

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Удосконалення технології вирощування сої з модернізацією
сівалки ССТ–8»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи АІ-21–3СК

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Дженко Павло Вадимович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____Ельчин АЛІЄВ

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти Бакалавр

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Сергій ЛЕЩЕНКО

« » 2024 року

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

Дженка Павла Вадимовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Удосконалення технології вирощування сої з модернізацією сівалки ССТ–8

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 18.06.2024 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Удосконалити технологію вирощування сої та підвищити ефективність
роботи сівалки ССТ–8

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Мороз С.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	18.06.2024 р.	
2	Графічна частина	18.06.2024 р.	
3	Перевірка роботи на доброчесність	18.06.2024 р.	
4	Захист роботи	28–30.06.2024 р.	

Дата видачі завдання

«14» березня 2024 р.

Підпис керівника

_____ Сергій МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«14» березня 2024 р.

Підпис здобувача _____

Павло ДЖЕНКО
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
			1					
			2		Документація загальна			
			3					
			4		Заново розроблена			
Справ. №	5							
	6	A4	ТВС 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	41			
	7							
	8		Документація по					
	9		технологічній частині					
	10							
	11		Заново розроблена					
	12							
	13	A1	ТВС 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1			
	14	A1	ТВС 00. 002 ТЧ	Операційно-технологічна	1			
Підп. и дата	15			карта на посів сої				
	16							
	17			Документація по				
	18			складальних одиницях				
Инд. № дціл.	19							
	20			Заново розроблена				
	21							
Взам. инд. №	22	A1	ССТ 00. 000 СБ	Сівалка бурякова ССТ-12В	1			
	23	*	ССТ 03. 000 СБ	Апарат висівний	1		*A2×3	
	24							
Підп. и дата								
	ТВС 00. 000 ВП							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инд. № подл.	Разраб.	Дженко			Відомість кваліфікаційної роботи	Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Мороз					1	2
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-21-ЗСК		
	Утв.	Лещенко				Формат А4		

№ строки		Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1							
2				Документація по деталях			
3							
4				Заново розроблена			
5							
6	A2		ССТ 03. 010. 001	Диск	1		
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата	ТВС 00. 000 ВП		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
					Лист		
					2		

Зміст

стор.

Вступ.....	6
2. Аналіз технології вирощування сої з визначенням шляхів її удосконалення	8
3. Операційна технологія виконання посіву сої.....	12
4. Інженерна частина.....	20
5. Охорона праці.....	36
Висновки	38
Список використаної літератури	39

ВСТУП

Інтенсивна технологія вирощування сільськогосподарських культур – це система науково обґрунтованих, економічно ефективних, взаємозв'язаних способів, технологічних операцій та прийомів, спрямованих на одержання високих врожаїв культур при виконанні їх передовою технікою. Застосовуються вони у тісному поєднанні й відповідності з фізіологічними потребами рослин певної культури за біологічними фазами їх розвитку і спрямовані, насамперед, на підвищення ефективності використання біокліматичного потенціалу, можливостей високопродуктивних районованих сортів сільськогосподарських культур, дозованого внесення збалансованих мінеральних і органічних добрив та інших засобів хімізації.

Забезпечення даних умов потребує суттєвих змін як самих технологій вирощування сільськогосподарських культур так і удосконалення існуючих та розробка нових посівних машин.

Серед багатьох сільськогосподарських культур, які вирощуються в Україні, особливе місце займає соя. Соя – цінна продовольча і кормова культура. Її використовують і як сировину для промисловості. Зерно сої містить 40–55% білка, який легко засвоюється організмом людини і тварин, до 26% жиру, близько 30% вуглеводів і досить значну кількість вітамінів [1–18]. З усіх зернобобових білок сої найбільш повноцінний.

Соєву олію широко застосовують для виробництва маргарину, у лакофарбовій та миловарній промисловості, для виготовлення гліцерину та інших промислових продуктів. З зерна сої та зелених бобів виготовляють страви, харчові продукти, консерви. Соєве борошно і шрот – цінний концентрований корм, для молодняка великої рогатої худоби, корів і поросят.

					<i>ТВС 00. 000 ПЗ</i>						
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>	<i>Дженко</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>									6	41
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок</i>										
<i>Затв.</i>	<i>Лещенко</i>										
								<i>ЦНТУ,</i> <i>гр. АІ-21-ЗСК</i>			

Дуже поживна і соєва макуха, що містить близько 40–45% білка. Вона також є цінним кормом для тварин. Солома сої містить 3,5–4, а сіно – 11–12% білка. Багата на білок і зелена маса сої, тому цю культуру висівають у змішаних посівах з кукурудзою та суданською травою на силос і зелений корм.

Але відпрацювання технологій вирощування сої, як і виконання окремих технологічних процесів в існуючих технологіях, з урахуванням особливостей регіонів та окремих господарств повинне продовжуватися.

За нових умов в галузях виробництва сільськогосподарської продукції значно зростають вимоги до якості виконання технологічних процесів посіву насіння культур.

В зв'язку з цим, в кваліфікаційній роботі зроблена спроба удосконалення технології вирощування сої, обґрунтування раціонального складу машинно-тракторного парку для її забезпечення, та удосконалення конструкції бурякової сівалки ССТ–8 з розробкою пристосування для посіву сої.

Розглянуті в кваліфікаційній роботі питання покращення виконання процесу посіву, удосконалення конструкції сівалки та оптимізація складу машино–тракторного парку спрямовані на підвищення ефективності вирощування сої.

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСОНАЛЕННЯ

2.1. Аналіз технологій вирощування сої [1–18]

Соя відноситься до бобових культур та є однією з найдавніших з якими пов'язано виникнення рослинництва як окремого виду діяльності людства. “Її боби широко використовують в промисловості для виробництва продуктів харчування, кормів, для потреб техніки та медицини. Вона широковідома серед зернобобових та олійних культур. Здобула високий попит завдяки корисним властивостям, поживності та вмісту білка. В сої міститься 32–52% білка, 17–27% рослинної олії, 18–25% різноманітних вуглеводів, майже 5% мінеральних солей, біологічно активних компонентів та інших вітамінів. Такий вміст компонентів дозволяє застосовувати продукти з неї у медичній галузі. Вагомою причиною аграріїв України стало значне зростання попиту сільськогосподарської культури на світовому ринку, що стимулювало значне зростання вартості бобів.”

Соя, як і інші бобові культури, має дуже корисну властивість – здатність насичувати ґрунт азотом, на відміну від інших рослин, котрі споживають його, шляхом засвоєння його з повітря. Вона здатна також збільшувати вміст ґрунту калієм, кальцієм та фосфором.

“Соя любить світло, тепло та вологу. Однак, щоб забезпечити високу її врожайність потрібно знати не тільки особливості технології її вирощування потрібно якомога більше і про неї, і про умови, і про техніку та технології. На ранніх стадіях вегетації її рослини дуже чутливі до заморозків, надлишкової вологи, хвороб та шкідників. Тому, особливо важливо точно визначитися зі строками посіву, догляду, постійно проводити моніторинг стан полів та вегетації рослин щоб вчасно зібрати врожай.

Не першому етапі підготовки до вирощування сої в господарстві необхідно визначитися із сортами, які найбільше підходять до його ґрунтово–

кліматичних умов. Це потрібно зробити ще до початку збирання урожаю попередника.”

Від нього залежать операції з обробітку ґрунту, які необхідно провести до настання заморозків та випадання великої кількості опадів як у вигляді дощів, так і снігу.

“Якщо у ролі попередника виступають ранні культури, то після їх збирання проводять лушення стерні дисковими лушильниками у два сліди на глибину 6–8 см. Через 2–3 тижні цю операцію проводять знову, збільшивши глибину обробітку до 10–12 см за наявності значної кількості бур’янів на полі. За малої кількості бур’янів чи якщо воно чисте замість повторного лушення проводять обробіток плоскорізними культиваторами на глибину 18–20 см.

Безпосередньо перед основним обробітком ґрунту вносять фосфорно–калійні добрива, які заорюють під час зяблевої оранки на глибину 20–25 см.

Якщо попередник пізня культура, то після її збирання проводять дискування важкими боролами для подрібнення рослинних решток та їх часткового загортання в ґрунт. Після цього вносять добрива та орють на зяб на ту ж глибину.

Ранньою весною проводять боронування з метою консервування накопиченої за зимовий період вологи та вирівнювання поверхні поля.

За умови чистого поля перед посівом проводять тільки передпосівну культивацію глибиною 5–6 см з одночасним боронуванням.

Якщо поверхня засмічена пророслими бур’янами чи падалицею, то до передпосівної культивації проводять поверхневий обробіток культиваторами на глибину 8–10 см з одночасним боронуванням.

За кілька днів до посіву насіння сої обробляють протруюють фунгіцидами та інсектицидами та обробляють інокулянтами.

Посів насіння проводять за умови, що ґрунт достатньо прогрівся до +10–15 °.

Насіння сортів, що здатні сильно гілкуватися висівають зерновими чи просапними сівалками з міжряддям 45 см. Норма висіву для отримання якомога вищого врожаю на кінцеву густину має становити 400–450 тис./га. Для цього використовують зернові сівалки з перекриттям через два (якщо відстань між сошниками становить 15 см) чи один (якщо вона більша ніж 15 см) висівні апарати або сівалки точного висіву з міжряддям 45 см.

Насіння сортів, що здатні гілкуватися висівають на кінцеву густину 450–500 тис./га. Для цього використовують зернові сівалки з перекриттям через один (якщо відстань між сошниками становить 15 см) висівні апарати. Якщо вона більша ніж 15 см, апарати не перекривають.

Насіння сортів, що нездатні гілкуватися чи дуже слабо гілкуються висівають на кінцеву густину 500–550 тис./га. Для цього посів проводять зерновими сівалками без перекриття висівних апаратів на ширину міжряддя 15 см.

