

Центральноукраїнський національний технічний університет

Міністерство освіти і науки України

Агротехнічний факультет

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ступенем вищої освіти «Бакалавр»

на тему:

**«Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням
висівного апарата сівалки»**

Виконав студент IV курсу групи АІ-20-ЗСК
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Микола КЛИЧКО

«___» _____ 2023 р.

Керівник проекту

професор, кандидат технічних наук

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2023 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

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2023 року

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

Кличко Микола Олександрович

1. Тема роботи: **«Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням пневмомеханічного висівного апарату сівалки»**
2. Керівник роботи: Васильковський О.М., к.т.н., професор
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 15.06.2023 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту): Удосконалити технологію вирощування кукурудзи та підвищити ефективність роботи пневмомеханічного апарату сівалки

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	01.06.2023	
2	Графічна частина	05.06.2023	
3	Перевірка роботи на доброчесність	15.06.2023	
4	Захист роботи	20-30.06.2023	

Дата видачі завдання

«07» березня 2023 р.

Підпис керівника _____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

Завдання прийнято до виконання

«07» березня 2023 р.

Підпис здобувача _____ Микола КЛИЧКО

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
A4				Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
A1			ДР 00.001 ТЧ	Карта операційно-технологічна	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>інженерній частині</u>		
A1			ДР 00.001 С2	Сівалка точного висіву		
					1	
A1			ДР 00.010 СБ	Висівний апарат	1	
				<u>Деталі</u>		
A3			ДР 00.010.001	Диск	1	
A3			ДР 00.010.002	Кільце	1	
A3			ДР 00.010.003	Кільце	1	
A3			ДР 00.010.604	Вал	1	

ЗМІСТ

1. Вступ	6
2. Аналіз типової технології вирощування кукурудзи	7
3. Операційна технологія сівби	9
4. Інженерна частина	21
5. Охорона праці	35
6. Висновок	40
Список використаної літератури	41
Додатки	43

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

1. ВСТУП

Кукурудза – високоврожайна цінна сільськогосподарська культура, яка давно районована в Україні і з успіхом вирощується на всій її території. Урожайність кукурудзи по зерну складає 70-90 ц/га, а при гарному догляді і сприятливих умовах може сягати 120 ц/га. При цьому, листостеблова маса може використовуватися для згодовування великій рогатій худобі, або використовуватися для подрібнення, пресування у брикети і використовуватися як високоефективне біопаливо.

Ефективність вирощування кукурудзи залежить від технічного забезпечення технологічних процесів, які виконують в ході підготовки до посіву, власне сівби, догляду за посівами і збирання врожаю. При цьому важливим є кожний з перелічених вище етапів.

Використання на кожному етапі надійної і високопродуктивної техніки дозволить знизити затрати матеріальних і технічних ресурсів, що знизить собівартість отриманого зерна і підвищить його конкурентоздатність як на внутрішньому ринку, так і на зовнішньому.

В нашій випусковій роботі виконано спробу вдосконалення технології вирощування кукурудзи шляхом заміни сівалки СУПН-8А удосконаленою дванадцятирядною універсальною сівалкою, оснащеною оригінальними пневмомеханічними висівними апаратами надлишкового тиску, конструкцію яких розроблено на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету.

					ДР 00. 000 ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Кличко				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш
Перевір.	Васильковський							
Н.контр.	Мачок						6	40
Затв.	Лещенко						ЦНТУ, гр. АІ-20-3 СК	

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

2.1. Технологічна карта.

Розглянемо типову технологічну карту вирощування кукурудзи під проектну урожайність по зерну 70 ц/га.

Таблиця 1

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно
(з розрахунку на 100 га посівної площі)

№	Найменування технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Змінна норма виробітку
			Трактор	Машина	
1	Навантаження органічних добрив	400 т	ЮМЗ-6 Л	П – 10	200 т
2	Транспортування добрив	400 т	ЮМЗ-6 Л	2 ПТС – 4	15 т
3	Лущення стерні (двократне)	200 га	ДТ-75	ЛДГ - 10	33 га
4	Внесення оргнічних добрив	100 га	МТЗ-80	РОУ - 6	21,6 га
5	Навантаження туків	30 т	МТЗ-80	ПФ – 0,5	42 т
6	Внесення туків	100 га	ЮМЗ-6Л	РУМ - 5	174 га
7	Оранка	100 га	Т-150	ПЛН-5-35	9,1 га
8	Культивація	100 га	Т-150	СП-11+ КПС-4	25,2 га
9	Боронування	200 га	ДТ-75	СГ-21+ БЗТС-1,0	52,8 га
10	Навантаження насіння	2 т	Вручну		8 т
11	Транспортування насіння і добрив	10 т	МТЗ-80	2ПТС–4	9,6 т
12	Сівба	100 га	МТЗ-82	Весна-8	29,1 га
13	Досходове внесення гербіцидів	100 га	МТЗ-80	ОП-2000	56 га
14	Досходове боронування	100 га	ДТ-75	СГ-21+	45,9 га
15	Боронування сходів	100 га		БЗТС-1,0	34,4 га
16	I міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	КРН-5,6	21,95 га
17	II міжрядний обробіток	100 га			24,96 га
18	III міжрядний обробіток	100 га			28,24 га
19	Збирання кукурудзи на зерно	100 га	ДОН-1500		19,1 га

2.2. Опис основних операцій.

Лущення стерні проводиться на глибину 7 – 10 см, безпосередньо після збирання попередньої культури. Для лущення застосовують дисковий лущильник ЛДГ – 10, який агрегують з трактором ДТ-75 або аналогічним за тяговим класом. Обробка лущильником повинна забезпечити якісне подрібнення рослинних часток, мілке рихлення ґрунту. Завдяки лущенню зберігається ґрунтова волога, зменшується температура поверхневого шару ґрунту завдяки мульчуванню.

Внесення органіки – перегною, або компосту проводять після лущення за допомогою розкидувача РОУ – 6, який агрегується з тракторами типу МТЗ-80. Норма внесення перегною становить 4...5 т/га. Завдяки внесенню органіки підвищується родючість ґрунту і збільшується врожайність культури.

Внесення туків (гранульованих мінеральних добрив) проводять через 12 – 14 днів після лущення і безпосередньо перед оранкою. Внесення туків проводять розкидувачем мінеральних добрив РУМ-5, якого агрегують з трактором ЮМЗ-6, або МТЗ-80. Норма внесення – 7...10 кг діючої речовини азоту на 1 т рослинних решток та половину потреби в азоті на запланований урожай кукурудзи. Калійні і фосфорні – K_2O і P_2O_5 вносять з розрахунку забезпечення ґрунту на запланований урожай.

Оранку ґрунту проводять полицевим плугом ПЛН-5-35, який агрегують з трактором ДТ-75, або Т – 150. Обробку здійснюють на глибину 27...32 см для рівномірної заробки добрив і рослинних решток у орному шарі, збільшення його водопроникності, зменшення грудок і утворення гомогенного шару.

Весняну культивуацію проводять на глибину 8 – 12 см за допомогою культиваторів КПС-4 які з'єднують за допомогою зчіпок СП-11 у для збільшення ширини захвату, а значить і продуктивності роботи. Такий широкозахватний агрегат агрегують з тракторами Т – 150. Можна також

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

проводити культивувацію у складі КПС-4 і трактора МТЗ-80/82, однак продуктивність широкозахватного агрегату більша майже втричі.

Головною задачею весняної культивуації є затримка вологи, насичення верхнього шару киснем, боротьба з бур'янами а також вирівнювання поверхні поля для якісної сівби насіння.

Ранньовесняне боронування проводять з огляду на фізичну зрілість ґрунту у верхньому шарі. Глибина обробки становить 4-6 см. Використовують для здійснення боронування борони БЗТС-1,0 які за допомогою зчіпки СП-17 агрегують з гусеничним трактором ДТ-75 для зменшення сили тиску на поверхню поля. Метою боронування є збереження вологи, знищення бур'янів та остаточна підготовка – вирівнювання ґрунту під сівбу.

Сівбу насіння кукурудзи проводять при нагріванні ґрунту до 12 °С на глибині сівби. Для сівби застосовують сівалку Весна-8, яку агрегують з тракторами МТЗ-82. Глибина сівби насіння – 6 см. Густоту майбутніх рослин визначають біологічні особливості гібридів та ґрунто-кліматичні умови.

Досходове внесення гербіцидів проводять протягом 4 діб після сівби. Його проводять не завжди, а лише в разі необхідності – при появі великої кількості бур'янів. Метою операції є боротьба з бур'янами протягом 1...1,5 місяців. Використовують препарати груп триазинів, хлорацеталінідів тощо. Норма внесення розчину 300...400 л/га. Для внесення гербіцидів застосовують оприскувач ОП-2000, який агрегують з трактором МТЗ-80.

