; можливість агрегатуватися з вітчизняним трактором МТЗ-80/82 та інше.

На початку цього століття завод «Червона зірка» почав виготовляти нову сівалку Веста 8 (УПС-8) (рис. 2). При розробці конструктори врахували деякі недоліки попередніх машин, а саме щодо висіву двійників та пропуску насіння.

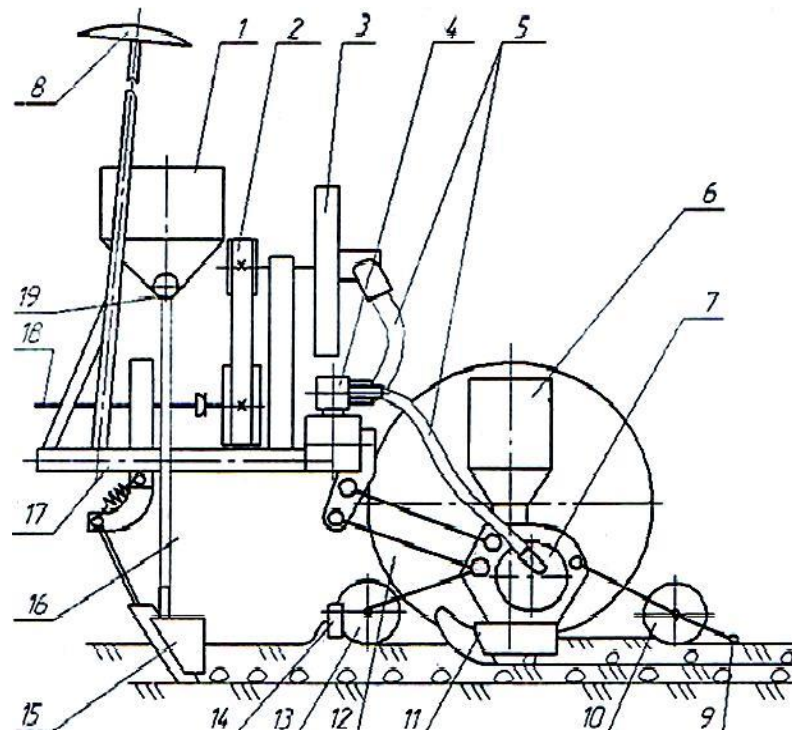


Рис. 2. Схема просапної пневматичної сівалки Веста 8 (УПС-8):

1 – бункер туків; 2 – пасова передача; 3 – вентилятор відцентрового типу;
4 – ресивер; 5 – повітропроводи; 6 – бункер насіння; 7 – пневмомеханічний висівний апарат; 8 – маркери; 9 – ланцюговий шлейф; 10 – задній прикочуючий V-подібного типу; 11 – наральниковий сошник; 12 – опорно-приводне колесо; 13 – передній прикочувальний коток; 14 –

					MP 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

грудковідкидач; 15 – сошник для туків; 16 – тукопровід; 17 – рама; 18 – привід для з'єднання з ВВП трактора; 19 – апарат для висіву туків.

Значення рівномірного розподілу кукурудзи за показником довжини рядка погіршується тоді, коли зменшуються геометричні розміри середнього діаметра насіння кукурудзи і, відповідно, збільшується значення радіусу присмоктувального отвору. За конструкцією отвір має деяку циліндричну поверхню і є найбільш вагомим чинником щодо радіусу форми насінини.

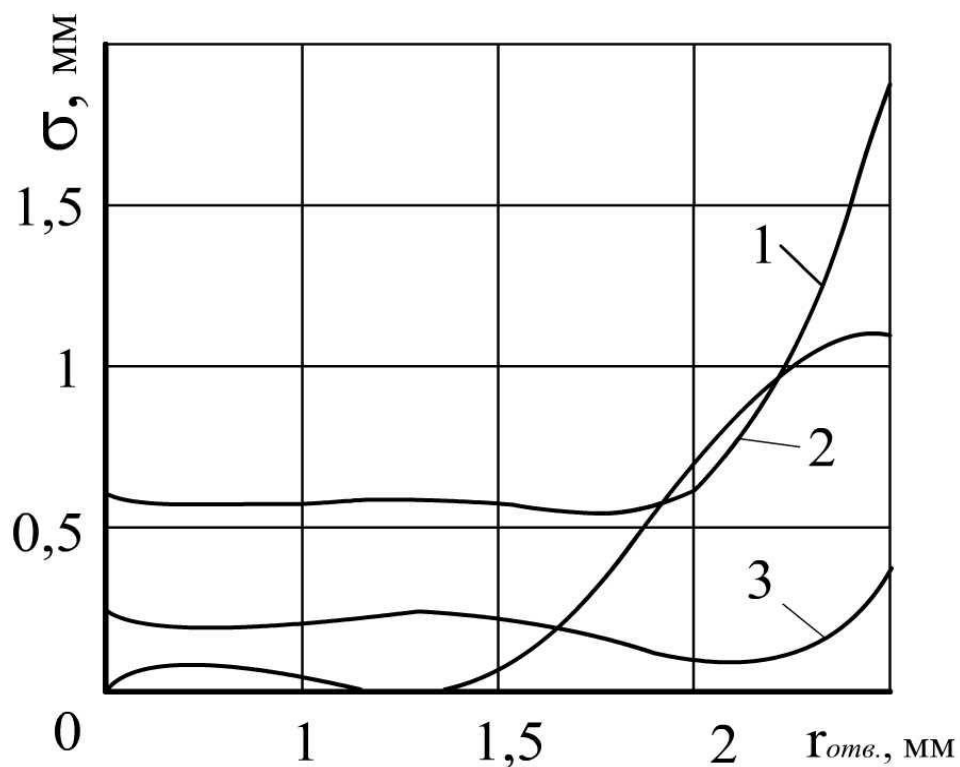


Рис. 3 – Залежність значення середнього радіуса насіння кукурудзи від рівномірності розподілу її у рядку ($\omega=10 \text{ c}^{-1}$; $r_{omv}=0,6\text{мм}$; $d_{max}=2,9\text{мм}$; $r_{\phi}=0,9\text{мм}$; $K_{mp}=0,41$):

1–гостра кромка; 2– конічна поверхня; 3– тороїдальна поверхня.

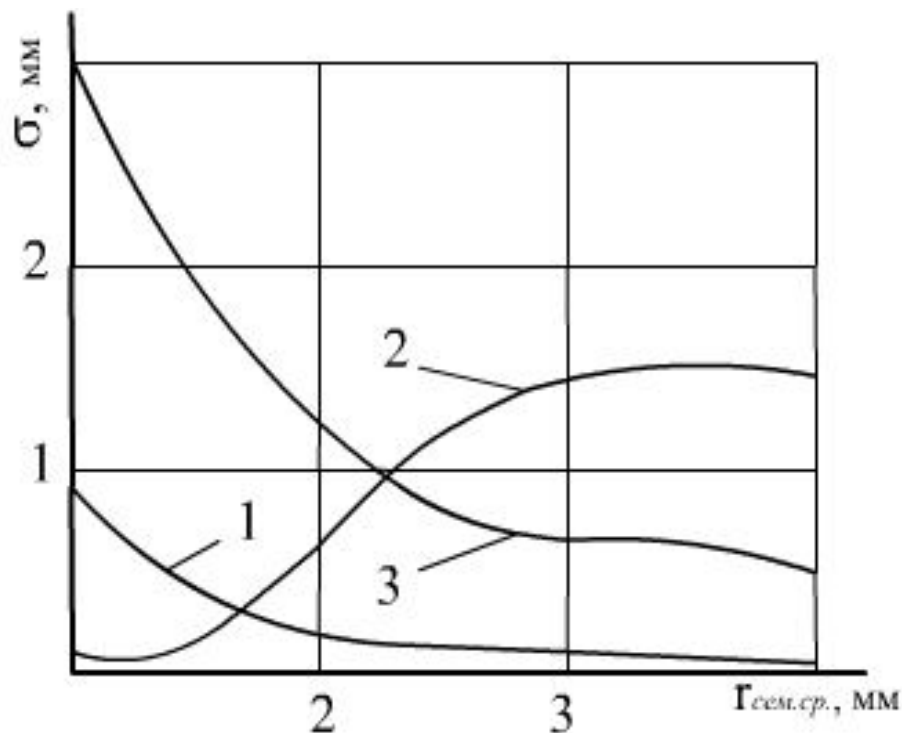


Рис. 4 – Вплив значення радіуса комірок на якісний показник, тобто рівномірність розподілу кукурудзи у рядку при певному значенні відхилення від гострої кромки ($\omega=10,2\text{с}^{-1}$): 1– $r_{\text{сeм}_\text{ср}} = 6,0\text{мм}$; $\sigma_r = 1,25\text{мм}$; 2– $r_{\text{сeм}_\text{ср}} = 5,0\text{мм}$; $\sigma_r = 1\text{мм}$; 3– $r_{\text{сeм}_\text{ср}} = 7,2\text{мм}$; $\sigma_r = 1,5\text{мм}$.