Оптимальна глибина посіву 3–4 см.

Одночасно з посівом вносять стартову дозу азотних добрив.

Для кращого підведення вологи з нижніх шарів ґрунту та вирівнювання поверхні поля проводять коткування посівів.

Після появи сходів проводять боронування легкими чи середніми зубовими боронами.

Рослини сої не перших етапах вегетації коренева система рослин розвиваються набагато швидшими темпами ніж стебло. Цим користуються бур'яни, які намагаються пригнітити їх. Тому доцільно для боротьби з бур'янами використовувати гербіциди, в залежності від фаз появи листків на рослинах сої.

На різних фазах вегетації посівів проводять підживлення та захист від хвороб і шкідників.

Збирають урожай зернозбиральними комбайнами прямим комбайнуванням. За високої культури обробітку ґрунту, який забезпечує

високе вирівнювання поверхні поля для збирання замість зернових жаток використовують жатки з системою FLEX.

2.2. Напрямки удосконалення технології вирощування сої

За майже однакової вартості насіннєвого матеріалу надаємо перевагу сортам, що здатні до сильного гілкування. Це дасть можливість зменшити витрати на посівний матеріал. Крім того такі рослини мають в рази більше стручків, відповідно й бобів. Вони висіваються з широким міжряддям, що дає змогу не тільки проводити міжрядний обробіток просапним культиватором, але замінити поверхнєве підживлення добривами кореневим, що забезпечить приріст врожайності та покращить надходження повітря до кореневої системи рослин.

Лущення після збирання раннього попередника замінимо обробітком комбінованим знаряддям, після чого посіємо сидерати. Це дасть можливість наситити ґрунт не тільки поживними елементами, але й вологою.

Замінюємо зяблеву оранку глибоким розпушуванням ґрунту, перед яким проводимо подрібнення сидератів. Для одночасного розпушування та внесення в ґрунт мінеральних добрив використовуємо глибокорозпушувач–удобрювач з зубовими котками, які не тільки розбивають грудки на поверхні поля, але й вирівнюють її та насичують верхні шари рештками рослин–сидератів.

Для висіву насіння з широким міжряддям та одночасного внесення стартової дози азотних добрив використовуємо сівалку точного висіву ССТ–8, котра краще забезпечує задану глибину висіву насіння ніж зернові сівалки.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ПОСІВУ СОЇ

3.1. Вибір і обґрунтування складу агрегату [19–24]

Враховуючи вище зазначені умови і агротехнічні вимоги до сівби сої в типовій технології застосовувався посівний агрегат, до складу якого входять трактор МТЗ–80 та сівалка ССТ–8, а за нової – трактор CASE ІН Farmall JX110 і сівалка ССТ–8.

“Визначаємо робочі передачі, при яких може виконуватись дана операція і відповідні цим передачам зусилля на гаку:

$$v_{\delta}=10,54 \text{ км/год}; \quad P_{\text{зак}\delta}=11,5 \text{ кН};$$

$$v_{np}=11,5 \text{ км/год}; \quad P_{\text{зак}np}=25,0 \text{ кН}.$$

Тягове зусилля трактора, з урахуванням величини підйому поля”:

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

де $P_{\text{н.зак}}$ – номінальне тягове зусилля трактора на відповідних передачах, кН;

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, $G_{\text{тр}\delta}=33,4$ кН, $G_{\text{тр}np}=38,24$ кН;

i – середнє значення величини підйому поля, $i=0,03$.”

Таким чином,

$$P_{\text{зак}\delta} = 11,5 - 33,4 \cdot 0,03 = 10,49 \text{ кН}; \quad P_{\text{зак}np} = 25,0 - 38,24 \cdot 0,03 = 23,85 \text{ кН}.$$

Знаходимо максимальну ширину захвату:

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

де K – питомий опір сівалки, $K=1,5$ кН/м;

R_i – опір на подолання підйому

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

де B_K – конструктивна ширина захвату сівалки, $B_K=3,6$ м;

G_M – маса сівалки, $G_M=11,8$ кН.

Отже,

$$R_i = \frac{11,8}{3,6} \cdot 0,03 = 0,098 \text{ кН/м};$$

$$B_{\max}^{\delta} = \frac{11,5}{1,5 + 0,098} = 7,19 \text{ м}; \quad B_{\max}^{np} = \frac{25}{1,5 + 0,098} = 15,64 \text{ м}.$$

Визначаємо кількість сівалок в агрегаті:

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

$$n_c^{\delta} = \frac{7,19}{3,6} = 1,99; \quad n_c^{np} = \frac{15,64}{3,6} = 4,34.$$

Приймаємо $n_{\delta}=1$; $n_{np}=1$.

Вираховуємо тяговий опір агрегату:

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

$$R_{a2p} = (1,5 + 0,098) \cdot 3,6 \cdot 1 = 5,75 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{a2p}}{R_{\text{зак}}}, \quad (3.6)$$

$$\eta_{m3}^{\delta} = \frac{5,75}{10,49} = 0,55; \quad \eta_{m3}^m = \frac{5,75}{23,85} = 0,24.$$

Коефіцієнт тягового зусилля не перевищує допустиме значення 0,96.

Визначаємо змінну продуктивність агрегату:

$$W_{zm} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (3.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату сівалки:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (3.8)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату, $B_K=3,6$ м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, $\beta=1,0$.

Отже,

$$B_p^{\delta} = 3,6 \cdot 1,0 = 3,6 \text{ м}; \quad B_p^{np} = 3,6 \cdot 1,0 = 3,6 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.9)$$

де V_T – теоретична швидкість агрегату, км/год;

δ – коефіцієнт буксування, $\delta=12\%$.

Отже,

$$v_p^{\delta} = 10,54 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 9,28 \text{ км/год};$$

$$v_p^M = 11,5 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 10,12 \text{ км/год};$$

T_p – чистий робочий час, год:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.10)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, при довжині гонів 1000 м $\tau=0,8$.

Отже:

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

“Змінна продуктивність

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 9,28 \cdot 3,6 \cdot 6,4 = 21,38 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 10,12 \cdot 3,6 \cdot 6,4 = 23,32 \text{ га/зм.}$$

Визначаємо витрати палива на 1 га площі:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.11)$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм;

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (3.12)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – годинні витрати палива при виконанні сівби, холостому русі, на зупинках, відповідно, для МТЗ–80 $Q_p=15,4$ кг/год; $Q_x=9,7$ кг/год; $Q_z=1,9$ кг/год, для CASE IH Farmall JX110 – $Q_p=13,3$ кг/год; $Q_x=8,3$ кг/год; $Q_z=1,12$ кг/год;

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

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (3.13)$$

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

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

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

Отже,

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

Таким чином

$$Q_{з\text{мб}} = 15,4 \cdot 6,4 + 9,7 \cdot 0,8 + 1,9 \cdot 0,8 = 107,84 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{з\text{мпр}} = 13,3 \cdot 6,4 + 8,3 \cdot 0,8 + 1,12 \cdot 0,8 = 92,66 \text{ кг/зм.}$$

Тоді витрати палива на 1 га становлять:

$$Q_{га}^{\text{б}} = \frac{107,84}{21,38} = 5,04 \text{ кг/год};$$

$$Q_{га}^{\text{м}} = \frac{92,66}{23,32} = 3,97 \text{ кг/год.}''$$

На підставі проведених визначень параметрів обираємо агрегат, до складу якого входять трактор CASE IH Farmall JX110 та сівалка ССТ–8, у якого більша продуктивність та менші витрати палива.

3.5. Підготовка поля до роботи [19–24]

“Для гонових способів руху на кінцях загінок залишаємо смуги розвороту агрегату.

Орієнтовну величину поворотної смуги при петльових грушовидних поворотах визначаємо (рис. 3.1):

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (3.14)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту;

L_a – кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною приймаємо з умови”:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 3,6 = 6,12 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$L_a = L_{\text{мр}} + L_M, \quad (3.15)$$

де $L_{\text{мр}}$ – кінематична довжина трактора, $L_{\text{мр}} = 1,1$ м;

L_M – кінематична довжина машини, $L_M = 1,8$ м.

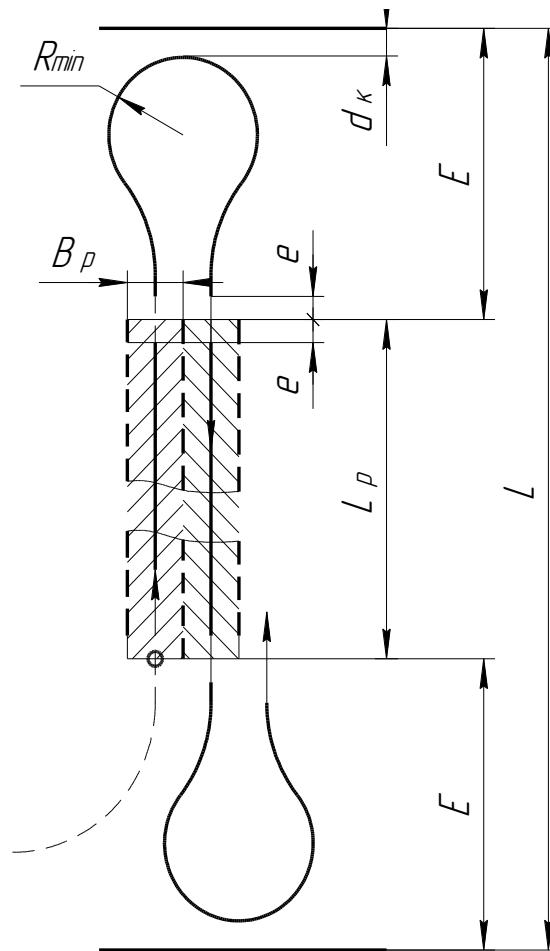


Рис. 3.1. Схема руху посівного агрегату в загінці

Отже,

$$L_a = 1,1 + 1,3 = 2,4 \text{ м.}$$

Отримані значення підставляємо у (3.14) і отримуємо:

$$E = 3 \cdot 6,12 + 2,4 = 20,76 \text{ м.}$$

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

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.16)$$

де $K = \frac{E}{B_p},$

Отже

$$K = \frac{20,76}{3,6} = 5,77.$$

Приймаємо $K=6$.

