

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування буряків цукрових з удосконаленням
просапного культиватора»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23М-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Кулик Антон Олександрович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Сергій МОРОЗ

« _____ » 2024 р.

Рецензент

професор, докт. техн. наук

_____Ельчин АЛІЄВ

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПП «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кулика Антона Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування буряків цукрових з удосконаленням просапного культиватора

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

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

3. Строк подання роботи до захисту 12.12.2024 р.

4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту) Підвищення ефективності вирощування буряків цукрових

5. Перелік графічного матеріалу Універсальний буряковий міжрядний культиватор УСМК–5,4 – 1 А1; Технологічна карта – 1 А1; Операційно–технологічна карта на міжрядний обробіток буряків цукрових – 1 А1; Аналіз конструкцій просапних культиваторів–підживлювачів – 1 А1; Наукова частина 2 А1; Апарат туковисівний – 0,5 А1; деталювання – 0,5 А1

6. Консультанти розділів роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	10.12.2024 р.	
2	Графічна частина	10.12.2024 р.	
3	Захист роботи	16.12.2024 р.	

Дата видачі завдання
«___» _____ 2024 р.

Підпис керівника
_____ Мороз С.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«___» _____ 2024 р.

Підпис здобувача _____ Кулик А.О.
(прізвище та ініціали)

Перв. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание		
			1						
			2		Документація загальна				
			3						
			4		Заново розроблена				
Справ. №	5								
	6	A1	УСМК 00. 000 СБ	Універсальний буряковий	1				
	7			міжрядний культиватор					
	8			УСМК-5,4					
	9	A4	МВБЦ 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	4	1			
	10								
	11			Документація по					
	12			технологічній частині					
	13								
	14			Заново розроблена					
Підп. и дата	15								
	16	A1	МВБЦ 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1				
	17	A1	МВБЦ 00. 002 ТЧ	Операційно-технологічна	1				
Инв. № ацкл.	18			карта на міжрядний					
	19			обробіток буряків цукрових					
	20								
Взам. инв. №	21								
	22								
	23								
Підп. и дата	24								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВБЦ 00. 000 ВП			
	Разраб.	Кулик							
	Пров.	Мороз				Відомість проекту	Лист	Лист	Листов
								1	2
	Н.контр.	Мачок					ЦНТУ		
Утв.	Васильковський				гр. АІ-23М-2				

№ строки		Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание	
1								
2				<u>Документація</u>				
3				<u>з наукової частини</u>				
4								
5				<i>Заново розроблена</i>				
6								
7		A1	МВБЦ 00. 001 НЧ	Аналіз конструкцій	1			
8				просапних культиваторів-				
9				підживлювачів				
10		A0	МВБЦ 00. 002 НЧ	Наукова частина	1			
11								
12				<u>Документація</u>				
13				<u>по складальних одиницях</u>				
14								
15				<i>Заново розроблена</i>				
16								
17		A2	АТТ 00. 000 СБ	Апарат туковисівний	1			
18								
19				<u>Документація по деталях</u>				
20								
21				<i>Заново розроблена</i>				
22								
23		A3	АТТ 00. 010. 601	Вал	1			
24		A3	АТТ 00. 020. 101	Воронка	1			
25								
26								
27								
28								
29								
Инв. № подл.				МВБЦ 00. 000 ВП				Лист
Изм.		Лист	№ докум.					Подп.

Анотація

Тема: «Механізація вирощування буряків цукрових з удосконаленням просапного культиватора»

буряки цукрові, підживлення рослин мінеральними добривами, просапний культиватор, шнековий дозатор, витрати потужності

Дипломна робота спрямована на підвищення ефективності виробництва коренеплодів буряків цукрових. Проведено аналіз технологічних особливостей вирощування культури та її підживлення в період вегетації. Виконано розробку технологічної карти вирощування заданої культури в умовах центрального регіону України, дотримання якої дозволить отримати заплановану урожайність культури.

Досліджено вплив швидкості руху агрегату та норми висіву мінеральних добрив шнековим дозатором на витрати потужності при його роботі.

Abstract

Topic: "Mechanization of sugar beet cultivation with improvement of row-row cultivator"

sugar beet, plant fertilizing with mineral fertilizers, row-row cultivator, auger dispenser, power consumption

The thesis is aimed at increasing the efficiency of sugar beet root crop production. An analysis of the technological features of crop cultivation and its fertilizing during the growing season was conducted. A technological map of growing a given crop in the conditions of the central region of Ukraine was developed, compliance with which will allow obtaining the planned crop yield.

The influence of the speed of movement of the unit and the rate of sowing mineral fertilizers with an auger dispenser on power consumption during its operation was studied.

Зміст

	стор.
Вступ.....	7
2. Технологічна частина	9
3. Наукова частина	27
4. Охорона праці	36
5. Економічна частина	38
Висновки	39
Список використаної літератури	40

					<i>МВБЦ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

ВСТУП

Буряки цукрові займають важливе місце в аграрних секторах провідних сільськогосподарських країнах Європи та Канади.

Вони один з наймолодших видів сільськогосподарських культур та були виведені шляхом селекції в останні десятиліття XVIII сторіччя.

В той час цукор виробляли з цукрової тростини у Новому Світі. Цукрова тростина – дешева сировина, але висока вартість при транспортуванні в країни Європи значно збільшувала ціни на цукор для європейців. Крім того під час транспортування падала його якість внаслідок всмоктування ним вологи, оскільки не існувало технологій для боротьби з нею.

Таким чином буряки цукрові мали стати альтернативною сировиною для виробництва цукру безпосередньо в Європі. Найбільшого успіху в селекції нової цукроносною культури досягли французькі вчені, які разом з інженерами змогли виробити цукор та презентувати його у вигляді рафінаду Наполеону на початку XIX сторіччя.

Внаслідок поразки французів у 1814 році їхні розробки стали відомими європейцям та стали стрімко поширюватися континентом.

Відомими виробниками цукру не тільки в Україні, а й в усій російській імперії стають Артемій Терещенко та його сини Микола, Федір і Семен. Вони в 1835 році відкривають перший в тодішній країні рафінадний завод. Постійне нарощування вирощування буряків цукрових дозволяло будувати заводи з виробництва цукру. Це дозволили братам заснувати в 1870 році «Товариство цукробурякових та рафінадних заводів братів Терещенків» з початковим капіталом у 3 млн рублів. На початок XX сторіччя товариство було власником 10 цукроварень.

					<i>МВБЦ 00. 000 ПЗ</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>	<i>Кулик</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>								7	41
<i>Н. контр.</i>	<i>Мачок</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>									
								<i>ЦНТУ, гр. АІ-23М-2</i>		

Таким чином ця культура стає однією з провідних сільськогосподарських культур в українському сільському господарстві.

Вони не тільки цінна сировина, з якої виробляють цінний продукт – цукор, а й не менш цінні побічні продукти – мелясу і жом.

До здобуття незалежності Україна була серед лідерів у світі з виробництва цукру. Виробництво цукру досягало 5 млн. т на рік. В ті часи в Україні працювало майже 200 цукрових заводів, більше сотні дослідницьких станцій з вирощування насіння і насіннєвих господарств. Більше 10% бюджет України отримував від продажу цукру.

Після цього буряківництво в нашій країні стало занепадати. Так в нашому регіоні з 11 цукроварень зараз працює тільки 2–3 цукроварні.

Однак в останнє десятиліття галузь поступово стабілізувалася та стала розвиватися й збільшувати виробництво продукції.

Вирощування буряків цукрових дуже трудомісткий процес, який забезпечує прибутковість тільки завдяки високій механізації технологічних операцій. Однак задля цього господарства повинні мати великий парк сільськогосподарських машин.

Мета роботи – удосконалення технології вирощування буряків цукрових з метою отримання високих урожаїв, підвищення родючості ґрунту та зниження собівартості робіт.

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

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технології вирощування буряків цукрових

Найкращі ґрунти для вирощування буряків цукрових – чорноземи з глибоким гумусним горизонтом. На інші типах ґрунтів також можна отримати високі врожаї культури за умови внесення дуже високих норм всіх видів добрив. Для ґрунтів з вищою від норми кислотністю доцільно проводити вапнування та застосовувати органічні та мінеральні добрива. Буряки цукрові на піщаних ґрунтах дають низьку врожайність навіть при застосуванні максимально допустимих доз несення добрив [1–6].

Найкращий попередник для буряків цукрових – озима пшениця чи інші ранні культури [1–6].

Основний обробіток ґрунту складається з лушення стерні та глибокої оранки на зяб [1–6].

Одночасно зі збиранням проводять лушення стерні дисковими лушчильниками, через 10–20 днів – повторюють операцію лемішними знаряддями на глибину 12–16 **см** з одночасним використанням борін і котків. В другій половині вересня чи в першій половині жовтня проводять зяблеву оранку плугом з передплужником на глибину 28–32 **см** [1–6].

Для боротьби з бур'янами застосовують напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту [1–6].

Навесні проводять боронування й шлейфування. Перед сівбою – культивують з одночасним боронуванням [1–6].

В період вегетації буряки цукрові споживають 120–130 **кг** азоту, 36–45 **кг** фосфору й 120–150 **кг** калію. Зі збільшенням урожаю зростає й споживання мінеральних поживних речовин. Для забезпечення поживними речовинами буряків цукрових основне добриво вносять під глибоку оранку, навесні – при сівбі в рядки та в період вегетації. Норми добрив залежать від багатьох чинників [1–6].

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

В районах недостатнього зволоження мінеральні добрива в повних дозах краще вносити під глибоку оранку. В районах достатнього зволоження азотні добрива краще вносити навесні [1–6].

Для посіву використовують каліброване насіння буряків цукрових. Норми висіву залежать у кожному конкретному випадку від способу сівби та якості насіння. Норма висіву якісного насіння становить 30–40 клубочків на 1 погонний метр рядка або приблизно 15–16 *кг/га* насіння фракції 4,5–5,5 *мм* і 10–12 *кг/га* фракції 3,5–4,5 *мм* [1–6].

Посів проводять з настанням стиглості ґрунту, що настає в центральних регіонах країни у другій декаді квітня при переході середньої добової температури повітря через 5°. Сівбу буряків цукрових потрібно провести протягом 4–5 днів, а кожне окреме поле слід засівати протягом 1–2 днів. На неполивних землях буряки цукрові сіють з шириною міжрядь 45 *см*, а в районах зрошування – 60 *см*. Одразу після висіву насіння без розриву в часі коткують посіви гладкими котками для ущільнення ґрунту з метою припливу вологи до насіння й появи дружних сходів. Через 5–6-й днів після сівби проводять досходове боронування, а на початку утворення першої пари справжніх листочків – післясходове та поперечне прорідження сходів по всій площі засіяного поля [1–6].

Після проріджування сходів просапними культиваторами проводять розпушування ґрунту в міжряддях. Їх обладнують лапами–бритвами; глибина розпушування 6–8 *см*, за високої щільності ґрунту – 8–10 *см*. Одночасно з глибокими розпушуваннями посіви підживлюють мінеральними й рідкими органічними добривами. Друге глибоке розпушування провадять через 8–10 днів після першого на глибину 12–14 *см*. Застосовують долотоподібні лапи й ротаційні робочі органи. Наступні розпушування проводять за потреби залежно від щільності ґрунту, кількості опадів і бур’янів. Після змикання рядків посіви прополюють 1–2 рази. Як правило буряки цукрові збирають на початку вересня [1–6].

