

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:

«Механізація вирощування моркви з удосконаленням двоярусного  
плуга»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,  
групи AI-20  
ОПП «Агроінженерія»  
спеціальності 208 «Агроінженерія»  
\_\_\_\_\_ Коломієць Іван Денисович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Керівник проекту  
доцент, канд.техн.наук  
\_\_\_\_\_ Юрій МАЧОК  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.  
Рецензент \_\_\_\_\_ Микола МОРОЗ

м. Кропивницький



5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-6	Мачок Ю.В.		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Виконання літературного огляду	15.04.2024р.	
	Виконання технологічної частини	25.04.2024р.	
	Виконання інженерної частини	20.05.2024р.	
	Виконання розділу «Охорона праці»	01.06.2024р.	
	Оформлення роботи та підготовка до захисту	05.06.2024р.	

Дата видачі завдання

« 08 » 04 2024 р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 08 » 04 2024 р.

Підпис здобувача \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			МВМ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	40	
A1			МВМ 00.001 ТЧ	Технологічна карта на вирощування моркви	1	
A1			МВМ 00.002 ТЧ	Операційна карта на оранку	1	
				<u>Документація по інженерній частині</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A0			ПНЯ 00.000 СБ	Плуг ярусний ПНЯ 4-42	1	
				<u>Документація по складальних одиницях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			ПНЯ 10.000 СБ	Ніж дисковий	1	

					<b>МВМ 00.000 ВР</b>		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Відомість роботи</b>		
Розробив	Коломієць						
Перевірив	Мачок						
Н. контр.	Мачок						
Затвердив	Лещенко						
					Літера	Аркуш	Аркушів
						3	2
					<b>ЦНТУ гр. АІ-20</b>		



## ЗМІСТ

	стор.
1. Вступ .....	6
2. Аналіз типової технології вирощування моркви з визначенням шляхів її удосконалення .....	7
3. Операційна технологія виконання ярусної оранки.....	11
4. Інженерна частина .....	23
5. Охорона праці .....	33
6. Висновки .....	36
Список використаної літератури .....	38
Додатки .....	40

## 1. Вступ

Морква не відноситься до культур стратегічного рівня, таких як пшениця, кукурудза, соняшник, цукрові буряки та деякі інші. Здебільшого це культура внутрішнього споживання. Моркву вирощують не лише в сільськогосподарських підприємствах, великих чи малих, а й на присадибних ділянках. Таке ставлення до даної культури можна пояснити великою цінністю хімічного складу коренеплоду. Великий вміст каротину дуже позитивно впливає на здоров'я людини. Морква широко використовується в харчовій промисловості. З її коренеплодів виготовляють соки. Вона є обов'язковою складовою овочевих, рибних консервів, тощо. Можна бачити багато кондитерських та інших споживчих виробів, які містять моркву. Її різновиди можуть використовуватись в тваринницькій галузі, як цінна вітамінна добавка до раціону тварин, як у промислових масштабах так і в приватних господарствах.

У виробництво впроваджуються інноваційні технології вирощування моркви забезпечені сучасними засобами механізації, що дозволяє отримувати гарні урожаї [7,8]. Але в будь-якій технології є власні слабкі місця, які обмежують подальше зростання виробництва продукції. Може спостерігатися невідповідність технічного забезпечення виконання операції біологічним особливостям рослини.

Ціллю вирощування моркви є отримання урожаю коренеплодів. Ми знаємо, що однією з головних умов отримання позитивного результату є забезпечення глибоко розпушеного ґрунту.

Метою кваліфікаційної роботи є створення сприятливого водно-повітряного та поживного режиму для моркви шляхом використання двоярусної оранки.

					МВМ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Коломієць				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Мачок						6	40
Н.контр.	Мачок					ЦНТУ		
Затвер.	Лещенко					гр. АІ-20		

## 2. Аналіз типової технології вирощування моркви з визначенням шляхів її удосконалення.

### 2.1. Характеристика культури та опис технологічних операцій.

**Господарське значення.** Коренеплоди моркви набули найбільшого вжитку в життєдіяльності людини після цукрових буряків. Це пояснюється високою поживністю та харчовими якостями даного продукту та широким спектром використання, як промислового в масштабах держави так домашнього. Під промисловими масштабами розуміємо харчову промисловість з її переробною галуззю, галузь кормовиробництва в тваринництві. Дуже поширеним є використання моркви в закладах харчування. Особливе місце дана культура займає в домашньому господарстві. З коренеплодів виготовляють морквяний дієтичний моркв'яний сік. З їх використанням готують сухі харчові приправи, кетчупи, соуси, сухі напівфабрикати (супи, каші тощо). Широко споживаються коренеплоди в свіжому вигляді, у вигляді фрешу. В тваринництві використовується, як столова так і кормова морква, як один із вітамінних з великим вмістом каротину інгредієнтів.

**Біологічні особливості.** Морква, як і всі коренеплоди - дворічна культура. Протягом першого року життєдіяльності створює коренеплід, який ми споживаємо або, частково, зберігаємо при низькому температурному режимі. На другий рік коренеплоди висаджуються, протягом вегетації утворюються квітконоси, які дають насіння [7,8].

Морква досить холодостійка рослина і може витримувати зниження температури до  $-5^{\circ}\text{C}$ . Слід зазначити, що тривале зниження температури може негативно вплинути на урожай, квітконосні стебла можуть утворитися вже на першому році вегетації.

В порівнянні з іншими коренеплодами морква відносно більш стійка до нестачі вологи, однак для забезпечення якісного з запланованою кількістю урожаю потрібно агротехнічними заходами забезпечити стійке та рівномірне зволоження протягом всього періоду вегетації. За тривалої відсутності опадів потрібно проводити відповідні меліоративні заходи.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Коренева система досить потужна та розгалужена. Центральний головний корінь може проникати на глибину до 2,5м, а в основному корені розміщуються в п'ятидесяти сантиметровому орному шарі, чим пояснюється потреба в глибокому розпушуванні при основному обробітку.

