

ЗБІРНИК МЕТОДИК З ВИКОРИСТАННЯ МАШИН В ЗЕМЛРОБСТВІ

За редакцією академіка В. І. Мельника

Допущено
Міністерством аграрної політики України
як навчальний посібник для студентів спеціальності
“Механізація сільського господарства”

Харків
“Промпроект”
2020

УДК 631.3

ББК 40.711я73

М 19

Допущено Міністерством аграрної політики України, як навчальний посібник для студентів спеціальності "Механізація сільського господарства".

Автори: **В. І. Мельник, А. Г. Чигрин, О. І. Анікеєв, С. А. Чигрина**

За редакцією **В. І. Мельника**

Укладачі: **В. І. Мельник, А. Г. Чигрин, О. І. Анікеєв, С. А. Чигрина**

Рецензенти: Ю. П. Нагірний, В. Ф. Пащенко

М 19 **Збірник методик з використання машин в землеробстві** /За ред. В. І Мельника. – Харків: "Промпроект" – 2020, 257 с.

ISBN 966-679-004-1

Викладені основи машиновикористання, наведені методики інженерних розрахунків, техніко-експлуатаційні характеристики енергетичних засобів та сільськогосподарських машин.

ББК 40.711я73

© В. І. Мельник,
А. Г. Чигрин,
О. І. Анікеєв,
С. А. Чигрина

ISBN 966-679-004-1

© ООО "Промпроект", 2020

Зміст

Вступ	4
I Вибір раціонального складу агрегату.....	5
II Організація виконання поверхневого обробітку ґрунту	14
III Організація виконання оранки	36
IV Організація виконання сівби (садіння).....	59
V Організація збирання кормових культур	77
VI Організація збирання зернових, зернобобових, соняшнику, ріпаку.....	105
VII Організація збирання кукурудзи на зерно	125
VIII Організація збирання цукрових буряків	145
IX Організація збирання картоплі	169
X Організація внесення добрив кузовними розкидачами (цистерною)	187
XI Організація внесення твердих органічних добрив із куп валкувачами-розкидачами по двофазній технології	210
XII Використання транспортних та навантажувально-розвантажувальних засобів при обґрунтуванні системної цілісності технологічного процесу.....	223
Довідкова література	229
Додатки	230
Перелік графічного матеріалу	253
Перелік таблиць	255
Позначення посилань на таблиці, рисунки, довідкову літературу	257

Пам'яті учителів:
В.Г.Глазко,
М.З.Макеєва,
В.Я.Слободюка

Вступ

Програма дисципліни «Машиновикористання в землеробстві» включає в себе розділи із об'ємною (різноманітною) тематикою. Обмежений обсяг підручника по цій дисципліні не надає можливості повністю освоїти всі питання програми при обмеженій кількості методик, та недостатній наявності довідкових матеріалів. Це призводить до того, що у студентів виникають проблеми при розрахунках контрольних робіт, та виконанні курсових проектів.

Представлений збірник являється доповненням до програми курсу «Машиновикористання в землеробстві», що сприятиме успішному оволодінню студентами методів організації технологічних процесів для заданих виробничих умов.

Матеріал збірника підібрано згідно із програмою дисципліни і складається із методик розв'язання внутрішньо-господарських задач по організації машиновикористання конкретних технологічних операцій.

В збірнику викладені матеріали, які необхідні для навчального процесу підготовки інженерів-механіків сільського господарства, для працівників інженерної служби на селі, а також для спеціалістів аграріїв всіх рівнів.

В збірнику також вміщені узаконені та опубліковані в різних джерелах довідкові матеріали щодо технічних характеристик тракторів і с.-г. машин, які використовуються в с.-г. виробництві, незалежно від того, випускаються вони промисловістю чи випуск їх припинено. У додатках вміщено основні довідкові матеріали, які необхідні для розрахунків, але не ввійшли до окремих розділів (методик) збірника. Кожна методична розробка включає ілюстрації до вибору способу руху для різних технологічних схем виконання робіт. Суто економічні показники ($C_{\text{мб}}$ – вартість металобрухту, грн/кг; $C_{\text{пн}}$ – годинна тарифна ставка обслуговуючого персоналу, грн/год; $C_{\text{п}}$ – ціна пального, грн/л), які змінюються з часом в залежності від стану економіки, в методичні розробки не включені. Поточні величини цих показників можна взяти із прейскурантів, тарифів і т.ін., які періодично видаються.

Довідник складається з дванадцяти основних розділів, де висвітлено умови і особливості використання сільськогосподарських машин, методики по розрахунку експлуатаційних параметрів машинних агрегатів, продуктивності і експлуатаційних витрат.

I Вибір раціонального складу агрегату

Вихідні дані:

Технологічна операція

Умови використання МТА (згідно з завданням по організації виконання конкретної технологічної операції)

Послідовність виконання завдання

Вибрати кращий склад агрегату із декількох запропонованих варіантів (не менше трьох), які придатні для виконання технологічної операції в заданих умовах роботи, за такими критеріями:

- продуктивність машинного агрегату за годину змінного часу (W_{Γ} , га/год);
- витрати пального на одиницю обсягу роботи ($q_{\text{га}}$, кг/га);
- затрати сукупної непоновлюваної енергії ($E_{\text{нп}}$, МДж/га);
- собівартість години роботи машинного агрегату ($C_{\text{в}}$, грн/год).

Склад агрегатів вибираємо із таблиць, представлених в кожному розділі даного збірника методик. Сільськогосподарські машини (начіпні, причіпні, тягово-привідні, самохідні) вибираємо із відповідних розділів (II...XI), а трактори із розділу (I). Технічні характеристики, вибраних для порівняння агрегатів, заносимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 Технічні характеристики агрегатів

Агрегат (варіанти складу)	Номінальна ефективна потужність двигуна, кВт	Маса технічного засобу, кг			Продуктивність за го- дину основного часу, га/год	Питомі витрати паль- ного, г/кВт год
		Трактора	с – г машини	самохідного агре- гату		
1	2	3	4	5	6	7
1.						
2.						
3.						

Для порівняння параметрів приведених агрегатів необхідно розрахувати значення критеріїв:

1 Продуктивність машинного агрегату за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\Gamma} = W_0 \cdot \tau_{\text{зм}}, \quad (1.1)$$

де W_0 – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);

$\tau_{\text{зм}}$ – коефіцієнт використання часу зміни (табл. D.1).

2 Витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{га} = \frac{10^{-3} \cdot N_{ен} \cdot g_e}{W_{г}}, \quad (1.2)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 1.1);
 g_e – питомі витрати пального двигуном, г/кВт·год (табл. 1.1).

3 Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{нп} = \alpha_{п} q_{га} + \sum_{i=1}^m \alpha_{mi} q_{mi} + \frac{\alpha_{тр} \cdot M_{тр} + \sum_{i=1}^n \alpha_{рmi} \cdot M_{рmi} + \sum_{i=1}^k \alpha_{дmi} \cdot M_{дmi} + \sum_{i=1}^j \alpha_{ппi} \cdot n_{мех}}{W_{г}}, \quad (1.3)$$

де $\alpha_{п}$ – енергетичні еквіваленти витраченого пального, МДж/кг (табл. D.2);
 $q_{га}$ – витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га;
 α_{mi} – енергетичні еквіваленти витрачених технологічних матеріалів, МДж/кг (для мінеральних добрив в кілограмах діючої речовини, МДж/кг д.р.) (табл. D.2);
 q_{mi} – витрати технологічних матеріалів на одиницю обсягу роботи, кг/га;
 $\alpha_{тр}, \alpha_{рм}, \alpha_{дм}$ – енергетичні еквіваленти години роботи, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин (причепів, зчипки), чи самохідного агрегату на 1кг маси, МДж/кг·год (табл. D.3);
 $M_{тр}, M_{рм}, M_{дм}$ – маса, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин, чи самохідного агрегату, кг (табл.1.1);
 $\alpha_{пп}$ – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/люд·год (табл. D.3);
 $n_{мех}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

4 Собівартість години роботи машинного агрегату, грн/год:

$$C_B = A + K_p + Z_6 + П + C_T + Z_{оп} + B_{п} + B_M + B_{то}, \quad (1.4)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн/год;
 K_p – витрати на погашення кредиту, грн/год;
 Z_6 – витрати на зберігання машинного агрегату, грн/год;
 $П$ – податок на технічні енергетичні засоби, грн/год;
 C_T – страхові внески, грн/год;
 $Z_{оп}$ – витрати на оплату праці персоналу, грн/год;
 $B_{п}$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год;
 B_M – вартість технологічних матеріалів, грн/год;
 $B_{то}$ – вартість технічного обслуговування, грн/год.

4.1 Амортизаційні відрахування, грн/год (визначаються окремо для трактора $A_{\text{тр}}$ і для робочої машини $A_{\text{рм}}$):

$$A = \frac{(\Pi_{\text{н}} - \Pi_{\text{к}})}{T_{\text{в.тз}} \cdot T_{\text{з.тз}}}, \quad (1.5)$$

де $\Pi_{\text{н}}$ – вартість нового технічного засобу, грн:

$$\Pi_{\text{н}} = B_{\text{в}} \cdot k_{\text{бв}}, \quad (1.6)$$

де $B_{\text{в}}$ – балансова вартість технічного засобу, грн. Трактори із табл. I.1; робочі машини {табл. (II.1 – II.11) ... табл. XI.1};

$k_{\text{бв}}$ – корегувальний коефіцієнт балансової вартості у відповідності із зміною поточного курсу національної валюти та інших факторів:

$$k_{\text{бв}} = \frac{K_{\text{пп}}}{K_{\text{пт}}}, \quad (1.7)$$

де $K_{\text{пп}}$ – курс валюти попередній (на час формування збірника $K_{\text{пп}} = 8$);

$K_{\text{пт}}$ – курс валюти поточний;

$\Pi_{\text{к}}$ – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн:

$$\Pi_{\text{к}} = \Pi_{\text{мб}} \cdot M_{\text{тз}}, \quad (1.8)$$

де $\Pi_{\text{мб}}$ – ціна металобрухту на час списання технічного засобу, грн/кг (із *прейскурантів*);

$M_{\text{тз}}$ – маса технічного засобу, кг (табл. 1.1);

$T_{\text{в.тз}}$ – строк використання технічного засобу, роки (Примітки до табл. D.20);

$T_{\text{з.тз}}$ – орієнтовна зайнятість технічного засобу на протязі року, год (табл. D.20).

Амортизаційні відрахування по агрегату, грн/год:

$$A_{\text{а}} = A_{\text{тр}} + A_{\text{рм}}. \quad (1.9)$$

4.2 Витрати на погашення кредиту, грн/год (визначаються окремо для трактора $K_{\text{ртр}}$ і робочої машини $K_{\text{ррм}}$):

$$K_{\text{р}} = \frac{(\Pi_{\text{н}} - \Pi_{\text{к}}) \cdot a_{\text{кр}}}{2 \cdot T_{\text{в.тз}} \cdot T_{\text{з.тз}}}, \quad (1.10)$$

де $a_{\text{кр}}$ – доля відрахувань від вартості технічних засобів на погашення кредиту ($a_{\text{кр}} = 0,27 \dots 0,30$).

Витрати на погашення кредиту по агрегату, грн/год:

$$Kp_a = Kp_{тр} + Kp_{рм}. \quad (1.11)$$

4.3 Витрати на зберігання машинного агрегату, грн/год (визначаються окремо для трактора $Зб_{тр}$ і робочої машини $Зб_{рм}$):

$$Зб = \frac{(Ц_H - Ц_K) \cdot a_{Зб}}{T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.12)$$

де $a_{Зб}$ – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ($a_{Зб} = 0,01$).

Витрати на зберігання агрегату, грн/год:

$$Зб_a = Зб_{тр} + Зб_{рм}. \quad (1.13)$$

4.4 Податок на технічні засоби, грн/год:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_{з.тз}}, \quad (1.14)$$

де Π_p – річний податок, грн (трактори класу 5 т – 260 грн; 3 т – 200 грн; 1,4 т – 120 грн)

4.5 Витрати на оплату праці персоналу, грн/год:

$$З_{оп} = \sum_i^n C_{пi}, \quad (1.15)$$

де $C_{пi}$ – годинна тарифна ставка персоналу по обслуговуванню технічного засобу, грн/год (із збірника тарифів).

4.6 Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год:

$$В_{п} = (1,1 \dots 1,15) \cdot Ц_{п} \cdot q_{га} \cdot \gamma_{п} \cdot W_{г}, \quad (1.16)$$

де $Ц_{п}$ – ціна пального, грн/л (із прейскурантів);
 $\gamma_{п}$ – питомий об'єм пального, л/кг (для дизельного $\gamma_{п} = 1,2$)

4.7 Вартість технічного обслуговування, грн/год (визначається окремо для трактора $В_{ТОтр}$ і робочої машини $В_{ТОрм}$):

$$В_{ТО} = \frac{10^{-2}(Ц_H - Ц_K) \cdot a_{ТО}}{2 \cdot T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.17)$$

де a_{TO} – норма річних відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування (у відсотках до балансової вартості) тракторів (табл. I.1) с.г. машин (табл. D.20).

Вартість технічного обслуговування агрегату, грн/год:

$$B_{TOa} = B_{TOtp} + B_{TOpm} \quad (1.18)$$

Числові значення, які одержані при розрахунках формул (1.5 ... 1.18) підставити в залежність (1.4) і розрахувати собівартість години роботи машинного агрегату кожного варіанту.

5 Визначення домінуючого варіанту складу агрегату по методу Парето

Розраховані по формулах 1.1... 1.4 чисельні значення критеріїв j – го варіанту заносимо в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 Формування множини Парето по розрахованим критеріям

Варіанти	W_{rj} , га/год	q_{raj} , кг/га	E_{npj} , МДж/га	C_{vj} , грн/год
1	2	3	4	5
1				
2				
3				

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв j – го варіанту. Кращий варіант складу агрегату повинен мати найкращі (для нашого випадку – найменші) значення критеріїв. Але, як відомо, найкраще значення продуктивності те, яке найбільше. Для узгодження критеріїв складаємо нову таблицю (табл. 1.3) і в колонку продуктивності заносимо значення обернені до розрахованих, тобто $1/W_r$, щоб кращими були найменші чисельні значення.

Таблиця 1.3 Узгодження чисельних значень розрахованих критеріїв j – го варіанту

Варіанти	$1/W_{rj}$	q_{raj} , кг/га	E_{npj} , МДж/га	C_{vj} , грн/год	Π_j
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

Для наочності процесу порівняння критеріїв застосовуємо графічний метод. Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв (рис. I.1). Шкали будуємо таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка O). З'єднуючи точки на шкалах для кожного варіанту, отримуємо багатокутники.

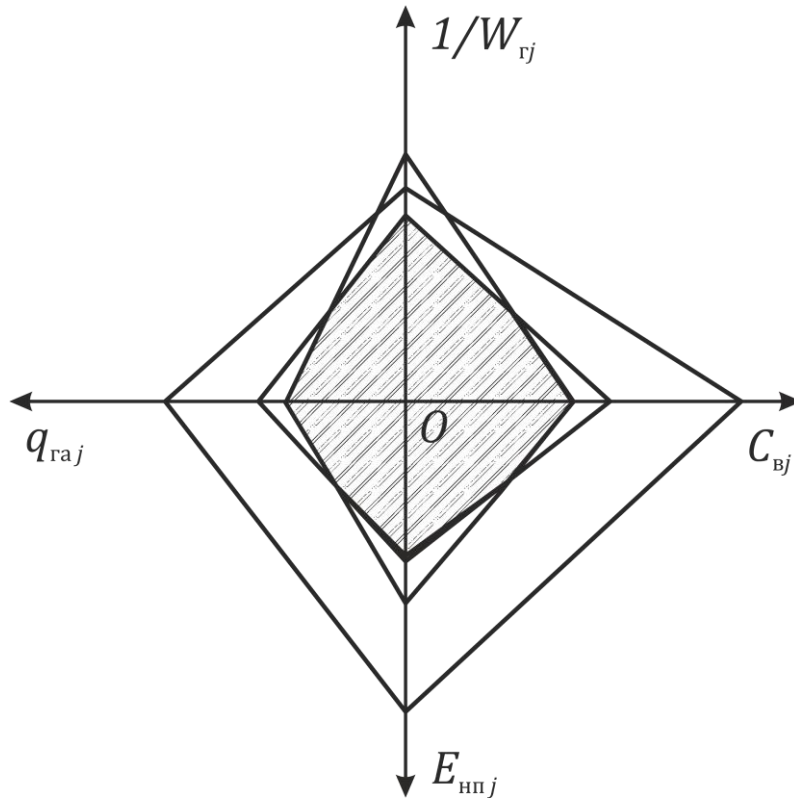


Рис. І.1 Графічний метод вибору кращого агрегату

Розрахуємо значення площі багатокутників кожного j – го варіанту:

$$\Pi_j = \frac{1}{2} \frac{1}{W_{гj}} \cdot q_{гаj} + \frac{1}{2} q_{гаj} \cdot E_{нпj} + \frac{1}{2} E_{нпj} \cdot C_{вj} + \frac{1}{2} C_{вj} \cdot \frac{1}{W_{гj}} \quad (1.19)$$

Заносимо значення площі в останню колонку табл. 1.3. Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі Π_j .

6 Визначення ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу відстані до цілі

Суть методу полягає в порівнянні критеріїв j – го варіанту з деяким ідеалізованим варіантом. Переважно це умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються.

На найкращих (*найменших*) значеннях критеріїв будуємо багатокутник ідеалізованого варіанту і заштриховуємо його (рис. І.1). Заносимо кращі показники, із всіх вище наведених варіантів, в останній рядок «Ідеал» нової табл. 1.4.

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту Π_0 по формулі (1.19) і заносимо значення площі в табл. 1.4.

Розраховуємо узагальнений критерій відстані до цілі (μ) для кожного j – го варіанту:

$$\mu_j = \frac{\Pi_j}{\Pi_0} \quad (1.20)$$

В останню колонку табл. 1.4 заносимо розраховані значення узагальненого критерію відстані до цілі (μ).

Таблиця 1.4 Вибір ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу відстані до цілі

Варіанти	$1/W_{гj}$	$q_{гаj}$, кг/га	$E_{нпj}$, МДж/га	$C_{вj}$, грн/год	P_j	μ_j
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
3						
«Ідеал»						

Порівнюючи значення μ_j різних варіантів агрегатів з ідеальним значенням μ_0 знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі (найменше значення μ_j).

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці отримано критерії вибору кращого агрегату: продуктивність $W_{г}$; витрати пального на одиницю обсягу роботи $q_{га}$; затрати сукупної непоновлюваної енергії $E_{нп}$ і собівартість години роботи машинного агрегату $C_{в}$. За допомогою критеріїв визначаємося із вибором домінуючого варіанту складу агрегату по методу Парето і ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу відстані до цілі

За результатами багатокритеріального аналізу кращий агрегат для заданих умов роботи має такий склад: _____

Таблиця І.1 Трактори

Марка трактора	Клас тяги трактора (тягова категорія)	Маса, кг	Потужність двигуна, кВт (к.с)	Питомі витрати пального, г/кВт год	Орієнтовна зайнятість на про-тязі року, год	Балансова вартість, грн	Середні норми відрахувань на поточний ремонт і технічне обслу-говування, %
1	2	3	4	5	6	7	8
ЮМЗ-650	1,4	3480	44,2 (60)	230	1600	150000	6,0
ЮМЗ-652	1,4	3580	44,2 (60)	230	1600	155000	6,0
ЮМЗ-6Л	1,4	3330	44,2 (60)	252	1600	145000	6,0
МТЗ-80	1,4	3150	58,9 (80)	252	1600	170000	16,0
МТЗ-82.1	1,4	3350	58,9 (80)	252	1600	180000	16,0
Беларус-892	1,4	4000	65 (88,7)	217	1600	190000	16,0
Беларус-922	1,4	4300	65 (88,7)	217	1600	290000	16,0
Беларус-1021	1,4	5190	77 (105)	220	1600	270000	9,8
Беларус-1025	1,4	4480	77 (105)	220	1600	245000	9,8
Беларус-1221.2	2,0	5300	98 (133,3)	235	1600	335000	9,8
Беларус-1222	2,0	5500	98 (133,3)	235	1600	460000	9,8
Беларус-1523	3,0	5500	116(157,7)	238	1600	505000	9,8
Беларус-2022.3	4,0	6900	156 (212)	227	1600	720000	9,8
Беларус-2522ДВ	4,0	11100	184 (249,6)	227	1400	1060000	9,8
Беларус-3022ДВ	5,0	11100	220,6 (300)	249	1400	1200000	9,8
Т-70С	2,0	4480	51,5 (67,8)	252	1400	180000	11,5
Т-150-05-09	3,0	8150	125,4 (170,6)	240	1600	440400	11,5
Т-150К-09	3,0	8200	128,7 (175)	220	1600	445200	11,5
ХТЗ-16331	3,0	8143	132,3 (180)	224	1600	590000	11,5
ХТЗ-17221-09	3,0	8730	139,7	224	1600	530100	11,5
ХТЗ-17221-19	3,0	8855	153 (210)	235	1600	515400	11,5
ХТЗ-181	4,0	9050	139,7	220	1350	545100	11,5
К-700А	5,0	12800	169 (230)	223	1500	635000	9,3
К-700Б	5,0	13000	184 (250)	220	1500	664000	9,3
К-701	5,0	13000	221 (300)	224	1500	682500	9,3
КИИ 20122	(III)	6380	97,5 (132,6)	268	1500	210000	6,0
CASE IH PUMA 210	(IV)	6415	157 (213)	205	1500	386000	6,0
FENDT 900 VARIO 916	(III)	8750	132 (179)	195	1500	1100000	6,0
FENDT 900 VARIO 920	(IV)	8750	154 (209)	195	1500	1300000	6,0
FENDT 900 VARIO 924	(IV)	8800	176 (239)	195	1500	1400000	6,0
FENDT 900 VARIO 926	(IV)	8800	199 (270)	195	1500	1500000	6,0
FENDT 900 VARIO 930	(IV)	10190	221 (300)	195	1500	1670000	6,0
FENDT 900 VARIO 936	(IV)	10360	263 (360)	195	1500	1700000	6,0
FENDT 900 VARIO 939	(IV)	10680	285 (390)	195	1500	1820000	6,0
CHALLENGER MT875C (гумові гусеничні рушії)	(IV)	11400	298 (400)	217	1400	2500000	6,0

Примітки:

Згідно міжнародній класифікації ІСО 730/1 – 77; ІСО 730/2 – 79; ІСО 730/3 – 82 сільськогосподарські трактори іноземного виробництва розподіляються на категорії:

– до **першої** категорії віднесено трактори з максимальною тяговою потужністю 35кВт (47,6 к.с.);

-
- до **другої** – 30...75 кВт (40,8...102 к.с.);
 - до **третьої** – 70...135 кВт (95,2...183,6 к.с.);
 - до **четвертої** – 135...300 кВт (183,6...408 к.с.).

Співвідношення між тяговими класами по ГОСТ і категоріями тракторів по ІСО:

- перша (I) категорія – тягові класи 0,2...0,9;
- друга (II) -//-//-//-//-//-//-//-//-//- 0,9...2,0;
- третя (III) -//-//-//-//-//-//-//-//-//- 2,0...4,0;
- четверта (IV) -//-//-//-//-//-//-//-//-//- 5,0...8,0.

II Організація виконання поверхневого обробітку ґрунту

Вихідні дані:

Вид обробітку (боронування, культивуація, обробіток міжряддя, прикочування)
Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)
Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)
Агрофон поля (поле підготоване під сівбу, стерня і т.ін.)
Рельєф поля, град (α^0)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити прийоми поверхневого обробітку ґрунту, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6]

До механізованих робіт по поверхневому обробітку ґрунту відноситься:

- руйнування підсушеного верхнього шару ґрунту (ґрунтової кірки);
- розпушення ґрунту;
- знищення бур'янів;
- прорідження, або букетування рослин у рядках;
- підгортання ґрунту у міжряддях;
- подрібнення грудок; – вирівнювання поверхні поля;
- рихлення верхнього шару із одночасним ущільненням нижнього шару ґрунту.

Агротехнічні вимоги до прийомів поверхневого обробітку ґрунту.

Лушення ґрунту, суцільна культивуація, боронування.

1) поверхня поля після обробітку повинна бути добре розрихленою, бур'яни і стерня – повністю підрізані;

2) глибина рихлення повинна бути рівномірною, відхилення від глибини – не більше 2см;

3) огріхи і пропуски не допускаються.

Коткування

1) поверхня поля після коткування повинна бути ущільненою, вирівняною, а грудки добре подрібнені.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції

2.1 У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. II.1 – II.11) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини: основної _____ (параметри занести в табл. 2.1)

додаткової 1 _____ (параметри занести в табл. 2.1)

додаткової 2 _____ (параметри занести в табл. 2.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 2.2)

Таблиця 2.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини (табл. II.1 – II.11)

Назва і марка	Маса M_m , кг	Конструкційна ширина захвату b_m , м	Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір k_o , кН/м (для комбінованих $k_{o1}, k_{o2} \dots$)
1	2	3	4	5	6
					$k_o =$
					$k_{o1} =$
					$k_{o2} =$

Примітки: Колонки 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

Таблиця 2.2 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Робоча швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

2.2 Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри трактора:

- встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 2.1;
- вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) (табл. D.5) робочих органів с.-г. машин (при швидкості $V_{lim} = 5$ км/год) у відповідності із їх призначенням і занести в табл. 2.1;
- із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача параметри					
V_p , км/год					
P_{TH} , кН					
N_{Tmax} , кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх в табл. 2.2.

2.3 Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів машин (для випадку $V_p > V_0$):

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right] \quad (2.1)$$

де ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % (табл. D.8).

(У випадку застосування комбінованих агрегатів розрахунки виконуються для всіх типів робочих органів машин)

2.4 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату із причіпними машинами.

2.4.1 Розрахувати максимальну ширину захвату агрегату із причіпними машинами:

– з однотипними робочими органами:

$$B_{max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{TP} \cdot \sin \alpha) \cdot \eta_{PH}}{k_V \pm q_M \cdot \sin \alpha + q_{3ч} \cdot (f_{3ч} \pm \sin \alpha)}, \quad (2.2)$$

– з комбінованими робочими органами:

$$B_{max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{TP} \cdot \sin \alpha) \cdot \eta_{PH}}{\sum_i k_{Vi} \pm q_M \cdot \sin \alpha + q_{3ч} \cdot (f_{3ч} \pm \sin \alpha)}, \quad (2.3)$$

(знак "–" в чисельнику і "+" у знаменнику відповідає руху на підйом)

де G_{TP} – вага трактора, кН:

$$G_{TP} = 10^{-3} M_{TP} \cdot g, \quad (2.4)$$

де M_{TP} – маса трактора, кг (табл. 2.2);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

η_{PH} – раціональне значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля для заданої технологічної операції (табл. D.9);

$q_{зч}$ – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її ширини захвату, кН/м, (табл. II.9);

$f_{зч}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс зчіпки (табл. D.10);

q_M – відношення ваги с.-г. машини до її конструкційної ширини захвату, кН/м:

$$q_M = \frac{G_M}{b_M}, \quad (2.5)$$

де b_M – конструкційна ширина захвату с.-г. машини, м (табл. 2.1);

G_M – вага с.-г. машини, кН:

$$G_M = 10^{-3} M_M g, \quad (2.6)$$

де M_M – маса с.-г. машини, кг (табл. 2.1).

2.4.2 Розрахувати кількість с.-г. машин в агрегаті:

$$n_M = \frac{B_{max}}{b_M}, \quad (2.7)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

2.4.3 Обґрунтувати необхідність використання зчіпки:

– розрахувати фронт зчіпки ($\Phi_{зч}$, м) в залежності від кількості машин для виконання основної технологічної операції:

$$\Phi_{зч} = b_M (n_M - 1), \quad (2.8)$$

– по величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку (табл. II.9) і необхідні параметри занести в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 Технічні характеристики зчіпки

Назва і марка	Маса $M_{зч}$, кг	Ширина захвату $b_{зч}$, м	Фронт зчіпки $\Phi_{зч}$, м	Довжина $l_{зч}$, м
1	2	3	4	5

2.5 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату:

– з причіпними машинами:

$$R_a = (k_v b_M \pm G_M \sin \alpha) n_M + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha), \quad (2.9)$$

$$G_{зч} = 10^{-3} M_{зч} g; \quad (2.10)$$

– з причіпною машиною і комбінованими робочими органами:

$$R_a = \sum k_{vi} b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha); \quad (2.11)$$

– з начіпною машиною:

$$R_a = k_v b_M + G_M (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha); \quad (2.12)$$

– з начіпною машиною і комбінованими робочими органами:

$$R_a = \sum k_{vi} b_M + G_M (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha); \quad (2.13)$$

– з причіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП}, \quad (2.14)$$

– з начіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_M + G_M (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП}, \quad (2.15)$$

(знак "+" в формулі відповідає руху на підйом)

де f_M – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.г.машини (табл. D.10);

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує частину ваги начіпної машини та вертикальні складові сили тягового опору, що додатково навантажують ходову систему трактора ($\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$) [3]. Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах;

$P_{ВВП}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \eta_{тр}}{V_p \eta_{ВВП}}, \quad (2.16)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, яка витрачається на привід робочих органів тягово-привідних с.-г. машин від ВВП при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 2.1);

$\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$) [3];

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії (приводу рушіїв) трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3].

2.6 Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} \pm G_{\text{Тр}} \sin \alpha} \quad (2.17)$$

(знак “–” в формулі відповідає руху на підйом)

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2 робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.7 Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання технологічної операції (*поверхневий обробіток ґрунту*), кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{Тр}} \eta_{\delta}}, \quad (2.18)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{Тр}} (f_{\text{Тр}} - \sin \alpha) + R_a, \quad (2.19)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) для умов «підйом» при виконанні технологічної операції)

η_{δ} – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.20)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.7.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора при поворотах агрегату, кВт:

$$N_{\Phi}^n = \frac{P_{\text{руш.н}} V_{\Pi}}{3,6 \eta_{\text{Тр}} \eta_{\delta}}, \quad (2.21)$$

де $P_{\text{руш.н}}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН

(розраховується при умові $\alpha^0 = 0$):

$$P_{руш.n} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.n}. \quad (2.22)$$

(Опір агрегату ($R_{a.n}$) при поворотах розраховуємо по одній із необхідній формулі (2.9 – 2.15), приймаючи до уваги, що $k_v = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

2.8 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^p) та (*повороти* – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}, \quad (2.23)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 2.2).

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання технологічної операції використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, с.-г. машин _____, кількість с.-г. машин $n_m =$ ____, зчіпки _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ _____ км/год (рух на спуск).

3 Підготовка агрегату до роботи

Коротко описати основні операції, які проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Спосіб руху агрегату встановлюють в залежності від довжини гону, площі, конфігурації і рельєфу поля, складу агрегату та агротехнічних умов виконання технологічної операції. *Гонові* способи руху (рис. II.1) застосовують на полях з довжиною гону ($L > 500$ м) при боронуванні посівів озимих культур. Просапні культури боронують впоперек рядків, а поля під паром – впоперек оранки.

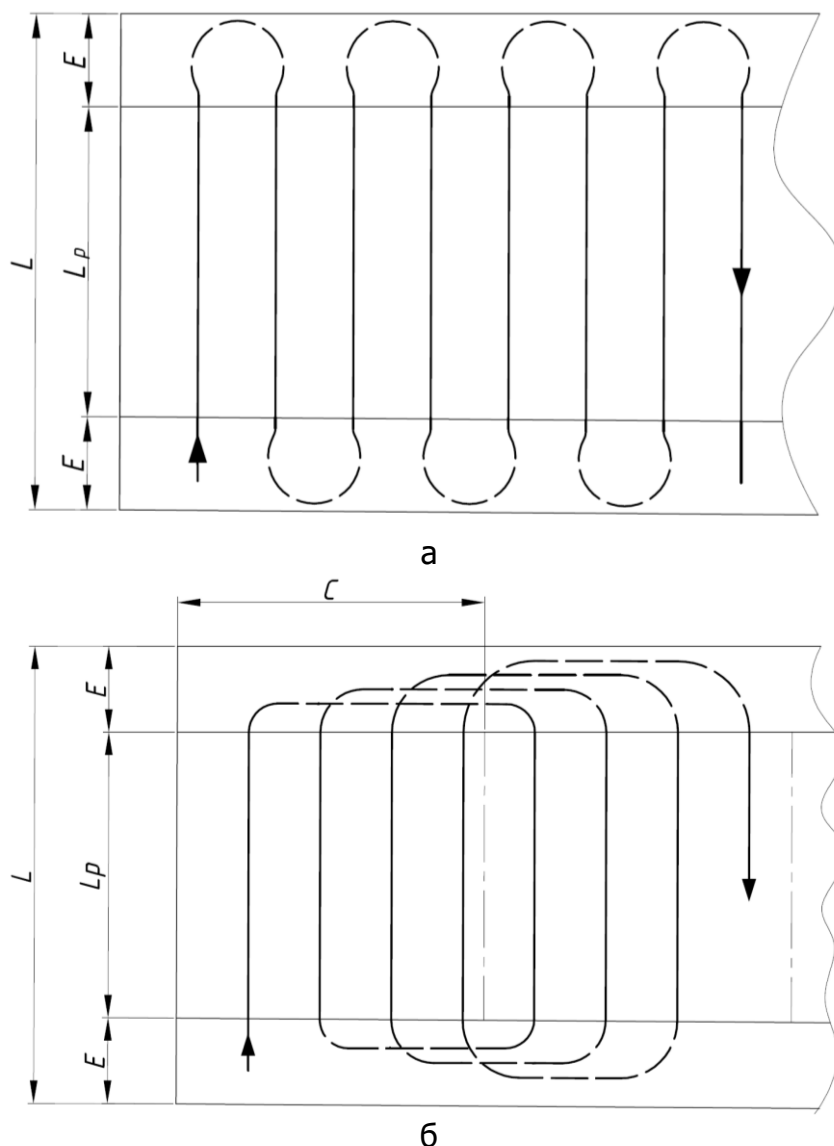


Рис. II.1 Гонові способи руху:

- а) гоновий човниковий з петльовими поворотами;
 б) гоновий з перекриттям загінок і безпетльовими поворотами

Гоновий човниковий спосіб руху (рис. II.1 а) доцільно застосовувати для агрегатів, які складені із начіпних машин.

Спосіб руху *гоновий з перекриттям загінок безпетльовими поворотами* (рис. II.1 б) доцільно застосовувати для широкозахватних агрегатів. Повороти агрегатів повинні бути безпетльовими, щоб уникати поломок як робочих машин так і зчіпок. Цей спосіб руху також доцільно застосовувати на полях із короткими гонами.

Лущення дисковими лушчильниками здійснюється *ГОНОВИМ ЧОВНИКОВИМ* способом. При дискуванні ріллі після оранки цілини агрегат повинен рухатися човниковим способом впоперек напрямку руху орного агрегату, або під кутом до нього.

Основний спосіб руху агрегатів для прикочування і вирівнювання ґрунту – *гоновий човниковий*. При суцільній культивуванні найраціональніше застосовувати гонові способи руху з виглибленням робочих органів на поворотах. Основний спосіб руху при виконанні суцільної культивуванні – *гоновий човниковий*, а при великій ширині захвату агрегату – *гоновий з перекриттям загінок безпетльовими поворотами, діагональний та діагонально-кутовий (діагонально-перехресний)*.

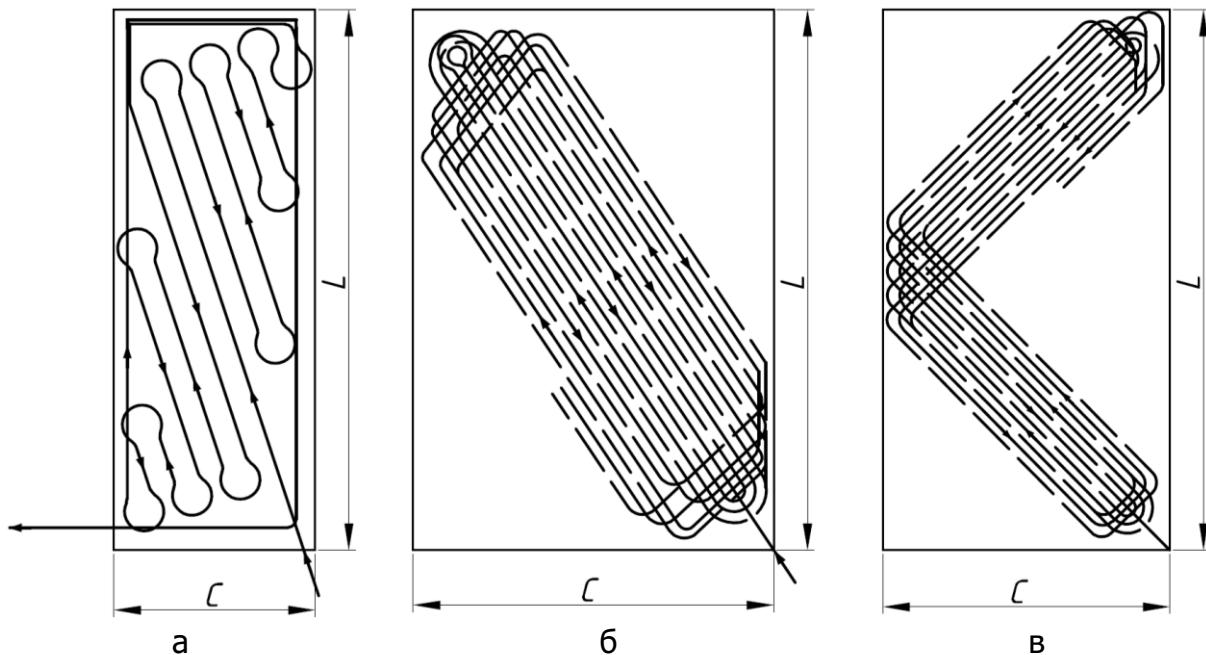


Рис. II.2 Діагональні способи руху з робочими ходами:
 а) в один слід при $C = (0,30 \dots 0,55)L$; б) в два сліди при $C = (0,75 \dots 1,00)L$;
 в) в два сліди при $C = (0,55 \dots 0,75)L$.

Суцільну культивування необхідно виконувати впоперек, або під кутом до напрямку попередньої оранки. *Діагональні* способи руху (рис. II.2) застосовують при боронуванні культур, які посіяні перехресним способом. Найкращими способами руху на **боронуванні і шлейфуванні** є *діагональний* при однослідному і *діагонально-перехресний* при двослідному виконанні операції. При однослідному боронуванні діагональним способом перший заїзд роблять по діагоналі і обробляють спочатку одну половину поля, а потім другу. Борона, рухаючись під кутом до скиби, добре кришить груддя і вирівнює рілля. Агрегат рухається човником.

Діагонально-перехресний спосіб руху агрегату застосовується тоді, коли треба боронувати зубовими боронами, розміщеними в один слід. При цьому способі найзручнішою формою заїмки є квадратна, або близька до неї.

Діагональний та *діагонально-перехресний* способи руху застосовують в тих випадках, коли агрегат повинен рухатися під кутом до бокових сторін поля.

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м). Вона визначається за допомогою схеми (рис. II.1) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (2.24)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);
 E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

4.3.2 Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів (без огріхів):

$$E_p = n_{\text{фе}} \cdot B_p, \quad (2.25)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_a \cdot \beta_B, \quad (2.26)$$

де β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);
 B_a – конструкційна ширина захвату агрегату, м:

$$B_a = n_m \cdot b_m. \quad (2.27)$$

Фактичне число проходів ($n_{\text{фе}}$) агрегату для обробітку поворотної смуги:

$$n_{\text{фе}} \geq \frac{E_{\text{min}}}{B_p}, \quad (2.28)$$

де E_{min} – мінімальна ширина поворотної смуги, м (визначається за допомогою розробленої схеми в додатках рис. D.1 і залежності):

$$E_{\text{min}} = \lambda_e r_{\text{п}} + d_k + e, \quad (2.29)$$

де λ_e – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту в залежності від величини радіусу повороту ($r_{\text{п}}$) (числові значення коефіцієнту λ_e приведені в додатках на рис. D.1 і в табл. D.13);

$r_{\text{п}}$ – радіус повороту агрегату, м;

d_k – кінематична ширина агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

Величина радіусу повороту (r_{Π}) залежить від конструкційних (B) та режимних (V) параметрів агрегату:

$$r_{\Pi} = \alpha_r \cdot r_{\Pi 0}, \quad (2.30)$$

де $r_{\Pi 0}$ – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту $V_{\Pi 0} = 5$ км/год (табл. D.15);
 α_r – коефіцієнт збільшення радіусу (r_{Π}) при підвищенні швидкості повороту понад 5 км/год (табл. D.15).

Кінематична ширина агрегату (d_k), м:

$$d_k = v_e \cdot B_a, \quad (2.31)$$

де v_e – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів $v_e \approx 0,6$;
- для несиметричних агрегатів $v_e \approx 1,2$.