Поверхня присмоктувального отвору, що має конічну форму якісний показник щодо рівномірності розподілу кукурудзи по довжині рядка досягається при таких параметрах: кут конуса $2\gamma=2\pi/3$ і діаметр отвору $d_{\text{max}}=(1,7-2,0) r_{\text{сeм}}$.

Добре відома причіпна сівалка «Optima», що отримала ряд оновлень та удосконалень щодо своєї конструкції (рис. 5). Вона забезпечує високоточну технологію сівби просапних культур: кукурудзи, сої, бобів, соняшника та інших. Має робочу ширину захвату в 5,6м з об'ємом бункером для добрив на рівні 2000л. Дана машина поєднує в собі унікальну комбінацію продуктивності та технологічності, так як має електропривод висівних центрів e-drive II. Основні переваги, а саме:

сівба просапних культур з міжряддям 70/75/76 см; повністю інтегрована система внесення добрив; можливе використання у системах точного землеробства; агрегується з легкими тракторами від 90л та має досить просте управління та

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

налаштування. Має головний недолік – суттєво погіршуються якісні показники при сівбі на ґрунтах з різними фізико-механічними властивостями, вимагає гарної передпосівної культивуції.



Рис. 5. Універсальна пневматична сівалка «Optima»

Інша пневматична сівалка точного висіву «MiniairS» призначена для якісного і точного висіву тільки овочевих культур, найбільш поширені: капуста, цибуля, морква, редиска, огірки та інші (рис. 6). Її конструкція має надійну жорстку раму. До неї кріпляться за допомогою кронштейнів 32 одинарних або 16 подвійних висівних секцій. При застосуванні одинарних секцій мінімальне міжряддя є 12,5см, а відповідно, при подвійному має бути 24см. Робоча ширина захвату варіює від 2 до 6м. Є опція для обладнання додатковими робочими органами, що надають можливість вносити в ґрунт гранульовані мінеральні добрива для розвитку рослин згідно заданої норми. Досить якісно проводить сівбу на полі з гребенистою поверхнею за рахунок пристрою щодо якісної зміни положення висоти рами. Висівні апарати надійні у використанні і забезпечують норми сівби овочевих культур згідно АТВ. Головна перевага, це можливе

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

агрегатування з вітчизняними тракторами класу 1,4кН, тобто тракторами МТЗ-80/82.



Рис. 5. Сівалка універсальної сівби овочевих культур «MiniairS»

Сівалки фірми ТОДАК, СТБТ 12/8М та СТБТ 6М призначені для точного висіву насіння кукурудзи, соняшника, сої, ріпаку та інших з одночасним або окремим від сівби насіння внесенням мінеральних добрив (рис. 6). Висівні апарати пневмомеханічного типу мають точний висів незалежно від швидкості руху посівного агрегату. При цьому забезпечується заданий діапазон регулювання інтервалу в рядку насіння в межах від 3 до 53см (або від 2 до 33 насінин на пог.м). Щодо норми внесення туків, то вона коливається від 30 до 300 кг на 1 гектар. Ширина міжрядь варіює від 45 до 70см. Продуктивність агрегату складає 2,2-4,4га/год. при рекомендованій робочій швидкості в межах 4,5-9 км/год. Також є можливість агрегатування з вітчизняними тракторами класу 1,4кН

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СТВТ-6М



Рис. 6. Сівалка точної сівби просапних культур СТВТ – 6М

3.2. Мета роботи та задачі дослідження

Сучасні підходи до технології вирощування кукурудзи потребують якісного прийняття рішення нагальних питань. Перспективним напрямком є розробка та вдосконалення широкозахватних сівалок для прямої сівби просапних культур з пневматичними висівними апаратами та одночасним внесенням сухих гранульованих і рідких добрив. Такі машини повинні відповідати двом вагомим критеріям, а саме: продуктивності та точності висіву.

Враховуючи попередній аналіз конструкцій сівалок нами пропонується визначити **об'єкт** досліджень – це процес пневматичного внесення мінеральних гранульованих добрив, а **предмет** – це визначення раціональних параметрів сошникової групи під пневматичне внесення гранульованих добрив.

Тоді, метою магістерської роботи є підвищення ефективності висіву кукурудзи за рахунок якісної роботи сошникової групи з одночасним внесенням сухих та рідких добрив.

Для досягнення визначеної мети сформулюємо наступні завдання:

- обґрунтувати схему запропонованої сівалки для просапних культур з дводисковим сошником;

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- визначити раціональні конструктивні параметри сошників під пневматичне внесення добрив;
- визначити економічну доцільність запропонованої конструкції.

3.3. Обґрунтування напрямку вдосконалення просапної сівалки

3.3.1. Призначення сівалки John Deere DB55 та робочих органів.

Сівалка John Deere DB55 призначена для точного і якісного висіву насіння просапних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних та рідких добрив (рис. 7).



Рис. 7. Сівалка John Deere DB55 у складі посівного агрегату.

Дана сівалка обладнана 24-ма секціями Max Emerge 5 паралелограмного типу з міжряддям 70см. Такі секції оснащені відсікачем з числовим індикатором для боротьби з двійниками. Це дозволяє добиватися найкращого розподілу насіння при використанні плоских висівних дисків ProMAX 40. Їх конструкція забезпечує впорядкований вихід насіння кукурудзи до насіннєпроводу, що дозволяє досягти покращених траєкторій падіння насіння з забезпеченням

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точності кроку внесення. Система дозування насіння Vacu Meter на висівних секціях Max Emerge 5 працює за принципом вакуумного всмоктування. Така система входить до стандартної комплектації на всіх сівалках точного висіву John Deere (рис. 8).



Рис. 8. Система дозування насіння Vacu Meter

Секція також має функцію активного автоматичного притискання, що гарантує постійний надійний контакт її з ґрунтом. Для кожної секції конструкцією передбачена одна повітряна подушка, що у поєднанні зі стрічковою щіткою забезпечується задана глибина сівби. Висівний диск виконаний у формі чашки, що відокремлює більшу кількість насіння кукурудзи за секунду при його роботі на підвищених швидкостях. Виймки у конструкції чаші забезпечують ефективне потрапляння насіння на стрічкову щітку без використання додаткових пристроїв. Бункери для насіння об'ємом до 106 літрів, з'єднанні конструкцією прямого всмоктування з центральною розподільчою

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системою завдяки шлангам. Їх конструкція замінила попередню, а саме колінчасту форму з метою запобігання можливого забивання. Секція обладнана контролером висіву, який розраховує частоту обертання електродвигунів, а також притискне зусилля, плавність руху та вакууму кожної секції. Всі дані від контролера кожного блоку надходять до головного контролера дозатора (рис. 9).



Рис. 9. Схема високопродуктивного вакуумметра

Високопродуктивний вакуумметр або дозатор насіння дозволяє висівати кукурудзу різної форми та розмірів одночасно, при цьому непотрібні механічні налаштування. Цей прилад забезпечує задану щільність сівби при роботі агрегату на схилах до 15°.

Сівалка John Deere DB55 обладнана системою внесення рідких та гранульованих добрив. Застосування стартових азотних добрив при сівбі кукурудзи є звичайною практикою, що забезпечує досить швидке проростання насіння. Також сівалка пропонує можливість внесення і рідких добрив. Але для такої операції необхідно вибрати або внесення добрив з фіксованою регульованою швидкістю, або внесення на основі карток зі змінною швидкістю. Останній метод вимагає додаткової опції у вигляді встановлення додаткової системи AMS, що здійснює роботу на основі карт розпорядження. Ємність баків для рідких добрив складає 3000 літрів.

Основними робочими органами сівалки є дводискові сошники Tru-Vee. Дискові ножі, що встановлені попереду сошників, активно руйнують ґрунт та рослинні рештки. Вони працюють за рахунок маси сівалки та мають здатність

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

копіювати рельєф поля, що оброблені за мінімальною технологією. Дискові ножі мають різну форму конструктивного виконання (рис. 10), яка залежить від фізико-механічних властивостей ґрунтів.



Рис. 10. Конструкції дискових ножів:

1) 25-реберні (товщиною 1,6 см), 2) 13-реберні (товщиною 1,8 см), 3) рифлені

Також секція обладнана очисниками від рослинних решток, дозволяючи без перешкод працювати сошникам (рис. 11). Вона має посилені притискні пружини. Їх зусилля можна регулювати у чотирьох положеннях – відповідно 0, 57, 114 або 182 кг на кожну висівну секцію.