Досходове боронування проводять з метою збереження ґрунтової вологи та руйнування кірки для кращого проростання культури. При досходовому боронуванні використовують легкі борони БЗЛС-1,0 які за допомогою зчіпки СП-17 агрегують з гусеничним трактором ДТ-75 для зменшення сили тиску на поверхню поля.

Міжрядну культивуацію проводять за необхідності, але не раніше 6 – 7 тижнів після сівби. Її метою є знищення бур'янів, збереження вологи та

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

елементів живлення та насичення киснем поверхневого шару ґрунту. Крім того, у випадку утворення ґрунтової кірки після опадів здійснюють рихлення на глибину до 8 см. Міжрядну культивуацію проводять просапним культиватором КРН-5,6, який агрегують з трактором МТЗ-80, або іншого – класу 1,4-2 т.

Під час міжрядної культивації важливо не допускати підрізання рослин та засипання їх ґрунтом.

Збирання кукурудзи прямим комбайнуванням проводять досягненні вологості зерна в качанах – 28 %, що можливо наприкінці фази воскової та досягненні повної спілості. Збирання прямим комбайнуванням з одночасним обмолотом качанів здійснюють комбайном ДОН-1500, який оснащують кукурудзозбиральною приставкою КМД-6. При цьому молотарку та систему очистки комбайна налагоджують для роботи з приставкою для зменшення втрат і пошкодження зерна.

2.3. Висновок

Розглянувши типову технологічну карту вирощування кукурудзи можна зазначити, що об’єктивно, перелік і найменування основних операцій відповідає потребам, однак удосконалити технологію можна шляхом заміни менш продуктивних агрегатів, більш продуктивними. Зокрема, під час сівби насіння кукурудзи використовується сівалка Весна-8, оснащена вісьмома пневмомеханічними висівними апаратами вакуумної дії. В той же час, збирання кукурудзи здійснюється шестирядковою приставкою КМД-6, що в разі збоїв у забезпеченні стикових міжрядь може призводити до втрат. Тому логічним є збільшення робочої ширини сівалки до 12 рядків, яке дозволить забезпечити і узгодження з комбайном, і підвищення продуктивності посівної операції.

Обґрунтування запропонованого удосконалення технології наведемо нижче, шляхом розрахунків основних показників операції.

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ

З метою оцінки ефективності роботи запропонованого агрегату у складі дванадцятирядкової сівалки і трактора МТЗ-82 проведемо порівняння основних показників його роботи з базовим – у складі сівалки Весна-8 і того ж трактора.

Робочі швидкості і зусилля на гаку для базового і модернізованого агрегату становлять:

Для базового агрегату: $v_{\bar{o}} = 7,24$ км/год, $P_{\text{зак } \bar{o}} = 14,0$ кН.

Для модернізованого агрегату: $v_{\text{м}} = 7,24$ км/год, $P_{\text{зак м}} = 14,0$ кН.

Тягове зусилля трактора з урахуванням можливого ухилу поля:

$$P = P_{\text{зак}} - G_{\text{тр}} \cdot i \quad (3.1)$$

де $P_{\text{зак м}} = 14,0$ – тягове зусилля трактора, кН,

$G_{\text{тр}} = 33,4$ кН – вага трактора,

$i = 0,04$ – величина ухилу (підйому) поля.

З урахуванням вище вказаного, тягове зусилля трактора з урахуванням можливого ухилу поля буде рівним

$$P_{\bar{o}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,02 = 13,33 \text{ кН};$$

$$P_{\text{м}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,04 = 13,33 \text{ кН}.$$

Розрахуємо найбільшу ширину захвату сівалок з урахуванням забезпечення балансу потужності трактора:

$$B_{\text{max}} = \frac{P}{K + R_i}, \quad (3.2)$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

де $K=1,4$ кН/м – питомий опір кукурудзяних сівалок;

R_i – додатковий опір при русі на підйом, кН/м.

Додатковий опір при русі на підйом:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (3.3)$$

де $B_{K\delta}=5,6$ м – робоча ширина сівалки Весна-8;

$B_{Km}=8,4$ м – робоча ширина модернізованої сівалки (12 рядків);

$G_{M\delta} = 12,8$ кН – вага сівалки Весна-8;

$G_{mm} = 15$ кН – приблизна вага модернізованої сівалки.

Таким чином, додатковий опір при русі на підйом буде рівним

$$R_{i\delta} = \frac{13,33}{5,6} \cdot 0,02 = 0,05 \text{ кН/м};$$

$$R_{inp} = \frac{13,33}{8,4} \cdot 0,02 = 0,03 \text{ кН/м}.$$

Найбільша ширина захвату сівалок з урахуванням забезпечення балансу потужності трактора:

$$B_{max\delta} = \frac{13,33}{1,4 + 0,05} = 9,2 \text{ м};$$

$$B_{maxnp} = \frac{13,33}{1,4 + 0,03} = 9,3 \text{ м}.$$

Можлива кількість сівалок в агрегаті:

$$n_c = \frac{B_{max}}{B_K} \quad (3.4)$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$n_{\sigma} = \frac{9,2}{5,6} = 1,6; \quad n_{\text{м}} = \frac{9,3}{8,4} = 1,1.$$

Розрахуємо тяговий опір агрегатів:

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (3.5)$$

$$R_{\sigma} = (1,4 + 0,05) \cdot 5,6 \cdot 1 = 8,12 \text{ кН};$$

$$R_{\text{м}} = (1,4 + 0,03) \cdot 8,4 \cdot 1 = 12,0 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора буде дорівнювати

$$\eta = \frac{R}{P} \quad (3.6)$$

$$\eta_{\sigma} = \frac{8,12}{13,33} = 0,61;$$

$$\eta_{\text{мз м}} = \frac{12,0}{13,33} = 0,9.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля для модернізованого агрегату найбільш повно завантажує двигун трактора.

Змінна продуктивність агрегатів:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot T, \quad (3.7)$$

V – робоча швидкість агрегату, км/год.

T_p – чистий робочий час, год.

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

Робоча швидкість агрегату, з урахування пробуксовування дорівнює

$$V = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.8)$$

де $V_T = 7,24$ км/год – теоретична швидкість руху агрегату;

$\delta = 10$ % – коефіцієнт пробуксовування.

Таким чином

$$V_{\delta} = 7,24 \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 6,52 \text{ км/год};$$

$$V_{\text{м}} = 7,24 \cdot \left(1 - \frac{10}{100} \right) = 6,52 \text{ км/год}.$$

Чистий робочий час:

$$T_p = T_{\text{зм}} \cdot \tau, \quad (3.9)$$

де $T_{\text{зм}} = 8,0$ год – час зміни, год.;

$\tau = 0,8$ – приблизний коефіцієнт використання часу зміни.

Таким чином, чистий робочий час буде рівним

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

З врахуванням розрахованих значень, змінна продуктивність буде

$$W_{\text{змб}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,52 \cdot 6,4 = 22,5 \text{ га/зм};$$

$$W_{\text{змм}} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 6,52 \cdot 6,4 = 35 \text{ га/зм}.$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		14

Розрахуємо питомі витрати палива:

$$Q_{za} = \frac{Q_{zm}}{W_{zm}}, \quad (3.10)$$

де Q_{zm} – витрата палива (змінна), кг/зм;

W_{zm} – змінна продуктивність, га/зм.

$$Q_{zm} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (3.11)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – годинні витрати палива трактором МТЗ-82 при сівбі, холостому русі і на зупинках, відповідно,

T_p, t_x, t_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок.

Годинні витрати палива трактором МТЗ-82, згідно з довідковими даними становлять, відповідно:

$Q_p=18$ кг/год;

$Q_x=12$ кг/год;

$Q_z=3$ кг/год;

Час робочих і холостих рухів, час зупинок

$$t_x = t_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2}, \quad (3.12)$$

де T_{zm} – час зміни, $T_{zm}=8,0$ год;

$T_p=6,4$ год – розрахований вище чистий робочий час.

Таким чином:

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,4}{2} = 0,8 \text{ год.}$$

Таким чином, змінні витрати палива базового і модернізованого агрегатів будуть рівними

$$Q_{з\text{мб}} = 18 \cdot 6,4 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,8 = 127,2 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{з\text{мпр}} = 18 \cdot 6,4 + 12 \cdot 0,8 + 3 \cdot 0,8 = 127,2 \text{ кг/зм}.$$

Тож питомі витрати палива будуть дорівнювати

$$Q_{габ} = \frac{127,2}{22,5} = 5,65 \text{ кг/га};$$

$$Q_{гапр} = \frac{127,2}{35} = 3,6 \text{ кг/га}.$$

Таким чином можемо зробити висновок, що запропонована модернізація технології дозволяє не тільки узгодити кратність ширини посівного і збирального агрегатів, а й підвищити продуктивність і знизити витрати палива на 2,05 кг/га.

