

Центральноукраїнський національний технічний університет

Міністерство освіти і науки України

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2020 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

**«Механізація вирощування кукурудзи на зерно з
модернізацією комбайна John Deere 9760STS»**

Виконав студент V курсу групи AI-18СКЗ
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Станіслав ЄПІК

«___» _____ 2020 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

«___» _____ 2020 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: БАКАЛАВР

Галузь знань: 20 АГРАРНІ НАУКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВО

Освітньо-професійна програма: 208 АГРОІНЖЕНЕРІЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2020 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ
(БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

Єпіка Станіслава Петровича

1. Тема роботи: **«Механізація вирощування кукурудзи на зерно з модернізацією комбайна John Deere 9760STS»**
2. Керівник роботи: Мороз С.М., к.т.н., доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 20.06.2020 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту): Удосконалити технологію вирощування кукурудзи на зерно та підвищити ефективність роботи комбайна John Deere 9760STS

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	С. Мороз		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка	10.06.2020	
	Графічна частина	15.06.2020	
	Захист роботи	20.06.2020	

Дата видачі завдання

«12» березня 2020 р.

Підпис керівника _____ Сергій МОРОЗ

Завдання прийнято до виконання

«12» березня 2020 р.

Підпис здобувача _____ Станіслав ЄПІК

Перв. примен.		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
		1							
		2			Документация общая				
		3							
		4			Заново розроблена				
Справ. №		5							
		6	A4	МВК 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка				
		7							
		8			Документація по				
		9			технологічній частині				
		10							
		11			Заново розроблена				
		12							
Подпн и дата		13	A1	МВК 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1			
		14	A1	МВК 00. 002 ТЧ	Операційно-технологічна	1			
		15			карта збирання кукурудзи				
		16			на зерно				
		17							
		18			Документація по				
		19			інженерній частині				
		20							
		21			Заново розроблена				
		22							
		23	A1	МВК 00. 000 С2	Комбайн зернозбиральний	1			
		24			John Deer 9760 STS				
Подпн и дата									
И-в. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подпн.	Дата	МВК 00. 000		
		Разраб.	Епик				Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Мороз					1	2
		И-контр.	Осипов				ЦНТУ,		
		Утв.	Свірень				гр. АІ-18СКЗ		

Копировал

Формат А4

		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
		1						
		2			Документация			
		3			по сборочным единицам			
		4						
		5			Заново разроблена			
		6						
		7	A2	МВК 12. 070 СБ	Підбарабання	1		
		8						
		9			Документация по деталям			
		10						
		11			Заново разроблена			
		12						
		13	A3	МВК 12. 070. 402	Редро	1		
		14	A4	МВК 12. 070. 601	Пруток	1		
		15	A4	МВК 12. 070. 602	Пруток	1		
Подпн и дата		16						
		17						
		18						
		19						
И-н-в. № дц-л		20						
		21						
		22						
Взам. инв. №		23						
		24						
		25						
Подпн и дата		26						
		27						
		28						
		29						
И-н-в. № подл								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подпн.	Дата	МВК 00. 000	
								Лист
								2

Зміст

1. Вступ	6
2. Аналіз технології вирощування кукурудзи на зерно з визначенням шляхів її удосконалення	7
3. Операційна технологія збирання кукурудзи на зерно.....	14
4. Інженерна частина	28
5. Охорона праці при збиранні врожаю кукурудзи	39
6. Висновки	41
Список використаної літератури	42
Додатки	

ВСТУП

Україна є аграрною країною і тому вихід із великої економічної кризи можливий завдяки розвитку сільськогосподарського виробництва, яке є запорукою ситого і безбідного існування народу. Впровадження новітніх, високоефективних технологій вирощування і обробітку основних культур, а також раціональне використання техніки в сільському господарстві зможе збільшити валовий національний прибуток і разом з цим підняти життєвий рівень населення України.

В наш час необхідно розробляти та впроваджувати нові технології, які дозволяють економічно та ефективно використовувати кожний гектар орних земель, кожний центнер мінеральних добрив, кожную гривню витрат, які вкладаються на приріст сільськогосподарського виробництва.

Для одержання високих врожаїв необхідно задовольнити потреби рослин у важливих факторах зовнішнього середовища. Для цього потрібно ефективно використовувати матеріальні, трудові та ґрунтово-кліматичні ресурси, застосовувати нові технології вирощування сільськогосподарських культур.

Тому раціональне застосування сільськогосподарських машин та тракторів для отримання якомога високого врожаю зерна кукурудзи в північному Степу України з забезпеченням високого рівня механізації виробничих процесів, дотримання агротехнічних вимог та зменшення витрат при цьому є метою цієї випускної кваліфікаційної роботи.

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Єпик</i>				<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>						6	28
						<i>ЦНТУ, гр. АІ-18СКЗ</i>		
<i>Н.контр.</i>	<i>Осипов</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Свірень</i>							

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Загальна характеристика культури

Кукурудза одна з найцінніших кормових культур. За врожайністю зерна вона перевищує всі зернові культури. Зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15–20%) і на фуражні (60–65%). За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито. Кілограм його містить 1,34 кормової одиниці, 78 г перетравного протеїну. Протеїн представлений неповноцінним зеїном і глютеліном, тому згодовувати зерно слід у суміші з високопротеїновими кормами. У зерні кукурудзи 65–70% вуглеводів, 9–12% білка, 48% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2% клітковини. Містяться вітаміни А, В₁, В₂, В₆, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи. Вміст білка невисокий, він дефіцитний за деякими незамінними амінокислотами, особливо за вмістом лізину і триптофану [1].

Зерно кукурудзи використовується на продовольчі цілі. З нього виготовляють понад 150 харчових і технічних продуктів: борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу, спирт. Із 100 кг зерна одержують 37–40 л спирту, що на 3–5 л більше, ніж із зерна інших культур. Із зародків зерна добувають цінну харчову олію, яка має лікувальні властивості (зменшує вміст холестерину в крові і запобігає захворюванню на атеросклероз). Із стрижнів качанів виготовляють фурфурол, лігнін, ксилозу, одержують целюлозу і папір. З 1 ц зерна можна одержати 56 кг крохмалю (або 60 кг фруктози чи 38 л спирту), 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютенів та борошна і 2,7 кг кукурудзяної олії. Кукурудза, як просапна культура має важливе агротехнічне значення [1].

Найбільше на ріст та розвиток кукурудзи впливають тепло і волога, саме вони часто стають лімітуючими факторами у вирощуванні культури.

					МВК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

Оптимальна денна температура для вегетації кукурудзи 24–30 °С. При цьому вночі температури мають бути приблизно вполовину нижчими, оскільки за спекотних ночей кукурудза помітно підвищує випаровування, що призводить до поступового зменшення сухої маси. Пороговою температурою для росту й розвитку культури є 10 °С, якщо температурний режим опускається нижче неї, кукурудза практично припиняє розвиватися [2].

Вологи кукурудза потребує 450–600 мм за вегетаційний сезон, причому найбільше опадів їй треба у липні–серпні. На жаль, саме у липні–серпні в останні роки виникають затяжні літні посухи. Тому на перше місце виходить накопичення вологи у ґрунті, збереження та утримання вже накопиченої, а також забезпечення кореням кукурудзи покращення доступу до вологи і зменшення конкуренції за неї на полі — шляхом оптимально дібраної системи живлення та обробітку ґрунту, вибору густоти стояння рослин та гарної системи захисту [2].

Окрім тепла та вологи кукурудза ще потребує родючого та добре структурованого ґрунту, а також достатньої кількості поживних речовин [2].

Також слід врахувати, що ущільнені ґрунти з низькою водопроникністю призводять до того, що кукурудза формує пласку кореневу систему, яка розташовується у поверхневому шарі. Такі рослини не можуть протистояти посухам і легко вилягають при сильних вітрах [2].

2.2. Аналіз технологічних особливостей вирощування кукурудзи на зерно та розробка технологічної карти

Луціння виконується одночасно зі збиранням попередника з метою розпушування верхнього шару ґрунту, відновлення запасів вологи і живильних речовин в ньому, знищення бур'янів та шкідників рослин, поліпшення якості майбутньої оранки.

В залежності від попередника, типу ґрунту і вологості виду та ступеню забрудненості луціння проводять дисковими або лемішними луцильниками [1–8].

Раціональна система удобрення посівів кукурудзи передбачає забезпечення оптимального режиму живлення рослин шляхом створення і підтримування високого рівня родючості ґрунту. Органічні добрива з мінеральними, що внесені в розрахункових дозах безпосередньо перед і під час посіву кукурудзи, складають основу раціонального забезпечення культур елементами живлення [1–8].

При вирощуванні на зерно кукурудза споживає в середньому азоту 24,6 кг/т, фосфору 9,9 кг/т, калію 25,5 кг/т [1–8].

Недостатність азоту на початку розвитку рослин затримує його, особливо за прохолодної весняної погоди. Максимальне споживання відбувається в період утворення качанів та наливу зерна [1–8].

Найбільша кількість фосфору кукурудзою споживається під час молочно–воскової стиглості. Найбільш гостро на додаткове живлення ними вона реагує у фазі двох–трьох листків. Нестача фосфору в цей період стримує темпи росту, збільшує період вегетації, знижує кількість та якість врожаю [1–8].

Калій найбільше споживається під час проростання зерна. Споживання його досягає максимуму за 10–12 діб до утворення качанів, потім швидко спадає [1–8].

Оранку застосовують у всіх зонах вирощування кукурудзи, переважно на рівних площах і не схильних до ерозії ґрунтах. Глибина її під кукурудзу визначається типом ґрунту і його механічним складом. Чорноземи звичайні і південні орють плугами з передплужниками на глибину 27–30 см [1–8].