Рис. 11. Конструкція очисників рядка.

Система автоматичного керування Auto Trac дозволяє зробити кожен прохід посівного агрегату максимально ефективним. Система допомоги на

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розворотах ITC PRO є інноваційним модулем серії PRO, що координує функції трактора та причіпного пристрою при виконанні розворотів наприкінці гону. Автоматизація такого процесу дозволяє виконувати його із постійною точністю (рис. 12). При використанні комбінації з AutoTrac, система буде не просто керувати рухом трактора по полю, але й буде автоматично контролювати причіпне обладнання, показник робочої швидкості та кут розворотів.



Рис. 12. Елемент управління - дисплей Green Star 2630.

3.4. Технологічні розрахунки

3.4.1. Визначення об'єму насіннєвого бункера

Висівні апарати сівалки John Deere DB55 можуть висівати насіння різних просапних сільськогосподарських культур. Завданням магістерської роботи є технологія вирощування кукурудзи, тому розрахунок місткості бункеру застосовуємо для насіння цієї культури. Для цього нам потрібно показник абсолютної ваги 1000 штук насіння кукурудзи, що дорівнює близько 220г.

Об'єм бункера вибирається, як правило, з умови показника тривалості роботи сівалки від однієї заправки до наступної заправки. Потім, з умови оптимальної технологічної маси сівалки, тобто, чим більші ємності бункера, тим вище матеріалоемність сівалки та її вага. На рамі сівалки John Deere DB55

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріпляться два насіннєвих бункери і один бункер для сухих гранульованих добрив (рис. 13). В подальших розрахунках визначимо їхню місткість.



Рис. 13. Конструкція бункерів для кукурудзи та туків.

Об'єм насіннєвого бункера сівалки John Deere DB55 визначаємо за формулою:

$$V_a = \frac{(1,1 \dots 1,5) \cdot L \cdot B \cdot Q}{10^3 \cdot \gamma_e}, \quad (3.1)$$

де Q – норма висіву насіння кукурудзи, кг/га

$$Q = 60 \text{ тис. шт./га} = 13,2 \text{ кг/га}$$

$\hat{A}$ – ширина захвату сівалки John Deere DB55, м, (24 секції з міжряддям 70см) дорівнює 16,8м;

γ_e – об'ємна вага насіння кукурудзи, дорівнює $\gamma_c = 730 - 870 \text{ г/дм}^3$;

L – довжина гону, $L = 1200 \cdot 4 = 4800 \text{ м}$.

Так як всі складові відомі, тоді знаходимо об'єм одного насіннєвого бункера за такою формулою:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\dot{a}} = \frac{1,2 \cdot 4800 \cdot 16,8 \cdot 13200}{10^3 \cdot 730} = 1749 \text{ дм}^3$$

Так як конструкція сівалки John Deere DB55 передбачає два насінневих бункери, то відповідно їхній загальний об'єм буде становить:

$$V_{\text{çäâ}} = 2 \cdot V_{\dot{a}} = 2 \cdot 1749 = 3498 \text{ дм}^3$$

Згідно проведених розрахунків приймаємо, що загальний об'єм бункерів для сівиби кукурудзи складає близько 3500 літрів.

Визначаємо об'єм бункеру для сухих мінеральних гранульованих добрив (туків). Конструкцією сівалки John Deere DB55 передбачено один бункер для туків, його об'єм знаходимо за наступною формулою:

$$V_{\text{ôôêâ}} = (0,8...0,9) \cdot V_{\text{çäâ}} = 0,85 \cdot 3500 = 2975 \approx 3000 \text{ дм}^3$$

Приймаємо робочий об'єм бункеру для гранульованих добрив 3000 літрів.

Визначаємо показник фактичної довжини гону, згідно якої може працювати посівний агрегат у складі колісного трактора John Deere 8270R та сівалки John Deere DB55 (без її дозаправки) за наступною формулою:

$$L = \frac{10^3 \cdot V_{\text{çäâ}} \cdot \gamma_{\dot{e}}}{1,2 \cdot B \cdot Q}, \quad (3.2)$$

$$L = \frac{10^3 \cdot 1749 \cdot 730}{1,2 \cdot 16,8 \cdot 13200} = 4797 \approx 4800 \text{ м}$$

З метою зручності обслуговування посівного агрегату, доцільно заправку сівалки проводити з однієї сторони поля. Тобто, довжина поля, що засівається кукурудзою має бути:

$$\frac{L}{2} = \frac{4800}{2} = 2400 \text{ м}$$

Такий показник довжини гону являється гарним, тому що просапна сівалка John Deere DB55 є широкозахватною ($\hat{A}=16,8\text{м}$), а відповідно має деякі незручності та втрати часу на розворотах при наявності коротких гонів.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4.2. Визначення витрат тиску в пневмосистемі сівалки

Щодо руху повітря по повітропроводах, то створений тиск витрачається на подолання тертя $P_{\text{тер}}$ та подолання місцевих опорів у системі $P_{\text{м.о.}}$ і знаходиться за формулою:

$$P_{\zeta} = P_{\text{тер}} + P_{\text{м.о.}} \quad (3.3)$$

Витрати тиску на тертя в трубопроводах з круглим перетином визначається за такою формулою:

$$P_{\text{тер}} = \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{\gamma \cdot g^2}{2 \cdot g} \quad (3.4)$$

де l – довжина повітропроводу, на сівалці John Deere DB55 $l = 3-10$ м;

D – діаметр повітропроводу ($D = 0,032$ м);

λ – коефіцієнт опору тертя, що обчислюється в функції числа Рейнольдса та визначається за наступною формулою:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot R_e^{-0,237} \quad (3.5)$$

де R_e – число Рейнольдса, що визначається за формулою:

$$R_e = \frac{D \cdot g}{H}$$

де H – показник кінематичної в'язкості при барометричному тиску $P_0 = 760$ мм вод. ст. та значенні температури у 20° :

$$H = 0,149 \cdot 10^{-4} \text{ MR/c}$$

g – показник швидкості повітряного потоку в трубопроводі:

$$g = 4,04 \cdot \sqrt{h_g} = 4,04 \cdot 2,945 = 11,9 \text{ м/с} \quad (3.6)$$

Приймаємо: $g = 12$ м/с.

Так як діаметр повітропроводу дорівнює 32 мм, тоді R_e складатиме:

$$R_e = \frac{0,032 \cdot 12,0}{0,149 \cdot 10^{-4}} = 2,58 \cdot 10^{-4}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 14 – Схема розташування повітропроводів по сівалці John Deere DB55.

Визначаємо витрати тиску на тертя в пневмосистемі сівалки для ресивера за вищезгаданою формулою:

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

$$P_{тер.1} = 0,0482 \cdot \frac{2,0}{0,076} \cdot 2 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 23,42 \text{ кг/м}^2;$$

Визначаємо витрати тиску на тертя в пневмосистемі сівалки для повітропроводів діаметром 32мм за вищезгаданою формулою:

$$\lambda = 0,032 + 0,221 \cdot (2,58 \cdot 10^4)^{-0,273} = 0,052;$$

$$P_{тер.2} = 0,052 \cdot \frac{0,7}{0,032} \cdot 16 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} = 165,7 \text{ кг/м}^2$$

Визначаємо сумарні витрати тиску на тертя у повітропроводах за наступною формулою:

$$P_{тер.} = P_{тер.1} + P_{тер.2} = 23,42 + 165,7 = 189,12 \text{ кг/м}^2 = 1891,2 \text{ Па} \approx 1,9 \text{ кПа}$$

Потім визначаємо витрати тиску на подолання місцевих опорів в функції динамічного тиску за формулою:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{м.о.}} = \xi \cdot \frac{\gamma \cdot g^2}{2 \cdot g} \quad (3.7)$$

де ξ – коефіцієнт, що враховує місцевий опір.

Найбільш вагоме значення місцевого опору слід рахувати, який виникає при розширенні або звуженні перетину повітропроводу, а також його згинах.

Конструктивне рішення у вигляді раптового розширення повітропроводу при переході від висівних апаратів до ресивера (рис. 15).

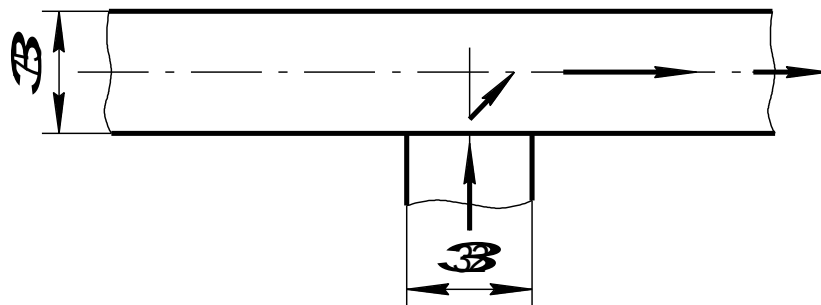


Рис. 15 – Схема переходу повітряного потоку.