Довжина виїзду агрегату (e), м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (2.32)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;
- для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{зч}} + l_{\text{м}}, \quad (2.33)$$

де $l_{\text{тр}}, l_{\text{зч}}, l_{\text{м}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), зчіпки (табл. II.11), с.-г. машин (табл. II.1 – II.10).

Результат розрахунку по формулі (2.28) округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону (φ):

– при виконанні технологічної операції *ГОНОВИМ ЧОВНИКОВИМ* способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_{\Pi} + 2e'} \quad (2.34)$$

– при виконанні технологічної операції *гоновим* способом руху з *перекриттям загінок із безпетльовими поворотами* при довжині прямолінійної ділянки петлі повороту $\chi \geq 2r_{\Pi}$:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (1,4 \dots 2,0)r_{\Pi} + \chi + 2e'} \quad (2.35)$$

де χ – довжина прямолінійної ділянки петлі повороту, м:

$$\chi = 0,5(C_p - B_p), \quad (2.36)$$

де C_p – ширина загінки (раціональне її значення), м

Раціональна ширина загінки (C_p) повинна бути кратною ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{Cp} \cdot B_p, \quad (2.37)$$

де n_{Cp} – число проходів агрегату для обробітку загінки по її ширині (*раціональне значення*).

Для того, щоб вся ширина загінки оброблялась цілим числом проходів агрегату необхідно фактичне число проходів ($n_{C\phi}$) зробити цілим:

$$n_{C\phi} = \frac{C_{\phi}}{B_p} \quad (2.38)$$

(результат розрахунку округлити до цілого числа – n_{Cp})

де C_{ϕ} – фактична ширина загінки, яку зможе обробити агрегат за зміну, м (по продуктивності):

$$C_{\phi} = (1,0 \dots 1,15) \cdot 10^4 \frac{W_o \cdot T_{зм}}{L}, \quad (2.39)$$

де W_o – продуктивність агрегату за годину основного часу, га/год;

$$W_o = 0,1 \cdot B_a \cdot V_T, \quad (2.40)$$

де V_T – теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2} \cdot \delta)}, \quad (2.41)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

– при виконанні технологічної операції *діагональним* способом руху, коли довжина кожного робочого проходу буде змінюватись:

$$\varphi = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x} = \frac{L_p^{cp} n_p}{L_p^{cp} n_p + L_x^{cp} n_x}, \quad (2.42)$$

де L_p^{cp} , L_x^{cp} – середня довжина робочих та холостих ходів, м;

Довжина холостого ходу при виконанні петльового грушовидного повороту, м:

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)r_{\Pi} + 2e \quad (2.43)$$

n_p , n_x – кількість робочих проходів та холостих поворотів агрегату в загінці.

Для *діагонального* способу руху, який виконуються човником:

– кількість холостих петльових поворотів

$$n_x = \frac{\sqrt{L^2 + C_p^2}}{B_p} - 1 \quad (2.44)$$

– кількість робочих проходів

$$n_p = n_x + 1 \quad (2.45)$$

Для практичних розрахунків коефіцієнту використання довжини гону (φ) можна користуватися такою залежністю:

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{2L_x \sqrt{L^2 - 4E(L + 2E - C)} + C^2}{CL}} \quad (2.46)$$

де L – довжина поля (із вихідних даних), м;

C – ширина загінки, м.

Для *діагонального* способу руху значення ширини загінки (C) визначаємо за схемою (рис. II.2):

– на полях із співвідношенням сторін $C = (0,3 \dots 0,55)L$ технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати в один слід (рис. II.2а);

– на полях із співвідношенням сторін $C = (0,55 \dots 0,75)L$ технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати діагонально-перехресним способом в два сліди (рис. II.2в);

– на полях із співвідношенням сторін $C = (0,75 \dots 1,0)L$ (тобто, форма поля наближена до квадрату) технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати діагонально-перехресним способом в два сліди (рис. II.2б).

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (2.47)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.) $T_T = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$;

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$$

Сума $(T_p + T_x)$ являє собою час руху для виконання роботи ($T_{рух}$), а сума $(T_T + T_{оп})$ – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (2.48)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

5.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух}(T_{зм} - T_{зуп}) \quad (2.49)$$

5.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} \quad (2.50)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

$$\text{при } V_p = V_{п} \text{ маємо} \quad \tau_{рух} = \varphi, \quad (2.51)$$

а при $V_p \neq V_{\Pi}$ маємо

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (2.52)$$

де –

$$k = \frac{V_{\Pi}}{V_p} \quad (2.53)$$

V_{Π} – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

5.3 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} \quad (2.54)$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\Gamma} = 0,1B_p V_p \tau_{\text{зм}}; \quad (2.55)$$

– за зміну, га:

$$W_{\text{зм}} = W_{\Gamma} T_{\text{зм}}. \quad (2.56)$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

7.1 Розрахувати витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}} T_p + G_{\text{тх}} T_x + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\Gamma}}, \quad (2.57)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год :

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (2.58)$$

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{\Pi} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\Gamma}}, \quad (2.59)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{\Pi} = H_{\Pi} q_{\text{га}}, \quad (2.60)$$

де H_{Π} – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

- а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);
- б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);
- в) розрахунки параметрів режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{\text{рух}} = _$, $\tau_{\text{зм}} = _$);
- г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
 - за годину змінного часу ($W_{\Gamma} = _$, га/год);
 - за зміну ($W_{\text{зм}} = _$, га);
- д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:
 - витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{\text{га}} = _$, кг/га);
 - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{\Pi} = _$, люд·год/га);
 - повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{\Pi} = _$, Дж/га).

Таблиця II.1 Борони зубові та пружинні причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
0,9...3,0	БЗТС-1,0	43,7	0,98	1,35		750
0,9...3,0	БЗСС-1,0	35,7	0,98	1,35		720
0,9...3,0	ЗБНТУ-1,0	166	2,89	1,20	3-х секційна	1270
0,9...3,0	ЗБР-0,6А	50,2	1,87	1,20	3-х секційна	1200
0,9...3,0	3-ОР-0,7	41,5	2,21	1,10	3-х секційна райборонка	1060
3,0	БВЗ-6	96	6		вирівнююча	2500
1,4	БВЗ-5	80	5		вирівнююча	2100
1,4	БВЗ-4	64	4		вирівнююча	1900
09; 1,4	ШБ-2,5	110	2,5	2,1	шлейф-борона	1800
3,0	ЗПГ-24	2766	24	8,32		118722
1,4	ЗПГ-15	2060	15	6.15		77793
3,0	ЗБР-24	1766	24	8,4		115000
0,9; 1,4	БПН-12 «Метелик»	1452	12	6,12		52400

Таблиця II.2 Борони дискові причіпні та напівпричіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
5,0	БДТ-10	3700	10,0	11,8	важка, причіпна	181500
5,0	БД-10Б	4200	10,0	11,8	важка, причіпна	177900
5,0	УДА-4,5-20	3335	4,5	5,9	напівпричіпна	105900
5,0	БГН-6 «Явдоха»	3249	6	5,41	напівпричіпна	172300
5,0	БПС-6,3В	5297	6,3	9,27	причіпна	176800
4,0	БДВ-7,0	3237	7,0	6,2	важка, причіпна	118800
4,0	БДП-7КС	3434	7,0	4,8	причіпна	134200
4,0	БДП-6,3	3826	6,3	4,7	напівпричіпна	186850
4,0	БДТ-7А	3500	7,0	4,5	важка, причіпна	164300
4,0	ДМТ-6 «Деметра»	3240	6	10,00	причіпна	176500
4,0	БП-6	4414	6	5,82	причіпна	169800
4,0	БДВ-6,5	4245	6,5	5,3	важка, причіпна	156250
4,0	БДН-6,3	3850	6,3	4,6	напівпричіпна	165400
3,0; 4,0	УДА-3,8-20	3188	3,8	5,7	напівпричіпна	99102
3,0; 4,0	МАГ-3,6	2207	3,6	5,4	напівпричіпна	76950
3,0	БТ-4,5М	4312	4,5	4,8	важка, причіпна	112400
3,0	БДВ-3,0	2158	3,0	4,3	важка, причіпна	74950
3,0	БДТ-3,0	1800	3,0	3,3	причіпна	71900
3,0	БГД-4.2	5886	4,2	6,9	причіпна	82100
3,0	БПС-4,2В	4611	4,2	9,27	причіпна	79800

Продовження таблиці II.2

1	2	3	4	5	6	7
3,0	БГР-4,2 «Солоха»	4169	4,2	8,08	напівпричіпна	85400
3,0	ДМТ-4 «Деметра»	264	4	7,50	причіпна	102350
3,0	БП-4	2452	4	5,97	причіпна	98500
3,0	БГН-4 «Явдоха»	2393	4	5,42	напівпричіпна	95300
3,0	УДА-3,1-20	1883	3,1	5,5	напівпричіпна	71760
3,0	БДВ-4,2-01	3924	4,2	5,6	суперважка, причіпна	122400
1,4	БГН-2,4 «Явдоха»	824	2,4	2,11	напівпричіпна	36300
1,4	БПД-2,4	3335	2,4	6,9	причіпна	38600
1,4	УДА-2.4-20	1716	2,4	5,3	напівпричіпна	62925

Таблиця II.3 Борони дискові начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
3,0	БДН-3,2	1020	3,2	1,9	два ряди дисків	16500
3,0	БДН-2,6	966	2,6	1,7	два ряди дисків	13900
3,0	БН-3,2	1628	3,2	3,33		15800
3,0	АГ-2,4-20	863	2,4	3,0	два ряди дисків + прутковий коток	32200
3,0	АГ-2,7-20	932	2,7	3,1	два ряди дисків + прутковий коток	33215
3,0	АГ-3,0-20	981	3,0	3,2	два ряди дисків + прутковий коток	39500
1,4	БДН-1,3	370	2,45	1,8	два ряди дисків	18200
1,4	БН-2,4	893	2,4	2,17		26800
1,4	АГ-2,4-15	804	2,4	2,8	два ряди дисків + прутковий коток	30400
1,4	АГ-1,8-20	706	1,8	2,5	два ряди дисків + прутковий коток	23550
1,4	АГ-2,1-20	804	2,1	2,9	два ряди дисків + прутковий коток	27860

Таблиця II.4 Лушчильники дискові причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
5,0	ЛД-14	2903	14	10,0	диски	152500
3,0; 4,0	ЛДГ-10А	2480	10	7,2	диски	97000
3,0; 4,0	ЛД-10М	2747	10	7,8	диски	98500
3,0	ЛД-8	1962	8	7,1	диски	95000
1,4	ЛДГ-5А	1200	5	4,1	диски	46200
1,4	ЛДВ-4	3296	4,0	6,1	диски	34280

Таблиця II.5 Котки причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
1,4; 2,0; 3,0	КПЗ-10	3237	10,0	8,8	зубчастий	94900
1,4; 2,0; 3,0	КЗК-9,2	3630	9,2	7,6	зубчасто-кільчастий	75720
1,4; 2,0; 3,0	К-10	4954	10	3,58	клиновидно-зубчасті	99000
1,4; 2,0	КП-9-520Ш	3139	9,0	3,8	шпоровий	72000
1,4; 2,0	КП-9	3139	9,0	3,3	зубчасто-кільчастий	75000
1,4	КЗГ-7	2698	7,0	4,6	зубчастий, голчастий	78600
1,4	КЗК-6	2649	6,0	5,1	зубчасто-кільчастий	54900
1,4	К-6	2845	6,0	2,96	клиновидно-зубчасті	54000
1,4	КП-6	2453	6,0	3,1	зубчасто-кільчастий	57000
1,4	КТП-7,8	2453	7,8	6,4	3-х секційний, кільчасто-шпоровий	85600
1,4	КДУ-7	2453	7,0	6,8	5-и секційний, дисково-шпоровий	79400
1,4	КДУ-4,7	1864	4,7	5,2	3-х секційний, дисково-шпоровий	22100
1,4	З-ККШ-6	2158	6,3	4,2	суцільна секція, дисково-шпоровий	32700
1,4	КВ-1	863	4,0	4,8	3-х секційний (3x1,4), водоналивний	21100

Таблиця II.6 Чизелі глибокорозпушувачі, начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
5,0	ГР-6,0	5396	6,0	2,5	робочий орган асиметричної форми + долото	170500
5,0	ГР-4,3	1265	4,3	2,0	робочий орган асиметричної форми + долото	60510
4,0	ГР-3,4	932	3,4	1,7	робочий орган асиметричної форми + долото	48300
3,0	ГР-2,5	706	2,5	1,5	робочий орган асиметричної форми + долото	35430
2,0	ГР-1,8	470	1,8	1,5	робочий орган асиметричної форми + долото	34260
3,0	АЧН-3 «Хома»	1158	3,0	2,4	долотоподібні, або лапа з крилами + прутковий коток	33690
3,0	ЩН-4 «Кіндрат»	1350	4,0	2,3	долотоподібні, або лапа з крилами	56400
3,0	ЧД-3,0	339	3,0	3,8	щільорізи + два ряди дискових котків + прутковий коток	47500
5,0	ЧД-4,0	3139	4,0	3,8	щільорізи + два ряди дискових котків + прутковий коток	59800

Таблиця II.7 Культиватори для суцільного обробітку ґрунту

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина за-хвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості кон-струкції, тип робо-чого органу	Балансова вартість ма-шини, грн
1	2	3	4	5	6	7
культиватори причіпні						
5,0	КПН-8,2 «Вакула»	3924	8,2	6,75	стрілчасті лапи	127300
3,0	КПН-5,6	3200	5,6	6,75	стрілчасті лапи	46800
3,0	КПС-8П	2060	8	4,3	стрілчасті лапи	81300
1,4	КПС-4ПП	981	4	3,9	стрілчасті лапи	36200
1,4	КПС-4	863	4	4,9	стрілчасті лапи	40600
1,4	КПЭ-6П	2158	6	5	стрілчасті лапи	64700
культиватори начіпні						
3,0	КПС-8	1815	8	1,5	стрілчасті лапи	79800
3,0	КПЭ-6Н	1864	6	3,4	стрілчасті лапи	63500
3,0	КПН-8,2	3984	8,2	6,75	стрілчасті лапи	126000
1,4	КПСН-4	647	4	2,6	стрілчасті лапи	34200
1,4	КПН-3,0	1952	3	6,75	стрілчасті лапи	61680
культиватори чизельні, начіпні						
3,0	КЛД-3,0	1373	3	2,2	долотоподібні	52000
3,0	КЧН-4	1000	4	3,2	долотоподібні	46500
3,0	КЧП-5,4	2652	5,4	3,5	долотоподібні	54900
5,0	КЧП-7,2	3215	7,2	3,8	долотоподібні	76800

Таблиця II.8 Культиватори фрезерні, начіпні

Агрегатується тракторами тя-гового класу, (тягової кате-горії).	Марка	Маса, кг	Кон-струкційна ширина за-хвату, м	Кінема-тична дов-жина, м	Потужність на ВВП, кВт	Особливості кон-струкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4	КФМ-2,8	1134	2,8	1,75	15	вертикальні фрези	32400

Таблиця II.9 Зчіпки

Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина за-хвату, м	Відношення ваги зчіпки до її ширини за-хвату, кН/м	Кінематична довжина, м	Особливості кон-струкції	Балансова вартість ма-шини, грн
1	2	3	4	5	6	7
СП-10,8;	1130	10,8	1,05	6,37	з подовжувачем довжина 10,37 м.	33300
СП-10,8	1130	10,8	1,05	6,37	з подовжувачем довжина 10,37 м.	33400
СП-8	1060	8,0	1,33	4,5	з подовжувачем довжина 7,5 м.	14100
СК-8	870	8,0	1,09	4,0	з подовжувачем довжина 6,5 м.	12800
СПУ-11	740	11,0	0,67	7,4	–	22800
СПУ-21	1250	21,0	0,60	11,8	–	28500
СГ-21	1980	21,0	0,94	9,5	–	64800
СП-16 В	1470	16,0	0,92	6,3	–	39800

Таблиця II.10 Культиватори з комбінованими робочими органами

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
начіпні						
3,0	КНК-6	2600	6	2,3	стрілчасті лапи + + планчастий коток	46150
1,4	КПС-4ПН	785	4,0	2,4	стрілчасті лапи + + пружинні борони + + прутковий коток	26800
1,4	КН-3,8-12	903	3,8	1,8	стрілчасті лапи + + пружинні борони + + прутковий коток	30420
1,4	КН-2,8-12	697	2,8	1,8	стрілчасті лапи + + пружинні борони + + прутковий коток	24660
1,4	КНК-4	2178	4	1,6	стрілчасті лапи + + планчастий коток	36930
3,0	КГС-8М	2453	8,0	3,1	стрілчасті лапи з пружинними боронами	68700
1,4	КРУ-3,7	1324	3,7	3,8;	стрілчасті лапи + + середні зубові борони	37800
1,4	КУН-3	981	3,0	4,3	стрілчасті лапи з обертовими боронами	28000
плоскорізи глибокорозпушувачі, начіпні						
3,0	КШН-2,2 «Резидент»	687	2,2	2,67	стрілчасті плоскорізні лапи + + прутковий коток	39360
плоскорізи глибокорозпушувачі, причіпні						
8,0< ; (IV<)	«HORSCH – Агро-Союз» FG 18/30	17658	18,3	8,0	стрілчасті лапи + + два пруткових котки	217492
5,0...8,0; (IV)	«HORSCH – Агро-Союз» FG 12/30	9810	11,7	6,5	стрілчасті лапи + + два пруткових котки	188650
4,0; 5,0	КН-7,2	4513	7,2	5,1	стрілчасті лапи + + два пруткових котки	99200
3,0	КПС-8ПМ	3924	8,0	6,4	стрілчасті лапи + пружинні борони + прутковий коток	88700
1,4	КПС-4ПМ	1962	4,0	6,4	стрілчасті лапи + пружинні борони + прутковий коток	48500
3,0	ККП-3,7	2335	3,7	4,4	стрілчаті лапи + + прутковий коток	81000
3,0	КУН-5,7	1717	5,7	5,84	стрілчаті лапи + + обертові борони	57000
плоскорізи глибокорозпушувачі, причіпні						
3,0; 4,0	АГ-4	3434	4,0	4,2	стрілчасті лапи + диски + + кільчасто-шпорові котки	82400
3,0	КШН-5,6 Резидент»	2727	5,6	5,45	стрілчасті лапи + + пруткові котки	87384
2,0	КШН-3,0 Резидент»	1700	3,0	5,45	стрілчасті лапи + диски + + пруткові котки	78120

Таблиця II.11 Комбіновані машини для передпосівного обробітку ґрунту, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
3,0	АГ-6	2890	6,0	7,30	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді стрілчатих лап	124200
3,0	АП-6	3140	6,0	6,75	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді S-подібних лап	98280
5,0...8,0; (IV)	АПБ-6	3970	6,0	7,20	пруткові котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + тандемні котки пруткового типу + пружинна борона	162000
3,0	ЛК-6	4320	6,0	6,00	пруткові котки (передні і задні) + ножі-вирівнювачі (передні, задні) + стрілчасті лапи + коток ребристого типу	158800
3,0	АПГ-6	4420	6,0	6,5	вирівнювачі + пруткові котки + розпушуючі лапи + тандемні котки пруткового типу + пружинна борона	154300
1,4	ККП-3,0 «Кардинал»	2160	3,0	7,25	вирівнююча лопата + коток прутковий + тандемні котки пруткового типу + пружинні стрілчаті лапи + пружинна борона	78120
3,0	ККП-6,0 «Кардинал»	3830	6,0	7,25	вирівнююча лопата + коток прутковий + тандемні котки пруткового типу + пружинні стрілчаті лапи + пружинна борона	115740
0,9...2,0; (II)	Європак Б622 серії 3000	1670	3,0	6,70	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді S-подібних лап + пружинна борона	76200
2,0...4,0; (III)	Європак Б622 серії 4000	2160	3,0	6,70	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді S-подібних лап + пружинна борона	78600
2,0...4,0; (III)	Європак Б622 серії 5000	2650	5,0	6,70	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді S-подібних лап + пружинна борона	110400
2,0...4,0; (III)	Європак Б622 серії 5500	2850	5,5	6,70	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді S-подібних лап + пружинна борона	128600
5,0...8,0; (IV)	Європак Б622 серії 6000	2940	6,0	6,70	ребристі котки + вирівнювачі + S-подібні лапи + слідорозпушувач у вигляді S-подібних лап + пружинна борона	135700

III Організація виконання оранки

Вихідні дані:

Вид оранки (з оборотом пласта, вирівняна, ярусна, без обороту пласта)

Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)

Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)

Глибина оранки, м (a)

Агрофон поля (цілина, стерня, пар, поле після буряку, картоплі і т.ін.)

Рельєф поля, град (α°)

Тип ґрунту

Різнovid ґрунту

Вологість ґрунту, % ($\omega_{гр}$)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити прийоми основного обробітку ґрунту, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Оранку вважають основним обробітком ґрунту - це перший глибокий обробіток після збирання попередньої культури. В залежності від природно-виробничих умов застосовують такі прийоми оранки:

- *з оборотом пласта* – виконується плугами загального призначення з передплужниками;
- *вирівняна гладенька* – виконується оборотними плугами без звальних гребенів і розгінних борозен;
- *ярусна* – виконується ярусними плугами з метою перемішування нижніх шарів, а верхній шар перевертається без перемішування;
- *без обороту пласта* – виконується також плугами загального призначення, але на них встановлені корпуси без відвалів (полиць).

Для забезпечення якісного виконання оранки на глинистих та важких суглинистих ґрунтах рекомендується комплектувати орні агрегати додатковими ґрунтообробними машинами (наприклад – важкі кільчасто-шпорові, чи кільчасто-зубові котки) для подрібнення громіздких брил.

Агротехнічні вимоги до прийомів основного обробітку ґрунту:

1) оранку необхідно виконувати при оптимальній вологості ґрунту в межах 15...20% (табл. D.21);

2) глибина оранки повинна бути рівномірною та однаковою по всій площі поля,

відхилення від заданої глибини – не більше 2 см;

3) оборот пласта повинен бути повним, поверхня зораного поля відповідає агровимогам;

4) розподілені по поверхні поля добрива, дернина і пожнивні залишки необхідно повністю заорати;

5) пропуски і огріхи – не допустимі;

6) після закінчення оранки основного масиву поля необхідно заорати поворотні смуги, зарівняти гребені і борозни.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.

2.1 У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. III.1) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини: основної _____ (параметри занести в табл. 3.1)

додаткової 1 _____ (параметри занести в табл. 3.2)

додаткової 2 _____ (параметри занести в табл. 3.2)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 3.3)

Таблиця 3.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри плуга (табл. III.1)

Марка	Маса $M_{пл}$, кг	Конструкційна ширина захвату			Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір $k_{опл}$, кН/м ²
		Плуга $B_{пл}$, м	Корпуса $b_{к}$, м	Кількість корпусів $n_{к}$, шт.		
1	2	3	4	5	6	7

Примітки: Колонки 6, 7 заповнюються після виконання пункту 2.2.

Таблиця 3.2 Технічні характеристики і енергетичні параметри додаткових с.-г. машин (табл. II.1; II.5)

Назва і марка	Маса $M_{дм}$, кг	Ширина захвату $b_{дм}$, м	Питомий тяговий опір $k_{о,м}$, кН/м
1	2	3	4

Примітки: Колонку 4 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 3.3 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номинальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

2.2 Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри трактора:

- встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 3.1;
- у відповідності із умовами виконання технологічної операції вибрати питомий тяговий опір робочих органів плугів ($k_{o.пл}$, кН/м²) (табл. D.6) (при швидкості $V_0 = 5$ км/год) і занести в табл. 3.1;
- у відповідності із призначенням додаткових с.-г. машин вибрати питомий тяговий опір їх робочих органів ($k_{o.м}$, кН/м) (табл. D.5) (при швидкості $V_0 = 5$ км/год) і занести в табл. 3.2;
- із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача \ параметри					
V_p , км/год					
P_{TH} , кН					
N_{Tmax} , кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 3.3.

2.3 Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів машин (для випадку $V_p > V_0$).

Питомий тяговий опір робочих органів плугів, кН/м²:

- із культурними корпусами:

$$k_{V.пл} = k_{o.пл} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) [1 + 0,006(V_p^2 - V_0^2)], \quad (3.1)$$

- із швидкісними корпусами:

$$k_{V.пл} = k_{o.пл} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \{ 1 + 0,004 [(V_p - 2)^2 - V_0^2] \}, \quad (3.2)$$

Питомий тяговий опір робочих органів додаткових с.-г. машин, кН/м:

$$k_{VM} = k_{OM} \xi_k \left(1 + \frac{\Delta k}{100} \right) \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (3.3)$$

де ξ_k – коефіцієнт, який характеризує спосіб з'єднання плуга (машини) з трактором (для причіпних $\xi_k = 1$, для начіпних $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$);
 ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1км/год приросту їх швидкості, % (табл. D.8);
 Δk – приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення, %.

Для визначення величини Δk користуються залежностями (рис. III.1–III.5), які характеризують приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення з урахуванням типу і різновиду ґрунту. При цьому, за точку оптимуму ($\omega_{гр\text{ опт}}$) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку і найменший опір ґрунту (табл. D.21). Величина відхилення вологості ($\Delta\omega_{гр}$) визначається різницею значень дійсної вологості ґрунту ($\omega_{гр}$), яка задана в вихідних даних, і оптимальної ($\Delta\omega_{гр} = \omega_{гр\text{ опт}} - \omega_{гр}$).

Значення величини відхилення вологості ($\Delta\omega_{гр}$) відкладаємо (з урахуванням знаку "+", або "-") на осі «Відхилення вологості» тієї залежності (рис. III.1–III.5), яка характеризує різновид заданого ґрунту. З цієї точки проводимо вертикаль до перетину з графічною залежністю $k = f(\Delta\omega_{гр})$ типу ґрунтів. Далі, з точки перетину, проводимо горизонталь в сторону вертикальної шкали і на ній відмічаємо величину приросту питомого опору (Δk , %).

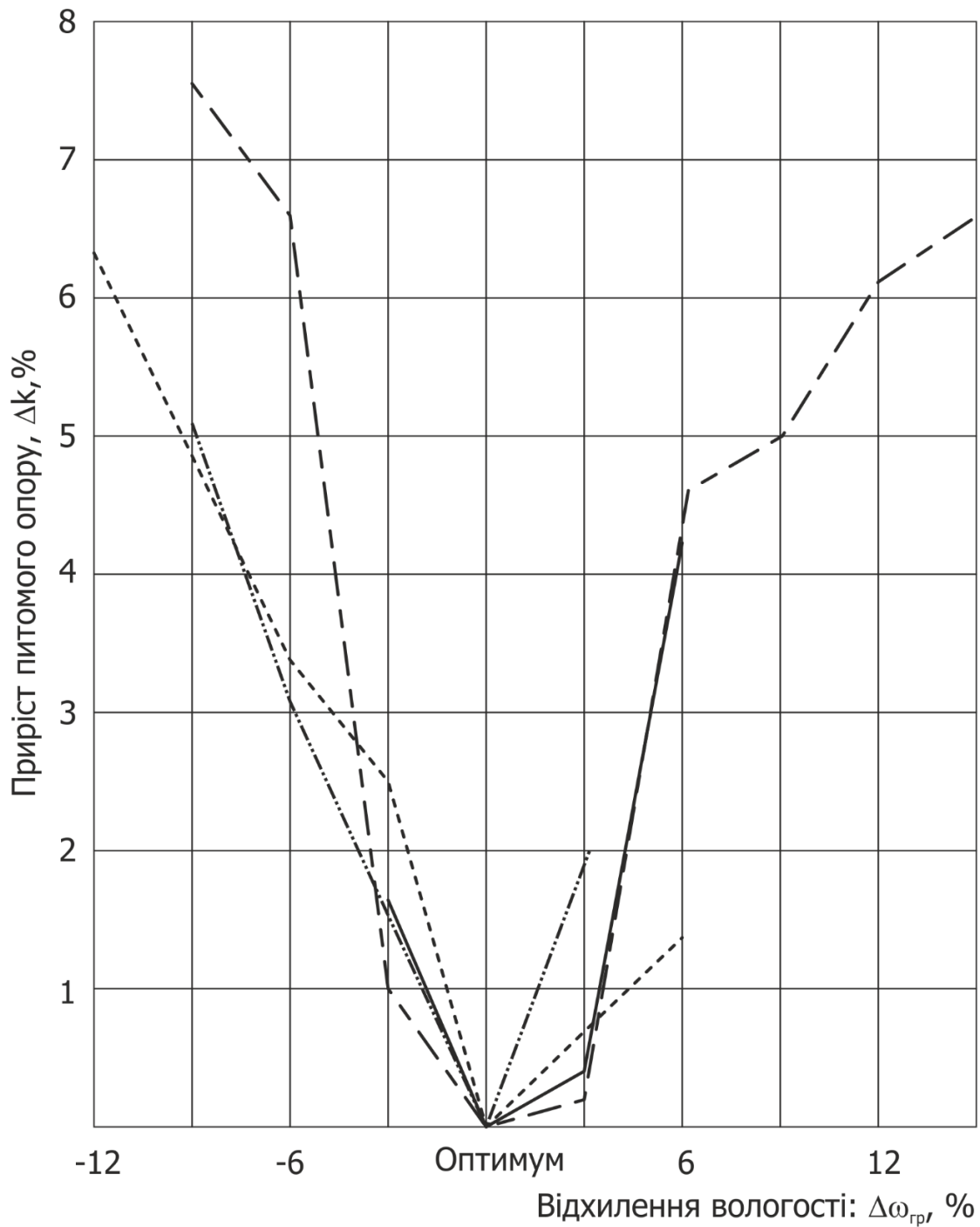


Рис. III.1. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для глинистих ґрунтів)

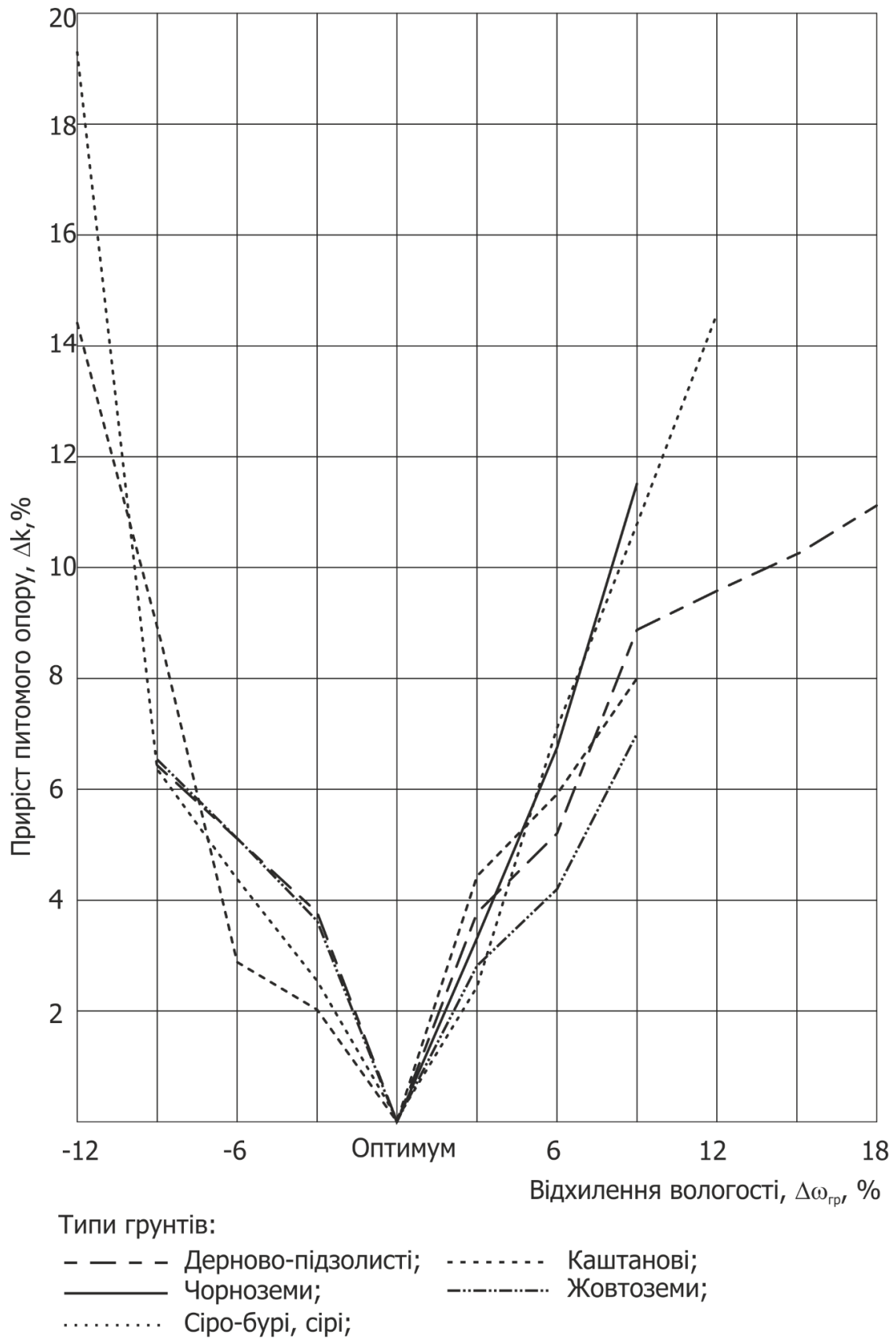


Рис. III.2. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для важкосуглинистих ґрунтів)

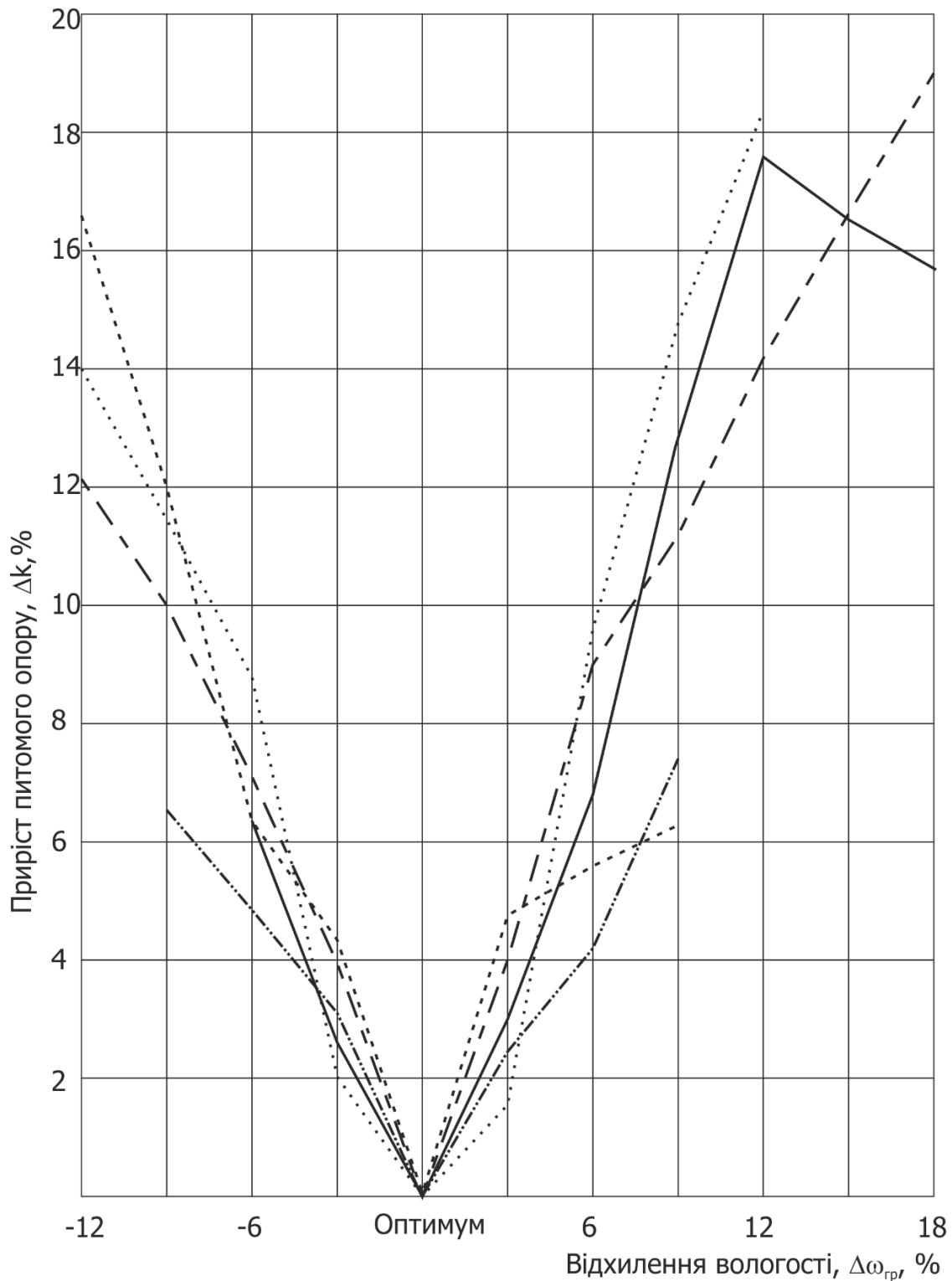
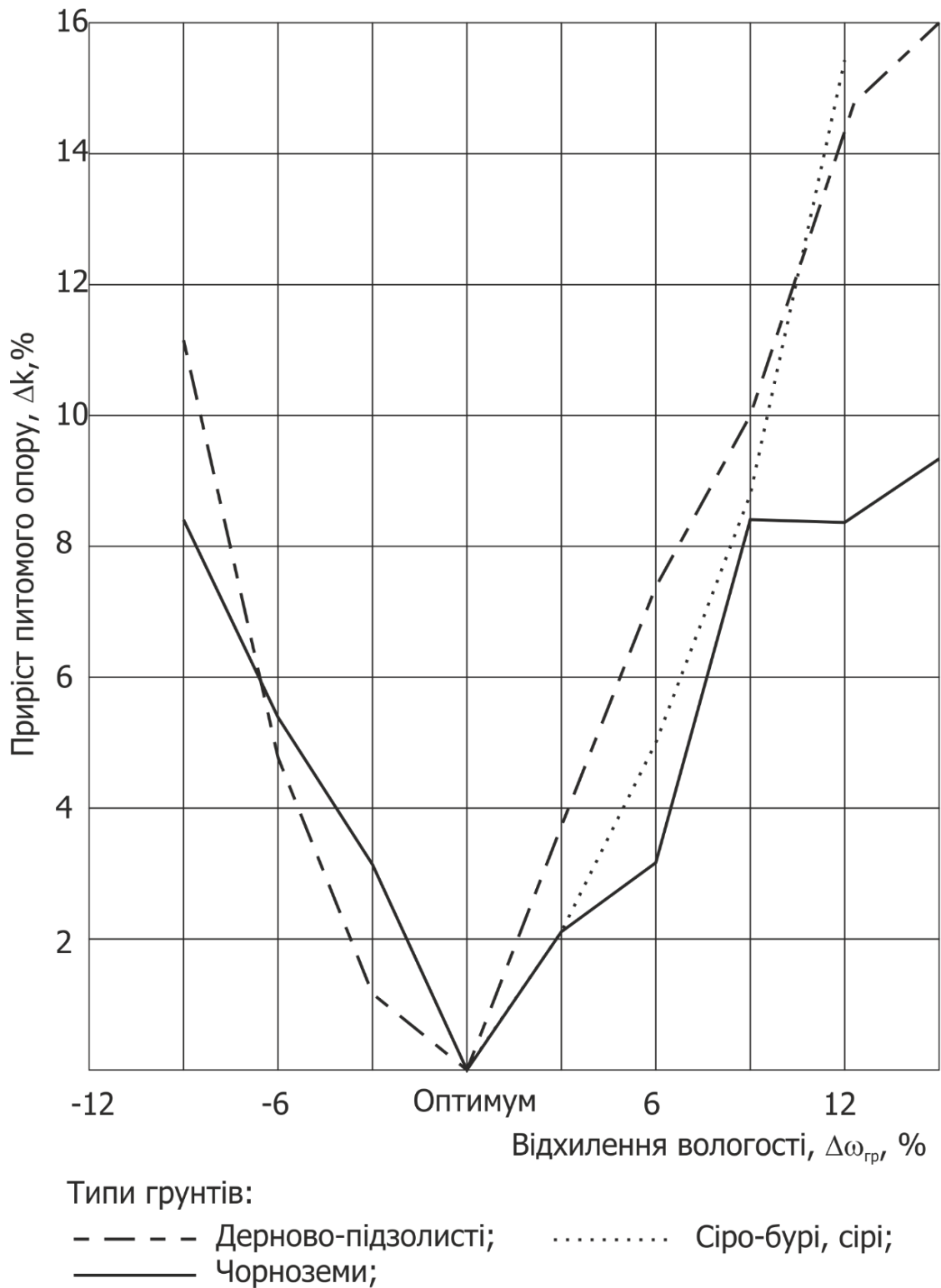
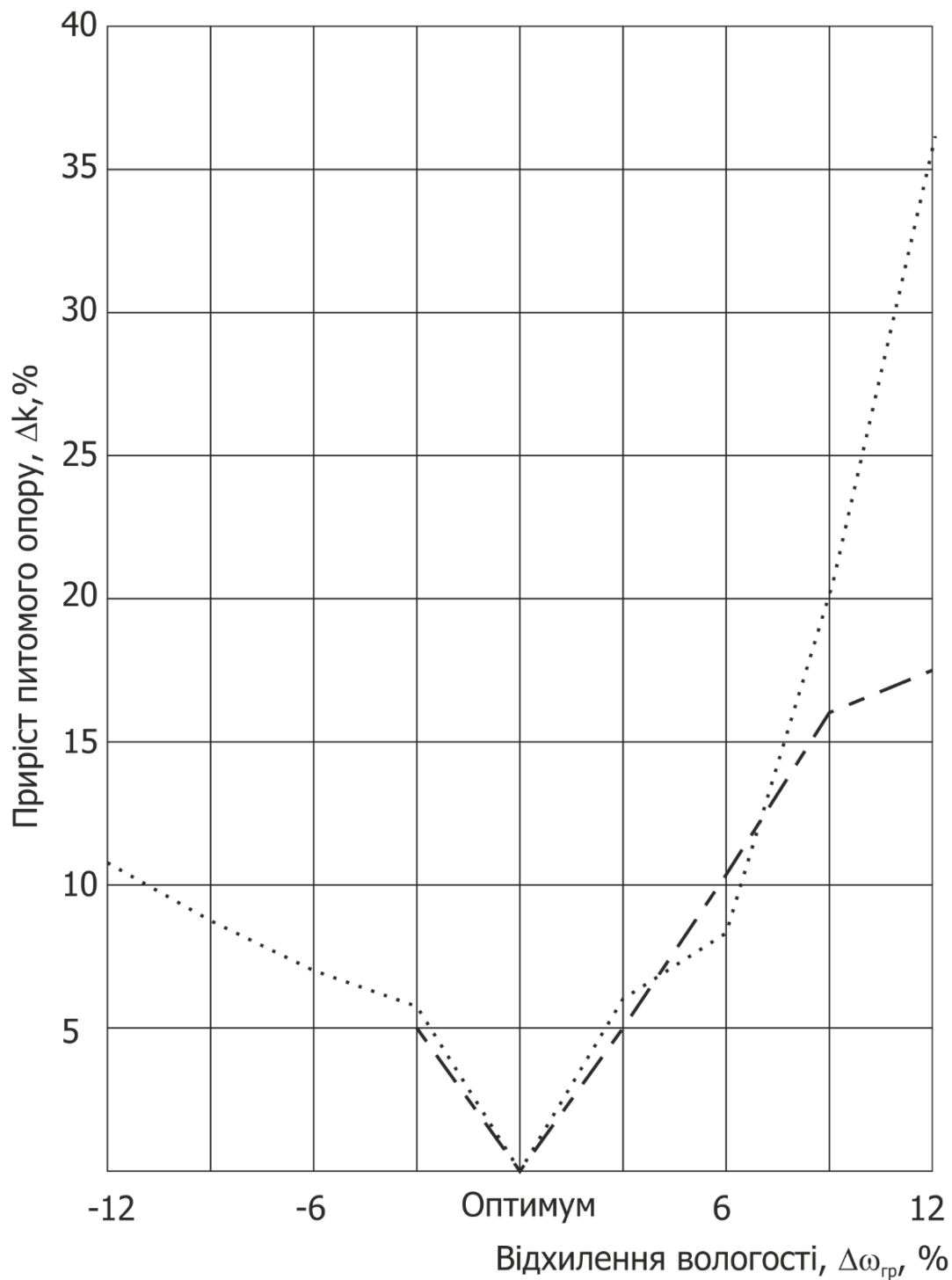


Рис. III.3. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для середньосуглинистих ґрунтів)



3

Рис. III.4. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для легкосуглинистих ґрунтів)



Типи ґрунтів:

— — — Дерново-підзолисті; Сіро-бурі, сірі;

Рис. III.5. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для супіщаних ґрунтів)

2.4 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату, кН:

– з начіпним плугом

$$R_a = k_{V_{пл}} ab_k n_k + G_{пл} (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (3.4)$$

– з начіпним плугом і додатковими с.-г. машинами

$$R_a = k_{V_{пл}} ab_k n_k + k_{V_m} b_{дм} n_{дм} + G_{пл} (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (3.5)$$

(знак "+" відповідає руху на підйом)

де b_k – ширина захвату плужного корпусу, м (табл. 3.1);

n_k – кількість корпусів плуга, шт. (табл. 3.1);

a – глибина оранки, м (із вихідних даних);

$b_{дм}$ – ширина захвату додаткової машини, м (табл. 3.2);

$n_{дм}$ – кількість додаткових машин, шт. (встановлюється в залежності від ширини захвату плуга);

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора (при оранці піщаних ґрунтів і суглинків вологістю 8...9% дорівнює 0,3...0,5, а стерні конюшини вологістю 18...20% – 1,0) [3];

$G_{пл}$ – вага плуга, кН:

$$G_{пл} = 10^{-3} M_{пл} g, \quad (3.6)$$

де g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

$M_{пл}$ – маса плуга, кг (табл. 3.1);

2.5 Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнту використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{тн} \pm G_{тр} \sin \alpha}, \quad (3.7)$$

(знак «-» відповідає руху на підйом)

де $G_{тр}$ – вага трактора, кН:

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (3.8)$$

де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 3.3).