Проведемо розробку операційно-технологічної карти на сівбу насіння кукурудзи.

Поворотну смугу при петльових грушовидних поворотах розраховують за формулою

$$E = 3R_{\text{min}} + L_a, \quad (3.13)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту.

L_a – кінематична довжина агрегату.

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

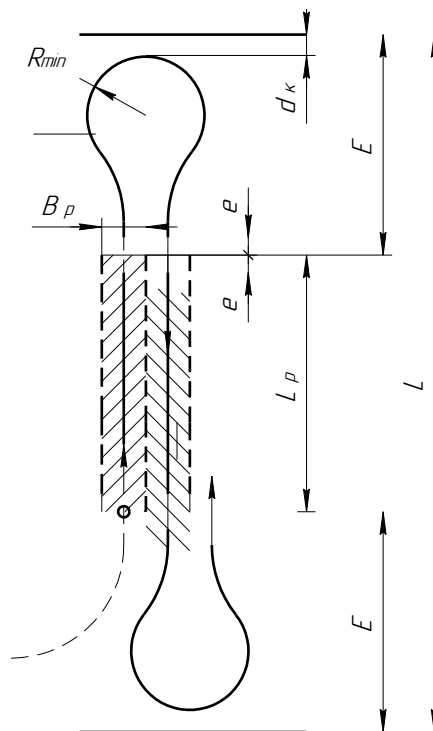


Рис. 3.1. Схема руху агрегату по полю

Мінімальний радіус повороту агрегату розраховують за формулою:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 8,4 = 14,28 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначають за формулою:

$$L_a = L_{mp} + L_M, \quad (2.14)$$

де $L_{mp} = 0,94$ м – кінематична довжина трактора МТЗ-82;

$L_M = 1,5$ м – орієнтовна кінематична довжина модернізованої сівалки.

Кінематична довжина агрегату дорівнює

$$L_a = 0,94 + 1,5 = 2,44 \text{ м.}$$

Таким чином поворотна смуга матиме розмір

$$E = 3 \cdot 14,28 + 2,44 = 45,3 \text{ м.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ДР 00. 000 ПЗ

Арк.

17

Однак, ширина поворотної смуги має бути кратною до ширини агрегату. Тому проведемо уточнення ширини поворотної смуги через кратність проходів:

$$K = \frac{E}{B}, \quad (2.15)$$

$$K = \frac{45,3}{8,4} = 5,4.$$

Приймаємо кратність $K=6$.

Значить дійсна уточнена ширина поворотної смуги дорівнює

$$E = 6 \cdot 8,4 = 50,4 \text{ м.}$$

Довжину виїзду агрегату, що використовує задню навіску розраховують за формулою:

$$e = 0,1 \cdot L_a = 0,1 \cdot 2,44 = 0,244 \text{ м} \quad (2.16)$$

Коефіцієнт робочих ходів розраховують за формулою

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.17)$$

де L_p , L_x – середні значення робочої довжини заїмки та довжини холостого ходу.

В нашому випадку агрегат є симетричним, тож будемо використовувати самий продуктивний – човниковий спосіб руху.

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для човникового руху робочу довжину загінки розраховують за формулою

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (2.18)$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 50,4 = 899,2 \text{ м};$$

Довжину холостого ходу розраховують за формулою

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (2.19)$$

де l – довжина виїзду агрегату.

Довжину виїзду агрегату розраховують за формулою

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot 2,44 = 1,22 \text{ м};$$

Тоді довжину холостого ходу буде рівною

$$L_x = 6 \cdot 14,28 + 2 \cdot 1,22 = 88,12 \text{ м}.$$

Тоді

$$K_p = \frac{899,2}{899,2 + 88,12} = 0,91.$$

Це свідчить про гарне використання робочого часу і високу продуктивність проведення робіт.

Розрахуємо основні технологічні показники роботи агрегату під час сівби кукурудзи.

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

Тривалість одного циклу розраховують за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (2.20)$$

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

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 899,2}{10^2 \cdot 6,52} + 2 \cdot 1,5 = 19,6 \text{ хв} \approx 0,33 \text{ год.}$$

Технічну продуктивність за цикл розраховують за формулою

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (2.21)$$

де $\tau=0,8$ – приблизний коефіцієнт використання робочого часу.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 8,4 \cdot 6,52 \cdot 0,33 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (2.22)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{35}{1,44} = 24,22 \text{ цикл/зм.}$$

Прийmemo $n_{\text{ц}} = 24$ цикл/зм.

Операційну карту з розрахованими показниками виконання операції сівби наведено у графічній частині роботи.

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

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис об'єкту розробки.

Модернізована бурякова сівалка (рис. 4.1) з 12-ма висівуючими апаратами надлишкового тиску є начіпна машина з двома пневматичними опорно-приводними колесами, які здійснюють привод по 6-ти висівуючих і 3-х туковисівуючих апаратів кожне.

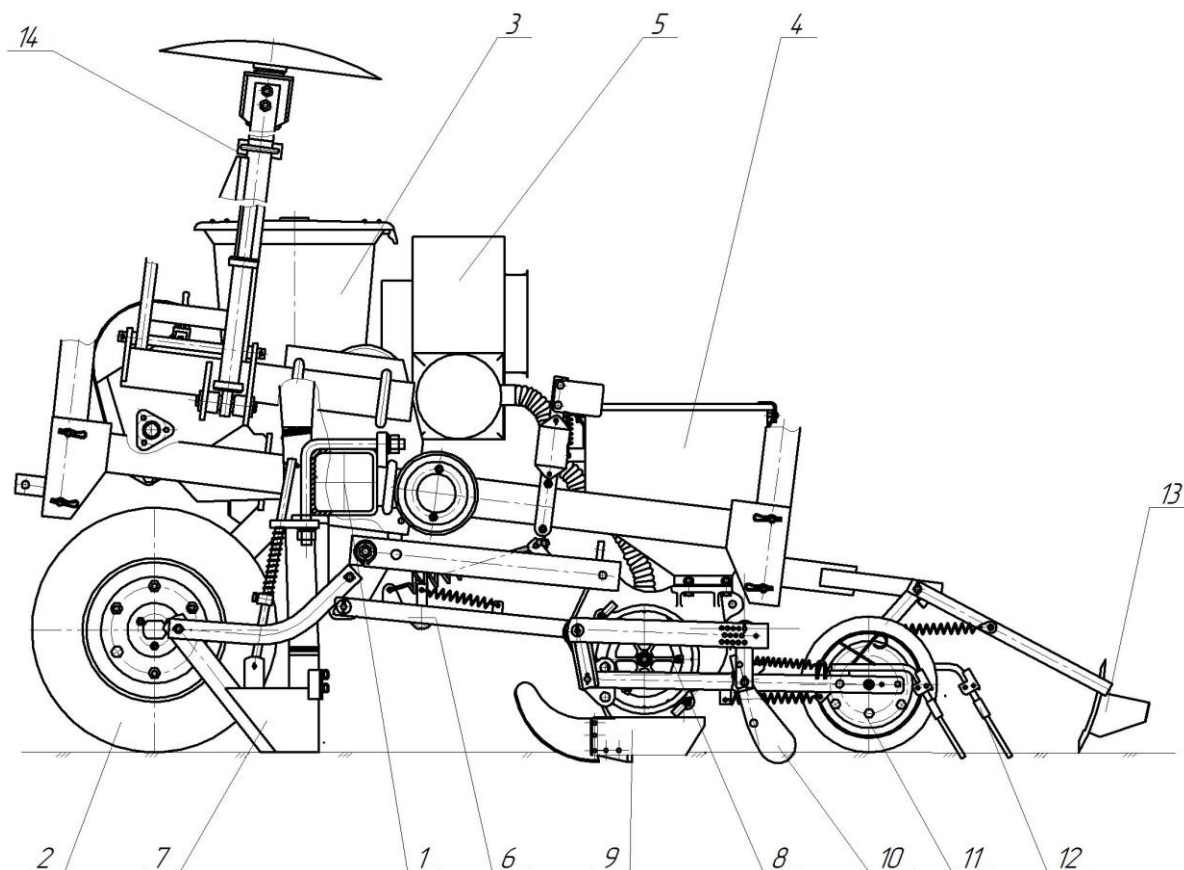


Рис. 4.1. Модернізована сівалка:

1- рама, 2- опорно-приводне колесо, 3- туковисівний апарат, 4- зерновий бункер, 5- вентилятор з гідравлічним приводом, 6- паралелограмна підвіска, 7- туковий сошник, 8- модернізований висівний апарат надлишкового тиску, 9- зерновий сошник, 10- загортач, 11- колесо секції, 12- пружинний зуб, 13- слідопоказчик, 14- маркер.

