

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Удосконалення технології вирощування картоплі з
модернізацією картоплесаджалки

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-21ПЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Мешко Аттіла Аттілович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Іван СКРИННІК

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2025 року

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

 Мешко Аттіли Аттіловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Удосконалення технології вирощування картоплі з модернізацією картоплесаджалки
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 20.06.2025 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Забезпечення раціонального використання засобів механізації при вирощуванні картоплі, що дозволить забезпечити додержання оптимальних агровимог та мінімалізувати виробничі витрати.
5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта; 2. Операційно–технологічна карта; 3. Картоплесаджалка СН–4Б – складальне креслення; 4. Вал – складальне креслення; 4. Деталювання.
Всього 5 аркуші формату 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	Виконання розділів 1, 2		
	Графічна частина арк. 1	28.03.2025 р.	
2	Виконання розділу 3		
	Графічна частина арк. 2	18.04.2025 р.	
3	Виконання розділу 4		
	Графічна частина арк. 3–5	20.05.2025 р.	
4	Виконання розділів 5, 6	02.06.2025 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки, графічної частини, підготовка до захисту.	20.06.2025 р.	

Дата видачі завдання
«03» лютого 2025 р.

Підпис керівника

_____ Сергій МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« 03 » лютого 2025 р.

Підпис здобувача

_____ Мешко А.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

У сучасних умовах аграрний сектор стикається зі значними економічними труднощами. Постійне зростання вартості паливно-мастильних матеріалів, добрив, сільськогосподарської техніки, насіння та кормів ускладнює розвиток соціальної інфраструктури на селі.

Технологічний процес вирощування картоплі базується на комплексному застосуванні сучасних агротехнічних рішень, високопродуктивних сортів з різною тривалістю вегетації, ефективних методів обробітку та організації виробництва. Важливим є також забезпечення своєчасної та справедливої оплати праці, що тісно поєднується з моральним та матеріальним заохоченням працівників. Дотримання технологічних норм і правил виконання кожного етапу робіт із залученням сучасної техніки дає змогу значно зменшити частку ручної праці у виробничому процесі.

Раціональне впровадження технологій передбачає максимально механізоване виконання операцій при обов'язковому дотриманні агротехнічних вимог. Особливо важливо дотримуватися оптимальних строків проведення технологічних заходів, оскільки якість кожного попереднього етапу безпосередньо впливає на результативність наступного та на загальну ефективність вирощування.

Природно-кліматичні умови певного регіону мають значний вплив на ефективність роботи сільськогосподарських машин. Цей вплив ускладнюється характерними особливостями агротехніки вирощування картоплі, адже значна частина операцій пов'язана з обробкою ґрунту та відділенням його залишків від бульб.

					<i>МВК 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Мешко</i>				<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Лім.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>						6	44
<i>Н.контр.</i>	<i>Мачок</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>							
						<i>ЦНТУ, гр. АІ-21ПЗ</i>		

Отже, ефективне вирощування картоплі можливе лише за умови впровадження у виробництво не лише новітніх технологічних рішень, а й комплексу заходів, що поєднують досягнення сучасної науки, техніки та передового досвіду на всіх етапах агровиробництва.

					<i>МВК 00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		7

Замість традиційного лушення після збирання раннього попередника доцільно застосовувати обробіток ґрунту комбінованими агрегатами, після чого проводити висів сидератів. Це сприяє збагаченню ґрунту як вологою, так і поживними речовинами.

Зяблеву оранку замінюємо глибоким розпушуванням, яке передбачає попереднє подрібнення зеленої маси сидеральних культур. Для поєднання розпушування з внесенням мінеральних добрив використовується глибокорозпушувач–удобрювач, оснащений зубовими котками. Вони забезпечують не лише подрібнення грудок на поверхні поля, а й вирівнювання ґрунту та рівномірне перемішування його верхніх шарів із залишками сидератів.