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2 робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6 Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання технологічної операції (*оранки*), кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (3.9)$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН;

$$P_{руш} = G_{тр}(f_{тр} - \sin \alpha) + R_a, \quad (3.10)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3];

η_{δ} – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.11)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.6.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора при поворотах агрегату, кВт:

$$N_{\Phi}^n = \frac{P_{руш.п} V_n}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (3.12)$$

де $P_{руш.п}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН (*розраховується при умові $\alpha^0 = 0$*):

$$P_{руш.п} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.п}. \quad (3.13)$$

(Опір агрегату $R_{a.п}$ при поворотах розраховуємо по одній із необхідній формулі (3.4 – 3.5), приймаючи до уваги, що $k_V = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті (V_n), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умов руху.

2.7 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^p) та (*повороти* – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (3.14)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 3.3).

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі оранки використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, плуга _____, додаткової с.-г. машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$ (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$ (рух на спуск).

3 Підготовка агрегату до роботи

Коротко описати основні операції, які проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату.

Напрямок оранки залежить від розміру, конфігурації та рельєфа поля. Виконувати оранку доцільно вздовж довшої сторони поля. Але, на рівних полях з шириною понад 300м напрямком оранки рекомендується змінювати щороку. Це сприяє кращому вирівнюванню поверхні поля. Якщо поле має уклін, то орати його треба впоперек схилу.

Поля розбивають на загінки, ширина яких залежить від ширини захвату агрегату і довжини гонів. Площа загінки повинна приблизно дорівнювати виробітку агрегату за зміну. На початку і в кінці загінки відбивають поворотні смуги, ширина яких також залежить від ширини захвату плуга і виду орного агрегату. При оранці начіпними плугами поворотні смуги відбивають такої ширини: 8...10м – для трьохкорпусних; 12...14м – п'ятикорпусних; 22...28м – (восьми – десяти) корпусних.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Виконувати оранку плугами із оборотом пласта рекомендується загінковим способом всклад і врозгін з петльовими, або безпетльовими поворотами (рис. III.6).

Найвигіднішим способом оранки є *комбінований спосіб із чередуванням загінок всклад і врозгін* (рис. III.8). Такий спосіб оранки забезпечує вдвоє меншу кількість звальних гребенів і розгінних борозен. Завдяки чередуванню поворотів агрегату вправо і вліво зменшується одностороннє зношування ходової частини трактора. Але цей спосіб застосовується на полях з достатньою довжиною гону.

Розмітка робочої ділянки для роботи орного агрегату комбінованим способом із чередуванням загінок всклад і врозгін представлена на рис. III.7.

На полях з довжиною гонів до 400...500м рекомендується виконувати оранку *безпетльовим комбінованим способом* (рис. III.10), який забезпечує зменшення довжини холостих поворотів. При цьому способі першу загінку орють врозгін доти, поки не виникне потреба робити петльові повороти, Потім агрегат переводять виконувати оранку на іншу загінку, одночасно доорюючи смугу, залишену на першій загінці. Після того, як агрегат закінчить оранку смуги першої загінки, його переводять на третю загінку для оранки врозгін, тобто далі оранка виконується по прикладу першої загінки і т.д. На загоні залишається тільки один звальний гребінь і одна розгінна борозна. Напрямки руху агрегату при виконанні оранки кожної пари загінок протилежні: правоповоротні і лівоповоротні.

При підготовці поля для виконання оранки безпетльовим комбінованим способом перші борозни (всклад) проорюють на відстані $\frac{3}{4}$ ширини загінки, а інші – на відстані ширини загінки одна за другою. (рис. III.9)

Оранка гоновим *човниковим* способом (рис. III.11) виконується тільки оборотними плугами.

Поле неправильної конфігурації необхідно заздалегідь розмітити на ділянки більш правильної форми. А на трикутних клинцях, які залишилися після розмітки, виконують оранку врозгін із розгінною борозною по медіані трикутника (рис. III.12).

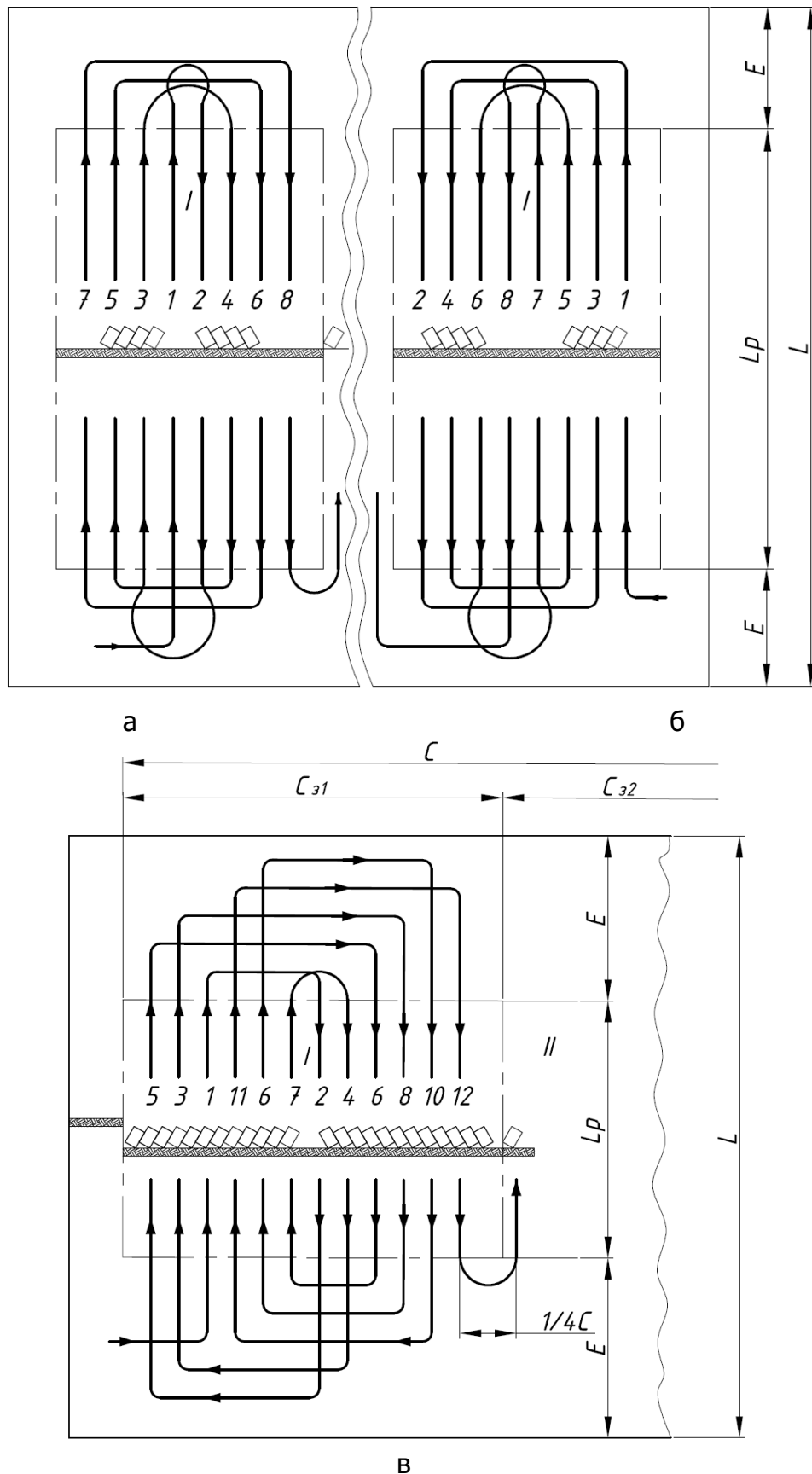


Рис. III.6 Схеми руху агрегату загінковим способом всклад і врозгін:
а) і б) з петльовими поворотами; в) з безпетльовими поворотами

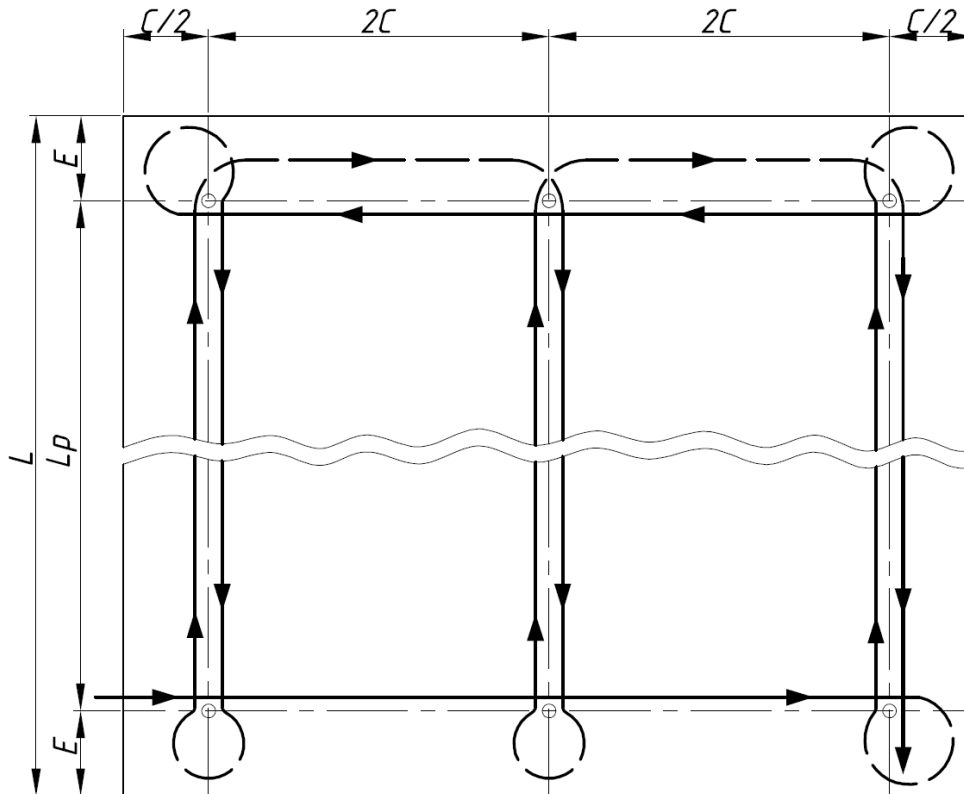


Рис. III.7 Розмітка робочої ділянки для роботи агрегату комбінованим способом з чередуванням загінок всклад і врозгін

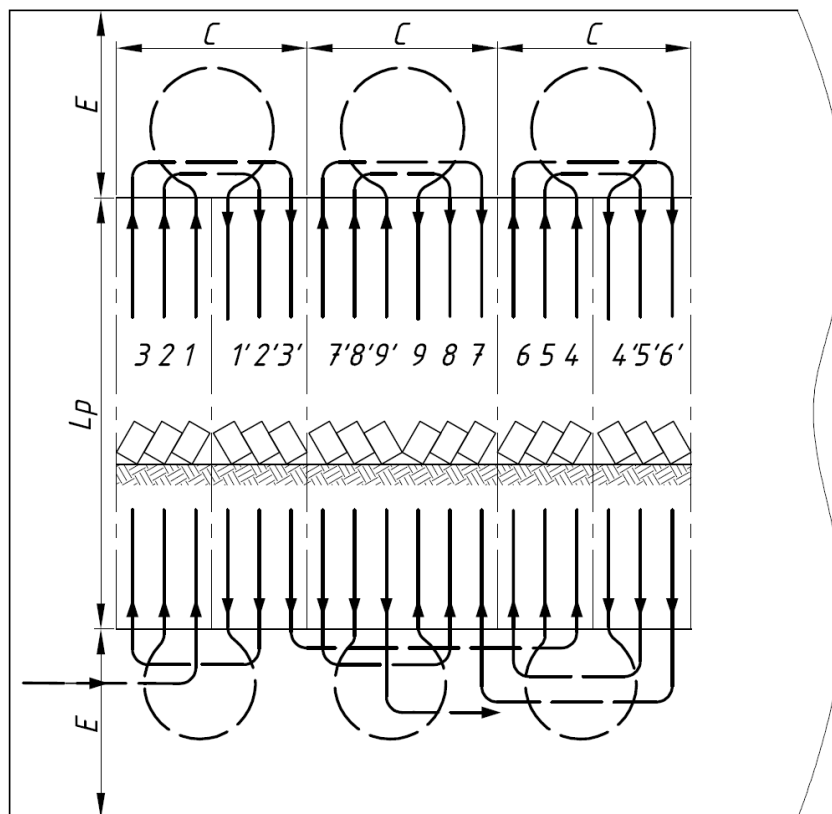


Рис. III.8 Схема руху агрегату комбінованим способом із чередуванням загінок всклад і врозгін

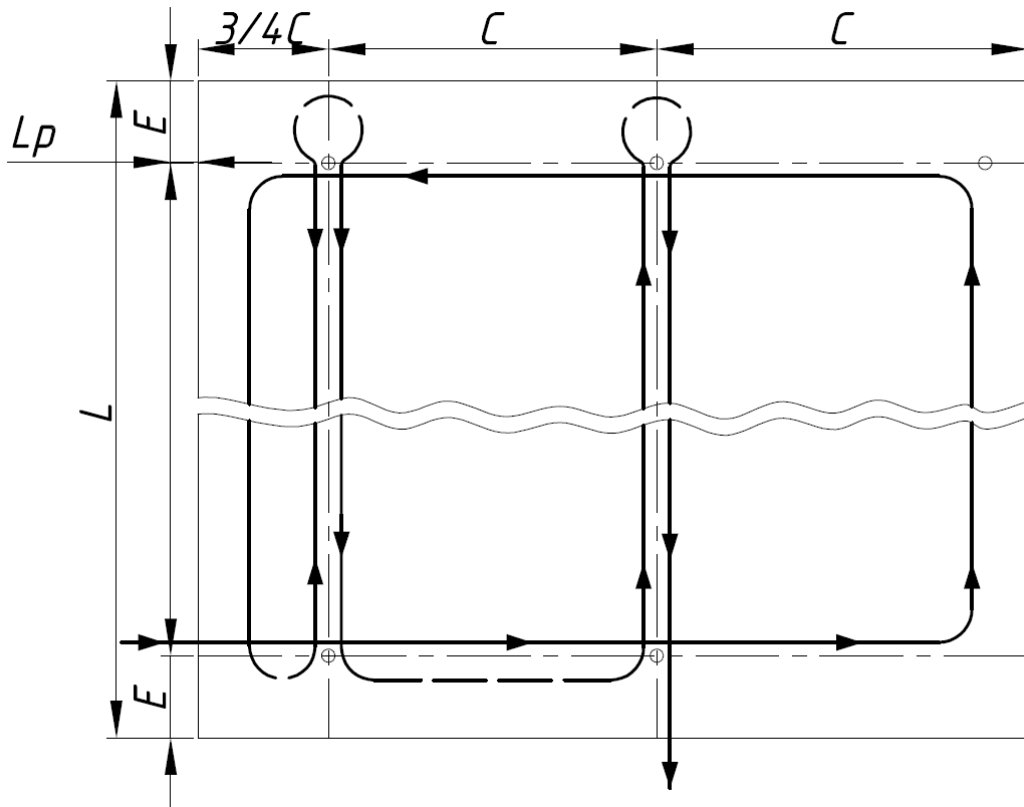


Рис. III.9 Розмітка робочої ділянки для роботи агрегату безпетльовим комбінованим способом

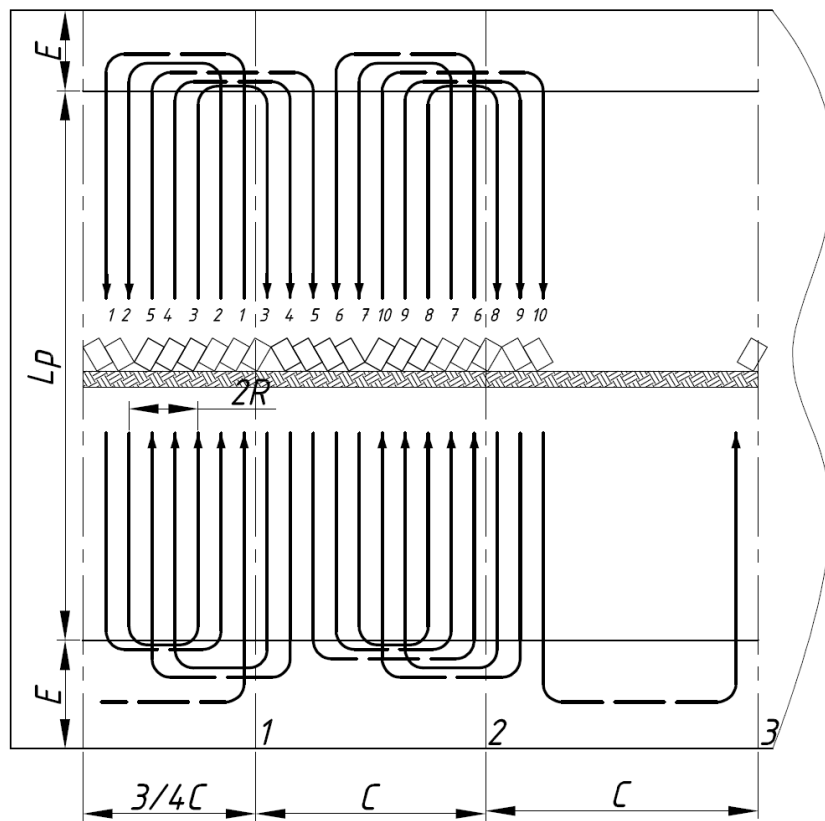


Рис. III.10 Схема руху агрегату безпетльовим комбінованим способом

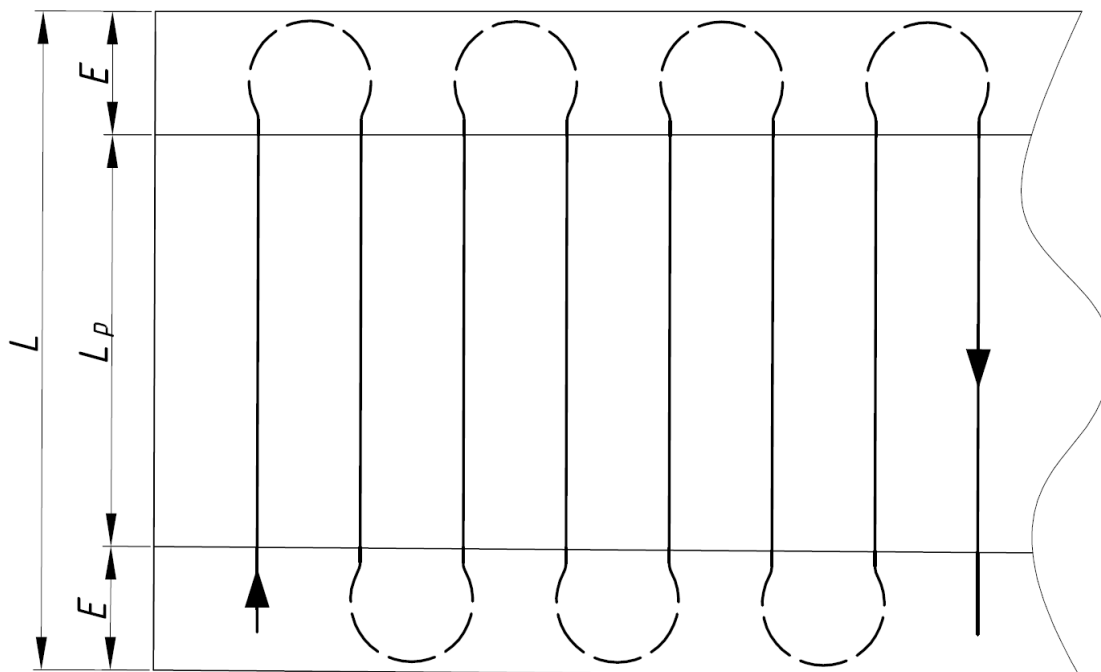


Рис. III.11 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом

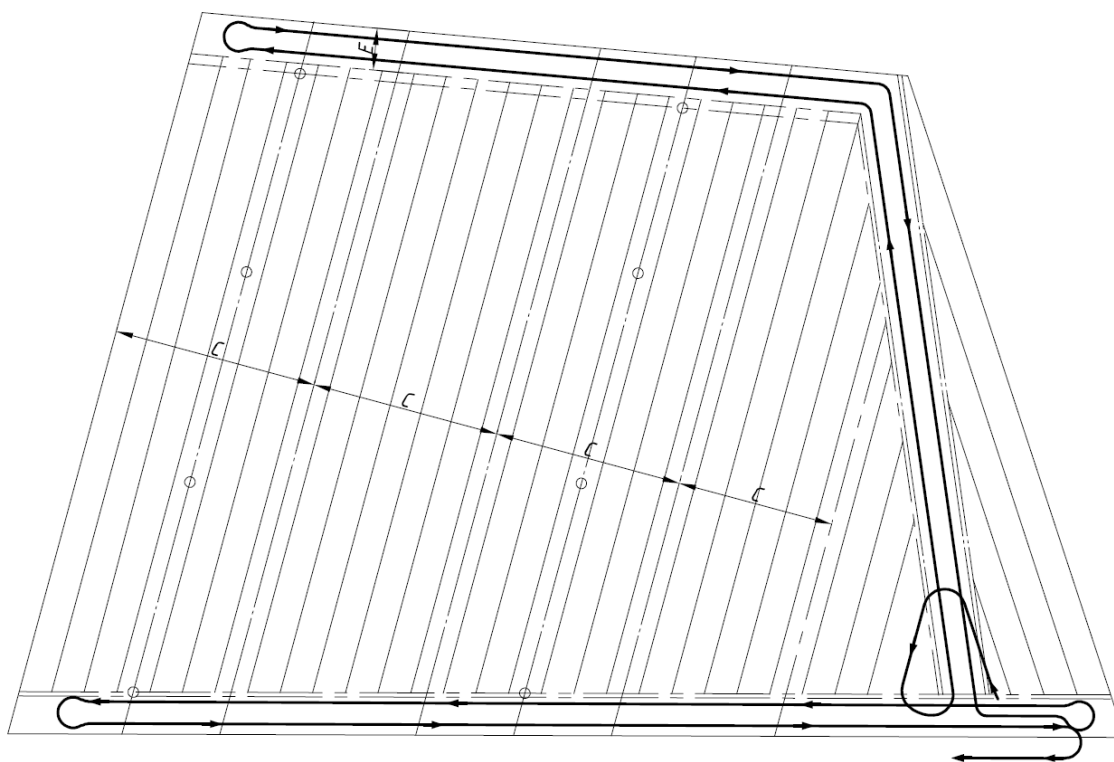


Рис. III.12 Схема розмітки поля неправильної конфігурації на робочі ділянки

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м) Вона визначається за допомогою схеми (рис. III.6 – III.11) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p \quad (3.15)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

4.3.2 Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів без огріхів (табл. D.22)

4.3.3 Розрахувати ширину заїмки C_0 (оптимальне її значення), м:

– при оранці заїмковим способом руху всклад, врозгін з петльовими поворотами:

$$C_0 = \sqrt{2(L_p B_p + 8r_n^2)} \quad (3.16)$$

– при оранці заїмковим способом руху всклад, врозгін з безпетльовими поворотами, або безпетльовим комбінованим способом руху:

$$C_0 = \sqrt{3B_p L_p} \quad (3.17)$$

– при оранці комбінованим способом руху із чередуванням заїмок всклад і врозгін:

$$C_0 = 2\sqrt{B_p(L_p + 2r_n + 2e) + 4r_n^2} \quad (3.18)$$

– при оранці гоновим човниковим способом руху (обертковими плугами):

$$C_0 = \sqrt{2(L_p B_p + 8r_n^2)} \quad (3.19)$$

де r_n – радіус повороту агрегату, м $r_n \approx (3 \dots 7)B_p$ (менші значення – при агрегуванні гусеничними тракторами, більші – колісними);

B_p – робоча ширина захвату орного агрегату, м:

$$B_p = B_{пл} \cdot \beta_B \quad (3.20)$$

де β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);

$B_{пл}$ – конструкційна ширина захвату орного агрегату, м:

$$B_{\text{пл}} = b_k \cdot n_k \quad (3.21)$$

Довжина виїзду (e) агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a \quad (3.22)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором: - для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,7$;
- для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{пл}} + l_{\text{д.м}}, \quad (3.23)$$

де $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{пл}}$, $l_{\text{д.м}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), плуга (табл. III.1), додаткової с.-г. машини (табл. II.1 – II.10).

Раціональне значення ширини заїмки (C_p) повинно бути кратним подвійній ширині захвату агрегату:

$$C_p = n_{\text{кр}} 2B_p \quad (3.24)$$

де $n_{\text{кр}}$ – кількість кругів для повного обробітку заїмки:

$$n_{\text{кр}} = \frac{C_o}{2B_p} \quad (3.25)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

У всіх випадках ширину заїмки меншою 50м не приймають.

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту робочих ходів:

– при оранці заїмковим способом руху всклад, врозгін з петльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C_p + 1,14r_n + 2e}; \quad (3.26)$$

– при оранці заїмковим способом руху всклад, врозгін з безпетльовими поворотами, або безпетльовим комбінованим способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_n + 2e + \frac{3L_p C_p}{4r_n}}; \quad (3.27)$$

– при оранці комбінованим способом руху із чередуванням заїмок всклад і врозгін:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C_p + \frac{4r_n}{C_p}(2r_n - B_p) + r_n + 2e}; \quad (3.28)$$

– при оранці гоновим способом руху «човником» (обертливими плугами):

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6r_n + 2e} \quad (3.29)$$

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (3.30)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.) $T_T = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$;

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$$

Сума ($T_p + T_x$) являє собою час руху для виконання роботи ($T_{рух}$), а сума ($T_T + T_{оп}$) – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (3.31)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

5.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух}(T_{зм} - T_{зуп}) \quad (3.32)$$

5.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} \quad (3.33)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

$$\text{при } V_p = V_{\Pi} \text{ маємо} \quad \tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (3.34)$$

$$\text{а при } V_p \neq V_{\Pi} \text{ маємо} \quad \tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (3.35)$$

$$\text{де} - \quad k = \frac{V_{\Pi}}{V_p}, \quad (3.36)$$

V_{Π} – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

5.3 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}}. \quad (3.37)$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\Gamma} = 0,1B_p V_p \tau_{\text{зм}}, \quad (3.38)$$

– за зміну, га:

$$W_{\text{зм}} = W_{\Gamma} T_{\text{зм}}. \quad (3.39)$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

7.1 Розрахувати витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}} T_p + G_{\text{тх}} T_x + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\Gamma}}, \quad (3.40)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}}. \quad (3.41)$$

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{\Pi} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\Gamma}}, \quad (3.42)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{\Pi} = H_{\Pi} q_{\text{га}} \quad (3.43)$$

де H_{Π} – питома теплота згорання пального, Дж/кг (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = \text{---}$; $\xi_N = \text{---}$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = \text{---}$);

в) розрахунки параметрів режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{\text{рух}} = \text{---}$, $\tau_{\text{зм}} = \text{---}$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_r = \text{---}$, га/год);

– за зміну ($W_{\text{зм}} = \text{---}$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{\text{га}} = \text{---}$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{\Pi} = \text{---}$, люд·год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{\Pi} = \text{---}$, Дж/га).

Таблиця III.1 Плуги

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
5,0	ПТК-9-35	2800	3,15...2,45	10,2	напівначіпний переобладнуваний в 8 і 7 корпусний	48500
3,0; 4,0	ПЛП-6-35	1200	2,1...1,75	6,1	напівначіпний переобладнуваний в 5 корпусний	20100
5,0	ПП-8-40	2560	3,20	7,9	напівначіпний	45800
5,0	ПНЛ-8-40	2150	3,20	8,0	начіпний	47000
3,0; 4,0	ПЛН-5-35	870	1,75	4,3	начіпний	19000
3,0	ПЛН-4-35	700	1,40	3,5	начіпний	13800
1,4	ПЛН-3-35	475	1,05	2,6	начіпний	9050
1,4	ПЛН-3-30	282	0,90	2,6	начіпний	8350
3,0; 4,0	ПНЯ-6-42	1810	2,60	6,2	начіпний ярусний	49500
1,4	ПНЯ-3-30	385	0,90	3,0	начіпний ярусний	9200
1,4	ПНЯ-3-35	1070	1,05	4,5	начіпний ярусний	9250
3,0	ПНЯ-4-40	1286	1,60	3,8	начіпний ярусний	27000
3,0	ПНЯ-4-42	1050	1,73	4,1	начіпний ярусний	28000
5,0	ПНИ-8-40	2210	2,80...3,60	8,0	начіпний із змінною шириною захвату	52000
3,0; 4,0	ПНИ-5-40	1470	1,75...2,25	5,8	начіпний із змінною шириною захвату	26000
3,0; 4,0	ПМУ-4-40	770	1,75...2,25	4,8		24700
3,0	ПМУ-5-35	1100	1,40...1,80	5,8		28300
5,0	ПНТК-10-35	2645	3,50	11,7	напівначіпний	89300
3,0	ППН-40	510	0,40	3,7	плантажний	18700
1,4	ПНО-3-35	780	1,05	3,5	начіпний оборотний	9400
3,0	ППО-4-40	875	1,60	3,9	начіпний оборотний	130540
3,0; 4,0	ППО-5-40	980	2,00	5,0	начіпний оборотний	188200
4,0; 5,0	ППО-7-40	1130	2,80	6,7	начіпний оборотний	218500
5,0	ППО-8-40	1240	3,20	7,0	начіпний оборотний	221100
3,0	ПО-4-40	910	1,60	3,9	начіпний оборотний	124200
5,0	ПРПВ-8-50	2240	4,00	2,2	плуг-розрихлювач	52700
3,0; 4,0	ПРПВ-5-50	1310	2,50	5,3	плуг-розрихлювач	34900
3,0; 4,0	ПРПВ-4-50	1100	2,00	4,2	плуг-розрихлювач	28400
3,0; 4,0	ППЛ-10-25	1960	2,50	6,4	плуг-луцильник напівначіпний	51300

IV Організація виконання сівби (садіння)

Вихідні дані:

- С.-г. культура (зернові, технічні культури)
- Спосіб сівби (рядковий; перехресний; вузькорядний; широкорядний; стрічковий; пунктирний; однострочний)
- Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)
- Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)
- Агрофон поля (поле підготоване під сівбу, стерня)
- Рельєф поля, град (α°)
- Норма висіву насіння, кг/га (h_n)
- Норма висіву добрив, кг/га (h_d)
- Відстань перевезення насіння, км (S_n)
- Відстань перевезення добрив, км (S_d)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити способи сівби, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6]

Способи сівби **зернових** культур:

- *рядковий* – насіннини укладаються з однаковим міжряддям (12...15см) і середньою відстанню у рядку 1,5...2см;
- *перехресний* – виконують в двох взаємно перпендикулярних напрямках, висіваючи за кожен прохід половину прийнятої норми. Ширина міжряддя залишається такою ж (12...15см), але середня відстань у рядку між насіннинами збільшена до 3...4см;
- *вузькорядний* – насіннини укладаються з міжряддям (5...8см) і середньою відстанню у рядку 1,5...2см.

Способи сівби **круп'яних** культур:

Просо висівають *рядковим* і *вузькорядним* способом на чистих полях без бур'янів, а *широкорядним* і *стрічковим* – на забур'яненних полях і при засухах, оскільки на широкорядних посівах є **можливість** боротьби з бур'янами за допомогою механізації.

Гречку висівають *рядковим*, або *широкорядним* способом з міжряддям 45...60см звичайною рядковою сівалкою з перекритими висівними апаратами.

Способи сівби **зернобобових** культур:

Горох, віку, чечевицю, люпин, чину – висівають *рядковим* або *вузькорядним* способом.

Квасоллю, боби – висівають *пунктирним* способом з міжряддям 45, 60 і 70см.

Сою – висівають *широкорядним пунктирним однострочним* способом з міжряддям 45см.

Способи сівби **технічних** культур:

Цукровий буряк – висівають *пунктирним* способом з міжряддям 45см.

Кукурудзу – висівають *пунктирним* способом з міжряддям 60, 70, 90 і 105см.

Соняшник – висівають *пунктирним* способом з міжряддям 70, 90см.

Картоплю – висаджують в гребені, напівгребені та в районах з недостатнім зволоженням ґрунтів – на вирівняній ділянці

Агротехнічні вимоги до роботи сівалок:

- 1) сівбу необхідно виконувати в оптимальні для кожної культури строки;
- 2) всі сошники повинні висівати і загортати насіння на однакову, раніше задану, глибину;
- 3) з метою забезпечення рівномірного загортання насіння, сівбу рекомендується виконувати тільки впоперек оранки;
- 4) для високоякісного виконання сівби необхідно забезпечити основні умови технологічного процесу: рівномірність, прямолінійність, та паралельність рядків, дотримання встановленої ширини стикового міжряддя, відсутність огріхів;
- 5) в процесі виконання сівби слідкувати за роботою сошників, щоб вони не забивалися рослинними рештками і ґрунтом;
- 6) після закінчення сівби на основному масиві поля необхідно засіяти поворотні смуги.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції

2.1 У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. IV.1 – IV.3) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини: основної _____ (параметри занести в табл. 4.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 4.2)

Таблиця 4.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри сівалок (саджалок) (табл. IV.1 – IV.3)

Марка	Маса M_m , кг	Конструкційна ширина захвату b_m , м	Об'єм ящика сівалки (бункера саджалки)		Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір k_o , кН/м
			для насіння U_n , м ³	для добрив U_d , м ³			
1	2	3	4	5	6	7	8

Примітки: Колонки 7, 8 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 4.2 Технічні характеристики трактора (табл. І.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2 Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести в табл. 4.1;

– вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) (табл. D.5) робочих органів сільськогосподарських машин у відповідності із їх призначенням (при швидкості $V_o = 5$ км/год) і занести в табл. 4.1;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача					
параметри					
V_p , км/год					
$P_{тн}$, кН					
N_{Tmax} , кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{тн}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 4.2.

2.3 Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів машин (для випадку $V_p > V_o$):

$$k_V = k_o \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p^2 - V_o^2) \right], \quad (4.1)$$

де ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % (табл. D.8).

2.4 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату.

2.4.1 Розрахувати максимальну ширину захвату агрегату із причіпними машинами:

$$B_{max} = \frac{(P_{TH} \pm G_{TP} \cdot \sin\alpha) \cdot \eta_{PH}}{k_V \pm q_M \cdot \sin\alpha + q_{ЗЧ} \cdot (f_{ЗЧ} \pm \sin\alpha)}, \quad (4.2)$$

(знак "-" в чисельнику і "+" у знаменнику відповідає руху на підйом);

де G_{TP} – вага трактора, кН:

$$G_{TP} = 10^{-3} M_{TP} \cdot g, \quad (4.3)$$

де M_{TP} – маса трактора, кг (табл. 4.2);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

η_{PH} – раціональне значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля для заданої технологічної операції (табл. D.9);

$q_{ЗЧ}$ – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її ширини захвату, кН/м, (табл. II.11);

$f_{ЗЧ}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс зчіпки (табл. D.10);

q_M – відношення ваги с.-г. машини до її конструкційної ширини захвату, кН/м:

$$q_M = \frac{G_M}{b_M}, \quad (4.4)$$

де b_M – ширина захвату с.-г. машини (сівалка, саджалка), м (табл. 4.1)

G_M – вага с.-г. машини (сівалка, саджалка), кН:

$$G_M = 10^{-3} M_M g, \quad (4.5)$$

M_M – маса с.-г. машини (сівалка, саджалка), кг (табл. 4.1).