Ранньовесняне боронування проводиться з метою розпушити та створити на поверхні оранки суцільний шар ґрунту, що запобігає втрат вологи, знищити бур'яни, покращити умови для дозрівання ґрунту в зоні сівби насіння [1–8].

Глибина обробітку не більше 3 см, максимальне кришіння ґрунту, знищення бур'янів. Операція виконується агрегатом до складу якого входить трактор, зчіпка та борони ЗБЗСС–1,0 [1–8].

Від своєчасної і якісної передпосівного обробітку ґрунту залежить глибина загортання насіння, дружність і рівномірність сходів, їх ріст, розвиток та продуктивність [1–8].

В залежності від погодних умов, що склалися в передпосівний період, вибирають знаряддя і способи обробки ґрунту. В основному використовуються культиватори КПГ–4. Одночасно з культивацією проводиться обприскування гербіцидами [1–8].

Сівба – найбільш важливий агротехнічний прийом від якого в значній мірі залежить ефективність наступних агроприймів. Вона вміщує основні елементи технології: строки і способи сівби, підготовка насіння, норма висіву, глибина загортання насіння та ін [1–8].

Посів проводять в той час, коли температура ґрунту на глибині 10 см опівдні складає 10–12 °С. За більш низької температури насіння пошкоджується хворобами [1–8].

Під час посіву перший заїзд агрегату повинен виконуватися з лівого краю поля. Для висіву насіння використовуються універсальні просапні сівалки, які забезпечують ширину міжряддя 70 см [1–8].

Норма висіву насіння при вирощуванні кукурудзи на зерно залежить від погоднo–кліматичних умов, що склалися на цей період, та зони вирощування і становить 10–25 кг/га. Внаслідок зниження проростання зерна в полі та загибелі рослин задана норма висіву перевищує оптимальну густину рослин перед збиранням в північних районах Степу – на 20–25%, в центральних та південних районах Степу – на 15–20% [1–8].

Густина висіву кукурудзи на зерно залежить від району вирощування. В найбільш сухих районах вона становить 20–25 тис. шт. на 1 га, в степових районах з недостатньою вологістю – 30–40, на зрошуваних ділянках – 50–55 [1–8].

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10

В основному за достатньої вологи ґрунту насіння висівають на глибину 5–7 см, коли верхні шари ґрунту сухі її збільшують до 12–13 см.

Одночасно з висівом насіння проводять внесення гранульованого суперфосфату (9–10 кг/га д.р.) [1–8].

Підживлення мінеральними добривами проводять культиваторами рослинно–підживлювачами.

При першому міжрядному обробітку проводиться внесення $N_{30-40}P_{20-30}K_{20-30}$ [1–8].

В більш пізніший термін (шість–сім листків) вносять тільки азотні добрива, оскільки в цей час починає формуватися качан і спостерігається інтенсивний ріст асиміляційної поверхні. Підживлення фосфорними добривами малоефективні [1–8].

Правильне використання високоефективних гербіцидів дозволяє відмовитися від спеціальних операцій по відході за посівами. У той же час не виключена можливість післясходового боронування, обробки страховими гербіцидами і проведення культивації. Винятково важливий період від появи сходів до моменту, коли рослини досягнуть висоти 15 см. Якщо кукурудза протягом 30 діб буде успішно захищена від бур'янів, то подальша їхня поява не знизить її продуктивності [1–8].

У результаті післясходового боронування у фазі двох–трьох листів знищується до 80% бур'янів і приблизно 10% культурних рослин, у фазі чотирьох–п'яти листів кукурудза майже не ушкоджується. Краще застосовувати легкі і середні борони, що менше ушкоджують рослини. Звичайно боронують у жаркий час дня, коли швидше гинуть зрізані і висмикнуті бур'яни, а кукурудза, утративши частину вологи, стає менш тендітною. Агрегат регулюють так, щоб кожен зуб залишав свій слід. Глибина розпушування – 2–4 см, швидкість руху агрегату – 4,5–5 км/год [1–8].

До першого обробітку міжрядь на глибину 10–12 см приступають з утворенням двох–трьох листів. Щоб захистити молоді сходи від присипання

грунтом, перший обробіток доцільно проводити на знижених швидкостях (5–6 км/год) [1–8].

У разі потреби другий міжрядний обробіток проводять по мірі появи бур'янів. Глибина другого обробітку – 6–8 см, наступних – не більш 5–6 см. Це дозволяє уникнути ушкодження коренів у верхніх шарах ґрунту. Для утримання поля в чистому від бур'янів і в пухкому стані роблять не менш трьох міжрядних обробітків [1–8].

Щоб не зашкодити рослини і кореневу систему, установлюють захисну зону. Вона особливо важлива при першому обробітку. Для першої культивуації ширина захисної зони складає 10–12 см, наступних – 15–20 см [1–8].

Як страхові гербіциди проти однолітніх двочасткових бур'янів застосовують 2,4–д аміну сіль, 40%–й в. к. (1,5–2,5 л/га), а також діален, 40%–й в. р. (1,9–3 л/га) [1–8].

У змінну погоду краще використовувати ефіри. Вони проникають у тканині бур'янистих рослин за 3–4 години. Поля обробляють 2,4–Д бутиловим ефіром (бутапоном), 43%–м к. е., і 2,4–Д октиловим ефіром (октапоном), 43%–м к.е. Доза витрати препаратів в обох випадках складає 0,7–1,2 л/га [1–8].

Кращий термін застосування гербіцидів – фаза трьох–п'яти листів. Обробка в більш ранній термін приводить до ушкодження кукурудзи (скручуванню листів, скривленню і відставанню в рості стебла) і зниженню врожаю [1–8].

Оптимальний термін початку збирання – коли в 65–70% качанів зерно здобуває воскову спілість. Кукурудзу збирають двома способами: у качанах і з обмолотом їх на зерно. У першому випадку – при вологості зерна 40%, у другому – 32%. У качанах кукурудзу забирають комбайном КСКУ–6.

Для збирання кукурудзи з обмолотом качанів на зерно використовують кукурудзозбиральні жатки до зернозбиральних комбайнів. Сушать зерно в очищувально–сушільних комплексах для сушіння зерна колосових культур.

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

2.2. Визначення шляхів вдосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно

Технологія вирощування будь-якої культури має враховувати особливості знаходження поля, типу та стану ґрунтів на ньому, техніку, що є у господарстві та обирати сорти, що найбільш краще пристосовані до погодно-кліматичних умов місцевості, де має вирощуватися культура.

Пропонуємо технологію, яка включає наступні технологічні операції [1–8]:

1. розпушування ґрунту зі збереженням стерні після збирання попередника з одночасним внесенням мінеральних добрив – агрегат John Deere 8320R + ЧНУ–4,5;
2. посів сидеральних культур – агрегат John Deere 8320R + Great Plains NTA–3510;
3. дискування посівів – агрегат John Deere 6175М+ БДТ–7;
4. глибоке розпушування ґрунту на глибину 30–35 см з загортанням рослинних решток – агрегат John Deere 8320R + ЧН–4,5;
5. ранньовесняне боронування – агрегат John Deere 6175М+С–18+БЗСС–1;
6. ґрунтове внесення гербіцидів – агрегат МТЗ–820+ОП–2000;
7. передпосівна культивация – агрегат John Deere 6175М+АГ–6;
8. посів – агрегат John Deere 8320R + Väderstad Tempo L 12;
9. досходове боронування посівів – агрегат John Deere 6175М+ЗГ–22+БЗСС–1;
10. міжрядний обробіток ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив – агрегат МТЗ–820+КРНВ–5,6;
11. обприскування посівів – агрегат МТЗ–820+ОП–2000;
11. збирання врожаю – комбайн John Deere 9760 STS+Dominoni Rock;
12. післязбиральна обробка – комплекс РБЦС–50.

Транспортні операції виконуються автомобілями господарства.

					МВК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

3.1. Розрахунок складу машинно–тракторного агрегату

Виконаємо розрахунки з обґрунтування складу кукурудзозбирального агрегату. Урожайність кукурудзи 60 ц/га (0,6 кг/м), величина підйому 3%. Агрегат за базовою технологією складається із комбайна «Скіф–280 Superior» (вага комбайна $G_{\kappa}^{\delta} = 132,3$ кН), потужність двигуна – 203 кВт [9] та кукурудзозбиральної жатки КМС–8 (вага $G_{np}^{\delta} = 29,8$ кН) [10], коефіцієнт опору коченню $f = 0,1$ [11–16], робоча агротехнічна швидкість в межах 6...9 км/год [11–16]; величина буксування $\delta = 13\%$ [11–16], питома потужність на привід в дію робочих органів $N_n = 4,5$ кВт·с/кг [17]. Агрегат за проектною технологією складається із зернозбирального комбайна John Deere 9760 STS [18] (вага комбайна $G_{\kappa}^{np} = 139,24$ кН), потужність двигуна – 255 кВт та жатки для збирання кукурудзи Dominoni Rock (вага $G_{np}^{np} = 36$ кН) [19].