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

2.2. Удосконалення технологічної карти на вирощування обраної сільськогосподарської культури

Існує така технологія виробництва буряків цукрових, яка приведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технологічна карта вирощування цукрових буряків

№ п/п	Найменування операції	Склад агрегату	
		трактор	машина
1	Лущення стерні	Т-150К	ЛДГ-15
2	Навантажування мінеральних добрив	БЕЛАРУС-892	ПФ-0,5
3	Внесення мінеральних добрив	МТЗ-1221.2	МВУ-8Б
4	Глибока оранка	МТЗ-1221.2	ПЛН-5-35
5	Культивація	КИЙ-14102	УСМК-5,4
6	Закриття вологи	КИЙ-14102	БЗТС-1,0
7	Рівняння ґрунту	Т-150К	ЗЗККШ-6
8	Передпосівна культивація	КИЙ-14102	УСМК-5,4
9	Внесення гербіцидів	БЕЛАРУС-892	ПОМ-630
10	Посів	БЕЛАРУС-892	VESTA-12
11	Коткування	БЕЛАРУС-892	ЗКВГ-1,4
12	Боронування до появи сходів	КИЙ-14102	БЗТС-1,0
13	Шарування	КИЙ-14102	УСМК-5,4
14	Формування густоти рослин	вручну	вручну
15	Міжрядне розпушення	КИЙ-14102	УСМК-5,4
16	Збирання гички	МТЗ-1221.2	БМ-6
17	Збирання коренеплодів	—	КС-6

Замість звичайного чорного пару після збирання попередника пропонуємо сидеральний пар – зайнятий пар, де вирощують бобові й інші рослини, подрібнену зелену масу яких приносять на зелене добриво. В сидеральний пар висівають переважно бобові культури (синій люпин, сераделу, боркун тощо), котрі за досить короткий строк створюють велику вегетативну масу й збагачують ґрунт на азот за допомогою *бульбочкових*

бактерій. Найчастіше для цього вирощують люпин, який перетворює в ґрунті важкорозчинні фосфати на доступніші для рослин форми. Його коренева система проростає глибоко в ґрунті. Він використовує поживні речовини з глибоких шарів ґрунту й при заорюванні зеленої маси збагачує ними верхній. Вважають, що внесення у ґрунт зеленого добрива з подрібненого на 1 га люпину за своєю ефективністю рівне 30–40 *т/га* перегною [1–6].

Дослідами й виробничою практикою встановлено більш високу ефективність зеленого добрива у порівнянні з такою ж кількістю перегною. Встановлено високу ефективність сидератів на посівах просапних культур в тому числі й буряків цукрових. Було встановлено, що 18,5 *т* зеленої маси післяжнивного люпину, заораного восени, забезпечили зростання урожаю цієї культури за три роки в середньому на 85 *ц/га*, в той час як 30 *т/га* гною тільки 83 [1–6].

Підготовку ґрунту під посів люпину в сидеральний пар починають із **зяблевого обробітку ґрунту**. Оранку проводять плугами з ґрунтопоглиблювачем. Це сприяє більш глибокому проникненню кореневої системи люпину. Під оранку вносять калійні та фосфорні добрива у вигляді борошна. Насіння обробляють нітрагіном. Приорюють зелену масу у фазі сизих бобиків. Для якісного заорювання зеленої маси люпину травостій попередньо подрібнюють важкими боронами чи дискаторами. Приорювання на повну глибину орного шару зеленої маси дозволяє не допустити надмірно її швидкої мінералізації [1–6].

Тому в якості сидерату обираємо люпин.

Операції з закриття вологи та культивування об'єднаємо в одну. Трактором КИЙ-14102 можна зробити дану операцію, приєднавши до нього культиватор УСМК–5,4 і борону БЗТС–1,0. Це допоможе зменшити витрати палива, затрати праці і скоротити терміни виконання операції.

Для зменшення затрат пропонуємо проводити посів на кінцеву густину висіваючи 8–10 насінин буряків цукрових на погонний метр. **При цьому схожість насіння повинна бути не менше 90–95%.**

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

Одночасно з посівом насіння буряків цукрових пропонуємо вносити гербіциди смуговим методом безпосередньо в зону рядка. Це дасть можливість зменшити кількість гербіцидів і підвищити ефективність їх дії.

Замість трактора МТЗ–80, який використовується в господарстві, пропонуємо використовувати трактор CASE IH Farmall 100 JX, що є більш доцільним.

Нова технологія вирощування буряків цукрових приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Запропонована технологічна карта на вирощування буряків цукрових

№ п/п	Найменування операції	Склад агрегату	
		трактор	машина
1	Навантажування мінеральних добрив	КИЙ-14102	ПФ–0,5
2	Внесення мінеральних добрив	CASE IH Maxxum 140	МВУ–8Б
3	Глибоке розпушування	CASE IH Puma 210	ЧНУ–4
4	Культивація з боронуванням та одночасним внесенням гербіцидів	CASE IH Maxxum 140	КПУ–8
5	Рівняння ґрунту	CASE IH Maxxum 140	ЗЗККШ–6
6	Посів (8–10 шт/м)	CASE IH Farmall 90 JX	Monosem NG Plu
7	Коткування	CASE IH Farmall 110 JX	ЗКВГ–1,4
8	Боронування до появи сходів	CASE IH Farmall 100 JX	БЗТС–1,0
9	Шарування	CASE IH Farmall 100 JX	УСМК–5,4
10	Міжрядний обробіток	CASE IH Farmall 100 JX	УСМК–5,4
11	Збирання коренеплодів	–	Vervaet Q-616

2.3. Розрахунки машинно-тракторного агрегату

Проведемо розрахунок машинно–тракторного агрегату для міжрядної культивуації з одночасним локальним внесенням мінеральних добрив агрегатом, який складається із трактора МТЗ–80 і культиватора

					<i>МВБЦ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

УСМК–5,4 та трактора CASE IH Farmall 100 JX з культиватором УСМК–5,4 [7–10].

Робоча швидкість, зусилля на гаку та вага трактора:

$$\begin{aligned} v_{\delta} &= 7,24 \text{ км/год}; & v_{np} &= 8,1 \text{ км/год}; \\ P_{н.зак \delta} &= 14,0 \text{ кН}; & P_{н.зак np} &= 25 \text{ кН}; \\ G_{тр \delta} &= 33,4 \text{ кН}, & G_{тр np} &= 32,37 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Тягове зусилля трактора [7–9]:

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{тр} \cdot i \quad (2.1)$$

де i – величина підйому поля, $i=0,03$

$$P_{зак}^{\delta} = 11,5 - 33,4 \cdot 0,03 = 10,49 \text{ кН}; \quad P_{зак}^{np} = 22,0 - 32,37 \cdot 0,03 = 21,03 \text{ кН}.$$

Максимальна ширина захвату [7–10]:

$$B_{max} = \frac{P_{зак}}{K + R_i}, \quad (2.2)$$

де K – питомий опір культиватора, $K=1,8 \text{ кН/м}$ [7–10];

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м [7–10]

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i, \quad (2.3)$$

де B_K – конструктивна ширина захвату культиватора, $B_K=5,4 \text{ м}$;

G_M – вага культиватора, $G_M=12,26 \text{ кН}$, [7–10]

$$R_i = \frac{12,26}{5,4} \cdot 0,03 = 0,068 \text{ кН/м};$$

$$B_{max}^{\delta} = \frac{14}{1,8 + 0,068} = 7,49 \text{ м}; \quad B_{max}^{np} = \frac{25}{1,8 + 0,068} = 13,38 \text{ м}.$$

Кількість машин в агрегаті [7–10]:

$$n_c = \frac{B_{max}}{B_K} \quad (2.4)$$

$$n_{\delta} = \frac{7,49}{5,4} = 1,39; \quad n_{np} = \frac{13,38}{5,4} = 2,48.$$

Приймаємо $n_{\delta}=1$; $n_{np}=1$.

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

Тяговий опір агрегату [7–10]:

$$R = (K + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (2.5)$$

$$R_{aep} = (1,8 + 0,068) \cdot 5,4 \cdot 1 = 10,09 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [7–10]:

$$\eta = \frac{R_{aep}}{R_{зак}} \quad (2.6)$$

$$\eta_{мз}^{\delta} = \frac{10,09}{14} = 0,72; \quad \eta_{мз}^{np} = \frac{10,09}{25} = 0,40.$$

Змінна продуктивність агрегату [7–10]:

$$W_{зм} = 0,1 B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (2.7)$$

де B_p – робоча ширина захвату машини [7–10]:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (2.8)$$

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

$$B_p = 5,4 \cdot 1,0 = 5,4 \text{ м;}$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год [7–10]:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (2.9)$$

де δ – коефіцієнт буксування, $\delta=8-12\%$ [7–9]

$$v_p^{\delta} = 7,24 \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 6,66 \text{ км/год; } v_p^{\delta} = 8,1 \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 7,54 \text{ км/год;}$$

T_p – чистий робочий час, год [7–9]:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.10)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,8554$ при довжині гонів 1250 м

$$T_p = 8 \cdot 0,855 = 6,84 \text{ год.}$$

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 6,66 \cdot 5,4 \cdot 6,84 = 24,60 \text{ га/зм;}$$

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot 7,54 \cdot 5,4 \cdot 6,84 = 27,85 \text{ га/зм.}$$

					МВБЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Витрати палива на 1 га площі [7–10]:

$$Q_{\text{за}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.11)$$

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

$$Q_{\text{зм}} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (2.12)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива при роботі, холостому русі, на зупинках, для МТЗ–80 $Q_p=15,4$ кг/год; $Q_x=9,7$ кг/год; $Q_z=1,2$ кг/год для CASE IH Farmall 100 JX $Q_p=13,3$ 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 [7–10]:

$$t_x = t_z = \frac{T_{\text{зм}} - T_p}{2}, \quad (2.13)$$

$$t_x = t_z = \frac{8 - 6,84}{2} = 0,58 \text{ год};$$

$$Q_{\text{змб}} = 15,4 \cdot 6,84 + 9,7 \cdot 0,58 + 1,9 \cdot 0,58 = 112,06 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{\text{змnp}} = 12,3 \cdot 6,84 + 8,3 \cdot 0,58 + 1,12 \cdot 0,58 = 89,60 \text{ кг/зм}.$$

Отже:

$$Q_{\text{за}}^{\text{б}} = \frac{112,06}{24,6} = 4,56 \text{ кг/год}; \quad Q_{\text{за}}^{\text{np}} = \frac{89,6}{27,85} = 3,22 \text{ кг/год}.$$

Аналізуючи виконані розрахунки приймаємо агрегат, що складається з трактора CASE IH Farmall 100 JX і культиватора УСМК–5,4.

2.4. Розробка операційно–технологічної карти виконання міжрядного обробітку з підживленням

Ширина поворотної смуги при петльових поворотах

$$E = 3R_{\text{min}} + L_a, \quad (2.14)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту агрегату з колісного трактора та начіпною машиною

$$R_{\text{min}} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м}.$$

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

L_a – кінематична довжина агрегату

$$L_a = L_{mp} + L_m, \quad (2.15)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, $L_{mp}=1,25$ м;

L_m – кінематична довжина машини, $L_m=1,0$ м

$$L_a = 1,25 + 1,0 = 2,25 \text{ м};$$

$$E = 3 \cdot 9,18 + 2,25 = 29,79 \text{ м}.$$

Відповідність ширини поворотної смуги робочій ширині захвату машини

$$E = K \cdot B_p, \quad (2.16)$$

де K – це кратність

$$K = \frac{29,79}{5,4} = 5,52.$$

Приймаємо $K=6$.

Після округлення отримуємо

$$E = 6 \cdot 5,4 = 30,24 \text{ м}.$$

Ширина загінки

$$C_{ont} = \frac{n_{zm} \cdot W_{zm} \cdot 10^4}{L}, \quad (2.17)$$

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

L – довжина гону, $L=1250$ м

$$C_{ont} = \frac{2 \cdot 27,85 \cdot 10^4}{1250} = 445,6 \text{ м}.$$

Кількість проходів агрегату при проході однієї загінки

$$n = \frac{C_{ont}}{B_p} = \frac{445,6}{5,4} = 82,52.$$

Приймаємо $n=82$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 82 \cdot 5,4 = 442,8 \text{ м}.$$

Кількість загінок

					МВБЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (2.18)$$

де F – площа поля, $F=137$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 137}{1250 \cdot 442,8} = 2,475 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну загінку шириною $C_1=442,8$ м і одну загінку шириною $C_5 = C_1 \cdot 1,48 = 442,8 \cdot 1,475 = 653,2$ м.

Коефіцієнт робочих ходів

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.19)$$

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (2.20)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (2.21)$$

де l – довжина виїзду агрегату

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot 2,25 = 1,125 \text{ м};$$

$$L_p = 1250 - 2 \cdot 30,24 = 1189,52 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 9,18 + 2 \cdot 1,125 = 57,33 \text{ м};$$

$$K_p = \frac{1189,52}{1189,52 + 57,33} = 0,954.$$

Коефіцієнт вказує на високе використання робочого часу.