Коефіцієнт місцевого опору визначається за формулою:

$$\xi = \left(1 + \frac{f}{F}\right)^2,$$

де f – площа перетину повітропроводу, м^2 ;

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

Визначаємо площу поперечного перетину ресивера:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,076^2}{4} = 0,0044 \text{ м}^2$$

Тоді:

$$\xi = \left(1 + \frac{f}{F}\right)^2 = \left(1 + \frac{0,0008}{0,0044}\right)^2 = 1,39$$

Відповідно:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{м.о.1}} = \xi \cdot \frac{\gamma \cdot g^2}{2 \cdot g} = 1,39 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 16 = 204,8 \text{ кг/м}^2$$

Визначимо показник, що враховує згин повітропроводу:

$$\xi_{\epsilon} = K_{\epsilon} \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \quad (3.8)$$

де $K_{\kappa} = 0,73$ – постійний коефіцієнт пропорційності;

ξ_1 – коефіцієнт, що залежить від радіуса заокруглення, (R/D);

ξ_2 – коефіцієнт, що залежить від кута повороту коліна, (α);

ξ_3 – коефіцієнт, що враховує форму перетину.

Для круглого перетину $\xi_3 = 1,0$

Згідно табличних даних із літературних джерел приймаємо:

для R/D=5; $\xi_1 = 0,12$;

при $\alpha=40^\circ$; $\xi_2 = 0,6$.

Тоді:

$$\xi_{\epsilon} = K_{\epsilon} \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 = 0,73 \cdot 0,12 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,053$$

Відповідно:

$$P_{\text{м.о.2}} = 0,053 \cdot \frac{1,24 \cdot 12^2}{2 \cdot 9,8} \cdot 2 = 0,98 \text{ кг/м}^2$$

Тоді загальний показник дорівнює:

$$P_{\text{м.о.}} = P_{\text{м.о.1}} + P_{\text{м.о.2}} = 204,8 + 0,98 = 205,78 \text{ кг/м}^2 = 2057,8 \text{ Па} = 2 \text{ кПа}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

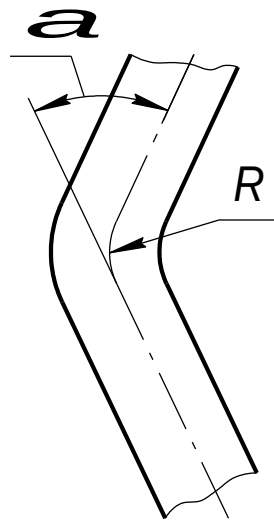


Рис. 16 – Схема заокруглення повітропроводу.

Остаточні втрати тиску в пневмосистемі сівалки John Deere DB55:

$$\xi=1,9+2=3,9\text{кПа.}$$

Повне розрідження, що створює вентилятор для якісної роботи висівних апаратів для висіву насіння кукурудзи, має бути:

$$\sum P=P_a+\xi=2500\text{Па}+3900\text{Па}=6400\text{Па}=6,4\text{кПа.}$$

Як показує практичний багаторічний досвід експлуатації сівалок з ресивером є доцільним, тому що при його використанні забезпечується рівномірний висів насіння кукурудзи по довжині та глибині рядка. А вони є основними показниками, що суттєво впливають на врожайність тієї чи іншої культури.

3.4.3. Розрахунок висівного апарату з гідравлічним приводом для заданих норм внесення мінеральних добрив

Повний розрахунок відповідних норм внесення мінеральних добрив при сівбі кукурудзи представлено у додатках магістерської роботи.

3.4.4. Розрахунки маркерів

Для якісного використання всієї площі поля, що засівається, необхідно щоб посівний агрегат за один прохід точно робив висів кукурудзи і дотримувався відстані у проміжках при послідовних проходах. Ці проміжки між рядками називаються стиковими міжряддями. При сівбі кукурудзи на зерно він складає 70см. З цією метою тракторист має мати на полі якийсь орієнтир,

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

згідно якого він мав можливість робити проходи із заданим стиковим міжряддям. Не маючи такого орієнтиру сівбу здійснюють або з незасіяними ділянками поля між проходами, тобто це огріхи, що значно ширші за розміри міжряддя, або з ділянками подвійного засівання. Ці недоліки призводять до небажаних втрат врожаю. Тому для вирішення цього питання є два варіанти: або сівалка обладнується маркерами, або навігаційною системою. На сівалці John Deere DB55 використовується система автоматичного керування Auto Trac з вищеописаним елементом управління - дисплеєм Green Star 2630. Але є виконання таких сівалок з застосуванням маркерів.

Він представляє собою штангу, що кріпиться з боку до сівалки. На її кінці встановлено сферичний диск з відповідним діаметром під деяким кутом атаки α . Після проходу посівного агрегату повинна залишатися чітка маркерна лінія. Її чіткість залежить також і від стану ґрунту на полі.

Величина вильотів маркерів:

$$\text{правого } M_n = \frac{A - c}{2} + b,$$

$$\text{лівого } M_{\text{л}} = \frac{A + c}{2} + b,$$

де A – відстань між крайніми сошниками просапної сівалки, м;

$\tilde{b}$ – ширина колії передніх коліс трактора, м;

$b_{\text{пò}}$ – стикове міжряддя, для кукурудзи 0,7м.

$$M_n = \frac{16,8 - 2,4}{2} + 0,7 = 7,9 \text{ м}$$

$$M_{\text{л}} = \frac{16,8 + 2,4}{2} + 0,7 = 10,3 \text{ м}$$

В процесі сівби на маркер під час нарізання сліду, так званої маркерної лінії, діють: сила опору $R_{\text{ху}}$ ґрунту, що знаходиться в межах 220...280Н, кут тертя $\varphi = 26^\circ$, кут β отримують з відношення лінійних розмірів штанг маркера

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\beta = \arctg \frac{l_2}{l_1}$. Згідно схеми сил (рис. 17), проводимо розрахунки елементів механізму маркера на його міцність. Сили, що діють у тягах маркера, визначаємо за наступними формулами:

$$S_1 = \frac{\sin(\alpha + \varphi) R_{xy}}{\sin \beta},$$

$$S_2 = \frac{\sin(\alpha + \varphi - \beta) R_{xy}}{\sin \beta},$$

Для правого:

$$\beta = \arctg \frac{1.4}{5.3} = 17,1^\circ,$$

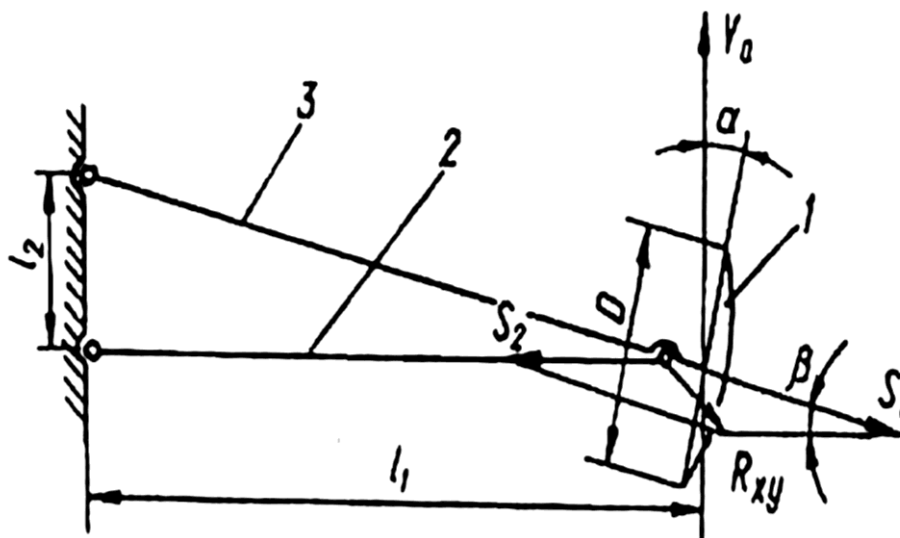


Рис. 17. Розрахункова схема маркера

1 – сферичний диск; 2,3 – відповідно задня та передня тяги

$$S_1 = \frac{\sin(20 + 26)260}{\sin 17,1} = 638 \text{ Н},$$

$$S_2 = \frac{\sin(20 + 26 - 17,1)260}{\sin 17,1} = 428,3 \text{ Н}.$$

Для лівого:

$$\beta = \arctg \frac{1,6}{6,33} = 14,5^\circ,$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_1 = \frac{\sin(20 + 26)260}{\sin 14,5} = 748 \text{ Н},$$

$$S_2 = \frac{\sin(20 + 26 - 14,5)260}{\sin 14,5} = 543 \text{ Н}.$$

3.4.5. Розрахунок параметрів опорних коліс сівалки

Практично всі сучасні сівалки обладнані колеса з пневматичними шинами, тому що переваги таких коліс дуже вагомі. По-перше, вони значно менше руйнують сільськогосподарські культури, по-друге, підвищують довговічність машини, так як відбувається зменшення інтенсивності ударів і по-третє, є можливість підвищення транспортної та робочої швидкості посівного агрегату. На багатьох сівалках застосовуються колеса з шинами низького тиску, який знаходиться в межах 085- 0,95Н/м². Вони, як правило, умовно позначені розмірами В – d, де В – номінальна ширина профілю самої шини „в”; d – поперечний діаметр обода.