Робочий тиск в робочих камерах висівуючих апаратів створюється за допомогою двоканального відцентрового вентилятора, який приводиться за допомогою гідромотора від гідравлічної системи трактора. 12 секцій робочих органів з'єднані з рамою сівалки за допомогою паралелограмних підвісок, а

на торцях бруса рами закріплені маркери , які мають гідравлічний привод . Сошники для висіву насіння мають полозовидний тип із звуженим наральником. Для висіву мінеральних добрив – двохстрочні сошники на окремій радіальній підвісі.

Висівний апарат надлишкового тиску (рис. 4.1) з вертикальним висівним диском, робочі отвори (комірки) на якому розташовані на його периферії і їх робочій об'єм створюється рухомою поверхнею диску і нерухомою циліндричною поверхнею швидкозйомного кільця, останнє яке закріплене до корпусу апарату і має відповідні порожнини для зняття зайвого насіння пневмовідцентровим методом розкриття комірок в зоні викиду насіння.

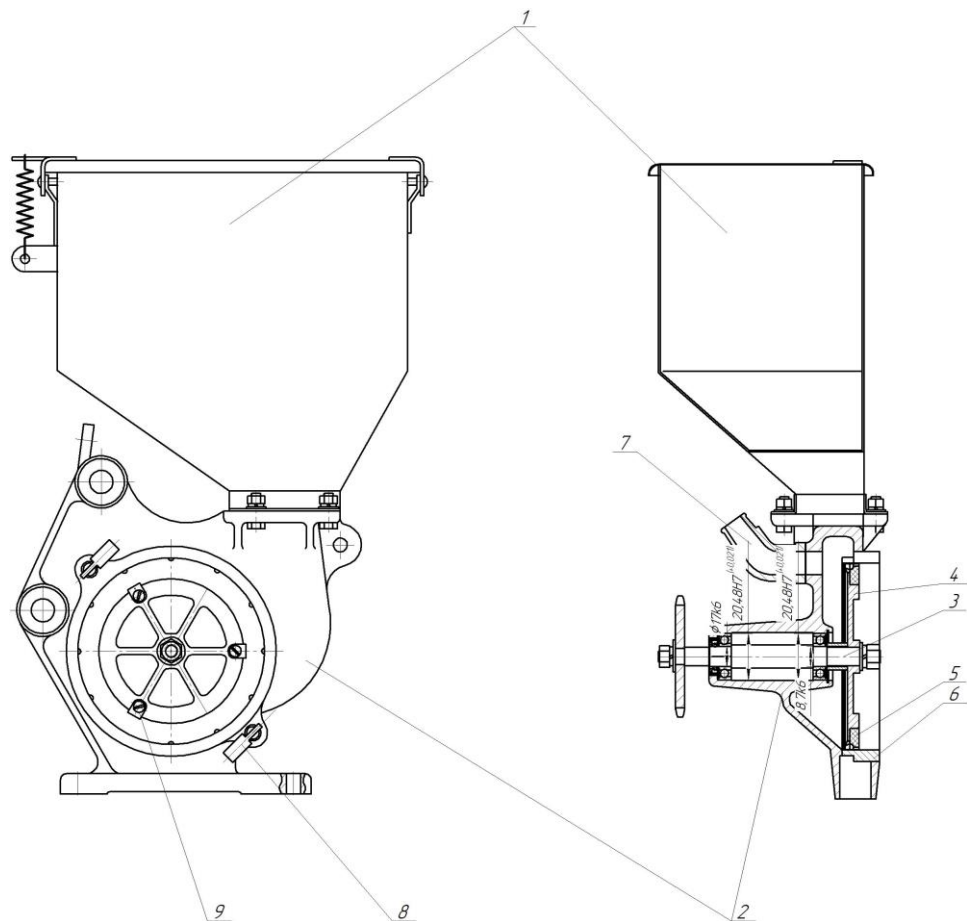


Рис. 4.2. Модернізований висівний апарат надлишкового тиску:

1- бункер, 2- корпус, 3- вал, 4- диск, 5- кільце висівне (змінне), 6- кільце, 7- патрубок нагнітальний, 8- кронштейн швидкозйомний, 9- фіксатор кільця висівного.

Конструкція висівного диска має змінне кільце – робочу частину, на якій розміщені комірочки відповідного розміру та, власне, диск – основу до якої закріплюється змінне кільце.

Службова частина змінного кільця висівного диску має посадкову поверхню і захоплюючі виступи на його периферії.

Принцип роботи сівалки полягає в наступному.

Під час руху сівалки по полю опорно – привідні колеса передають крутний момент на висіваючі і туковисіваючі апарати з допомогою ланцюгових передач . Насіння, яке знаходиться у бункері заповнює робочу камеру апарата збоку висівного диску, який обертається навколо горизонтального валу. Під дією надлишкового тиску повітря яке поступає в робочу камеру апарата від вентилятора, насіння в робочій камері корпуса заповнює комірочки, в процесі руху яких здійснюється самоскид залишкового насіння. Для цього в верхньої частини робочої камери біля внутрішнього торцю висівного диску на кільці зроблено спеціальне заглиблення в яке западає залишкове насіння. Останнє насіння в комірках диску виноситься в зону викидання, це закінчується опорна циліндрична поверхня кільця і комірочки розкриваються та насіння випадає в борозну, яку утворює насіннєвий сошник.

Однозначно крутний момент від опорно привідних коліс посередництвом ланцюгового механізму передач передається на туковисіваючі апарати, тобто на їх пружинні шнеки, які виносять мінеральне добриво в два тукоопроводи і далі потім туки попадають в борозни тукового сошника.

Регулювання норми висіву насіння здійснюється двома способами: зміною кількості комірок на висіваючому диску та зміною швидкості обертання останнього.

Зміна кількості комірок здійснюється заміною робочого кільця висіваючого диску, а зміна швидкості обертання останнього – зміною

передаточного відношення ланцюгової передачі на висівний апарат за допомогою коробки зміни передач.

Всі регулювання сівалки , контроль за її роботою та обслуговування здійснюється трактористом.

4.2. Розрахунок норми висіву насіння

Норму висіву (в штуках насінин на погонний метр) розраховують за формулою

$$N = \frac{z \cdot i}{3,14 \cdot D}, \quad (4.1)$$

де $z=16$ шт – кількість отворів в висівному диску;

i – передаточне число;

$D=0,51$ м – діаметр опорно–приводного колеса,.

Визначаємо загальне передаточне число, необхідне для забезпечення заданої норми висіву:

$$i = 0,114 \frac{Q}{z}, \quad (4.2)$$

де $Q=70$ тис. шт./га – прийнята середня норма висіву насіння кукурудзи;

Отже, передаточне число дорівнює

$$i = 0,114 \cdot \frac{70}{16} = 0,499$$

Отже норма висіву (в штуках насінин на погонний метр) буде рівною

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		24

$$N = \frac{16 \cdot 0,499}{3,14 \cdot 0,51} = 4,99 \text{ шт/п.м.}$$

4.3. Розрахунок вильоту маркера

При водінні трактора правим колесом по сліду маркера довжина правого і лівого маркера визначається за формулами, м:

$$l_n = \frac{A - C}{2} + b_{cm}, \quad (4.3)$$

$$l_n = \frac{A + C}{2} + b_{cm}, \quad (4.4)$$

де A – відстань між крайніми сошниками, м:

$$A = B - b, \quad (4.5)$$

де $B=8,4$ – ширина захвату сівалки;

b – ширина міжрядь, $b=0,7$ м.

Отже

$$A = 8,4 - 0,7 = 7,7 \text{ м.}$$

$b_{ст}=b$ – ширина міжрядь, $b_{cm}=0,7$ м;

C – відстань між серединами передніх коліс, $C=1,4$ м.

Таким чином, при водінні трактора правим колесом по сліду маркера довжина правого і лівого маркера дорівнюватимуть

$$l_n = \frac{7,7 - 1,4}{2} + 0,7 = 3,85 \text{ м,}$$

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

$$l_{\text{л}} = \frac{7,7 + 1,4}{2} + 0,7 = 5,25 \text{ м.}$$

4.4. Визначення параметрів пневмосистеми і обґрунтування параметрів вентилятора.

Для забезпечення задовільної роботи висівного апарату при сівбі насіння кукурудзи необхідно забезпечити в робочій камері надлишковий тиск 0,4 кПа, що здійснюється за допомогою відцентрового вентилятора, який подає повітря по двом повітропроводам з прийнятим діаметром $D_1 = 70$ і довжинами L_1 відповідно на лівий чи правий бік сівалки, з яких здійснюється його розподіл до кожного висівного апарату шлангами з діаметром $d_2 = 32$ мм і довжинами $l_2 = 0,45$ м.

Довжини труб повітропроводів розраховують за формулою

$$L_1 = \frac{B - b}{2}, \quad (4.6)$$

де $B = 8,4$ м – ширина захвату сівалки,

$b = 0,7$ м – ширина міжряддя.