Отже,

$$E = 6 \cdot 3,6 = 19,8 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,1 \cdot L_a. \quad (3.17)$$

Отже,

$$e = 0,1 \cdot 2,4 = 0,24 \text{ м.}$$

Орієнтовна оптимальна ширина загінки:

$$C_{opt} = \frac{n_{зм} \cdot W_{зм} \cdot 10^4}{L}, \quad (3.18)$$

де $n_{зм}$ – кількість змін, приймаємо $n_{зм}=2$;

L – довжина гону, $L=1000$ м

$$C_{opt} = \frac{1 \cdot 23,32 \cdot 10^4}{1000} = 233,2 \text{ м.}$$

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

$$n = \frac{C_{opt}}{B_p} = \frac{233,2}{3,6} = 64,78.$$

Приймаємо $n=66$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 66 \cdot 3,6 = 237,6 \text{ м.}$$

Кількість загінок визначаємо за формулою

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.19)$$

де F – площа поля, $F=128$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 128}{1000 \cdot 237,6} = 5,39 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо на одному полі п'ять загінки шириною $C_{1-4}=237,6$ м і одну загінку шириною $C_5 = C_1 \cdot 1,39 = 329,6$ м.

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

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.20)$$

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

Для човникового способу руху.

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (3.21)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (3.22)$$

де l – довжина виїзду агрегату

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot 2,4 = 1,2 \text{ м};$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 19,8 = 960,4 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 6,12 + 2 \cdot 1,2 = 39,12 \text{ м}.$$

Тоді

$$K_p = \frac{960,4}{960,4 + 39,12} = 0,96.$$

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

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_y = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (3.23)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n=1,0$ хв.

$$T_y = \frac{12 \cdot 960,4}{10^2 \cdot 10,12} + 2 \cdot 1 = 13,39 \text{ хв} \approx 0,223 \text{ год}.$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл

$$W_y = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_y \cdot \tau, \quad (3.24)$$

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

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10,12 \cdot 0,223 \cdot 0,8 = 0,65 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (3.25)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{23,32}{0,65} = 35,88 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за цикл

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{ц}}, \quad (3.26)$$

$$Q_{\text{зм}} = 3,97 \cdot 0,65 = 2,58 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

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

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Будова та принцип роботи сівалки ССТ-8 [25]

“Сівалка ССТ-8 являє собою начіпну машину, до рами якої кріпляться два пневматичних опорно-приводних колеса з механізмом передач, секції робочих органів, туковисівні апарати АТП-2. Підвіска секцій – паралелограмна, сошник для висіву насіння – килевидний завужений, для висіву мінеральних добрив – двострочний на окремій підвісці, висівний апарат з вертикальним висівним диском. Загортачі підпружиненні з регулюємою активністю крил. Прикочуючі колеса з гумовими ободами. Туковисівні апарати АТП-2 – шнекового типу і гумові гофровані тукопроводи.

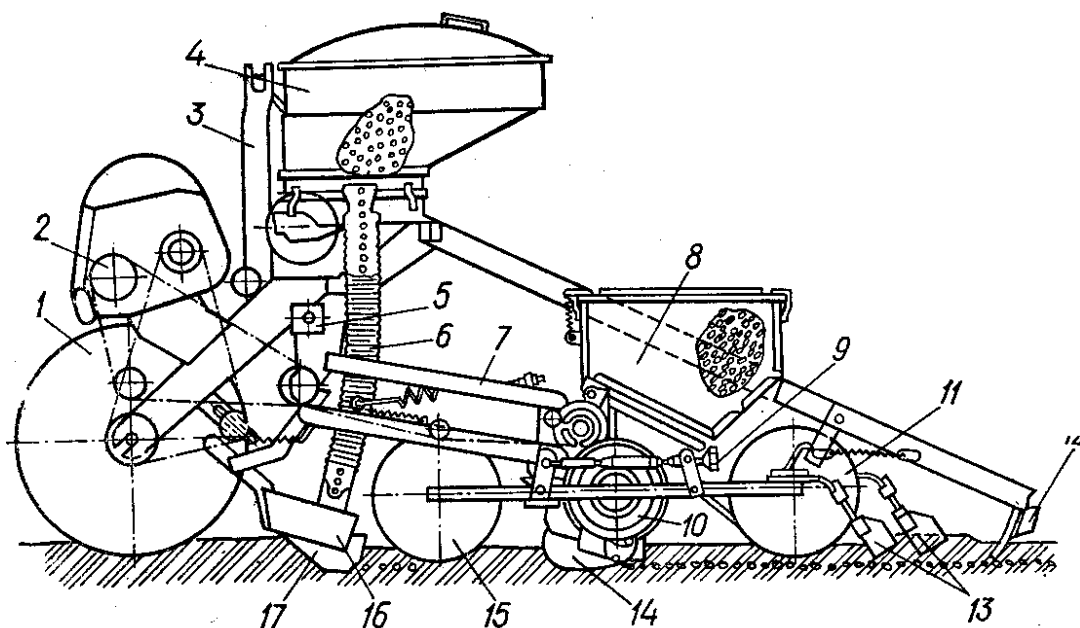


Рис. 4.1. Будова сівалки ССТ-8

1 – опорно-приводне колесо; 2 – передаточний механізм; 3 – замок автоматичної зчіпки; 4 – туковисівний апарат; 5 – рама; 6 – тукопровід; 7 – паралелограмна підвіска; 8 – бункер для насіння; 9 – гвинтова тяга, 10 – насінневисівний апарат; 11, 15 – прикочувальні колеса; 12 – слідоутворювач; 13– загортачі; 14 – насінневий сошник; 16 – грудковідвід; 17 – туковий сошник”

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ТВС 00. 000 ПЗ

Арк.

20

“В передній частині бруса рами розташований замок автозчіпки. Дискові маркери сівалки встановлені на кронштейнах по торцям бруса рами.

Бункери для насіння і мінеральних добрив – металічні або з полімерного матеріалу.

Обертання дисків насіннєвисівного і шнеків туковисівного апаратів відбувається від опорно–приводних коліс через зубчато–ланцюгову передачу. Опорно–приводне колесо 1 при русі сівалки, передає обертання через ланцюги, механізм передач 2 і зубчасту передачу на насіннєвисівний диск. Насіння, що знаходиться в бункері 8, заповнюються комірками висівного диска і спрямовуються до місця викиду. Зчисуючий ролик, обертаючись, видаляє над комірками надлишок насіння.

В нижній частині апарата насіння з комірок один за одним викидаються примусово виштовхувачем на ущільнене дно борозни утворене насіннєвим сошником 14.

Висів добрив відбувається туковисівним апаратом 4, пружинні шнеки якого з лівою і правою навивкою виносять добрива з бункера в воронки. Борозна з покладеними добривами закривається ґрунтом за рахунок самоосипання і прикочуванням колесом, яке ущільнює ґрунт над насінням, утворюючи контакт з ґрунтом і підтоку до них вологи. Загортачі 13, що знаходяться позаду, закривають борозну вологим шаром ґрунту, роблять гребінь висотою 1,0...3,0 см. Необхідна висота гребеню досягається за рахунок регулювання активності загортачів. При русі сівалки по полю одна з штанг маркера, що опущена на незасіяну частину поля, залишає слід, який служить орієнтиром трактористу для керування агрегатом при зворотному проході. Регулювання сівалки та контроль за роботою механізмів здійснюється трактористом.

Апарат висівний (рис. 4.2) складається з алюмінієвого корпусу 3, в якому встановлені шестерня на 90 зубів і шестерня з 9 зубами на валу якої закріплений висівний диск 4.”

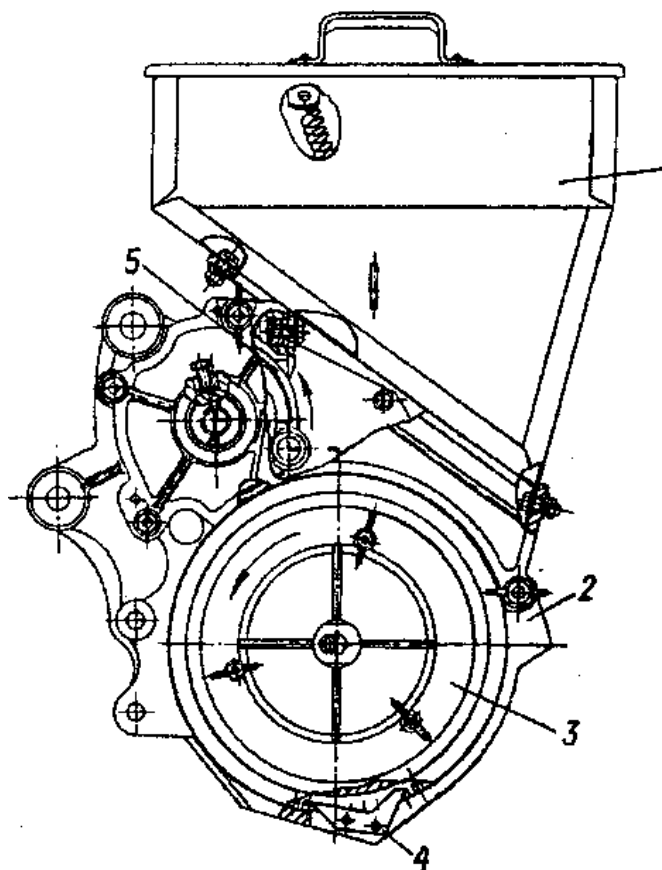


Рис. 4.2. Висівний апарат бурякової сівалки

1 – бункер; 2 – корпус апарата; 3 – висівний диск; 4 – виштовхувач; 5 – зчісуючий ролик

“На циліндричній поверхні однорядних і дворядних дисків розташовані відповідно один або два ряди комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння, що висівається в міліметрах.