Тривалість одного циклу

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (2.22)$$

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

$$T_u = \frac{12 \cdot 1189,52}{10^2 \cdot 7,54} + 2 \cdot 1 = 20,93 \text{ хв} \approx 0,349 \text{ год.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (2.23)$$

$$W_u = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,54 \cdot 0,349 \cdot 0,855 = 12,15 \text{ га/цикл.}$$

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

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (2.24)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,85}{12,15} = 2,29 \text{ цикл/зм.}$$

Витрати палива за цикл

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

$$Q_{\text{ц}} = 3,22 \cdot 12,15 = 39,12 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

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

3.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується

Після тривалого застою ринок техніки за доглядом посівів буряків цукрових починає розвиватися. Якщо раніше на ринку техніки для буряківництва були представлені культиватор УСМК–5,4 та кілька моделей від MONOSEM, за зараз ринок оживився і багато вітчизняних виробників сільськогосподарських машин постачають на нього свої моделі. Але не всі виробники відчують зміни в кон'юктурі ринку. Так колишній лідер з виробництва посівної та ґрунтообробної техніки ТОВ «Ельворті» припинило випуск просапних культиваторів для обробітку посівів з шириною міжряддя 45 та 60 см, зосередившись тільки на випуску таких машин для міжрядного обробітку посівів з шириною міжряддя 70 см – культиватори серії «Альтаір» [11].



Рис. 3.1. Культиватор ALTAIR–5.6

Інший провідний виробник сільськогосподарської техніки в Україні ТОВ «Уманьфермаш» продовжує випуск універсального культиватора для міжрядного обробітку посівів буряків цукрових УСМК–5,4 класичною конструкцією робочої секції [12].

Секція складається з кронштейну кріплення до рами, паралелограмного механізму, копіюючого котка та гряділя.



Рис. 3.2. Культиватор УСМК–5,4

Паралелограмний механізм складається кронштейну кріплення до рами та кронштейну гряділя, які з'єднані між собою в нижній частині планками незмінної довжини, а верхню планку утворює гвинтовий механізм. Глибина обробітку регулюється переміщенням робочих органів у вертикальній площині і визначається як відстань по вертикалі між найнижчою точкою робочого органу та нижньою точкою опорного котка. Гвинтовим механізмом регулюється кут входження робочих органів у ґрунт. Висота розміщення робочих органів фіксується кронштейнами поперечних брусів гряділя за допомогою гвинтів. Ширина обробітку міжряддя регулюється переміщенням поперечних брусів впоперек гряділя.

ТОВ "АК "Фаворит" налагодив випуск сімейства культиватора КНРФ який є базою для його модифікацій [13].

Виробник випускає їх для обробітку 6–ти, 8–ми та 12–ти рядів посівів просапних культур. Це такі моделі: КНРФ–4,2, КНРФ–4,2–04, КНРФ–5,6, КНРФ–5,6–03, КНРФ–5,6–04.

Культиватори обробляють посіви просапних культур з шириною міжрядь 45, 60 та 70 см.



Рис. 3.3. Культиватор КНРФ



Рис. 3.3. Секція робочих органів культиваторів КНРФ

Секція робочих органів культиваторів КНРФ відрізняється від секції попередньої моделі конструкціями кронштейнів паралелограмного механізму, які стали складними конструкціями замість литих деталей. Його нижні планки з'єднані між собою для забезпечення жорсткості. В шарнірах замість підшипників ковзання встановлені підшипники кочення.

Для зміни глибини обробітку додатково встановлено механізм зміни положення копіюючого котка.

Моделі КНРФ–4,2 та КНРФ–5,6 випускаються без туковисівних апаратів, в той час як моделі КНРФ–5,6–03 та КНРФ–5,6–04 обладнуються туковисівними апаратами власної конструкції.

					МВБЦ 00. 000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			22

В останні роки виробник налагодив випуск нової серії просапних культиваторів, а саме: КПНФ NONIUS–5,6, КПНФ NONIUS–5,6–04, КПНФ NONIUS–5,6–06, КНРФ NONIUS–5,6–06 та КПНФ NONIUS–4,2–04.



Рис. 3.4. Культиватор КПНФ NONIUS–5,6–06

Модель КПНФ NONIUS–5,6 випускається без туковисівних апаратів, в той час як моделі КПНФ NONIUS–4,2–04 та КПНФ NONIUS–5,6–04 обладнуються системою внесення мінеральних добрив, а моделі КНРФ–5,6–06 і КПНФ NONIUS–5,6–06 обладнані системами внесення рідких добрив.

В конструкціях цих культиваторів використовується інша конструкція секції робочих органів.



Рис. 3.4. Секція робочих органів культиваторів КПНФ NONIUS–5,6, КПНФ NONIUS–5,6–04, КПНФ NONIUS–5,6–06, КНРФ NONIUS–5,6–06 та КПНФ NONIUS–4,2–04

Секція робочих органів цих культиваторів відрізняється за конструкцією від секції робочих органів культиваторів КНРФ.

Паралелограмний механізм має нові конструкції зварних кронштейнів. Змінені також верхня та нижні планки. Замість двох планок, що встановлені по краях кронштейнів, використовується одна, що встановлена в середині кронштейнів. Ще замість гвинтового механізму, що використовувався для регулювання кута входу робочих органів у ґрунт використовується та ж сама планка тієї ж довжини. Механізм регулювання глибини обробітку ґрунту також зазнав змін. Замість поворотного він став гвинтовим. Змінилася конструкція гряділя. Змінилися також кронштейни кріплення робочих органів до поперечних брусів. Ще в механізмі використовується обмежувач переміщення гряділя для транспортування культиватора до поля та назад.

Інший виробник сільськогосподарської техніки з цього ж регіону DEMETRA випускає просапний культиватор КПН–5,6 [14].



Рис. 3.5. Культиватор КПН–5,6

Він має таку ж конструкцію секції робочих органів як і у культиваторів КНРФ.

Проте його модифікація КПН–5,6–02 відрізняється від КНРФ–5,6–03 та КНРФ–5,6–04. У ньому використовуються штифтові туковисівні апарати замість шнекових дозаторів.



Рис. 3.6. Культиватор КПН–5,6–02

Виробник сільськогосподарської техніки ТОВ «Торг–Агросервіс» наладив випуск культиваторів КРН GRAIN 5,6 [15].

Цей культиватор такі ж секцію робочих органів та туковисівні апарати, що й КНРФ–5,6–03 та КНРФ–5,6–04.



Рис. 3.7. Культиватор КРН GRAIN 5,6

ТОВ Агролюкс виробляє культиватор КРН–5,6, що не відрізняється від історичного аналогу [16].



Рис. 3.8. Культиватор КРН–5,6

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

Ще один виробник посівних та ґрунтообробних машин з центрального регіону України ТОВ ТД «HARVEST» пропонує аграріям культиватор HARVEST 560 [17].



Рис. 3.9. Культиватор HARVEST 560

Конструкція культиватора подібна КПН–5,6, КРН GRAIN 5,6 та КНРФ–5,6. Відрізняється машина від інших подібних механізмів приводу туковисівних апаратів та начіпним пристроєм.

Компанії «Avers-Agro» та Велес запозичили конструкцію секції робочих органів у італійського виробника сільськогосподарської техніки Maschio з машин Gaspardo серії Н [18] та налагодили випуск культиваторів GREEN RAZOR 5,6 та Велес КПК–5,6 [19–20].



Рис. 3.10. Секція робочих органів культиватора GREEN RAZOR 5,6



Рис. 3.11. Культиватор Велес КПК–5,6

Всі ланки паралелограмного механізму виштамповані з листа металу у вигляді коробів. Гряділь – дві паралельні труби прямокутного перетину, що приварені до нижньої частини задньої ланки механізму. Для забезпечення стійкості руху в ґрунті робочих органів на заданій глибині використовується пружина. Глибина обробітку регулюється гвинтовим механізмом копіюючого котка. Для обмеження переміщення секції під час транспортування культиватора до поля та назад використовуються обмежувачі.

Інший виробник сільськогосподарської техніки ТОВ "АгроКалина" налагодив випуск універсального культиватора для міжрядного обробітку ґрунту КуМ–5,6 [21]. Він відрізняється від розглянутих раніше оригінальною конструкцією секції робочих органів.

Кронштейни паралелограмного механізму також виготовлені штампуванням. Поздовжні ланки складають з двох планок, що встановлені зовні кронштейнів. Для забезпечення стійкості руху в ґрунті робочих органів на заданій глибині використовуються пружини, що встановлені в середині механізму. Глибина обробітку регулюється механізмом у вигляді сектору.

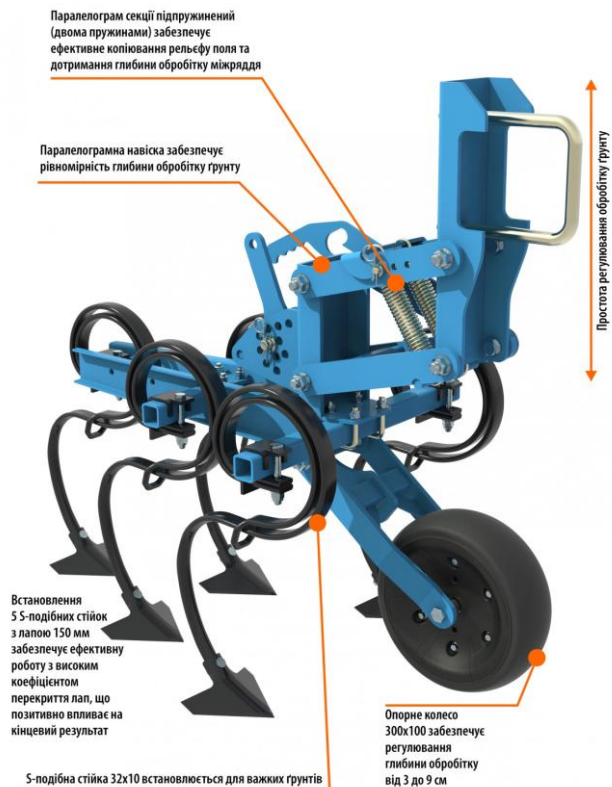


Рис. 3.12. Секція робочих органів культиватора КуМ–5,6

ВЕЛЕС–АГРО випускає ще одну модель просапного культиватора з оригінальною секцією робочих органів КМ 5.6 [22].

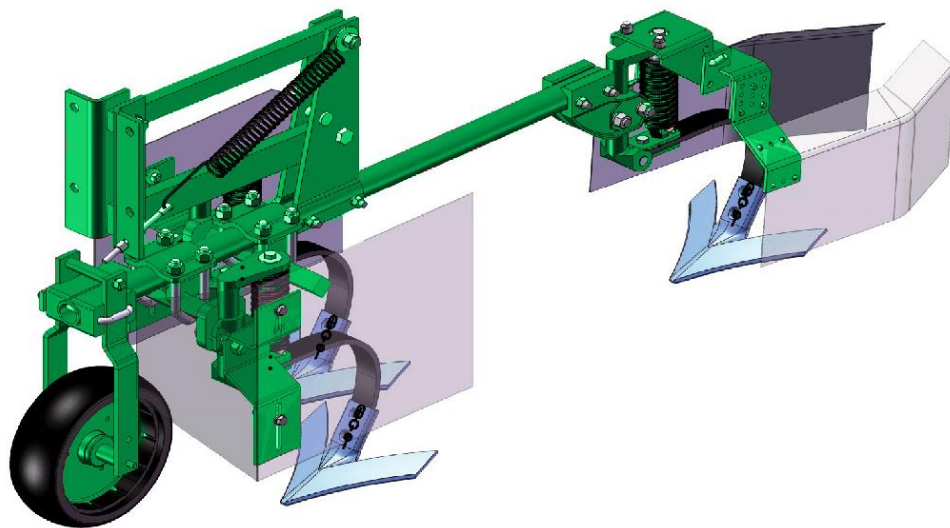


Рис. 3.13. Секція робочих органів культиватора КМ–5.6

Один із світових лідерів з виробництва ґрунтообробної та посівної техніки з Франції MONOSEM постачає на ринки культиватор SCD для міжрядного обробітку посівів просапних культур [23].



а



б



в

Рис. 3.14. Секції робочих органів культиватора SCD

а – Multicrop; б – Multicrop Compact; в – Super-Crop

В залежності від ширини міжрядь на культиватор встановлюється одна з трьох секцій: Multicrop, Multicrop Compact та Super-Crop.