Отже, довжини труб повітропроводів дорівнюють

$$L_1 = \frac{8,4 - 0,7}{2} = 3,85 \text{ м.}$$

Решту розрахунків пневмосистеми здійснюємо згідно стандартної методики [7].

Розрахуємо витрати повітря, що проходить крізь робочі отвори комірок, щілини між диском і змінним робочим кільцем апарата, а також канал скидання зайвого насіння, які розраховують за формулою

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

$$Q = M \cdot S \cdot K \cdot \sqrt{(2g \cdot H) / \gamma}$$

де $M = 0,7$ – коефіцієнт витрат, [7]

S – загальна площа зазорів, крізь які проходить повітря;

$K = 12$ кількість висівних апаратів на сівалці;

$H = 0,4 \text{ к Па} = 400 \text{ Па}$ – тиск повітря в робочій камері;

$\gamma = 11,8 \text{ Н / м}^3$ – об’ємна вага повітря.

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

S_1 – площа отворів комірок (рис. 4.3);

S_2 – площа зазору між диском і кільцем;

S_3 – площа перерізу канту, яка приблизно перевищує площу поперечного перерізу захоплюючого зуба змінного диску.

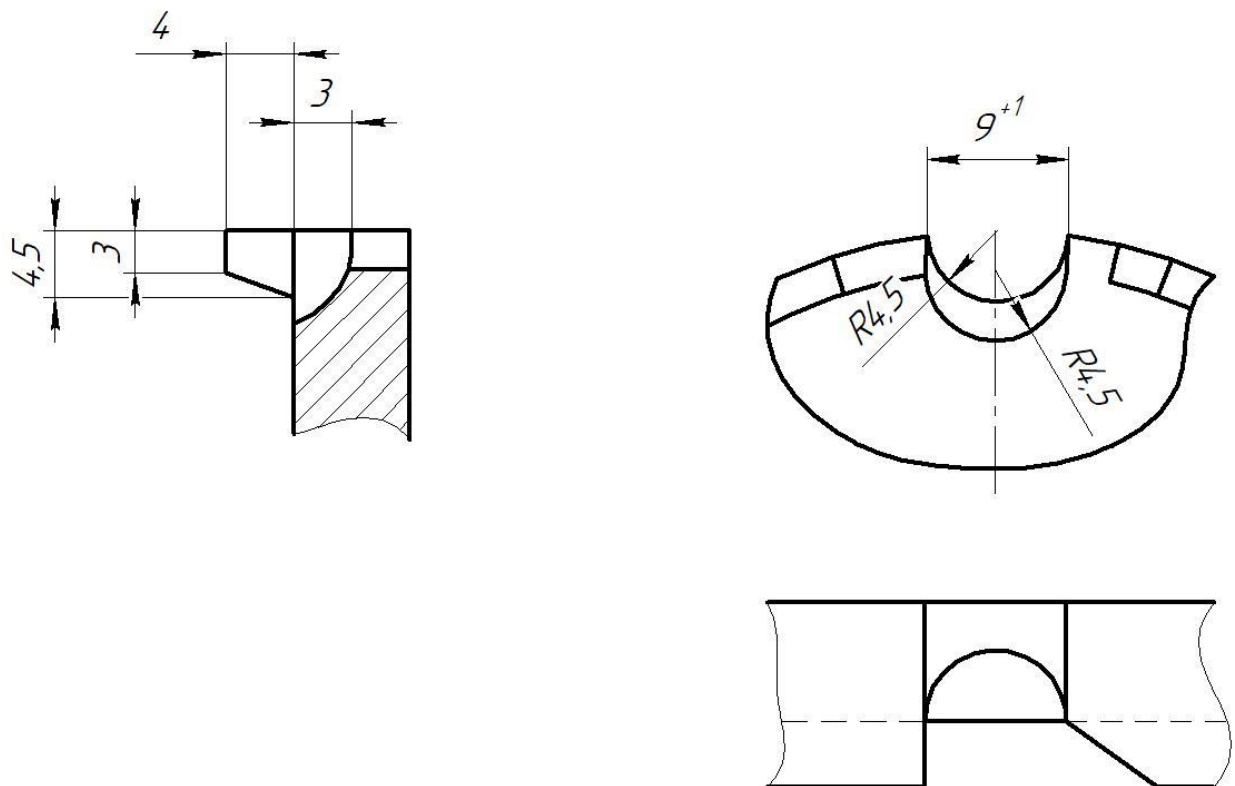


Рис. 4.3. Схема комірки на змінному диску

Площу отворів розраховують за формулою

$$S_1 = \pi \cdot R^2 \cdot z,$$

де $R = 4,5 \text{ мм} = 0,0045 \text{ м}$ – радіус комірки;

$z = 16$ – кількість комірок на висівному диску.

Отже, площа робочих отворів комірок буде дорівнювати

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 0,0045^2}{2} \cdot 16 = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Площу зазору між диском і робочим кільцем розраховують за формулою

$$S_2 = \pi \cdot D^2 \cdot s$$

де $D = 0,16 \text{ м}$ – діаметр диска;

$s = 0,0002 \text{ м}$ – зазор між диском і кільцем.

Отже, площа щілини між диском і робочим кільцем дорівнює

$$S_2 = 3,14 \cdot 0,16^2 \cdot 0,0002 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ мм}^2$$

Площу перерізу вихідного канту розраховують за виразом

$$S_3 = 3 \cdot (4,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-3}) = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Тоді загальна площа отворів в апараті крізь які проходить повітря буде дорівнювати

$$S = 0,5 \cdot 10^{-4} + 1,6 \cdot 10^{-4} + 5,4 \cdot 10^{-4} = 0,12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Отже, витрати повітря крізь робочі отвори комірок та щілини між диском і робочим кільцем апарата, а також відкидний канал будуть дорівнювати

$$Q = 0,7 \cdot 0,12 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot 400) / 11,84} = 0,026 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначаємо швидкість повітря в повітряних проводах, при цьому враховуємо те, що знайдені витрати розподіляються на два канали порівну, але потім з кожного трубопроводу діляться ще на 6 частин .

Таким чином, пневмосистему сівалки слід розглянути як складну схему повітропроводів, яка включає як послідовно з'єднані труби, так паралельно.

На кожному ділянці довжини повітропроводу витрати повітря зменшуються:

$$Q = Q/12$$

Тоді

$$Q_1 = Q_2/2 = 6 \cdot Q/12; \quad Q_2 = Q/2 - Q/12 = 5 \cdot Q/12$$

$$Q_3 = 5 \cdot Q/12 = Q/12 = 4 \cdot Q/12 \text{ і т.д.}$$

$$Q_4 = 3 \cdot Q/12; \quad Q_5 = 2 \cdot Q/12; \quad Q_6 = Q/12 = 0,026/12 = 0,0022 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$Q_5 = 2 \cdot 0,0022 = 0,0044 \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q_4 = 3 \cdot 0,0022 = 0,0066;$$

$$Q_3 = 4 \cdot 0,0022 = 0,0088; \quad Q_2 = 5 \cdot 0,0022 = 0,011$$

$$Q_1 = 6 \cdot 0,0022 = 0,0132$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Швидкості повітря розраховують за формулою

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot d_2} \text{ м/с}$$

Для першого перерізу:

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_2} = \frac{4 \cdot 0,0132}{3,14 \cdot 0,07} = 0,24 \text{ м/с}$$

Аналогічно розраховуємо швидкості в інших точках трубопроводу

$$V_2 = 0,2 \text{ м/с}; \quad V_3 = 0,16 \text{ м/с} \quad V_4 = 0,12 \text{ м/с}$$

$$V_5 = 0,08 \text{ м/с}; \quad V_6 = 0,04 \text{ м/с}.$$

Числа Рейнолдса для потоку повітря в шлангах:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

де $\nu = 1,5 \cdot 10^{-4}$ – кінематична густина повітря.

$$Re_1 = \frac{V_1 \cdot d_1}{\nu} = \frac{0,24 \cdot 0,07}{1,5 \cdot 10^{-4}} = 112;$$

Аналогічно визначимо і для інших трубопроводів:

$$Re_2 = 93,3; \quad Re_3 = 74,6; \quad Re_4 = 59,7;$$

$$Re_5 = 44,8; \quad Re_6 = 29,9; \quad Re_7 = 13,65$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перевіримо умову:

$$500 \cdot \frac{d}{Re} = 5600 \leq Re_{1,2,3,4,5,6,7}$$

Визначимо

$$500 \cdot \frac{d}{Re} = 1,4 \cdot 10,5 > Re_1$$

Значення $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ розраховуємо за формулою

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{Re}{d} \right)^{0,25}$$

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{112} + \frac{112}{70} \right)^{0,25} = 0,134$$

Аналогічно визначимо решту коефіцієнтів

$$\lambda_2 = 0,132;$$

$$\lambda_3 = 0,1304;$$

$$\lambda_4 = 0,1306;$$

$$\lambda_5 = 0,1333;$$

$$\lambda_6 = 0,141;$$

$$\lambda_7 = 0,1659.$$

Підставимо значення коефіцієнтів λ в формулу для визначення сумарних втрат тиску по довжині, Па:

$$\begin{aligned} \sum \Delta H_e = & \frac{1,2 \cdot 0,45}{2 \cdot 0,07} (0,134 \cdot 2 \cdot 0,24^2 + 0,132 \cdot 0,2^2 + 0,1304 \cdot 0,16^2 + 0,1306 \cdot 0,12^2 + \\ & + 0,1333 \cdot 0,12^2 + 0,141 \cdot 0,08^2) + 0,1659 \cdot \frac{0,45 \cdot 1,2 \cdot 0,24^2}{2 \cdot 0,032} = 442 \end{aligned}$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначаємо втрати тиску в пневмосистемі на місцеві опори за формулою

$$\sum \Delta H_M = \xi \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору.