2.4.2 Розрахувати кількість с.-г. машин в агрегаті:

$$n_M = \frac{B_{max}}{b_M} \quad (4.6)$$

(результат округлити до цілого меншого числа).

2.4.3 Обґрунтувати необхідність використання зчіпки.

Розрахувати фронт зчіпки ($\Phi_{ЗЧ}$, м) в залежності від кількості робочих машин для виконання основної технологічної операції:

$$\Phi_{ЗЧ} = b_M (n_M - 1) \quad (4.7)$$

По величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку (табл. I.1I.11) і необхідні параметри занести в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 Технічні характеристики зчіпки

Назва і марка	Маса $M_{зч}$, кг	Ширина захвату $b_{зч}$, м	Фронт зчіпки $\Phi_{зч}$, м	Довжина $l_{зч}$, м
1	2	3	4	5

2.5 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату:

– з причіпними машинами

$$R_a = (k_V b_M \pm G_M \sin \alpha) n_M + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha), \quad (4.8)$$

де $G_{зч}$ – вага зчіпки, кН:

$$G_{зч} = 10^{-3} M_{зч} g, \quad (4.9)$$

– з начіпною машиною

$$R_a = k_V b_M + G_M (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (4.10)$$

(знак "+" в формулі відповідає руху на підйом);

– з тягово-привідною машиною

$$R_a = R_M + P_{ВВП}, \quad (4.11)$$

де λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора (для посівних машин має значення в межах 0,2...0,5) більші значення приймають для анкерних сошників [3];

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

R_M – тяговий опір робочих органів тягово-привідних машин, кН;

$P_{ВВП}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН.

Тяговий опір робочих органів тягово-привідних машин (R_M) залежить як від конструкції робочих органів, так і від особливостей конструкції самої машини:

– причіпні машини (сівалки), які обладнані кузовом (ємкістю) і ґрунтообробними робочими органами для висіву насіння, або для локального внесення добрив в шар ґрунту:

$$R_M = k_V b_M + (G_M + Q_B) (f_M \pm \sin \alpha), \quad (4.12)$$

– начіпні сівалки, саджалки:

$$R_M = k_V b_M + (G_M + Q_B) (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (4.13)$$

де f_M – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (табл. D.10);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, які діють на ходову систему трактора ($\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$). Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах;
 Q_v – вага технологічного вантажу в ящиках сівалки (бункері саджалки), кН:

$$Q_v = Q_n + Q_{мд}, \quad (4.14)$$

де Q_n – вага насінневого матеріалу в ящиках сівалки (бункері саджалки), кН:

$$Q_n = U_n \rho_n \psi_y g, \quad (4.15)$$

де U_n – об'єм ящика (бункера) для насінневого матеріалу, м³ (табл. 4.1);

ρ_n – об'ємна маса насінневого матеріалу, т/м³ (табл. D.17);

ψ_y – коефіцієнт використання об'єму ящика (бункера), ($\psi_y = 0,8$) [3].

(При виконанні технологічного процесу сівки з одночасним внесенням добрив необхідно аналогічно розрахувати вагу добрив в ящиках сівалки)

де $Q_{мд}$ – вага мінеральних добрив в ящиках сівалки (бункері саджалки), кН.

Втрати дотичної сили тяги трактора ($P_{ВВП}$) при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \eta_{тр}}{V_p \eta_{ВВП}}. \quad (4.16)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність, яка витрачається на привід робочих органів тягово-привідних с.-г. машин від ВВП при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 4.1);

$\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП $\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$) [3];

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії (приводу рушіїв) трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3].

2.6 Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату здійснюється при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{тн} \pm G_{тр} \sin \alpha} \quad (4.17)$$

(знак "–" в формулі відповідає руху на підйом).

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2 робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.7 Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання технологічної операції (сівба, садіння), кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (4.18)$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{руш} = G_{тр} (f_{тр} - \sin \alpha) + R_a, \quad (4.19)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

η_{δ} – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (4.20)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.7.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора при поворотах агрегату, кН:

$$N_{\phi}^n = \frac{P_{руш.n} V_n}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (4.21)$$

де $P_{руш.n}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН

(розраховується при умові $\alpha^o = 0$):

$$P_{руш.n} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.n}. \quad (4.22)$$

(Опір агрегату ($R_{a.n}$) при поворотах розраховуємо по одній із необхідній формулі (4.8; 4.10; 4.11), приймаючи до уваги, що $k_v = 0$ та $\alpha^o = 0$).

Швидкість на повороті (V_n), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

2.8 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^p) та (*повороти* – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (4.23)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 4.2).

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі сівби використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, сівалки _____, кількість сівалок $n_M = \underline{\hspace{2cm}}$, зчіпки _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \underline{\hspace{2cm}}$ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p = \underline{\hspace{2cm}}$ км/год (рух на спуск).

3 Підготовка агрегату до роботи

Коротко описати основні операції, які проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Спосіб руху агрегату встановлюють в залежності від площі, конфігурації і рельєфу поля, довжини гону, складу агрегату і агротехнічних умов виконання сівби. Сівбу необхідно виконувати впоперек, або під кутом до напрямку попередньої оранки.

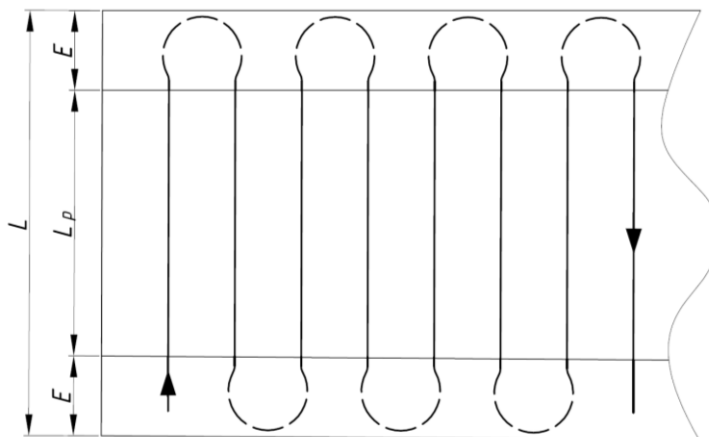


Рис. IV.1 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом

Основний напрямок руху при виконанні сівби – *ЧОВНИКОВИЙ* (рис. IV.1).

Поворотні смуги відбивають в тих випадках, коли немає можливості виконувати їх на сусідніх ділянках.

4.3 Параметри робочої ділянки і агрегату в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Довжина робочої частини гону (L_p , м) визначається за допомогою схеми (рис. IV.1) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (4.24)$$

де L – довжина гону поля (*із вихідних даних*), м;

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

4.3.2 Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість засівати поворотну смугу цілим числом проходів:

$$E_p = n_{\phi e} \cdot B_p \quad (4.25)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_a \cdot \beta_b, \quad (4.26)$$

де β_b – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);

B_a – конструкційна ширина захвату агрегату, м

$$B_a = n_m \cdot b_m \quad (4.27)$$

Фактичне число проходів ($n_{\phi e}$) агрегату для обробітку поворотної смуги:

$$n_{\phi e} \geq \frac{E_{min}}{B_p} \quad (4.28)$$

де E_{min} – мінімальна ширина поворотної смуги, м (визначається за допомогою розробленої схеми рис. D.1 і залежності):

$$E_{min} = \lambda_e r_{\Pi} + d_k + e \quad (4.29)$$

де λ_e – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту в залежності від величини радіусу повороту (r_{Π}) (*числові значення коефіцієнту λ_e приведені в рис. D.1 і табл. D.13*);

r_{Π} – радіус повороту агрегату, м;

d_k – кінематична ширина агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

Величина радіусу повороту (r_{Π}) залежить від конструкційних (B) та режимних (V) параметрів агрегату:

$$r_{\Pi} = \alpha_r \cdot r_{\Pi 0} \quad (4.30)$$

де $r_{\Pi 0}$ – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту $V_{\Pi 0} = 5$ км/год (табл. D.15);
 α_r – коефіцієнт збільшення радіусу (r_{Π}) при підвищенні швидкості повороту понад 5 км/год (табл. D.15).

Кінематична ширина агрегату (d_k), м:

$$d_k = v_e \cdot B_a, \quad (4.31)$$

де v_e – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

- для симетричних агрегатів $v_e \approx 0,6$;
- для несиметричних агрегатів $v_e \approx 1,2$.

Довжина виїзду агрегату (e), м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (4.32)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;
- для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{зч}} + l_m, \quad (4.33)$$

де $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{зч}}$, l_m – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), зчіпки (табл. II.11), с.-г. машин (табл. IV.1 – IV.3).

Результат розрахунку по формулі (4.28) округляється до ближнього цілого числа (парного чи непарного). Парність чи непарність числа проходів на поворотній смузі залежить від особливостей виконуваної операції і розташування сусіднього загону, на який повинен переїхати агрегат.

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні сівби човниковим способом

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_{\Pi} + 2e} \quad (4.34)$$

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу сівби

5.1 Визначити місця завантаження посівних агрегатів, та масову кількість насінневого матеріалу на одне завантаження.

5.1.1 Розрахувати відстань між місцями заповнення ящиків сівалок насінним матеріалом по довжині гону, м:

$$l_{\text{н}} = \frac{10^7 U_{\text{н}} \rho_{\text{н}} \psi_{\text{я}}}{h_{\text{н}} B_{\text{к}}} \quad (4.35)$$

5.1.2 Розрахувати відстань між місцями заповнення ящиків сівалок насінним матеріалом по ширині ділянки (загінки), м:

$$C_{\text{н}} = 2B_{\text{р}} n_{\text{кр}}, \quad (4.36)$$

де $n_{\text{кр}}$ – кількість кругів між місцями заправки

$$n_{\text{кр}} = \frac{l_{\text{н}}}{2L_{\text{р}}} \quad (4.37)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

5.1.3 Масова кількість насіння на одне завантаження посівного агрегату, кг:

$$M_{\text{нз}} = 10^{-4} L_{\text{р}} h_{\text{н}} 2B_{\text{р}} n_{\text{кр}}, \quad (4.38)$$

(При виконанні технологічного процесу сівби з одночасним внесенням добрив аналогічні розрахунки виконують і для визначення місць заправки агрегатів добривами)

5.2 Розрахувати складові часу технологічного циклу сівби, год:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}}, \quad (4.39)$$

де $t_{\text{рц}}$ – тривалість основної роботи за один цикл сівби, год;

$t_{\text{хц}}$ – тривалість холостих поворотів в межах одного циклі, год;

$t_{\text{тц}}$ – тривалість одного технологічного обслуговування агрегату в циклі, год.

5.2.1 Розрахувати тривалість основної роботи за один цикл сівби ($t_{\text{рц}}$), год:

$$t_{\text{рц}} = \frac{l_{\text{н}}}{10^3 V_{\text{р}}} \quad (4.40)$$

5.2.2 Розрахувати тривалість холостих поворотів в межах одного циклу ($t_{\text{хц}}$), год

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}} (1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (4.41)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху;

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (4.42)$$

а при $V_p \neq V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (4.43)$$

де –
$$k = \frac{V_{\text{п}}}{V_p} \quad (4.44)$$

$V_{\text{п}}$ – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

5.2.3 Розрахувати тривалість технологічного обслуговування агрегату ($t_{\text{тц}}$) в одному циклі робіт по виконанню сівби, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{зн}} + t_{\text{зд}}, \quad (4.45)$$

де $t_{\text{зн}}$ – тривалість одного завантаження ящиків сівалки насіннєвим матеріалом (зерно), год $t_{\text{зн}} = (0,1 \dots 0,2)$ год;

$t_{\text{зд}}$ – тривалість одного завантаження ящиків сівалки добривами, год $t_{\text{зд}} = (0,05 \dots 0,1)$ год.

6 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_x + T_T + T_{\text{оп}} \quad (4.46)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10)T_{\text{зм}}$$

6.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату на протязі зміни, год:

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (4.47)$$

6.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = t_{xc} \cdot n_c, \quad (4.48)$$

6.3 Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при сівбі, год:

$$T_T = T_{Tc} \cdot T_{T.пц}, \quad (4.49)$$

де $T_{T.пц}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год

(контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.):

$$T_{T.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{зм}, \quad (4.50)$$

T_{Tc} – час на циклове технологічне обслуговування агрегату, год (завантаження сівалок насінням, добривами):

$$T_{Tc} = t_{Tc} \cdot n_c, \quad (4.51)$$

де n_c – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_c = \frac{T_{зм} - (T_{Т.пз} + T_{оп})}{t_c} \quad (4.52)$$

(Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа)

6.4 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (4.53)$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на сівбі:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.с} = 0,1B_p V_p \tau_{зм} \quad (4.54)$$

– за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{г.с} T_{зм} \quad (4.55)$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

8.1 Розрахувати витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{га} = \frac{G_{Тр} T_p + G_{Тх} T_x + G_{Тз} T_{зуп}}{T_{зм} W_{г.с}} \quad (4.56)$$

де $G_{Тр}$, $G_{Тх}$, $G_{Тз}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{зуп}$ – час регламентованих зупинок, год :

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (4.57)$$

8.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$З_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{т.с}}} \quad (4.58)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

8.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції

(витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (4.59)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

9 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

Для забезпечення системної цілісності посівного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{т.с}} n_{\text{а.с}} = \frac{W_{\text{т.тз}} n_{\text{тз}}}{h_{\text{н}}} \quad (4.60)$$

де $W_{\text{т.с}}$ – продуктивність агрегатів на виконанні сівби зернових чи технічних культур, га/год;

$n_{\text{а.с}}$ – кількість агрегатів для сівби зернових чи технічних культур, шт. (для розрахунку приймаємо $n_{\text{а.с}} = 1 \text{ шт}$);

$W_{\text{т.тз}}$ – продуктивність транспортних засобів для підвезення насіння, кг/год;

$n_{\text{тз}}$ – кількість транспортних засобів для підвезення насіння, шт;

$h_{\text{н}}$ – норма висіву насіння, кг/га.

9.1 Розрахувати продуктивність ($W_{\text{т.тз}}$) транспортного засобу для підвезення насіння, кг/год:

$$W_{\text{т.тз}} = \frac{M_{\text{в}}}{t_{\text{об.тз}}}, \quad (4.61)$$

де $M_{\text{в}}$ – маса вантажу (насіння) в транспортному засобі, кг;

$t_{\text{об.тз}}$ – час обороту транспортного засобу, год.

9.1.1 Розрахувати масу вантажу (M_B) в транспортному засобі, кг:

$$M_B = 10^3 U_K \rho_H \psi_K, \quad (4.62)$$

де U_K – об'єм кузова транспортного засобу, м³ (табл. XII.1 – XII.3);
 ρ_H – об'ємна маса насіння, т/м³ (табл. D.17);
 ψ_K – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_K = 0,8$).

9.1.2 Розрахувати час обороту ($t_{об.тз}$) транспортного засобу, год:

$$t_{об.тз} = t_{зав} + \frac{S_H}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_H}{V_{рх}}, \quad (4.63)$$

де $t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу, год (залежить від способу завантаження "вручну" чи "механізоване", затареності вантажу та його кількості і т.ін.);
 S_H – відстань перевезення насіння, км (із вихідних даних);
 $V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем (насілля), км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);
 $V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);
 $t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (приймаємо з урахуванням часу технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт – завантаження ящика сівалки насінням і часу на виконання основної роботи за один цикл сівки – опорожнення сівалок).

9.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для підвезення насіння:

$$n_{тз} = \frac{W_{г.с}}{W_{г.тз}} h_N n_{а.с} \quad (4.64)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

- а) – обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);
- б) – оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);
- в) – розрахунки параметрів:
 - технологічного циклу сівки (садіння) ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);
 - режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{рух} = _$, $\tau_{зм} = _$);
- г) – розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
 - за годину змінного часу ($W_r = _$, га/год);

– за зміну ($W_{зм} = \text{___, га}$);

д) – розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = \text{___, кг/га}$);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($З_{п} = \text{___, люд} \cdot \text{год/га}$);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = \text{___, Дж/га}$).

е) – обґрунтування системної цілісності технологічного процесу сівби (садіння).

Таблиця IV.1 Сівалки причіпні

Агрегується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Об'єм ємності для насіння, м ³	Об'єм ємності для туків, м ³	Витрати потужності двигуна на ВВП, кВт	Особливості конструкції, тип робочого органу	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8,0< ; (IV<)	«Horsch - агро-союз» ATD 18.35	14520	18,20	9,0	6,1	4,4	15...20	сошники анкерні, або однодискові	3619000
5,0...8,0; (IV)	«Horsch - агро-союз» ATD 11.35	9370	11,20	9,0	6,1	4,4	10...15	сошники анкерні, або однодискові	2110200
5,0...8,0; (IV)	Сіріус – 10*	13010	10,00	14,00	5,25	3,48	10...15	пневматична рядкова	610000
3,0	МВЗ-4,5 «Меланія»	4220	4,50	6,7	1,0	0,7	–	зернотукова, стрілочасті лапи	160000
3,0	СТС-6*	4400	6,15	3,50	0,678	0,318	–	зернотукова стерньова	201800
1,4	СТС-2*	1140	2,05	3,50	0,226	0,106	–	зернотукова стерньова	62400
1,4...5,0	СЗ-5,4*	2150	5,40	2,95	0,680	0,318	–		144700
1,4...5,0	СЗТ-5,4*	2890	5,40	2,95	0,68/0,13**	0,318	–		170000
1,4...5,0	СЗП-3,6Б	1600	3,60	3,98	0,453	0,212	–	сошники дводискові	92400
1,4...5,0	СЗТ-3,6А*	1660	3,60	4,3	0,453/0,86**	0,212	–		103820

Примітки:

*Особливості конструкції сівалки:

- Сіріус – 10 Сівалка комплектується робочими органами чотирьох типів: – долото-подібний сошник з шириною рядка 0,2 м; – лапи для рядкового посіву з шириною рядка 0,057 м; – Т-подібний анкерний сошник для посіву смугами з шириною смуги 0,1 м; – лапи для суцільної культивування шириною 0,305 м.

- СТС-6 Сівалка комплектується робочими органами трьох типів: наральниками, стрілочастими лапами для звичайного, або стрілочастими лапами для полосового посіву, а також кільчатими, або кільчато-шпоровими котками.

- СТС-2 Сівалка комплектується робочими органами трьох типів: наральниками, стрілочастими лапами для звичайного або стрілочастими лапами для полосового посіву, а також кільчатими, або кільчато-шпоровими котками.

- СЗ-5,4 Дводискові, або наральникові сошники для посіву дрібнонасіненних культур.

- СЗТ-5,4 Наральникові сошники для посіву дрібнонасіненних культур.

- СЗТ-3,6А Наральникові сошники для посіву дрібнонасіненних культур.

**Об'єм ємності для насіння зернових культур / Об'єм ємності для насіння трав

Таблиця IV.2 Сівалки начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Об'єм ємності для насіння, м ³	Об'єм ємності для туків, м ³	Особливості конструкції, та використання	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,4	УПС-12	1510	5,4	1,7	0,3	0,288	цукровий буряк	152300
1,4	ССТ-12В	1230	5,4	2,14	0,014	0,060	цукровий буряк	146300
2,0	ССТ-18В	2100	8,1	2,14	0,014	0,060	цукровий буряк	210500
1,4; 2,0	СТВТ-12М	1686	5,4	1,95	0,014	0,060	цукровий буряк	148500
1,4; 2,0	СТВТ-8М	1450	5,6	1,81	0,014	0,060	кукурудза, соняшник	143500
1,4; 2,0	СПУ-5,6	1686	5,6	1,90	0,014	0,060	кукурудза, соняшник	135400
1,4	СУПН-8А	1215	5,6	1,80	0,260	0,180	кукурудза, соняшник	114600
1,4	УПС-8	1510	5,6	1,70	0,3	0,288	кукурудза, соняшник	147600
1,4	СКНК-8	1175	5,6	2,50	0,104	0,120	кукурудза, соняшник	123200
1,4	КЛЕН-4,2	1180	4,2	2,95	0,453	0,212	овочева	91500

Таблиця IV.3 Саджалки начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Об'єм ємності для насіння, м ³	Об'єм ємності для туків, м ³	Витрати потужності двигуна на ВВП, кВт	Особливості конструкції, та використання	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,4; 3,0	САЯ-4А	1700	2,8	3,40	0,300	0,120	5...8	картоплесаджалка	61800
1,4; 2,0; 3,0	КСМГ-4	2060	2,8	4,00	3,300	0,600	5...8	картоплесаджалка	60600
2,0; 3,0	КСМ-6	2780	4,2	4,80	4,500	0,900	7...11	картоплесаджалка	75400
2,0; 3,0	КСМ-8	4200	5,6	4,70	6,500	1,200	10..12	картоплесаджалка	87900
2,0; 3,0	СКМГ-6	2600	4,2	4,20	1,700	0,120	7...11	картоплесаджалка	78700

Таблиця IV.4 Просапні культиватори-підживлювачі, начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Об'ємності для туків, м ³	Особливості конструкції робочих органів	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4	КРНВ-5,6-04(02)	925	5,6	2,10	0,288	стрілчасті лапи	45360
1,4	КРНВ-4,2	720	4,2	2,10	0,384	стрілчасті лапи	37200
1,4	УСМК-5,4Б	1130	5,4	1,72	0,288	стрілчасті лапи	50460
2,0; 3,0 з вузькими здвоєними ко- лами	КРНВ-8,1	1670	8,1	2,16	0,384	стрілчасті лапи	103200
1,4	КРН-5,6АТ	980	5,6	2,00	0,288	стрілчасті лапи	46700
1,4; 2,0	КП-5,6 «Козак Пацюк»	1450	5,6	2,35	0,288	стрілчасті лапи	45200

V Організація збирання кормових культур

Вихідні дані:

Спосіб збирання (косовиця суцільна; косовиця з подрібненням маси на силос)
Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)

Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)

Рельєф поля, град (α°)

Урожайність маси кормових культур, т/га ($H_{\text{кк}}$)

Відстань перевезення подрібненої маси, км (S_M)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити способи збирання, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Способи збирання кормових культур:

- природних і сіяних трав – косовиця суцільна; – косовиця з подрібненням маси; – косовиця із плющенням маси;
- кукурудзи на силос – кукурудзозбиральними комбайнами з відриванням початків в стадії молочно-воскової стиглості і подрібненням листостеблової маси; – силосозбиральними комбайнами з подрібненням стебел і початків.

Агротехнічні вимоги до збирання кормових культур:

1) дотримуватися рекомендованих параметрів висоти зрізування трав: для природних степових трав – 3...4см; для сіяних трав – 5...6см; для сіяних однорічних трав – 7...9см; для високостеблових – 10...12см;

2) для рівномірного висушування скошених трав необхідно укладати їх по поверхні поля тонким рівномірним шаром;

3) при контролі якісних показників роботи силосозбиральних агрегатів перевіряти: висоту зрізування стебел, втрати листостеблової маси і ступінь її подрібнення.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із ПРИЧІПНОЮ МАШИНОЮ (граблі).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів

багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. V.1) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини: основної _____ (параметри занести в табл. 5.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 5.2)

Таблиця 5.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини (табл. V.1)

Назва і марка	Маса $M_M, \text{кг}$	Конструкційна ширина захвату $b_M, \text{м}$	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей $V_{lim}, \text{км/год}$	Питомий тяговий опір $k_o, \text{кН/м}$
1	2	3	4	5

Примітки: Колонки 4, 5, заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 5.2 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{TP}, \text{кг}$	Номінальна потужність, $N_{ен}, \text{кВт}$	Передача	Швидкість $V_p, \text{км/год}$	Тягове зусилля $P_{TH}, \text{кН}$
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.A Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей ($V_{lim}, \text{км/год}$) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 5.1;

– вибрати питомий тяговий опір ($k_o, \text{кН/м}$) (табл. D.5) робочих органів машини у відповідності із їх призначенням (при швидкості $V_o = 5 \text{ км/год}$) і занести в табл. 5.1;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача					
параметри					
$V_p, \text{км/год}$					
$P_{TH}, \text{кН}$					
$N_{Tmax}, \text{кВт}$					

– з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває

найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 5.2.

2.3.А Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів с.-г. машини (для випадку $V_p > V_0$):

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (5.1)$$

де ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1км/год приросту їх швидкості, % (табл. D.8);

2.4.А Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату з причіпною сільськогосподарською машиною:

$$R_a = k_V b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha) \quad (5.2)$$

(знак "+" в формулі відповідає руху на підйом)

де b_M – ширина захвату машини, м (табл. 5.1);

f_M – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (табл. D.10);

G_M – вага с.-г.машини, кН;

$$G_M = 10^{-3} M_M g, \quad (5.3)$$

де M_M – маса с.-г. машини, кг (табл. 5.1);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).

2.5.А Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату здійснюється при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{TH} \pm G_{TP} \sin \alpha}, \quad (5.4)$$

де G_{TP} – вага трактора, кН;

$$G_{TP} = 10^{-3} M_{TP} g, \quad (5.5)$$

де M_{TP} – маса трактора, кг (табл. 5.2).

(знак "-" в формулі відповідає руху на підйом)

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням

суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2.А робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6.А Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*перевертання маси комових культур для просушування*), кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (5.6)$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН;

$$P_{руш} = G_{тр} (f_{тр} - \sin \alpha) + R_a, \quad (5.7)$$

де $f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3];

η_{δ} – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (5.8)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.6.2.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, кВт:

$$N_{\Phi}^n = \frac{P_{руш.n} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (5.9)$$

де $P_{руш.n}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН (*розраховується при умові $\alpha^{\circ} = 0$*):

$$P_{руш.n} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.n}. \quad (5.10)$$

(Опір агрегату ($R_{a.n}$) при поворотах розраховуємо по одній із необхідній формулі (2.9 – 2.15), приймаючи до уваги, що $k_v = 0$ та $\alpha^{\circ} = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

2.7.А Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^p) та (*повороти* – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (5.11)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 5.2).

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ _____ км/год (рух на спуск).

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із причіпною ТЯГОВО – ПРИВІДНОЮ машиною, яка виконує суцільне скошування кормових культур (*преспід-бирачі, косарки*).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. V.2 – V.3) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини _____ (параметри занести в табл. 5.4)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 5.5)

Таблиця 5.4 Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини (табл. V.2 – V.3)

Назва і марка	Маса M_M , кг	Конструкційна ширина захвату b_M , м	Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір k_0 , кН/м
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 5.5 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.Б Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

- встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 5.4;
- вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) (табл. D.5) робочих органів машини у відповідності із їх призначенням (при швидкості $V_o = 5$ км/год) і занести в табл. 5.4;
- із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача					
параметри					
V_p , км/год					
P_{TH} , кН					
N_{Tmax} , кВт					

– з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 5.5.

2.3.Б Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини (для випадку $V_p > V_o$):

$$k_V = k_o \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (5.12)$$

де ΔC_M – темп зростання питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини при збільшенні її швидкості понад $V_o = 5$ км/год (табл. D.8).

2.4.Б Розрахувати приведений тяговий опір робочих органів агрегату з причіпною тягово-привідною с.-г. машиною:

$$R_a = R_M + P_{ВВП}, \quad (5.13)$$

де R_M – тяговий опір робочих органів машини, кН;

$P_{ВВП}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН.

2.4.1.Б Тяговий опір робочих органів машини залежить як від конструкції робочих органів, так і від особливостей конструкції самої машини.

Розрахувати тяговий опір робочих органів машини (R_M):

- причіпні машини для косовиці кормових культур (косарки, жатки)

$$R_M = k_v b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha), \quad (5.14)$$

- начіпні машини для косовиці кормових культур (косарки, жатки)

$$R_M = k_v b_M + G_M (\lambda_d f_{\text{ТР}} \pm \sin \alpha), \quad (5.15)$$

(знак "+" в формулі відповідає руху на підйом).

де b_M – ширина захвату с.-г. машини, м (табл. 5.4);

G_M – вага с.-г. машини, кН:

$$G_M = 10^{-3} M_M g, \quad (5.16)$$

M_M – маса с.-г. машини, кг (табл. 5.4);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

f_M – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (табл. D.10);

$f_{\text{ТР}}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора ($\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$) [3]. Більше із цих значень відповідає роботі в важких умовах.

2.4.2.Б Розрахувати втрати дотичної сили тяги трактора ($P_{\text{ВВП}}$) при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП:

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{ТР}}}{V_p \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (5.17)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, яка витрачається на привід робочих органів тягово-привідних с.-г. машин від ВВП при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 5.4);

$\eta_{\text{ВВП}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ($\eta_{\text{ВВП}} = 0,94 \dots 0,96$) [3];

$\eta_{\text{ТР}}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{\text{ТР}} = 0,9$) [3].

2.5.Б Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінальної сили тяги

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} \pm G_{\text{ТР}} \sin \alpha}, \quad (5.18)$$

де $G_{\text{ТР}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{тр}} = 10^{-3} M_{\text{тр}} g, \quad (5.19)$$

де $M_{\text{тр}}$ – маса трактора, кг (табл. 5.5).

(знак "–" в формулі відповідає руху на підйом).

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2.Б робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6.Б Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*збирання маси комових культур; подрібнення маси*), кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_d}, \quad (5.20)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{тр}} (f_{\text{тр}} - \sin \alpha) + R_a, \quad (5.21)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо уже розрахований опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

η_{δ} – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (5.22)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.6.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, кВт:

$$N_{\Phi}^n = \frac{P_{\text{руш.н}} V_n}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\delta}}, \quad (5.23)$$

де $P_{\text{руш.н}}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН

(розраховується при умові $\alpha^0 = 0$):

$$P_{руш.п} = G_{тр}f_{тр} + R_{a.п}. \quad (5.24)$$

(Опір агрегату ($R_{a.п}$) при поворотах розраховуємо по формулі (5.13 із використанням 5.14 чи 5.15 та 5.17), приймаючи до уваги, що $k_v = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

2.7.Б Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^p) та (*повороти* – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (5.25)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 5.5).

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ _____ км/год (рух на спуск).

2.1.В Обґрунтувати режим роботи причіпного ТЯГОВО – ПРИВІДНОГО КОМБАЙНОВОГО агрегату (*косовиця з подрібненням маси; косовиця із плющенням маси*).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. V.4) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини _____ (параметри занести в табл. 5.7)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 5.8)

Таблиця 5.7 Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини (табл. V.4)

Назва і марка	Маса $M_{к.а.г}$ кг	Конструкційна ширина захвату $B_{к.а.г}$ м	Потужність на холостий хід механізмів комбайну $N_{хх}$ кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу $N_{y,r}$ кВт с/кг	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонку 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 5.8 Технічні характеристики трактора (табл. І.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номинальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Робоча швидкість $V_{р}$, км/год	Тягове зусилля $P_{ТН}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюються після виконання пункту 2.2.

2.2.В Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 5.7;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 5.9.

Таблиця 5.9 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача					
Параметри					
$V_{р}$, км/год					
$P_{ТН}$, кН					
N_{Tmax} , кВт					

– з метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу (N_{Tmax}). Робоча швидкість ($V_{р}$) і номінальне тягове зусилля ($P_{ТН}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 5.8.

2.3.В Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{рV} = \frac{3,6 \left(N_{ен} - \frac{N_{хх}}{\eta_{ВВП}} \right)}{\frac{G_M(f_M + \sin\alpha)}{\eta_{тр.м}} + \frac{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y B_p H_{кк}}{10\eta_{ВВП}}}, \quad (5.26)$$

де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл.5.8);

$N_{хх}$ – потужність, яка втрачається на холостий хід механізмів тягово-привідного комбайнового агрегату, кВт (табл. 5.7);

N_y – питома потужність, яка еобхідна для подрібнення одиниці маси, скошеної за одиницю часу, кВт с/кг; (табл. 5.7);

$\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії ВВП; ($\eta_{ВВП} = 0,96$) [3];

f_m – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (табл. D.10);

$\eta_{тр.м}$ – ККД трансмісії тягово-привідної машини ($\eta_{тр.м} = 0,76..0,83$) [3];

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11).

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3];

$H_{кк}$ – урожайність маси кормової культури, т/га (із вихідних даних);

B_p – робоча ширина захвату причіпного тягово-привідного агрегату, м:

$$B_p = B_{к.а} \cdot \beta_B, \quad (5.27)$$

де $B_{к.а}$ – конструкційна ширина захвату основного робочого органу (*косарка*) комбайнового агрегату, м (табл. 5.7);

β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);

$G_{тр}$ – вага трактора, кН:

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (5.28)$$

де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 5.8);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 м/с^2$);

G_m – вага причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату, кН:

$$G_m = 10^{-3} M_{к.а} g, \quad (5.29)$$

де $M_{к.а}$ – маса комбайнового агрегату, кг (табл. 5.7).

2.4.В Обґрунтування вибору швидкості руху.

Для причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату швидкість руху приймаємо, порівнюючи значення розрахованої швидкості (V_{pN}) і робочої швидкості (V_p), раніше вибраної із тягової характеристики трактора (табл. 5.9, або 5,8).

Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

2.5.В Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату (для умов підйом), кН:

$$R_{т-пр} = \frac{3,6 N_{xx}}{V_p} + \frac{N_y B_p H_{кк}}{10 \eta_{ВВП}} + \frac{G_m (f_m + \sin \alpha)}{\eta_{тр.м}} \quad (5.30)$$

2.6.В Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінальної сили тяги

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{TH} \pm G_{тр} \sin \alpha} \quad (5.31)$$

(знак "–" в формулі відповідає руху на підйом).

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

2.7.В Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1.В Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*скошування маси комових культур; подрібнення маси*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_M(f_M + \sin \alpha)}{\eta_{тр.м}} + \frac{G_{тр}(f_M + \sin \alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y B_p H_{кк}}{10 \eta_{ВВП}} \right]. \quad (5.32)$$

2.7.2.В Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на повороті (V_{Π}) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\phi}^{\Pi} = N_{xx} + \frac{V_{\Pi}}{3,6} \left[\frac{G_M f_M}{\eta_{тр.м}} + \frac{G_{тр} f_{тр}}{\eta_{тр}} \right], \quad (5.33)$$

2.8.В Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції – N_{ϕ}^p*) та (*повороти – N_{ϕ}^{Π}*):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (5.34)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт. (табл. 5.8)

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі:

трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \text{--- км/год.}$

2.1.Д Обґрунтувати режим роботи САМОХІДНОГО комбайнового агрегату (скошування кормових культур з подрібненням листостеблової маси, та початків кукурудзи в стадії молочно-воскової стиглості).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного комбайну (табл. V.5).

Марка самохідного комбайну _____ (параметри занести в табл. 5.10)

Таблиця 5.10 Технічні характеристики і енергетичні параметри самохідного комбайнового агрегату (табл. V.5)

Назва і марка	Маса, $M_{с.к.}$, кг	Конструкційна ширина захвату жатки комбайну, $B_{с.к.}$, м	Ефективна номі- нальна потуж- ність двигуна комбайну $N_{ен}$, кВт	Потужність на хо- лостий хід меха- нізмів комбайну $N_{хх}$, кВт	Питома потуж- ність на обробі- ток одиниці маси за одиницю часу N_y , кВт с/кг
1	2	3	4	5	6

2.2.Д Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_{хх})}{\frac{G_a(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{N_y B_p H_{кк}}{10}}, \quad (5.35)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату, кВт (табл. 5.10);

$N_{хх}$ – потужність, що витрачається на холостий хід механізмів самохідного комбайну, кВт (табл. 5.10);

N_y – питомі витрати потужності на обробіток одиниці маси скошеної продукції за одиницю часу, кВт с/кг (табл. 5.10);

$\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії комбайнового агрегату; ($\eta_{тр.а} = 0,76...0,83$) [3];

f_a – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного агрегату (табл. D.11);

B_p – робоча ширина захвату жатки комбайну, м:

$$B_p = B_{c.к} \cdot \beta_B, \quad (5.36)$$

де $B_{c.к}$ – конструкційна ширина захвату жатки комбайну, м; (табл. 5.10);

β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);

$G_{c.к}$ – вага самохідного комбайну, кН:

$$G_a = 10^{-3} M_{c.к} g, \quad (5.37)$$

де $M_{c.к}$ – маса самохідного комбайну, кг (табл. 5.10);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

2.3.Д Обґрунтування вибору швидкості руху.

Розрахована швидкість (V_{pN}) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4). Якщо вона знаходиться поза межами інтервалу, то розрахунки необхідно уточнити.

2.4.Д Фактична потужність двигуна самохідного агрегату, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.4.1.Д Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання роботи (*скошування маси кормових культур з подрібненням*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\Phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_a (f_a + \sin \alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{N_y \cdot B_p \cdot H_{кк}}{10} \right]. \quad (5.38)$$

2.4.2.Д Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату при виконанні поворотів, приймаючи до уваги що $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на поворотах ($V_{п}$) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\Phi}^п = N_{xx} + \frac{V_{п}}{3,6} \left[\frac{G_a \cdot f_a}{\eta_{тр.а}} \right] \quad (5.39)$$

2.6.Д Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^P) та (*повороти* – N_{ϕ}^H):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{eH}} \quad (5.40)$$

Економічній роботі двигуна самохідного агрегату відповідають такі режими роботи, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків обґрунтовано швидкісний режим роботи самохідного комбайнового агрегату для заданих умов виконання технологічної операції: комбайн _____, із шириною захвату жатки $b_a = \text{__ м}$, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p = \text{__ км/год}$.

3 Підготовка агрегату до роботи

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці, обґрунтовано вибраного, агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, місця обкосів, прокосів, транспортних магістралей для вивантаження маси кормових культур і заміни причепів та показати прийнятий спосіб руху агрегату.

Великі по розмірам сінокосні ділянки розбивають на загінки прямокутної форми із співвідношенням сторін 1:5 і 1:8. Площа кожної окремої загінки повинна дорівнювати виробітку агрегату за світловий день. На кінцях загінок прокошують поворотні смуги, шириною дві-три ширини захвату збирального агрегату.

Поля для роботи силосозбиральних агрегатів розбивають на загінки, виконують обкоси ділянок і прокошують поворотні смуги, шириною 20м. Прокоси між ділянками по довжині гону виконують, починаючи із стикового міжряддя. Ширина прокосів 6...7м.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Способи руху при косовиці трав, збиранні кормових культур – гоновий човниковий (рис. V.1); для збирання кукурудзи на силос – гоновий з розширенням прокосів (рис. V.2), або круговий правоповоротний (рис. V.3).