Культиватор Multicrop призначений обробітку міжрядь посівів просапних культур.



Рис. 3.15. Секція та робочі органи культиватора MULTICROP

Ще один всесвітньовідомий європейський виробник ґрунтообробної та посівної техніки з Німеччини LEMKEN пропонує міжрядний культиватор EC-Weeder (рис. 3.16) для догляду за посівами всіх рядкових культур [24].

В залежності від культури на культиватор може встановлюватися одна з секцій робочих органів (рис. 3. 17):

- базова секція;
- комбінаційна секція;
- TRS-секція.



Рис. 3.16. Культиватор EC–Weeder

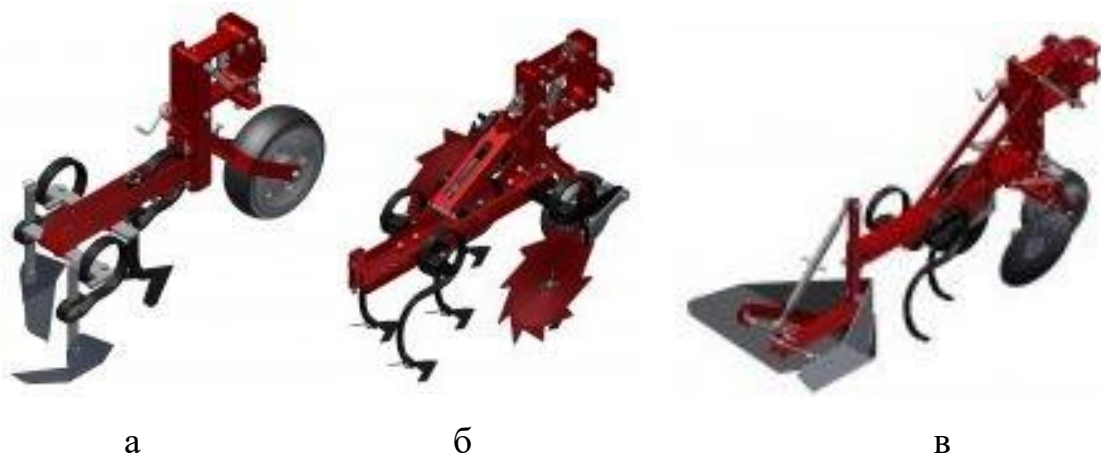


Рис. 3.17. Секції робочих органів культиватора EC–Weeder

а – базова; б – комбінаційна; в – TRS

Базова секція використовується для використання на легких ґрунтах та на полях з невисокими рослинами з шириною міжрядь 15–50 см. Глибина обробітку забезпечується пружиною розтягу, яка підтримує встановлений тиск на ґрунт.

Комбінаційна секція використовується для обробітку посівів культур з шириною міжряддя від 20 до 80 см на середніх та важких ґрунтах. Паралелограмний механізм обладнаний гідроциліндрами односторонньої чи двосторонньої дії, що дає можливість проводити посекційне керування ним системою ISOBUS ручного управління або з використанням GPS.

Секція TRS використовується за важких умов роботи на посівах з міжряддям 50–100 см. Може також використовуватися на культиваторах ЕС-Ridgerта для догляду посіві культур на гребнях у комбінації з іншими важкими робочими органами.

Італійський виробник MASCHIO випускає просапні культиватори Gaspardo HL, Gaspardo HP, Gaspardo HR та Gaspardo HS для обробітку посівів соняшнику, кукурудзи, буряків цукрових, сої та овочів [25].



Рис. 3.18. Культиватор Gaspardo HS

Культиватор Gaspardo HS має раму, що складається для зручності транспортування по дорогах. Інші культиватори мають жорстку раму та обладнанні пристроями для догляду за рослин культур, що вирощуються.

Виробник сільськогосподарської техніки з Туреччини Ozduman випускає просапні культиватори серію YCMG [26].



Рис. 3.19. Базовий культиватор Ozduman серії YCMG

Базова модель цієї серії випускається тільки з набором робочих органів для проведення міжрядного обробітку. Інші машини серії обладнуються пристроями для догляду за посівами.

Висновки. Завдання досліджень

Проведений аналіз конструкцій секцій робочих органів просапних культиваторів показав:

1. Паралелограмний механізм може мати жорстку верхню ланку незмінної довжини або змінної довжини для регулювання кута входження лап у ґрунт;
2. Регулювання глибини обробітку робочими органами проводиться зміною положення опорного котка або висотою розташування робочих органів відносно котка.
3. Конструкція гряділя може бути простою (труба, гнутий профіль) або збірною (зварною).
4. Кронштейни кріплення робочих органів можна переміщувати відносно гряділя праворуч–ліворуч та вперед–назад або фіксувати на ньому.

5. Паралелограмний механізм може додатково облаштовуватися пристроями створення тиску на опорний коток.

6. Для кореневого підживлення рослин сільськогосподарських культур з внесенням у ґрунт міжрядь мінеральних добрив використовуються туковисівні апарати з шнековими чи катушковими дозаторами.

Мета дослідження: підвищення якості роботи просапного культиватора для міжрядного обробітку посівів буряків цукрових.

Задачі досліджень:

1. Дослідити енергоємність роботи туковисівного апарата.
2. Встановити вплив конструктивних та технологічних параметрів дозатора туковисівного апарата.

3.2. Визначення потужності на привод шнека туковисівного апарата

Потужність на валу шнека [27]:

$$N = \frac{N_1 \cdot k}{1,36 \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

де N_1 – потужність на переміщення вантажу [27]

$$N = \frac{q}{103} \cdot L \cdot \omega_0 + \frac{H \cdot L \cdot D \cdot \gamma \cdot f_{\text{в}} \cdot t \cdot n}{3000}, \quad (3.2)$$

де q – продуктивність шнека, кг/с;

L – довжина шнека, м;

ω_0 – коефіцієнт опору руху матеріалу по кожуху шнека;

H – товщина шару добрив під шнеком, м;

D – діаметр шнека, м;

γ – об'ємна маса добрив, кг/м³;

$f_{\text{в}}$ – коефіцієнт внутрішнього тертя добрив;

n – частота обертання шнека, об/хв.

Продуктивність шнека

					МВБЦ 00. 000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$q_n = 0,0131 \cdot (D^2 - d^2) \cdot t \cdot n \cdot \gamma \cdot c \cdot k, \quad (3.3)$$

де d – діаметр вала, м;

t – крок шнека, м;

c та k – коефіцієнти, що враховують кут нахилу α шнека та інші фактори.

Діаметр шнека

$$D = d + d_o + 4d_z, \quad (3.4)$$

де d – діаметр дроту, м;

d_z – діаметр гранули добрива, м.

Частота обертання шнека

$$n = \frac{B \cdot v}{131 \cdot (D - d) \cdot t \cdot \gamma \cdot c \cdot k} \cdot Q, \quad (3.5)$$

де B – ширина захвату культиватора, м;

v – робоча швидкість агрегату, км/год;

Q – норма внесення мінеральних добрив, кг/га.

Крок шнека

$$t = d_o + 2d_z. \quad (3.6)$$

Підставо у вираз (3.1) дані та побудуємо графічну залежність витрат потужності на привод шнекового дозатора культиватора УСМК–5,4 від норми внесення добрив та швидкості руху агрегата.

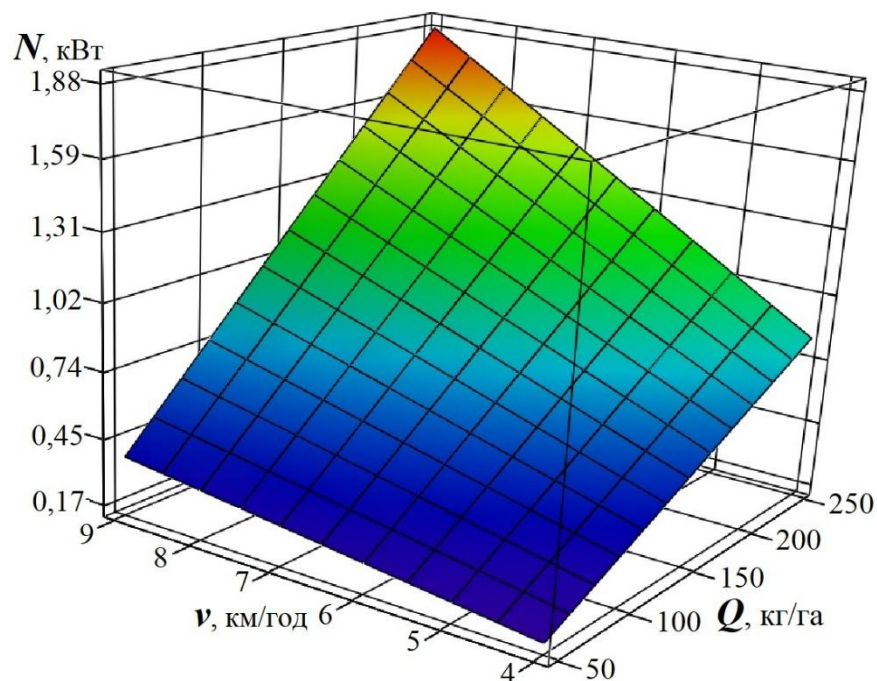


Рис. 3.20. Визначення витрат потужності на привод туковисівних апаратів

Як видно з графіку витрати потужності прямопропорційні швидкості руху агрегата та нормі висіву. З їх збільшенням зростає потужність на привод шнеків та навпаки з їх зниженням витрати потужності на привід туковисівних апаратів зменшується.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Розрахунок кріплення туковисівного апарата до рами культиватора

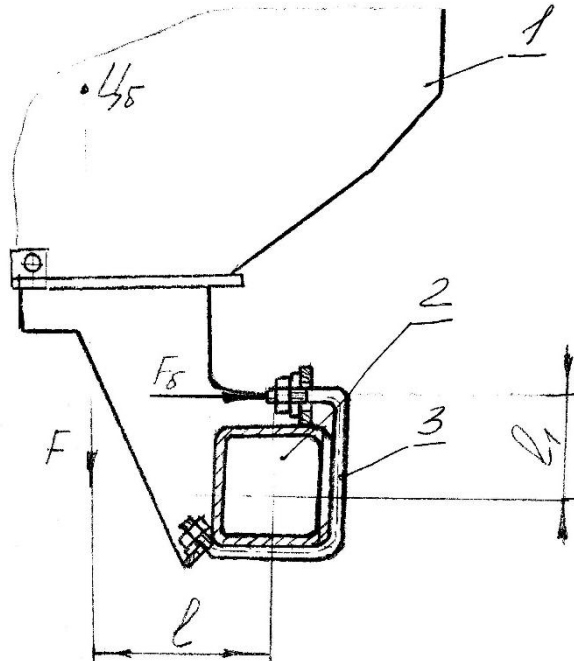


Рис. 4.1. Схема кріплення туковисівного апарату до рами культиватора

1 – бункер, 2 – рама, 3 – скоба

З урахуванням маси бункера і завантаження в нього туків приймаємо:

$$m=43 \text{ кг} \approx 421 \text{ Н.}$$

Для виконання розрахунків приведемо схему кріплення туковисівного апарата до рами культиватора.

Визначаємо момент перевертання бункера туковисівного апарату за формулою:

$$M_n = m \cdot l, \quad (4.1)$$

де l – відстань від центра маси бункера до вертикальної осі рами, $l=300$ мм;

$$M_n = 421 \cdot 0,3 = 126,3 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Так, як небезпечним місцем конструкції кріплення бункера є різьбове з'єднання, то перевіряємо міцність на розтягування. Визначаємо силу яка діє на різьбове з'єднання за формулою:

$$F_{\sigma} = \frac{M_n}{l_1}, \quad (4.2)$$

де l_1 – відстань між центром скоби і віссю балки, $l_1=0,075$ м;

$$F_{\sigma} = \frac{126,3}{0,075} = 1684 \text{ Н.}$$

Умова міцності на розтягування:

$$\sigma_p = \frac{F_{\sigma, \text{розр.}}}{A} \leq [\sigma_p], \quad (4.3)$$

де $F_{\sigma, \text{розр.}} = F_{\sigma} \cdot \beta$, β – коефіцієнт, який враховує скручування скоби при зтягуванні, $\beta=1,3$.