В нашому випадку місцевий опір пов'язаний із переходом з труби (шлангу) 0,032 м. Крім того ми маємо два різких повороти під кутом 90°, а також різке розширення повітропроводу при вході до висівних апаратів.

Тож, місцеві втрати тиску розраховують за рівнянням

$$\sum \Delta H_M = \xi_{зг} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} + \xi_{нов} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2} + \xi_{пп} \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

де $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – об'ємна маса повітря.

Згідно [7], нами прийняті орієнтовні значення коефіцієнтів:

$$\xi_{зг} = 0,2; \quad \xi_{нов} = 0,4; \quad \xi_{пп} = 1,5$$

Тоді місцеві втрати тиску будуть дорівнювати

$$\sum \Delta H_M = 0,2 \cdot \frac{1,2 \cdot 0,24^2}{2} + 0,4 \cdot \frac{1,2 \cdot 0,24^2}{2} + 1,5 \cdot \frac{1,2 \cdot 0,24^2}{2} = 0,07 \text{ кПа} = 70 \text{ Па}$$

Таким чином, повні втрати тиску будуть дорівнювати

$$\sum \Delta H = \sum \Delta H_e + \sum \Delta H_M = 442 + 70 = 512 \text{ Па}$$

Тиск вентилятора розраховують за виразом

$$H_v = H_{ва} + \sum \Delta H = 400 + 512 = 912 \text{ Па}$$

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Потужність , необхідна на привод вентилятора

$$N = \frac{Q_6 \cdot H_6}{\eta_6} \cdot \kappa_3,$$

де $\eta_6 = 0,4$ – об'ємний коефіцієнт корисної дії вентилятора;

$\kappa_3 = 1,5 \dots 2$ - коефіцієнт запасу потужності.

Тож, потрібна потужність вентилятора буде рівною

$$N = \frac{0,026 \cdot 912}{0,4} \cdot 2 = 118,6 \text{ Вт.}$$

4.5. Розрахунок об'єму бункерів для насіння .

Рациональний об'єм насінневих бункерів буде рівним [8].

$$V = \frac{K_3 \cdot l \cdot n \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}$$

де $K_3 = 1,1$ - коефіцієнт запасу ходу;

$l = 1000$ м - довжина одного гону,

де $n = 8$ – парна кількість гонів, що необхідно засіяти за одну заправку;

$b = 0,7$ м - ширина міжрядь;

$\gamma = 0,75$ кг/дм³ – об'ємна маса насіння кукурудзи;

Q' – норма висіву насіння, кг/м.

При відомій штучній нормі висіву на гектар ($Q = 70000$ шт/га), норму висіву насіння розраховують як

$$Q' = \frac{Q \cdot q}{10^6},$$

де $q=0,4$ кг – абсолютна маса 1000 насінин кукурудзи.

Отже

$$Q' = \frac{70000 \cdot 0,4}{10^3} = 28 \text{ кг/га.}$$

З урахуванням визначених параметрів раціональний об'єм насіннєвих бункерів буде дорівнювати

$$V = \frac{1,1 \cdot 1000 \cdot 6 \cdot 0,7 \cdot 28}{10^4 \cdot 0,74} = 2,9 \text{ дм}^3$$

Прийmemo конструктивно $V = 3 \text{ дм}^3$.

4.6. Розрахунок об'єму тукових бункерів

Розрахунок об'єму тукових бункерів проводимо аналогічно.

$$V = \frac{K_3 \cdot z \cdot l \cdot n \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}$$

де $z = 2$ – кількість насіннєпроводів, що живляться тукового бункеру;

$Q = 5 \dots 7$ кг/га – припосівна норма висіву туків (азоту);

$\gamma = 1,14$ кг/дм³ - об'ємна маса туків.

З урахуванням вказаних параметрів раціональний об'єм тукових бункерів буде рівним

$$V = \frac{1,1 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot 6 \cdot 0,7 \cdot 7}{10^4 \cdot 1,14} = 5,6 \text{ дм}^3.$$

Прийmemo конструктивно об'єм тукового бункера $V = 6 \text{ дм}^3$.

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути при роботі з посівним агрегатом.

Фактори, що можуть спричинити нещасні випадки під час проведення посівних робіт наступні:

- відсутність на сівалці попереджувальних про безпеку знаків і написів;
- відсутність, або не доведення (не усвідомлення) персоналом інструкцій з охорони праці, інструкцій з експлуатації посівного агрегату, обладнання, їх технічних описів тощо;
- відсутність огорожувальних, або захисних пристроїв, кожухів тощо на рухомих частинах сівалки;
- відсутність попереджувальних написів, або захисних пристроїв на нагрітих частинах сівалки (гідромотор приводу вентилятора) та трактора;
- відсутність, або невідповідність технічним умовам засобів індивідуального захисту, спецодягу, спецвзуття при роботі з посівним агрегатом;
- несправність вентиляційного обладнання у кабіні трактора;
- несправність механізмів керування трактора та його гальмівної системи;
- несправність електрообладнання трактора;
- несправність тягово-зчіпного пристрою трактора та сівалки;
- рух посівного агрегату на схилах, величина яких перевищує допустимі величини.

5.2. Заходи щодо усунення небезпеки при роботі з сівалкою, як з начіпною машиною.

- 1) Стоянкові гальма трактора повинні утримувати машину на схилах до 10° (18 %).
- 2) Оскільки сівалка має ширину, яка перевищує габарити трактора, то її обладнанують світловідбивачами (ззаду – червоного, спереду – білого кольору). Крім того, вона має оснащуватися власними приладами світлової сигналізації.

- 3) Сівалка повинна мати жорсткі зчіпний пристрій, обладнаний страхувальним ланцюгом або тросом.
- 4) Робочі органи сівалки повинні мати спеціальні фіксатори для руху у транспортному положенні.
- 5) Рухомі частини сівалки повинні бути закритими захисним огороженням.
- 6) Гідравлічний привід вентилятора сівалки повинен з'єднуватися з гідросистемою трактора за допомогою розривних муфт.
- 7) Регулювання робочих органів сівалки та інших її механізмів під час руху має здійснюватися виключно з робочого місця тракториста.
- 8) Місця розташування точок змащування сівалки повинні бути позначені кольоровими індикаторами або покажчиками. Застосування ковпачкових маслянок у сівалці для змащування деталей, які обертаються, заборонено.
- 9) Кришки насінневих і тукових бункерів сівалки повинні щільно закриватися і при тому надійно фіксуватися за допомогою запірних пристроїв.

ЗАБОРОНЕНО:

- допуск без проходження інструктажу з охорони праці працівників до виконання робіт;
- допуск в стані сп'яніння, або у хворобливому стані працівників до робочого місця;
- робота посівного агрегату, механізмів обладнання та інструмента в разі виявлення його несправностей, або не за призначенням;
- усунення поломок сівалки, або її регулювання при працюючому двигуні трактора, або під час руху;
- робота без спецодягу, засобів індивідуального захисту, або за відсутності захисних пристроїв;
- проїзд посівного агрегату за незапланованим маршрутом.

4.7. Розрахунок поперечної стійкості агрегату

При русі агрегату по полю, розташованому на схилі, або пересічному рельєфу місцевості з поперечним нахилом (рис. 5.1) може виникнути небезпека його бокового перевертання або ковзання.