Так як сівалка John Deere DB55 призначена для прямої сівби просапних культур і її вага складає 12200кг, тому на ній використовуються шини з високим тиском. При повному навантаженні він є 6,8бар або 680000Н/м².

Опір перекочування пневматичного колеса відбувається за наявності кочення по твердій поверхні і визначається за наступною формулою:

Приймаємо кочення колеса по м'якій поверхні, тобто по поверхні ґрунту:

$$P = C_2 \cdot Q^3 \sqrt{\frac{P_v}{q \cdot \tau_k}}$$

де Q – навантаження на колеса сівалки;

C₂ – коефіцієнт, що враховує значення тиску C₂ = 1,17;

τ_к – радіус кочення, τ_к = τ – h₀, τ = 0,255; h₀ = 0,2;

P_в – внутрішній тиск в шині, Н/м² P_в = 680000Н/м²;

q – об'ємний коефіцієнт опору ґрунту, q = 1,5.

Визначаємо τ_к = 0,255 – 0,24 = 0,055.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = 1,17 \cdot 12200 \sqrt{\frac{680000}{1,5 \cdot 0,055}} = 2883348 \text{ Н/м}^2 = 2883 \text{ кН/м}^2 = 2,8 \text{ МПа}$$

Враховуючи досить високий отриманий показник опору перекочування колеса та з метою зменшення питомого навантаження на ґрунт сівалка John Deere DB55 обладнана наступними колесами. На центральній рамі сівалки встановлено 4 колеса з шинами 445/50R22,5 SUPER SINGLE TIRE і по 2 колеса на лівому та правому крилах конструкції, які обладнані шинами TIRE 31-13,5x156 PLY. Ці шини у поєднанні з колесами та правильним конструктивним їх розташуванням забезпечують якісний та надійний процес сівби кукурудзи.

3.5. Розрахунок деталей на міцність

3.5.1. Розрахунок підшипників.

Зробимо перевірочний розрахунок підшипників сошникової групи сівалки John Deere DB55 на його довговічність.

Підшипник шариковий радіально-упорний 204 РУЗ має наступні параметри:

Значення зовнішнього діаметра – 45,225мм;

значення внутрішнього діаметра – 16,027мм;

Ширина підшипника – 18,66мм;

Коефіцієнт динамічної вантажопідємності, $C = 12,48 \text{ кН}$;

Коефіцієнт динамічності статичної вантажопідємності, $C_0 = 6,65 \text{ кН}$

Номінальна довговічність визначається за наступною формулою:

$$L_n = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P} \right)^3,$$

де n – значення обертів внутрішнього кільця підшипника:

$$n = \frac{60 \cdot \mathcal{G}_c}{7,2 \cdot 2 \cdot R_{cm}}$$

де $\mathcal{G}_c$ – значення швидкості сівалки, $\mathcal{G}_c = 2,7 \text{ м/с}$;

R_{cm} – показник статичного радіуса диску, $R_{cm} = 0,342 \text{ м}$;

P – еквівалент заданого навантаження на підшипник:

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = F_2 \cdot \gamma \cdot k_\sigma \cdot k_t,$$

F_2 – максимальні показники навантаження підшипник:

$$F_2 = \sqrt{R_B^x^2 + R_B^y^2} = \sqrt{1053^2 + 838^2} = 1372 \text{ Н};$$

γ – показник, що враховує обертання внутрішнього кільця, $\gamma=1,0$;

k_σ – показник, що враховує безпечну роботу щодо довговічності;

k_t – температурний показник, $k_t=1,1$

$$P = 1372 \cdot 1,0 \cdot 1,8 \cdot 1,1 = 2674 \text{ Н}$$

$$n = \frac{60 \cdot 2,7}{7,2 \cdot 2 \cdot 0,342} = 32,89 \text{ хв}^{-1}.$$

$$L_n = \frac{10^6}{60 \cdot 32,89} \left(\frac{12480}{2674} \right)^3 = 51279,4 \text{ год.}$$

Отриманий показник довговічності в повній мірі задовольняє умовам роботи сівалки John Deere DB55 протягом практично всього терміну її служби.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Спеціальна частина

4.2.1 Розрахунок кронштейна для кріплення та фіксації маркера

В інженерній частині магістерської роботи описувалося, що сівалка John Deere DB55 обладнується системою автоматичного керування Auto Trac з елементом управління машиною, а також в конструкції можливо застосування системи маркерів. Були розраховані показники вильоту маркерів.

В розділі «Охорона праці» ми розглянемо потенційно небезпечні і шкідливі фактори, які виникають при роботі посівного агрегату. Тобто було виявлено що, маркер є рухомим елементом в конструкції даної сівалки, тому існує момент загрози під час її транспортування дорогами загального призначення або при періодичному обслуговуванні після процесу експлуатації.

Як відомо, маркери призначені для утворення борозни на частині незасіяного поля для підтримки стикових міжрядь (для кукурудзи - 70см). Отримання чіткої лінії надає можливість для якісного проходу послідувачому посівному агрегату. Їхнє опускання та підйом відбувається завдяки роботі системи гідроциліндрів. Вона виконується трактористом з кабіни енергетичного засобу.

При перевезенні сівалки маркери складаються за допомогою системи гідроциліндрів, а саме кожен окремо. Бажано своєчасно обслуговувати масляну магістраль, так як при втратах тиску в системі є велика ймовірність самовільного опускання маркерів, а це, в свою чергу, є небезпечним фактором.

Проведемо відповідні розрахунки на міцність фіксуєчого штиря при певному навантаженні механізмом вильоту маркерів.

Розрахуємо зусилля, що діє на штир за наступною формулою:

$$F = \frac{P_c}{2},$$

де P_c – вага маркера, Н; ($P_c = 542$ Н).

$$F = \frac{542}{2} = 271 \text{ Н}$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо напруження на зріз за рівнянням міцності за такою формулою:

$$\tau_{зр} = \frac{4F}{\pi d_{ш}^2} \leq [\tau_{зр}]$$

де $d_{ш}$ – значення діаметру штиря, м; приймаємо $d_{ш} = 0,14$ м ;

$[\tau_{зр}]$ – значення допустимого напруження на зріз, Н/м².

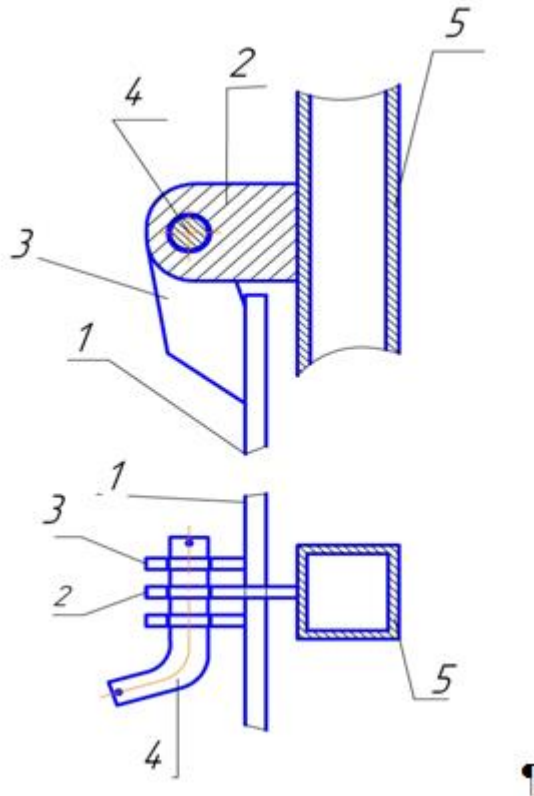


Рис.4.1. Схема кронштейна для фіксації маркера 1- рама, 2,3 - кронштейн, 4 - маркер, 5 – штир

Тоді застосовуємо рівняння: $[\tau_{зр}] = 0,6[G_p]$

де G_p – значення допустимого напруження на розтяг матеріалу, Н/м²,

(для сталі $G_p = 1,4 \cdot 10^8$ Н/м²).

$$[\tau_{зр}] = 0,6 \cdot 1,4 \cdot 10^8 = 8,4 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2,$$

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot 172,5}{3,14 \cdot 0,12^2} = 2,67 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$$

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відтоді маємо:

$$|\tau_{зр}| > \tau_{зр}$$

$$8,4 \cdot 10^7 > 2,67 \cdot 10^4$$

Умова міцності навантаження штиря, що фіксує положення маркеру, забезпечується. Отримані розрахунки підтвердили безпечну складову щодо обслуговування сівалки John Deere DB55 за наявності її зберігання та транспортування.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

Економічний ефект від запроваджених змін у технологію вирощування кукурудзи на зерно досягається за рахунок збільшення продуктивності. За проектною технологією для сівби застосовуємо новітню сівалку **John Deere DB55**, що агрегується з трактором **John Deere 8270R** та рухається з робочою швидкістю 10 км/год. Продуктивність такого широкозахватного агрегату складає близько 15га/год., що значно перевищує цей показник у базовому варіанті – 3,2га/год. На даному непростому етапі, враховуючи ціни на паливе, суттєве підвищення продуктивності дозволяє скоротити витрати людської праці та паливно-мастильних матеріалів на операції сівби.