Для оцінки правильного комплектування агрегату необхідно визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

Визначаємо загальний опір агрегату [11–16]:

$$R_{agr} = R_{kоч} + R_{nіd} + R_{\delta}, \quad (3.1)$$

де $R_{kоч}$, $R_{nіd}$ – відповідно опір агрегату перекочуванню і підйому кН [11–16]

$$R_{kоч}^{\delta} = G_{agr} \cdot f = (132,3 + 29,8) \cdot 0,1 = 16,21 \text{ кН}; \quad (3.2)$$

$$R_{kоч}^{\delta} = (139,24 + 36) \cdot 0,1 = 17,52 \text{ кН};$$

$$R_{nіd}^{np} = G_{agr} \cdot i = (132,3 + 29,8) \cdot 0,03 = 4,86 \text{ кН}; \quad (3.3)$$

$$R_{nіd}^{np} = (139,24 + 36) \cdot 0,03 = 5,26 \text{ кН};$$

R_o – додатковий опір, який чинять робочі органи визначаємо за формулою [11–16]:

$$R_o = \frac{3600 \cdot N_{np} \cdot \eta_{np}}{v_a \cdot \eta_o}, \quad (3.4)$$

де N_{np} – потужність для приведення в дію механізмів машини, кВт, яка визначається за формулою [11–16]:

$$N_{np} = N_n \cdot q, \quad (3.5)$$

де N_n – питома потужність для приведення в дію робочих органів,
 $N_n = 3,28$ кВт·с/кг [17];

q – секундна подача маси в машину, кг/с

$$q = z \cdot q_p, \quad (3.6)$$

де z – кількість русел, $z^o = 8$ [10], $z^{np} = 12$ [19];

q_p – секундна подача качанів на одне русло, $q_p = 2,2$ кг/с

$$q^o = 8 \cdot 2,2 = 17,6 \text{ кг/с};$$

$$q^{np} = 14 \cdot 2,2 = 26,4 \text{ кг/с}.$$

Тоді потужність для приведення в дію механізмів машини становить

$$N_{np}^o = 3,28 \cdot 17,6 = 57,73 \text{ кВт};$$

$$N_{np}^{np} = 3,28 \cdot 26,4 = 86,59 \text{ кВт};$$

v_a – робоча швидкість збирального агрегату [11–16]

$$v_a = \frac{N_o}{k_o R_{коч} + k_o R_{np}}, \quad (3.7)$$

де N_o – потужність двигуна енергозасобу;

R_{np} – потужність, на виконання технологічного процесу;

k_o – коефіцієнт завантаження двигуна енергозасобу.

Потужність, що витрачається на виконання технологічного процесу визначаємо за формулою [11–16]

$$R_{np} = \frac{\varepsilon \cdot B \cdot Y}{360}, \quad (3.8)$$

де ε – питома енергоємність робочого процесу, що виконує машина при переробці 1 кг всієї маси, що поступає до машини за секунду,
 $\varepsilon = 4,5$ кВт·с/кг;

B – ширина захвату агрегату

$$B^{\delta} = b \cdot z = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ м};$$

$$B^{np} = 0,7 \cdot 12 = 8,4 \text{ м};$$

Y – загальна врожайність продукту, що збирається комбайном

$$Y = Y_k + Y_n = 60 + 2 \cdot 60 = 180 \text{ ц/га.}$$

Тоді

$$R_{np}^{\delta} = \frac{4,5 \cdot 5,6 \cdot 203}{360} = 14,21 \text{ кВт.}$$

$$R_{np}^{np} = \frac{4,5 \cdot 8,4 \cdot 255}{360} = 26,78 \text{ кВт,}$$

Підставляючи знайдені параметри до формули (3.7) знайдемо робочу швидкість за умови забезпечення балансу потужності

$$v_a^{\delta} = \frac{203}{0,85 \cdot 16,21 + 0,85 \cdot 14,21} = 7,85 \text{ км/год.}$$

$$v_a^{np} = \frac{255}{0,85 \cdot 17,52 + 0,85 \cdot 26,78} = 6,77 \text{ км/год;}$$

Отже,

$$R_{\delta}^{\delta} = \frac{3,6 \cdot 57,73 \cdot 0,93}{7,85 \cdot 0,87} = 28,3 \text{ кН};$$

$$R_{\delta}^{np} = \frac{3,6 \cdot 86,59 \cdot 0,93}{6,77 \cdot 0,87} = 49,22 \text{ кН};$$

$$R_{aep}^{\delta} = 16,21 + 4,86 + 28,3 = 49,37 \text{ кН};$$

$$R_{aep}^{np} = 17,52 + 5,26 + 49,22 = 72 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт завантаження двигуна комбайна робочими органами машини [11–16]:

$$\eta_{mз}^{\bar{o}} = \frac{R_{aзр}}{N_{\bar{o}}}; \quad (3.9)$$

$$\eta_{mз}^{\bar{o}} = \frac{49,37}{203} = 0,243;$$

$$\eta_{mз}^{np} = \frac{72}{255} = 0,282.$$

Розрахунки показують, що скомплектований агрегат працюватиме ефективно.

З розрахунку видно, що швидкості за умов забезпечення балансу потужності агрегатів не більші за допустиму робочу швидкість. Для подальших розрахунків використовуємо отримані розрахункові значення робочих швидкостей руху агрегатів.

Технологічну продуктивність комбайну визначаємо за формулою [11–16]:

$$Q_m = 0,1 \cdot v_a \cdot B; \quad (3.10)$$

$$Q_m^{\bar{o}} = 0,1 \cdot 7,85 \cdot 5,6 = 4,4 \text{ га/год};$$

$$Q_m^{np} = 0,1 \cdot 6,77 \cdot 8,4 = 5,69 \text{ га/год};$$

Оперативна продуктивність визначається за виразом [11–16]

$$Q_{on} = Q_m \cdot \tau, \quad (3.11)$$

де τ – коефіцієнт оперативної продуктивності [11–16]

$$\tau = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot t_{\bar{o}on} \cdot v_a \cdot B}, \quad (3.12)$$

де $t_{\bar{o}on}$ – допоміжний час, що розраховується за формулою [11–16]

$$t_{\bar{o}on} = \frac{100 \cdot t_{нов}}{z \cdot b \cdot L \cdot Y_n} + \frac{S}{G_3} t_{p3}, \quad (3.13)$$

де $t_{нов}$ – час, що витрачається на поворот агрегату, $t_{нов} = 0,02$ год;

b – ширина міжрядь, $b = 0,7$ м;

L – довжина гонів, $L = 0,9$ км;

Y_n – середня врожайність качанів, $Y_n = 60$ ц/га;

S – вихід зерна з качанів, $S = 97$ %;

G_3 – маса зерна у бункері, $G_3^{\delta} = 6,5$ т, $G_3^{np} = 8,5$ т;

t_{p3} – час на розвантажування бункеру, $t_{p3} = 0,04$ год [9, 18].

Таким чином

$$t_{\delta on}^{\delta} = \frac{100 \cdot 0,02}{8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 60} + \frac{0,75}{6,5} \cdot 0,04 = 0,011 \text{ год};$$

$$t_{\delta on}^{np} = \frac{100 \cdot 0,02}{12 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 60} + \frac{0,75}{8,5} \cdot 0,04 = 0,004 \text{ год};$$

Тоді коефіцієнт оперативної продуктивності

$$\tau^{\delta} = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot 0,011 \cdot 7,85 \cdot 5,6} = 0,954;$$

$$\tau^{np} = \frac{1}{1 + 0,1 \cdot 0,004 \cdot 6,77 \cdot 8,4} = 0,815.$$

Таким чином, оперативна продуктивність становить

$$Q_{\delta on}^{\delta} = 4,4 \cdot 0,954 = 4,2 \text{ га/год};$$

$$Q_{\delta on}^{np} = 5,69 \cdot 0,815 = 4,64 \text{ га/год}.$$

Гранична кількість русел, що забезпечують коефіцієнт продуктивності $\eta \geq 0,7$ [16], визначаємо за формулою:

$$z_{zp} = \frac{1 - \eta}{3,6 \cdot \eta \cdot q_p \cdot t_{\delta on}}; \quad (3.14)$$

де q_p – допустима розрахункова подача на одне русло.

Визначаємо розрахункову подачу на одне русло за формулою [17]:

$$q_p = q_{nc} / \psi = 2,2 / 1,94 = 1,13 \text{ кг/с}, \quad (3.15)$$

де q_{nc} – прогнозована пропускна здатність русла, $q_{nc} = 2,2$ кг/с;

ψ – коефіцієнт запасу подачі для ймовірності 0,99, коефіцієнт запасу подачі для вірогідності 0,99 обчислюємо за формулою:

$$\psi = 1 + 0,0235\nu = 1 + 0,0235 \cdot 40 = 1,94, \quad (3.16)$$

де ν – коефіцієнт варіації урожайності, $\nu = 40\%$

$$z_{ep}^{\delta} = \frac{1 - 0,7}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 1,13 \cdot 0,011} = 9,6;$$

$$z_{ep}^{np} = \frac{1 - 0,7}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 1,13 \cdot 0,004} = 26,3.$$

Таким чином, ефективне використання ширини захвату забезпечено, оскільки $z_{ep} > z$.

Визначаємо змінну продуктивність агрегатів за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot \nu_a \cdot T_p, \quad (3.17)$$

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,85 \cdot 7,52 = 33,06 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 6,77 \cdot 7,52 = 42,76 \text{ га/зм.}$$

Визначаємо витрати палива на 1 га обробітку, кг/га, за формулою:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.18)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм;

$$Q_{\text{гi}} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (3.19)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинна витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках. Для комбайна «Скіф-280 Superior» $Q_p = 22,4$ кг/год; $Q_x = 12,6$ кг/год; $Q_z = 3,4$ кг/год. Для комбайна John Deere 9760 STS $Q_p = 26$ кг/год; $Q_x = 16$ кг/год; $Q_z = 3,5$ кг/год;

T_p, T_x, T_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок, год;

T_p – чистий робочий час, $T_p = 7,52$ год.