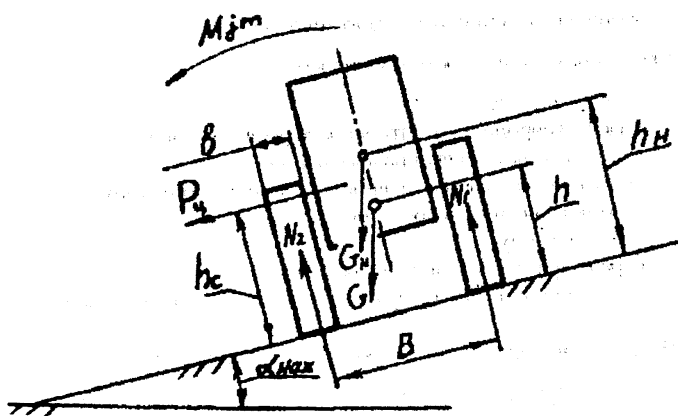


Рис.5.1. Розрахункова схема агрегату, що рухається уперек схилу.

Граничний поперечний кут нахилу рельєфу при русі посівного агрегату визначають за формулою [9]

$$\operatorname{tg} \alpha_2 < \frac{G_a^2 (B+b) - P_c \cdot \sqrt{G_a^2 (B+b)^2 + 4 \cdot (G_a^2 - P_c^2) \cdot h_c^2}}{2 \cdot (G_a^2 - P_c^2) \cdot h_c}$$

де G_a - сила ваги агрегату.

$B=1,35$ м - ширина колії трактора МТЗ-82;

b - приведена ширина коліс;

P_c - відцентрова сила, що виникає при розвертанні агрегату;

h_c - вертикальна координата прикладення відцентрової сили.

Сила ваги агрегату дорівнює

$$G_a = G + G_H = 47 + 15 = 62 \text{ кН};$$

де $G=47$ кН – вага трактора;

$G_H=15$ кН – орієнтовна вага модернізованої начіпної сівалки.

Приведену ширину коліс розраховують за формулою

$$b = 0,7 \cdot b_k$$

де $b_k = 0,405$ м - ширина коліс трактора МТЗ-82.

Отже, приведена ширина коліс дорівнює

$$b = 0,7 \cdot 0,405 = 0,2835 \text{ м};$$

Відцентрова сила, що виникає при розвертанні агрегату

$$P_c = \frac{G_a \cdot V^2}{g \cdot R};$$

де $V = 1$ м/с - швидкість руху агрегату при розвороті;

$g = 9,81$ м/с² - прискорення вільного падіння;

$R = 14,28$ м – мінімальний радіус розвертання трактора (визначено у технологічній частині роботи).

$$P_c = \frac{62 \cdot 1^2}{9,81 \cdot 14,28} = 0,44 \text{ кг м/с}^2$$

Вертикальну координату прикладення відцентрової сили розраховують за формулою

$$h_c = (h + h_H) \cdot 0,5$$

$h = 1,06$ м - вертикальна координата центру ваги трактора;

$h_H = 1,1$ м – орієнтовна вертикальна координата центру ваги сівалки, що піднята у транспортне положення.

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$h_c = (1,06 + 1,1) \cdot 0,5 = 1,08 \text{ м}$$

Підставивши отримані значення отримаємо:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 < \frac{62^2(1,35 + 0,2835) - 3 \cdot \sqrt{62^2(1,35 + 0,2835)^2 + 4 \cdot (62^2 - 0,44^2) \cdot 1,08^2}}{2 \cdot (62^2 - 0,44^2) \cdot 1,08} = 0,57$$

Тоді, граничний кут поперечного схилу буде рівним

$$\alpha_2 < \arctg 0,57 = 29,6^\circ.$$

Таким чином, при прокладанні маршрутів руху даного посівного агрегату необхідно уникати переміщення по схилам з кутом нахилу понад $29,6^\circ$, з метою уникнення можливості поперечного його перевертання.

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39

6. ВИСНОВОК

У нашій випусковій роботі проведено удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно. Нами здійснено заміну посівного агрегату, що складався з трактора МТЗ-82 та сівалки Весна-8, агрегатом у складі трактора МТЗ-82 і запропонованої дванадцятирядної сівалки, оснащеної пневмомеханічними апаратами надлишкового тиску.

У технологічній частині дипломного проекту проведено обґрунтування запропонованих заходів по вдосконаленню технології вирощування кукурудзи: розраховано склад агрегату, складено операційно-технологічну карту на сівбу насіння кукурудзи сівалкою, оснащеною пневмомеханічними апаратами надлишкового тиску.

На основі здійснених технологічних розрахунків виявлено позитивну різницю у показниках роботи запропонованого агрегату, у порівнянні з базовим. За рахунок збільшення ширини захвату на 2,8 м і підвищення коефіцієнту використання тягового зусилля трактора до рівня 0,91, нами виявлено економію палива – 2,05 кг на 1 га посівної площі.

В інженерному розділі нами запропоновано конструкцію оригінального висівного апарату надлишкового тиску зі зниженою енергоємністю роботи. Розраховано основні технологічні параметри сівалки – об'єми зернового і тукового бункерів, енергетичні параметри вентилятора, величини вильоту лівого і правого маркерів.

Крім того, у графічній частині дипломного проекту розроблено креслення модернізованої сівалки, створеного висівного апарату та наведено деталювання його основних елементів.

У розділі «Охорона праці» проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що впливають на обслуговуючий персонал і розроблено заходи по безпечній роботі посівного агрегату. Також проведено розрахунок поперечної стійкості посівного агрегату і надано рекомендації щодо організації прокладання його маршруту.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: В.М. Сало, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 58 с.
2. Методичні вказівки до виконання курсової роботи. Розділ “Експлуатація сільськогосподарських машин”. Кіровоград, 1996.
3. https://lnzweb.com/blog/Tekhnolohiya_vyroshchuvannya_kukurudzy?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=ROMAN_DSA_Blog&utm_term=&gclid=Cj0KCQjw1rqkBhCTARIsAAHz7K1_NyiYdYv2NZnbkuOI_rvoCRjfRsjskHr9J84E6IAfFMTDymZD_8aAg6GEALw_wcB.
4. <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/tehnologiya-viroshchuvannya-kukurudzi>
5. Методичні вказівки по виконанню практичних робіт з курсу “Механізація, електрифікація, автоматизація с.-г. виробництва”. Розділ “Експлуатація машино-тракторного парку”. КДТУ, 1999.
6. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилук. - К.: Каравела, 2004. - 552 с.
7. Мещішина Л.Т. Аеродинаміка та розрахунок пневматичних висівних систем сівалок. К.: ,1993.
8. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування. –К, Урожай, 2001. -381с.
9. Петренко М.М. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур / Петренко М.М., Васильковський М.І., Васильковська К.В. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 41, частина 1. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – С. 288-293.
10. Бендера І. М. Проектування сільськогосподарських машин : навч.-метод. посіб. для викон. курс. проектів з розробки с.-г. техніки при підготов. фахівців

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

напряму «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / І. М. Бендера, А. В. Рудь, Я. В. Козій, Д. Г. Войтюк, П. В. Сисолін; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Борщів. аграр. коледж. - Кам'янець-Поділ. : Сисин О.В. : Абетка, 2011. - 639 с.

11. 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.

12. Целинских В.П., Охорона праці в рослинництві. К.: - Урожай, 1998. – 364 с.

13. Лесенко Г.В. і Скороход І.І. Профілактика травматизму в сільськогосподарському виробництві. Друге доп. та перероб. –К.: Урожай, 1973.-354 с.

14. <https://oppb.com.ua/articles/vymogy-ohorony-praci-pry-provedenni-posivnyh-robit>

15. <https://pro-op.com.ua/article/15888-yak-bezpechno-vikonuvati-polovi-roboti>

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

ДОДАТКИ

					ДР 00. 000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						Документація			
					ДР 00.000 В0	Складальне креслення			
						Складальні одиниці			
			1		ДР 10.000	Секція	8		
			3		ДР 30.000	Опорно приводне колесо	2		
			4		ДР 40.000	Транспортне пристосування	1		
Подп. и дата						Маркер	1		
			9		ДР 90.000				
			10		ДР 10.000	Ланцюг ГОСТ 13568-75	8		
						(ланцюг ПР 15,875-2300-2, 105 ланок;			
						Ланка С-ПР15,875-2300-2			
						1 шт;			
						Ланка П-ПР-15,8752300-2;1 шт.)			
Подп. и дата						Совшик туковий	8		
			14		ДР 140.000				
Инв. № подл.						ДР 00.000			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.	Кличко				Сівалка точного висіву	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Васильковський						1	2
	Н.контр.	Мачок					ЦНТУ		
Утв.	Лещенко				гр. АІ-20-ЗСК				