Отримані значення показників підтвердили доцільність внесених змін у технологію вирощування кукурудзи на зерно.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

В магістерській роботі запропонована проектна механізація вирощування кукурудзи на зерно. В ній закладено вирощування цієї культури та отримання високих врожаїв за рахунок вдосконалення операції сівби, а саме можливість застосування новітньої широкозахватної сівалки **John Deere DB55**, що агрегатується з трактором **John Deere 8270R**. До речі, так як ця сівалка прямої сівби, в технологічній частині ми скорочуємо дві культивациї, в тому числі і передпосівну. Ці зміни детально приведені в технологічній та операційній картах.

В науковій частині даної роботи проведений відповідний аналіз подібних існуючих конструкцій висівних апаратів та сошників, як закордонного, так і вітчизняного виробництва. Запропонована конструкція сошникової групи сівалки John Deere DB55 дозволила пневматично вносити мінеральні гранульовані добрива. В інженерній частині виконали технологічні, силові розрахунки та перевірили підшипник сошників на його довговічність. А також визначили необхідні показники щодо норм внесення мінеральних добрив (додатки пояснювальної записки).

В розділі з охорони праці провели розрахунок кронштейна кріплення та фіксації маркерів.

В економічній частині розраховали техніко-економічні показники та підтвердили ефективність проектної технології вирощування кукурудзи з застосуванням широкозахватного посівного агрегату.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.

2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.

3. Методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт з курсу «Конструкція, робочі процеси і розрахунки сільськогосподарських машин» (машини для вирощування сільськогосподарських культур). / Сисолін П.В., Осипов І.М., Онопа В.А., Мороз С.М. – Кіровоград: КДТУ, 2002. – 63 с. (№784)

4. Методичні вказівки для виконання курсових проектів для студентів спеціальностей 8.090215 «Машини та обладнання с.-г. виробництва», 8.091902 «Механізація сільського господарства», 8.092902, «Механізація переробки та зберігання с.-г. продукції» – Кіровоград, КДТУ, 2001.

5. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5475>

6. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с. URL: <http://nmcbook.com.ua/wp-content/uploads/2017/10/Сільськогосподарські-машини.-Основи-теорії-та-розрахунку-.pdf>

7. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.

8. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов и др.; Под ред. Е.С. Босого. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1978. – 568 с.

10. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы.-М.: Колос, 1980. – 671 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/1088453/>

11. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д.Зонов и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/1048884/>

12. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: У 2 т. – Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 443 с.

13. Хайлис Г.А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 235 с.

					MP 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

[illegible]

Копіював

Формат А4

3.4.3. Розрахунок висівного апарату з гідравлічним приводом для заданих норм внесення мінеральних добрив

Висівні апарати мають роторні набірні секційні котушки, які висівають фіксований об'єм, в даному випадку 110см³, 24 котушки. Переваги такого виду котушок в тому, при необхідності кардинально зменшити або збільшити норми висіву в 2-5 разів без зміни передаточних відношень зірочок, шестерень, редукторів тощо, потрібно лише замінити котушки на котушки потрібного об'єму. Дуже легко порахувати норму висіву через фіксований об'єм, а також майже не мають наслідків навколишнього впливу на добриво при процесі висіву, таких як вологість, розмір фракцій тощо. Висівні апарати для внесення добрив приводяться в дію через гідравлічний привід.

Гідравлічний привід незалежний, не змінює норму в залежності від зміни швидкості руху агрегату та не має електронного управління. Цього достатньо, так як агрегат при сівбі користується круїз-контролем і зберігає постійну швидкість, цим и забезпечується конкретна норма внесення добрив.

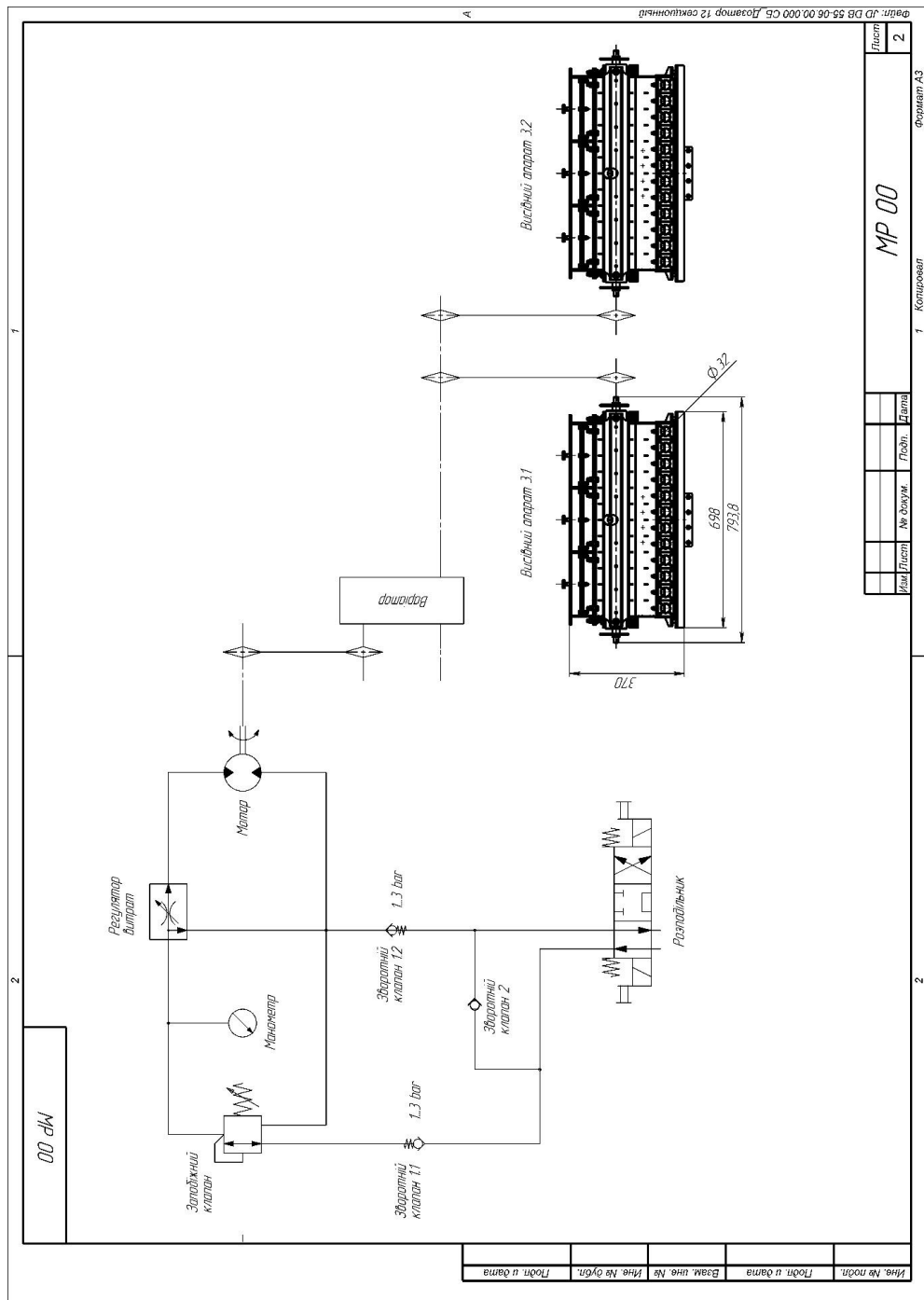
Гідравлічний привід складається з:

1. Запобіжного клапану для запобігання збільшення тиску, тим самим збільшення крутного моменту на валу гідромотора, що може призвести до поломок деталей на вузлів.