					<i>МВК 00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		10

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

де K – питомий опір картоплесаджалки, $K=4$ кН/м;

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м

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

де B_K – конструктивна ширина захвату картоплесаджалки;

G_M – маса картоплесаджалки, для КСМ-4 – $G_M=16,8$ кН, для СН-4Б

$G_M=10,2$ кН.

Отже,

$$R_i^{\delta} = \frac{16,8}{2,8} \cdot 0,03 = 0,18 \text{ кН/м};$$

$$R_i^M = \frac{10,2}{2,8} \cdot 0,03 = 0,11 \text{ кН/м};$$

$$B_{\max}^{\delta} = \frac{16,8}{4 + 0,18} = 4,02 \text{ м};$$

$$B_{\max}^M = \frac{25,26}{4 + 0,11} = 6,15 \text{ м}.$$

Кількість картоплесаджалок в агрегаті:

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

$$n_c^{\delta} = \frac{4,02}{2,8} = 1,44 \text{ шт.};$$

$$n_c^M = \frac{6,15}{2,8} = 2,2 \text{ шт.}$$

Оскільки обидві машини за способом агрегування начіпні, то приймаємо, що $n_{\delta}=1$ та $n_M=1$.

Визначаємо тяговий опір агрегату:

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

$$R_{азр}^{\delta} = (4 + 0,18) \cdot 2,8 \cdot 1 = 11,7 \text{ кН.}$$

$$R_{азр}^M = (4 + 0,11) \cdot 2,8 \cdot 1 = 11,5 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{азр}}{R_{зак}}; \quad (3.6)$$

$$\eta_{мз}^{\delta} = \frac{11,7}{14} = 0,84;$$

$$\eta_{мз}^M = \frac{11,5}{27} = 0,43.$$

Змінна продуктивність агрегату:

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

де B_p – робоча ширина захвату картоплесаджалки:

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

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

Отже,

$$B_p^{\delta} = 2,8 \cdot 1,0 = 2,8 \text{ м;}$$

$$B_p^M = 2,8 \cdot 1,0 = 2,8 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год:

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

де V_T – теоретична швидкість агрегату;

δ – коефіцієнт буксування, $\delta=8\%$.

Отже,

$$V_p^{\delta} = 4,6 \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 4,32 \text{ км/год;}$$

$$V_p^M = 7 \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 6,44 \text{ км/год;}$$

T_p – чистий робочий час, год:

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

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,57$ при довжині гонів 750 м

$$T_p = 8 \cdot 0,57 = 4,56 \text{ год.}$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (3.7) і проводимо розрахунок

$$W_{зм}^{\circ} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 4,32 \cdot 4,56 = 5,52 \text{ га/зм;}$$

$$W_{зм}^m = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 6,44 \cdot 4,56 = 8,22 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на 1 га площі, кг/га:

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

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

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

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

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинні витрати палива при виконанні посадці, холостому русі, на зупинках, $Q_p^{\circ}=15,8$ кг/год; $Q_x^{\circ}=9,9$ кг/год;

$Q_z^{\circ}=0,9$ кг/год; $Q_p^m=14,9$ кг/год; $Q_x^m=9,2$ кг/год; $Q_z^m=0,6$ кг/год;

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

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

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

T_p – чистий робочий час, $T_p=4,56$ год.

Отже,

$$t_x = t_z = \frac{8 - 4,56}{2} = 1,72 \text{ год.}$$

Значення підставляємо у формулу (3.12)

$$Q_{зм}^{\circ} = 15,8 \cdot 4,56 + 9,9 \cdot 1,72 + 0,9 \cdot 1,72 = 90,62 \text{ кг/зм;}$$

виконання повного числа проходів під час наступних робочих циклів агрегату.

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

де $K = \frac{E}{B_p},$

Отже

$$K = \frac{17,23}{2,8} = 6,15.$$

Приймаємо $K=7.$

Отже,

$$E = 7 \cdot 2,8 = 19,6 \text{ м.}$$

При виконанні петльових поворотів грушоподібної форми ширина поворотної смуги приймається на рівні 19,6 метра. Довжина виїзду агрегату з повороту залежить від положення робочих елементів відносно центра мас машини.