A – площа перерізу скоби, м^2

$$\sigma_p = \frac{F_{\sigma} \cdot 1,3}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{4 \cdot 1684 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 8^2} = 43,57 \text{ Н/мм}^2.$$

де d – діаметр різьби, $d=8$ мм.

Так, як $[\sigma_p]=120$ МПа для сталі Ст3, то умова міцності $\sigma_p < [\sigma_p]$ виконується $43,5 < 120$.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Будь-яке удосконалення будь-чого за кінцеву мету має зменшення витрат на виробництво, тобто зменшення збитків та економію коштів. У нашому випадку це економія витрат палива при проведенні міжрядного обробітку посівів буряків цукрових внаслідок заміни одного трактора іншим, який є у господарстві.

Таблиця 5.1

Економічні показники порівнювальних технологій

Показники	Одиниці виміру	Базова технологія	Проектна технологія
Площа	га	137	137
Витрати палива	кг/га	4,56	3,22

Порівнюємо витрати палива агрегатами за базовою та проектною технологіями вирощування буряків цукрових на операції міжрядного обробітку його посівів.

За базовою операцією витрати становлять 4,56 кг/га, а за проектною – 3,22 кг/га. З врахуванням площі поля базовий агрегат витратить 624,72 кг палива, проектний – 441,14 кг палива. Мінімальна ціна ДП на АЗС регіону становить 49,99 грн/л. Визначаємо мінімальну різницю вартості палива для обох технологій:

$$\frac{624,72 - 441,14}{0,82} \cdot 49,99 = 12290,83 \text{ грн.}$$

Визначення значення економії дозволяє стверджувати, що запропоновані зміни у технологію вирощування буряків цукрових є доцільним, оскільки можна забезпечити зменшення витрат палива на виконання обраної операції майже на 200 кг, або майже на 12300 грн.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній магістерській роботі запропоновано удосконалення технології вирощування буряків цукрових, яка передбачає зменшення витрат та отримання не меншого об'єму врожаю.

Запропоновані зміни у технологію складені на підставі вивчення досвіду з ефективного використання техніки на виконанні операцій по вирощуванню цієї культури.

В проектній технології вирощування культури проводиться застосування досвіду вирощування буряків цукрових та застосування техніки при проведенні технологічних операцій.

В науковій частині проведений аналіз конструкцій секцій робочих органів просапних культиваторів. В теоретичних дослідженнях становлено залежність витрат потужності на привід шнекового дозатора туковисівного апарата від норми внесення мінеральних добрив у ґрунт та швидкості руху агрегата.

За умова впровадження запропонованих змін у виробництво фермерське господарство зможе отримати не менше 12300 грн економії на витратах палива. Якщо врахувати, що за сезон міжрядний обробіток проводять 2–3 рази то економія збільшиться у стільки ж разів.

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

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. <http://www.ukrsugar.com/uk/post/nimecki-tehnologii-u-virosuvanni-cukrovih-burakiv>
2. <https://www.syngenta.ua/zagalna-tehnologiya-viroshchuvannya-cukrovih-burakiv>
3. <https://www.diamantsugar.com.ua/ua/technology-beet>
4. <https://superagronom.com/articles/100-viroschuvannya-tsukrovih-burakiv-na-prikladi-tov-agrofirma-im-dovjenka-astarta>
5. <https://superagronom.com/articles/218-tsukroviy-burak-za-minimalnoyu-tehnologiyeyu--polskiy-dosvid>
6. <https://propozitsiya.com.ua/cukrovi-buraky-vysoki-ta-stabilni-vrozhayi>
7. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.
8. 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.
9. 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.
10. https://lad.vnau.com.ua/storage/metod_vkazivku_.pdf
11. <https://elvorti.com/catalog/kultivator-mizhryadnogo-obrobitku/>
12. <https://fermmash.in.ua/katalog/kulytyvatory/mezhduryadovyj-prosapnoj-kultivator-s-podpitkoj-usmk-5-4/>
13. <https://favorit.ltd/catalog/kultivatory/>
14. <https://demetra-site.com.ua/ua/products/kultivator-prosapnoj-kpn-56-02>
15. <https://torg-agroservis.com.ua/product/kultivator-prosapnij-grain-56-krn>

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

16. http://agroaliance.com.ua/home/articles/126/Farmal-JX_2014_UKR_easy.pdf
17. https://agrolux.in.ua/shop/UID_609.html
18. https://harvest.com.ua/catalog/kultivatory_propashnye_mezhduryadnye/324/?gclid=CjwKCAiA-9uNBhBTEiwAN3IlNApa4Z8BVV1MGbSr8iRmuozLKNwTxjBPVjQ0To twkIVJlvbnnvDRERoCl5oQAvD_BwE
19. https://avers-agro.com.ua/ukr/kultivator_propashnoj_5m
20. <https://astartat.com.ua/ua/kultivator-propashnyh-kultur-serii-veles-kpk-5-6>
21. <https://agrokalina.com/hruntoobrobna-tekhnika/prosapnyi-kultyvator>
22. <https://www.velesagro.com/ua/products/coultivators/28/>
23. <https://www.monosem.ru/>
24. <http://lemken.com.ua/ua/ec-weeder>
25. https://www2.maschio.com/catalog/product/hs/uk_UA
26. <https://www.ozduman.com/ru/INTERROW-HOING-MACHINE-YCMG>
27. 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.
28. Підручник дослідника / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
29. Войналович О.Т. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / О.Т. Войналович, Є.І. Марчиниша, Т.О. Білько. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.
30. Лесенко Г.В. Техніка безпеки на механізованих роботах: Вид. 2–е, допов. перероб.– К.: "Урожай", 1978.
31. ДСТУ 2189-93 ССБП. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки.– К: Держспоживстандарт України, 1993.– 21 с.

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

ДОДАТКИ

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

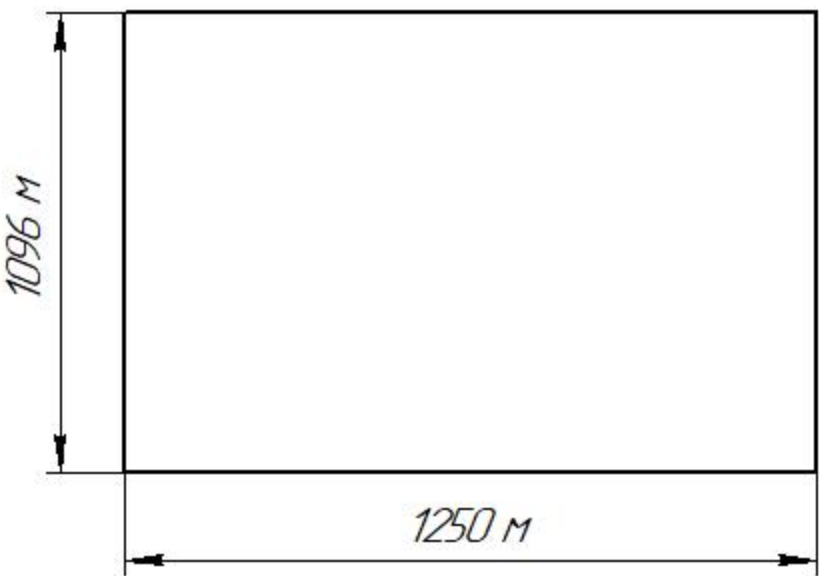
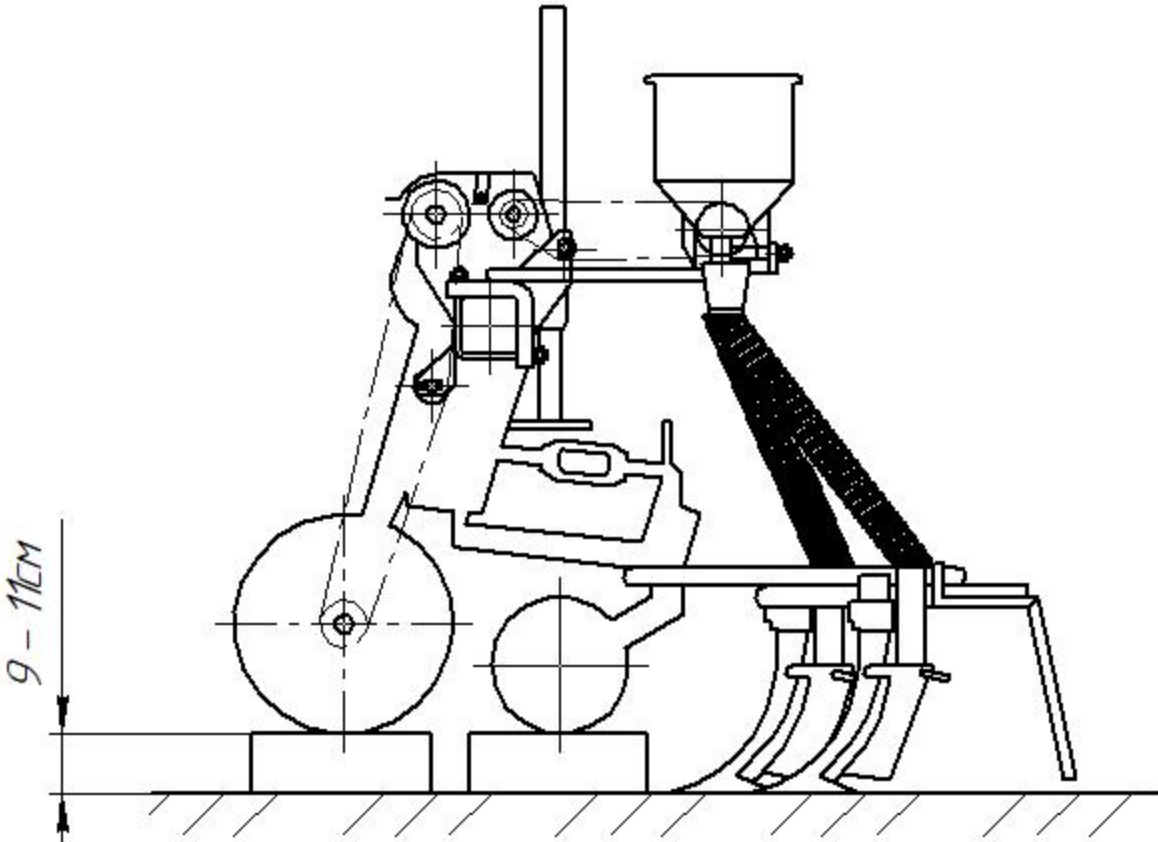
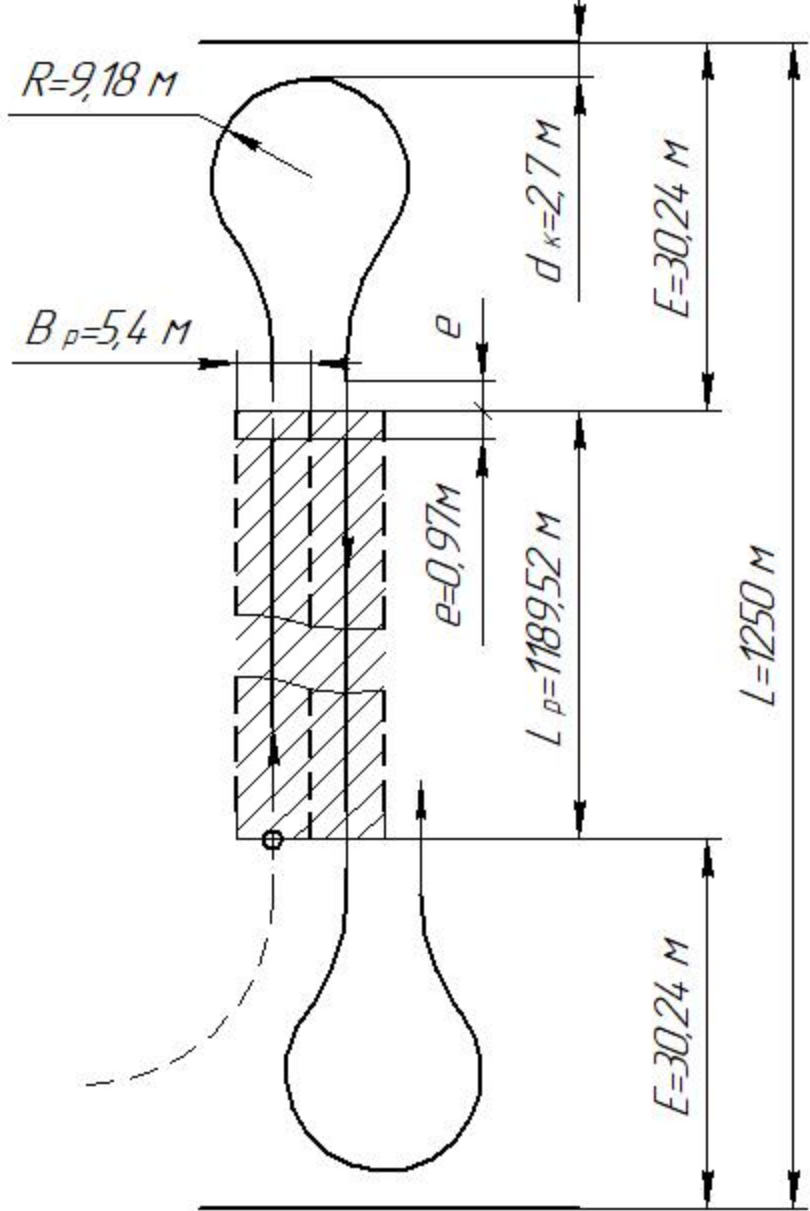
Культура – буряки цукрові
Площа – 100 га
Урожайність – 476,0 ц/га