**Місце в сівозміні.** Залежно від спеціалізації господарства моркву можна вирощувати в овочевій або польовій сівозмінах. Тому і попередники будуть відповідними. Відомо [15], сходи моркви з'являються через 10-12 днів після сівби. Це вдосталь часу, щоб площа заросла сходами бур'янів. Запобігти такій ситуації можна правильним вибором попередника. Для польової сівозміни відмінними попередниками можуть бути озима пшениця, багаторічні бобові трави.

Стосовно овочевої сівозміни, то тут попередником для моркви може бути рання картопля, огірки, цибуля, рання капуста.

Поганими попередниками в овочевій сівозміні є петрушка кріп тощо. В свою чергу морква може бути гарним попередником для капусти, помідорів, перцю баклажанів [15].

**Удобрення.** Морква, як культура, висуває ряд вимог щодо ґрунтових умов та умов живлення. Вище вказано, що гарними попередниками для моркви є озима пшениця та багаторічні трави. Це пов'язано з тим, що під озиму пшеницю, бажано б на парове поле, вносять органічні добрива (гній), а багаторічні трави самі по собі є величезним джерелом органіки. А морква дуже позитивно реагує на присутність в ґрунті азоту. Але потрібно слідкувати за його вмістом, щоб не викликати його побічний вплив. Крім того, морква негативно реагує на кислу реакцію. Тому, в закислений ґрунт під зяблеву оранку необхідно внести відповідну кількість вапна. Під оранку вносять також комплексні або змішані добрива нормою 240кг/га, які містять  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , тобто, всі основні елементи живлення зі вказаним вмістом активної речовини. Для реалізації поставленої задачі використовують розкидач мінеральних добрив МВУ-900, який працює з трактором ЮМЗ-6Л. Навесні процес створення сприятливого поживного режиму для рослин моркви продовжується. В процесі сівби в рядок вносяться також

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



**Догляд за посівами.** Вище вже частково розглянуті способи догляду за посівами. Це і міжрядна культивування, і підживлення. Технологічною картою передбачено також внесення гербіцидів. Проводять його обприскувачом ОП-2000-2-01.Переміщення по полю та привод його робочих органів забезпечує трактор ЮМЗ-6Л.

**Збирання урожаю.** Збирання урожаю проводять комбайном ASA-LIFT T400 DF, який працює в агрегаті з трактором Case Formol 140 JX.Комбайн забезпечує зрізання гички, викопування коренеплодів, навантаження їх на транспортні засоби.

Останні переміщують зібраний урожай до місця зберігання.

### **2.1.3. Обґрунтування вибору орного агрегату.**

Морква відноситься до біологічної групи рослин – коренеплодів. Очевидним є те, що для повноцінного розвитку коренеплоду необхідно мати розпушений шар ґрунту на всю глибину його формування. Глибини оранки в 30см, яку, згідно технологічної карти може забезпечити трактор МТЗ-82 та плуг ПЛН 3-35 буде замало для забезпечення потреб рослини. Тому, було прийнято рішення про введення в технологію вирощування моркви нового орного агрегату, який складається з трактора Т-150К та двоярусного плуга ПНЯ 4-42. Даний агрегат здатний створювати розпушений однорідний шар на глибину до 35 см., що повністю відповідає біологічним потребам рослини [5].

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10







Тоді, коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{m.з} = \frac{R_{пл}}{P_{гак}} \quad (3.9)$$

$$\eta_{m.з}^1 = \frac{30,32}{34,3} = 0,88$$

$$\eta_{m.з}^2 = \frac{25,49}{25,8} = 0,98$$

Бачимо, що на другій передачі потужність трактора буде використовуватися по максимуму, тому даний варіант режиму роботи агрегату є неприйнятним.

Продуктивність проектного агрегату [6].

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, га / зм \quad (3.10)$$

де  $V_p$  - робоча швидкість, км / год

$T_p$  - робочий час зміни;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, год \quad (3.11)$$

де  $T_{зм} = 7 год$  - час зміни

$\tau = 0,83$  - коефіцієнт використання часу зміни [6];

Тоді

$$T_p = 7 \cdot 0,83 = 5,81 год$$

$B_p$  - ширина захвату плуга, м;

$$B_p = b \cdot \beta \quad (3.12)$$

$\beta$  - коефіцієнт використання ширини захвату корпусу,  $\beta = 1,05 \dots 1,1$  [6]

Призначаємо  $\beta = 1,05$ .

З урахуванням зазначеного ширина захвату плуга

$$B_p^1 = 0,42 \cdot 1,05 \cdot 4 = 1,76 м$$

$$B_p^2 = 0,42 \cdot 1,05 \cdot 3 = 1,32 м$$

Тоді продуктивність агрегату буде

$$W_{зм}^1 = 0,11 \cdot 1,76 \cdot 7,59 \cdot 5,81 = 7,76 га / зм$$

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$W_{зм}^2 = 0,1 \cdot 1,32 \cdot 8,96 \cdot 5,81 = 6,87 \text{ га / зм}$$

Розрахунок витрат палива виконаємо згідно методики [6]

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.13)$$

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3, \text{ кг / год} \quad (3.14)$$

де  $Q_p, Q_x, Q_3$  – відповідно витрата палива на виконання робочих, холостих ходів і на зупинках з робочим двигуном,  $\text{кг / год}$ ;

$T_p, t_x, t_3$  – відповідні значення затраченого часу на робочі, холості ходи, на зупинки з робочим двигуном.

Для ведених розрахунків зазначаємо, що  $t_x = t_3$

Тоді

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,81}{2} = 0,6 \text{ год} \quad (3.15)$$

Для вибраних режимів призначаємо витрати палива

$Q_p, Q_x, Q_3$

$$Q_p = 30,0 \text{ кг / год}, Q_x = 17,5 \text{ кг / год}, Q_3 = 4,1 \text{ кг / год}$$

Змінні витрати палива

$$Q_{зм} = 30,0 \cdot 5,81 + 17,5 \cdot 0,6 + 4,1 \cdot 0,6 = 187,26 \text{ кг / зм}$$

Тоді, погектарні витрати

$$Q_{га}^1 = \frac{187,26}{7,76} = 24,13 \text{ кг / га}$$

$$Q_{га}^2 = \frac{187,26}{6,87} = 27,25 \text{ кг / га}$$

Таким чином, енергетична складова розрахунків вказує на неможливість роботи агрегату на другій передачі через перевантаження двигуна трактора. Навіть, якщо припустити ймовірність його роботи на зазначеній передачі то інші показники також гірші ніж при роботі на першій передачі.