У випадку застосування задньої навіски цей параметр визначається за відповідною формулою

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

Отже,

$$e = 0,1 \cdot 2,95 = 0,3 \text{ м.}$$

При роботі агрегату за схемами руху «всклад» та «врозгін» приблизну оптимальну ширину заїмки розраховують за спеціальним аналітичним виразом:

$$C_{opt} = \frac{10^4 (2...3) W_{зм}}{L}, \quad (3.18)$$

$$C_{opt} = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 10,46}{750} = 278,93 \text{ м.}$$

Тоді

$$K_p = \frac{710,8}{710,8 + 31,52} = 0,96.$$

Значення коефіцієнта, наближене до одиниці, свідчить про ефективне використання часу в роботі агрегату.

Розрахунок тривалості одного повного циклу здійснюється за наступною формулою:

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

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

$$T_u = \frac{12 \cdot 710,8}{10^2 \cdot 6,44} + 2 \cdot 1,25 = 15,73 \text{ хв} \approx 0,262 \text{ год.}$$

Технічна продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.24)$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau = 0,57$.

$$W_u = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 6,44 \cdot 0,262 \cdot 0,57 = 0,27 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (3.25)$$

$$n_u = \frac{8,22}{0,27} = 30,52 \text{ цикл/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

$$i_{заг} = \frac{n}{n_{ВВП}}, \quad (4.7)$$

де n – частота обертання вала садильних апаратів;

$n_{ВВП}$ – частота обертання ВВП трактора, $n_{ВВП} \approx 540 \text{ хв}^{-1}$.

Тоді

$$i_{заг.min} = i_{заг.1} = \frac{n_{min}}{n_{ВВП}} = \frac{20}{540} = 0,037;$$

$$i_{заг.2} = \frac{22,9}{540} = 0,042;$$

$$i_{заг.3} = \frac{26,7}{540} = 0,049;$$

$$i_{заг.4} = \frac{32}{540} = 0,059;$$

$$i_{заг.5} = i_{заг.max} = \frac{40}{540} = 0,074.$$

4.1.2. Обґрунтування місткості бункерів для бульб

Місткість бункерів картоплесаджалки:

$$G_{\delta} = \frac{L_2 \cdot B \cdot Q}{10^4}, \quad (4.8)$$

де L_2 – довжина гону, $L_2 = 750 \text{ м}$;

B – ширина захвату картоплесаджалки, м;

Q – норма посадки бульб, кг/га.

Картоплесаджалка СН–4Б має робочу ширину захвату 2,8 м. Наступним кроком є визначення масової норми висаджування бульб на 1 гектар. Кількість бульб, яку слід висадити на цій площі, обчислюється за відповідною залежністю:

$$N = \frac{10^4}{b \cdot a_{\kappa}} \quad (4.9)$$

де b – ширина міжрядь, $b = 0,7 \text{ м}$;

c – коефіцієнт зменшення продуктивності в залежності від кута нахилу шнека, $c=1,0$

$$Q = 47,1 \left[(0,14 + 2 \cdot 0,008)^2 - 0,035^2 \right] 0,14 \cdot 0,6 \cdot 40 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 2,38 \text{ т/год.}$$

З огляду на те, що при максимальній нормі висаджування продуктивність одного садильного апарата визначає необхідність у відповідній місткості бункерів, її значення становить:

$$Q = \frac{5,714}{4} = 1,43 \text{ т/год.}$$

Отже, можна стверджувати, що в даних умовах садильний апарат працює у допустимому режимі, оскільки реальна продуктивність шнеків майже вдвічі перевищує необхідний мінімум ($2,38 > 1,43$).