2. Регулятора витрат, що встановлений одразу на гідромотор в порти. Для налаштування точної частоти обертання валу гідромотору, це має велике значення при забезпеченні точності розрахованих норм у порівнянні на практиці, а також для того що в тракторах такого класу як John Deere 8335R була можливість налаштовувати розмір витрат гідравлічного масла на кожну пару розподільника окремо, але розмір цієї витрати регулюється у цілих відсотках від максимальної пропускної спроможності пари. Розмір цього відсотка не завжди співпадає з потрібними витратами для гідроприводу.

3. Героторного гідромотору, що має можливість обертатися на таких малих обертах та мати великий крутний момент, в порівнянні з шестерним або аксіально-поршневым.

Гідрокінематична схема приводу



Розрахунок норм внесення мінеральних добрив.

Розраховані норми приведені для добрив с початковою щільністю 0,7 кг/дм³ та більше. Так як немає приводних коліс та електронного управління зміною частоти обертання гідромотору в реальному часі при зміні швидкості агрегату, то весь розрахунок ґрунтується саме на частоті обертання валу висівних апаратів.

Вхідні данні:

Швидкість агрегату – 10...16 км/год. (10, 12, 14, 16);

Максимальна норма – 250 кг/га;

Кількість рядів – 24;

Міжряддя – 700мм;

Об'єм 1 котушки – 110 см³.

Знаходимо значення для максимальної швидкості:

Висів за 1 оберт валу = Кількість рядів * Об'єм 1 котушки * Щільність 0.7 кг/дм³ = 24*110*0,7 = 1848 гр/об. Ширина захвату = Кількість рядів * Міжряддя = 24*0,7м = 16,800м. Полоса 1га*зах. = Площа 1га : Ширину захвату = 10000 м² : 16800 = 595м. Кількість об/га = Максимальна норма : Висів за 1 оберт валу = 250000 гр : 1848 гр = 135,28 об/га. Коефіцієнт часу = Максимальна швидкість : Полоса 1 га*зах. = 16000 м/год. : 595м = 26,9. Кількість часу для посіву 1 га = 1 год : Коефіцієнт часу = 3600 сек : 26,9 = 133,83 сек/га. Частота обертання валу = (Кількість об/га:Кількість часу для посіву 1 га) * 60 = (135,28 : 133,83) * 60 = 60,65 об/хв.

Знаходимо значення для мінімальної швидкості:

Висів за 1 оберт валу = Кількість рядів * Об'єм 1 котушки * Щільність 0.7 кг/дм³ = 24*110*0,7 = 1848 гр/об. Ширина захвату = Кількість рядів * Міжряддя = 24*0,7м = 16,800м. Полоса 1 га*зах. = Площа 1га : Ширину захвату = 10000 м² : 16800 = 595м. Кількість об/га = Максимальна норма : Висів за 1 оберт валу = 250000 гр : 1848 гр = 135,28 об/га. Коефіцієнт часу = Максимальна швидкість : Полоса 1 га*зах. = 10000 м/год : 595м = 16,8. Кількість часу для посіву 1 га = 1 год : Коефіцієнт часу = 3600 сек : 16,8 = 214,28сек/га. Частота обертання валу =

$(\text{Кількість об/га} : \text{Кількість часу для посіву 1 га}) * 60 = (135,28 : 214,28) * 60 = 37,88 \text{ об/хв.}$

Знаходимо проміжні значення для 12 та 14 км/год.:

Крок збільшення частоти обертання = (Максимальна частота - мінімальна частота) : кількість робочих швидкостей = $(60,65 - 37,88) : 3 = 7,59 \text{ об/хв.}$
12 км/год. = $37,88 + 7,59 = 45,47 \text{ об/хв.}$
14 км/год. = $37,88 + 7,59 * 2 = 53,06 \text{ об/хв.}$

10 км/год.	12 км/год.	14 км/год.	16 км/год.
37,88 об/хв.	45,47 об/хв.	53,06 об/хв.	60,65 об/хв.

Нормальна робота варіатору знаходиться в межах до 60 об/хв., що цілком достатньо для швидкості 16 км/год. та не потребує додаткових зірочок для мультиплікації передаточних співвідношень. Всі зірочки приймаємо з передаточним відношенням 1.0

Накреслимо та заповнимо в програмі «Microsoft Excel» таблицю норм внесення добрив.

Встановлення необхідної норми внесення добрив виконується в 6 етапів:

1. Замір реальної густини добрива. 2. Розрахунок ваги висіву 1 відсіку. 3. Замір реального висіву 1 відсіку ротора. 4. Розрахунок поправочного коефіцієнту від табличного. 5. Розрахунок скорегованої норми. 6. Калібровка та перевірка реальної норми.

Наприклад:

Необхідна норма внесення добрив - 150 кг/га; швидкість агрегату при внесенні - 12 км/год.; фактична щільність добрив $0,9 \text{ кг/дм}^3$; звідси висів 1 котушки = $110 * 0,95 = 104,5 \text{ гр/об.}$ Таблична вага добрив за 1 оберт 1 відсіку - 75 гр/об. Поправочний коефіцієнт = Таблична вага : Реальна вага = $75 : 104,5 = 0,72$

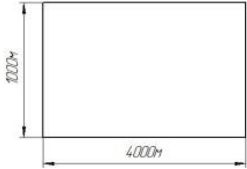
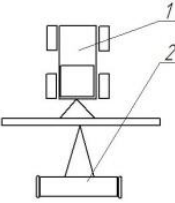
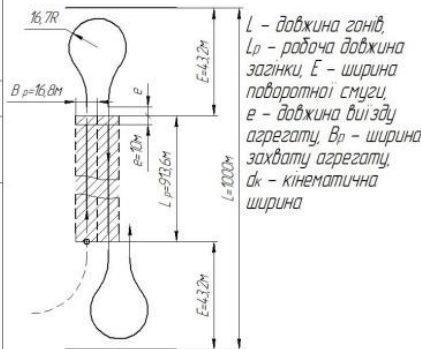
По табл. норм для 150 кг/га та 12 км/год. частота обертання – 27,28 об/хв.

Скорегована норма = $27,28 * 0,72 = 19,64 \text{ об/хв.}$ Таким же методом рахуємо який повинен бути % варіатору: $100\% - 60,65 \text{ об/хв.} (19,64 \text{ об/хв.} : 60,65 \text{ об/хв.}) * 100 = 32,38\%$, тобто встановлюємо важіль варіатора на відповідне розрахункове значення по шкалі та перевіряємо реальну норму в роботі.

Назва технологічних операцій	Склад агрегату		Норма виробітку за зміну, га (т)	Кількість нарядів, змін	Обслуговуючий персонал				Оплата праці за тарифом, грн		Всього зарплата, грн	Витрати пального			Разом витрат, грн
	трактори	с/з машини			трактористи		допоміжні працівники		механізатори	інші		кількість		сума	
					кількість	тарифна ставка, грн	кількість	тарифна ставка, грн				на од. роботи	кількість, л		
Навантаження мін. добрив	МТЗ-6A/1	ПФ-0,56	35 т	1,7	1	333	1	567	396,27	31773	714	4,2	29,4	1346	8486
Транспортування і внесення мін. добрив	МТЗ-80	ЯРМГ-4	60 т + 12,7 га	7,87	1	357	-	-	196,67	-	196,67	0,5+2,6	30+260	1044	124,067
Навантаження орг. добрив	МТЗ-6A/1	ПФ-0,56	35 т	1,8	1	333	1	567	419,58	33642	75,6	4,2	29,4	154	910
Транспортування і внесення орг. добрив	T-150	P0Y-5	9,2 га	6,5	1	357	-	-	162,43	-	162,43	3,2	320	1152	1314,3
Дискування	T-150K	BUT-4,0	7,6 га	13,16	1	357	-	-	328,86	-	328,86	19,0	1900	684,0	7168,86
Навантаження та транспортування насіння і добрив	ЗП-60-KAMA-3	40 т + 60 т	15	1	333	2	567	34,965	56,07	91,035	3,4+0,5	15+30,4	124,4	2154,75	
Сівба John Deere S270R John Deere D8 55		75 га	2,59	1	357	2	567	64,72	96,81	161,5	4,0	400	14,0	16,015	
Транспортування бадя та гербициду у поле	T-150	ЖВБ-18	4,0 т	1,2	1	333	-	-	27,97	-	27,97	0,85	10,2	36,72	646,9
Внесення гербициду	MTZ-80	OP-2000	210 га	4,76	1	333	-	-	110,95	-	110,95	15	150	54,0	6509,5
Збирання кукурудзи	DON-1500	40,0 га	7,7	1	357	1	567	192,42	14,391	336,33	10,5	1050	3780	416,33	
Транспортування кукурудзи	GA3-53	60 т	6,3	1	333	-	-	14,6,85	-	14,6,85	0,67	8,6	3,4	18,25	
Сушіння кукурудзи	ZAB-20	120 т	3,16	1	3,33	4	567	73,66	236,24	309,90	7,24	160,15	7783	38773	
														Всього затрат	23996,29
														Всього затрат на 1 га	2399,63