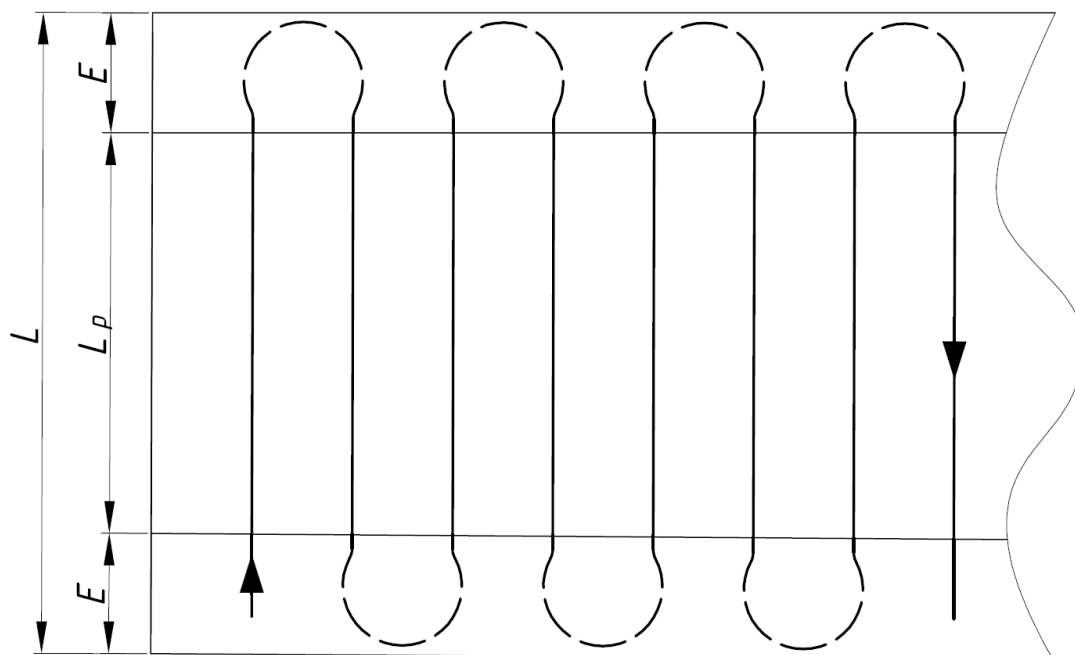


Рис. V.1 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом

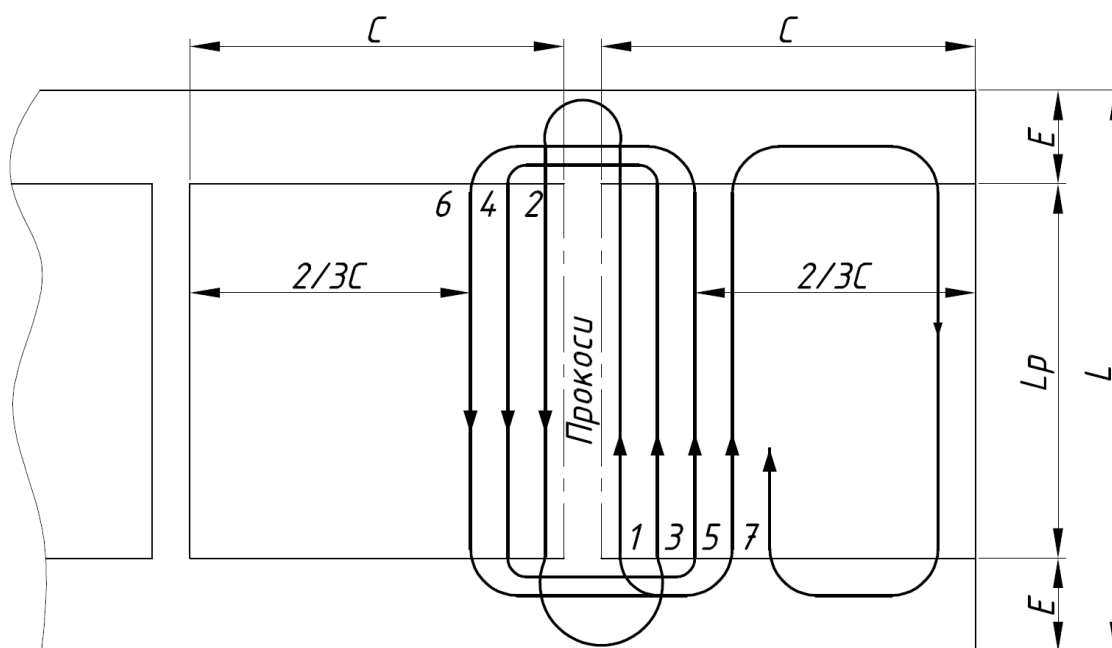


Рис. V.2 Схема руху агрегату гоновим способом із розширенням прокося

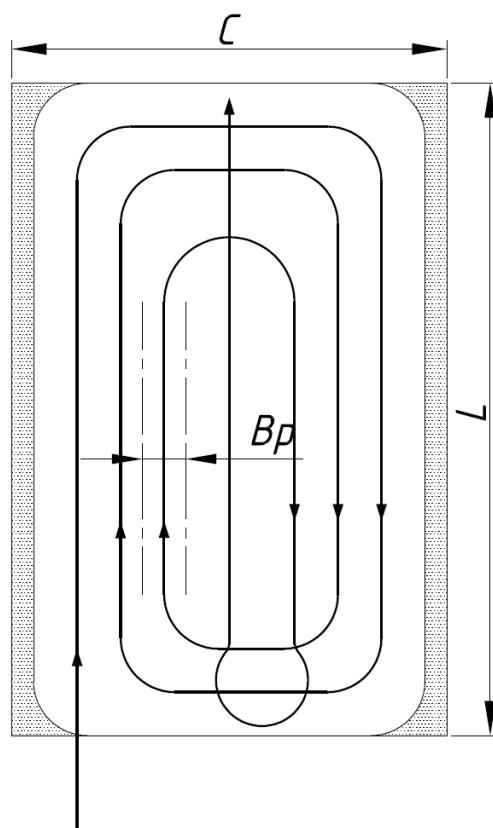


Рис. V.3 Схема руху агрегату круговим способом

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м). Вона визначається за допомогою схеми (рис. V.1 – V.3) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (5.41)$$

де L – довжина гону поля (із вихідних даних), м;

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

4.3.2 Раціональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату:

при збиранні трав – $E_p \approx (2 \dots 3)B_p$; для роботи силосозбиральних агрегатів – $E_p = 20$ м;

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_k \cdot \beta_B, \quad (5.42)$$

де β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);

B_k – конструкційна ширина захвату, м

- причіпної машини $B_k = b_m$ (табл. 5.3)
- тягово-привідної машини $B_k = b_m$ (табл. 5.6)
- тягово-привідного комбайнового агрегату $B_k = B_{к.а}$ (табл. 5.9)
- самохідного комбайнового агрегату $B_k = B_{с.к}$ (табл. 5.10) (5.43)

4.3.3 Розрахувати ширину загінки:

– при виконанні технологічної операції на загінках гоновим способом руху з розширенням прокосів:

$$C_\phi = \frac{10^4 \cdot (1,10 \dots 1,15) \cdot W_0 \cdot T_{р\text{д}}}{L}, \quad (5.44)$$

де C_ϕ – фактична ширина загінки (по продуктивності), м;

$T_{р\text{д}}$ – тривалість робочого дня, год; (табл. D.19);

W_0 – продуктивність за годину чистого робочого часу, га/год;

$$W_0 = 0,1 \cdot B_k \cdot V_T, \quad (5.45)$$

де V_T – теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2} \cdot \delta)}, \quad (5.46)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху довжина і ширина робочої ділянки повинні бути в такому співвідношенні:

$$C \approx \frac{L}{(5 \dots 8)} \quad (5.47)$$

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні технологічної операції на полі гоновим човниковим способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_{п} + 2e}, \quad (5.48)$$

– при виконанні технологічної операції на загінках гоновим способом руху з розширенням прокосів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C_\phi + 1,14r_{п} + 2e}, \quad (5.49)$$

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^d}, \quad (5.50)$$

де $\sum L_x^d$ – додаткові холості ходи (повороти), які необхідно виконувати при зменшенні ширини поля (ділянки) до величини $C \leq r_{\pi}$:

$$\sum L_x^d = (6r_{\pi} + 2e) \frac{2r_{\pi}}{B_p}, \quad (5.51)$$

де r_{π} – радіус повороту агрегату, м (можна прийняти $r_{\pi} \approx B_p$);
 e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (5.52)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

-для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;

-для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

– причіпного
$$l_a = l_{\text{тр}} + l_m, \quad (5.53)$$

– самохідного
$$l_a = l_{\text{са}}, \quad (5.54)$$

де $l_{\text{тр}}$, l_m , $l_{\text{са}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), причіпної (начіпної) машини (табл. V.1 – V.4), самохідного агрегату (табл. V.5), м.

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни

5.А Параметри режиму робочої зміни агрегату із ПРИЧІПНИМИ і ТЯГОВО-ПРИВІДНИМИ МАШИНАМИ

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_x + T_t + T_{\text{оп}} \quad (5.55)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_t – тривалість технологічного обслуговування агрегату (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.), год $T_t = (0,04 \dots 0,05)T_{\text{зм}}$

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$$

Сума складових елементів часу зміни ($T_p + T_x$) являє собою час руху при виконанні роботи ($T_{рух}$), а сума ($T_T + T_{оп}$) – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (5.56)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x

5.1.А Розрахувати тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год;

$$T_p = \tau_{рух}(T_{зм} - T_{зуп}) \quad (5.57)$$

5.2.А Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год;

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} \quad (5.58)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$ маємо

$$\tau_{рух} = \varphi, \quad (5.59)$$

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо

$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (5.60)$$

де –

$$k = \frac{V_{п}}{V_p} \quad (5.61)$$

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

5.3.А Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахуку коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (5.62)$$

5.Б Параметри технологічного циклу збирання кормових культур ТЯГОВО-ПРИВІДНИМИ і САМОХІДНИМИ КОМБАЙНОВИМИ агрегатами.

Складові часу технологічного циклу робіт, год:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}}, \quad (5.63)$$

- де $t_{\text{рц}}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (заповнення транспортного причепа скошеною, подрібненою масою);
 $t_{\text{хц}}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;
 $t_{\text{тц}}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт, год.

5.1.Б Розрахувати час заповнення транспортного причепа масою ($t_{\text{рц}}$), год:

$$t_{\text{рц}} = \frac{l_{\text{пр}}}{10^3 V_{\text{р}}}, \quad (5.64)$$

- де $l_{\text{пр}}$ – довжина шляху для заповнення транспортного причепа масою, м:

$$l_{\text{пр}} = \frac{10^4 U_{\text{пр}} \rho_{\text{м}} \psi_{\text{пр}}}{H_{\text{кк}} B_{\text{р}}}, \quad (5.65)$$

- де $U_{\text{пр}}$ – об'єм транспортного причепа, м³ (табл. XII.1);
 $\rho_{\text{м}}$ – об'ємна маса кормової культури, т/м³ (табл. D.17);
 $\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт використання об'єму транспортного причепа, ($\psi_{\text{пр}} = 0,8$);

5.2.Б Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (5.66)$$

- де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху.

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

при $V_{\text{р}} = V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (5.67)$$

а при $V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (5.68)$$

де –
$$k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}} \quad (5.69)$$

$V_{\text{п}}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

5.3.Б Тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню кормових культур, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{зт}}, \quad (5.70)$$

де $t_{\text{зт}}$ – тривалість заміни одного транспортного засобу із причепом, год (*можна прийняти* $t_{\text{зт}} = 0,02 \dots 0,03$ год).

5.В Параметри режиму робочої зміни при збиранні кормових культур ТЯГОВО-ПРИВІДНИМИ і САМОХІДНИМИ КОМБАЙНОВИМИ агрегатами.

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (5.71)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

$T_{\text{р}}$ – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_{\text{х}}$ – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

$T_{\text{т}}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10)T_{\text{зм}}$$

5.1.В Розрахувати тривалість чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год;

$$T_{\text{р}} = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (5.72)$$

5.2.В Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год;

$$T_{\text{х}} = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (5.73)$$

5.3.В Розрахувати час на технологічне обслуговування ($T_{\text{т}}$) агрегату при збиранні кормових культур розділяють на циклове ($T_{\text{тц}}$) (*заміна транспортного засобу із причепом*) і позациклове ($T_{\text{тпц}}$) (*контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.*), год:

$$T_{\text{т}} = T_{\text{тц}} + T_{\text{тпц}} \quad (5.74)$$

Час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{\text{тпц}} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{\text{зм}}, \quad (5.75)$$

Час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни, год:

$$T_{\text{тц}} = t_{\text{тц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (5.76)$$

де $n_{\text{ц}}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{ЗМ}} - (T_{\text{Т.ПЗ}} + T_{\text{ОП}})}{t_{\text{ц}}} \quad (5.77)$$

(Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа)

5.4.В Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{\text{ЗМ}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{ЗМ}}} \quad (5.78)$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом при збиранні кормових культур:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{Г.КК}} = 0,1B_{\text{р}}V_{\text{р}}\tau_{\text{ЗМ}} \quad (5.79)$$

– за зміну, га:

$$W_{\text{ЗМ}} = W_{\text{Г.КК}} T_{\text{ЗМ}} \quad (5.80)$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

7.1 Розрахувати витрати пального тягово-привідним агрегатом на одиницю обсягу роботи, кг/га:

– тягово-привідного агрегату

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{Тр}}T_{\text{р}} + G_{\text{Тх}}T_{\text{х}} + G_{\text{Тз}}T_{\text{зуп}}}{T_{\text{ЗМ}}W_{\text{Г.ТМ}}} \quad (5.81)$$

де $G_{\text{Тр}}$, $G_{\text{Тх}}$, $G_{\text{Тз}}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{Т}} + T_{\text{ОП}}, \quad (5.82)$$

– самохідного агрегату

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3}N_{\text{ен}}g_{\text{ен}}}{W_{\text{Г.ТМ}}}, \quad (5.83)$$

де $g_{\text{ен}}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год (табл. V.5);

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$З_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{Г.КК}}}, \quad (5.84)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (*витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи*), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (5.85)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

8 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

Для забезпечення системної цілісності збирально-транспортного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{г.кк}} n_{\text{а.кк}} = \frac{W_{\text{г.тз}} n_{\text{тз}}}{H_{\text{кк}}}, \quad (5.86)$$

де $W_{\text{г.кк}}$ – продуктивність агрегатів для збирання кормових культур, га/год;
 $n_{\text{а.кк}}$ – кількість агрегатів для збирання кормових культур, шт. (для розрахунку приймаємо $n_{\text{а.кк}} = 1 \text{ шт}$);
 $W_{\text{г.тз}}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення скошеної маси кормових культур, т/год;
 $n_{\text{тз}}$ – кількість транспортних засобів для відвезення скошеної маси кормових культур, шт;
 $H_{\text{кк}}$ – урожайність маси кормових культур, т/га

8.1 Розрахувати продуктивність ($W_{\text{г.тз}}$) транспортного засобу для відвезення скошеної маси кормових культур, т/год:

$$W_{\text{г.тз}} = \frac{M_{\text{в}}}{t_{\text{об.тз}}}, \quad (5.87)$$

де $M_{\text{в}}$ – маса вантажу (насіння) в транспортному засобі, т;
 $t_{\text{об.тз}}$ – час обороту транспортного засобу, год.

8.1.1 Розрахувати масу вантажу ($M_{\text{в}}$) в транспортному засобі, т:

$$M_{\text{в}} = U_{\text{к}} \rho_{\text{к}} \psi_{\text{к}}, \quad (5.88)$$

де $U_{\text{к}}$ – об'єм кузова транспортного засобу, м^3 (табл. XII.1, XII.2);

ρ_k – об'ємна маса кормових культур, т/м³ (табл. D.17);

ψ_k – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_k = 0,8$).

8.1.2 Розрахувати час обороту ($t_{об.тз}$) транспортного засобу, год;

$$t_{об.тз} = t_{зав} + \frac{S_3}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_M}{V_{рх}} \quad (5.89)$$

де $t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу масою, год; ($t_{зав} = t_{рц}$)

S_3 – відстань перевезення скошеної маси кормових культур, км;

$V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);

$V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (для кузова-самоскида приймаємо $t_{роз} = 0,06$ год.).

8.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для відвезення подрібненої маси кормових культур:

$$n_{тз} = \frac{W_{г.кк}}{W_{г.тз}} H_{кк} n_{а.кк} \quad (5.90)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню кормових культур ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових ($\tau_{рух} = _$, $\tau_{зм} = _$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом: за годину змінного часу ($W_{г} = _$, га/год); за зміну ($W_{зм} = _$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = _$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{п} = _$, люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = _$, Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання кормових культур.

Таблиця V.1 Граблі причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
1,4	LINER 780	1435	6,8...7,6	7,5	валкоутворювачі	46000
1,4	LINER 1550	1690	6,8	7,5	валкоутворювачі	52000
1,4	LINER 1550 Twin	1775	6,8...7,6	7,5	валкоутворювачі	63000
0,9; 1,4	TA 750	350	3,40	6,2	валкоутворювачі роторні	29000
0,9; 1,4	EA 751	400	3,80	6,2	валкоутворювачі роторні	31000
0,9; 1,4	TA 752	680	4,50	6,2	валкоутворювачі роторні	33000
1,4	TA 753C	1600	6,9...7,5	7,5	валкоутворювачі роторні	38000
1,4	TA 753S	1750	6,90	7,5	валкоутворювачі роторні	39500
1,4	ГВ-2	224	при згрібанні 3,4	5,7	граблі-ворушилки	16000
			при ворущінні 3,1	5,7		17000

Таблиця V.2 Преспідбирачі причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Особливості конструкції	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4	ПРФ-110	1700	1,45	3,8	15...17	рулонний	165000
1,4	ПРФ-145	1900	1,45	3,9	15...17	рулонний	176000
1,4; 2,0	ПРФ-180	2400	1,65	4,1	15...17	рулонний	181000
1,4	WESTERN 1211	1550	1,6	4,0	15...17	рулонний	185600
1,4	NEW IDEA СЕРІЇ 4844	1379	1,5	3,8	15...17	рулонний	168000
0,9; 1,4	NEW IDEA СЕРІЇ 4845	1488	1,8	3,8	15...17	рулонний	176000
0,9; 1,4	NEW IDEA СЕРІЇ 4854	1605	1,5	4,0	15...17	рулонний	189000
0,9; 1,4	NEW IDEA СЕРІЇ 4855	1764	1,8	4,0	15...17	рулонний	195000
0,9; 1,4	NEW IDEA СЕРІЇ 4865	1932	1,8	4,4	15...17	рулонний	198000
1,4	Rollant 66	2095	1,6	3,5	16...18	рулонний	210000
1,4	Rollant 46 RC	2382	1,8	3,5	16...18	рулонний	221000
1,4	Rollant 46	1910	2,0	3,5	15...17	рулонний	205000
1,4	ПТ-165	1500	1,65	5,2	15...17	пакувальний	194000
3,0	NEW HOLLAND D 1010/ D 1010 Silage	5880	1,8	7,0	25...27	пакувальний	289000
3,0	NEW HOLLAND D 1210	6760	1,8	7,0	30...35	пакувальний	265000
2,0; 3,0	QUADRANT 1200RC	7000	2,1	6,4	35...40	пакувальний	298000
2,0; 3,0	QUADRANT 1150RC	4300	2,1	6,4	25...27	пакувальний	232000
(II)	MASSEY FERGUSON 185MB	5180	2,0	8,5	30...35	пакувальний	246000
(III)	MASSEY FERGUSON 190LB	8440	2,5	8,9	37...40	пакувальний	352000

Таблиця V.3 Косарки начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Особливості конструкції	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4	КРВ-2,15	400	2,15	1,1	роторна	9...11	48000
0,9; 1,4	КРБ-2,1	550	2,1	1,2	роторна	9...11	36000
0,9; 1,4	КН-2,1	510	2,1	1,6	роторна	8...10	32000
0,9; 1,4	КРТ-2.1	560	2,1	1,2	роторна	8...10	31000
1,4	КН-1,8	230	1,8	1,0	роторна	7...9	27000
1,4	КПН-2,1	250	2,1	1,0	пальцева	8...10	21000
0,9; 1,4	КПО-2,1	256	2,1	0,9	пальцева	8...10	12600
2,0...4,0; (III)	FC 813 (3-х секційна)	2650	8,1	8,5	пальцева	18...20	186000
2,0...4,0; (III)	FC 813R (3-х секційна)	2835	8,1	8,5	пальцева	18...20	192000
2,0...4,0; (III)	FC 883 (3-х секційна)	2840	8,8	8,5	пальцева	20...23	195000

Таблиця V.4 Комбайнові агрегати причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Варіанти комплектування	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Потужність на холодний хід механізмів комбайну, кВт	Питома потужність на обробку одиниці маси за одиницю часу, кВт с/кг	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,4	КПИ-Ф-2,4А	із підбирачем	3800* (435)**	2,0	5,5	10...12	5...7	229000
1,4		із жаткою для трав	3800* (685)**	2,4	5,5	10...12	5...7	
1,4; 2,0; 3,0		із жаткою для кукурудзи	3800* (940)**	1,8	5,5	10...12	5...7	
1,4	КРП-2,0 «РОСЬ-2»	Із жаткою для трав	1250	2,0	4,6	10...12	5...7	76000
2,0; 3,0	КДП 3000 "ПОЛЕСЬЕ"	подрібнювач	3150	2,5	6,0	14...18	8...10	310000
		із жаткою для грубостеблових культур	1250	3,0				
		підбирач	700	2,0				
		із жаткою для трав	1250	3,0				

Примітки: * – Маса комбайну

** – Маса жатки

Таблиця V.5 Комбайни кормозбиральні, самохідні

Марка	Потужність двигуна, кВт (к.с).	Потужність на холостий хід комбайну, кВт	Питома потужність на обробток одиниці маси за кВт с/кг	Питома витрати палива, г/кВт год	Варіанти комплектування	Маса, кг	Конструктивна			Балансова вартість машини, грн
							ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
КЗК-4,2	162 (220)	16...18	8...10	230	жатка для збирання трав ЖТФ-4,2	5800* (1100)**	4,2	5,2	386000	
КСК-600 «ПОЛЕСЬЕ»	172 (235)	16...18	8...10	230	роторна жатка для збирання кукурудзи ЖКЕ-3,0	7800* (960)**	3,0	6,4	421000	
		10...13	7...9		7800* (1100)**	4,2				
		10...13	7...9		7800* (870)**	2,2				
JAGUAR 830	254 (345)	36...40	17...19	220	підбирач валків ПТФ-2,2	10390* (1510)**	4,2	5,92	1160000	
JAGUAR 850	303 (412)	38...42	15...19	220		10390* (1510)**	4,2	5,92	1560000	
JAGUAR 870	334 (453)	38...42	15...19	220		10390* (1510)**	4,2	5,92	1780000	
JAGUAR 890	374 (507)	42...48	15...19	220		11560* (1510)**	4,2	5,92	2010000	
MARAL 190***	188 (260)	18...20	9...11	220		6430* (1050)**	3,0;	5,00	320000	
MARAL 125***	125 (170)	14...16	5...7	230		5265 (1050)**	3,0	5,0	230000	
К-Г-6 «Полессе FH40»	265 к.с.	18...20	9...11	225	жатка для збирання трав ЖТФ-4,2	5535* (1100)**	4,2	3,2	526000	
		18...20	9...11		роторна жатка для збирання кукурудзи ЖКЕ-3,0	5535* (960)**	3,0	3,8		
		18...20	9...11		підбирач валків ПТФ-2,2	5535* (870)**	1,85	2,8		

Примітки.* – Маса комбайну, ** – Маса жатки

VI Організація збирання зернових, зернобобових, соняшнику, ріпаку

Вихідні дані:

- С.-г. культура
Спосіб збирання: – зерна (роздільний із підбором валків, пряме комбайнування);
– соломи (подрібнення із розкиданням по полю)
Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти землекористування реального господарства)
Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)
Рельєф поля, град (α°)
Урожайність зерна, т/га (H_z)
“Соломистість” (δ_c)
Вологість рослинної маси, % (ω_{pm})
Засміченість рослинної маси, % (Z_{pm})
Полеглість рослинної маси, % (Π_{pm})
Відстань перевезення, км:
– зерна (S_z)
– соломи (згідно з технологією збирання) (S_c)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити способи збирання, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Способи збирання зернових культур:

- роздільний із підбором валків;
- пряме комбайнування.

Способом збирання зернобобових і круп'яних культур являється – *роздільний із підбором валків або пряме комбайнування*. Агротехнічні вимоги до збирання зернових і зернобобових культур, соняшнику, ріпаку:

- 1) збирання зернових роздільним способом починають у фазі воскової стиглості зерна, а при прямому комбайнуванні – при повній стиглості;
- 2) скошування зернобобових культур роздільним способом починають при дозріванні зерен у середній і нижній частинах рослини, а круп'яних – при дозріванні 60...70% зерен;
- 3) напрямок руху агрегату при скошуванні зернових культур повинен співпадати з напрямком виконання оранки;

4) контроль якості виконання робіт по збиранню зернових культур (втрати в колосках, в зерні, пошкодження зерен) виконують як в процесі роботи так і в кінці кожної зміни;

5) збирання соняшнику починають при 70...80% бурих, 20...30% сухих і одиничних напівсухих корзинках;

6) при розбивці загінок на ділянки для збирання соняшнику необхідно враховувати напрямок нахилу основної маси корзиночок; найменші втрати виникають при проходах комбайну назустріч нахилу корзиночок;

7) основні втрати зерна соняшнику виникають за рахунок незрізаних та повалених рослин при поворотах агрегату, тому-то бажано не допускати роботи комбайну «вкругову».

8) в табл. VI.3 «Жатки для прямого комбайнування зернозбиральними комбайнами» надані технічні характеристики:

- жаток ***, які застосовуються для збирання кукурудзи;
- жаток ****, які застосовуються для збирання соняшнику;
- додатковий пристрій (ПЗП-6-01ДА), який застосовується із зерною жаткою ЖЗС-6, ЖЗС-7 для збирання соняшнику;
- додатковий пристрій (ПЗР-6-02), який застосовується із зерною жаткою ЖЗС-6 для збирання ріпаку.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.

2.1 У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. VI.1) і трактора (табл. I.1), який її агрегує, чи самохідного комбайну (табл. VI.2).

Для скошування зернових у валки вибираємо жатку (табл. VI.1) і заносимо необхідні дані в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 Технічні характеристики жатки

Марка	Маса $M_{жл}$ кг	Ширина захвату $b_{жл}$ м	Агрегується трактором (марка, клас тяги)
1	2	3	4

При скошуванні рослинної маси жатка утворює валок, параметри якого визначаються в залежності від урожайності всієї рослинної маси і ширини захвату жатки.

$$q_v = 0,1b_{жл}H_3(1 + \delta_c), \quad (6.1)$$

де q_B – маса погонного метра валка, кг/м;
 $b_{ж}$ – ширина захвату жатки, м;
 H_3 – урожайність основної продукції (зерна), т/га;
 δ_c – “соломистість” – відношення маси додаткової продукції (солома) до маси основної продукції (зерно).

Для підбору валків вибираємо комбайн (табл. VI.2) із підбирачем. Для прямого комбайнування вибираємо комбайн (табл. VI.2) із жаткою (табл. VI.3).

Необхідні для розрахунків параметри комбайну заносимо в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайну

Марка	Маса $M_{с.к\ell}$ кг	Пропускна здатність молотарки комбайну, q , кг/с	Ефективна номінальна потужність двигуна комбайну, $N_{енг}$, кВт	Потужність на холостий хід механізмів комбайну, $N_{хх}$, кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу N_{y} , кВт/кг	Об'єм бункера комбайну, U_6 , м ³
1	2	3	4	5	6	7

Технічні характеристики жатки, яка необхідна для виконання збиральних робіт конкретної с.-г. культури, заносимо в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 Технічні характеристики жатки (табл. VI.3)

Марка комбайну	Жатка			
	Марка	Маса $M_{ж\ell}$ кг	Конструкційна ширина захвату $B_{ж\ell}$ м ($m \times n_{ряд}$)	Кінематична довжина, м
1	2	3	4	5

2.2 Обґрунтувати режим роботи самохідного агрегату.

2.2.1 Розрахувати максимальну агротехнічно-допустиму швидкість руху агрегату, яка обумовлена фактичною пропускною здатністю основного робочого органу (молотарки), км/год:

– при прямому комбайнуванні

$$V_{pq} = \frac{3,6q_{\phi}}{q_B}, \quad (6.2)$$

– для роздільного способу збирання

$$V_{pq} = \frac{3,6q_{\phi}}{K_B q_B}, \quad (6.3)$$

де K_B – коефіцієнт, що враховує зменшення вологості валка при його просушуванні ($K_B = 0,78 \dots 0,85$);

q_ϕ – пропускна здатність молотарки комбайну (фактичне її значення), кг/с.

На фактичне значення пропускної здатності (q_ϕ) впливають такі фактори: солоність (δ_c), вологість (ω_{pm}), засміченість ($З_{pm}$) і полеглість рослинної маси (Π_{pm})

Вплив солоності, вологості і засміченості бур'янами на фактичне значення пропускної здатності молотарки комбайну оцінюється коефіцієнтом $K_{\delta\omega}$:

$$q_{\phi 1} = q K_{\delta\omega}, \quad (6.4)$$

де q – пропускна здатність молотарки комбайна для нормальних умов збирання, кг/с. (табл. 6.2);

$K_{\delta\omega}$ – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує вплив солоності, вологості і засміченості бур'янами:

$$K_{\delta\omega} = (1,5 - 0,3\delta_c) - (0,948 - 0,195\delta_c) \cdot 5 \cdot \left(\frac{\omega - 20}{100}\right) - [0,48 - (\delta_c - 1) \cdot 0,32] \cdot 2 \cdot \frac{З_c}{100} \quad (6.5)$$

Вплив полеглості рослинної маси (Π_{pm}) оцінюється коефіцієнтом K_Π :

$$q_{\phi 2} = q K_\Pi, \quad (6.6)$$

де K_Π – коефіцієнт, що враховує полеглість рослинної маси:

$$K_\Pi = 1,02 - 0,65 \cdot \frac{\Pi_{pm}}{100} \quad (6.7)$$

Якщо хлібостій і полеглий і вологий і засмічений (*із вихідних даних*), то визначають значення обох коефіцієнтів ($K_{\delta\omega}$ і K_Π) і по меншому з них розраховують фактичну пропускну здатність (q_ϕ) молотарки комбайна.

2.2.2 Розрахувати максимальну технічно-можливу швидкість агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_{xx})}{\frac{G_{ea}(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тp.a}} + \frac{N_y B_p H}{10}}, \quad (6.8)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна комбайна, кВт (табл. 6.2);

N_{xx} – потужність, яка втрачається на холостий хід механізмів комбайну, кВт (табл. 6.2);

N_y – питомі витрати потужності на обробіток одиниці маси скошеної (підібраної) продукції за одиницю часу, кВт с/кг; (табл. 6.2);

f_a – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного комбайнового агрегату (табл. D.11);

$\eta_{тp.a}$ – ККД трансмісії самохідного комбайнового агрегату ($\eta_{тp.a} = 0,76 \dots 0,83$ із урахуванням ККД клинопасової передачі) [3];

B_p – робоча ширина захвату жатки комбайну, м;

$$B_p = B_{ж} \cdot \beta_B, \quad (6.9)$$

де $B_{ж}$ – конструкційна ширина захвату жатки, м (табл. 6.2; 6.3)

β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату (табл. D.12);

G_{ea} – експлуатаційна вага самохідного комбайнового агрегату, кН:

$$G_{ea} = G_{c.k} + U_6 \rho_z \psi_6 g, \quad (6.10)$$

де U_6 – об'єм бункера комбайну, м³ (табл. 6.2);

ρ_z – об'ємна маса зерна, т/м³ (табл. D.17);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

ψ_6 – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_6 = 0,8$);

$G_{c.k}$ – конструкційна вага самохідного комбайну, кН:

$$G_{c.k} = 10^{-3} M_{c.k} g, \quad (6.11)$$

$M_{c.k}$ – маса самохідного комбайну, кг (табл. 6.2)

H – урожайність загальної маси культури з урахуванням основної і додаткової продукції, т/га:

$$H = H_3 (1 + \delta_c). \quad (6.12)$$

2.3 Обґрунтований вибір швидкості руху.

Порівнюючи значення розрахованих швидкостей (V_{pq} і V_{pN}) приймаємо для подальших розрахунків швидкість руху комбайну, яка має менше чисельне значення і позначаємо її – (V_p).

Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

Довідка: Якісне виконання технологічної операції збирання зернових культур в повній мірі залежить від режиму роботи агрегату. В таблицях D.23 і D.24 наведені рекомендовані робочі швидкості для узгодження.

2.4 Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.4.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями комбайну в процесі виконання роботи (*збирання маси с.-г. культур*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\Phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_{ea}(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тp.a}} + \frac{N_y B_p H_3 (1 + \delta_c)}{10} \right]. \quad (6.13)$$

2.4.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями комбайну при виконанні поворотів агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на поворотах (V_{Π}) вибирають, враховуючи умови повороту, кВт:

$$N_{\Phi}^{\Pi} = N_{xx} + \frac{V_{\Pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{ea} f_a}{\eta_{тp.a}}. \quad (6.14)$$

2.5 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для значених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції N_{Φ}^p*) та (*повороти – N_{Φ}^{Π}*):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{ен}}. \quad (6.15)$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи (*збирання маси с.-г. культур*) використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі:

– при роздільному способі збирання

трактор _____, жниварка _____, із шириною захвату $B_{ж} = \underline{\hspace{1cm}}$ і комбайн _____, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$.

– при прямому комбайнуванні

комбайн _____, із шириною захвату жатки $B_{к} = \underline{\hspace{1cm}}$, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$.

3 Підготовка агрегату до роботи.

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи.

4.1 Привести схему поля, розбити її на загінки, позначити поворотні смуги, місця обкосів, прокосів, та показати прийнятий спосіб руху агрегату і схему транспортних магістралей відвезення зерна.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Способи руху агрегатів при скошуванні зернових культур вибирають з урахуванням розміру та конфігурації поля, прийнятого напрямку руху, технічних параметрів агрегату і вимог до формування валка (одинарний, здвоєний). Напрямок руху жаток при скошуванні зернових у валки повинен співпадати із напрямком оранки.

4.2.1 Способи руху жаток:

– при довжині гону менше 500 м – круговий по годинниковій стрілці (рис. VI.2).
Схема прокосів та обкосів представлена на рис. VI.1. Прокоси виконують самохідним комбайном, а обкоси – причіпною жаткою.

– при довжині гону більше 500 м – гоновий врозгін по годинниковій стрілці (рис. VI.4);
Схема прокосів та обкосів представлена на рис. VI.3. Прокоси і обкоси виконують начіпною фронтальною жаткою, а скошування масиву загінок у валки – причіпною жаткою.

– комбінований з розширенням прокосів (рис. VI.5);

– човниковий – для фронтальних агрегатів (рис. VI.6).

4.2.2 Способи руху комбайнів на підборі валків: – комбайн рухається по сліду жатки.

4.2.3 Способи руху агрегатів при прямому комбайнуванні:

– при довжині гону менше 500 м – круговий по годинниковій стрілці (рис. VI.2);

– при довжині гону більше 500 м – круговий по годинниковій стрілці (рис. VI.2), або гоновий врозгін по годинниковій стрілці (рис. VI.4).

Збирання соняшнику рекомендується виконувати згінковим способом руху. Робота «вкругову» допускається тільки на невеликих ділянках квадратної або неправильної конфігурації.

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м) Вона визначається за допомогою схеми (рис. VI.4 – VI.5) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (6.16)$$

де L – довжина гону поля (із вихідних даних), м;

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м.

4.3.2 Поворотну смугу (її ширину E_p) утворюють двома проходами (прокосами) жатки при скошуванні зернових у валки ($E_p \approx 2B_{ж} = 2B_p$).

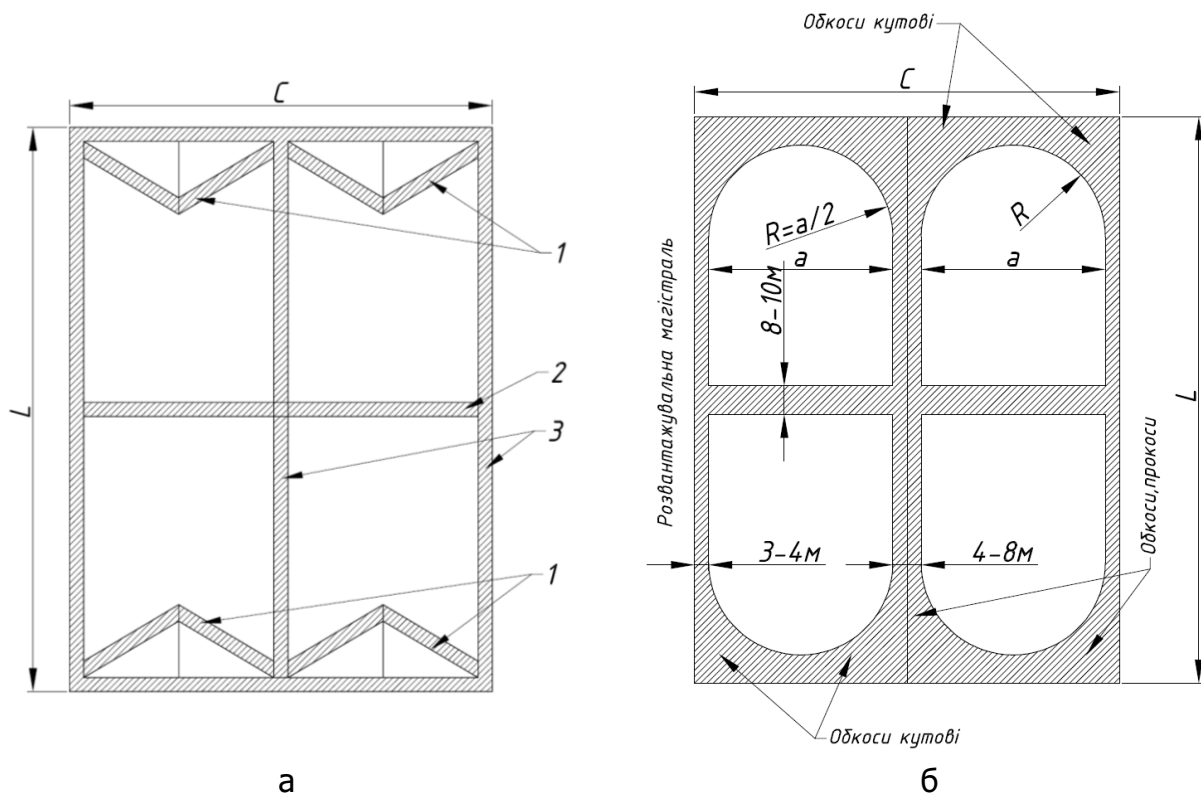


Рис. VI.1 Схема прокосів та обкосів:

а) прокоси та обкоси, виконані самохідним комбайном (1 – кутові прокоси шириною 12...16 м, 2 – розвантажувальна магістраль шириною 8...10 м; 3 – обкоси, прокоси шириною 4...8 м); б) прокоси та обкоси, виконані жаткою.