4.2. Кінематичний розрахунок механізму привода садильних апаратів [20–22]

Раціональні конструктивні характеристики та оптимальні параметри функціонування зазначених робочих органів:

- кутова швидкість обертання шнеків $\omega_{ш} = 19 \dots 38 \text{ хв}^{-1}$;
- кутова швидкість обертання ворушилок $\omega_6 = 19 \dots 38 \text{ хв}^{-1}$;
- амплітуда коливань струшувачів $A_{стр} = 35 \text{ мм}$;
- кількість коливань струшувачів $n_c = 40 \dots 70 \text{ кол./хв.}$

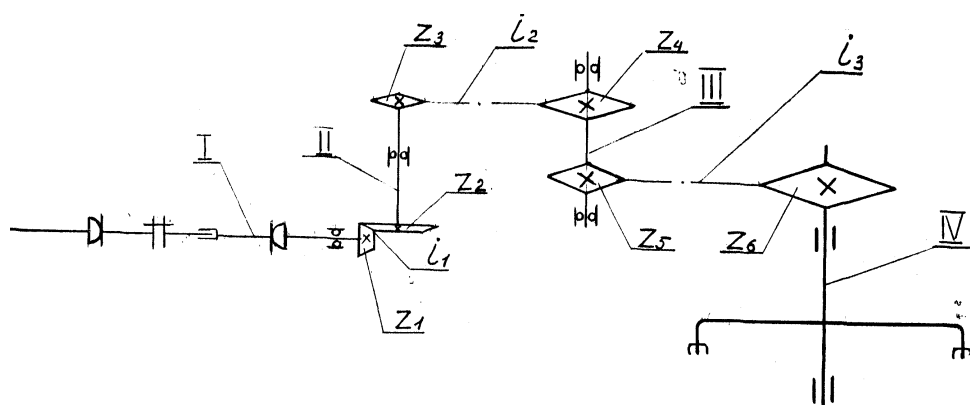


Рис. 4.3. Кінематична схема механізму привода садильних апаратів картоплесаджалки СН–4Б

Відповідно до конструктивного рішення базової моделі, доцільно прийняти таке ж передавальне число для приводу цих робочих органів $i=1$.

Дослідження показали, що для дотримання заданих норм висаджування картоплі з інтервалами між бульбами 40, 35, 30, 25 та 20 см, загальне передавальне число повинно становити відповідно: 0,037; 0,042; 0,049; 0,059 і 0,074.

Передавальне відношення:

$$i_{заг} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3,$$

де i_1, i_2, i_3 – зокрема, йдеться про передавальні числа редуктора та двох ланцюгових передач.

Виконаємо кінематичний розрахунок привідного механізму для умов мінімальної норми висаджування.

У цьому випадку: $i_{заг\min} = 0,037$.

Задамося: $i_1 = 0,35$ і $z_1 = 14$.

$$\text{Тоді: } Z_2 = \frac{Z_1}{i_1} = \frac{14}{0,35} = 40.$$

Оберти на II валу механізму привода:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1,$$

де n_1 – оберти на ВВП трактора, $n_{ВВП} = 540 \text{ хв}^{-1}$

$$n_2 = 540 \cdot 0,35 = 189 \text{ хв}^{-1}.$$

Задамося: $i_2 = 0,4$ і $z_3 = 16$

$$Z_4 = \frac{Z_3}{i_2} = \frac{16}{0,4} = 40.$$

Оберти на III валу будуть дорівнювати:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 189 \cdot 0,4 = 75,6 \text{ хв}^{-1}.$$

Передаточне відношення ланцюгової передачі:

$$i_3 = \frac{i_{заг.\min}}{i_1 \cdot i_2} = \frac{0,037}{0,35 \cdot 0,4} = 0,264.$$

Задамося $z_5 = 10$

$$Z_6 = \frac{Z_5}{i_3} = \frac{10}{0,264} = 37,8.$$

Уточнюємо передаточне відношення i_3

$$i_3 = \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{10}{36} = 0,278.$$

Частота обертання IV вала буде становити:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 75,6 \cdot 0,278 = 21,0 \text{ хв}^{-1}.$$

Обчислимо відхилення Δ між фактичною частотою обертання вала садильного механізму ($21,0 \text{ хв}^{-1}$) та розрахунковим значенням, визначеним у ході технологічного аналізу (20 хв^{-1}):

$$\Delta = \frac{(20 - 21)}{20} \cdot 100\% = 5\%,$$

іншими словами, отримане відхилення не перевищує допустимого значення в 5%, що підтверджує коректність виконаного розрахунку.