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{8 - 7,52}{2} = 0,24 \text{ год};$$

$$Q_{зм}^{\delta} = 22,4 \cdot 7,52 + 12,6 \cdot 0,24 + 3,4 \cdot 0,24 = 172,29 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{зм}^{np} = 26 \cdot 7,52 + 16 \cdot 0,24 + 3,5 \cdot 0,24 = 200,2 \text{ кг/зм.}$$

Таким чином, витрати палива на 1 га становитимуть:

					МБК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		19

$$Q_{га}^{\delta} = \frac{172,29}{33,06} = 5,21 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га}^{np} = \frac{200,2}{42,76} = 4,68 \text{ кг/га}.$$

Як видно з проведених розрахунків більш доцільно для збирання кукурудзи на зерно використовувати агрегат до складу якого входять зернозбиральний комбайн John Deere 9760 STS, обладнаний кукурудзозбиральною жаткою Dominoni Rock, в якого більша продуктивність, а витрати палива, у порівнянні з агрегатом по базовій технології, менші.

3.2. Підготовка поля до роботи

Поле перед збиранням розбивають на загінки і обкошують, розмічають поворотні смуги і транспортно–розвантажувальні магістралі відповідно до способів руху збиральних агрегатів.

Польові дороги і підвізні шляхи до полів вирівнюють автогрейдером за 10–15 днів до початку збирання. Це дає змогу підвищити продуктивність транспортних засобів на, відвезенні качанів, зерна і подрібненої маси від збиральних агрегатів на 10–15%.

Прокоси між загінками та транспортні магістралі повинні становити 6–8 м, а поворотні смуги – 20–30 м.

Ширина загінки приймається в 8–12 разів менше її довжини і кратною подвійній ширині захвату збирального агрегату.

Кількість загінок повинна дорівнювати або бути кратною кількості працюючих на одному полі збиральних агрегатів. Стикове міжряддя не повинно потрапляти в захват комбайна.

Якщо довжина гонів перевищує 600–1000 м, через кожні 400–500 м прокошують транспортні магістралі (рис. 3.1).

					МВК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

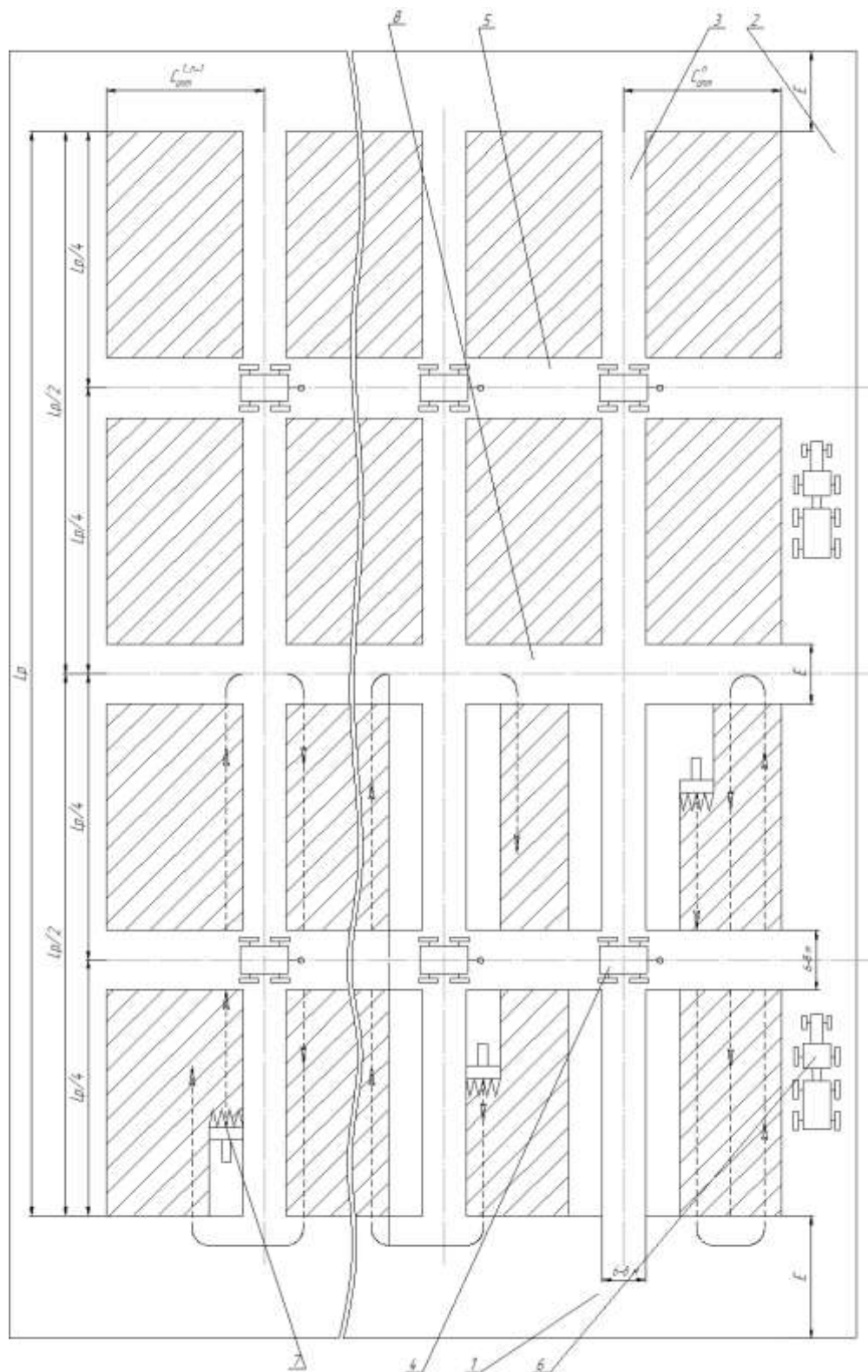


Рис. 3.1. Схема підготовки поля і руху комбайно-транспортних агрегатів при збиранні кукурудзи з обмолочуванням качанів у полі

1 – поворотна смуга; 2 – обкіс; 3 – прокіс; 4 – тракторний причіп підмінний; 5 – транспортно-розвантажувальна магістраль; 6 – трактор; 7 – причіп підмінний; 8 – поворотна магістраль; 9 – збиральний агрегат

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВК 00. 000 ПЗ

Арк.

21

3.2.1. Розрахунок поворотних смуг

В якості способу руху агрегату на полі обираємо загінковий склад, а на кінцях загінок залишаємо смуги для розвороту агрегату.

Цей спосіб руху характерний першим петльовим поворотом, в той час як інші повороти – безпетльові. Визначаємо орієнтовну величину поворотної смуги при повороті (рис. 3.2):

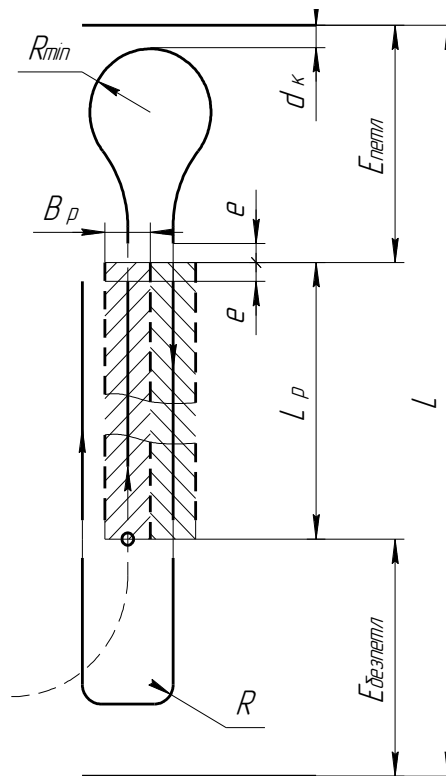


Рис. 3.2. Схема руху посівного агрегату в загінці

– безпетльовому

$$E \approx 1,5R_{min}, \quad (3.20)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, $R_{min} = 8,9$ м;

$$E = 1,5 \cdot 8,9 = 13,35 \text{ м};$$

– петльовому грушовидному

$$E = 3R_{min} + L_a, \quad (3.21)$$

де L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$L_a = L_{\text{комб}} + L_{\text{пр}}, \quad (3.22)$$

де $L_{\text{комб}}$ – кінематична довжина комбайна, $L_{\text{комб}} = 3,78$ м;

$L_{\text{пр}}$ – кінематична довжина машини, $L_{\text{пр}} = 1,9$ м.

Отже,

$$L_a = 3,78 + 1,9 = 5,68 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у (3.14) і (3.15) й отримуємо:

$$E_{\text{петл}} = 3 \cdot 8,9 + 5,68 = 32,38 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.23)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

Отже

$$K_{\text{петл}} = \frac{32,38}{8,4} = 3,85;$$

$$K_{\text{безпетл}} = \frac{13,35}{8,4} = 1,59.$$

Приймаємо $K_{\text{петл}} = 4$, $K_{\text{безпетл}} = 2$.

Отже,

$$E_{\text{петл}} = 4 \cdot 8,4 = 33,6 \text{ м;}$$

$$E_{\text{безпетл}} = 2 \cdot 8,4 = 16,8 \text{ м.}$$

Величина поворотних смуг при петльових грушовидних поворотах становить 33,6 м, а при безпетльових – 16,8 м.

3.2.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Довжина виїзду агрегату залежить від розміщення робочих органів відносно центра агрегату. При використанні задньої навіски вона визначається за виразом:

					МВК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		23

$$e = L_a. \quad (3.24)$$

Отже,

$$e = 5,68 \text{ м.}$$

3.2.3. Розрахунок ширини загінки

Загінка – це ділянка поля призначена для роботи агрегату протягом двох—трьох змін. Для кожного агрегату відводять індивідуальну загінку. Щоб зменшити шлях холостих ходів ширину загінки беруть оптимальну, яка залежить від способу радіусу повороту.