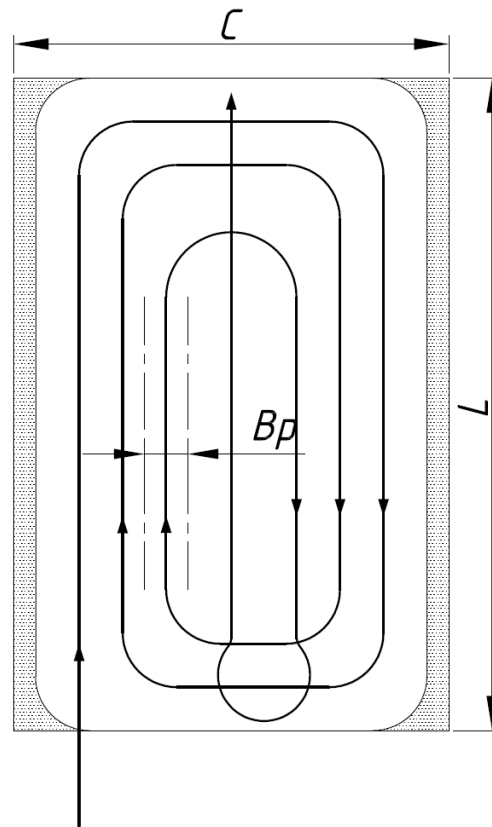


Рис. VI.2 Схема руху агрегату круговим способом

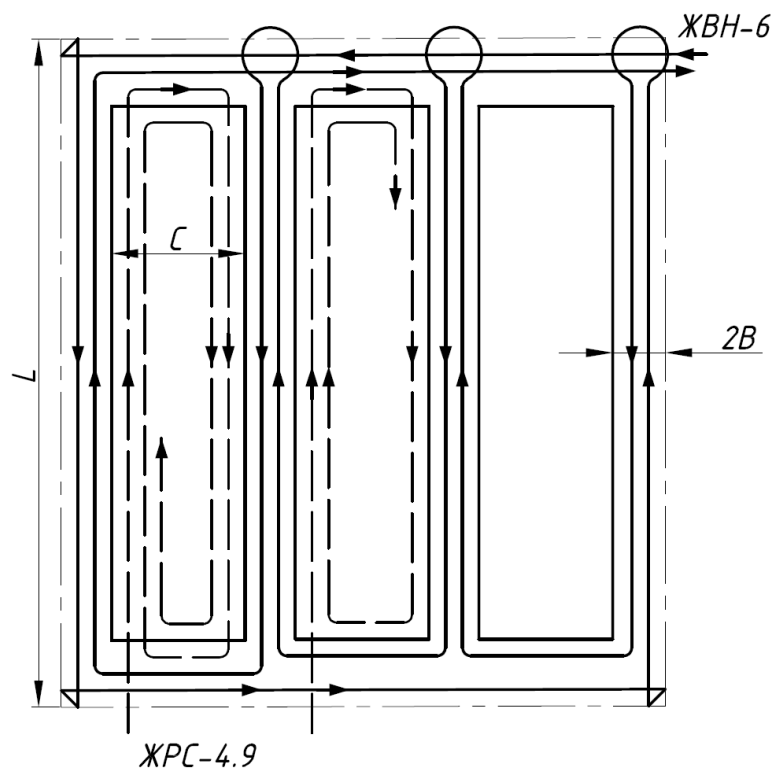


Рис. VI.3 Схема обкосів поля фронтальною жаткою ЖВН-6А із подальшим скошуванням загінок причіпними жатками

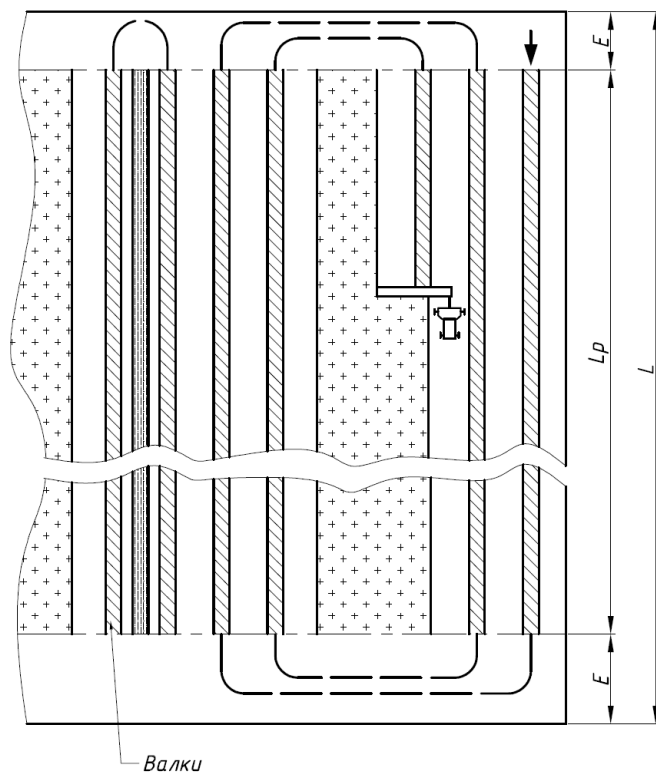


Рис. VI.4 Схема руху агрегату на загінці гоновим правоповоротним способом

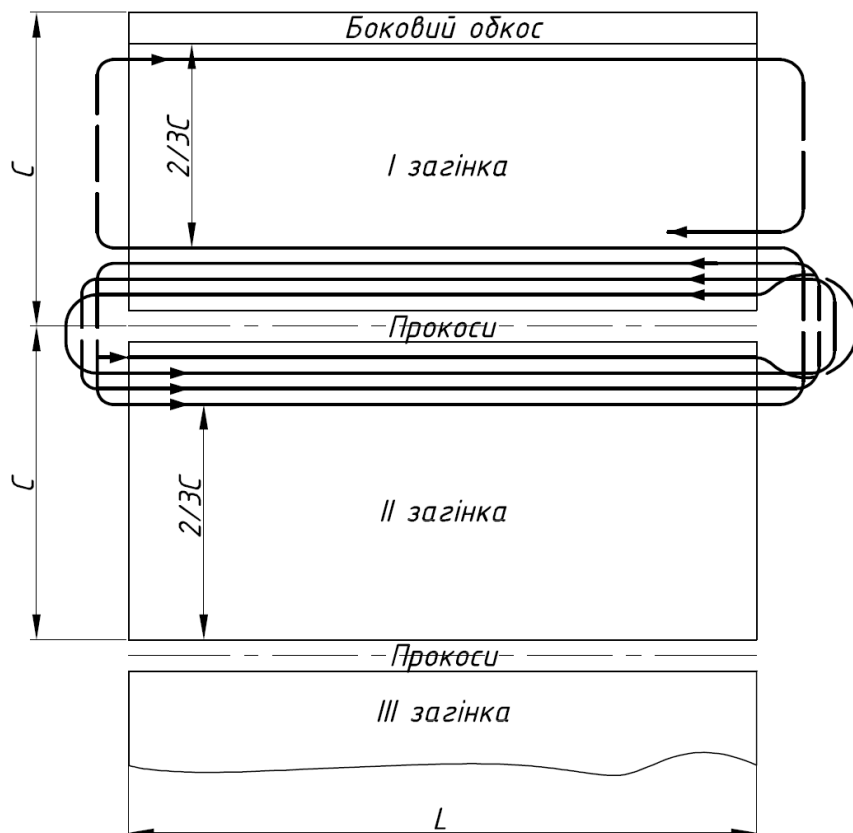


Рис. VI.5 Схема руху агрегату гоновим комбінованим способом з розширенням прокосів

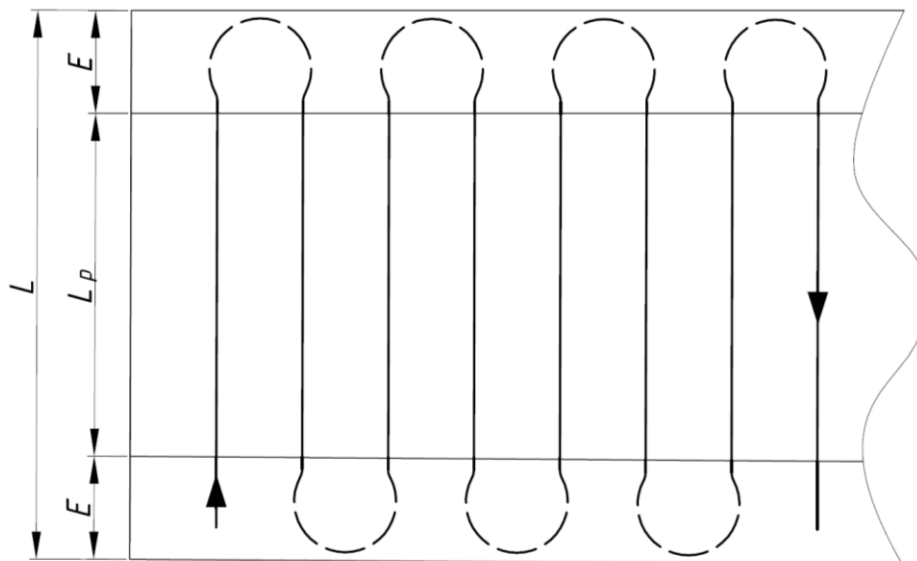


Рис. VI.6 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом

4.3.3 Розрахувати ширину заїмки (оптимальне її значення):

– при виконанні технологічної операції на заїмках гоновим способом руху врозгін по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами:

$$C_o = \sqrt{3B_p L_p} \quad (6.17)$$

– при виконанні технологічної операції на заїмках гоновим способом руху з розширенням прокосів:

$$C_\phi = \frac{10^4 (1,10 \dots 1,15) W_o T_{рд}}{L}, \quad (6.18)$$

де C_ϕ – фактична ширина заїмки (по продуктивності), м;

$T_{рд}$ – тривалість робочого дня, год; (табл. D.19);

W_o – продуктивність за годину чистого робочого часу, га/год:

$$W_o = 0,1 B_{ж} V_T, \quad (6.19)$$

де $B_{ж}$ – конструкційна ширина захвату жатки комбайну, м (табл. 6.3);

V_T – теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2} \delta)}, \quad (6.20)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху довжина і ширина робочої ділянки повинні бути в такому співвідношенні:

$$C \approx \frac{L}{(5 \dots 8)}. \quad (6.21)$$

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні технологічної операції на полі гоном човниковим способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_{\Pi} + 2e} \quad (6.22)$$

– при виконанні технологічної операції на загінках гоном способом руху врозгін по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\Pi} + 2e + \frac{3L_p C_p}{4r_{\Pi}}}, \quad (6.23)$$

– при виконанні технологічної операції на загінках гоном способом руху з розширенням прокосів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C_{\Phi} + 1,14r_{\Pi} + 2e}, \quad (6.24)$$

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^A}, \quad (6.25)$$

де $\sum L_x^A$ – додаткові холості ходи (повороти), які необхідно виконувати при зменшенні ширини поля (ділянки) до величини $C \leq r_{\Pi}$:

$$\sum L_x^A = (6r_{\Pi} + 2e) \frac{2r_{\Pi}}{B_p}, \quad (6.26)$$

де r_{Π} – радіус повороту агрегату, м (можна прийняти $r_{\Pi} \approx B_p$);

e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (6.27)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

-для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;

-для начіпних агрегатів $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$\text{– причіпного} \quad l_a = l_{\text{тп}} + l_m, \quad (6.28)$$

$$\text{– самохідного} \quad l_a = l_{\text{са}}, \quad (6.29)$$

де $l_{\text{тп}}$, l_m , $l_{\text{са}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), причіпної (начіпної) машини (табл. VI.1), самохідного агрегату (табл. VI.2), м.

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу збирання зернових самохідним комбайновим агрегатом (пряме комбайнування та підбирання валків).

5.1 Складові часу технологічного циклу робіт по збиранню зернових культур, год:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}}, \quad (6.30)$$

де $t_{\text{рц}}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (заповнення бункера комбайна зерном);

$t_{\text{хц}}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;

$t_{\text{тц}}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт по збиранню зернових, год.

5.1.1 Розрахувати тривалість заповнення бункера комбайна зерном ($t_{\text{рц}}$), год:

$$t_{\text{рц}} = \frac{l_3}{10^3 V_p}, \quad (6.31)$$

де l_3 – довжина шляху для заповнення бункера комбайна зерном, м:

$$l_3 = \frac{10^4 U_6 \rho_3 \psi_6}{H_3 B_p}, \quad (6.32)$$

5.1.2 Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (6.33)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху;

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

$$\text{при } V_p = V_{\text{п}} \text{ маємо} \quad \tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (6.34)$$

$$\text{а при } V_p \neq V_{\text{п}} \text{ маємо} \quad \tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (6.35)$$

$$\text{де } k = \frac{V_{\Pi}}{V_p} \quad (6.36)$$

V_{Π} – швидкість руху при виконанні поворотів приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху, км/год.

5.1.3 Розрахувати тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню зернових, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{вб}}, \quad (6.37)$$

де $t_{\text{вб}}$ – тривалість одного вивантаження зерна із бункера комбайна, год (для розрахунків приймаємо $t_{\text{вб}} = (0,03 \dots 0,05)$ год).

6 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_x + T_T + T_{\text{оп}} \quad (6.38)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10) T_{\text{зм}}$$

6.1 Розрахувати час на виконання чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (6.39)$$

6.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (6.40)$$

6.3 Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при збиранні зернових, год:

$$T_T = T_{\text{тц}} + T_{\text{т.пц}}, \quad (6.41)$$

де $T_{\text{т.пц}}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.):

$$T_{\text{т.пц}} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{\text{зм}}, \quad (6.42)$$

$T_{\text{тц}}$ – час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни, год
(вивантаження зерна із бункера комбайна):

$$T_{\text{тц}} = t_{\text{тц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (6.43)$$

де $n_{\text{ц}}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - (T_{\text{т.пз}} + T_{\text{оп}})}{t_{\text{ц}}} \quad (6.44)$$

(Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа)

6.4 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{зм}}} \quad (6.45)$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні зернових культур:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{г.з}} = 0,1 B_{\text{р}} V_{\text{р}} \tau_{\text{зм}}, \quad (6.46)$$

– за зміну, га:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{г.з}} T_{\text{зм}} \quad (6.47)$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

8.1 Розрахувати витрати пального на на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.з}}} \quad (6.48)$$

де $g_{\text{ен}}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год (табл. VI.2);

8.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.з}}}, \quad (6.49)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

8.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (6.50)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

9 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

Для забезпечення системної цілісності збирально-транспортного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{г.з}} n_{\text{а.з}} = \frac{W_{\text{г.тз}} n_{\text{тз}}}{H_{\text{з}}}, \quad (6.51)$$

де $W_{\text{г.з}}$ – продуктивність агрегатів на збиранні зернових культур, га/год;
 $n_{\text{а.з}}$ – кількість агрегатів для збирання зернових культур, шт. ($n_{\text{а.з}} = 1 \text{ шт}$);
 $W_{\text{г.тз}}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення зерна, т/год;
 $n_{\text{тз}}$ – кількість транспортних засобів для відвезення зібраного зерна, шт;
 $H_{\text{з}}$ – урожайність зерна, т/га

9.1 Розрахувати продуктивність ($W_{\text{г.тз}}$) транспортного засобу для відвезення зібраного зерна, т/год:

$$W_{\text{г.тз}} = \frac{M_{\text{в}}}{t_{\text{об.тз}}}, \quad (6.52)$$

де $M_{\text{в}}$ – маса вантажу (насіння) в транспортному засобі, т;
 $t_{\text{об.тз}}$ – час обороту транспортного засобу, год.

9.1.1 Розрахувати масу ($M_{\text{в}}$) вантажу в транспортному засобі, т:

$$M_{\text{в}} = U_{\text{к}} \rho_{\text{з}} \psi_{\text{к}}, \quad (6.53)$$

де $U_{\text{к}}$ – об'єм кузова транспортного засобу, м³ (табл. XII);
 $\rho_{\text{з}}$ – об'ємна маса зерна, т/м³ (табл. D.17);
 $\psi_{\text{к}}$ – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_{\text{к}} = 0,8$).

9.1.2 Розрахувати час обороту ($t_{\text{об.тз}}$) транспортного засобу, год;

$$t_{\text{об.тз}} = t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{з}}}{V_{\text{рв}}} + t_{\text{роз}} + \frac{S_{\text{з}}}{V_{\text{рх}}}, \quad (6.54)$$

де $S_{\text{з}}$ – відстань перевезення зібраного зерна, км (із вихідних даних);
 $V_{\text{рв}}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{\text{рв}} = 20 \text{ км/год}$);

V_{px} – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{px} = 30$ км/год);

$t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу масою зібраного зерна, год; (при $U_6 \geq U_k$ маємо $t_{зав} = t_{вб}$; при $U_6 < U_k$ маємо $t_{зав} = t_{рц} + t_{вб}$);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (для кузова-самоскида приймаємо $t_{роз} = 0,06$ год.).

9.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для відвезення зерна:

$$n_{тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} H_3 n_{а.з} \quad (6.55)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню зернових культур ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{рух} = _$, $\tau_{зм} = _$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_r = _$, га/год); – за зміну ($W_{зм} = _$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = _$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($З_{п} = _$, люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = _$, Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання зернових культур.

Таблиця VI.1 Жатки для скошування ранніх зернових у валки, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Потужність на привід жатки від ВВП, кВт	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
1,4	ЖВП-4,9	1530	4,9	3,45	До 6	37000
1,4	ЖВП - 6,4	2030	6,4	3,04	До 7	51000
1,4; 2,0	ЖВП - 9,1	2160	9,1	4,18	До 10	62000
1,4; 2,0	ЖВЗ-10,7	2540	10,7	4,50	До 12	65000

Таблиця VI.2 Самохідні комбайни для збирання зернових

Марка комбайну	Продуктивна здатність молотарки кг/с	Потужність двигуна, кВт (к.с.)		Витрати потужності на холостий хід механізмів комбайну, кВт	Літома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу, кВт/с/кг	Літомі витрати палива, г/кВт год	Маса без жатки, кг	Об'єм бункеру, м ³	Кінематична довжина комбайну, м	Балансова вартість машини, грн
		2	3							
1										
Нива «Ефект»	5	114 (155)	10,5	7,4	230	6950	3,0	6,37	713210	
«ЛІДА 1300» (аналог Case-525)	8	174 (240)	16,0	8,0	227	10830	6,3	8,15	1025000	
Енісей-1200-1НМ	8	136 (185)	15,0	7,0	220	8140	4,5	7,5	812000	
Енісей-1200-НМ	8	136 (185)	15,0	7,0	220	9400	4,5	7,5	845000	
«Дон-1500Б»	10	173 (235)	16,0	8,2	220	11350	6,0	9,00	897000	
«Вектор»	10	154 (210)	15,0	7,0	220	10780	6	9,00	1078496	
ACROS-530	12	184 (250)	17,0	9,0	217	13740	9	13,5	1436591	
КЗС-9-1 "Славутич"	10	173 (235)	16,0	8,0	220	10920	6	9,5	1150000	
КЗС-9-2 "Славутич"	10	173 (235)	16,0	8,0	220	11450	9	9,5	1200000	
MF 7274	12	242 (331)	20,0	10,0	210	13800	9,5	9,2	1980000	
MF 7245S "ACTIVA"	10	180 (245)	18,0	9,0	210	11800	7,0	9,2	2710000	
MF 7260	10	202 (275)	20,0	11,0	215	12450	9,0	9,2	2640000	
MF 9790	14	336 (460)	24,0	14,0	205	13425	10,57	10,1	2060000	
MF 9895	14	336 (460)	24,0	14,0	220	14370	12,3	11,6	2000000	
LEXION 580 CLAAS	14	340 (462)	25,0	15,0	225	14100	10,5	10,3	2600000	
LEXION 600 CLAAS	15	390 (513)	27,0	18,0	217	14700	12,0	10,5	2800000	
LEXION 530 CLAAS	10	217 (295)	19,0	12,0	220	13500	8,6	11,30	1700000	
LEXION 560 CLAAS	14	283 (385)	26,0	13,0	217	14520	10,5	10,4	2400000	
TUCANO 320 CLAAS	8,0	140 (190)	15,0	7,0	210	10700	6,5	9,8	10300000	
CX 8080 NEW HOLLAND	12	290 (394)	24,0	12,0	215	13700	10,5	11,2	2040000	
CR 9080 NEW HOLLAND	14	335 (455)	23,0	15,0	210	15400	10,5	12,5	2450000	
JOHN DEERE 9680 WTS	12	260 (320)	23,0	13,0	205	11190	11,0	10,2	2340000	
JOHN DEERE 9880I STS	14	336 (460)	24,0	14,0	210	14850	11,0	12,4	2640000	
JOHN DEERE 1550 CWS	10	185 (250)	19,0	10,0	215	9620	6,8	8,7	1860000	

Таблиця VI.3 Жатки для прямого комбайнування зернозбиральними комбайнами, начіпні

Марка комбайну	Жатка				
	Марка	Кон-струкційна ширина захвату, м ($m \times n_{ряд}$)	Маса, кг	Кінематична довжина, м	Балансова вартість, грн
1	2	3	4	5	6
Нива «Ефект»	ЖЗБ-5	5,0	1140	2,5	41000
«ЛІДА 1300»	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
Єнісей-1200-1НМ	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
Єнісей-1200-НМ	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
«Дон-1500Б»	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	ЖЗНД - 6,3	6,3	2080		56000
	ЖЗС-7	7,0	2200		58000
	ПЗС-8****	5,6 (0,7×8)	1700		102000
	КМД-6***	4,2 (0,7×6)	4385		370000
«Вектор»	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	ЖЗНД - 6,3	6,3	2080		56000
	ЖЗС-7	7,0	2200		58000
	ПЗС-8****	5,6 (0,7×8)	1700		102000
	КМД-6***	4,2 (0,7×6)	4385		370000
ACROS-530	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	ЖОН-8	8,0	2415		76000
	ЖЗС-7	7,0	2200		58000
	ПЗС-8****	5,6 (0,7×8)	1700		102000
	КМД-6***	4,2 (0,7×6)	4385		370000
КЗС-9-1 "Славутич"	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
КЗС-9-2 "Славутич"	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
MF 7274	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
MF 7245S "ACTIVA"	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
MF 7260	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
MF 9790	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
MF 9895	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	ЖОН-8	8,0	2415		76000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
LEXION 580 CLAAS	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
LEXION 600 CLAAS	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000

Продовження Таблиці VI.3

1	2	3	4	5	6
LEXION 530 CLAAS	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
LEXION 560 CLAAS	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
TUCANO 320 CLAAS	ЖЗБ-5	5,0	1140	3,0	41000
CX 8080 NEW HOLLAND	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
CR 9080 NEW HOLLAND	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
JOHN DEERE 9680 WTS	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000
JOHN DEERE 9880I STS	ЖЗС-7	7,0	2200	3,0	58000
	КМС-8***	5,6 (0,7×8)	3200		390000
JOHN DEERE 1550 CWS	ЖЗС-6	6,0	1950	3,0	49000
	КМС-6***	4,2 (0,7×6)	2000		320000

Примітки:

*** Жатки, які застосовуються для збирання кукурудзи;

**** Жатки, які застосовуються для збирання соняшнику.

Додатковий пристрій, який застосовується із зерною жаткою ЖЗС-6, ЖЗС-7 для збирання соняшнику: ПЗП-6-01ДА (маса – 210 кг).

Додатковий пристрій, який застосовується із зерною жаткою ЖЗС-6 для збирання ріпаку: ПЗР-6-02 (маса – 560 кг).

VII Організація збирання кукурудзи на зерно

Вихідні дані:

Спосіб збирання (з відокремленням і очищенням початків; з обмолотом зерна)
Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти землекористування реального господарства)

Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)

Рельєф поля, град (α°)

Урожайність початків, т/га ($H_{\text{п}}$)

Урожайність зерна кукурудзи, т/га ($H_{\text{з.к}}$)

“Соломистість” (δ_c)

Відстань перевезення с.г. продукції, км ($S_{\text{пр}}$)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити способи збирання, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Способи збирання кукурудзи на зерно:

- кукурудзозбиральними комбайнами з відриванням початків в стадії воскової стиглості, очищенням їх від обгорток і подрібненням листостеблової маси;
- самохідними зернозбиральними комбайнами, обладнаних жатками для скошування кукурудзи, з обмолотом початків на зерно і подрібненням листостеблової маси.

Агротехнічні вимоги до збирання кукурудзи на зерно:

- 1) збирання кукурудзи на зерно необхідно виконувати в фазі кінець воскової – початок повної стиглості;
- 2) для забезпечення безперебійної і ефективної роботи агрегату в полі необхідно: періодично перевіряти якість роботи різального апарату, піднімати жатку в транспортне положення при поворотах агрегату, включати агрегат в роботу поступово і тільки після того як барабан подрібнювача досягне повної частоти обертання;
- 3) показники агротехнічних вимог: повнота збирання початків – не менше 97%, повнота збирання зерна – 98%; наявність зерна в листостебловій масі – до 2,5%; пошкодження зерна – не більше 1%.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.

2.1.А Обґрунтувати режим роботи ПРИЧІПНОГО ТЯГОВО – ПРИВІДНОГО КОМБАЙНОВОГО агрегату (відокремлення і очищення початків з подрібненням маси на силос).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. VII.1) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини: _____ (параметри занести в табл. 7.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 7.2)

Таблиця 7.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайнового агрегату (табл. VII.1)

Марка	Маса $M_{к.а}$, кг	Конструкційна ширина захвату $B_{к.а}$, м ($m \times n_{ряд}$)	Потужність на холостий хід механізмів $N_{хх}$, кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу, N_y , кВт с/кг	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонку 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 7.2 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номинальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.А Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи агрегату і занести інтервал в табл. 7.1 ;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по

чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

Параметри \ передача					
V_p , км/год					
P_{TH} , кН					
N_{Tmax} , кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 7.2.

2.3.A Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6 \left(N_{ен} - \frac{N_{xx}}{\eta_{ВВП}} \right)}{\frac{G_{e.a}(f_m + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_k}{10\eta_{ВВП}}}, \quad (7.1)$$

де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл.7.2);

N_{xx} – потужність, яка втрачається на холостий хід механізмів тягово-привідного комбайнового агрегату, кВт (табл.7.1);

N_y – питома потужність, що необхідна для обробітку (відокремлення і очищення початків; подрібнення маси на силос) одиниці маси скошеної культури за одиницю часу, кВт с/кг; (табл.7.1);

$\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії механізму ВВП; ($\eta_{ВВП} = 0,96$) [3];

f_m – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного тягово-привідного агрегату) (табл. D.10);

$\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії тягово-привідного агрегату ($\eta_{тр а} = 0,76...0,83$) [3];

$G_{тр}$ – вага трактора, кН:

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (7.2)$$

де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 7.2);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 м/с^2$);

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ($\eta_{тр} = 0,9$) [3];

m – ширина міжряддя посівів кукурудзи, м (табл.7.1);

$n_{\text{ряд}}$ – кількість рядків, яку обробляє агрегат (табл.7.1);

H_k – урожайність загальної маси с.-г.продукції (кукурудзиння і початків), т/га:

$$H_k = H_n(1 + \delta_c), \quad (7.3)$$

де H_n – урожайність основної продукції (початків), т/га;

δ_c – “соломистість” – відношення маси додаткової продукції (кукурудзиння і т. ін.) до маси основної продукції (зерно, початки).

Експлуатаційна вага ($G_{\text{ea.a}}$) причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату визначається з урахуванням технології збирання с.-г. культури (із під'єднанням до комбайну причепом повністю завантаженим відокремленими і очищеними початками), кН:

$$G_{\text{ea}} = G_{\text{к.а}} + G_{\text{пр}} + U_{\text{пр}}\rho_{\text{зп}}\psi_{\text{пр}}g, \quad (7.4)$$

де $U_{\text{пр}}$ – об'єм причепа для транспортування початків, м³ (табл.7.4);

$\rho_{\text{зп}}$ – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), т/м³ (табл. D.17);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8\text{м/с}^2$);

$\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт використання об'єму причепа, ($\psi_{\text{пр}} = 0,8$);

$G_{\text{к.а}}$ – конструкційна вага комбайнового агрегату, кН:

$$G_{\text{к.а}} = 10^{-3}M_{\text{к.а}}g, \quad (7.5)$$

де $M_{\text{к.а}}$ – маса комбайнового агрегату, кг (табл. 7.1);

$G_{\text{пр}}$ – вага причепа для транспортування початків, кН:

$$G_{\text{пр}} = 10^{-3}M_{\text{пр}}g, \quad (7.6)$$

де $M_{\text{пр}}$ – маса причепа для транспортування початків, кг (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 Технічні характеристики тракторного причіпа до комбайну «Херсонєць-9» для збирання початків (табл. XII.1)

Агрегується з трактором тягового класу	Марка причіпа	Вантажність, т	Маса $M_{\text{пр}}$, кг	Об'єм кузова $U_{\text{пр}}$, м ³
1	2	3	4	5

2.4.A Обґрунтований вибір швидкості руху.

Для причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату швидкість руху приймаємо, порівнюючи значення розрахованої швидкості (V_{pN}) і робочої швидкості (V_p), раніше вибраної із тягової характеристики трактора (табл. 7.1). Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.5.А Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір причіпного тягово-привідного агрегату (для умов підйом), кН:

$$R_{T-пр} = \frac{3,6N_{xx}}{V_p} + \frac{N_y m n_{ряд} H_k}{10\eta_{ВВП}} + \frac{G_{e.a}(f_m + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}}. \quad (7.7)$$

2.6.А Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінальної сили тяги:

$$\eta_p = \frac{R_{T-пр}}{P_{ТН} \pm G_{тр} \sin\alpha} \quad (7.8)$$

(знак "–" в формулі відповідає руху на підйом).

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2.А робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.7.А Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*збирання очищених початків кукурудзи*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_{e.a}(f_m + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_k}{10\eta_{ВВП}} \right], \quad (7.9)$$

2.7.2.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, обочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на повороті (V_{Π}) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\phi}^{\Pi} = N_{xx} + \frac{V_{\Pi}}{3,6} \left[\frac{G_{e.a} f_m}{\eta_{тр.а}} + \frac{G_{тр} f_{тр}}{\eta_{тр}} \right], \quad (7.10)$$

2.8.А Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (виконання технологічної операції – N_{ϕ}^p) та (повороти – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (7.11)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 7.2)

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі: трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ _____ (рух на спуск).

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи САМОХІДНОГО КОМБАЙНОВОГО агрегату (з обмолотом початків на зерно).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного комбайну (табл. VI.2) та марку жатки для скошування кукурудзи (табл. VI.3).

Марка самохідного комбайну: _____ (параметри занести в табл. 7.5)

Марка жатки для кукурудзи _____ (параметри занести в табл. 7.6)

Таблиця 7.5 Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайну

Марка	Маса $M_{с.к.}$, кг	Ефективна номінальна потужність двигуна комбайну $N_{ен}$, кВт	Потужність на холостий хід механізмів комбайну $N_{хх}$, кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу N_{y} , кВт с/кг	Об'єм бункера комбайну $U_{б}$, м ³
1	2	3	4	5	6

Таблиця 7.6 Технічні характеристики жатки для скошування кукурудзи (табл. VI.3)

Марка комбайну	Жатка			
	Марка	Маса $M_{ж}$, кг	Конструкційна ширина захвату $B_{ж}$, м ($m \times n_{ряд}$)	Кінематична довжина, м
1	2	3	4	5

2.2.Б Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_{хх})}{\frac{G_{е.а}(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тр.к}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_{з.к}}{10}}, \quad (7.12)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату, кВт (табл. 7.5);

$N_{хх}$ – потужність, що витрачається на холостий хід механізмів самохідного комбайну, кВт (табл. 7.5);

N_y – питома потужність на обробіток одиниці скошеної маси за одиницю часу, кВт с/кг (табл. 7.5);

m – ширина міжряддя, м (табл. 7.6);

$n_{ряд}$ – кількість рядків (табл. 7.6);

$\eta_{тр.к}$ – ККД трансмісії комбайну; ($\eta_{тр.к} = 0,76..0,83$) [3];

f_a – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного агрегату (табл. D.11);

$H_{з.к}$ – урожайність основної продукції (зерно), т/га;

$G_{е.а}$ – експлуатаційна вага самохідного комбайнового агрегату, кН:

$$G_{е.а} = G_{с.к} + U_б \rho_{зп} \psi_б g, \quad (7.13)$$

де $U_б$ – об'єм бункера, м³ (табл. 7.5);

$\rho_{зп}$ – об'ємна маса зернової продукції (качани чи зерно), т/м³ (табл. D.16);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

$\psi_б$ – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_б = 0,8$); [3];

$G_{с.к}$ – конструкційна вага самохідного комбайну, кН:

$$G_{с.к} = 10^{-3} M_{с.к} g, \quad (7.14)$$

де $M_{с.к}$ – маса самохідного комбайнового агрегату із жаткою ($M_{с.к} + M_{ж}$), кг (табл. 7.5 і 7.6)

2.3.Б Обґрунтування вибору швидкості руху.

Розрахована швидкість (V_{pN}) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

2.4.Б Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.4.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання роботи (*збирання та обмолот качанів*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_{e.a}(f_M + \sin\alpha)}{\eta_{тр.к}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_{з.к}}{10} \right]. \quad (7.15)$$

2.4.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату при виконанні поворотів, приймаючи до уваги що $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на поворотах ($V_{п}$) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\phi}^п = N_{xx} + \frac{V_{п}}{3,6} \left[\frac{G_{e.a} f_M}{\eta_{тр.к}} \right]. \quad (7.16)$$

2.5.Б Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції – N_{ϕ}^p*) та (*повороти – $N_{\phi}^п$*):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (7.17)$$

Економічній роботі двигуна самохідного агрегату відповідають такі режими роботи, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків обґрунтовано швидкісний режим роботи самохідного агрегату для заданих умов виконання технологічної операції: комбайн _____, із шириною захвату жатки $B_k = \underline{\hspace{2cm}}$, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p = \underline{\hspace{2cm}}$.

3 Підготовка агрегату до роботи.

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи.

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, місця обкосів, прокосів, транспортних магістралей для вивантаження зерна і заміни причепів та показати прийнятний спосіб руху агрегату.

Розбивають поле на загінки з урахуванням його конфігурації та вибраного способу руху. Площа загінки повинна бути достатньою для роботи агрегату на протязі 1...3 змін. Ширина прокосів між загінками – 6...8м, ширина поворотних смуг – 20...30м. При довжині гону 800...1000 і більше метрів, прокошують транспортні магістралі через 400...500м (шириною 6...8м).

4.2 Вибрати спосіб руху.

Способи руху при збиранні кукурудзи на зерно:

- гоновий врозгін по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами (рис. VII.2);
- гоновий всклад по годинниковій стрілці з петльовими поворотами (рис. VII.3); (Схема розбивки поля на загінки для гонового способу руху та виконання прокосів і обкосів представлена на рис. VII.1);
- при $L < 600\text{м}$ – вкругову (рис. VII.5); (Схема розбивки поля на загінки для кругового способу руху та виконання прокосів і обкосів представлена на рис. VII.4.);
- при $L > 800\text{м}$ –гоновий з розширенням прокосів (рис. VII.6).

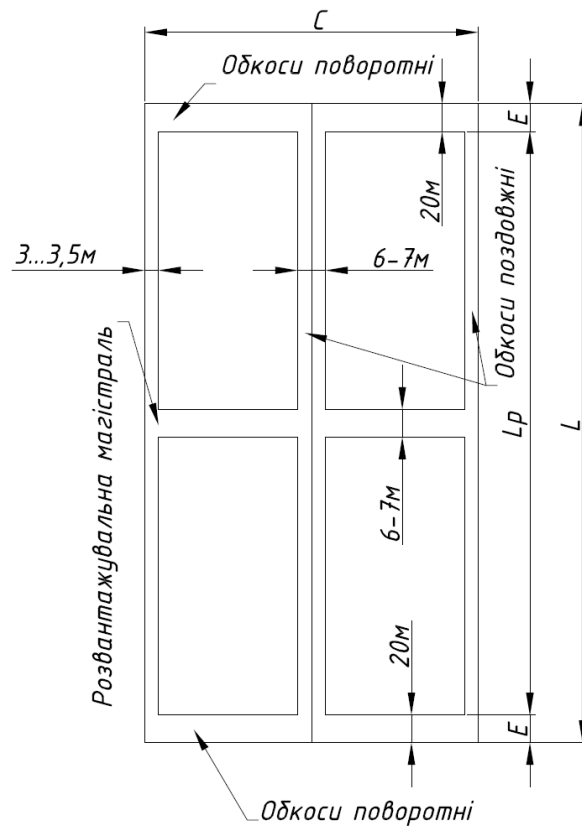


Рис. VII.1 Схема розбивки поля на загінки при роботі агрегату гоновим способом руху та для виконання прокосів і обкосів

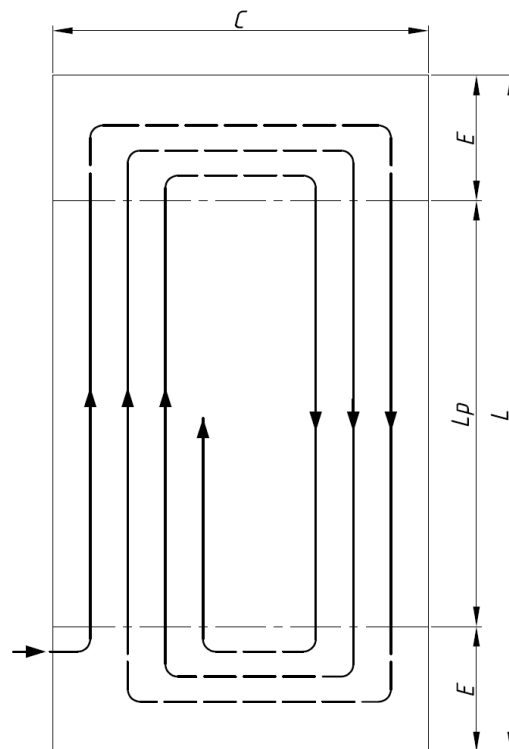


Рис. VII.2 Схема руху агрегату гоновим способом з безпетльовими поворотами

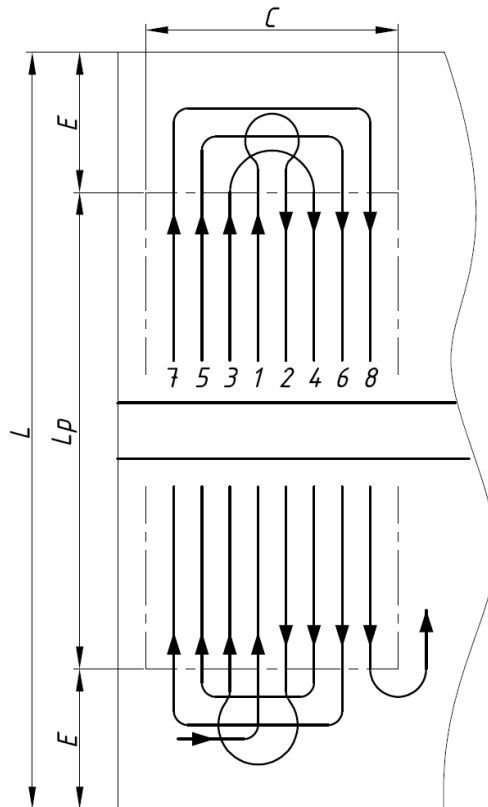


Рис. VII.3 Схема руху агрегату гоновим способом з петльовими поворотами

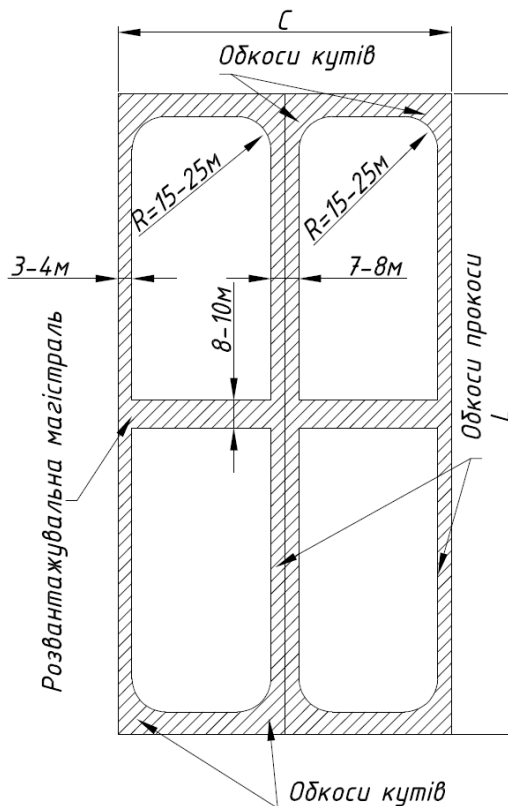


Рис. VII.4 Схема розбивки поля на загінки при роботі агрегату круговим способом руху та для виконання прокосів і обкосів

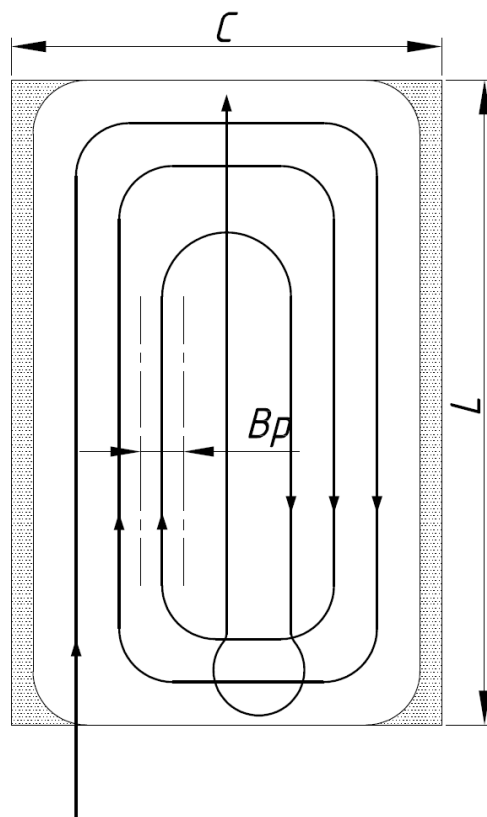


Рис. VII.5 Схема руху агрегату круговим способом

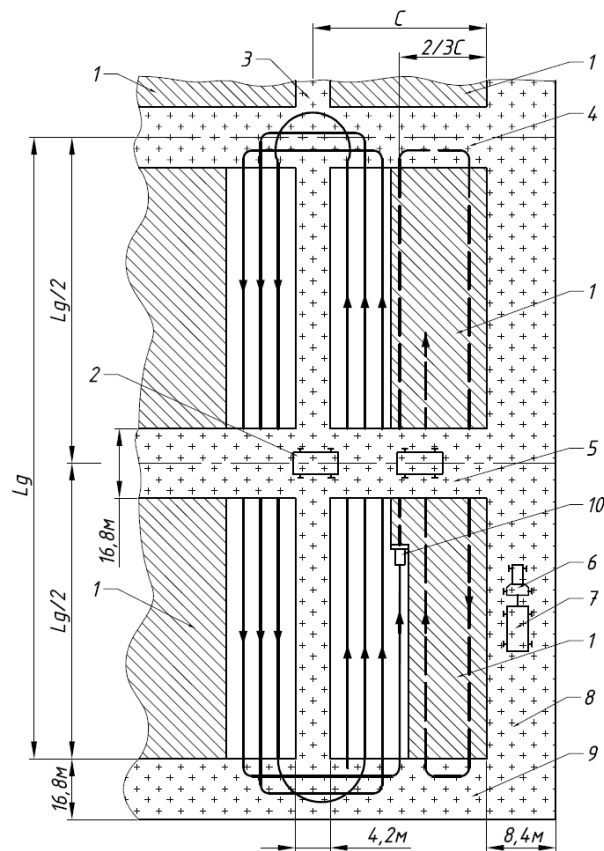


Рис. VII.6 Схема руху агрегату гоновим способом з розширенням прокосів

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м) за допомогою схеми (рис. VII.2 – VII.3) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (7.18)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);
 E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м (для розрахунків приймаємо $E_p \approx (8 \dots 12)m \cdot n_{\text{ряд}}$).

4.3.2 Розрахувати ширину загінки:

Розбивають поле на загінки з урахуванням його конфігурації і вибраного способу руху агрегату. Площа загінки повинна бути достатньою для роботи агрегату на протязі 2...3 днів. Ширина загінки (C), м:

$$C = \frac{10^4(2 \dots 3)W_0 T_{\text{рд}}}{L}, \quad (7.19)$$

де $T_{\text{рд}}$ – тривалість робочого дня, год (табл. D.19);
 W_0 – продуктивність за годину чистого робочого часу, га/год;

$$W_0 = 0,1B_k V_T, \quad (7.20)$$

де $B_k = m \cdot n_{\text{ряд}}$ – конструкційна ширина захвату, м (табл. 7.6); (табл. 7.3);
 V_T – теоретична швидкість руху, км/год

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2}\delta)}, \quad (7.21)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

4.3.3 Ширина прокосів між загінками, а також ширина транспортних магістралей повинна бути 6...7 м, ширина поворотних смуг – 20...30 м (рис. VII.1).