Робота агрегату на першій передачі є оптимальною.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Робоча швидкість агрегату з урахуванням буксування

$$V_p = V_r \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.17)$$

Тоді

$$V_p^3 = 7,55 \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 6,72 \text{ км/год}$$

$$V_p^4 = 9,27 \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 8,25 \text{ км/год}$$

Визначимо величину питомого опору, який виникає при підвищенні швидкості орного агрегату.

$$K_0^3 = 43 \left[1 + 0,006(6,72^2 - 5,0^2)\right] = 48,2 \text{ кН/м}^2$$

$$K_0^4 = 43 \left[1 + 0,006(8,25^2 - 5,0^2)\right] = 54,11 \text{ кН/м}^2$$

Обчислимо максимальне значення ширини захвату на 3 та 4 передачах

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{зак}}}{K_0^v \cdot a + R_i}, \quad (3.18)$$

де  $a = 0,30 \text{ м}$  – глибина оранки.

$R_i$  – додатковий опір, який виникає при русі агрегату вгору,  $\text{кН/м}$

$$R_i = \frac{G_{\text{пл}}}{B_{\kappa}} i, \quad (3.19)$$

де  $B_{\kappa}$  – ширина захвату плуга, ( $B_{\kappa} = 1,05 \text{ м}$ )

$$G_{\text{пл}} = 4,75 \text{ кН}$$

Тоді

$$R_i = \frac{4,75}{1,05} \cdot 0,03 = 0,14 \text{ кН/м},$$

Тоді

$$B_{\max}^3 = \frac{20,7}{48,2 \cdot 0,30 + 0,14} = 1,36 \text{ м}$$

$$B_{\max}^4 = \frac{15,7}{54,11 \cdot 0,30 + 0,14} = 0,91 \text{ м}$$

Кількість корпусів на плугові на 3 і 4 передачах

$$n_{\kappa} = \frac{B_{\max}}{b}, \quad (3.20)$$

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17





$$E = 3R_{\min} + l_a, \quad (3.25)$$

де  $l_a$  - кінематична довжина агрегату

Тут

$$l_a = l_{mp} + l_{nl}, \quad (3.26)$$

де  $l_{mp} = 1,15 м$  - кінематична довжина трактора  $T-150K$  [4];

$l_{nl} = 4,1 м$  кінематична довжина плуга  $ПНЯ4-42$  [4].

$$l_a = 1,15 + 4,1 = 5,25 м$$

Тоді

$$E = 3 \cdot 11,8 + 5,25 \approx 40 м$$

Довжина робочого ходу

$$l_{px} = L - 2E = 750 - 2 \cdot 40 = 670 м \quad (3.27)$$

Тривалість циклу

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot l_{px}}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n = \frac{12 \cdot 670}{10^2 \cdot 7,59} + 2 \cdot 2 = 14,6 хв = 0,24 год \quad (3.28)$$

де  $t_n = 2 хв$  - час повороту агрегату

Технічна продуктивність за цикл

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau = 0,1 \cdot 1,68 \cdot 7,59 \cdot 0,24 \cdot 0,83 = 0,25 га / ц$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{7,76}{0,25} = 31,0 ц / зм \quad (3.29)$$

### 3.4. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля до оранки є обов'язковим елементом робіт при підготовці поля до вирощування будь-яких культур так як агротехнічні вимоги до неї незмінні. Залежно від стану поверхні поля після вирощування попередника виконують ряд агротехнічних заходів, таких як, наприклад, лушення стерні. Причому, проводиться воно повинно в двох напрямках, які перетинаються під будь-яким кутом. Проведення такого заходу сприятиме знищенню бур'янів, поживних залишків, збереженню вологи. Після завершення виконання лушення проводять організаційні заходи - розмітка поля, розбивка на загони, виділення

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



продуктивність та менші питомі витрати палива, що вказує на техніко-економічну доцільність впровадження у виробництво запропонованого агрегату та технології

Обґрунтовано показники організації технологічного процесу оранки.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22





Слід зазначити, що ширина корпусів обох ярусів однакова і дорівнює 0,42м.

Відстань між брусом рами плуга та поверхнею поля (регулювального майданчика) визначиться

$$H = b + \frac{2a}{3} = 0,42 + \frac{2 \cdot 0,35}{3} = 0,65 \text{ м}$$

де  $a = 0,35 \text{ м}$  - глибина оранки.

Призначаємо  $H = 0,7 \text{ м}$ .

#### 4.2.2. Розрахунок параметрів дискового ножа

Розрахуємо параметри вирізного диска дискового ножа [11,14].

Діаметр диска визначиться

$$D = 2(a + \Delta l) + d_c, \quad (4.3)$$

де  $a = 0,13 \text{ м}$  - глибина руху диска ножа;

$\Delta l = 0,02 \text{ м}$  – запас на мікрорельєф поля;

$d_c = 0,25D$  – діаметр фланця маточини;

Призначаємо  $d_c = 0,15 \text{ м}$

Тоді

$$D = 2(0,13 + 0,02) + 0,15 = 0,45 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр диска  $D = 0,45 \text{ м}$ .

Товщину диска отримаємо з виразу [11,14]

$$b = 0,01 \cdot D = 0,01 \cdot 0,45 = 0,0045 \text{ м} \quad (4.4)$$

Приймаємо  $b = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Параметри вирізного диска призначимо виходячи з досвіду використання подібної конструкції.

#### 4.2.3. Розрахунок сил, які діють на дисковий ніж

В процесі роботи на диск дискового ножа діють сили опору з боку ґрунту та з боку рослинних решток різанню [14]. Це рівнодіюча сил  $R_x$  (рис. 4.1).