На двох штирях в нижній частині корпуса встановлюються клинові виштовхувачі.”

4.2. Технологічні розрахунки [25]

4.2.1. Визначення розмірів чарунок висівного диска

“Для того щоб додержуватися високої точності висіву дисковими висівними апаратами, в кожен чарунку диска повинно поміститись одне зерно, тобто розміри чарунок повинні відповідати розмірам насіння.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Аналізуючи геометричну форму насіння сої, можна відмітити, що форма максимально наближена до кулі.

Розміри насіння: довжина, мм (6,0...8,0); ширина, мм (4,5...8,0); товщина, мм (4,0...7,0).

Для сівби насіння каліброваної сої використовуємо диски з круглими чарунками. В розрахунках припускаємо, що насіння кулястої форми з діаметром 7 мм.

Діаметр чарунки”

$$d_q = d_n + 2\kappa_1, \quad (4.1)$$

де d_n – діаметр насінини,

κ_1 – зазор між стінками чарунок і насіниною $\kappa_1=0,25...0,5$ мм

$$d_q = 7 + 2 \cdot 0,5 = 8 \text{ мм.}$$

Глибина чарунки h

$$h \geq \frac{3}{4} d_n + \kappa_2, \quad (4.2)$$

де κ_2 – зазор між верхньою площиною диска і насінням, $\kappa_2=1$ мм.

$$h \geq \frac{3}{4} \cdot 7 + 0,1 = 6,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $h=6,5$ мм.

“Враховуючи діаметр чарунок приймаємо два ряди.

Кількість чарунок в одному ряді Z визначаємо за формулою”

$$Z_{\max} = \frac{\Pi d_\delta}{d_q + l}, \quad (4.3)$$

де d_δ – діаметр диска,

l – товщина стінки між чарунками в одному ряду, $l=1,5...2,0$ мм

$$Z = \frac{3,14 \cdot 220}{9,8} = 70,489 \text{ шт.}$$

Приймаємо 70 чарунок. Відстань між чарунками в одному ряді

$$t = \frac{\Pi d}{Z} = \frac{3,14 \cdot 0,220}{70} = 0,009868 \text{ м.}$$

Відстань між чарунками

$$S = \frac{\Pi d}{2Z} = \frac{3,14 \cdot 0,22}{140} = 0,00493 \text{ м.}$$

4.2.2. Розрахунок висівного апарата

Особливим питанням у висівних апаратах з вертикальним диском є вибір параметрів відбивного ролика (рис. 4.3).

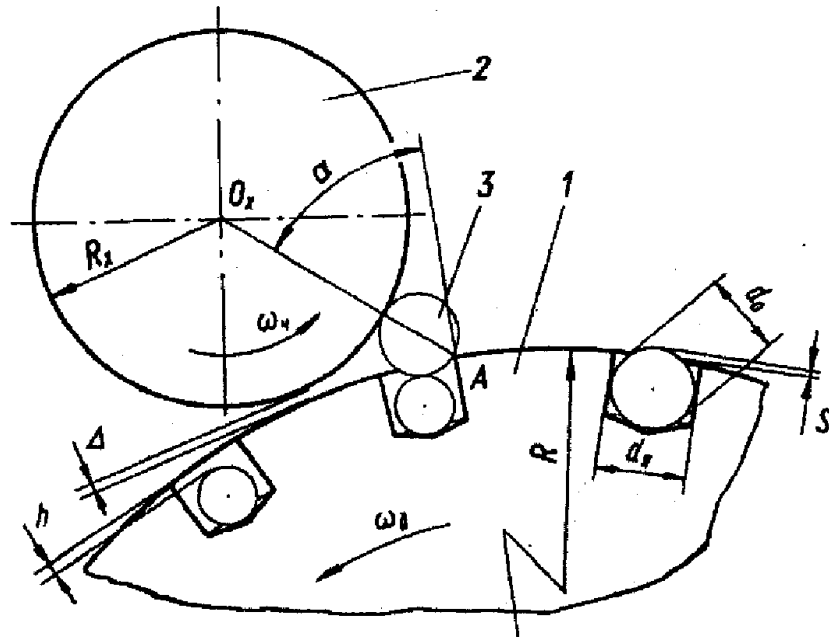


Рис. 4.3. Схема до визначення параметрів відбивного ролика

“Умова, коли друга насіннина втопає в комірку найбільш несприятлива для зняття його роликом без пошкодження. Граничним взаємним положенням комірки, насіння і ролика є тоді, коли вектори сил нормального тиску диска і ролика будуть спрямовані на напрямку AO_x .”

Тоді

$$R_x \leq \frac{d_o(r_o + R \cos \alpha)}{0,7(R(1 - \cos \alpha) - d_o)}, \quad (4.4)$$

де R_x, R – радіус відповідно відбивного ролика і висівного диска, $R=110$ мм;

d_o, r_o – відповідно діаметр і радіус насіння, $d_o=5,5$ мм, $r_o=2,75$ мм

$$\cos \alpha = 1 - \frac{h}{r_o};$$

h – глибина занурення насіння в комірку, $h=1,25$ мм

$$\cos \alpha = 1 - \frac{1,25}{2,75} = 0,55;$$

$$R_x = \frac{5,5(2,75 + 110 \cdot 0,55)}{0,7(110(1 - 0,55) - 5,5)} = 40,5 \text{ мм.}$$

Приближаємо $R_x=55$ мм для серійного висівного апарату.

Для усунення защемлення насіння між роликом і диском виконують співвідношення

$$\omega_r \geq 3\omega_d,$$

де ω_r, ω_d – кутова швидкість відповідно ролика і висівного диску, с^{-1} ;

$$\omega_r = 2,72 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_d = 3 \cdot 2,27 = 6,81 \text{ с}^{-1}.$$

Для того, щоб виштовхувач вільно виконував свою функцію, необхідно вірно вибрати кут нахилу клина (рис. 4.4).

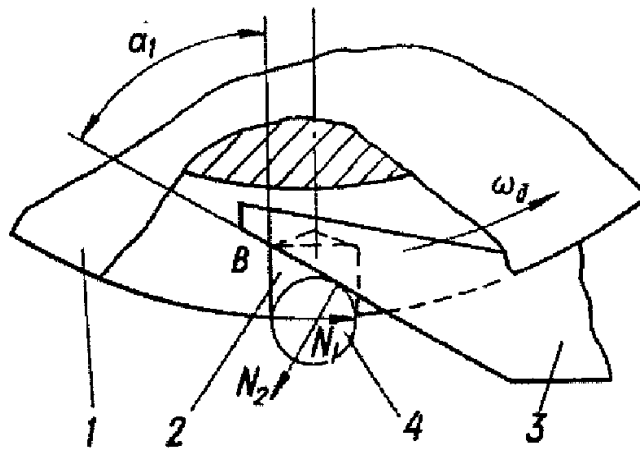


Рис. 4.4. Схема для визначення параметрів виштовхувача

“Його вибирають із умови, що в точці A (точка дотику бокової поверхні комірки з поверхнею клина) кут α між утворюючою поверхні комірки і лінією поверхні клина відповідав виразу:”

$$\alpha = \phi_1 + \phi_2 + (5^\circ \dots 7^\circ), \quad (4.5)$$

де φ_1, φ_2 – кут тертя насіння по поверхні відповідно комірки і клина;

$$\varphi_1 = \varphi_2 = 21^\circ;$$

$$\alpha = 21^\circ + 21^\circ + 6^\circ = 48^\circ.$$

4.3. Визначення передаточних відношень механізму привода сівалки [25]

Норми висіву насіння просапних культур задають кількістю насіння на одному гектарі або інтервалами між насінням в рядку.

Для сої інтервал між насінням в рядку 5; 6; 8; 10; 12 см. Тому слід пов'язувати параметри апарата через необхідну частоту обертання висівного диска за формулою:

$$n_d = \frac{v_c \cdot 6 \cdot 10^3}{a_0 \cdot k_d}, \quad (4.6)$$

де v_c – швидкість сівалки, $v_c = 2,5$ м/с;

a_0 – інтервал між насінням в рядку, $a_0 = 5$ см;

k_d – кількість комірок на висівному диску, $k_{d \min} = 70$ шт., $k_{d \max} = 140$ шт.