Орієнтовну оптимальну ширину загінки при русі всклад і врозгін визначають за формулою:

$$C_{opt} = \sqrt{L \cdot B_p + 16 \cdot R_{min}^2}, \quad (3.25)$$

де L – довжина загінки, м;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, $B_p = 8,4$ м;

R_{min} – мінімальний радіус повороту, $R_{min} = 8,9$ м.

Таким чином

$$C_{opt} = \sqrt{900 \cdot 8,4 + 16 \cdot 8,9^2} = 93,95 \text{ м.}$$

Узгодимо розміри загінки з робочою шириною машини. Для цього визначимо кількість проходів агрегату при проході однієї загінки

$$n = \frac{C_{opt}}{B_p} = \frac{93,95}{8,4} = 11,18.$$

Приймаємо $n = 12$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 12 \cdot 8,4 = 100,8 \text{ м.}$$

Кількість загінок визначаємо за формулою

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.26)$$

де F – площа поля, $F = 120$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{1000 \cdot 100,8} = 11,9 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо на одному полі одинадцять загінків шириною $C_{1-11} = 100,8$ м і одну загінку шириною $C_{12} = C_{1-11} \cdot 0,9 = 90,72$ м.

Показником, який оцінює спосіб руху агрегату в загінці є коефіцієнт робочих ходів, який визначається за формулою

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.27)$$

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини загінки і холостого ходу.

Робоча довжина загінки

$$L_p = L - 4,5 \cdot R_{\min} - L_a; \quad (3.28)$$

$$L_x = 4,5R + 4 \cdot L_a, \quad (3.29)$$

$$L_p = 900 - 4,5 \cdot 8,9 - 5,68 = 854,27 \text{ м;}$$

$$L_x = 4,5 \cdot 8,9 + 4 \cdot 5,68 = 65,61 \text{ м.}$$

Тоді

$$K_p = \frac{854,27}{854,27 + 65,61} = 0,93.$$

Коефіцієнт близький до одиниці, що вказує на високе використання робочого часу.

3.2.4. Розрахунок показників організації виконання операції

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot v_a} + 2 \cdot t_n, \quad (3.30)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n = 1,5$ хв

$$T_u = \frac{12 \cdot 854,27}{10^2 \cdot 6,77} + 2 \cdot 1,5 = 18,14 \text{ хв} \approx 0,30 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot v_a \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.31)$$

					МБК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau = 0,8$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 6,77 \cdot 0,3 \cdot 0,8 = 1,36 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (3.32)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{42,76}{1,36} = 31,44 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за зміну

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}}, \quad (3.33)$$

$$Q_{\text{зм}} = 4,68 \cdot 42,76 = 200,2 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

3.3. Підготовка агрегату до роботи

Особливу увагу слід звертати на технічний стан робочих органів комбайнів: різального і качановідокремлювального апаратів, шнека качанів, подрібнювача, а також справності конвеєрів і механізмів передач.

У жатці регулюють положення мисів по висоті, зазори в качановідривному апараті натяг подавальних ланцюгів, зазори в різальному апараті і шнеку качанів.

Для запобігання втратам качанів миси встановлюють так, щоб під час роботи їх носки підхоплювали полеглі та похилі стебла. Миси встановлені правильно, якщо при відстані між нижньою кромкою ножа роторного різального апарата і поверхнею ґрунту 100 мм носки мисів розташовуються над ґрунтом на висоті 50–70 мм.

Для забезпечення відривання всіх качанів ширина робочої щілини між відривними пластинами в задній частині відривного апарата має бути на 3–6 мм, а в передній – на 6–9 мм меншою від діаметра найтоншого качана. Ширину щілини між пластинами регулюють, пересуваючи кожну з них в

продовгуватих прорізах (відпустивши перед цим гвинти, якими закріплюють пластинки).

Основна маса качанів повинна відриватися в середній частині відривних пластин. Після кожного регулювання зазору у вальцях слід заново встановити ширину робочої щілини між відривними пластинами.

Встановлюють також зазор між рифами вальців і чистиками – не більше 1,5–2 мм, інакше рослинна маса буде намотуватись на вальці. Щоб подавальні ланцюги не спадали із зірочок, стискають пружини натяжного механізму кожного з ланцюгів до довжини 118–122 мм.

Щоб уникнути, пошкодження качанів у шнеку, регулюють зазор між витками шнека і його кожухом (щоб цей зазор був як найменшим), пересуваючи рамки з корпусами підшипників шнека вздовж напрямних кутників, прикріплених до боковини жатки.

Вищерблені чи деформовані ножі замінюють на нові. При цьому не можна забувати, що, замінивши один ніж, треба замінити і протилежний, щоб не порушити балансування.

3.4. Контроль якості збирання

Втрати зерна підраховують підсумовуванням втрат качанів на землю і на незрізаних стеблах, а також втрат вільним зерном на землю і в силосну масу.

Висоту зрізу вимірюють по ширині захвату агрегату на довжині проходу 1 м.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис конструкції зернозбирального комбайна та напрямки вдосконалення його конструкції



Рис. 4.1. Комбайн John Deere 9760 STS

4.1.2. Будова машини

Жатка та похила камера

Похила камера має 6 регулювань – як в поперечному, так і поздовжньому напрямках, що забезпечує максимальну пристосованість до стану культури і рельєфу поля. Регулювання кута жатки забезпечує паралельність днища жатки полю, при установці шин з нештатної розмірністю або при зменшенні тиску в шинах для збільшення зчеплення з ґрунтом [18].

Система обмолоту STS

Подача барабана–живильника забезпечує рівномірне живлення головного ротора масою. подача маси відбувається на сегменті в 270°. Система обмолоту STS (рис. 4.2) складається з трьох частин: на першій ділянці забезпечується розподіл і подача маси до зони обмолоту, на

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВК 00. 000 ПЗ

Арк.

28

другій знаходяться 27 молотильних зубів, що обмолочують основну масу та на третій відбувається кінцевий обмолот зерна в соломі [18].

У комбайнах STS реалізована ступінчаста асиметрична камера ротора (рис. 4.3), що вивільняє хлібну масу поступово, коли її ворущіння зростає в міру молотіння [18].



Рис. 4.2. Система обмолоту STS комбайна John Deere 9860



Рис. 4.3. Ступінчаста асиметрична камера ротора

Після головного ротора встановлено подавальний барабан, який транспортує масу від ротора до соломоподрібнювача. Барабан складається з 5 лопатей. Підбарабання буває 3 видів: з крупнокомірковим дротовим, дрібнопористе дротове і пруткове. [18]

Система сепарації

Система сепарації складається з транспортних шнеків, попереднього сепарації, решіт грубого та тонкого сортування, роторного вентилятора. Роторна конструкція вентилятора забезпечує щільний потік повітряної маси. Повітряний потік розподіляється між решетами в пропорції 20 до 80 [18].

Попередній очищувач видаляє до 40% половини. Таким чином, розвантажуються головні решета [18].

Встановлені пластинчасті універсальні решета.

На комбайнах серії STS встановлюються сервомотори регулювання зазору решіт з кабіни [18].

Соломоподрібнювач

Солома укладається у валки або подрібнюється. Комбайн обладнаний соломоподрібнювачем з можливістю розкидання в сторони соломи або одним загальним потоком [18].

Розкидання соломи проводиться рівномірно на ширину до 9,15м.

Загальний принцип роботи комбайна

Ножі жнивarki зрізають стебла після чого мотовило укладає їх на платформу жнивarki, шнек транспортує зрізану хлібну масу до центру жнивarki і пальцями, які є в центральній частині, проштовхує у похилий камеру, де стебла подаються транспортером. Вже в корпусі самого комбайна перед молотильним барабаном є каменевловлювач, в який під дією гравітації із хлібної маси випадають камінці. Далі іде подача до молотильного барабану де проводить обмолот колосків, вимолочене зерно, половина та дрібні домішки просипаються крізь решета на транспортувальну решітку. Вентилятором під решето подається повітря, потоком повітря зерно очищається від легких домішок. Солома по соломотрясу надходить до подрібнювача. Очищене зерно зсипається в камеру зернового шнека, який подає зерно в бункер [18].

4.2. Визначення продуктивності агрегату

Технологічна продуктивність збирального агрегату:

$$W_T = 0,1 \cdot B \cdot v = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 6,77 = 5,69 \text{ га/год}, \quad (4.1)$$

де B – ширина захвату агрегату – 8,4 м;

v – середня робоча швидкість агрегату – 6,77 км/год;

Оперативна продуктивність визначається за виразом

$$W_{оп} = W_T \cdot \eta = 5,69 \cdot 0,6 = 3,41 \text{ га/год}, \quad (4.2)$$

де η – коефіцієнт, що враховує втрати часу з реальними паузами, зупинками, що необхідні для виконання допоміжних операцій – 0,6.