Відповідно горизонтальна складова цієї сили  $R_x$  чинить опір переміщенню диска ножа в ґрунті, а вертикальна  $R_z$ , спрямована вгору,

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25





Таким чином, зусилля спрацювання пружинного запобіжника складатиме  $F = 3390,0H$ .

#### 4.2.5. Розрахунок пружини запобіжного пристрою

Розрахунок спрямований на обґрунтування параметрів пружини, визначення її стійкості.

Розрахуємо мінімальне та максимальне навантаження, які діють на пружину. З попередніх розрахунків маємо

$$P_{\max} = F = 3390,0H$$

Тоді, мінімальне значення навантаження пружини визначиться

$$P_{\min} = \mu \cdot R_{xz} \frac{l_1}{l_2} = 0,7 \cdot 1676,4 \frac{0,2}{0,09} = 2607,7H$$

Граничне навантаження пружини

$$P_{ep} = 1,2P_{\max} = 1,2 \cdot 3390,0 = 4068H$$

Матеріалом пружини призначаємо сталь 60С2 ГОСТ 14959-79, для якої допустимі навантаження кручення  $[\tau]_{кр} = 400MPa$  [10].

Тоді

$$\tau = \frac{[\tau]_{кр}}{1,2} = \frac{400}{1,2} = 333,3MPa$$

Задаємося індексом пружини  $c$  [10]

$$c = \frac{D}{d} = 5$$

де  $D$  – зовнішній діаметр пружини,  $m$ ;

$d$  – діаметр дроту з якого виготовлено пружину,  $m$ .

$\Pi$  призначаємо поправочний коефіцієнт, який враховує кривизну витків

$$K_g = 1,24$$

Діаметр дроту пружини

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{k_g \cdot P_{ep} \cdot c}{[\tau]}} = 1,6 \sqrt{\frac{1,24 \cdot 4068 \cdot 5}{333,3}} = 0,0119m$$

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Призначаємо діаметр дроту  $d = 0,012\text{ м}$ .

Тоді зовнішній діаметр пружини (рис. 4.3)

$$D = c \cdot d = 5 \cdot 0,012 = 0,06\text{ м}$$

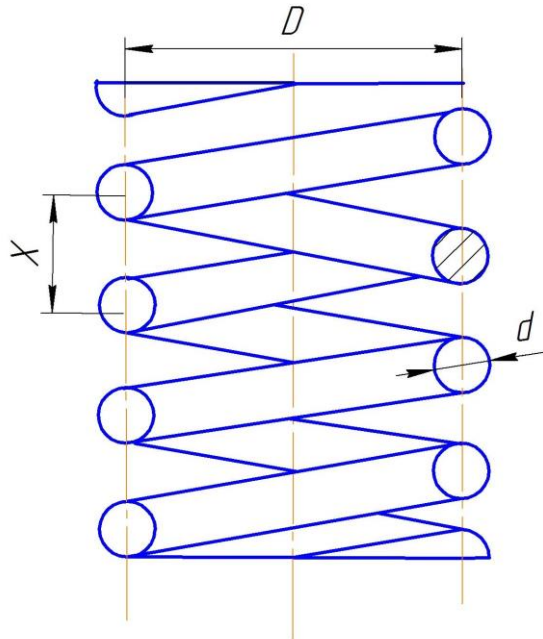


Рис. 4.3. Розрахункова схема пружини.

Максимальна деформація пружини складе

$$\lambda_{\max} = \lambda_p \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}} = 0,01 \frac{3390}{3390 - 2607,7} = 0,043\text{ м} \quad (4.8)$$

де  $\lambda_p = 0,01$  – робоча деформація пружини.

Робоче число витків пружини

$$i = \frac{G \cdot d \cdot \lambda_{\max}}{8C^3 \cdot P_{\max}}, \quad (4.9)$$

де  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}$  – модуль пружності матеріалу пружини.

Тоді

$$i = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 0,012 \cdot 0,043}{8 \cdot 5^3 \cdot 3390} \approx 13$$

Повне число витків

$$i_0 = i + (1,5 - 2,0) = 13 + 2 = 15 \text{ витків}$$

Крок витків

$$t = d + \frac{(1,1 - 1,2) \lambda_{\max}}{i} = 0,012 + \frac{1,2 \cdot 0,043}{13} = 0,016\text{ м} \quad (4.10)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Гранична довжина пружини

$$H_{zp} = (i_0 - 0,5) \cdot d = (15 - 0,5)0,012 = 0,17 \text{ м} \quad (4.11)$$

Повна довжина ненавантаженої пружини

$$H_0 = H_{zp} + i(t - d) = 0,17 + 13(0,017 - 0,012) = 0,24 \text{ м} \quad (4.12)$$

Перевірка пружини на небезпеку втрати стійкості

$$\frac{H_0}{D} = \frac{0,24}{0,06} = 4 > 3$$

Розрахунок показав, що у вільному стані при навантаженні пружина знаходиться у нестійкому стані. Але, враховуючи те, що обидва її краї встановлено в стаканах, а в її внутрішній порожнині розміщено регулювальний гвинт, то можна стверджувати, що завдяки цьому буде забезпечена необхідна стійкість.

### 4.3. Розрахунок на міцність деталей і вузлів.

#### 4.3.1. Розрахунок на міцність напіввісі дискового ножа.

З попередніх розрахунків на диск ножа діє рівнодіюча

Як відмічалось раніше на дисковий ніж діє рівнодіюча  $R_{xz} = 1676,4 \text{ Н}$ .

Призначаємо матеріал напіввісі – *Сталь 45 ГОСТ 1050–88*. Для неї допустиме значення напруження згину -  $[\sigma_u] = 64 \text{ МПа}$  [10].

Згинаючий момент від рівнодіючої  $R_{xz}$  в перерізі  $A$  (рис. 4.4).

$$M_{z2} = R_{xz} \cdot l = 1676,4 \cdot 0,045 = 75,4 \text{ Нм} \quad (4.13)$$

$$\frac{M_{z2}}{W} \leq [\sigma_u], \quad (4.14)$$

де  $W$  – момент опору перерізу згину;

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \quad (4.15)$$

де  $d$  – діаметр напіввісі.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



Умова міцності виконується.