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Змінна норма виробітку	Витрати праці, люд./год.
		трактор, комбайн	С.-г. машини, знаряддя		
Обробіток комбінованим агрегатом 12–14 см	100 га	CASE IH PUMA 210	Ceus 4000-TX	38,4 га	16,66
Підготовка мінеральних добрив	6 т	вручну		28 т	14,98
Завантаження мінеральних добрив	30 т	КИЙ-14 102	ПФ-0,5	42 т	4,97
Транспортування мінеральних добрив до 5 км	30 т	автомобілі		10 т	–
Розпушування ґрунту з внесенням мінеральних добрив	100 га	CASE IH PUMA 210	ЧНУ-4	20 га	35
Підготовки насіння	1 т	вручну		3,5 т	10,01
Завантаження насіння	1 т	вручну		8 т	1,75
Транспортивання насіння	1 т	автомобілі		300 т	–
Сівба сидератів	100 га	CASE Farmal 100 JX	НИКА 4	35 га	18,45
Дискування важкою бороною	100 га	CASE IH Maxxum 210	БДТ-7	18 га	16,66
Глибоке розпушування ґрунту	100 га	CASE IH PUMA 210	ЧНУ-4	20 га	35
Обробіток комбінованим агрегатом 6–8 см	100 га	CASE IH PUMA 210	Ceus 4000-TX	38,4 га	16,66
Транспортування води для приготування розчину гербіцидів	20 т	автомобілі		–	–
Підготовка гербіцидів	200 л	вручну		3,5 т	10,01
Транспортування гербіцидів	200 л	автомобілі		–	–
Внесення гербіцидів	20 т	CASE Farmal 100 JX	ОП-2000	24 га	58,33
Вирівнювання ґрунту	100 га	CASE IH Maxxum 140	33ККШ-6	21 га	42,86
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 Т	автомобілі		–	–
Підготовка мінеральних добрив	8 Т	вручну		3,5 т	15,99
Транспортування мінеральних добрив, до 10 км	8 Т	автомобілі		10 т	5,60
Завантаження насіння у сівалку	24 Т	вручну		–	–
Завантаження добрив у сівалку	8 Т	вручну		–	–
Сівба з внесенням добрив	100 га	CASE Farmal 100 JX	Multicorn 560	26,45 га	10,99
Коткування посівів	100 га	CASE IH PUMA 210	ЗККШ-6	76 га	9,21
Боронування сходів	100 га	CASE Farmal 100 JX	БЗС-1,0	31 га	13,69
1-й міжрядний обробіток	100 га	CASE Farmal 100 JX	УСМК-5,4	27,85 га	35,7
Підготовка мінеральних добрив	6 т	вручну		28 т	14,98
Завантаження мінеральних добрив	30 т	КИЙ-14 102	ПФ-0,5	42 т	4,97
Транспортування добрив	200 л	автомобілі		–	–
Підживлення посівів добривами	100 га	CASE Farmal 100 JX	ОП-2000	24 га	58,33
2-й міжрядний обробіток	100 га	CASE Farmal 100 JX	КРНВ-5,6	21,3	32,86
Обробіток посівів від хвороб, бур'янів та шкідників	100 га	CASE Farmal 100 JX	ОП-2000	30 га	23,33
Збирання коренеплодів	100 га	Vervael Q-616	–	24 га	38,3

						МВБЦ 00. 001 Т4		
Ім'я	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технологічна карта	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Кулик						-	-
Пров.	Мороз							
Техонтр.						Лист	Листов	
Начонтр.	Мачок					ЦНТУ	ЦНТУ	
Утв.	Василькобський				-	зр. АІ-23М-2		

ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА МІЖРЯДНИЙ ОБРОБІТОК ПОСІВІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

МВБЦ 00. 002 ТЧ

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа поля – 137 га; довжина гонів – 1250 м; величина підйому – 3°; глибина обробітку – 10–12 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини – ±1,5 см; гребнистість поверхні в межах – 6–8 см; після обробітку ґрунту на поверхні повинно знаходитись 55–60% рослинних решток; підрізання бур'янів – повне; наявність огріхів і несучільності ґрунту не допускається.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор CASE IH Farmall 100 JX, культиватор УСМК-5,4; робоча ширина захвату – 5,4 м; мінімальний радіус повороту – 9,18 м; кінематична довжина агрегату – 2,25 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і культиватора 2. Перевірити робочі поверхні культиватора, загострення лап, кріплення вузлів. 3. Відрегулювати культиватор на задану глибину обробітку.	Регулювання глибини обробітку 
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 30,24 м; оптимальна ширина заїмки – 442,8 м; кількість заїмок – 2 (1 шириною 442,8 м; 1 – шириною 653,2 м).	Схема руху одного циклу  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
Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човником	
Швидкість руху	Робоча передача – 7; враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_p=7,54$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 20,93 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,22 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 27,85 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 22,9 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 3,22 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 89,60 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 15–25 замірів глибини обробітку по діагоналі заїмки. Відхилення середнього значення глибини не повинно перевищувати ±1,5 см. 2. Середнє значення висоти гребенів і глибин впадин не повинно перевищувати 6–8 см. 3. На поверхні обробленого поля повинно залишитися 55–60% рослинних решток. 4. На обробленому полі не повинні бути незрізанні бур'яни. 5. Недопускаються огріхи і несучільність ґрунту. 6. Поворотні смуги мають бути оброблені.	

МВБЦ 00. 002 ТЧ				Лист	Масштаб
Ізв.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	
Розроб.	Кулик				
Проб.	Мороз				
Т.контр.					
Н.контр.	Мачок				
Зна.	Васильовський				
Операційно-технологічна карта на міжрядний обробіток посівів буряків цукрових				Лист	Листів
-				ЦНТУ	
				гр. АІ-23М-2	
Копіював				Формат А1	

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ПРОСАПНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ-ПІДЖИВЛЮВАЧІВ

МВБЦ 00. 001 НЧ



KPH GRAIN 5,6 (ТОРГ-АГРОСЕРВІС, УКРАЇНА) KHPФ-5,6-03 (FAVORIT, УКРАЇНА)



КПН-5,6-02 (ДЕМЕТРА, УКРАЇНА) КуМ-5,6 (АГРОКАЛИНА, УКРАЇНА)



УСМГ (OZDUMAN, ТУРЕЧЧИНА) УСМК-5,4 (УМАНЬФЕРМАШ, УКРАЇНА)



HARVEST 560, (HARVEST, УКРАЇНА)

Лист № докум. Дата Підп. і підп. Інв. № Взам. инв. № Подп. и дата

МВБЦ 00. 001 НЧ					
Огляд конструкції просапних культиваторів-підживлювачів					
Лист	Маса	Масштаб			
ЦНТУ			1		
гр. АІ-23М-2					
Формат А1					

НАУКОВА ЧАСТИНА

***Мета дослідження:** підвищення якості роботи
просапного культиватора для міжрядного
обробітку посівів буряків цукрових*

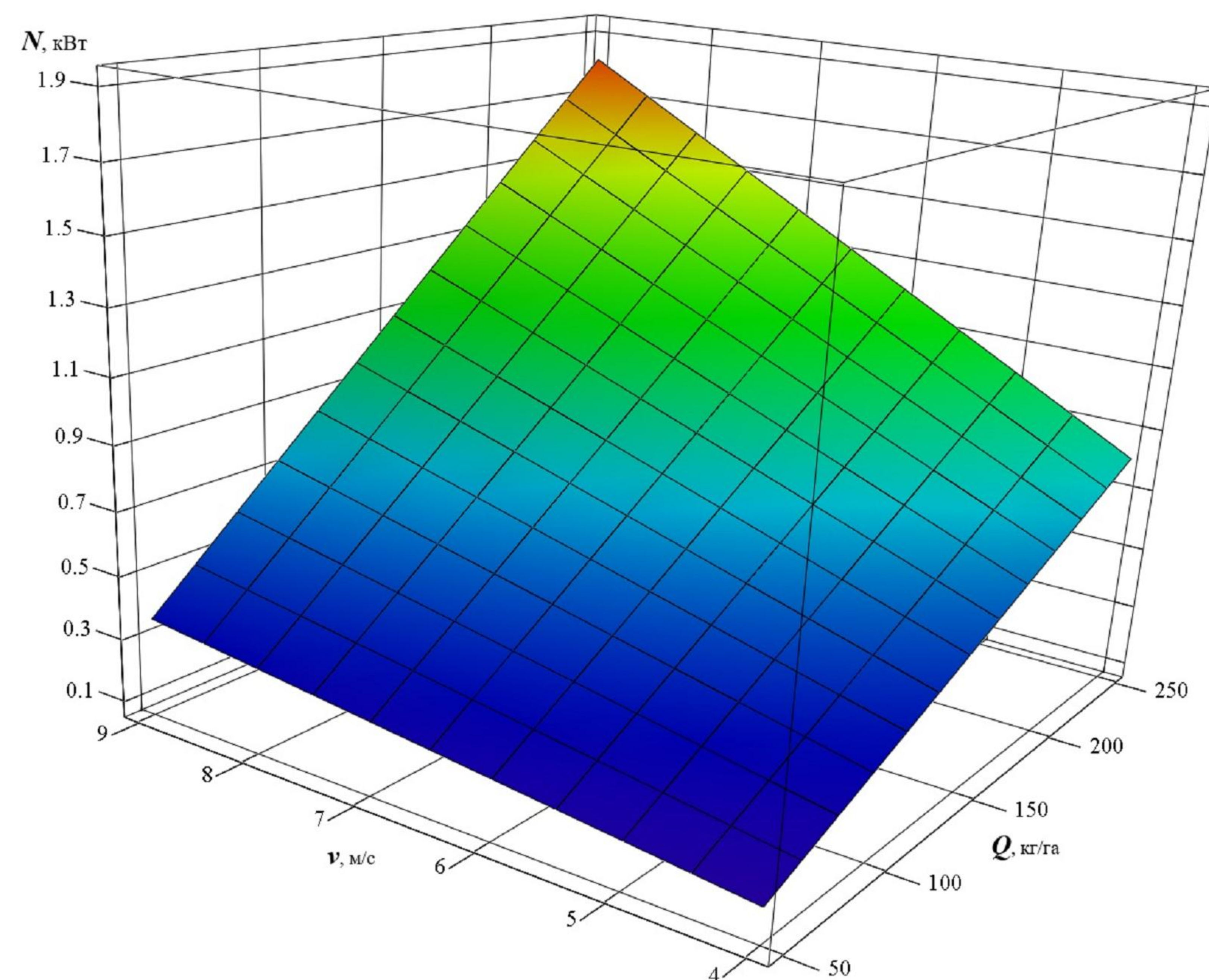
Задачі досліджень:

1. Дослідити енергоємність роботи туковисівного апарата.
2. Встановити вплив конструктивно-технологічних дозатора туковисівного апарата.

Об'єкт дослідження: процес роботи шнекового дозатора туківисівного апарата.

Предмет дослідження: конструктивні та технологічні параметри шнекового дозатора туківисівного апарата.