За аналогією виконаємо кінематичний розрахунок для випадку з максимальною нормою висаджування $i_{заг.мак} = 0,074$.

Перша ланка механізму передач:

$$i_1 = 0,35; z_1 = 14; z_2 = 40 \text{ і } n_2 = 189 \text{ хв}^{-1}.$$

Задамося: $i_2 = 0,7$ і $z_3 = 16$,

$$Z_4 = \frac{Z_3}{i_2} = \frac{16}{0,7} = 22,8.$$

Приймаємо $z_4 = 2$ і уточнюємо i_2

$$i_2 = \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{16}{22} = 0,73.$$

Оберти на III валу механізму привода:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 189 \cdot 0,73 = 138 \text{ хв}^{-1}.$$

Передаточне відношення ланцюгової передачі:

$$i_3 = \frac{i_{заг.мак}}{i_1 \cdot i_2} = \frac{0,074}{0,35 \cdot 0,73} = 0,29.$$

Задамося $z_5 = 10$, тоді:

$$Z_6 = \frac{Z_5}{i_3} = \frac{10}{0,29} = 34,5.$$

Приймаємо, $z_6=36$ і уточнюємо величину i_3 :

$$i_3 = \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{10}{36} = 0,278.$$

Частота обертання вала садильних апаратів:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 138 \cdot 0,278 = 38,4 \text{ хв}^{-1}.$$

У даному варіанті різниця між фактичною та розрахунковою частотою обертання вала садильного механізму становитиме:

$$\Delta = \frac{40 - 38,4}{40} \cdot 100\% = 4\%,$$

це відхилення також перебуває в межах допустимих значень.

За аналогією виконано кінематичні розрахунки приводного механізму для проміжних значень норм садіння (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Кінематичний розрахунок механізму привода садильних апаратів

Відстань між бульбами в рядку, см	Загальне передаточне відношення потрібне фактичне	Передаточні відношення окремих ступенів і кількість зубців зірочок			Частота обертання вала садильних апаратів		Різниця, %
		$\frac{i_1}{(z_1 / z_2)}$	$\frac{i_2}{(z_3 / z_4)}$	$\frac{i_3}{(z_5 / z_6)}$	потрібна	фактична	
20	$\frac{0,074}{0,071}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,73}{16 / 22}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	40	38,2	4,5
25	$\frac{0,059}{0,058}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,55}{24 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	31,9	31,3	1,9
30	$\frac{0,049}{0,048}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,50}{20 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	26,7	26,2	2,0
35	$\frac{0,042}{0,044}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,45}{18 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	22,9	23,6	3,1
40	$\frac{0,037}{0,039}$	$\frac{0,35}{(14 / 40)}$	$\frac{0,4}{16 / 40}$	$\frac{0,28}{10 / 36}$	20	21	5,0

4.3. Силовий аналіз

4.3.1. Розрахунок стійкості агрегату [20]

Для машинно-тракторних агрегатів, що працюють у складі з колісними тракторами (див. рис. 4.2), показником поздовжньої стійкості слугує коефіцієнт використання запасу поздовжньої стійкості трактора:

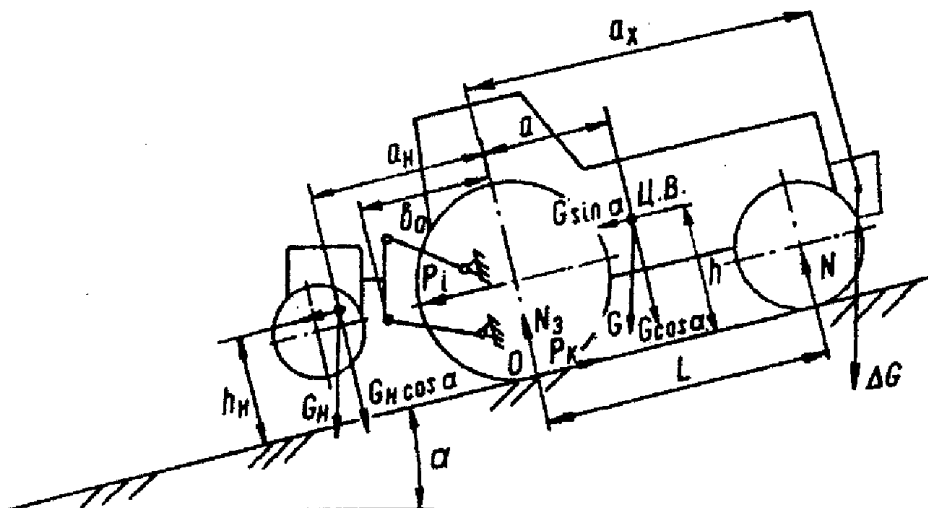


Рис. 4.2. Схема сил, які діють на колісний трактор, що рухається на підйом з начіпною машиною

$$X_n = \frac{G_c \cdot a_n}{G \cdot a}, \quad (4.22)$$

де G_c – сила ваги саджалки, $G_c=10,8$ кН;

a_n – поздовжня координата центра ваги начіпної саджалки, $a_n=0,725$ м;

G – сила ваги трактора, $G=57,88$ кН;

a – поздовжня координата центра ваги трактора, $a=0,725$ м.

Отже, коефіцієнт запасу поздовжньої стійкості становить:

$$X_n = \frac{10,8 \cdot 0,72}{57,88 \cdot 0,725} = 0,185.$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

$$21,32^\circ < 22^\circ.$$

Отже, умова виконується.

Максимально допустимий поперечний кут нахилу поверхні поля під час розвороту агрегату з навісним обладнанням визначається за відповідною залежністю

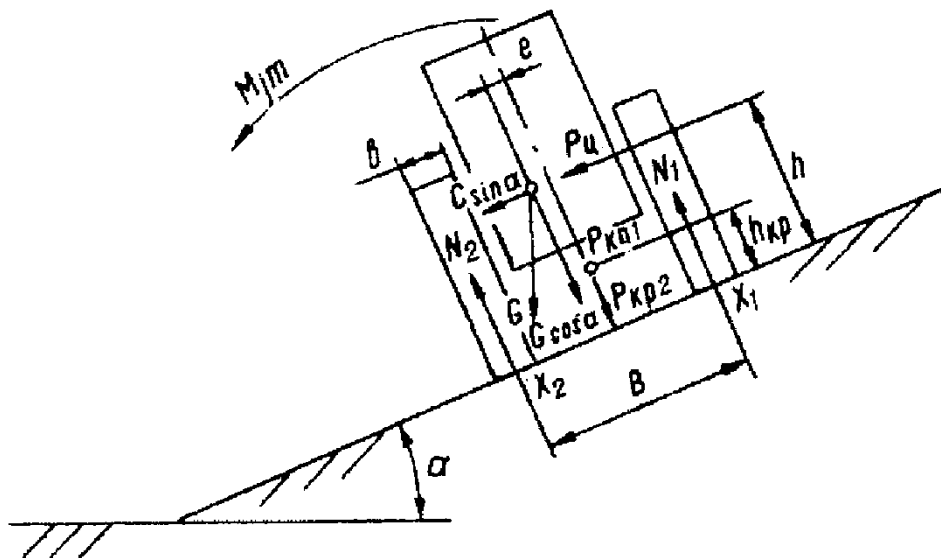


Рис. 4.3. Схема сил, які діють на агрегат на поперечному схилі

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} < \frac{G_a^2 (B+b) - P_u \sqrt{G_a^2 (B+b)^2 + 4(G_a^2 - P_u^2) h_c^2}}{2(G_a^2 - P_u^2) h_c}, \quad (4.24)$$