За мінімальної кількості комірок частота обертання висівного диска становить:

$$n_d = \frac{2,5 \cdot 6 \cdot 10^3}{5 \cdot 70} = 42,9 \text{ хв}^{-1}.$$

За максимальної кількості комірок частота обертання висівного диска становить:

$$n_d = \frac{2,5 \cdot 6 \cdot 10^3}{5 \cdot 140} = 21,4 \text{ хв}^{-1}.$$

Для визначення загального передаточного числа механізму привода сівалки приймають:

$$n_{x.k.} = \frac{60(1 - \varepsilon)v_c}{\pi D_{x.k.}}, \quad (4.7)$$

де $D_{x.k.}$ – діаметр опорно–приводного колеса сівалки, $D_{x.k.} = 0,51$ м;

ε – коефіцієнт ковзання опорно–приводного колеса, $\varepsilon = 0,03 \dots 0,04$;

$$n_{x.k.} = \frac{60(1-0,04) \cdot 2,5}{3,14 \cdot 0,51} = 89,9 \text{ хв}^{-1}.$$

Тоді

$$i = \frac{n_d}{n_{x.k.}} = \frac{\pi D_{x.k.} \cdot 10^2}{a_o \cdot k_d \cdot (1-\varepsilon)}, \quad (4.8)$$

$$i_{\min} = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 10^2}{15 \cdot 70 \cdot (1-0,04)} = 0,16;$$

$$i_{\max} = \frac{3,14 \cdot 0,51 \cdot 10^2}{4,2 \cdot 140 \cdot (1-0,04)} = 0,28.$$

4.4. Силовий аналіз [9]

4.4.1. Силовий розрахунок механізму привода сівалки

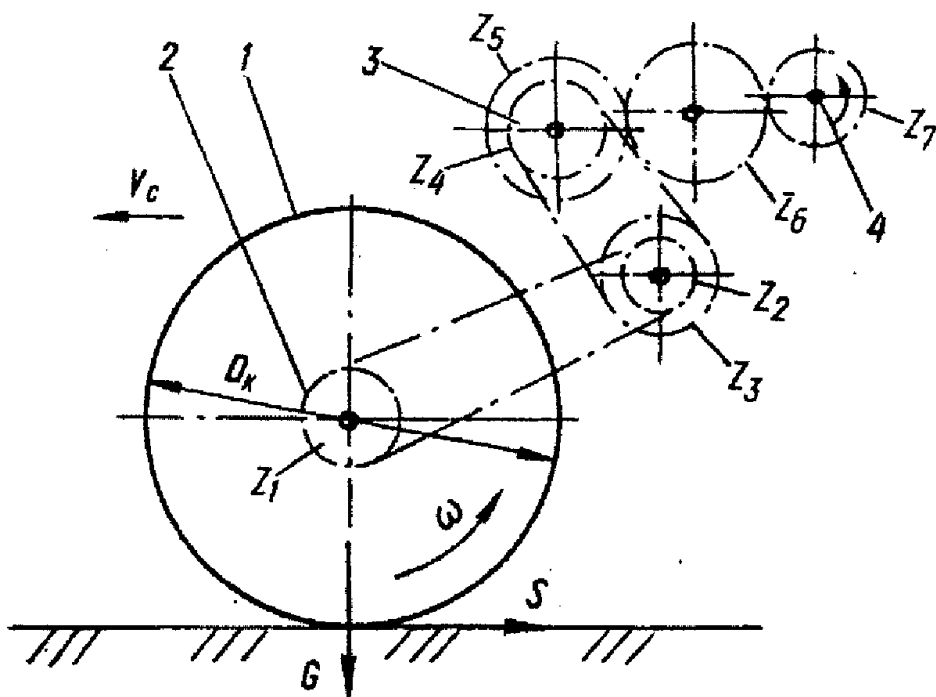


Рис. 4.6. Схема механізму привода сівалки

Максимальний обертальний момент опорно–приводного колеса:

$$M = \frac{f \cdot G \cdot D}{2 \cdot K}, \quad (4.9)$$

де f – коефіцієнт зачеплення, $f=0,4$;

G – частини сили тяжіння сівалки, що приходить на колеса, Н

$$G = G_c - n(R_H + G_1), \quad (4.10)$$

де G_c – вага сівалки із заправленими бункерами насінням і добривами,

$G_c = 11743$ Н,

n – кількість сошників на сівалці, $n=8$,

R_H – сила реакції пружини натискної штанги сошника, $R_H = 180$ Н;

G_1 – сила тяжіння одного сошника, $G_1 = 480$ Н;

D – діаметр опорно-приводних коліс, $D = 0,51$ м;

K – кількість опорних і опорно-приводних коліс на сівалці, $K=2$.

$$G = 11743 - 8(180 + 480) = 6463 \text{ Н};$$

$$M = \frac{0,4 \cdot 6463 \cdot 0,51}{2 \cdot 2} = 329,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Обертальний момент на будь-якому валу механізму передач:

$$M_i = M \eta_i i_i, \quad (4.11)$$

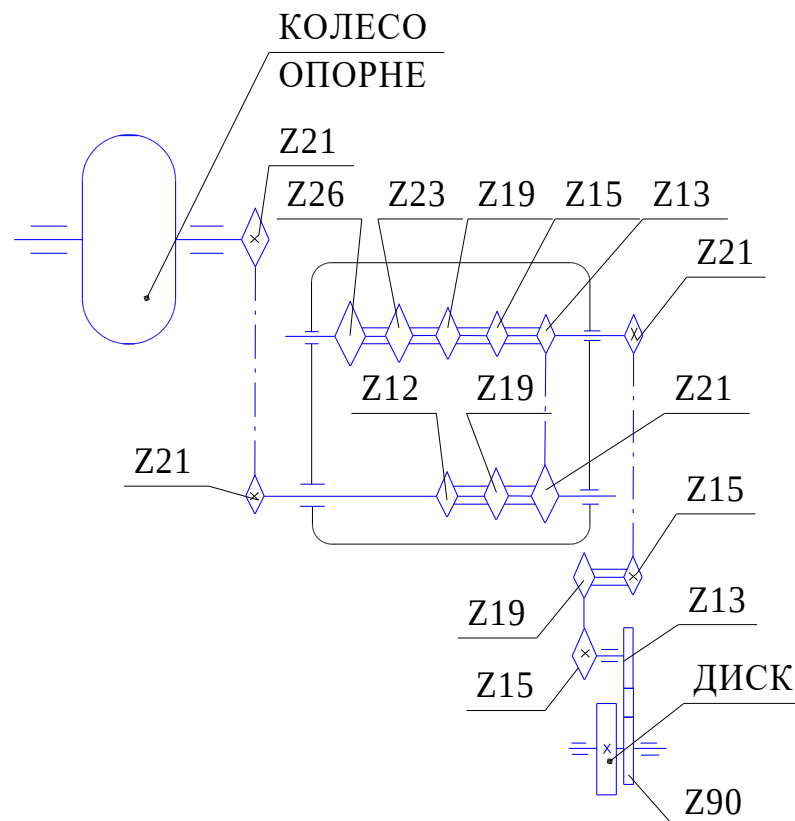


Рис. 4.7. Схема механізму передач сівалки ССТ-8

де η_i – ККД передачі, $\eta_i = \eta_1 \eta_2 \eta_3$. Для ланцюгової пари $\eta = 0,9$, для зубчатої відкритої пари $\eta = 0,93$;

i_i – передаточне число до розрахункового вала

$$i_i = \frac{z_1 z_3 z_i}{z_2 z_4 z_{i+1}}, \quad (4.12)$$

На вал висівного апарату

$$i_i = \frac{21}{21} \cdot \frac{12}{26} \cdot \frac{21}{15} \cdot \frac{19}{15} \cdot \frac{13}{40} \cdot \frac{40}{90} = 0,12;$$

$$i_i = \frac{21}{21} \cdot \frac{21}{26} \cdot \frac{21}{15} \cdot \frac{19}{15} \cdot \frac{13}{40} \cdot \frac{40}{90} = 0,41.$$

ККД передачі:

$$\eta = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,93 \cdot 0,93 = 0,57;$$

$$M_{max} = 329,6 \cdot 0,57 \cdot 0,28 = 52,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4.6. Розрахунки деталей на міцність [26–27]

4.6.1. Розрахунки на міцність валів механізму приводу

Діаметр висівного диска $D = 0,22$ м.

Максимальне руйнівальне зусилля для насіння сої $P_{max} = 30$ Н.

Крутний момент VII валу визначаємо з умови, щоб колове зусилля не перевищувало максимальне руйнування зусилля:

$$M_{VII} = \frac{P_{max} \cdot D}{2}, \quad (4.13)$$

де P_{max} – максимальне зусилля руйнування 3 насінин, $P_{max} = 90$ Н;

$$M_{VII} = \frac{90 \cdot 0,22}{2} = 9,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Величини крутних моментів на наступних валах механізму приводу визначимо за формулою:

$$M_{m-1} = M_n \frac{i_{n-1}}{\eta_{заг}}, \quad (4.14)$$

де i – передаточне відношення між двома валами;

$\eta_{\text{заг}}$ – загальний ККД, який дорівнює добутку від множення окремих ККД (передач, підшипників).

Виходячи із цього:

$$M_{VI} = M_{VII} \frac{i_6}{\eta_1 \eta_2},$$

де η_1 – ККД зубчатої передачі, $\eta_1=0,93\dots0,95$;

η_2 – ККД підшипників кочення, $\eta_2=0,99$.

$$M_{VI} = 9,9 \cdot \frac{0,44}{0,94 \cdot 0,99} = 4,73 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Аналогічно:

$$M_V = M_{VI} \frac{i_5}{\eta_1 \eta_2}, \quad (4.24)$$

$$M_V = 4,73 \cdot \frac{0,325}{0,94 \cdot 0,99} = 1,67 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_V = M_{IV} \frac{i_4}{\eta_1 \eta_2}, \quad (4.25)$$

де η'_1 – ККД ланцюгової передачі, $\eta'_1=0,97$.

$$M_V = 1,67 \cdot \frac{0,94}{0,97 \cdot 0,98} = 1,64 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Оскільки III вал забезпечує передачу крутних моментів до 6 висівних апаратів, то

$$M'_{III} = 6 \cdot M_{III} = 6 \cdot 2,92 = 17,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо крутний момент на III валу.

$$M_{III} = M_{IV} \frac{i_3}{\eta'_1 \eta'_2}, \quad (4.26)$$

де η'_2 – ККД підшипників кочення, $\eta'_2=0,99$.

$$M_{III} = 1,64 \cdot \frac{1,7}{0,97 \cdot 0,99} = 2,92 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо крутний момент на ведучому валу КЗП (на II валу) від опору на привід насіннєвих апаратів

$$M'_{II} = M_{III} \frac{i_2}{\eta'_1 \eta'_2}, \quad (4.27)$$

$$M'_{II} = 2,92 \cdot \frac{1,01}{0,97 \cdot 0,99} = 3,07 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Враховуючи, що ведучий вал також передає, то загальний крутний момент на II валу становить:

$$M_{II} = M'_{II} + M''_{II};$$

де M''_{II} – крутний момент на привід трьох туковисівних апаратів, $M''_{II} \approx 9,6$ Н·м.

$$M_{II} = 3,07 + 9,6 = 12,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок на міцність ведемо для вала висівного апарату, на якому знаходиться ролик-відбивач зайвого насіння.