Операційно-технологічна карта на посів кукурудзи

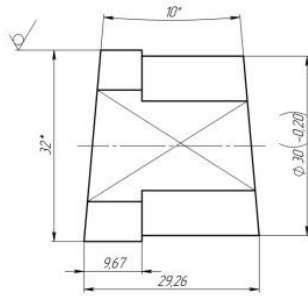
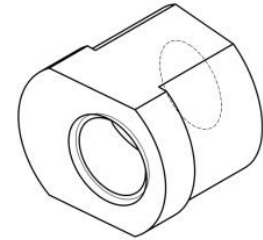
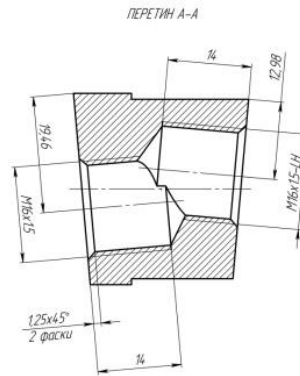
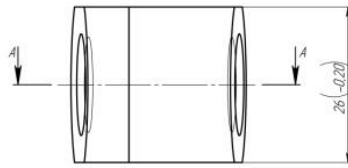
13.00.004.Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа загальна – 400 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3°.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	Ширина міжряддя 70 см. Глибина загортання 20–60 мм. Норма висіву насіння кукурудзи 10–25 кг/га. Нестійкість висіву насіння кукурудзи 2,8%. Нерівномірність висіву не більше 4%. Подрібнення насіння не більше 0,2%. Все насіння кукурудзи повинне бути загорнутим.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор John Deere 8270R+ сівалка John Deere DB 55. Робоча ширина захвату – 16,8; мінімальний радіус повороту – 18,3м; кінематична довжина агрегату – 10м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд агрегату 2. Відрегулювати норму висіву кукурудзи. 3. Відрегулювати норму висіву мінеральних добрив 4. Відрегулювати глибину заробки насіння. 5. Перевірити працездатність маркерів. 6. Перевірити працездатність гідравлічної системи	Склад агрегату  1 – трактор, 2 – сівалка John Deere DB 55.
Підготовка поля	Перед початком обробки оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 18,3 м;	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий, човником	
Швидкість руху	Робоча передача – III; робоча швидкість – $V_p=10$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Продуктивність агрегату 15,3 га/год. 2. Технологічний час зміни – 4,97 год. 3. Змінна продуктивність агрегату – 51,1 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 26 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 26,6 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 410,4 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Відхилення загального висіву від заданої норми допускається не більше 3%. 2. Наявність на поверхні поля незароблених насінин не допускається. 3. Сівалка повинна забезпечити сівбу з заданою шириною міжрядь: не перевищуючи відхилення 1см. 4. Борозди та гребні після проходження сівалки не повинні перевищувати 2...3 см. 5. Поворотні смуги мають бути засіяними в останню чергу. 6. Пошкодження насіння визначають хімічним аналізом.	

				МР 00. 002 Т4		
Зм.	Док.	Міжб.	Підпис/печ.	Операційно-технологічна карта на посів кукурудзи		
Розроб.	Анастасієв					
Впевн.	Овечко			ЦНТЧ		
Ухвал.						
Викон.	Рішок			зр. АІ-20М13		
Згод.	Савіна					
				Формат А1		

MP 00.010.201

√ Ra 6.3 (✓)



НН, hН, ITН/2

Элемент	Материал	Положение	Длина
Резьба	Алюминий		
Поворот	Сварка		
Г. конус	Сварка		
Н. конус	Металл		
Заточка	Сварка		

MP 00.010.201

Втулка дисков

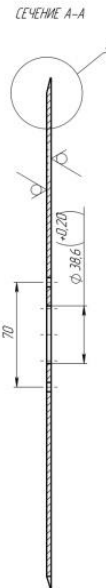
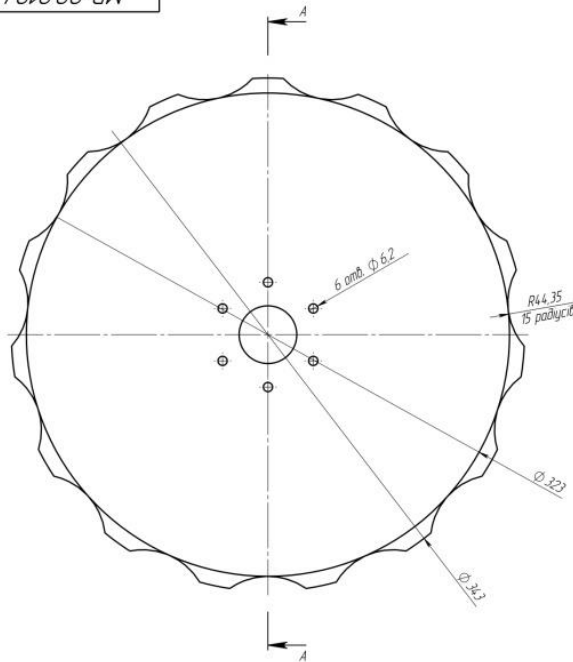
Сталь 35 ГОСТ 7417-75

Деталь	Масса	Масштаб
1	105.00	2:1
1	1	1
1	1	1
1	1	1

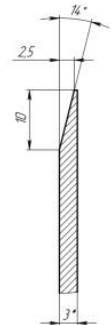
ЦНТУ,
зр.АІ-20М(1.9)

MP 00.010.401

√ Ra 6.3 (✓)



МЕСТНЫЙ Б
МАСШТАБ 2:1



НН, hН, ITН/2

Элемент	Материал	Положение	Длина
Резьба	Алюминий		
Поворот	Сварка		
Г. конус	Сварка		
Н. конус	Металл		
Заточка	Сварка		

MP 00.010.401

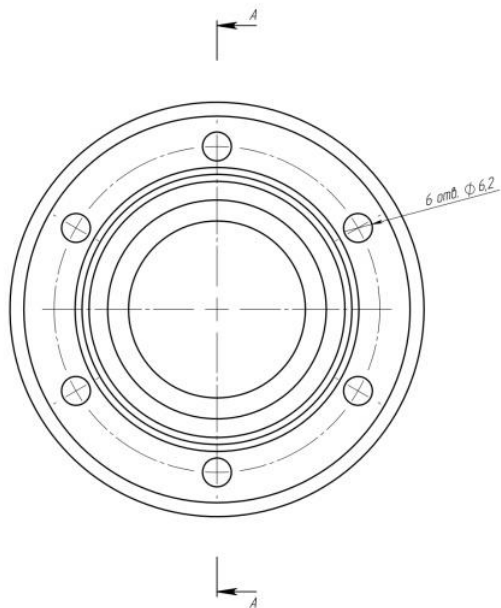
Ріжучий диск
ромашка ф343

Сталь HARDOX 450

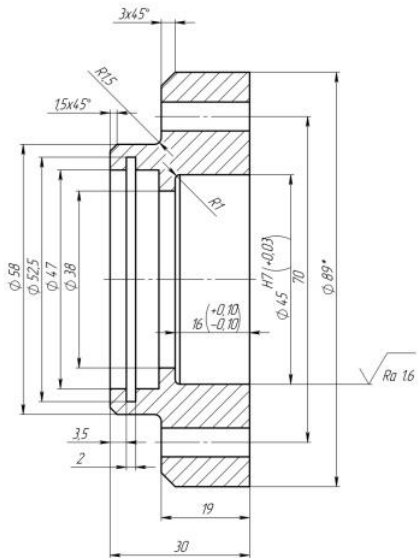
Деталь	Масса	Масштаб
1	197	12
1	1	1
1	1	1
1	1	1

ЦНТУ,
зр.АІ-20М(1.9)

MP 00.010.402



СЕЧЕНИЕ А-А



H14, h14, IT14/2

Исполнение
Исполнение
Исполнение
Исполнение

MP 00.010.402					Ступица			Ам	Риса	Посылка
Знач	Артикул	№ докум	Лист	Дата	Сталь 35 ГОСТ 7417-75			ЦНТЧ		
Рисов	Ассистент							гп. А1-20М(19)		
Лист	Образ									
И контр	Матери									
Знач	Образ									

Формат А4