де B – ширина колії трактора, $B=1,4$ м;

b – ширина колії шини, $b=0$;

P_u – відцентрові сили усіх частин агрегату при русі на повороті

$$P_u = \frac{G_a v^2}{gR}, \quad (4.25)$$

де v – швидкість агрегату, $v=2,18$ м/с;

$$P_u = \frac{73,08 \cdot 2,28^2}{9,81 \cdot 7,14} = 4,51 \text{ кН};$$

$$h_c = \frac{h + h_n}{2},$$

де h_n – висотне розташування центра мас навісної машини у піднятому положенні, $h_n=0,82$ м;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

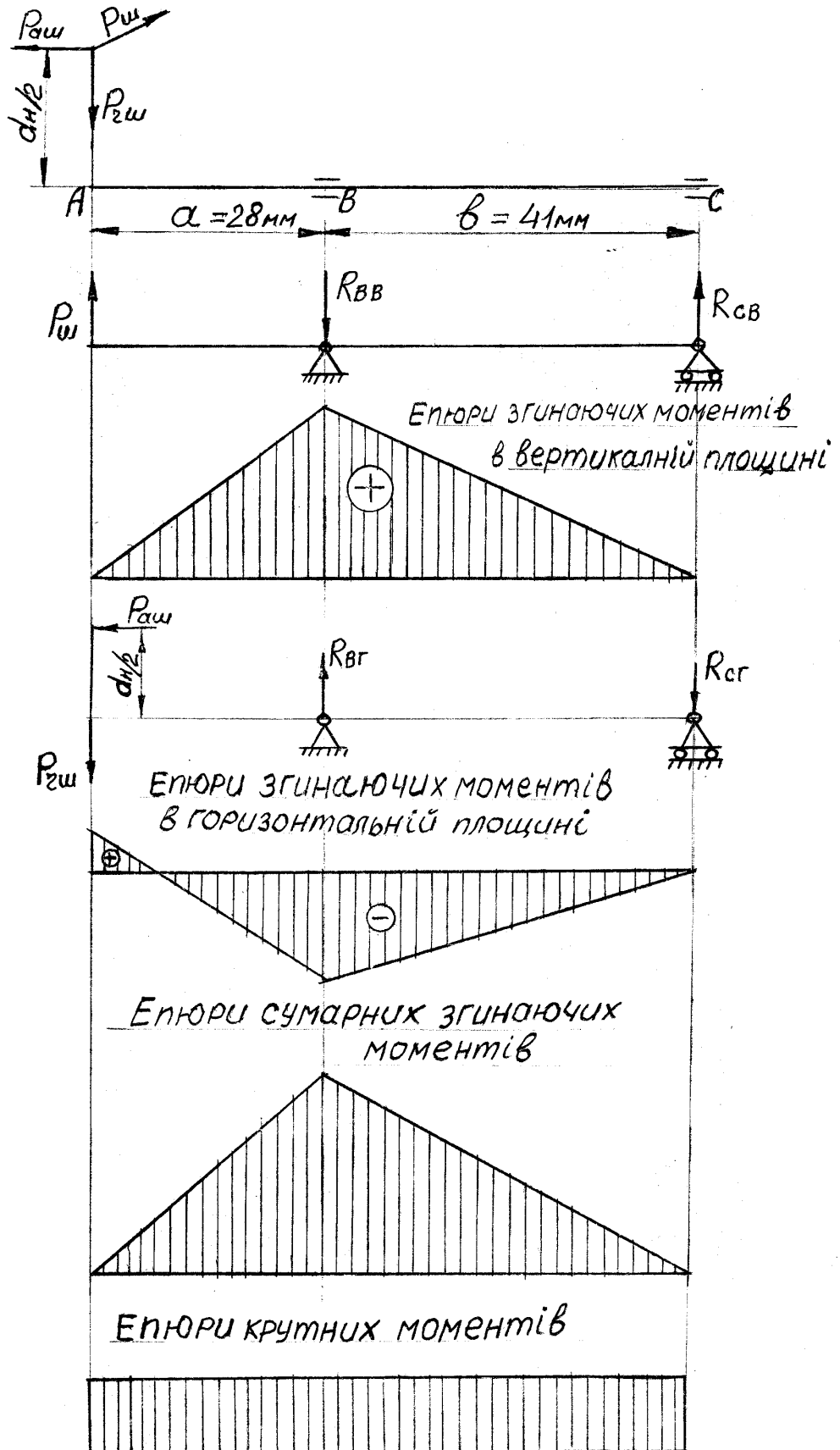


Рис.4.10. Схема сил і моментів, діючих на ведучий вал редуктора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \sigma_I + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_{cp}} = \frac{250}{\frac{1,89}{0,9} \cdot 16,55 + 0,1 \cdot 0} = \frac{250}{34,76} = 7,2.$$

Запас міцності при крученні:

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \tau_I + \psi_{\tau} \cdot \tau_{cp}} = \frac{150}{\frac{1,71}{0,8} \cdot 9,36 + 0,05 \cdot 4,7} = 6,7.$$

Загальний запас міцності вала в перерізі I–I:

$$n_I = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \frac{7,2 \cdot 6,7}{\sqrt{7,2^2 + 6,7^2}} = 4,9.$$

Оскільки розрахункове значення перевищує допустиме $[n]=1,8$, це свідчить про забезпечення необхідного рівня міцності вала.

4.4.1. Вибір підшипників для вала

Установлюємо на вал радіальні однорядні кулькові підшипники. Радіальне навантаження діюча на нього H , довговічність 5000 год, обертається внутрішнє кільце, внутрішній діаметр кільця 25 мм, частота обертання вала $n=39,9 \text{ хв}^{-1}$.

На вал встановлюються радіальні однорядні кулькові підшипники. При цьому діюче радіальне навантаження становить $F_r=995,2 \text{ Н}$, запланована довговічність – 5000 годин. Обертання здійснює внутрішнє кільце з внутрішнім діаметром 25 мм, а частота обертання вала дорівнює $n=39, \text{ хв}^{-1}$.

Показник динамічної вантажопідйомності:

$$C=PL^{1/p}. \quad (4.26)$$