Вихідні дані:

$$l_1 = 0,056 \text{ м}$$

$$l_2 = 0,018 \text{ м}$$

$$l_3 = 0,04 \text{ м}.$$

$$l_4 = 0,044 \text{ м}$$

$$l_5 = 0,025 \text{ м}$$

$$\text{Крутний момент на валу} \quad M_V = 1,67 \text{ Нм}.$$

$$\text{Крок ланцюгової передачі} \quad t = 15,875 \text{ мм}.$$

$$\text{Кількість зубів зірочки} \quad z = 15.$$

Знаходимо ділильний діаметр зірочки

$$d = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}}, \quad (4.28)$$

$$d = \frac{15,875}{\sin \frac{180}{15}} = 76,4 \text{ мм}.$$

Знаходимо колове зусилля

$$F_t = \frac{2 \cdot M}{d}, \quad (4.29)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 1,67 \cdot 10^3}{76,4} = 43,7 \text{ Н.}$$

Знаходимо зусилля, яке діє на вал через ланцюгову передачу

$$F_{\text{л}} = (1,15 \dots 1,2) F_t = 1,2 \cdot 43,7 = 52,3 \text{ Н.}$$

Знаходимо ділильний діаметр шестерні вала:

$$d = mz,$$

де m – модуль зачеплення, $m=2$ мм;

z – кількість зубів шестерні, $z=13$

$$d = 2 \cdot 13 = 26 \text{ мм.}$$

Знаходимо радіальне зусилля передачі

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\omega}, \quad (4.30)$$

$$F_r = 128,5 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 46,7 \text{ Н.}$$

Знаходимо реакції опор у горизонтальній площині.

$$\Sigma M_A = 0: \quad -F_r l_2 - R_B l_3 + F_{\text{л}}^z (l_3 + l_4) = 0;$$

$$R_B = \frac{-F_r l_2 + F_{\text{л}}^z (l_3 + l_4)}{l_3}, \quad (4.31)$$

$$R_B = \frac{-46,7 \cdot 0,018 + 52,3(0,04 + 0,044)}{0,04} = 88,8 \text{ Н;}$$

$$\Sigma M_B = 0: \quad F_{\text{л}}^z l_4 + R_A l_3 - F_r^z (l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_A = \frac{-F_{\text{л}}^z l_4 + F_r^z (l_2 + l_3)}{l_3}, \quad (4.32)$$

$$R_A = \frac{-52,3 \cdot 0,044 + 46,7(0,018 + 0,04)}{0,04} = 10,2 \text{ Н;}$$

$$\Sigma F = 0: \quad F_r^z - R_A - R_B + F_{\text{л}}^z = 0;$$

$$46,7 - 88,8 - 10,2 + 52,3 = 0.$$

Знаходимо реакції опор у вертикальній площині

$$\Sigma M_A = 0: \quad -F_t^z l_2 + R_B l_3 = 0;$$

$$R_B = \frac{F_t^e l_2}{l_3};$$

$$R_B = \frac{128,5 \cdot 0,018}{0,04} = 57,8 \text{ Н};$$

$$\Sigma M_B = 0: \quad R_A l_3 - F_t^e (l_2 + l_3) = 0;$$

$$R_A = \frac{F_t^e (l_2 + l_3)}{l_3};$$

$$R_A = \frac{128,5 \cdot (0,018 + 0,04)}{0,04} = 186,3 \text{ Н};$$

$$\Sigma F = 0: \quad F_t^b - R_A + R_B = 0;$$

$$128,5 - (86,3 + 57,8) = 0.$$

Знаходимо величини зведених моментів

$$M_{\Sigma I} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + \alpha M^2}, \quad (4.33)$$

$$\alpha = 1;$$

$$M_{\Sigma I} = \sqrt{2,3^2 + 1 \cdot 1,67^2} = 2,84 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\Sigma II} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + \alpha M^2}, \quad (4.34)$$

$$M_{\Sigma II} = \sqrt{3,15^2 + 1 \cdot 1,67^2} = 3,56 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Знаходимо орієнтовні діаметри валів відповідно у небезпечних перерізах:

$$d_I = \sqrt[3]{\frac{M_{\Sigma I}}{0,1[\sigma_{-1}]}} \quad (4.35)$$

де $[\sigma_{-1}]$ – допустиме знакозмінне напруження для вала із сталі 50,

$$[\sigma_{-1}] = 55 \text{ МПа}$$

$$d_I = \sqrt[3]{\frac{2,84 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 55}} = 8,02 \text{ мм}.$$

Приймаємо $d_I = 17 \text{ мм}.$

$$d_{II} = \sqrt[3]{\frac{M_{36II}}{0,1[\sigma_{-1}]}} , \quad (4.36)$$

$$d_{II} = \sqrt[3]{\frac{3,56 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 55}} = 8,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{II}=20$ мм.

Визначаємо запас витривалості в характерних перерізах.

Матеріал вала – сталь 50 з $\sigma_b=610$ МПа.

Межа міцності при симетричному циклі навантажень кручення $\tau_{-1}=150$ МПа, згину $\sigma_{-1}=270$ МПа.

Розрахунок ведемо для нормальних напружень.

$$n_{\sigma_{-1}} = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \cdot \sigma_A} , \quad (4.37)$$

$$n_{\sigma_{-1}} = \frac{270}{2,25 \cdot 4,68} = 25,6.$$

Напруження згину

$$\sigma_a = \frac{M_{32}}{W_{\text{нетто}}} , \quad (4.38)$$

$$\sigma_a = \frac{2,3 \cdot 10^3}{491,3} = 4,68 \text{ МПа.}$$

$$W_{\text{нетто}}=0,1d_1^3;$$

$$W_{\text{нетто}}=0,1 \cdot 17^3=491,3 \text{ мм}^3.$$

Ефективний коефіцієнт концентрації напружень $K_{\sigma D}=2,25$.

Коефіцієнт запасу для дотичних напружень

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\sigma D} \tau_a} , \quad (4.39)$$

$$n_{\tau} = \frac{150}{1,75 \cdot 1,7} = 50,4.$$

Напруження кручення

$$\tau_a = \frac{M_{kp}}{W_{\zeta}}, \quad (4.40)$$

$$\tau_a = \frac{1,67 \cdot 10^3}{982,6} = 1,7 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт напружень $K_{\tau D} = 1,75$.

Коефіцієнт запасу для дотичних нормальних напружень

$$n = \frac{n_{\sigma} n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n] = 2,5, \quad (4.41)$$

де $[n] = 2,5$ – допустимий коефіцієнт запасу.

$$n = \frac{25,6 \cdot 50,4}{\sqrt{25,6^2 + 50,4^2}} = 3,9 > [n] = 2,5.$$

Умова виконується. Міцність забезпечена.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці при роботі на посівному агрегаті [28]

“Транспортувати сівалку на великі відстані і по поганим дорогам тільки автомобільним транспортом. При цьому необхідно надійно закріпити її в автомобільному транспорті.

При транспортуванні сівалки по дорогам загального призначення з інтенсивним рухом необхідно повернути і зафіксувати кронштейни маркерів.

Знаходиться кому–небудь на сівалці під час транспортування забороняється. Транспортування сівалки в темний час доби та в інших умовах недостатнього освітлення не рекомендується.

Забороняється знаходитись кому–небудь між трактором і сівалкою або поблизу сівалки під час начеплення її на трактор і при піднятій сівалці в положення для транспортування. Перед виконанням робіт, необхідно перевірити надійність з'єднання сівалки з трактором.”

“При роботі з протруєним насінням використовувати засоби індивідуального захисту. Працювати без запобіжного щитка і з відкритими механізмами передач забороняється.

При роботі в зонах з високим рівнем запилення використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання.

Виконання правил з безпеки, обов'язкове для осіб, які обслуговують сівалку.

Виконувати роботи по навантаженню, розвантаженню, а також роботи по підготовці сівалки до роботи треба під керівництвом механіка або бригадира з використанням вантаже–підйомних механізмів, які виключають підймання важких частин руками.”

“Виконувати стропування належить тільки в означених місцях.

Сівалка повинна агрегатуватися з тракторами класу 1,4-2 тс.

Сівалка повинна працювати на схилах, які не перевищують 8°.”

“Перед початком роботи перевірити надійність з’єднання сівалки з трактором.

При від’єднанні сівалки від трактора під колеса підкласти колодки.

Коли працює агрегат, забороняється:

-працювати з несправною сівалкою, знаходитися попереду агрегата, сідати на трактор та сходити з трактора, очищувати робочі органи;

- включати гідромеханізм трактора з ґрунту або стоячи на тракторі, повертати агрегат з опущеними робочими органами, здавати сівалку, яку опущено в робочий стан, назад.

Категорично забороняється знаходитися будь-кому між трактором та сівалкою при її приєднанні до трактора.”

“При тривалих зупинках не оставляти сівалку підняту в транспортний стан.

Транспортувати сівалку по шляхах загального користування треба у відповідності до «Правил дорожнього руху», при цьому перевірити відсутність сторонніх предметів на сівалці.

Швидкість транспортування повинна вибиратися в залежності від шляхових умов, але не перевищувати 15 км/год.

Забороняється будь-кому знаходитися на сівалці під час транспортування.”