*ЗАЛЕЖНІСТЬ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ПРИВОД
ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА ВІД ШВИДКОСТІ РУХУ
АГРЕГАТА ТА НОРМИ ВИСІВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ*



ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА

Потужність на валу шнека

$$N = \frac{N_1 \cdot K}{1,36 \cdot \eta} \quad (1)$$

Потужність на подолання опорів переміщення вантажу

$$N_1 = \frac{q \cdot L \cdot \omega_0}{103} + \frac{H \cdot L \cdot D \cdot \gamma \cdot f_b \cdot t \cdot n}{3000} \quad (2)$$

Частота обертання шнека

$$n = \frac{B \cdot v \cdot Q}{131 \cdot (D - d) \cdot t \cdot k \cdot \gamma \cdot c} \quad (3)$$

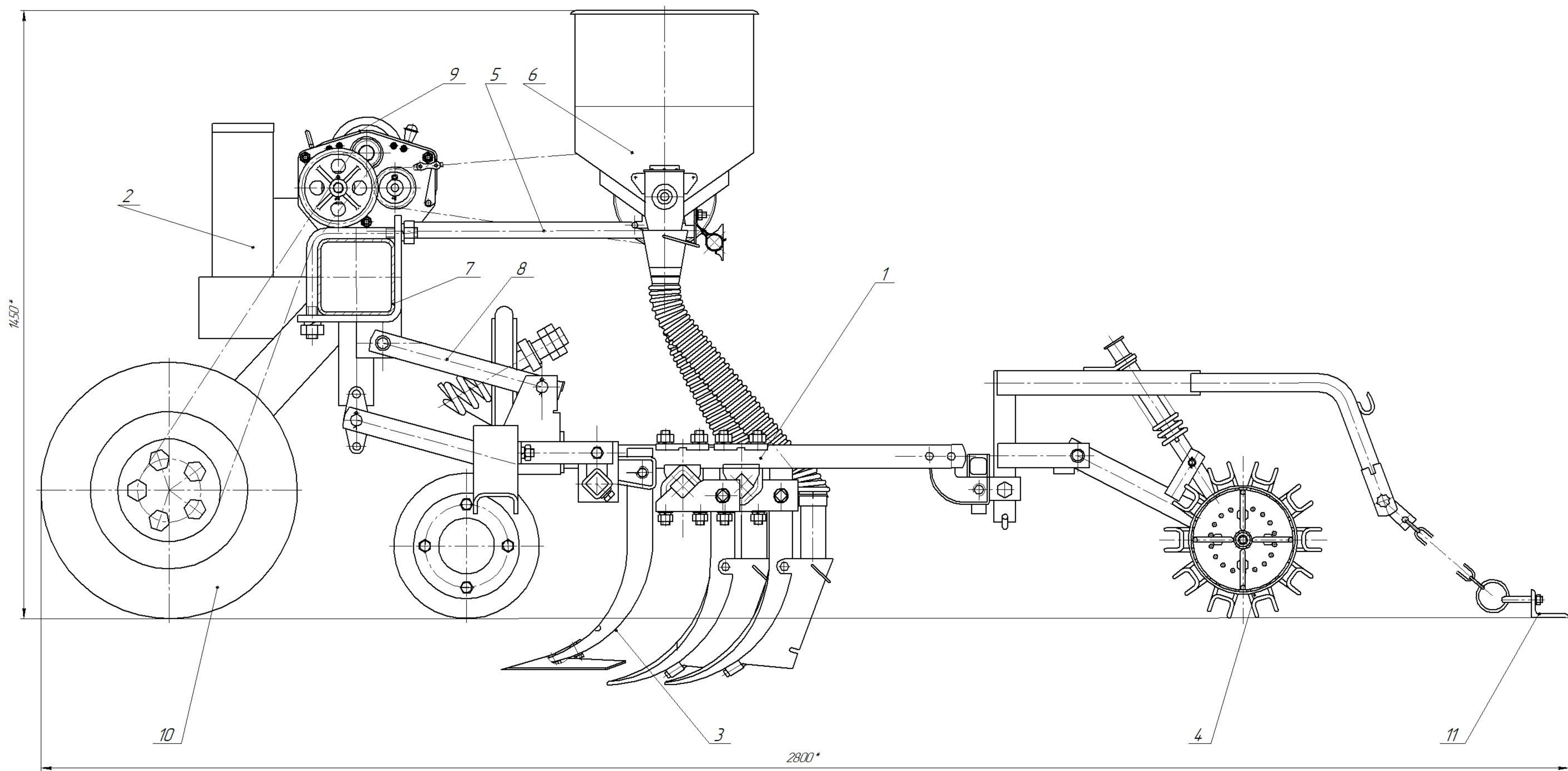
Продуктивність шнека

$$q=0,031 \cdot (D^2-d^2) \cdot t \cdot n \cdot k \cdot \gamma \cdot c \quad (4)$$

Потужність на привод шнека

$$N = \frac{10 \cdot B \cdot Q \cdot L \cdot k}{\eta} \left(\frac{\omega \cdot v \cdot (2d + d_0 + 4d_2)}{10300} + \frac{d_2 \cdot f \cdot v \cdot (d + d_0 + 4d_2)}{1965 \cdot c \cdot k \cdot (d_0 + 4d_2)} \right) \quad (5)$$

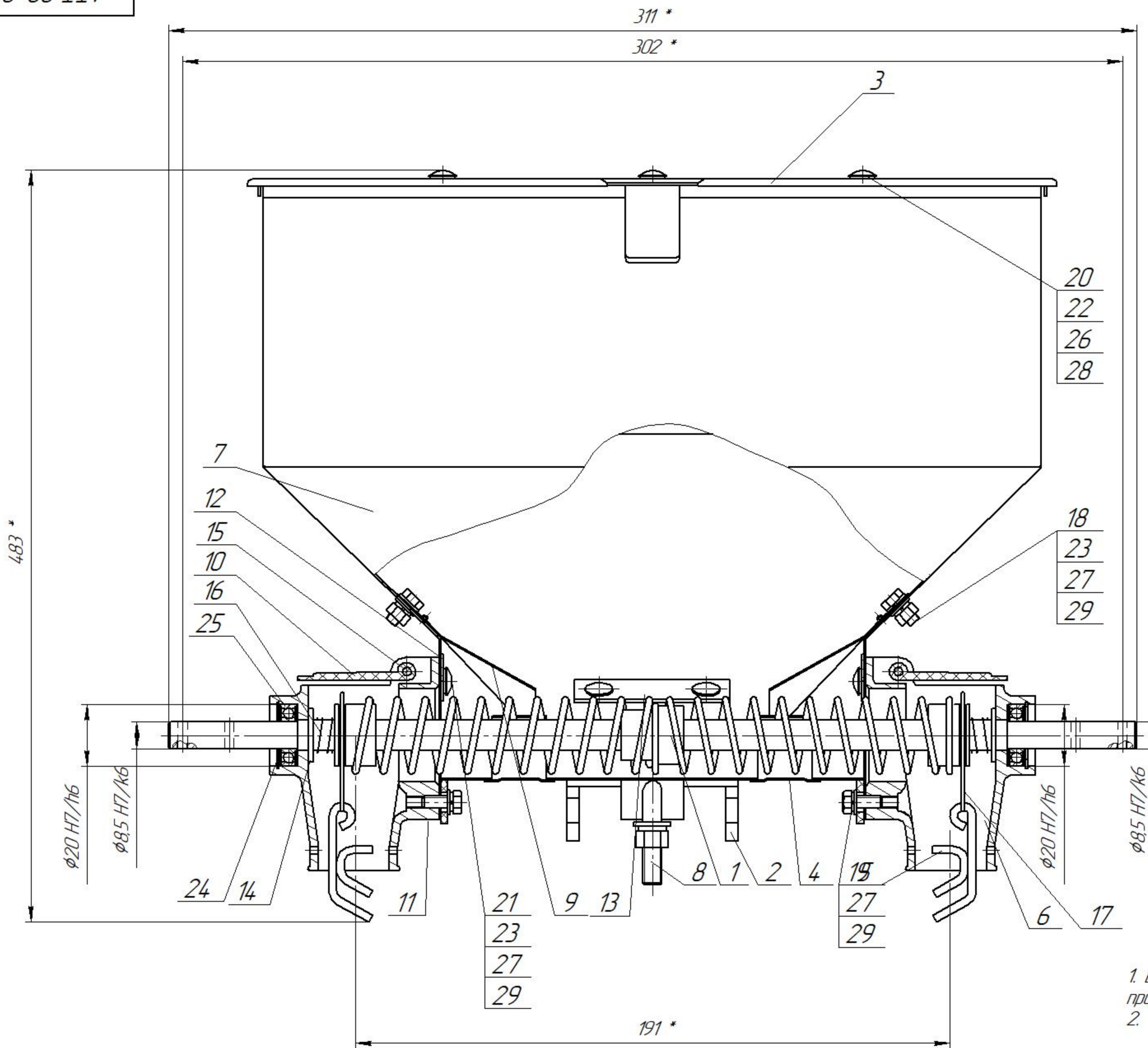
[illegible]



1. Культиватор повинен відповідати технічним умовам затвердженим у встановленому порядку.
2. *Розміри для довідок.
3. Транспортний пристрій, поз. 8 та пристосування, поз. 9, не показано.

					УСМК 00.00.00.СБ		
Ізв. Розроб. Пров. Т.контр.	Лист	№ док. Кулик Мороз	Підп.	Дата	Універсальний бураковий міжрядний культиватор УСМК-5,4		
	Лист	Маса	Масштаб				
	Лист	1250	15				
	Лист	Листов	1				
Н.контр. Утв.	Мачок Восилькоський				ЦНТУ гр. АІ-23М-2		
Копіював					Формат А1		

Перв. примен.	Формат	Зона	Полз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Справ. №	A2			ATT 00. 000 СБ	Складальне креслення						
					Складальні одиниці						
	A4	1		ATT 00. 010	Шнек	1					
	A4	2		ATT 00. 030	Кронштейн	1					
	A4	3		ATT 00. 040	Кришка	1					
	A4	4		ATT 00. 050	Піддон	2					
	A4	5		ATT 00. 060	Розсіювач	2					
	A4	6		ATT 00. 020	Воронка	2					
	A4	7		ATT 00. 070	Бункер	1					
	A4	8		PX 00. 190	Замок	2					
	A4	9		ATT 00. 080	Козирок	2					
	Взам. инв. №										
A4		10		ATT 00. 001	Кришка	2					
A3		11		ATT 00. 002	Прокладка	2					
A3		12		ATT 00. 401	Пластина	2					
A4		13		ATT 00. 402	Пластина	1					
A4		14		ATT 00. 601	Шайба	2					
A4		15		ATT 00. 602	Вісь	2					
A4		16		ATT 00. 603	Пружина	2					
A4		17		ATT 00. 604	Хомут	2					
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Аппарат туковисівний		Лист	Лист	Листов
		Разраб.	Кулик							1	2
	Пров.	Мороз									
	Н.контр.	Мачок									
	Утв.	Васильковський									
ЦНТУ, гр. АІ-23М-2											



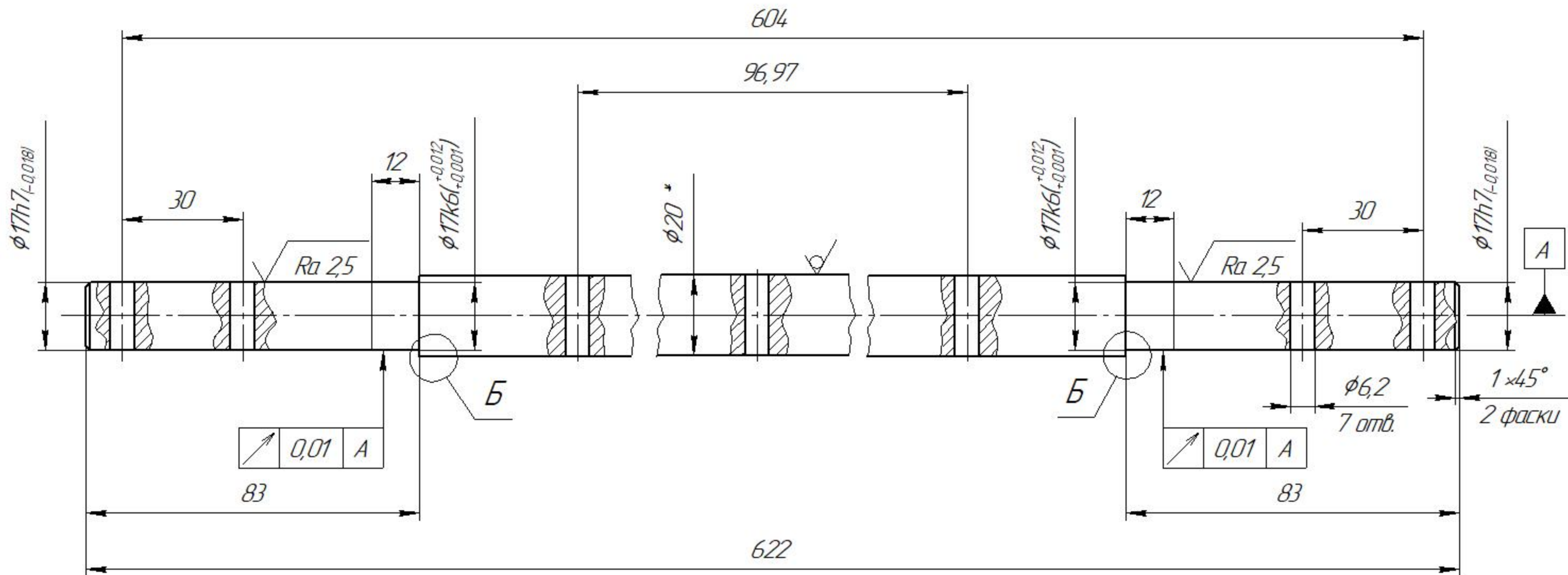
1. Шнек, поз. 1, повинен вільно обертатися відносно своєї осі при прикладанні зусилля
2. *Розміри для довідок.