**Висновки по розділу.** В даному розділі приділено увагу удосконаленню конструкції дискового ножа. Запропоноване конструктивне рішення підтверджено необхідними розрахунками.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 5. Охорона праці.

Технологія вирощування моркви, як і інших коренеплодів передбачає виконання зяблевої оранки восени попереднього року. Якщо розглянути хронологію початку виконання оранки то слід зазначити, що починається вона в середині серпня на початку вересня. Це, як правило бездощовий спекотний період, який веде з собою цілий ряд небезпечних та шкідливих факторів для механізатора, обслуговуючого персоналу, оточуючих. Оранка в таких умовах супроводжується значною запиленістю навколишнього середовища та робочої зони. При цьому різко погіршуються санітарні умови праці, оглядовість робочої зони, що може спричинити травмування.

Підвищена температура навколишнього середовища, висока інтенсивність сонячного світла також має суттєвий негативний вплив на фізичний стан тракториста. Висока температура та сухий стан пожнивних решток за певних умов можуть стати причиною виникнення пожежі.

Ще більш складними є роботи в темну пору доби при штучному освітленні, якого може бути недостатньо в робочій зоні.

Такі умови праці можуть викликати фізичну втому тракториста, перегрів, психологічне виснаження.

Задекларована в даній роботі крутизна схилу в 3<sup>0</sup> може стати причиною виникнення аварійної ситуації при порушенні правил експлуатації, перевищенні транспортної чи робочої швидкості, здійсненні ризикованих маневрів.

Дані перестороги стосуються безпосередньої роботи агрегату. Не меншу безпеку несуть підготовчі заходи трактора і плуга до роботи. При підготовці трактора до роботи тракторист зіштовхується з необхідністю контакту з паливо-мастильними та іншими заправними матеріалами. Є небезпека хімічного травмування шкіри рук, очей, дихальних шляхів тощо.

Для зменшення або усунення негативного впливу зазначених факторів пропонується наступне.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



В комплекті агрегату повинна бути індивідуальна медична аптечка, засоби особистої гігієни.

**Висновки по розділу.** Таким чином, зазначені заходи зможуть посприяти зниженню впливу негативних та шкідливих факторів на умови роботи механізатора при виконанні основного обробітку ґрунту.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 6. Висновки.

За результатами виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи можна зробити наступні висновки.

Морква має велике господарське значення. Вона має найвищі смакові характеристики серед коренеплодів. Користується великим попитом серед громадян, тому що входить до «борщового кошику». Відповідно, потреба у вдосконаленні технології її вирощування є очевидною.

В роботі проаналізовано типову технологічну карту на вирощування моркви. Виявлено недоліки в виконанні операції «оранка», пов'язані з недостатньою глибиною розпушування ґрунту, яка не відповідає біологічним потребам даної культури.

Обґрунтовано доцільність заміни складу орного агрегату в складі трактора МТЗ-82 та плуга ПЛН 3-35 на агрегат, який складається з трактора Т-150К та плуга ПНЯ 4-42 відповідними технологічними розрахунками. Слід зазначити, що запропонований агрегат має більшу  $3,47 \text{га/зм}$  продуктивність та менші  $0,12 \text{кг/га}$  питомі витрати палива, що вказує на техніко-економічну доцільність впровадження у виробництво запропонованого агрегату та технології ярусної оранки.

Обґрунтовано показники організації технологічного процесу оранки.

В інженерній частині запропоновано удосконалену конструкцію дискового ножа, що дозволить підвищити якість його роботи та конструктивну надійність. Пропонується диск виготовляти вирізним, що дозволить зменшити його металоємність та енергетичні витрати на перерізання ґрунту та рослинних решток. Для підвищення довговічності диска на ніж встановлено запобіжний пристрій. Виконано необхідні інженерні розрахунки.

Запропоновані заходи охорони праці посприятимуть зниженню впливу негативних та шкідливих факторів на умови роботи механізатора при виконанні основного обробітку ґрунту.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Удосконалена технологія вирощування моркви забезпечить сприятливі ґрунтові умови для розвитку її коренеплодів.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37



11. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. / за редакцією І.М. Бендера, А.В. Рудя А.В., Я.В. Козія. –Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.

12. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник / С. М. Бондар, І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій ; за ред. І. І. Мельника. – Ніжин: АСПЕКТ – Поліграф, 2005. – 192 с.

13. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір: ДСТУ ISO 6309:2007. [Чинний від 2007-10-01].- К.: Держстандарт України, 2007.- 80 с.

14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. «Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студ. вищ. навч. закл. із спец. „Машини та облад. с.-г. вир-ва». Кн. 1: Машини для рільництва. -Київ, Урожай, 2001, 384 с.