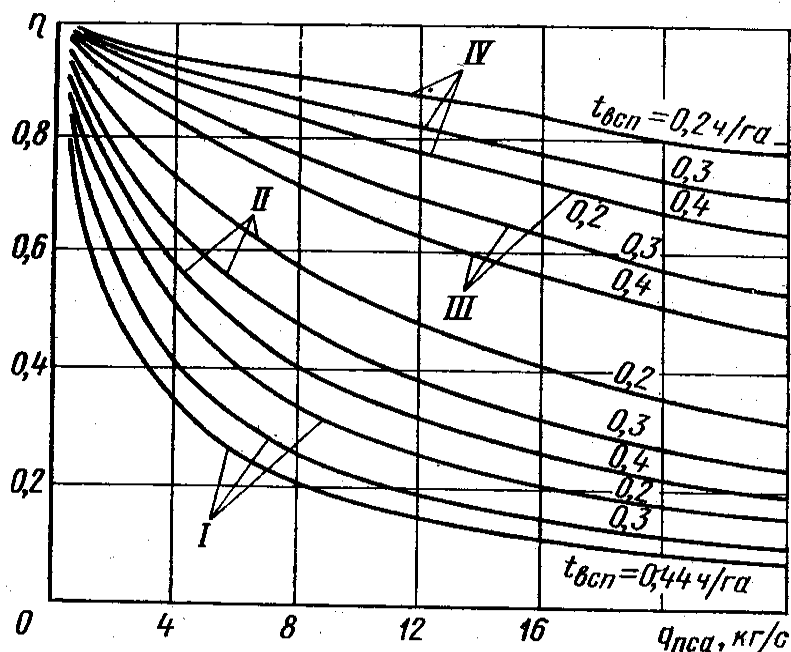


Рис. 4.5. Графіки залежності коефіцієнту продуктивності умовних збиральних агрегатів від пропускної здатності, оперативних втрат часу та врожайності

$I - Y = 30$ ц/га; $II - Y = 80$ ц/га; $III - Y = 300$ ц/га; $IV - Y = 600$ ц/га

Експлуатаційна продуктивність пов'язана з технологічним рівнянням

$$W_E = W_T \cdot K_E = 5,69 \cdot 0,54 = 3,07 \text{ га/год} \quad (4.3)$$

де K_E – коефіцієнт використання експлуатаційного часу.

$$K_E = \eta \cdot \eta' = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \quad (4.4)$$

де $\eta' = 0,85 \dots 0,92$ – коефіцієнт, що враховує експлуатаційні затримки.

Фактична продуктивність збирального агрегату залежить від його технічної та технологічної досконалості, а також, у більшій мірі, від погодних умов та досконалості організації його використання.

Пропускна здатність молотильного барабана (подача) [20–23]:

$$q = \Delta \cdot \eta \cdot \gamma \cdot v_1 \cdot l, \quad (4.5)$$

де Δ – товщина потоку хлібної маси на вході в молотильний апарат;

l – довжина барабану;

η – коефіцієнт використання довжини барабану;

v_1 – швидкість хлібної маси на вході в молотильний апарат;

γ – щільність хлібної маси.

Забивання молотильного апарата не відбудеться, якщо бич надасть порції хлібної маси m' , яка припадає на його частку, імпульс $P \cdot \Delta t$, що дорівнює або є більшим за кількість руху $m' \cdot v_1$, який мала ця порція у своєму русі до входження в молотильний апарат, тобто [20–23]

$$P \cdot \Delta t \geq m' \cdot v_1 \quad (4.6)$$

Порція хлібної маси, яка потрапила в молотильний зазор, піддається дії: нормальної сили стискування N ; сили тертя $f_1 N$, що виникає у зоні контакту між бичем барабана та порцією хлібної маси і спрямованої по дотичній до барабана у бік його обертання; сили тертя $f_2 N$, яка виникає у зоні контакту між порцією хлібної маси та планкою деки, спрямованої у бік, протилежний руху хлібної маси (рис. 4.6) [20–23].

Обидві сили тертя створюють момент, який прагне повернути порцію хлібної маси, але через мале значення молотильного зазору δ_m цим моментом можна знехтувати. Тоді імпульс сили, який надається бичем порції хлібної маси, буде:

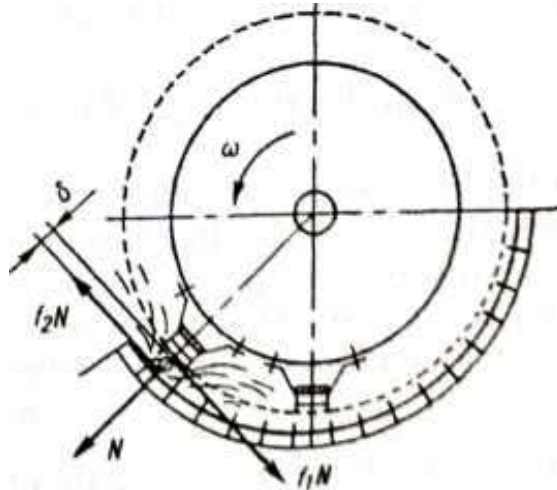


Рис. 4.6. Схема дії сил на порцію хлібної маси в молотильному зазорі

$$P \cdot \Delta t = (f_1 N - f_2 N) \Delta t \geq m' \cdot v_1, \quad (4.7)$$

де $\Delta t = b / v$ – час ударної дії бича барабана на порцію (b – робоча ширина бича; v – колова швидкість барабана);

f_1 та f_2 – коефіцієнти тертя між хлібною масою, бичем барабана і декою;

$m' = q \cdot t / g$ – маса порції, яка припадає на один бич;

$t = \pi D / (M \cdot v)$ – час між проходженням двох сусідніх бичів;

D – зовнішній діаметр барабана;

M – кількість бичів на барабані;

g – прискорення вільного падіння.

Тобто:

$$N(f_1 - f_2)(b / v) \geq q \cdot \pi \cdot D \cdot v_1 / (M \cdot v \cdot g) \quad (4.8)$$

Визначивши значення v_1 , з формули; $v_1 = q / (\Delta \cdot l \cdot \gamma \cdot \eta)$ і підставивши в останній вираз, одержимо [20–23]:

$$N(f_1 - f_2)b \geq q^2 \cdot \pi \cdot D / (\Delta \cdot l \cdot \eta \cdot \gamma \cdot M \cdot g) \quad (4.9)$$

Нехай $\Delta = \mu \cdot \delta_m$, де μ – ступінь стиснення хлібної маси в молотильному апараті. Значення μ залежить від фізико–механічних властивостей обмолочувальної культури. Для переміщення хлібної маси у

молотильному зазорі без зупинок і забивання воно не повинне перевищувати допустимих значень для даної культури (стебел пшениці $\mu = 6 - 7$).

З останнього виразу можна визначити пропускну здатність (подачу) молотильного апарата [20–23]:

$$q = \sqrt{10^{-1} \cdot N(f_1 - f_2) \cdot b \cdot \mu \cdot \delta_m \cdot l \cdot \eta \cdot \gamma \cdot \mu \cdot g / (\pi \cdot D)}, \quad (4.10)$$

де $N = 8$ Н; $f_1 = 0,96$; $f_2 = 0,86$; $\mu = 6,5$; $\delta_m = 0,025$ м; $\eta = 0,98$; $D = 0,75$ м

$$q = \sqrt{\frac{10^{-1} \cdot 8 \cdot (0,96 - 0,92) \cdot 5 \cdot 6,5 \cdot 0,016 \cdot 3,124 \cdot 0,98 \cdot 56 \cdot 6,5 \cdot 9,8}{3,14 \cdot 0,75}} = 10,32 \text{ кг/с.}$$

4.3. Розрахунок сили на роторі та камері ротора

Знайдемо силу, що діє на ротор та камеру ротора зі сторони молотильної маси. Використаємо формулу для знаходження середнього колового зусилля на зубах барабана прирівнявши конусну частину ротора до барабану з діаметром рівним середньому діаметру конуса. При цьому внесемо поправки, що враховують особливість роботи ротора [20–23]:

$$P = a_p q + b_p q^2, \quad (4.11)$$

де a_p – коефіцієнт, що залежить від зазору на вході і кута обхвату барабана підбарабанням;

b_p – коефіцієнт, що залежить від швидкості подачі маси до молотильного пристрою і зазорів на вході в молотильний простір.

Для молотильних пристроїв з діаметром барабанів $D = 650 - 750$ мм та кутом обхвату $110...140^\circ$ при швидкості подачі маси до барабану $3...3,5$ м/с маємо:

$$a_p = 90...120 \text{ Н(кг/с)}^{-1},$$

$$b_p = 7...10 \text{ Н(кг/с)}^{-1}.$$

У нас $D = 750$ мм на вході та 360° обхвату,

$$a_p = 250 \text{ Н(кг/с)}^{-1},$$

$$b_p = 25 \text{ Н(кг/с)}^{-2},$$

$$q = 14 \text{ кг/с.}$$

$$P = 250 \cdot 14 + 25 \cdot 14^2 = 8400 \text{ Н.}$$

Ця сила розподілена по колу в 360° .

Знайдемо зусилля, що діє на камеру ротора по осі. Для цього колове зусилля P розкладемо або точніше знайдемо зусилля спрямоване під кутом використовуючи коефіцієнт тертя соломи по сталі для вологості 27–37%

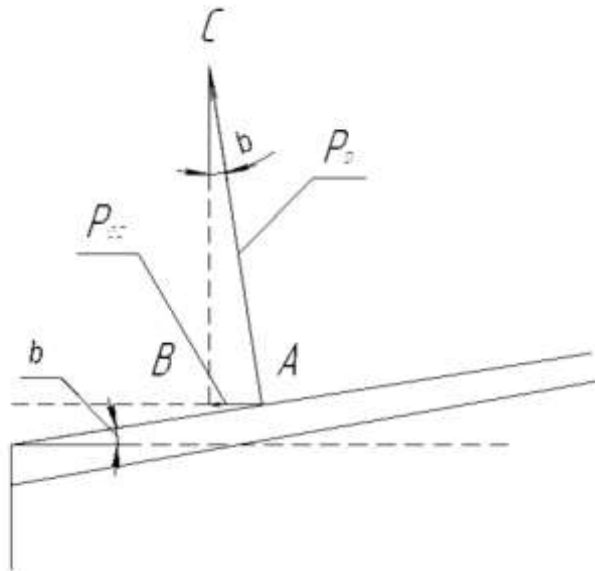


Рис. 4.7. Схема сил діючих на камеру ротора зі сторони обмолочуючої маси в повздовжній площині камери

$$f = 1,2 f_0 + 0,5 / (b_0 b), \quad (4.12)$$

де f_0 – теоретичний коефіцієнт тертя,

$$f_0 = 0,25 + 0,8 \zeta, \quad (4.13)$$

де ζ – відносний вміст води в соломі.