						ATT 00. 000 СБ					
						Апарат туковисівний			Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							
Разраб.	Кулик									43,56	1:2
Пров.	Мароз										
Т.контр.											
									Лист	Листов	1
Н.контр.	Мачок					-			ЦНТУ, гр. АІ-23М-2		
Утв.	Васильковський										

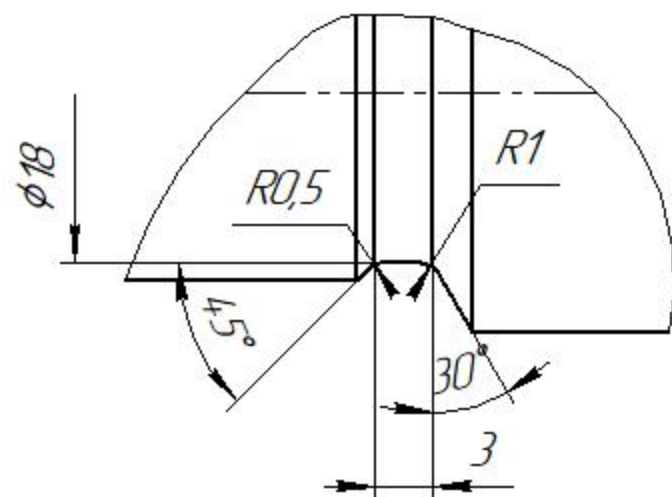
Справ. №	Перв. примен.
Подп. и дата	Инв. № докл.
Взам. инв. №	Инв. № подл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ATT 00. 010. 601

$\sqrt{Ra\ 6,3(\sqrt{1})}$



Б (2,5:1)

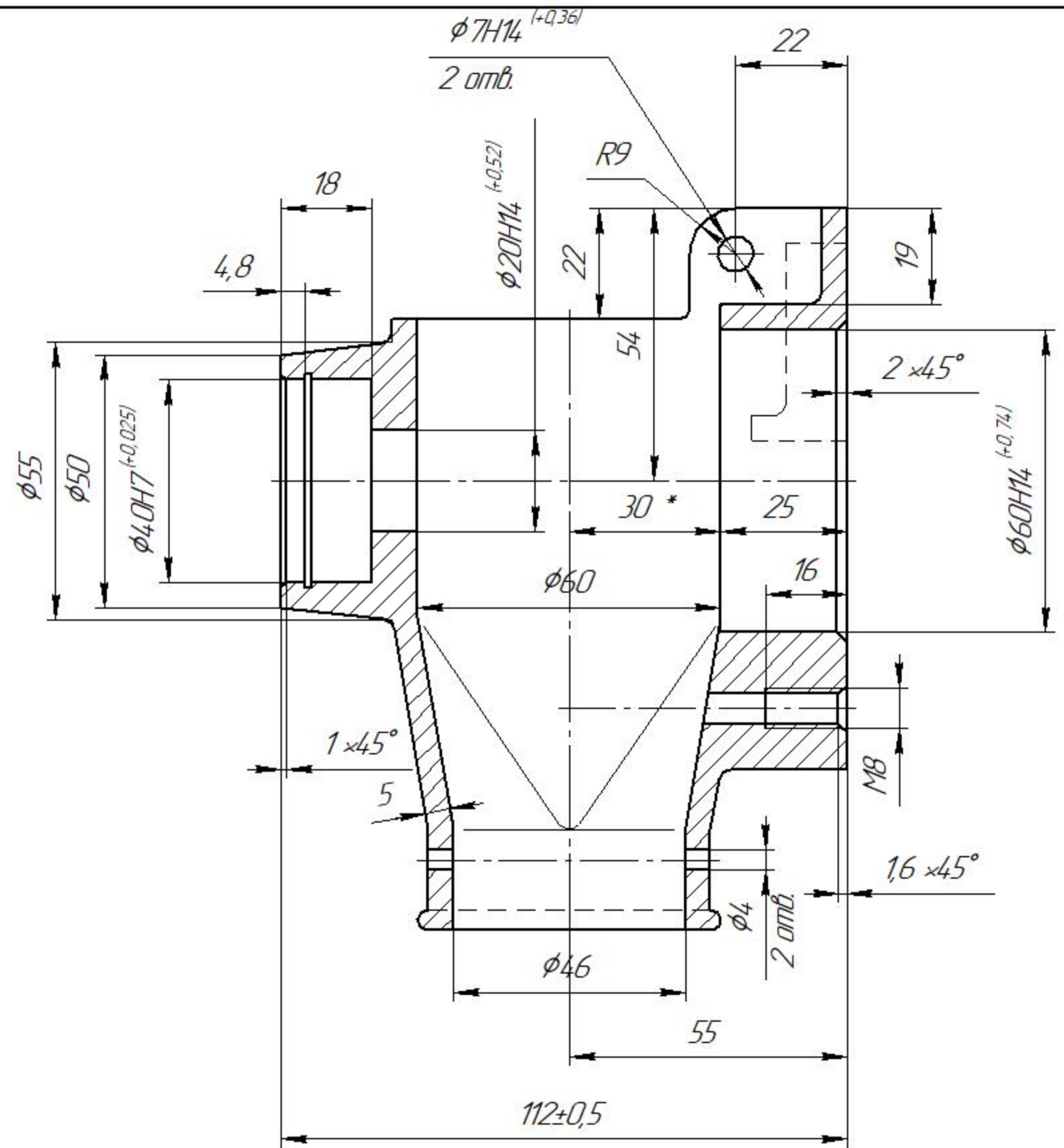
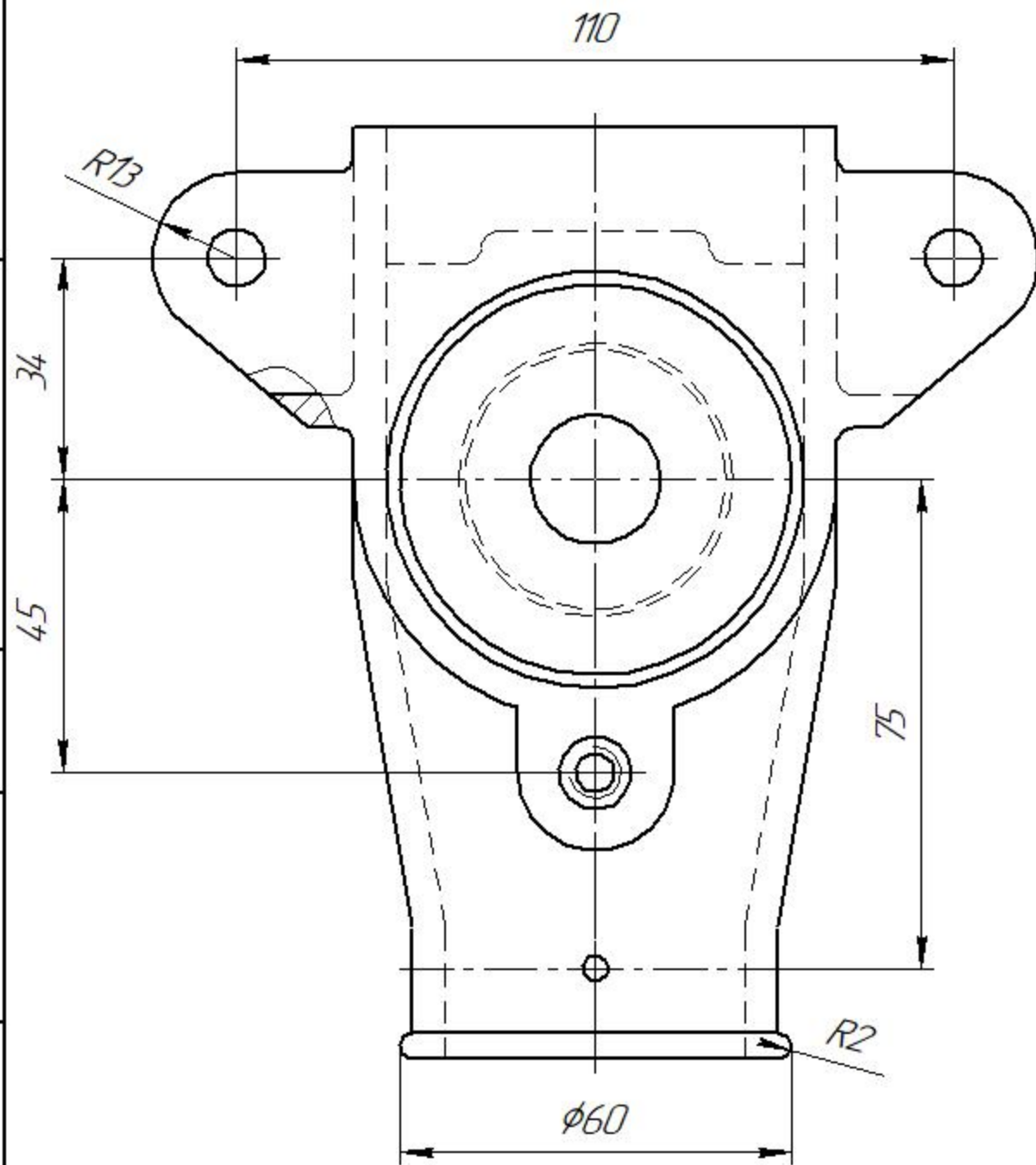


- Невказані граничні відхилення розмірів по $\pm \frac{IT14}{2}$.
- Гострі країки отворів притупити фаскою $1 \times 45^\circ$.
- *Розмір для довідок.
- Покриття Ц15ХР.

ATT 00. 010. 601					Лит. Масса Масштаб		
Вал					2,276 1:1		
Круж 20 ГОСТ 7417-75 35 ГОСТ 1051-73					Лист Листов 1		
ЦНТУ, гр. АІ-23М-2							
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата		Копировал		
Разраб.	Кулик				Формат А3		
Пров.	Мороз						
Т.контр.							
Н.контр.	Мачок						
Утв.	Васильковський						

Справ. №	Перв. примеч.
Взам. инв. №	Инв. № дробл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	

ATT 00.020.101



- Невказані граничні відхилення розмірів: валів - $\frac{IT14}{2}$, отворів - $\frac{IT14}{2}$, інших - IT14.
- Гострі країки заокруглити $R_{max} 15$ мм.

					ATT 00. 020. 101				
					Воронка	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1,900	1:1
Разраб.	Кулик								
Пров.	Мороз								
Т.контр.									
						Лист		Листов	1
Н.контр.	Мачок				СЧ 20 ГОСТ 1412-85		ЦНТУ, гр. АІ-23М-2		
Утв.	Васильковський								