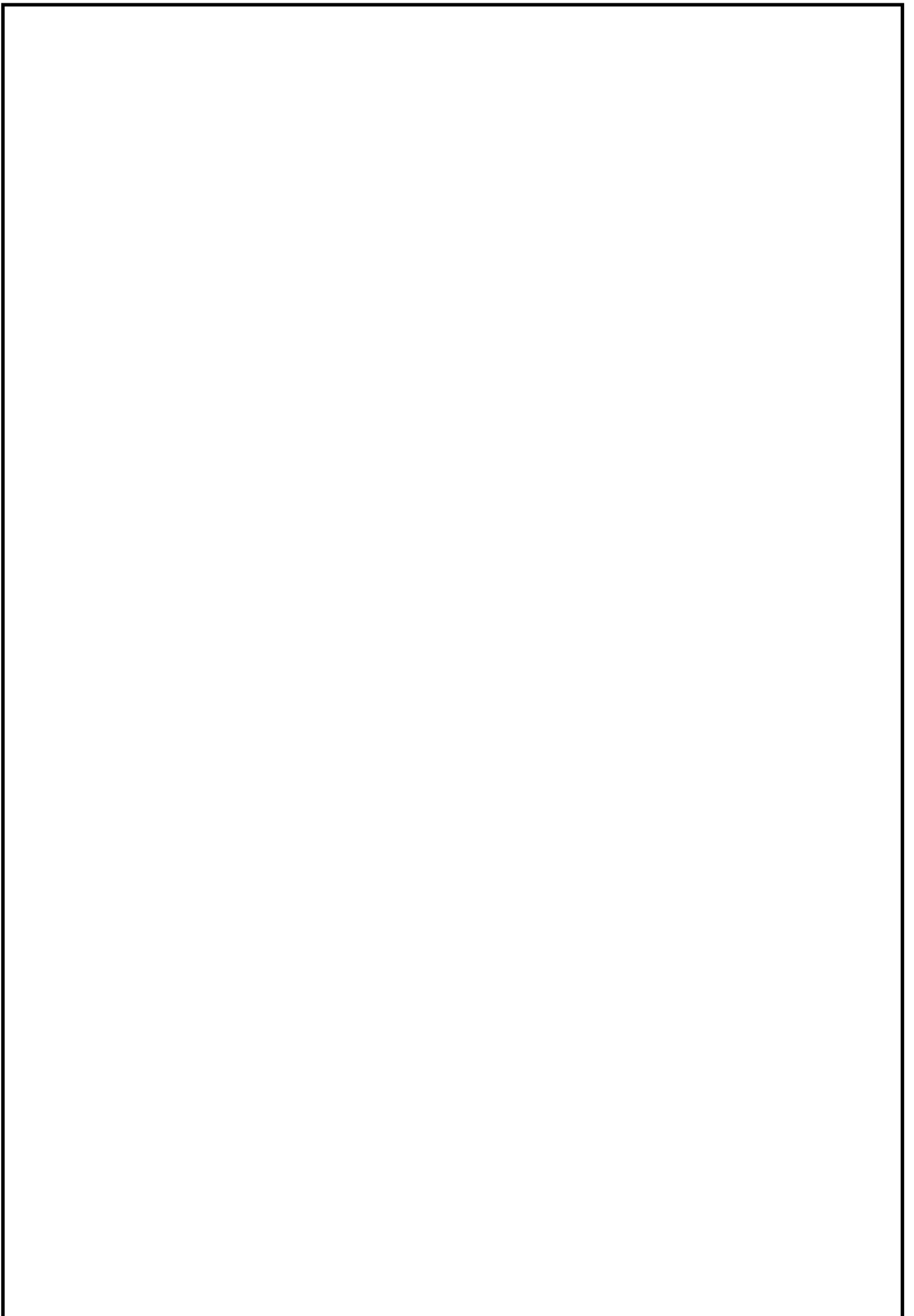
15. Таблиця сівозмін – правильне чергування культур на городі. URL: <https://vseroste.com.ua/blog/tablitsia-sivozmin-pravilne-cherhuvannia-kultur-na-gorodi>.

16. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: «Урожай», 1991. – 136 с.

					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

## ДОДАТКИ

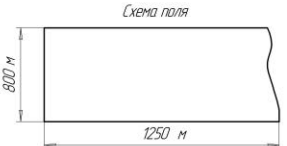
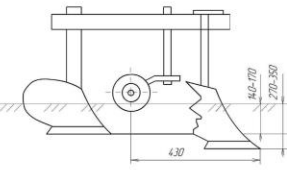
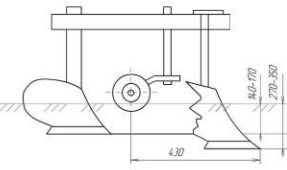
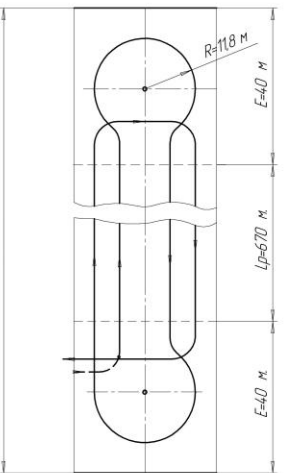
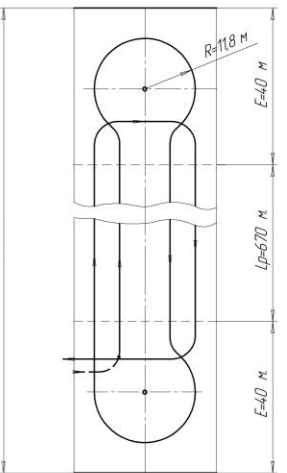
					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



					МВМ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41



# Операційна карта на оранку

Найменування показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа – 100 га, довжина гонів – 750 м, ширина поля – 1333 м, величина підйому – 3°, ґрунти – середньо-важкі ( $\kappa=5,4 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ ), поле зручне для обробітку, глибина оранки – 35 см.	 <p>Схема поля</p>
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини $\pm 1$ см. Повне обертання скиди і повне заорювання органічних добрив і рослинних решток. Поверхня поля не повинна мати глибоких розгінних борозен, високих гребенів і озріхів.	 <p>Розташування робочих органів</p>
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор – Т-150К, плуг – ПНЯ 4-42 (4 корпуси). Робоча ширина захвату – 1,68 м. Мінімальний радіус повороту – 118 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і пуги. 2. Перевірити робочі поверхні пуги, загострення лемешів, кріплення вузлів. 3. Перевірити правильність розміщення корпусів, дискового ножа. 4. Відрегулювати плуг на задану глибину.	 <p>Розташування робочих органів</p>
Підготовка поля Спосіб руху Швидкість руху	Перед початком оранки поля, поле оглянути, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 40 м. Оптимальна ширина загінки – 69 м. Спосіб руху – комбінований; непарні загінки (I, III, V і т.д.) орати всклад, парні – врозгін. Робоча передача – I. Робоча швидкість – $Vp=7,59 \text{ км/год}$ .	
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 14,6 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,25 га/ц. 3. Змінна продуктивність агрегату – 7,76 га/зм. 4. Витрати палива на 1 га – 24,13 кг/га.	
Контроль за якістю	1. Виконати 15 замірів глибини оранки по діагоналі загінки. Відхилення середнього значення глибини не повинно перевищувати $\pm 1$ см. 2. На зораному полі не повинно бути незаораних добрив, рослинних решток, озріхів. 3. Поворотні смуги мають бути зорані, глибина розгінних борозен не повинна перевищувати 10 см.	<p>R – радіус повороту; L – довжина загінки; Lp – робочий хід; E – поворотна смуга; tn – час повороту агрегата; tn=1,5 хв.</p>