Тому $f_{0\max} = 0,52$ та b_0, b розміри зубів та планок в см.

$$f = 1,2 \cdot 0,52 + 0,5 / (7 \cdot 5) = 0,6382$$

Тангенс кута тертя рівний 0,6382 звідки кут тертя рівний $32,5^\circ$.

Рівнодіюча сила рівна:

$$P_p = P / \cos(32,5), \quad (4.14)$$

$$P_p = 8400 / \cos(32,5) = 9960 \text{ Н.}$$

Сила, що діє на ось ротора буде рівна:

$$P_{oc} = P_p \sin \beta, \quad (4.15)$$

де β – кут нахилу конуса камери ротора – $\beta = 9^\circ$

$$P_{oc} = 9960 \cdot \sin 9^\circ = 1558,08 \text{ Н.}$$

Така ж сила діє на ротор (барабан).

4.4. Розрахунок деталей на міцність

Розрахуємо на міцність гвинтову пару, що приводить до руху кожух. Гвинтова пара розраховується на зминання різьби від осьового зусилля P_{oc} [24]

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{P_{oc}}{\pi \psi_n \psi_h [\sigma_{cm}]}} \quad (4.29)$$

де ψ_n – коефіцієнт висоти гайки;

ψ_h – коефіцієнт висоти різьби;

σ_{cm} – допустиме напруження на зминання, МПа.

P_{oc} приймаємо рівним 10 кН враховуючи можливі перевантаження при забиванні ротора та попадання в нього сторонніх предметів:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{10000}{\pi \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 6}} = 18,8 \text{ мм.} \quad (4.30)$$

Для збільшення запасу міцності приймаємо діаметр більше рівній різьбі 30×6 – Упорна різьба S 30×6.

Передаточне число гвинтової пари:

$$i = s_m / s_r, \quad (4.31)$$

де s_m – колове переміщення маховика, м;

s_r – переміщення гайки (гвинта), м;

або за іншою формулою

$$i = (\pi d_m) / p, \quad (4.32)$$

де d_m – діаметр маховика, мм.;

p – хід гвинта.

$$i = \pi \cdot 30 / 6 = 15,7.$$

На зміну зазору на 1 мм потрібно 6,4 мм зсуву кожуха. Для цього потрібно зробити переміщення маховика на $S_M = 6,4 \cdot 15,7 = 100,48$ мм. Число обертів маховика буде:

$$n = s_m / (\pi \cdot d_m) \quad (4.33)$$

$$n = \frac{100,48}{\pi \cdot 30} = 1,07 \text{ обертів.}$$

Тобто на зміну зазору на 1 мм потрібно 1,07 обертів маховика гвинтової пари. Для зручності регулювання потрібно щоб приводна шестерня здійснювала 2 оберти на 1 мм зміни зазору. Звідси передаточне число буде $u = 1,87$.

Розрахуємо підшипникові опори

Потрібну динамічну вантажопідйомність можна порівняти з паспортною підшипника 7314А ГОСТ 27365–87, $C_n = 208$ кН [24]:

$$C = P \sqrt[p]{L / (a_1 a_2)} \quad (4.34)$$

де P – еквівалентне навантаження, Н;

L – ресурс, млн. об.;

$p = 3,33$;

a_1 – коефіцієнт надійності;

a_2 – узагальнений коефіцієнт спільного впливу якості металу і умов експлуатації.

Еквівалентне навантаження для радіально–упорних підшипників [24]:

$$P = (XV F_r + YF_a) \cdot K_\sigma K_m, \quad (4.35)$$

де F_r та F_a – радіальне і осьове навантаження, Н;

X та Y – коефіцієнти радіального і осьового навантаження;

V – коефіцієнт обертання;

K_{σ} – коефіцієнт безпечності;

K_m – температурний коефіцієнт

$$P = (1 \cdot 1911,5 + 0) \cdot 1,5 \cdot 1 = 2,8 \text{ кН};$$

$$C = 2,8^{3,33} \sqrt{10^6} / (1 \cdot 0,9) = 183 \text{ кН};$$

$$C_n = 208 \text{ кН} > C = 183 \text{ кН}.$$

Умова виконується, роботоздатність підшипника забезпечена.

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗБИРАННІ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ

До управління зернозбиральним комбайном допускаються особи не молодше 18 років, які мають посвідчення на право управління цією технікою, пройшли медичний огляд і навчання з охорони праці [25].

Перед роботою на комбайні перевіряють наявність і справність інструменту і пристосувань, засобів протипожежного захисту, термосу з питною водою, аптечки першої допомоги, системи сигналізації, освітлення, предметів особистої гігієни. Треба очистити від пилу і бруду робоче місце, протерти скло кабіни, відрегулювати сидіння по своїй масі і зросту інструкції, встановити необхідну кількість фар, достатню для освітлення фронту роботи або ділянки при русі в нічний час [25].

Для роботи в нічну зміну комбайн заздалегідь заправляють водою і ПММ. Заправляти його паливом на місці збору врожаю забороняється. Особливо ретельно слід готувати комбайн до роботи в нічний час. Перевірити роботу і налаштування фар, щоб забезпечити йому добру видимість фронту роботи і робочих органів машини.

Перед виїздом в поле комбайнер і його помічник повинні переконатися в справній роботі рульового управління, гальм, електроустаткування, механізмів жниварки, ходової частини.

Під час роботи необхідно стежити за справністю захисних огорожень, карданних, зубчастих і ремінних передач, справною роботою механізмів жниварки, підбирача і молотарки; станом ізоляції електричних дротів, накопиченням на гарячих деталях двигуна зернового пилу, за сигналами і показниками контрольно-вимірювальних приладів. Не працювати з несправним рульовим управлінням, з несправною гальмівною системою. Шини з наскрізними ушкодженнями і зношеним малюнком протектора необхідно замінити.

Не усувати технологічні збої при працюючих органах і двигуні. Необхідно переконатися, що після усунення поломки або збою помічник

знаходиться у безпечному місці. Перш ніж включити робочі органи або почати рух комбайна, подати звуковий сигнал і почекати, поки помічник не вийде з небезпечної зони. Неузгодженість дій комбайнера і його помічника часто стає причиною нещасного випадку – наїзду або захвату.

На працюючому комбайні забороняється знаходитися стороннім людям.

Необхідно пам'ятати, що максимально допустимий ухил поля, на якому може безпечно працювати зернозбиральний комбайн, складає 5° , а для холостого переїзду – 10° , при цьому швидкість руху має бути не більше 3–4 км/год.

Після зупинки комбайну важіль коробки передач має бути встановлений в нейтральне положення, а молотарка – вимкнена. Щоб уникнути опіків, кришку водяного радіатора відкривати тільки після його охолодження.

Перш ніж поїхати під лінією електропередачі, необхідно переконатися, що відстань до неї від найвищої точки комбайна складає більше 2 м. Якщо ця відстань менша, то проїзд небезпечний.

Для попередження пожежі забороняється:

✓ починати прибирання в масиві великої площі, нерозбитому на ділянки денного вироблення (30–50 га) поздовжніми і поперечними покосами шириною не менше 8 м і без проорювання посередині покосу шириною не менше 4 м, а також за відсутності наготові трактора з плугом для швидкої опашки поля у випадку пожежі;

✓ вносити конструктивні зміни в комбайн без узгодження з органами державного пожежного нагляду;

✓ вивантажувати зерно з комбайнів в машини, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками;

✓ палити, робити зварювальні роботи, застосовувати усі види відкритого вогню в хлібних масивах на відстані менше 30 м від них.

					МВК 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

6. ВИСНОВКИ

Кукурудза – одна з головних культур, не тільки сільськогосподарського виробництва України, але і в світі. На підставі проведеного аналізу технології її вирощування було розроблено технологічну карту вирощування, яка передбачає, не тільки повну механізацію виробничих процесів на всіх операціях, але й стан наявної техніки в господарстві та ґрунтів площ, що відводяться для вирощування сільськогосподарських культур, з врахуванням сучасних технологій виконання окремих операцій. Це дозволить не тільки зберегти родючість ґрунтів, але й отримати більшу врожайність з мінімальними витратами.

В технологічній частині проведені розрахунки, які дозволять оптимізувати роботу агрегату при збиранні врожаю кукурудзи та зменшити витрати при цьому.

В інженерній частині проведенні розрахунки молотильного апарата, які підтверджують працездатність робочого органу після його модернізації.

В розділі охорони праці розроблені заходи щодо безпечної роботи під час збирання врожаю кукурудзи на зерно з використанням зернозбирального комбайна John Deere 9760 STS.

Список використаної літератури

1. <https://agrarii-razom.com.ua/culture/kukurudza-na-zerno>
2. <https://superagronom.com/articles/367-viroschuvannya-kukurudzi-povna-tehnologiya>
3. <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza-tehnologiya-viroshchuvannya-kukurudzi>
4. <http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-kukurudzi-415.html>
5. <https://propozitsiya.com/ua/riznim-zonam-ukrayini-svoya-kukurudza>
6. <https://www.agronom.com.ua/kukurudza-osnovni-vymogy-do-vyroshhuva/>
7. <https://laboulet.com.ua/corntech-ua/>
8. <http://nova.te.ua/statti/suchasna-tehnologiya-vyroshhuvannya-kukurudzy/>
9. <https://astartat.com.ua/Skif-280-Superior>
10. <http://khersonmash.com.ua/ua/catalog/goods/102>
11. Хробостов С.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1973. – 607 с.
12. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 237 с.: іл.
13. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
14. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
15. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

«Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» та «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / Укладачі: С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан, – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 86 с.

16. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.

17. Кукурузоуборочные машины /К.В. Шатилов, Б.Д. Козачек, А.П. Орехов и др. – М.: Машиностроение, 1981. –343 с.

18. <https://autoland.rv.ua/ru/product/kombajn-zernouborochnuj-john-deere-9760-sts-234.html>

19. https://agsolco.com/ua/kukuruznaya_zhatka_dominoni_rock/

20. Сельскохозяйственные машины. Теория и технологический расчет. Под ред. Б.Г.Турбина, П. 1967.

21. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. Под ред. Е.Е. Босого. М., 1977.

22. Сисолін П.В., Т.І. Рибак, Сало В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.

23. Кузьмін А.В. та ін. Розрахунки деталей машин: Довідковий посібник, М, 1986.

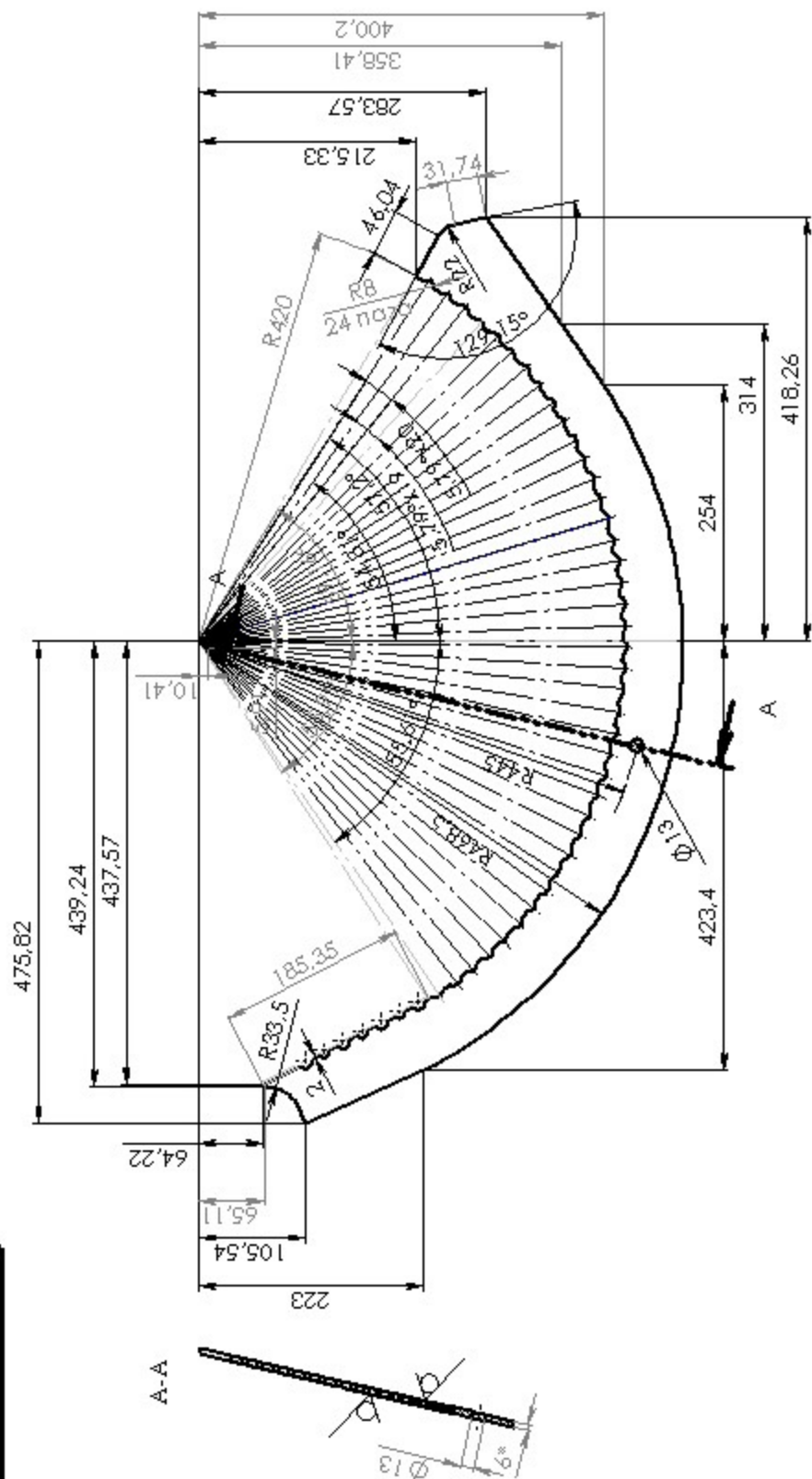
24. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 100 га; довжина гонів – 900 м; величина підйому –3°.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	Висота зрізу стедел 10...15 см. Повнота збирання стедел не менше 98,5%, довжина подріднених часток – 20–50 мм, кількість часток фракції довжиною більше 50 мм – не більше 50%. Не допускається вміст ґрунту в подрідненій масі	Склад агрегату
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Зернозбиральний комбайн John Deere 9760STS та , кукуруддозбиральна жатка Dominonі Rock робоча ширина захвату – 8,4 м; мінімальний радіус повороту – 8,9 м; кінематична довжина агрегату – 5,68 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд комбайну 2. Відрегулювати зазор між відривними пластинами 3. Перевірка гостроти лез різального апарату та подріднювача. 4. Відрегулювати машину на задану висоту зрізу 5. Перевірити стан очисників качанів	Схема регулювання робочих органів жатки
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги: – з петлевидним розворотом – 33,6 м; – з безпетлевидним поворотом – 16,8 м	Схема руху одного циклу
Спосіб руху	Спосіб руху – загінковий всклад	
Швидкість руху	Робоча швидкість – $V_p=6,77$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу –18,14 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,36 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 42,76 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 31,44 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 4,68 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 200,2 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Висоту зрізу стедел 10...15 см заміряють по діагоналі загінки. 2. Повноту зрізання стедел визначають шляхом підрахунку їх залишків на полі на контрольних ділянках і взяття відношення до загальної кількості. 3. Якісну оцінку подріднення листостеблової маси визначають шляхом контрольних заборів подрідненої маси та визначення довжини часток за допомогою вимірювальних приладів.	

						МВК 00. 002 ТЧ				
						Оперативно-технологична карта вирощування кукурудзи на зерно		Лист	Масса	Максимально
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата					-	-	
Разроб.	Елик									
Проб.	Мороз									
Техногр.						Лист	Листов	1		
Нконтр.	Осипов					-		ЦНТУ, гр. АІ-18СКЗ		
Утв.	Свіреня									
Контроль						Форм. № 11				

[illegible]

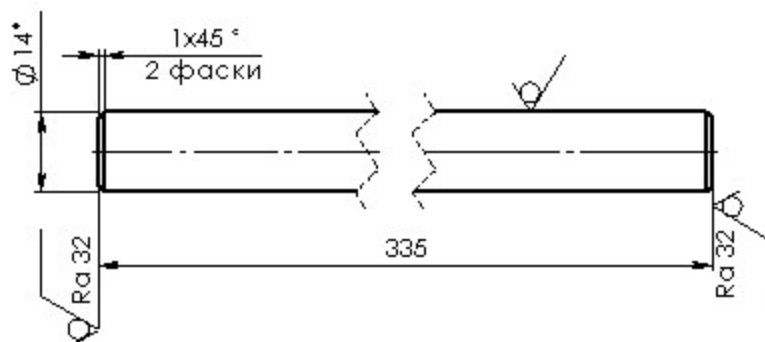
					МВК ОО. 001 ТЧ				
					Технологічна карта	шт.	Масса	Максимум	
Ком./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				-	-	
Разработ.	Блок								
Пробв.	Марка:								
Г.контр.						Лист	Листов		
Н.контр.	Основн.				-	ЦНТУ г. АІ-ІВСКЗ			
Уніт	Собрень								



1. *Розмір для довідок.

[illegible]

МВК 12. 070. 602



1. *Розмір для довідок.

МВК 12. 070. 602

Пруток

Круг 14 ГОСТ 7417-75
Ст 5 ГОСТ 380-71

Лист	Масса	Масштаб
	0,052	1:1
Лист	Листов 1	
ЦНТУ гр. АІ-18СКЗ		

МВК 12. 070. 601

Лист, примеч.

Стрел. №

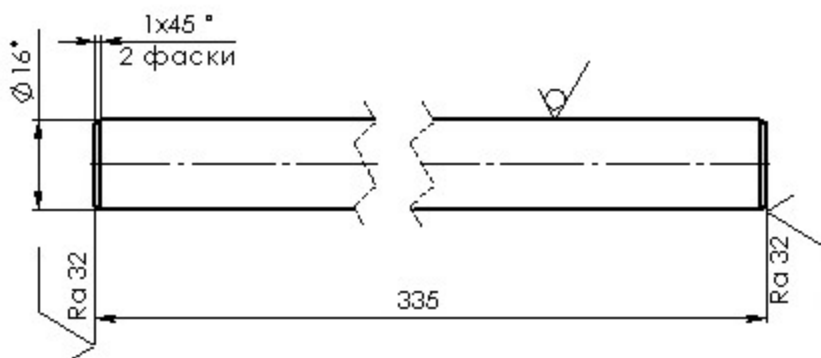
Лист, и дата

Лист, № докум.

Взам. инв. №

Лист, и дата

Лист, № подл.



1. *Розмір для довідок.

МВК 12. 070. 601

Пруток

Круг 16 ГОСТ 7417-75
Ст 5 ГОСТ 380-71

Лист	Масса	Масштаб
1	0,067	1:1
Лист 1	Листов 1	

ЦНТУ
гр. АІ-18СКЗ