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі запропоновані шляхи удосконалення технології вирощування сої, які позитивно впливають на отримання більш високого урожаю з меншими витратами ручної праці.

Поліпшення технології вирощування запропоновані на підставі проведеного аналізу сучасних технологій у рослинництві, для забезпечення яких використовуються досвід застосування моделей сучасної техніки, впровадженні високоврожайних сортів культури, розробці й використанні більш екологічних засобів захисту рослин, широкого спектру цифрових технологій.

В проектній технології вирощування культури проводиться використання досвіду по посіву сої з метою запобігання зменшення витрат насіннєвого матеріалу під час сівби та забезпечення необхідної площі живлення рослин.

В інженерній частині запропоновані удосконалення конструкції сівалки ССТ–8, що підвищать якість та продуктивність її роботи.

Список використаної літератури

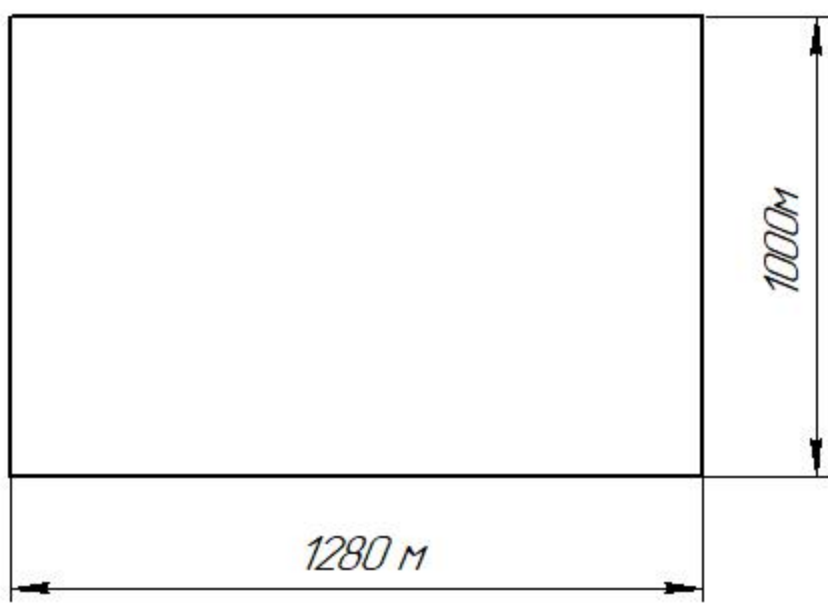
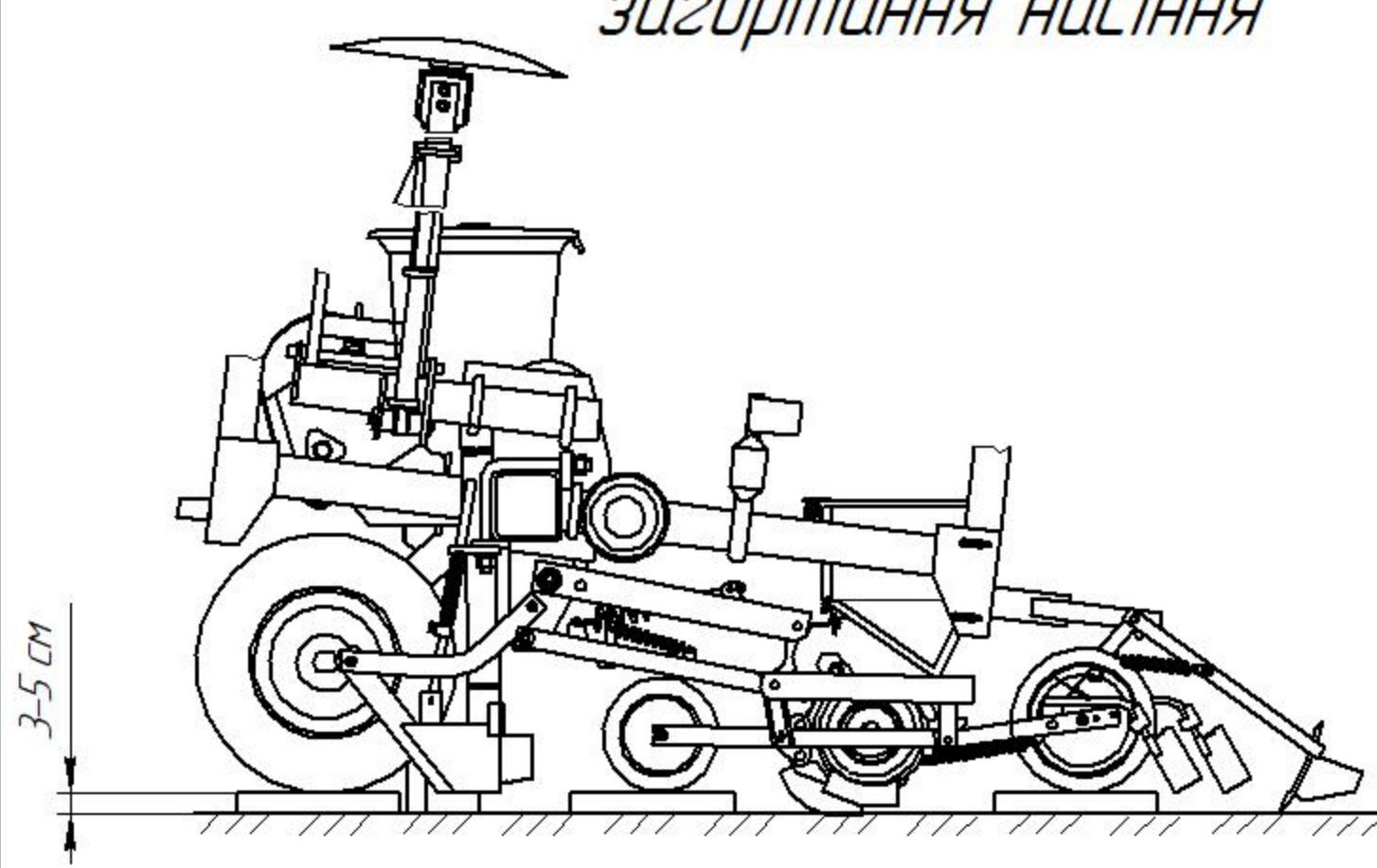
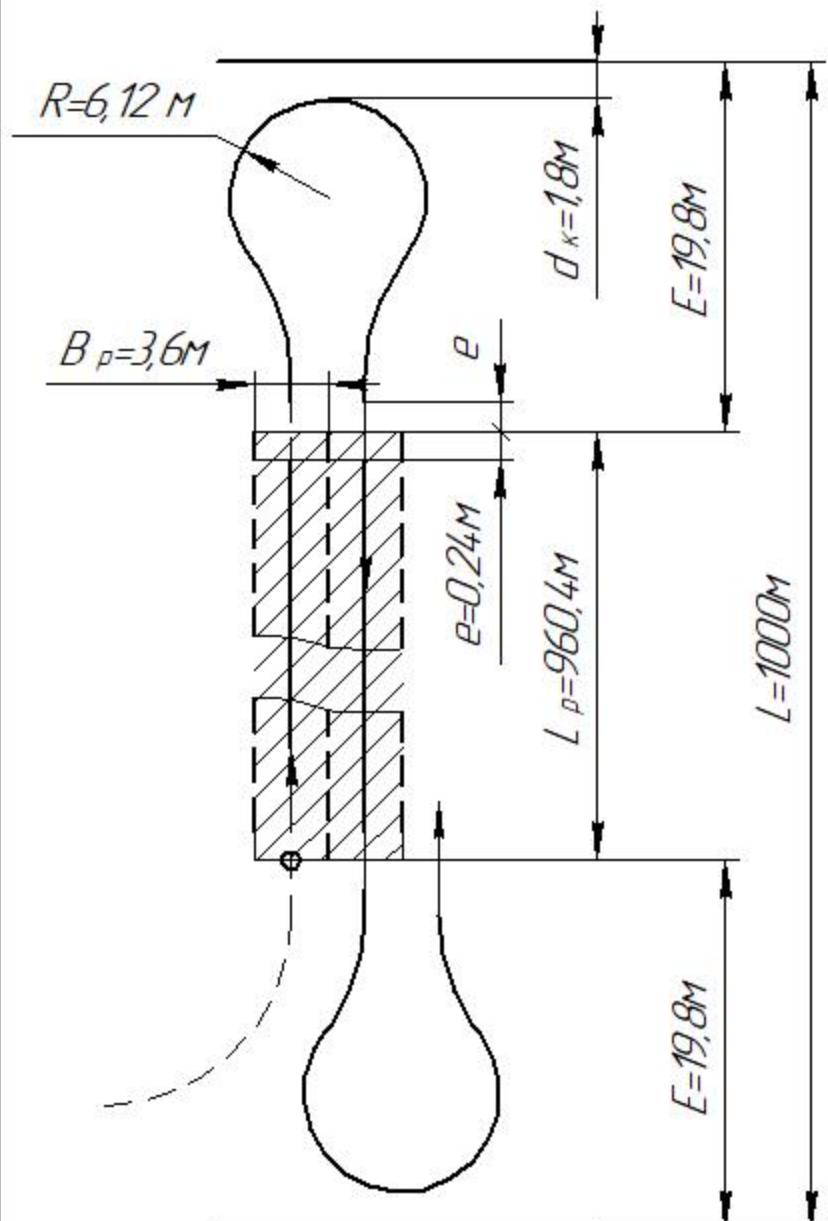
1. <https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-soi-pod-raundap-ukraina>
2. <https://eos.com/uk/blog/vyroshchuvannia-soi/>
3. <https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroschuvannya-soyi-nasinnya-inokulyaciya-jivlennya-ta-zahist>
4. <https://kurkul.com/spetsproekty/1437-viroschuyemo-soyu-na-maksimum--dosvid-fermeriv-ta-poradi-profesionaliv>
5. <https://kurkul.com/spetsproekty/1382-sezon-soyi-2022-pro-tehnologiyi-shemi-zahistu-ta-dobriva>
6. <https://kurkul.com/spetsproekty/636-viroschuvannya-soyi-za-klasichnoyu-tehnologiyeyu>
7. <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>
8. <https://superagronom.com/articles/687-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv-chastina-2>
9. https://vitagro-partner.com.ua/press_release/viroschuvannya-soi-v-ukraini-tehnologii-viroschuvannya-soi
10. https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya_soyi_yak_biznes
11. <https://agroportal.ua/agrocheck/special-projects/viroshchuvannya-soji-tehnologiya-posivu-ta-doglyadu>
12. <https://agroapp.com.ua/uk/blog/tehnologiya-viroshchuvannya-soi-v-ukraini-termini-posivu-doglyad-vrozhajnist/>
13. <https://www.agronom.com.ua/suchasni-zminy-v-tehnologiyi-vyroshhuvannya-soyi/>
14. <https://yason-agro.com/articles/66-technology-soy>
15. <https://posivna.com.ua/ua/zamitky-ahronoma/tekhnologiya-viroshchuvannya-soji>

16. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12545-siiemo-soiu-kroky-do-vysokykh-urozhaiv.html>
17. <https://ias.pp.ua/технології-вирощування-сільськогосп/технологія-вирощування-сої/>
18. Основи технології вирощування сої. Михайлов В.Г., Стрихар А.Е., Щербина О.З., Черненко Є.В./ За ред. В.Г. Михайлова. – К.: ВП “Едельвейс”, 2012. – 24 с.
19. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
20. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.
21. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу Машиновикористання у рослинництві для студентів спец.– 8.130102 Агрономія / Укл. Лузан П.Г., Осипов І.М., Мороз С.М., Мартиненко С.В., Глобенко Г.О. – Кіровоград: КНТУ, 2004.– 56 с.
22. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
23. 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.
24. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «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.

- 25.Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини, /Теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва/ За ред М.І. Черновола – К. Урожай, 2001. – 384 с.
- 26.Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2–е вид., переробл. – Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
- 27.Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.
- 28.Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

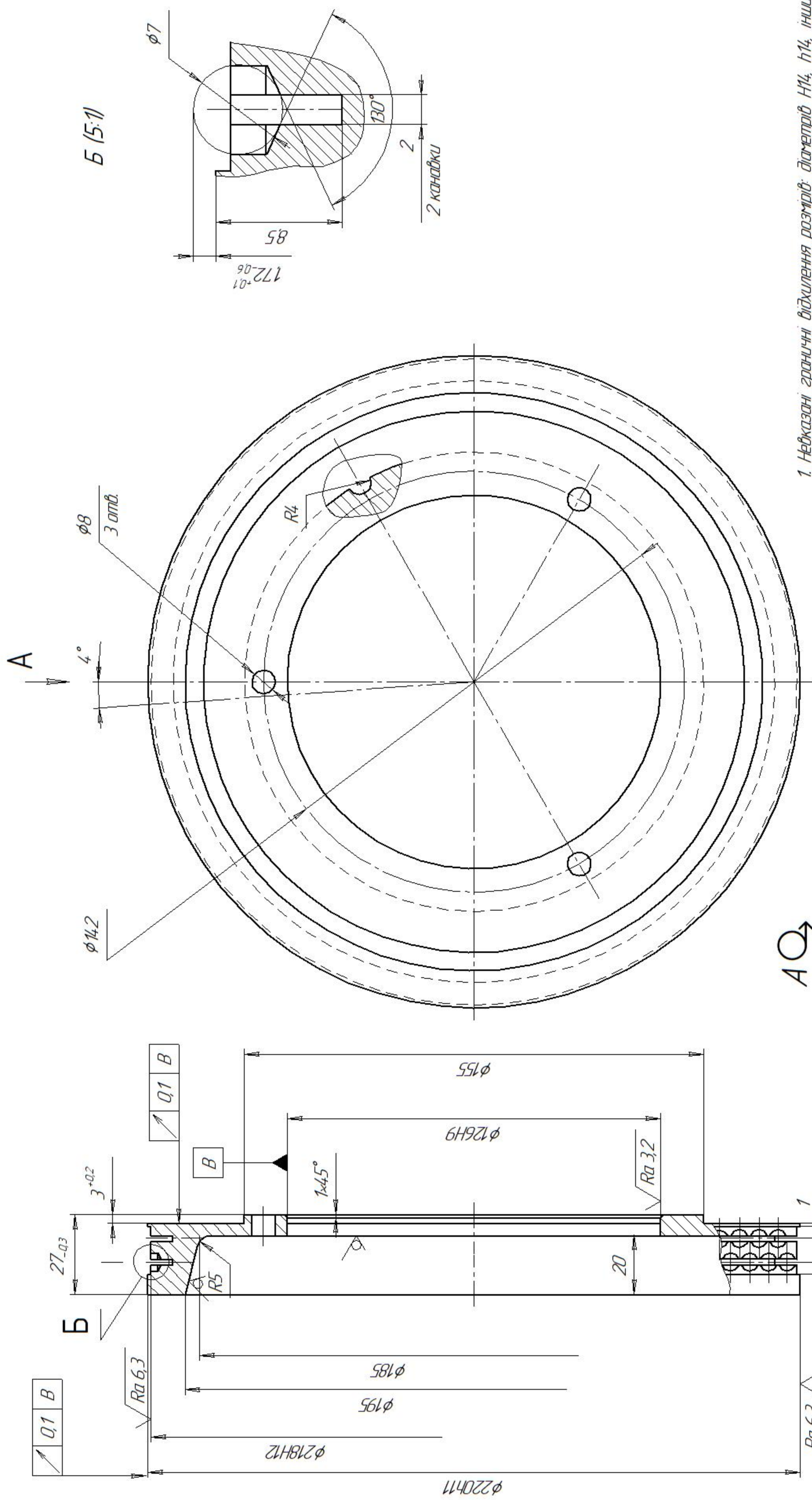
ДОДАТКИ

*Операційно-технологічна карта
на сім'ю сої*

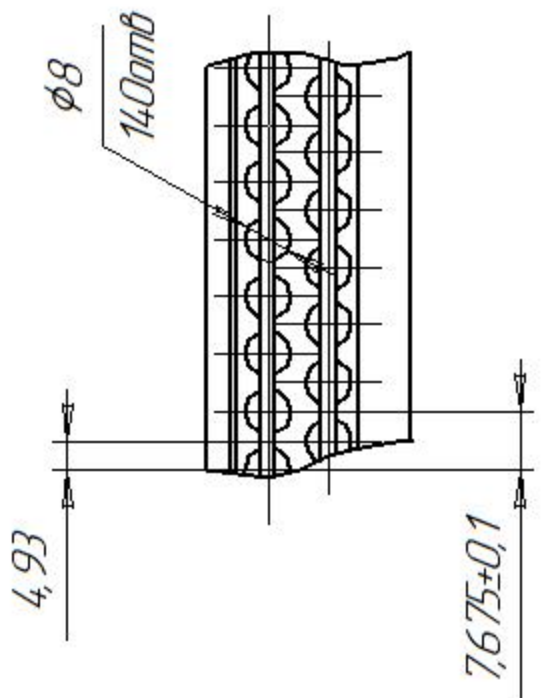
Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 128 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3°; глибина загортання насіння – 3–4 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – ± 1 см; відхилення від заданої норми висіву насіння – $\pm 3\%$; нерівномірність висіву між окремими апаратами не більше $\pm 3\%$; відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів – не більше ± 5 см, для суміжних сівалок – не більше ± 2 см.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор CASE IH Farmall JX110; сівалка ССТ-8; робоча ширина захвату – 3,6 м; мінімальний радіус повороту – 6,12 м; кінематична довжина агрегату – 2,4 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і сівалки. 2. Перевірити робочі поверхні сівалки, відрегулювати довжину маркерів. 3. Відрегулювати сівалку на задані норми висіву насіння та туків і глибини їх загортання.	Регулювання глибини загортання насіння 
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 27 м; оптимальна ширина заїмки – 81 м; кількість заїмок – 10 (9 шириною 81 м; 1 – шириною 120,7 м).	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий човником	
Швидкість руху	Робоча передача – 5; враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_p=10,12$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 13,39 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,65 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 23,32 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 35,88 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 3,97 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 92,66 кг/зм.	L – довжина гонів, L_p – робоча довжина заїмки, E – ширина поворотної смуги, e – довжина виїзду агрегату, B_p – ширина захвату агрегату, d_k – кінематична ширина
Контроль за якістю	1. Виконати 2–3 рази за зміну контроль норми висіву насіння. Відхилення від норми висіву не повинно перевищувати $\pm 3\%$. 2. Не менше 10 разів перевірити глибину загортання насіння. Відхилення не повинно перевищувати ± 1 см. 3. Нерівномірність висіву між окремими апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$. 4. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати: для суміжних проходів – ± 5 см, для суміжних сівалок – ± 2 см.	

ССТ 03.010.001

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\sqrt{1})}$



- 1. Невказані граничні відхилення розмірів: діаметрів H14, h14, інших IT14, ±1/2.
- 2. Невказані радіуси скруглень 0,5 мм.
- 3. Група відливки 2 ГОСТ 23.4.50-73.
- 4. Завуєснені у чарунках не допускаться.



5. Зміщення всієї канавки відносно осі чарунок не більше 0,2 мм

ССТ 03.010.001									
Диск									
Лист									
Масса									
Масштаб									
1:1									
Лист									
Лист									
1									
ЦНТУ									
ар. АІ-21-3СК									
AK12 ГОСТ 1583-93									