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20

				МВМ 00.002 Т4			
№ листу	№ докум.	Глиб.	Витр.	Операційна карта на оранку			
Розроб.	Коваленко						
Проек.	Мичак			Лист	Масштаб	Масштаб	Масштаб
Ілюстр.				Лист	Листов	Листов	Листов
Накресл.	Мичак			ЦНТУ			
Збір.	Лавченка			ар. АІ-20			
				Формат А1			

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
A0			ПНЯ 00.000 СБ	<u>Складальне креслення</u>	1	
				Складальні одиниці		
		1	ПНЯ 10.100	Корпус нижнього ярусу	1	
		2	ПНЯ 40.000	Корпус верхнього ярусу	1	
		3	ПНЯ 50.000	Рама	1	
		4	ПНЯ 30.000	Начіпка	1	
		5	ПНЯ 60.000	Щиток сигнальний	1	
		7	ПНЯ 20.000	Колесо опорне	1	
A1		11	ПНЯ 10.000	Ніж дисковий	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Болт М24-8g×120.66.099		
				ГОСТ 7795-70		
		9		Гайка М24-7Н.5.099	1	
				ГОСТ 5915-70	1	
		10		Шайба 24.65Г.05	1	
				ГОСТ 6402-70		
				Шайби		
		13		20.65Г.05	2	
		15		Скоба 2М20х109х130-40		
				56.099 ОСТ 23.2.10.-81	1	
				ПНЯ 00.000		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив	Коломієць				Плуг ярусний ПНЯ 4-42	ЦНТУ гр. АІ-20
Перевірив	Мачок					
Н. контр.	Мачок					
Затвердив	Лещенко					
					Літера	Аркуш
						1



Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			ПНЯ 10.000.СБ	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ПНЯ 10.000	Консоль	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	ПНЯ 10.011	Кронштейн	1	
		3	ПНЯ 10.301	Кронштейн	1	
		4	ПНЯ 10.302	Упор	1	
		5	ПНЯ 10.303	Маточина	1	
A3		7	ПНЯ 10.305	Диск	1	
		6	ПНЯ 10.401	Ковпак	1	
		8	ПНЯ 10.402	Шток	1	
		10	ПНЯ 10.602	Палець	1	
		9	ПНЯ 10.604	Пружина	1	
		11	ПНЯ 10.605	Палець	1	
		12	ПНЯ 10.606	Втулка	1	
		13	ПНЯ 10.608	Втулка	1	
		14	ПНЯ 10.609	Кільце	1	
		20	ПНЯ 10.620	Палець	1	
		28	ПНЯ 10.628	Стійка	1	
		27	ПНЯ 10.627	Гайка спеціальна	1	
A3		28	ПНЯ10.607	Вісь	1	

					ПНЯ 10.000			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Коломієць				Ніж дисковий	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Мачок						1	2
Н. контр.	Мачок					ЦНТУ		
Затвердив	Лещенко					гр.АІ-20		

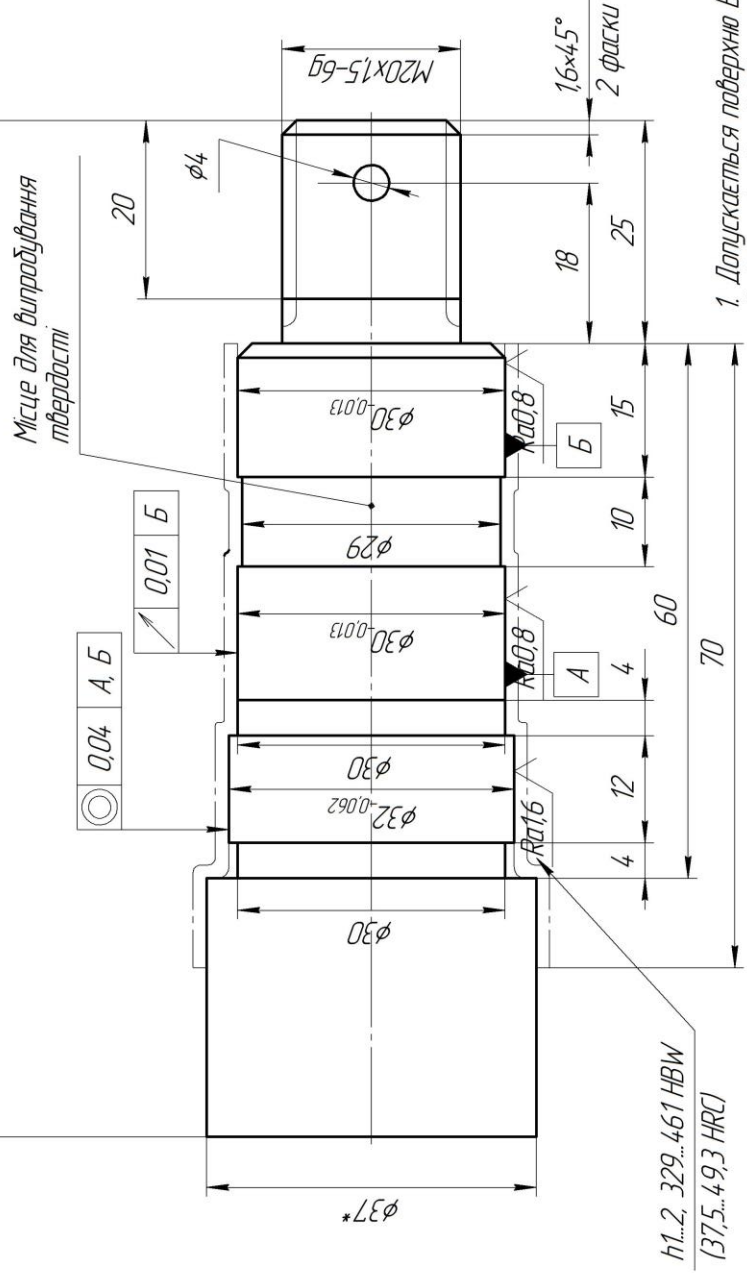




ПНЯ 10.607



114



1. Допускається поверхню В не загартовувати.
2. \* Розміри для довідок.
3. Невказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 234.209-82.
4. Допускається виготовлення без термообробки із збереженням креслярських параметрів.