Для роботи агрегатів вкругову обкошують кути загінок по радіусу (рис. VII.4).

Обкоси полів виконують силосозбиральним комбайном, або іншими машинами із жатками суцільного зрізу за два – три дні до масового збирання культури.

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні технологічної операції на загінці гоном способом руху врозгін по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\Pi} + 2e + \frac{3L_p C}{4r_{\Pi}}}; \quad (7.22)$$

– при виконанні технологічної операції на загінці гоновим способом руху всклад по годинниковій стрілці з петльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C + 1,14r_{\Pi} + 2e}; \quad (7.23)$$

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^A}, \quad (7.24)$$

де $\sum L_x^A$ – додаткові холості ходи (повороти), які необхідно виконувати при зменшенні ширини поля (ділянки) до величини $C \leq r_{\Pi}$:

$$\sum L_x^A = (6r_{\Pi} + 2e) \frac{2r_{\Pi}}{B_p}, \quad (7.25)$$

– при виконанні технологічної операції на загінках гоновим способом руху з розширенням прокосів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C + 1,14r_{\Pi} + 2e}, \quad (7.26)$$

де r_{Π} – радіус повороту агрегату, м (для розрахунків приймаємо $r_{\Pi} \approx B_p$);
 e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (7.27)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих механізмів з енергетичною машиною:

-для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;

-з передньою начіпкою $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$\text{– причіпного} \quad l_a = l_{\text{тп}} + l_{\text{м}}, \quad (7.28)$$

$$\text{– самохідного} \quad l_a = l_{\text{са}}, \quad (7.29)$$

де $l_{\text{тп}}$, $l_{\text{м}}$, $l_{\text{са}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), причіпної машини (табл. VII.1), самохідного агрегату (табл. VI.2), м.

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу збирання кукурудзи на зерно ТЯГОВО-ПРИВІДНИМ КОМБАЙНОВИМ агрегатом (відокремлення та очищення початків і завантаження у причепи) і САМОХІДНИМ КОМБАЙНОВИМ агрегатом (обмолот початків на зерно; подрібнення маси на силос і завантаження у причепи)

5.1 Розрахувати складові часу технологічного циклу робіт по збиранню кукурудзи на зерно, год:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}} \quad (7.30)$$

де $t_{\text{рц}}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (заповнення транспортного причепа качанами чи зерном);

$t_{\text{хц}}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;

$t_{\text{тц}}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт, год.

5.1.1 Розрахувати час заповнення транспортного причепа початками чи зерном ($t_{\text{рц}}$), год:

$$t_{\text{рц}} = \frac{l_{\text{пр}}}{10^3 V_p}, \quad (7.31)$$

де $l_{\text{пр}}$ – довжина шляху для заповнення транспортного причепа, м:

$$l_{\text{пр}} = \frac{10^4 U_{\text{пр}} \rho_{\text{зр}} \psi_{\text{пр}}}{H_{\text{з(п)}} B_p}, \quad (7.32)$$

де $U_{\text{пр}}$ – об'єм транспортного причепа, м³ (табл. XII);

$\rho_{\text{зр}}$ – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), т/м³ (табл. D.17);

$\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт використання об'єму транспортного причепа, ($\psi_{\text{пр}} = 0,8$);

$H_{\text{з(п)}}$ – урожайність зернової продукції (зерно чи початки), т/га.

5.1.2 Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (7.33)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху.

Для визначення коефіцієнту використання часу руху $\tau_{\text{рух}}$ задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{\text{п}}$ маємо

$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (7.34)$$

а при $V_p \neq V_{II}$ маємо

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (7.35)$$

де –

$$k = \frac{V_{II}}{V_p} \quad (7.36)$$

V_{II} – швидкість руху при виконанні поворотів, км/год (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху).

5.1.3 Тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню зернових (кукурудзи на зерно), год:

$$t_{\text{ТЦ}} = t_{\text{ВБ}}, \quad (7.37)$$

де $t_{\text{ВБ}}$ – тривалість одного вивантаження зерна із бункера комбайна, год

$$t_{\text{ВБ}} = (0,03 \dots 0,05) \text{ год}$$

6 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{ЗМ}} = T_p + T_x + T_T + T_{\text{ОП}} \quad (7.38)$$

де $T_{\text{ЗМ}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год).

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{ОП}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{\text{ОП}} = (0,07 \dots 0,10) T_{\text{ЗМ}}$$

6.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (7.39)$$

6.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (7.40)$$

6.3 Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при збиранні кукурудзи на зерно, год:

$$T_T = T_{\text{ТЦ}} + T_{\text{Т.ПЦ}}, \quad (7.41)$$

де $T_{\text{Т.ПЦ}}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.), год:

$$T_{\text{т.пц}} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{\text{зм}}, \quad (7.42)$$

$T_{\text{т.пц}}$ – час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни (вивантаження зерна із бункера комбайна), год:

$$T_{\text{т.пц}} = t_{\text{т.пц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (7.43)$$

де $n_{\text{ц}}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - (T_{\text{т.пз}} + T_{\text{оп}})}{t_{\text{ц}}} \quad (7.44)$$

(Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа)

6.4 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{зм}}}. \quad (7.45)$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні кукурудзи на зерно:

– за годину змінного часу, га/год

$$W_{\text{г.кз}} = 0,1B_{\text{р}}V_{\text{р}}\tau_{\text{зм}}, \quad (7.46)$$

– за зміну, га

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{г.кз}} T_{\text{зм}} \quad (7.47)$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

8.1 Розрахувати витрати пального на на одиницю обсягу роботи, кг/га:

– тягово-привідного агрегату

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}}T_{\text{р}} + G_{\text{тх}}T_{\text{х}} + G_{\text{тз}}T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}}W_{\text{г.кз}}} \quad (7.48)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}}, \quad (7.49)$$

– самохідного агрегату

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3}N_{\text{ен}}g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.кз}}} \quad (7.50)$$

де $g_{ен}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год (табл. VI.2).

8.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$Z_{п} = \frac{n_{мех}}{W_{г.кз}} \quad (7.51)$$

де $n_{мех}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

8.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (*витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи*), Дж/га:

$$A_{п} = H_{п} q_{га}, \quad (7.52)$$

де $H_{п}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг:

(дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

9 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

Для забезпечення системної цілісності збирально-транспортного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{г.кз} n_{а.кз} = \frac{W_{г.тз} n_{тз}}{H_{з(п)}}, \quad (7.53)$$

де $W_{г.кз}$ – продуктивність агрегатів на збиранні кукурудзи (зерно чи початки), га/год;
 $n_{а.кз}$ – кількість агрегатів для збирання кукурудзи, шт. (для розрахунків приймаємо $n_{а.кз} = 1$ шт);

$W_{г.тз}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення зібраного зерна (початків), т/год;

$n_{тз}$ – кількість транспортних засобів, шт;

$H_{з(п)}$ – урожайність зерна (початків), т/га.

9.1 Розрахувати продуктивність ($W_{г.тз}$) транспортного засобу для відвезення зібраного зерна (початків), т/год:

$$W_{г.тз} = \frac{M_{в}}{t_{об.тз}}, \quad (7.54)$$

де $M_{в}$ – маса вантажу (зерна чи початків) в транспортному засобі, т;

$t_{об.тз}$ – час обороту транспортного засобу, год;

9.1.1 Розрахувати масу вантажу (M_B) в транспортному засобі, т:

$$M_B = U_K \rho_{зп} \psi_K \quad (7.55)$$

де U_K – об'єм кузова транспортного засобу, м³ (табл. XII);
 $\rho_{зп}$ – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), т/м³ (табл. D.17);
 ψ_K – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_K = 0,8$).

9.1.2 Розрахувати час ($t_{об.тз}$) обороту транспортного засобу, год:

$$t_{об.тз} = t_{зав} + \frac{S_{пр}}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_{пр}}{V_{рх}}, \quad (7.56)$$

де $S_{пр}$ – відстань перевезення зібраної продукції, км (із вихідних даних);
 $V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);
 $V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);
 $t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (для кузова-самоскида приймаємо $t_{роз} = 0,06$ год.);
 $t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу, год:
 масою зібраного зерна (при $U_6 \geq U_K$ маємо $t_{зав} = t_{в6}$; при $U_6 < U_K$ маємо $t_{зав} = t_{рц} + t_{в6}$); масою зібраних початків ($t_{зав} = t_{рц}$).

9.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для відвезення зібраного зерна кукурудзи (початків):

$$n_{тз} = \frac{W_{Г.КЗ}}{W_{Г.ТЗ}} H_{з(п)} n_{К.З} \quad (7.57)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

- обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);
- оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);
- розрахунки параметрів:
 - технологічного циклу робіт по збиранню кукурудзи (початки, зерно) ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи

($\tau_{рух} = \dots$, $\tau_{зм} = \dots$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_r = \dots$, га/год);

– за зміну ($W_{зм} = \dots$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = \dots$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_p = \dots$, люд·год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_p = \dots$, Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання кукурудзи (початки, зерно).

Таблиця VII.1 Комбайнові агрегати для збирання кукурудзи (з відокремленням початків), причіпні

Агрегується трактори тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м ($m \times n_{ряд}$)	Кінематична довжина, м	Об'єм бункеру, м ³	Витрати потужності на холостий хід механізмів комбайну, кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу, кВт с/кг	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,0; 3,0	ККП-3 «ХЕРСОНЕЦ-9»	5330	2,1 (0,7×3)	6,4	–	4...5	5...7	180000
0,9; 1,4	BOURGOIN TB	2630	1,5 (0,7×2)	5,9	3,2	4...5	5...7	120000
2,0; 3,0	ZMAJ 223	3250	1,5 (0,7×2)	5,8	3,4	4...5	5...7	125000

VIII Організація збирання цукрових буряків

Вихідні дані:

- Спосіб збирання (поточний; перевалочний; поточно-перевалочний)
Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)
Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)
Рельєф поля, град (α°)
Урожайність коренеплодів, т/га ($H_{\text{кп}}$)
Відстань перевезення коренеплодів, км ($S_{\text{кп}}$)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити способи збирання, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Способи збирання цукрових буряків:

- *поточний* – коренеплоди від комбайну транспортують із поля на пункти зберігання, або на завод. Доцільно застосовувати при сприятливих погодних умовах. Як недолік – потребує великої кількості транспортних засобів;
- *перевалочний* – коренеплоди від комбайну складають на полі в бурти, а потім із буртів навантажують буряконавантажувачами в транспортні засоби і везуть на переробку. Є доцільним при великому забрудненні коренеплодів. Як недолік – додаткове навантаження-розвантаження;
- *поточно-перевалочний* – це організаційне поєднання двох попередніх способів.

Агротехнічні вимоги до збирання цукрових буряків:

- 1) строки збирання цукрових буряків встановлюють із настанням технічної стиглості (*на 160...170 день після посіву*) в залежності від стану ґрунтів, погодних і господарських умов;
- 2) розбивку на загінки необхідно починати із стикових міжряддь;
- 3) перед масовим збиранням цукрових буряків необхідно зібрати коренеплоди із транспортних коридорів і поворотних смуг.

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції.

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із ТЯГОВО – ПРИВІДНОЮ машиною (скошування гички; викопування коренеплодів і завантаження їх у причіп).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. VIII.1 – VIII.3) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини: _____ (параметри занести в табл. 8.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 8.2)

Таблиця 8.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри тягово-привідної машини (табл. VIII.1 – VIII.3)

Марка	Маса M_M , кг	Конструкційна ширина захвату b_M , м ($m \times n_{ряд}$)	Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір робочих органів k_o , кН/м
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 8.2 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса M_{TP} , кг	Номинальна потужність, $N_{енг}$ кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.А Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 8.1;

– вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) (табл. D.5) робочих органів машини у відповідності із їх призначенням (при швидкості $V_o = 5$ км/год) і занести в табл. 8.1;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 8.3.

Таблиця 8.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

передача					
Параметри					
V_p , км/год					
$P_{ТН}$, кН					
$N_{Т max}$, кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{Т max}$). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{ТН}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 8.2.

2.3.А Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини, кН/м (для випадку $V_p > V_0$):

$$k_v = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (8.1)$$

де ΔC_M – темп зростання питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини при збільшенні її швидкості понад $V_0 = 5$ км/год (табл. D.8).

2.4.А Розрахувати приведений тяговий опір робочих органів агрегату, кН:

– з причіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП} \quad (8.2)$$

– з начіпною тягово-привідною машиною

$$R_a = [k_v b_M + G_M (\lambda_d f_{Тр} \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП} \quad (8.3)$$

(знак "+" в формулі відповідає руху на підйом)

де b_M – ширина захвату робочих органів машини, м (табл. 8.1);

f_M – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (табл. D.10);

$f_{Тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує частину ваги начіпної машини та вертикальні складові сили тягового опору, що додатково навантажують ходову систему трактора ($\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$) [3]. (Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах);

G_M – вага с.-г. машини, кН:

$$G_M = 10^{-3} M_M g, \quad (8.4)$$

де M_M – маса с.-г. машини, кг (табл. 8.1);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8\text{м/с}^2$);

$P_{\text{ВВП}}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{ТР}}}{V_p \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (8.5)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, що витрачається на привід механізмів тягово-привідної машини від ВВП трактора при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 8.1);

$\eta_{\text{ВВП}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ($\eta_{\text{ВВП}} = 0,94 \dots 0,96$) [3];

$\eta_{\text{ТР}}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії (приводу рушіїв) трактора ($\eta_{\text{ТР}} = 0,9$) [3].

2.5.А Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінальної сили тяги:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} \pm G_{\text{ТР}} \sin \alpha}, \quad (8.6)$$

де $G_{\text{ТР}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{ТР}} = 10^{-3} M_{\text{ТР}} g, \quad (8.7)$$

де $M_{\text{ТР}}$ – маса трактора, кг (табл. 8.2).

(знак "–" в формулі відповідає руху на підйом)

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2.А робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6.А Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (скошування гички; викопування коренеплодів) для умов підйом, кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{ТР}} \eta_{\Phi}}, \quad (8.8)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН;

$$P_{руш} = G_{тр}(f_{тр} - \sin\alpha) + R_a, \quad (8.9)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

η_6 – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (8.10)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.6.2.A Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, кВт:

$$N_{\Phi}^п = \frac{P_{руш.п} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}, \quad (8.11)$$

де $P_{руш.п}$ – рушійна сила при виконанні поворотів, кН (розраховується при умові $\alpha^0 = 0$):

$$P_{руш.п} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.п}. \quad (8.12)$$

(Опір агрегату ($R_{a.п}$) при поворотах розраховуємо по формулі (5.13 із використанням 8.2 чи 8.3 та 8.5), приймаючи до уваги, що $k_v = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умов руху.

2.7.A Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (виконання технологічної операції – $N_{\Phi}^п$) та (повороти – $N_{\Phi}^п$):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{ен}}, \quad (8.13)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 8.2)

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі: трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ ___ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ ___ км/год (рух на спуск).

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи ПРИЧІПНОГО ТЯГОВО – ПРИВІДНОГО КОМБАЙНОВОГО агрегату (викопування коренеплодів і завантаження їх у причіп).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку комбайнового агрегату (табл. VIII.4) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка комбайнового агрегату: _____ (параметри занести в табл. 8.4)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 8.5)

Таблиця 8.4 Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайнового агрегату (табл. VIII.4)

Марка	Маса $M_{к.аг}$, кг	Конструкційна ширина за- хвату $B_{к.аг}$, м ($m \times n_{ряд}$)	Об'єм бун- кера для бу- льоплодів $U_б$, м ³	Потужність на холостий хід механізмів $N_{хх}$, кВт	Приведена потужність для обробітку одного рядка N_p , кВт/ряд	Інтервал аг- ротехнічно- допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6	7

Примітки: Колонку 7 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 8.5 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номинальна по- тужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.Б Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести значення в табл. 8.4;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 8.6.

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{тн}$) цієї

передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 8.5.

Таблиця 8.6 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

Параметри \ передача					
V_p , км/год					
$P_{ТН}$, кН					
$N_{Тmax}$, кВт					

2.3.Б Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна трактора, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_p n_{ряд}) \eta_{тр.а}}{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha) + G_{е.а}(f_{к.а} + \sin\alpha)}, \quad (8.14)$$

- де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл.8.5);
 N_p – приведена потужність обробітку одного рядка, кВт/ряд; (табл. 8.4)
 $n_{ряд}$ – кількість рядків, яку обробляє агрегат; (табл. 8.4)
 $\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії тягово-привідного агрегат($\eta_{тр.а} = 0,76...0,83$)у [3];
 $f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);
 $f_{к.а}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату) (табл. D.10);
 $G_{тр}$ – вага трактора, кН:

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (8.15)$$

- де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 8.5);
 g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 м/с^2$);
 $G_{еа}$ – експлуатаційна вага тягово-привідного комбайнового агрегату, кН.

Експлуатаційна вага ($G_{еа}$) визначається з урахуванням повністю завантаженого бункера комбайну, кН:

$$G_{еа} = G_{к.а} + U_б \rho_{кп} \psi_б g, \quad (8.16)$$

- де $U_б$ – об'єм бункера для коренеплодів, м³ (табл. 8.4)
 $\rho_{кп}$ – об'ємна маса коренеплодів, т/м³ (табл. D.17);
 $\psi_б$ – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_б = 0,8$) [3];
 $G_{к.а}$ – конструкційна вага комбайнового агрегату, кН:

$$G_{к.а} = 10^{-3} M_{к.а} g, \quad (8.17)$$

- де $M_{к.а}$ – маса комбайнового агрегату, кг (табл. 8.4)

2.4.Б Обґрунтований вибір швидкості руху.

Для причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату швидкість руху приймаємо, порівнюючи значення розрахованої швидкості (V_{pN}) і робочої швидкості (V_p), раніше вибраної із тягової характеристики трактора (табл. 8.5). Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

2.5.Б Розрахувати приведений тяговий опір причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату (для умов підйом):

$$R_{T-пр} = \frac{3,6N_p n_{ряд}}{V_p} + \frac{G_{e.a}(f_{к.а} + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} \quad (8.18)$$

2.6.Б Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля.

$$\eta_p = \frac{R_{T-пр}}{P_{ТН} - G_{Тр}\sin\alpha} \quad (8.19)$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі. Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.7.Б Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (викопування бульбоплодів) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{[R_{T-пр} + G_{Тр}(f_{Тр} + \sin\alpha)]}{\eta_{тр.а}}, \quad (8.20)$$

2.7.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, обочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на повороті (V_{Π}) вибираємо з урахуванням умов руху:

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{e,a} f_{k,a} + G_{\text{тр}} f_{\text{тр}}}{\eta_{\text{тр},a}}. \quad (8.21)$$

2.8.Б Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{Φ}^{P}) та (*повороти* – N_{Φ}^{Π}):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{\text{ен}}}. \quad (8.22)$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ (рух на підйом).

2.1.В Обґрунтувати режим роботи САМОХІДНОГО КОМБАЙНУ

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного комбайну (табл. VIII.5).

Марка самохідного комбайну _____ (параметри занести в табл. 8.7)

Таблиця 8.7 Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайну (табл. VIII.5)

Марка	Маса $M_{c,k}$, кг	Ширина захвату $B_{c,k}$, м ($m \times n_{\text{ряд}}$)	Ефективна номінальна потужність двигуна комбайну $N_{\text{ен}}$, кВт	Приведена потужність, яка необхідна для обробітки одного рядка, N_p , кВт/ряд	Об'єм бункера комбайну U_6 , м ³
1	2	3	4	5	6

2.2.В Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату обумовлену потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{\text{ен}} - N_p n_{\text{ряд}}) \eta_{\text{тр},k}}{G_{e,a}(f_{c,k} + \sin \alpha)}, \quad (8.23)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна комбайну, кВт; (табл. 8.7)
 N_p – приведена потужність, яка необхідна на привід механізмів для обробітку одного рядка, кВт/ряд; (табл. 8.7)
 $n_{ряд}$ – кількість рядків; (табл. 8.7)
 $\eta_{тр.к}$ – ККД трансмісії комбайну; ($\eta_{тр.к} = 0,8$ для КС-6; $\eta_{тр.к} = 0,95$ для РКС-6) [3];
 $f_{с.к}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного комбайну (табл. D.11);
 $G_{е.а}$ – експлуатаційна вага самохідного комбайнового агрегату, кН.

Експлуатаційна вага ($G_{е.а}$) самохідного комбайнового агрегату визначається з урахуванням повністю завантаженого бункера комбайну, кН:

$$G_{е.а} = G_{с.к} + U_6 \rho_{кп} \psi_6 g, \quad (8.24)$$

де U_6 – об'єм бункера для коренеплодів, м³ (табл. 8.7)
 $\rho_{кп}$ – об'ємна маса коренеплодів, т/м³ (табл. D.17);
 g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);
 ψ_6 – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_6 = 0,8$); [3];
 $G_{с.к}$ – конструкційна вага самохідного комбайну, кН:

$$G_{с.к} = 10^{-3} M_{с.к} g, \quad (8.25)$$

де $M_{с.к}$ – маса самохідного комбайну, кг (табл. 8.7)

2.3.В Обґрунтування вибору швидкості руху.

Розрахована швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

2.4.В Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.4.1.В Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання роботи (*викопування, очищення і завантаження коренеплодів в причепи транспортних засобів*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{G_{е.а}(f_{с.к} + \sin\alpha)}{\eta_{тр.к}} + N_p n_p, \quad (8.26)$$

2.4.2.В Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання поворотів, приймаючи до уваги що $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на поворотах ($V_{п}$) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a} f_{c.k}}{\eta_{тр.к}}, \quad (8.27)$$

2.5.В Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{Φ}^{Π}) та (*повороти* – N_{Φ}^{Π}):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{ен}}, \quad (8.28)$$

Економічній роботі двигуна комбайну відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків обґрунтовано швидкісний режим роботи самохідного агрегату для заданих умов виконання технологічної операції: комбайн _____, із шириною захвату $B_k = \text{_____}$, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p = \text{_____}$.

3 Підготовка агрегату до роботи.

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції. [1; 4; 5]

4 Підготовка поля до роботи.

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, міжзагінні проїзди, транспортні магістралі для завантаження транспортних засобів і їх заміни.

Підготовка поля до масового збирання цукрових буряків комбайнами полягає у першочерговому викопуванні коренеплодів на поворотних смугах і транспортних магістралях. Схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, які засіяно 12-ти рядковими сівалками, представлена на рис. VIII.1, схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, які засіяно 18-ти рядковими сівалками, представлена на рис. VIII.2.

4.2 Вибрати спосіб руху:

Способи руху:

– гоновий з безпетльовими поворотами на кожній загінці.

Починають викопування коренеплодів з крайніх рядів (лівого та правого) першої загінки, рухаючись по ходу годинникової стрілки безпетльовими поворотами (рис. VIII.3). Технологічну операцію виконують доти поки ширина необробленої смуги стане недостатньою для безпетльових поворотів агрегату ($C \leq 2r_{\Pi}$). Це приблизно третина від ширини загінки. Затим агрегат переводять на крайній лівий рядок сусідньої

(другої) загінки і продовжують операцію збирання зліва направо до досягнення такої ширини загінки, коли вона стане також недостатньою для безпетльових поворотів агрегату. На недовикопаних смугах першої і другої загінки агрегати продовжують роботу почергово, викопуючи корені по протилежним сторонам смуг.

– комбінований гоновий з безпетльовими поворотами на чотирьох ділянках.

Починають викопування коренеплодів з крайніх рядів (лівого ряду першої ділянки та правого ряду третьої ділянки) першої загінки, рухаючись по ходу годинникової стрілки. (рис. VIII.4). Після завершення збирання коренеплодів на цих ділянках, агрегат заїжджає для виконання операції на крайній лівий ряд четвертої ділянки і, рухаючись проти годинникової стрілки, переміщається на другу ділянку для одночасного викопування коренів цукрових буряків на обох ділянках.

Безпетльові повороти цих способів забезпечують зручність виконання технологічної операції агрегатом при мінімальній довжині холостих ходів.

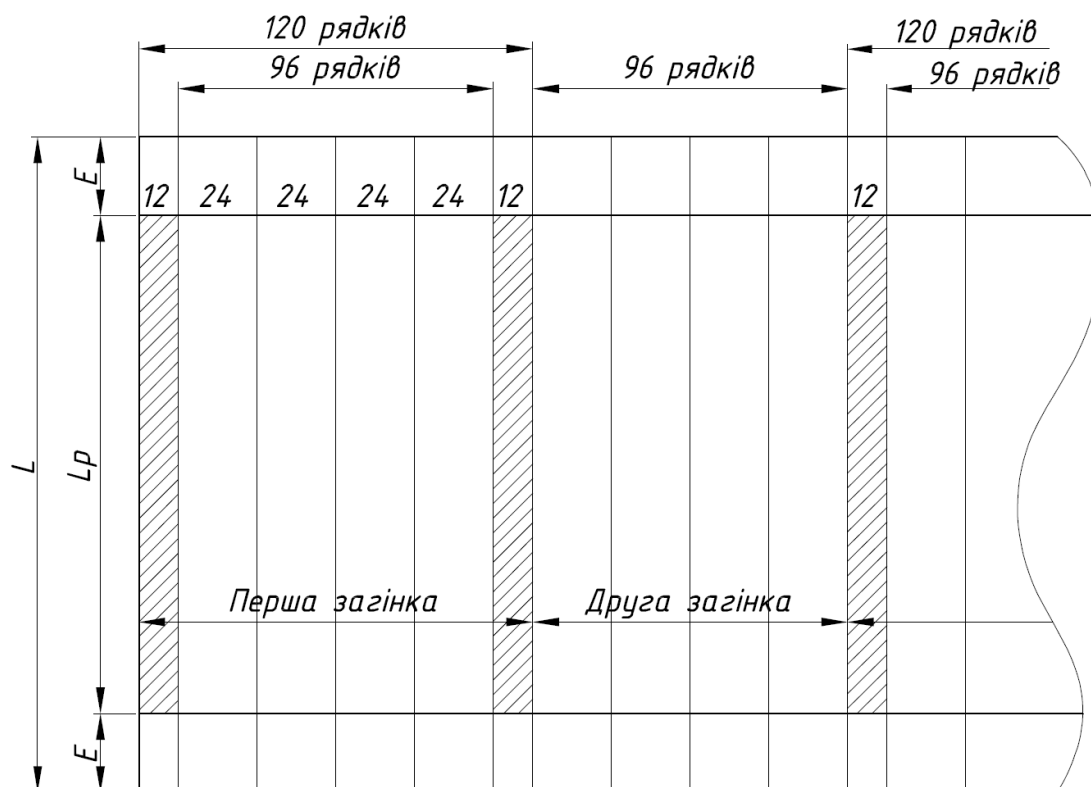


Рис. VIII.1 Схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, який посіяно 12-ти рядковою сівалкою

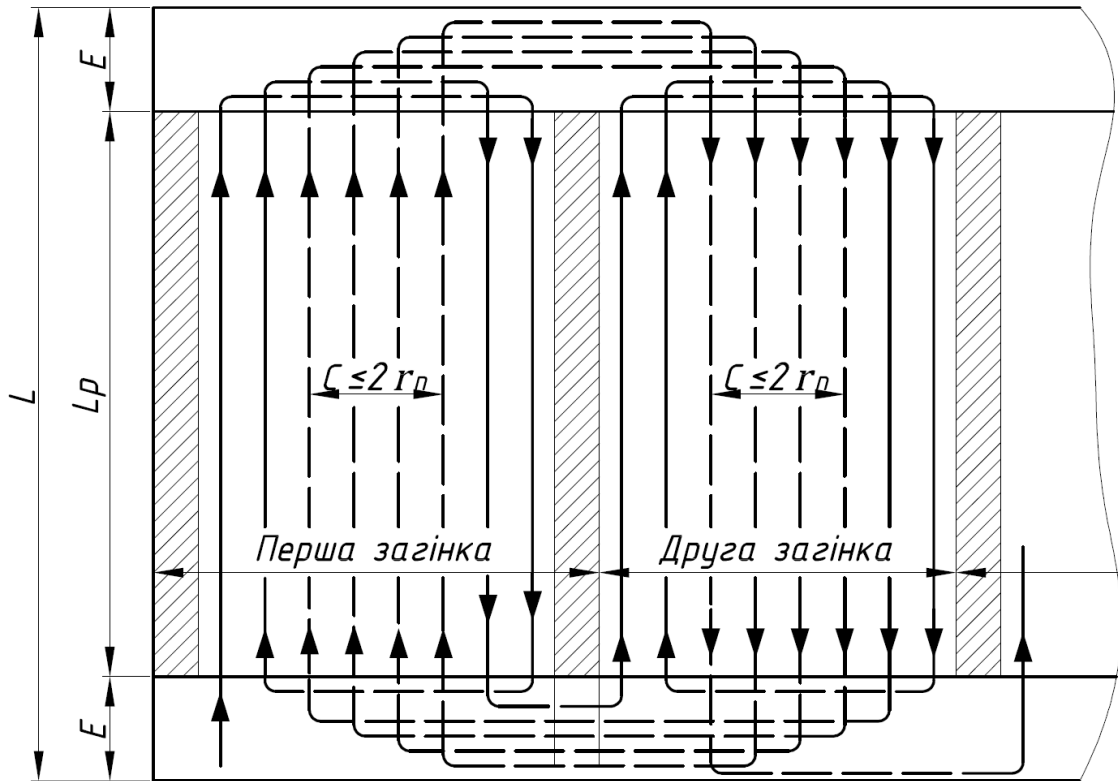


Рис. VIII.2 Схема руху агрегату комбінованим гоновим способом при збиранні цукрового буряку на чотирьох ділянках кожної загінки

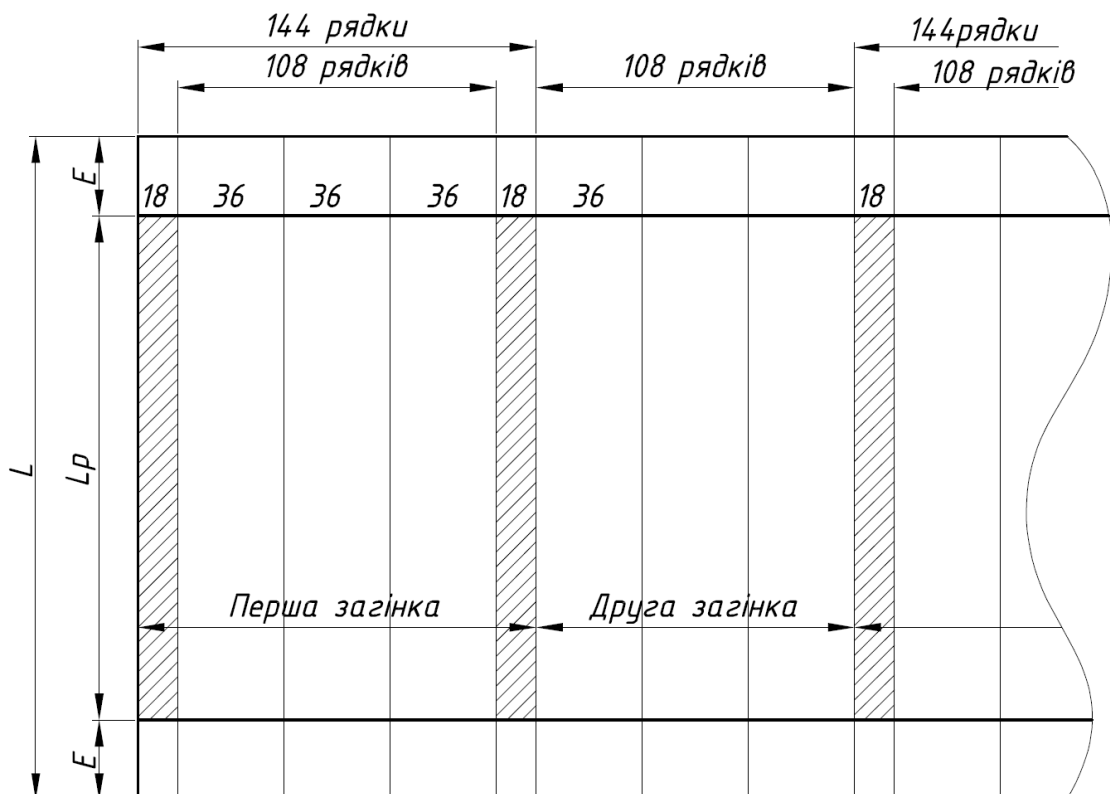


Рис. VIII.3 Схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, який посіяно 18-ти рядковою сівалкою

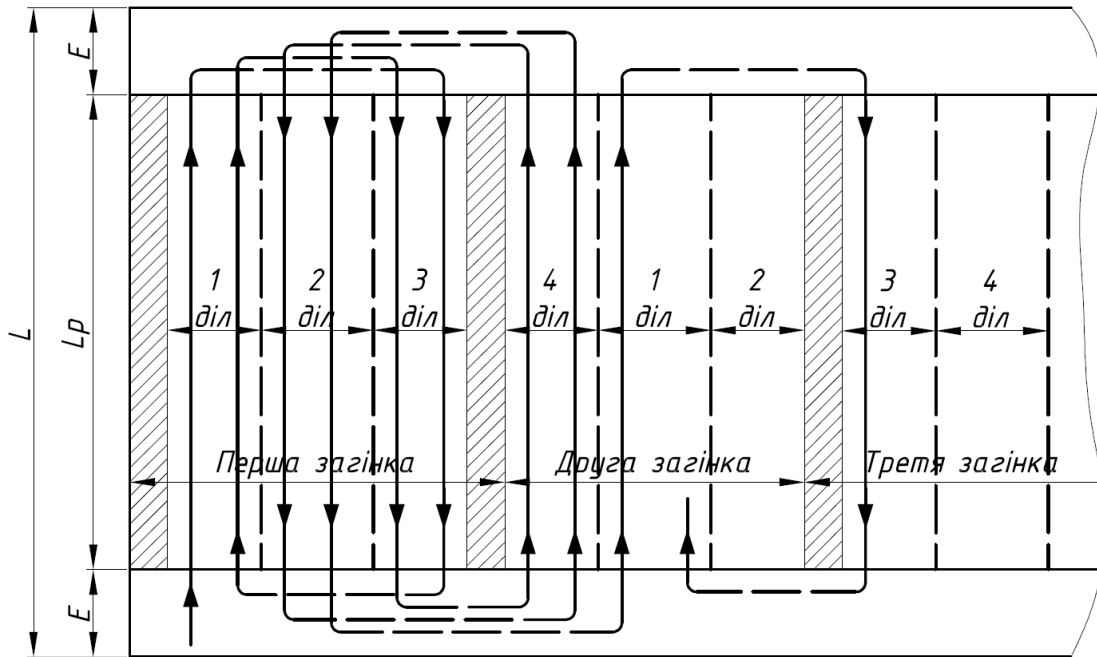


Рис. VIII.4 Схема руху агрегату комбінованим гоновим способом при збиранні цукрового буряку на чотирьох ділянках сусідніх загінків

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м) за допомогою схеми (рис. VIII.1; рис. VIII.3) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p \quad (8.29)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);
 E – ширина поворотної смуги, м.

4.3.2 Ширину поворотних смуг приймають рівною чотирьом проходкам 12-ти рядкової сівалки ($E = 21,6$ м), або приблизно восьми проходкам 6-ти рядкового коренезбирального агрегату:

$$E \approx 8B, \quad (8.30)$$

де B – ширина захвату, м

$$B = m \cdot n_{\text{ряд}}, \quad (8.31)$$

де m – ширина міжряддя, м; (табл. 8.3; 8.6; 8,7);
 $n_{\text{ряд}}$ – кількість рядків, які обробляє агрегат; (табл. 8.3; 8.6; 8.7).

4.3.3 Розбивка поля на загінки.

Поле розбивають на загінки таким чином, щоб межі загінок знаходились на стикових міжряддях.

На полях, які засіяно 12-ти рядковими сівалками ширину непарних загінок встановлюють рівною 120-ти рядкам, а парних – 96-ти рядкам (рис. VIII.1). З кожної сторони непарної ділянки ще до масового збирання цукрових буряків викопують по 12 рядків. Після чого і парна і непарна загінки складатимуться із 96-ти рядків ($C = 43,2\text{м}$). Такі загінки розбивають на чотири ділянки по 24 рядки в кожній для організації роботи комбайнами.

В тому випадку, коли поле засіяно 18-ти рядковими сівалками ширину непарних загінок встановлюють рівною 144-м рядкам, а парних – 108-ми рядкам (рис. VIII.3). З кожної сторони непарної ділянки ще до масового збирання цукрових буряків викопують по 18 рядків. Після чого і парна і непарна загінки складатимуться із 108-ми рядків ($C = 48,6\text{м}$). Такі загінки розбивають на ділянки по 36 рядків в кожній для організації роботи комбайнами.

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні технологічної операції на загінці гономим способом руху по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами, або безпетльовим комбінованим способом руху *на чотирьох ділянках однієї загінки*:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\Pi} + 2e + \frac{3L_p C}{4r_{\Pi}}}, \quad (8.32)$$

де r_{Π} – радіус повороту агрегату, м (для розрахунків приймаємо – $r_{\Pi} \approx B_a$);
 e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (8.33)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих механізмів з енергетичною машиною:

-для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;

-з передньою начіпкою $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$\text{– причіпного} \quad l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{м}}, \quad (8.34)$$

$$\text{– самохідного} \quad l_a = l_{\text{са}}, \quad (8.35)$$

де $l_{\text{тр}}, l_{\text{м}}, l_{\text{са}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), причіпної (начіпної) машини (табл. VIII.1 – VIII.3), самохідного агрегату (табл. VIII.4), м.
 C – ширина загінки, м: – 12-ти рядні сівалки $C = 8B_c = 8 \cdot 5,4 = 43,2$ м;
 – 18-ти рядні сівалки $C = 6B_c = 6 \cdot 8,1 = 48,6$ м.

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату і технологічного циклу збирання цукрових буряків

5.А Розрахувати параметри режиму робочої зміни при збиранні цукрового буряку АГРЕГАТОМ ІЗ ПРИЧІПНОЮ ТЯГОВО-ПРИВІДНОЮ МАШИНОЮ (скошування гички, викопування і очищення коренеплодів з подальшим формуванням кагат).

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (8.36)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год).

$T_{\text{р}}$ – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_{\text{х}}$ – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

$T_{\text{т}}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.) , год $T_{\text{т}} = (0,04 \dots 0,05)T_{\text{зм}}$;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10)T_{\text{зм}}$$

Сума $(T_{\text{р}} + T_{\text{х}})$ являє собою час руху при виконанні роботи ($T_{\text{рух}}$), а сума $(T_{\text{т}} + T_{\text{оп}})$ – час регламентованих зупинок ($T_{\text{зуп}}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи ($T_{\text{р}}$) і часу на холості повороти ($T_{\text{х}}$) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{рух}}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{зм}} - T_{\text{зуп}}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{р}} + T_{\text{х}}} \quad (8.37)$$

знаходимо залежності по визначенню $T_{\text{р}}$ і $T_{\text{х}}$.

5.1.А Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_{\text{р}} = \tau_{\text{рух}} (T_{\text{зм}} - T_{\text{зуп}}) \quad (8.38)$$

5.2.А Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_p = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} \quad (8.39)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$ маємо $\tau_{рух} = \varphi$, (8.40)

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}$ (8.41)

де – $k = \frac{V_{п}}{V_p}$ (8.42)

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

5.3.А Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (8.43)$$

5.Б Розрахувати параметри технологічного циклу збирання цукрових буряків САМОХІДНИМ КОМБАЙНОВИМ АГРЕГАТОМ (викопування, очищення і завантаження коренеплодів в причепи транспортних засобів).

Складові часу технологічного циклу робіт по збиранню цукрових буряків, год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц} \quad (8.44)$$

де $t_{рц}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (*заповнення транспортного причепа викопаними коренеплодами*);

$t_{хц}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;

$t_{тц}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт, год.

5.1.Б Розрахувати час заповнення транспортного причепа коренеплодами, год:

$$t_{рц} = \frac{l_{п}}{10^3 V_p}, \quad (8.45)$$

де $l_{п}$ – довжина шляху для заповнення транспортного причепа коренеплодами, м:

$$l_{п} = \frac{10^4 U_{пр} \rho_{кп} \psi_{пр}}{H_{кп} B}, \quad (8.46)$$

де $U_{\text{пр}}$ – об'єм транспортного причепа, м³ (табл. XII.1 – XII.2);
 $\rho_{\text{кп}}$ – об'ємна маса коренеплодів, т/м³ (табл. D.17);
 $\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт використання об'єму транспортного причепа, ($\psi_{\text{пр}} = 0,8$) [3];
 $H_{\text{кп}}$ – урожайність коренеплодів, т/га.