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № докл.	Підп. і дата	Ізм. Лист № докум. Підп. Дата					Лист
					Інв. № докл. Підп. і дата Взам. інв. №					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17	УПС 170.000	Вентилятор	1	
		20	ДР 200.000	Туковисівний апарат	4	
				Деталі		
		25	ДР 00.025	Знак обмеження швидкості	1	
				Стандартні вироби		
		32		Болт М8х20.58.019 ГОСТ 7802-81	8	
		36		Гвинт ВМ6- 6дх16,058,019 ГОСТ 17473-80	4	
		38		Гайка М8-6Н.6.019 ГОСТ 5915-70	10	
				Шайби ГОСТ 6402-70		
		40		6 65Г 019	4	
		42		8 65Г 019	10	
				Шайба ГОСТ 11371-78		
		45		С8. 01. 019	8	
		50	ДР 00.050	Тупопровід	8	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.			ДР 0.010 СБ	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
		1	ДР 00.010.010	Висівний диск	1	
		2	ДР 00.010.020	Бункер	1	
		3	ДР 00.010.030	Фіксатор	2	
				Деталі		
		4	ДР 00.010.401	Шайба	2	
		5	ДР 00.010.601	Вал	1	
Справ. №		6	ДР 00.010.001	Патрубок	1	
		7	ДР 00.010.402	Зірочка	1	
		8	ДР 00.010.002	Кільце	1	
		9	ДР 00.010.801	Втулка	1	
		10	ДР 00.010.603	Корпус	1	
				Стандартні вироби		
		15		Болт М 10-6Н ГОСТ 7796-70	4	
		17		Гайка М10-6Н ГОСТ5915-70		
Підп. і дата		18		Гайка М12-6Н ГОСТ5915-70	1	
		19		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	5	
		20		Шайба 10.65Г ГОСТ 6402-80	5	
		21		Шайба 12.65Г ГОСТ 6402-80	1	
		22		Підшипник 50203 ГОСТ 7242-70	2	
		23		Манжета 1,2x17x40 ГОСТ 87222-79	2	
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						
Инв. № дубл.						
Підп. і дата						
Взам. инв. №						

Центральноукраїнський національний технічний університет

**«Механізація вирощування кукурудзи з
удосконаленням висівного апарата сівалки»**

Виконав:

студент групи АІ-20-ЗСК

Микола КЛИЧКО

Кропивницький 2023

MBC 00.003 T4

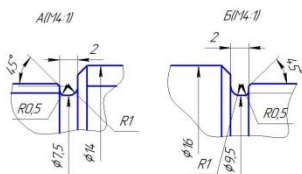
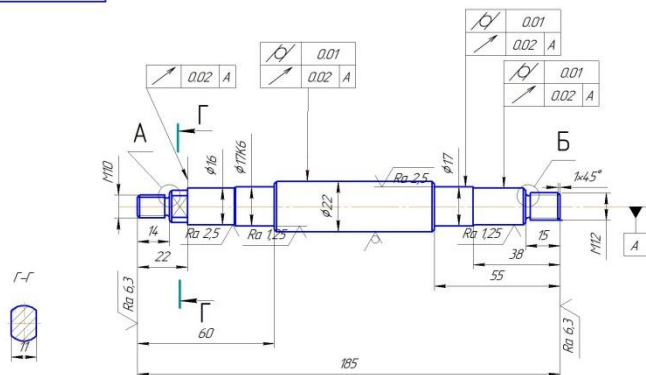
						ДР 00.001 ТЧ		
Изм.	Дата	Измен.	Листов	Всего	Операционно-технологична карта			
Проверен	Проверен	Проверен	Проверен	Проверен	—			
Согласовано	Согласовано	Согласовано	Согласовано	Согласовано	—			
Инженер	Техник	Бухгалтер	Бухгалтер	Бухгалтер	ЦНТУ др. АІ-20-ЖК			
Знат	Знат	Знат	Знат	Знат	Формат А1			



- [illegible]



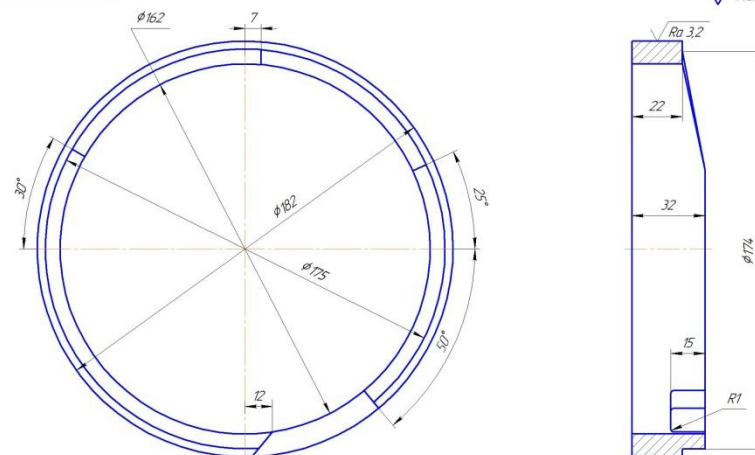
✓ Ra 12,5 (✓)



1. Термообробка нормалізація 140...187 НВ.
2. Кромки притупити R=0,3
3. Невказані граничні відхилення розмірів по 17 якості точності

[illegible]

$Ra\ 12,5\ (\sqrt{\mu})$

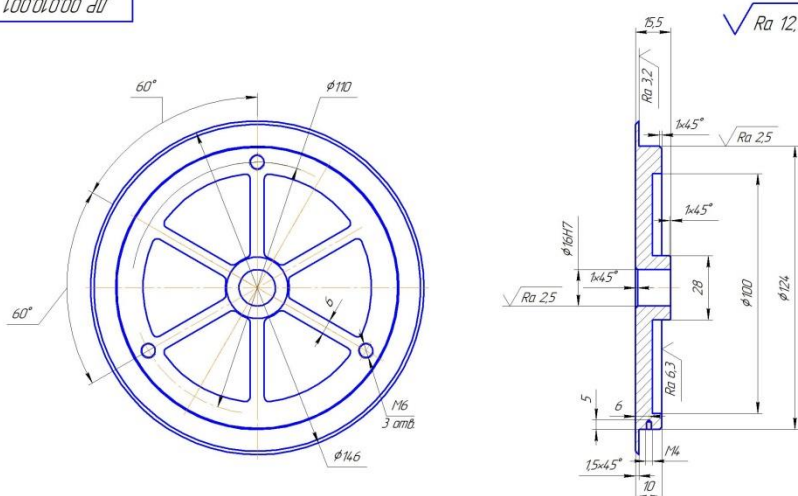


1. Гострі кромки притупити $R=0.3-0.5$
2. Недокладні граничні відхилення розмірів по 17 класу точності

						ДР 00.010.003		
						Кильце		
Мат. Ауст.	М. Ауст.	Годн.	Годн.			Ауст.	Масса	Норматив
Пороб.	Кильце						0,11	11
Рост.	Взвешивание							
Густота						Ауст.	Аустер	Г
Надмер.	Резка					ЦИТУ		
Сред.	Вешение					др. А/4-20-3СК		
						длина - 23		
						Контроль		



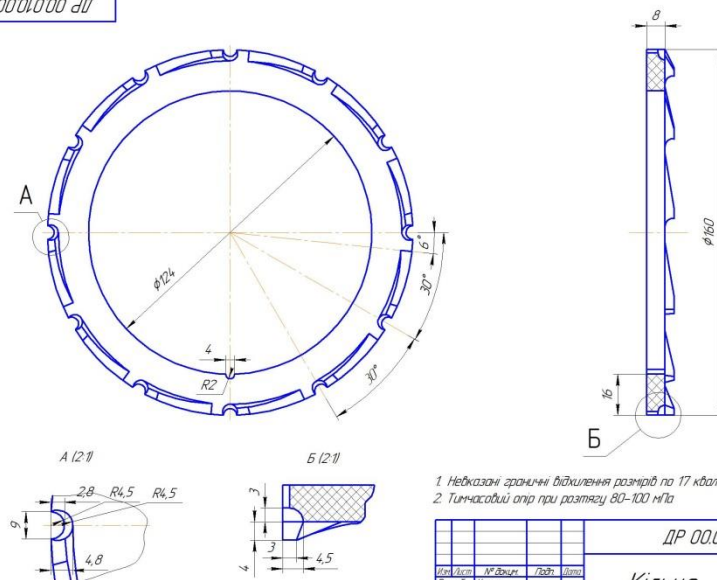
✓ Ra 12,5 (✓)



1. Радіуси скруглень 15 мм
2. Небазані граничні відхилення розмірів по 17 квалітету точності.

[illegible]

④



1. Невказані граничні відхилення розмірів по 17 квалітету точності
2. Тимчасовий опір при розтягу 80-100 МПа

						ДР 00.010.002			
						Кильце	Авт	Место	Подпись
М/п	Ист	М/п	Внут	Подп	Ист			0,08	11
Рисов									
Рисов		Копия							
Гашетер		Внутренний							
						П-610	Авт	Автостр	1
Гашетер									
Гашетер		Начек							
Смет		Внешний							
						Копировать		ЦНТЧ ар. А1-20-3СК Формат: А3	