ПНЯ 10.607

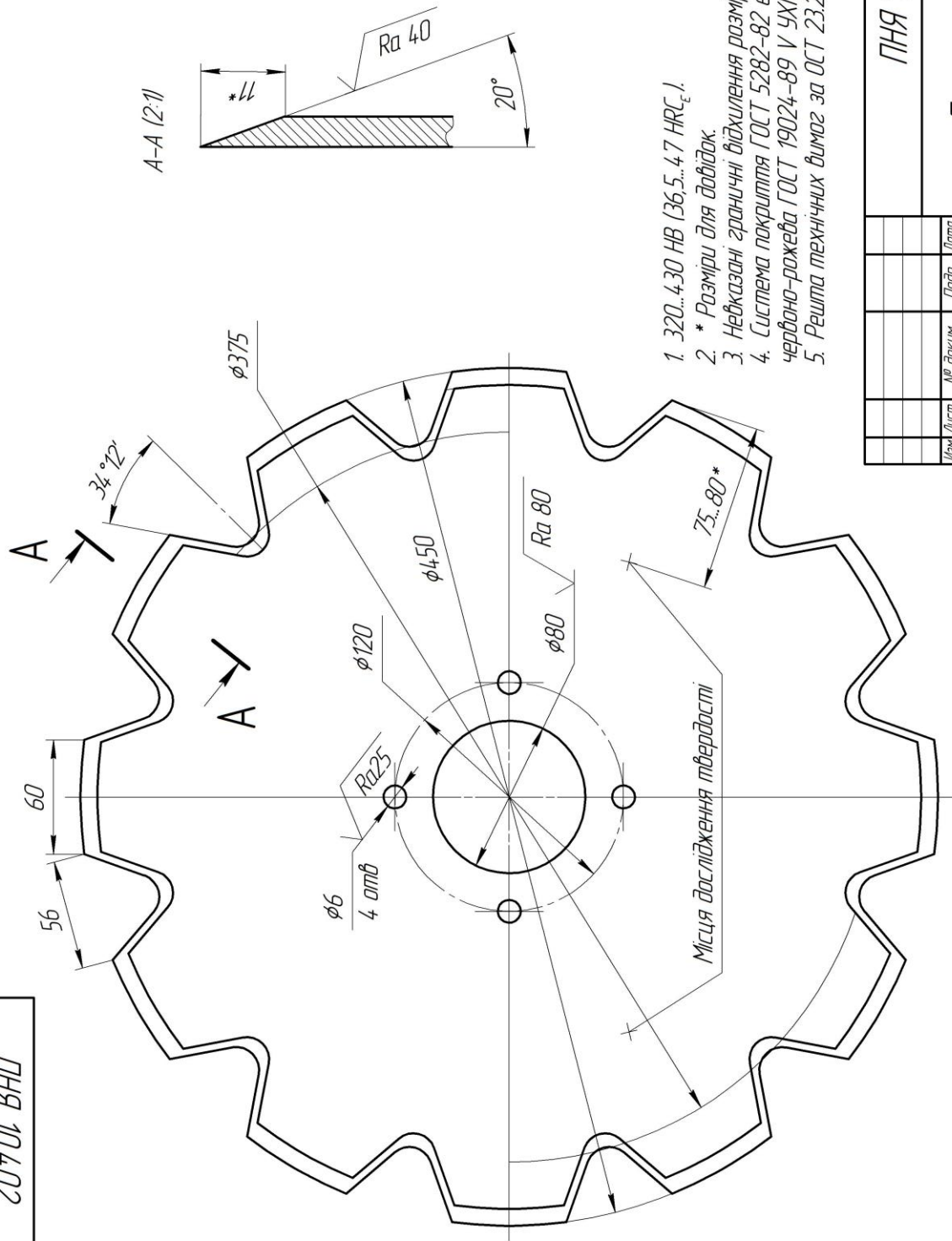
Вісь

37-Н11 ГОСТ 7417-75  
 Круц 45-Б ГОСТ 1050-73

Мат. лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.	Холодиль	Лист		0,62	2:1
Лист	Млчак	Лист			Листов 1
Т.контр.		Лист			ЦНТУ
Н.контр.	Млчак				ЗР. АІ-20
Уліб.	Ущенко				Формат А3

Мат. лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.	Холодиль	Лист		0,62	2:1
Лист	Млчак	Лист			Листов 1
Т.контр.		Лист			ЦНТУ
Н.контр.	Млчак				ЗР. АІ-20
Уліб.	Ущенко				Формат А3

ПНЯ 10.402



1. 320...430 HB (365...47 HRC).
2. \* Розміри для довідок.
3. Невказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 3.209-82.
4. Система покриття ГОСТ 5282-82 емаль АС-182 червоно-ражеда ГОСТ 19024-89 V УХП1.
5. Решта технічних вимог за ОСТ 23.2.147-85.

ПНЯ 10.402		Лист	Масса	Масштаб
Диск		4,8	1:2	
		Лист	Листов	1
Лист Б-ПН-0-4 ГОСТ 19903-74		ЦНТУ		
Лист 65Г-2-Т ГОСТ 1577-81		2р. А1-20		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Коллежский			
Проб.	Мичок			
Т. контрол.				
Исполн.	Мичок			
Утв.	Лещенко			

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № подл.	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Спроб. №	Лист. пункт.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	--------------