Еквівалентне навантаження P :

$$P=X \cdot Y \cdot F_r \cdot k_{\sigma} \cdot k_m. \quad (4.27)$$

З умов роботи підшипника, $X=1,0$, $Y=1,0$ (обертається внутрішнє кільце), $k_{\sigma}=1,2$, $k_m=1,0$ при $t < 373,15 \text{ К}$.

Тоді

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці при роботі на картоплесадильному агрегаті [23]

До роботи на агрегаті допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання за відповідною програмою, інструктаж з охорони праці, та мають посвідчення тракториста-машиніста не нижче II класу.

Працівник повинен знати будову картоплесаджалки, принцип її дії, правила регулювання, вимоги безпеки під час підготовки, роботи та технічного обслуговування.

Усі роботи слід виконувати у спецодязі та спецвзутті, які відповідають кліматичним умовам та умовам роботи, із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Робота на агрегаті забороняється у разі несправності будь-яких його механізмів, систем гідроприводу, органів керування або при незадовільному стані ґрунту.

Провести зовнішній огляд технічного стану трактора та картоплесаджалки: перевірити цілісність робочих органів, міцність з'єднань, стан шлангів, фіксацію шпонкових з'єднань, наявність огорожень.

Перевірити справність системи гідроприводу, гальмівної системи, освітлення, сигналізації та дзеркал заднього виду.

Переконатися, що в зоні агрегату немає сторонніх осіб.

Перевірити рівень мастила, охолоджувальної рідини, наявність пального, а також робочий тиск у шинах.

Заповнити бункери картоплесаджалки посадковим матеріалом згідно з нормами, не допускаючи перевантаження.

Заборонено перебування будь-яких осіб між трактором і саджалкою або поблизу робочих органів під час руху.

22. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.
23. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

					<i>МВК 00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		44