5.2.Б Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (8.47)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху.

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

при $V_{\text{р}} = V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (8.48)$$

а при $V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (8.49)$$

де –
$$k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}}, \quad (8.50)$$

$V_{\text{п}}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умов руху), км/год.

5.3.Б Розрахувати час технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню цукрових буряків, год:

– копачем-навантажувачем

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{зт}}, \quad (8.51)$$

– бурякозбиральним комбайном

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{вб}} + t_{\text{зт}}, \quad (8.52)$$

де $t_{\text{вб}}$ – тривалість одного вивантаження коренеплодів із бункера комбайна, год (для розрахунку приймаємо $t_{\text{вб}} = 0,03 \dots 0,05$);

$t_{\text{зт}}$ – тривалість заміни одного транспортного засобу із причепом, год (для розрахунку приймаємо $t_{\text{зт}} = 0,02 \dots 0,03$ год).

5.В Розрахувати параметри режиму робочої зміни агрегату для збирання цукрових буряків САМОХІДНИМ КОМБАЙНОВИМ АГРЕГАТОМ (викопування, очищення і завантаження коренеплодів в причепи транспортних засобів).

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (8.53)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$.

5.1.В Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = t_{рц} \cdot n_{ц} \quad (8.54)$$

5.2.В Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = t_{хц} \cdot n_{ц} \quad (8.55)$$

5.3.В Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при збиранні цукрових буряків, год:

$$T_T = T_{тц} + T_{т.пц} \quad (8.56)$$

де $T_{т.пц}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (*контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.*):

$$T_{т.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{зм} \quad (8.57)$$

$T_{тц}$ – час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни, год (*заміна транспортного засобу із причепом*):

$$T_{тц} = t_{тц} \cdot n_{ц} \quad (8.58)$$

де $n_{ц}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{т.пц} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (8.59)$$

(Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа)

5.4.В Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}. \quad (8.60)$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні коренеплодів цукрових буряків:

– за годину змінного часу,
га/год

$$W_{г.кп} = 0,1BV_p \tau_{зм} \quad (8.61)$$

– за зміну, га

$$W_{зм} = W_{г.кп} T_{зм} \quad (8.62)$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

7.1 Розрахувати витрати пального на на одиницю обсягу роботи, кг/га:

– тягово-привідного агрегату

$$q_{га} = \frac{G_{тр}T_p + G_{тх}T_x + G_{тз}T_{зуп}}{T_{зм}W_{г.кп}} \quad (8.63)$$

де $G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{тз}$ – витрати пального трактором, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках, кг/год (табл. D.18);

$T_{зуп}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{зуп} = T_t + T_{оп}, \quad (8.64)$$

– самохідного агрегату

$$q_{га} = \frac{10^{-3}N_{ен}g_{ен}}{W_{г.кп}} \quad (8.65)$$

де $g_{ен}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год (табл. VIII.4).

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{п} = \frac{n_{мех}}{W_{г.кп}}, \quad (8.66)$$

де $n_{мех}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{п} = H_{п}q_{га}, \quad (8.67)$$

де $H_{п}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{га}$.

8 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

Для забезпечення системної цілісності збирально-транспортного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{Г.КП}} n_{\text{а.КП}} = \frac{W_{\text{Г.ТЗ}} n_{\text{ТЗ}}}{H_{\text{КП}}}, \quad (8.68)$$

- де $W_{\text{Г.КП}}$ – продуктивність агрегатів на збиранні цукрових буряків, га/год;
 $n_{\text{а.КП}}$ – кількість агрегатів для збирання коренеплодів цукрових буряків, шт. (для розрахунків приймаємо $n_{\text{а.КП}} = 1$ шт);
 $W_{\text{Г.ТЗ}}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення коренеплодів, т/год;
 $n_{\text{ТЗ}}$ – кількість транспортних засобів для відвезення коренеплодів, шт;
 $H_{\text{КП}}$ – урожайність коренеплодів, т/га

8.1 Розрахувати продуктивність ($W_{\text{Г.ТЗ}}$) транспортного засобу для відвезення коренеплодів, т/год:

$$W_{\text{Г.ТЗ}} = \frac{M_{\text{В}}}{t_{\text{об.ТЗ}}}, \quad (8.69)$$

- де $M_{\text{В}}$ – маса вантажу в транспортному засобі, т;
 $t_{\text{об.ТЗ}}$ – час обороту транспортного засобу, год;

8.1.1 Розрахувати масу ($M_{\text{В}}$) вантажу в транспортному засобі, кг:

$$M_{\text{В}} = U_{\text{К}} \rho_{\text{КП}} \psi_{\text{К}}, \quad (8.70)$$

- де $U_{\text{К}}$ – об'єм кузова транспортного засобу, м^3 (табл. XII);
 $\rho_{\text{КП}}$ – об'ємна маса коренеплодів, $\text{т}/\text{м}^3$ (табл. D.17);
 $\psi_{\text{К}}$ – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_{\text{К}} = 0,8$).

8.1.2 Розрахувати час ($t_{\text{об.ТЗ}}$) обороту транспортного засобу, год:

$$t_{\text{об.ТЗ}} = t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{КП}}}{V_{\text{РВ}}} + t_{\text{роз}} + \frac{S_{\text{КП}}}{V_{\text{РХ}}}, \quad (8.71)$$

- де $S_{\text{КП}}$ – відстань перевезення зібраної маси коренеплодів, км (із вихідних даних);
 $V_{\text{РВ}}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{\text{РВ}} = 20$ км/год);

V_{px} – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{px} = 30$ км/год);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (для кузова-самоскида приймаємо $t_{роз} = 0,06$ год.);

$t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу масою зібраних коренеплодів, год:

– копачем-навантажувачем ($t_{зав} = t_{рц}$);

– бурякозбиральним комбайном (при $U_6 \geq U_k$ маємо $t_{зав} = t_{вб}$; при $U_6 < U_k$ маємо $t_{зав} = t_{рц} + t_{вб}$).

8.2 Розрахувати кількість ($n_{ТЗ}$) транспортних засобів для відвезення зібраної маси коренеплодів:

$$n_{ТЗ} = \frac{W_{Г.З}}{W_{Г.ТЗ}} \cdot H_{кп} \cdot n_{а.кп} \quad (8.72)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);

б) – оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню цукрових буряків культур ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою ($\tau_{рух} = _$, $\tau_{зм} = _$) повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи;

г) – розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_r = _$, га/год);

– за зміну ($W_{зм} = _$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = _$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($З_p = _$, люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = _$, Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання цукрових буряків.

Таблиця VIII.1 Гичкозбиральні машини, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м ($m \times n_{ряд}$)	Кінематична довжина, м	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Призначення машини	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4	МГ-6	1300	2,7 (0,45×6)	3,5	15,0		64000
1,4	БМ-6Б	3060	2,7 (0,45×6)	7,2	14,5		80000
1,4	МБП-6	3300	2,7 (0,45×6)	8,2	10,0		95000
1,4	ОГД-6А	775	2,7 (0,45×6)	3,6	21,0	очисник головок двовальний	46000

Таблиця VIII.2 Бурякозбиральні машини, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м ($m \times n_{ряд}$)	Кінематична довжина, м	Об'єм бункеру, м ³	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Призначення машини	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,4; 2,0; 3,0	ПНБВ-1,6	2700	1,0	6,3	-	21,0	підбирач-навантажувач після КВЦБ-1,2	41000
1,4	АЗК-6,03,000	1260	1,0	4,5	-	22,0	підбирач-навантажувач після АЗК-6	32000
1,4	ППК-6	2600	1,0	6,1	-	21,0	підбирач-навантажувач	43000
1,4	L-6	2300	1,0	6,2	-	20,0	підбирач-навантажувач	45000

Таблиця VIII.3 Бурякозбиральні машини, начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м ($m \times n_{ряд}$)	Кінематична довжина, м	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Призначення машини	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4; 2,0	АЗК-6	1260	2,7 (0,45×6)	3,9	24,0	копач-валкоутворювач	88000
1,4; 2,0; 3,0	КВЦБ-1,2	1650	2,7 (0,45×6)	2,4	26,0	копач-валкоутворювач	94000

Таблиця VIII.4 Бурякозбиральні комбайни, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м ($m \times n_{\text{ряд}}$)	Кінематична довжина, м	Об'єм бункеру, м ³	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Призначення машини	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,0...4,0; (III)	«ТІМ» MIIS/TE 120	6300	0,9 (0,45×2)	7,7	12	26,0	комбайн	236000
			1,8 (0,45×4)					
1,4	KR-6-2	2530	0,9 (0,45×2)	6,0		18,0	комбайн	189000

Таблиця VIII.5 Бурякозбиральні комбайни, самохідні

Марка	Потужність двигуна, кВт (к.с.)	Питомі витрати палива, г/кВт год	Маса, кг	Конструкційна ширина захвату, м ($m \times n_{\text{ряд}}$)	Кінематична довжина, м	Об'єм бункеру, м ³	Приведена потужність для обробки одного рядка, кВт	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КС-6Б-05	136 (185)	227	9830	2,7 (0,45×6)	8,4	5,0	8,5	526000
МКК-6	58,9 (80)	252	7800	2,7 (0,45×6)	7,2	–	4,5	450000
SF 10	210 (280)	220	14500	2,7 (0,45×6)	10,3	13,5	11,0	1300000
SF 10-2	275 (370)	220	16220	2,7 (0,45×6)	10,4	15,0	12,0	1600000
SF 20	310 (418)	217	21770	2,7 (0,45×6)	12,0	30,0	12,5	2800000
SF 40	353 (476)	217	29500	2,7 (0,45×6)	15,8	40,0	13,0	3200000
TIM SR-2500	260 (354)	217	19500	2,7 (0,45×6)	12,5	18/25	12,0	2600000

ІХ Організація збирання картоплі

Вихідні дані:

Технологія збирання (поточна; переривиста; поточна із одночасним сортуванням)
Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)

Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)

Рельєф поля, град (α°)

Урожайність бульбоплодів, т/га ($H_{\text{бп}}$)

Відстань перевезення бульбоплодів, км ($S_{\text{бп}}$)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити види технологій збирання картоплі, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Вибір технології збирання картоплі залежить від призначення зібраного урожаю (ранні сорти – для продовольчих цілей, середньо і пізньоспілі – для промислового переробітку), типу ґрунтів та наявності в достатній кількості технічних засобів.

Існує декілька видів технологій збирання урожаю картоплі:

– *поточна* – бульбоплоди від комбайну транспортують із поля на пункти зберігання, або на завод. Всі операції виконуються в один день. Доцільно застосовувати при сприятливих погодних умовах. Як недолік – потребує великої кількості транспортних засобів;

– *переривиста* – бульбоплоди від комбайну складають на полі в бурти, а потім, після сортування, везуть на завод. Є доцільною при великому забрудненні бульбоплодів. Як недолік – додаткове навантаження-розвантаження;

– *поточна із одночасним сортуванням* – це організаційне поєднання двох попередніх технологій.

Бульбоплоди завантажуються в транспортні засоби із бункера комбайну на ходу.

Агротехнічні вимоги до збирання картоплі:

1) строки машинного збирання бульбоплодів встановлюють із настанням фізіологічної стиглості картоплі, та в залежності від стану ґрунтів, погодних і господарських умов;

2) поля з довжиною гону менше 200м і з ухилом місцевості більше 5° не придатні для комбайнового збирання, а використовувати рекомендується картоплекопачі;

3) бульбоплоди, які були викопані картоплекопачем необхідно укладати у валки, товщиною до 10см, шириною – 70...90см;

4) втрати бульбоплодів після проходу комбайну не повинні перевищувати 3%;

5) чистота зібраної маси бульбоплодів повинна бути не меншою 80%;

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із НАЧІПНОЮ ТЯГОВО – ПРИВІДНОЮ машиною (викопування бульбоплодів).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. ІХ.1) і трактора (табл. І.1), який її агрегатує.

Марка робочої машини _____ (параметри занести в табл. 9.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 9.2)

Таблиця 9.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри тягово-привідної машини (табл. ІХ.1)

Марка	Маса M_m , кг	Конструкційна ширина захвату b_m , м ($m \times n_{ряд}$)	Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агро- технічно-допу- стимих швидко- стей V_{lim} , км/ год	Питомий тяговий опір робочих ор- ганів k_o , кН/м
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 9.2 Технічні характеристики трактора (табл. І.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна по- тужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.А Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 9.1;

– вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) (табл. D.5) робочих органів машини у відповідності із їх призначенням (при швидкості $V_o = 5$ км/год) і занести в табл. 9.1;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 9.3.

Таблиця 9.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

Параметри \ передача					
$V_{p, \prime}$ км/год					
$P_{TH, \prime}$ кН					
$N_{Tmax, \prime}$ кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 9.2.

2.3.A Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини (для випадку $V_p > V_0$), кН/м:

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (9.1)$$

де ΔC_M – темп зростання питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини при збільшенні її швидкості понад $V_0 = 5$ км/год, % (табл. D.8).

2.4.A Розрахувати приведений тяговий опір агрегату з начіпною тягово-привідною с.-г. машиною, кН:

$$R_a = [k_v b_m + G_m (\lambda_d f_{TP} \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП} \quad (9.2)$$

(знак "+" в формулі відповідає руху на підйом)

де f_{TP} – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує частину ваги начіпної машини та вертикальні складові сили тягового опору, що додатково навантажують ходову систему трактора ($\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$) [3]. Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах;

G_m – вага с.-г. машини, кН:

$$G_m = 10^{-3} M_m g, \quad (9.3)$$

де M_m – маса с.-г. машини, кг (табл. 9.1);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

$P_{\text{ВВП}}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{тр}}}{V_p \eta_{\text{ВВП}}} \quad (9.4)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, яка витрачається на привід робочих органів тягово-привідних с.-г. машин від ВВП при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 9.1);
 $\eta_{\text{ВВП}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ($\eta_{\text{ВВП}} = 0,94 \dots 0,96$) [3];
 $\eta_{\text{тр}}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії (приводу рушіїв) трактора ($\eta_{\text{тр}} = 0,9$) [3].

2.5.А Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{ТН}} \pm G_{\text{Тр}} \sin \alpha} \quad (9.5)$$

де $G_{\text{Тр}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{Тр}} = 10^{-3} M_{\text{Тр}} g, \quad (9.6)$$

де $M_{\text{Тр}}$ – маса трактора, кг (табл. 9.2).

(знак "–" в формулі 9.5 відповідає руху на підйом)

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2.А робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6.А Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*викопування бульбоплодів*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\text{ф}}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{б}}}, \quad (9.7)$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{руш} = G_{тр}(f_{тр} - \sin\alpha) + R_a, \quad (9.8)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

η_6 – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (9.9)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.6.2.A Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, кВт:

$$N_{\Phi}^n = \frac{P_{руш.п} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6} \quad (9.10)$$

Рушійна сила при виконанні поворотів розраховується при умові $\alpha^0 = 0$;

$$P_{руш} = G_{тр} f_{тр} + R_a. \quad (9.11)$$

(Опір агрегату (R_a) при поворотах розраховуємо по формулі (9.2 із використанням 9.4), приймаючи до уваги, що $k_V = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

2.7.A Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (виконання технологічної операції N_{Φ}^p) та (повороти – N_{Φ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{ен}}, \quad (9.12)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 9.2)

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ ___ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p =$ ___ км/год (рух на спуск).

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи ПРИЧІПНОГО ТЯГОВО – ПРИВІДНОГО КОМБАЙНОВОГО агрегату (викопування бульбоплодів і завантаження їх у причіп).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку комбайнового агрегату (табл. IX.2) і трактора (табл. I.1), який її агрегатує.

Марка комбайнового агрегату _____ (параметри занести в табл. 9.4)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 9.5)

Таблиця 9.4 Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайнового агрегату (табл. IX.2)

Марка	Маса $M_{каг}$, кг	Ширина захвату $B_{каг}$, м ($m \times n_{ряд}$)	Об'єм бункера для бульбоплодів $U_{бг}$, м ³	Потужність на холостий хід механізмів комбайну $N_{ххг}$ кВт	Приведена потужність для обробки одного рядка, N_p , кВт/ряд	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6	7

Примітки: Колонку 7 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 9.5 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{енг}$ кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.Б Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 9.4;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 9.6.

Таблиця 9.6 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

Параметри \ передача					
V_p , км/год					
$P_{ТН}$, кН					
$N_{Т max}$, кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ($N_{Т max}$). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{ТН}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 9.5.

2.3.Б Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна трактора, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_p n_{ряд}) \eta_{тр.а}}{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha) + G_{е.а}(f_{к.а} + \sin\alpha)}, \quad (9.13)$$

- де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл.9.5);
 N_p – приведена потужність для обробітку одного рядка, кВт/ряд; (табл. 9.4)
 $n_{ряд}$ – кількість рядків, яку обробляє агрегат; (табл. 9.4)
 $\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії комбайнового агрегату ($\eta_{тр.а} = 0,76 \dots 0,83$) [3];
 $f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);
 $f_{к.а}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату) (табл. D.10);
 $G_{тр}$ – вага трактора, кН:

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (9.14)$$

- де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 9.5);
 g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);
 $G_{е.а}$ – експлуатаційна вага тягово-привідного комбайнового агрегату, кН.

Експлуатаційна вага ($G_{е.а}$) визначається з урахуванням повністю завантаженого бункера комбайну, кН:

$$G_{е.а} = G_{к.а} + U_b \rho_{бп} \psi_b g, \quad (9.15)$$

- де U_b – об'єм бункера для бульбоплодів, м^3 (табл. 9.6)
 $\rho_{бп}$ – об'ємна маса бульбоплодів, т/м^3 (табл. D.17);
 ψ_b – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_b = 0,8$) [3];
 $G_{к.а}$ – конструкційна вага комбайнового агрегату, кН:

$$G_{к.а} = 10^{-3} M_{к.а} g, \quad (9.16)$$

де $M_{к.а}$ – маса комбайнового агрегату, кг (табл. 9.4)

2.4.Б Обґрунтований вибір швидкості руху.

Для причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату швидкість руху приймаємо, порівнюючи значення розрахованої швидкості (V_{pN}) і робочої швидкості (V_p), раніше вибраної із тягової характеристики трактора (табл. 9.5). Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

2.5.Б Розрахувати приведенний тяговий опір причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату (для умов підйом):

$$R_{т-пр} = \frac{3,6 N_p n_{ряд}}{V_p} + \frac{G_{е.а} (f_{к.а} + \sin \alpha)}{\eta_{тр.а}} \quad (9.17)$$

2.6.Б Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля.

$$\eta_p = \frac{R_{т-пр}}{P_{тн} - G_{тр} \sin \alpha} \quad (9.18)$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.7.Б Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.7.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (викопування бульбоплодів) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{[R_{т-пр} + G_{тр} (f_{тр} + \sin \alpha)]}{\eta_{тр.а}}. \quad (9.19)$$

2.7.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, обочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на повороті (V_{Π}) вибираємо з урахуванням умов руху:

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a} f_{k.a} + G_{тр} f_{тр}}{\eta_{тр.a}}. \quad (9.20)$$

2.8. об'єм Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{Φ}^p) та (*повороти* – N_{Φ}^{Π}):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{ен}}. \quad (9.21)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 9.5)

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p =$ _____ (рух на підйом).

3 Підготовка агрегату до роботи.

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи.

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, міжзагінні проїзди, транспортні магістралі для завантаження транспортних засобів і їх заміни. Показати прийнятий спосіб руху агрегату.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Способи руху:

– гоновий з безпетльовими поворотами на чотирьох ділянках однієї загінки.

Поле розбивають на загінки по 64 рядки ($C = 64 \text{ рядка} \times 0,7\text{м} = 44,8\text{м}$), а загінки – на чотири ділянки таким чином, щоб межі ділянок знаходились на стикових міжряддях. Для забезпечення мінімальної довжини холостого ходу при безпетльових поворотах ширину ділянки доцільно приймати рівною 16 рядкам.

Якщо поле має загальні межі із посівами других культур, відбивають поворотні смуги шириною 10...12м.

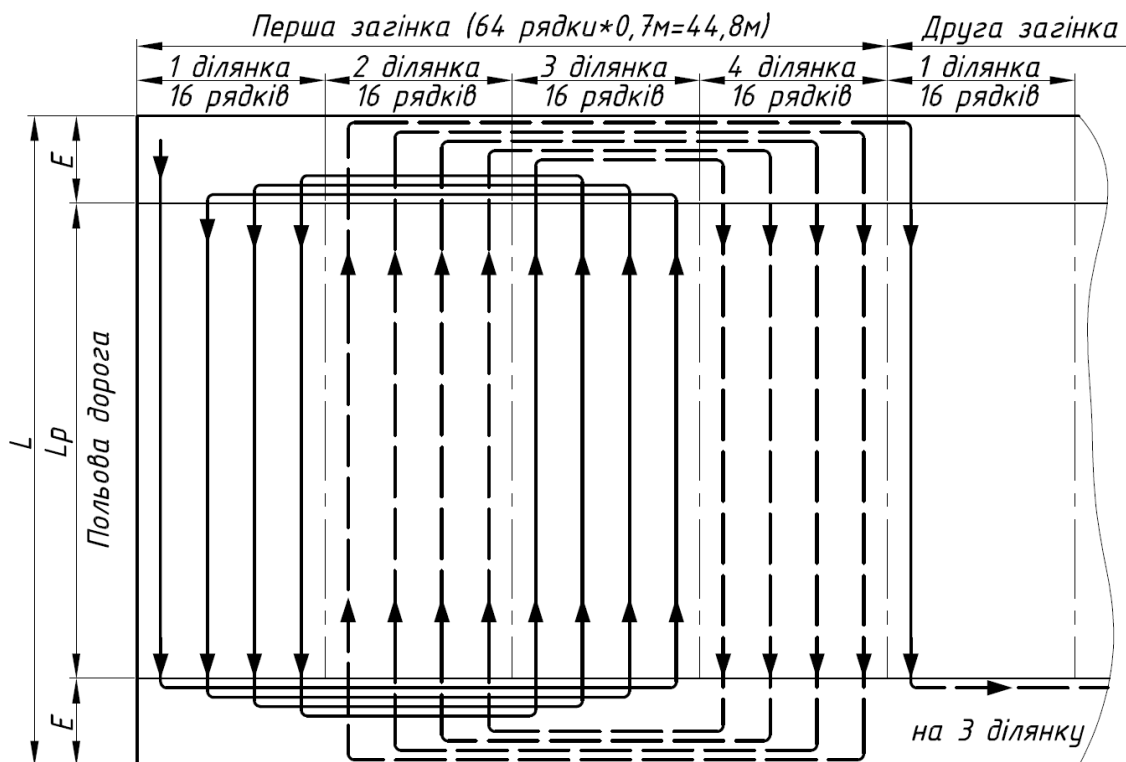


Рис. ІХ.1 Схема руху агрегату комбінованим гоновим способом при збиранні картоплі на чотирьох ділянках однієї загінки

Підготовка поля до масового збирання картоплі комбайнами полягає у першочерговому викопуванні бульбоплодів на поворотних смугах.

4.3 Технологія виконання способу руху.

Із першої ділянки агрегат заїжджає на третю і виконує операцію на цих двох ділянках, рухаючись проти ходу годинникової стрілки. Бульбоплоди поступово накопичуються в бункері комбайну, а потім вивантажуються в транспортний засіб на короткочасних зупинках, або на ходу. Після завершення збирання коренеплодів на цих ділянках, агрегат заїжджає для виконання операції на четверту ділянку і, рухаючись по ходу годинникової стрілки, переміщається на другу ділянку для одночасного викопування картоплі на обох ділянках (рис. ІХ.1). Для забезпечення проїзду технологічного транспорту викопування бульбоплодів починають із зовнішніх рядків ділянок за такою схемою, щоб очищене поле завжди знаходилось по праву сторону по ходу комбайну.

4.4 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.4.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м). Вона визначається за допомогою схеми (рис. IX.1) і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (9.22)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);

E – ширина поворотної смуги, м (приймають рівною не менше 10...12м).

4.5 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні технологічної операції *на чотирьох ділянках однієї загінки* гоновим способом руху з безпетльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\pi} + 2e + \frac{3L_p C}{4r_{\pi}}}, \quad (9.23)$$

де r_{π} – радіус повороту агрегату, м; (для розрахунку приймаємо $r_{\pi} \approx B$);

B – ширина захвату агрегату, м ($B = m \cdot n_{\text{ряд}}$);

m – ширина міжряддя, м; (табл. 9.3; 9.6)

$n_{\text{ряд}}$ – кількість рядків, які обробляє агрегат; (табл. 9.3; 9.6)

e – довжина виїзду агрегату, м

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (9.24)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих механізмів з енергетичною машиною:

- для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;

- з передньою начіпкою $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

$$l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{м}}, \quad (9.25)$$

де $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{м}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора (табл. D.16), причіпної (начіпної) машини (табл. IX.1... IX.2).

C – ширина загінки, м: $C = 64 \text{ рядка} \cdot 0,7 \text{ м} = 44,8 \text{ м}$.

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу і режиму робочої зміни агрегату при збиранні картоплі.

5.А Розрахувати параметри режиму робочої зміни агрегату із ТЯГОВО-ПРИВІДНОЮ МАШИНОЮ (викопування бульбоплодів з подальшим формуванням валків).

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (9.26)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год).

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.) , год $T_x = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$;

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$$

Сума ($T_p + T_x$) являє собою час руху при виконанні роботи ($T_{рух}$), а сума ($T_T + T_{оп}$) – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (9.27)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

5.1.А Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (9.28)$$

5.2.А Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}, \quad (9.29)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$ маємо
$$\tau_{рух} = \varphi, \quad (9.30)$$

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо
$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (9.31)$$

де –
$$k = \frac{V_{п}}{V_p} \quad (9.32)$$

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

5.3.А Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (9.33)$$

5.Б Розрахувати параметри технологічного циклу збирання картоплі ТЯГОВО-ПРИВІДНИМ КОМБАЙНОВИМ агрегатом (викопування, очищення і завантаження бульбоплодів в причепи транспортних засобів).

Складові часу технологічного циклу робіт по збиранню картоплі, год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц} \quad (9.34)$$

де $t_{рц}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (*заповнення транспортного причепа викопаними коренеплодами*);

$t_{хц}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;

$t_{тц}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт, год.

5.1.Б Розрахувати час заповнення транспортного причепа бульбоплодами ($t_{рц}$), год:

$$t_{рц} = \frac{l_{пп}}{10^3 V_p}, \quad (9.35)$$

де $l_{пп}$ – довжина шляху для заповнення транспортного причепа бульбоплодами, м:

$$l_{пп} = \frac{10^4 U_{пп} \rho_{бп} \psi_{пп}}{H_{бп} B}, \quad (9.36)$$

де $U_{пп}$ – об'єм транспортного причепа, м³ (табл. XII);

$\rho_{бп}$ – об'ємна маса бульбоплодів, т/м³ (табл. D.17);

$\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт використання об'єму транспортного причепа, ($\psi_{\text{пр}} = 0,8$) [3];

$H_{\text{бп}}$ – урожайність бульбоплодів, т/га (із вихідних даних).

5.2.Б Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (9.37)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху;

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

при $V_{\text{р}} = V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (9.38)$$

а при $V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}}$ маємо
$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (9.39)$$

де –
$$k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}}, \quad (9.40)$$

$V_{\text{п}}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умов руху), км/год.

5.3.Б Тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню картоплі, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{рц}}. \quad (9.41)$$

5.В Розрахувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни при збиранні картоплі ТЯГОВО-ПРИВІДНИМ КОМБАЙНОВИМ агрегатом.

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (9.42)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год);

$T_{\text{р}}$ – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_{\text{х}}$ – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

$T_{\text{т}}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10)T_{\text{зм}}$.

5.1.В Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = t_{pц} \cdot n_{ц} \quad (9.43)$$

5.2.В Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = t_{xц} \cdot n_{ц} \quad (9.44)$$

5.3.В Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при збиранні картоплі, год:

$$T_T = T_{Tц} + T_{T.пц} \quad (9.45)$$

де $T_{T.пц}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (*контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.*):

$$T_{T.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{зм} \quad (9.46)$$

$T_{Tц}$ – час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни, год (*заміна транспортного засобу із причепом*):

$$T_{Tц} = t_{Tц} \cdot n_{ц} \quad (9.47)$$

де $n_{ц}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{Т.пз} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (9.48)$$

(*Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа*)

5.4.В Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (9.49)$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні бульбоплодів картоплі:

$$\text{– за годину змінного часу, га/год} \quad W_{г.бп} = 0,1BV_p \tau_{зм} \quad (9.50)$$

$$\text{– за зміну, га} \quad W_{зм} = W_{г.бп} T_{зм} \quad (9.51)$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

7.1 Розрахувати витрати пального на на одиницю обсягу роботи, кг/га:

– тягово-привідного агрегату

$$q_{га} = \frac{G_{тр} T_p + G_{тх} T_x + G_{тз} T_{зуп}}{T_{зм} W_{г.бп}} \quad (9.52)$$

де $G_{\text{Тр}}, G_{\text{ТХ}}, G_{\text{ТЗ}}$ – витрати пального трактором, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{Т}} + T_{\text{оп}}, \quad (9.53)$$

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$З_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{Г.бп}}}, \quad (9.54)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (*витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи*), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (9.55)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

8 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

Для забезпечення системної цілісності збирально-транспортного комплексу і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{Г.бп}} n_{\text{а.бп}} = \frac{W_{\text{Г.ТЗ}} n_{\text{ТЗ}}}{H_{\text{бп}}}, \quad (9.56)$$

де $W_{\text{Г.бп}}$ – продуктивність агрегатів на збиранні бульбоплодів картоплі, га/год;
 $n_{\text{а.бп}}$ – кількість агрегатів для збирання бульбоплодів картоплі, шт. (для розрахунку приймаємо $n_{\text{а.бп}} = 1$ шт);

$W_{\text{Г.ТЗ}}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення бульбоплодів, т/год;

$n_{\text{ТЗ}}$ – кількість транспортних засобів для відвезення бульбоплодів, шт;

$H_{\text{бп}}$ – урожайність бульбоплодів картоплі, т/га (із вихідних даних).

8.1 Розрахувати продуктивність ($W_{\text{Г.ТЗ}}$) транспортного засобу для відвезення бульбоплодів, т/год:

$$W_{\text{Г.ТЗ}} = \frac{M_{\text{В}}}{t_{\text{об.ТЗ}}}, \quad (9.57)$$

де M_B – маса вантажу в транспортному засобі, т;
 $t_{об.тз}$ – час обороту транспортного засобу, год;

8.1.1 Розрахувати масу (M_B) вантажу в транспортному засобі, кг:

$$M_B = U_K \rho_{бп} \psi_K \quad (9.58)$$

де U_K – об'єм кузова транспортного засобу, м³ (табл. XII);
 $\rho_{бп}$ – об'ємна маса бульбоплодів, т/м³ (табл. D.17);
 ψ_K – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_K = 0,8$).

8.1.2 Розрахувати час ($t_{об.тз}$) обороту транспортного засобу, год:

$$t_{об.тз} = t_{зав} + \frac{S_{бп}}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_{бп}}{V_{рх}}, \quad (9.59)$$

де $S_{бп}$ – відстань перевезення зібраної маси бульбоплодів, км;
 $V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);
 $V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);
 $t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (для кузова-самоскида приймаємо $t_{роз} = 0,06$ год.);
 $t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу масою зібраних бульбоплодів ($t_{зав} = t_{рц}$), год.

8.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для відвезення зібраної маси бульбоплодів:

$$n_{тз} = \frac{W_{г.бп}}{W_{г.тз}} H_{бп} n_{а.бп}. \quad (9.60)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи

для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню картоплі ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);

- режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{\text{рух}} = _$, $\tau_{\text{зм}} = _$);
- г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
 - за годину змінного часу ($W_{\text{г}} = _$, га/год);
 - за зміну ($W_{\text{зм}} = _$, га);
- д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:
 - витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{\text{га}} = _$, кг/га);
 - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($З_{\text{п}} = _$, люд · год/га);
 - повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{\text{п}} = _$, Дж/га).
- е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання картоплі.

Таблиця ІХ.1 Картоплезбиральні машини, начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Кон-струкційна ширина захвату, м ($m \times n_{\text{ряд}}$)	Кінематична довжина, м	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7
1,4	КТН-2В	730	1,4 (0,7×2)	3,2	13...16	25000

Таблиця ІХ.2 Картоплезбиральні комбайни, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Кон-струкційна ширина захвату, м ($m \times n_{\text{ряд}}$)	Кінематична довжина, м	Потужність на холостий хід механізмів комбайну, кВт	Приведена потужність для обробітку одного рядка, кВт	Об'єм бункеру, м ³	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,4; 3,0	ККМ-4	5100	2,8 (0,7×4)	8,9	7...9	6...8	0,80	150000
1,4	ККУ-2А	4110	1,4 (0,7×2)	7,6	4...6	6...8	0,75	120000
2,0; 3,0	АКРІЛ	5500	1,4 (0,7×2)	8,5	30...40		3,5	190000
(ІІ)	ІМАС 7580- RB25	5500	0,7	7,65	7...9	8...11	2,5...3,0	110000
(ІІ)	ІМАС 7580-RB40	6400	0,7	9,0	7...9	8...11	3,5...4,0	125000
(ІІ)	ІМАС 8090- RB45	6800	0,7	9,6	10...12	12...15	4,0...4,5	135000

Х Організація внесення добрив кузовними розкидачами (цистерною)

Вихідні дані:

- Вид добрив (сипкі мінеральні, тверді органічні, рідкі мінеральні і органічні)
Технологічна схема внесення (перевантажувальна, прямоточна)
Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)
Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)
Рельєф поля, град (α°)
Норма внесення технологічного матеріалу ($H_{\text{ТМ}}$): твердих органічних добрив – т/га; сипких мінеральних – кг/га; рідких мінеральних і органічних – л/га
Відстань перевезення технологічного матеріалу, км ($S_{\text{ТМ}}$)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити технологічні схеми внесення, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Технологічні схеми внесення добрив:

– *перевантажувальна* – застосовується для організації робіт по виконанню технологічного циклу внесення **сипких мінеральних добрив** НАЧІПНИМИ РОЗКИДАЧАМИ і внесення **рідких добрив (ядохімікатів)**. ПРИЧІПНИМИ та САМОХІДНИМИ ЦИСТЕРНОВИМИ МАШИНАМИ при транспортуванні добрив до поля більше 3 км (*транспортування добрив на поле здійснюється автомобілями-завантажувачами із наступним перевантаженням добрив в агрегати*);

– *прямоточна* – застосовується для організації робіт по виконанню технологічного циклу внесення **сипких мінеральних добрив** і **твердих органічних добрив** ПРИЧІПНИМИ РОЗКИДАЧАМИ при транспортуванні добрив до поля до 3 км (*транспортування і внесення добрив здійснюється одним агрегатом*).

Робота агрегатів здійснюється на заздалегіть розміченому полі у відповідності із прийнятою технологічною схемою внесення добрив.

Агротехнічні вимоги до технологічного процесу внесення добрив:

- 1) основний спосіб внесення сипких мінеральних і твердих органічних добрив – розподілення по полю з наступним загортанням їх у гунт;
- 2) добрива необхідно вносити рівномірно по всій площі поля, допустима нерівномірність внесення добрив розкидачами лежить в межах $\pm 25\%$;

3) розподілені по поверхні поля добрива, дернина і поживні залишки необхідно повністю заорати;

4) пропуски і огріхи – не допустимі;

5) після закінчення обробітку основного масиву поля необхідно обробити і поворотні смуги.

2 Обґрунтувати швидкісний режим роботи агрегату для заданих умов виконання технологічної операції

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із *ТЯГОВО – ПРИВІДНОЮ* машиною (транспортування і внесення добрив).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. X.1 – X.6) і трактора (табл. I.1), який її агрегує.

Марка робочої машини _____ (параметри занести в табл. 10.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 10.2)

Таблиця 10.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини (табл. X.1 – X.6)

Назва і марка	Маса $M_{рл}$, кг	Ширина розподілу технологічного матеріалу, $B_{тм}$, м	Об'єм кузова розкидача (ємкості обприскувача), $U_{кв}$, м ³ (л)	Потужність на привід робочих органів від ВВП, $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонку 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 10.2 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номинальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

2.2.А Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) (табл. D.4), в межах якого забезпечується висока якість роботи с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 10.1;

– із тягової характеристики (табл. D.7) трактора в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$ з урахуванням агрофону вибрати тягові параметри на передачах, які по чисельному значенні швидкості входять в інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей і занести значення в табл. 10.3.

Таблиця 10.3 Тягові параметри трактора (табл. D.7)

Параметри \ передача					
$V_{рj}$, км/год					
$P_{ТНj}$, кН					
$N_{Тmaxj}$, кВт					

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{ТН}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 10.2.

2.3.A Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір агрегату із причіпною (начіпною) тягово-привідною машиною, кН (для умов підйом):

- причіпні машини, які обладнані кузовом (ємкістю) для поверхневого внесення добрив, обприскування і обпилювання:

$$R_a = [(G_{рд} + Q_v)(f_m + \sin\alpha)] + P_{ВВП}; \quad (10.1)$$

- начіпні машини, які обладнані кузовом (ємкістю) для поверхневого внесення добрив, обприскування і обпилювання:

$$R_a = [(G_{рд} + Q_v)(\lambda_d f_{тр} + \sin\alpha)] + P_{ВВП}, \quad (10.2)$$

де f_m – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного розкидача) (табл. D.10);

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);

λ_d – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора ($\lambda_d = 0,2 \dots 0,5$) [3];

$G_{рд}$ – вага розкидача добрив (обприскувача), кН:

$$G_{рд} = 10^{-3} M_{рд} g, \quad (10.3)$$

де $M_{рд}$ – маса розкидача добрив (обприскувача), кг (табл. 10.1);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);
 Q_B – вага технологічного вантажу в кузові (ємкості), кН:

$$Q_B = U_K \rho_{TM} g \psi_K, \quad (10.4)$$

де U_K – об'єм кузова розкидача (ємкості обприскувача), м^3 (табл. 10.1);
 ρ_{TM} – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, ядохімікатів, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м^3 (табл. D.17) (для рідини – 1 т/м^3);
 ψ_K – коефіцієнт використання об'єму кузова (ємкості) – ($\psi_K = 0,8 \dots 0,9$) [3].

Втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \eta_{ТР}}{V_p \eta_{ВВП}}, \quad (10.5)$$

де $N_{ВВП}$ – потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт (табл. 10.1);
 $\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$) [3];
 $\eta_{ТР}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії рушіїв трактора (колісний – $\eta_{ТР} = 0,9$; гусеничний – $\eta_{ТР} = 0,86$) [3].

2.4.A Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{TH} - G_{ТР} \sin \alpha}, \quad (10.6)$$

де $G_{ТР}$ – вага трактора, кН:

$$G_{ТР} = 10^{-3} M_{ТР} g, \quad (10.7)$$

де $M_{ТР}$ – маса трактора, кг (табл. 10.2).
(знак “–” в формулі 10.6 відповідає руху на підйом)

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

Обґрунтована при виконанні п.2.2.A робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.6.A Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.6.1.A Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*внесення добрив*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}, \quad (10.8)$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН:

$$P_{руш} = G_{тр}(f_{тр} - \sin \alpha) + R_a, \quad (10.9)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо опір агрегату (R_a) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

η_6 – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (10.10)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

2.6.2.A Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, кВт.

$$N_{\phi}^п = \frac{P_{руш.п} \cdot V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}, \quad (10.11)$$

Рушійна сила при виконанні поворотів розраховується при умові $\alpha^0 = 0$:

$$P_{руш} = G_{тр} f_{тр} + R_a. \quad (10.12)$$

(Опір агрегату (R_a) при поворотах розраховуємо, приймаючи до уваги, що $k_V = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

Швидкість на повороті ($V_{п}$), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

2.7.A Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{ϕ}^p) та (*повороти* – N_{ϕ}^n):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}, \quad (10.13)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 10.2)

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату,

при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$ (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$ (рух на спуск).

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи САМОХІДНОГО агрегату (обприскувач)

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного обприскувача (табл. X.7).

Марка самохідного обприскувача _____ (параметри занести в табл. 10.4)

Таблиця 10.4 Технічні характеристики і енергетичні параметри самохідного обприскувача (табл. X.7)

Марка	Маса, $M_{c.a}$, кг	Ширина розподілу технологічного матеріалу, $B_{тм}$, м	Ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату $N_{ен}$, кВт	Потужність на привід механізмів обприскувача від ВВП $N_{рх}$, кВт	Об'єм ємкості обприскувача U_e , л
1	2	3	4	5	6

2.2.Б Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату обумовлену потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_{рх})\eta_{тр.а}}{G_{e.a}(f_{c.a} + \sin\alpha)}, \quad (10.14)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату, кВт; (табл. 10.4)

$N_{рх}$ – потужність на привід механізмів обприскувача від ВВП для виконання технологічної операції, кВт (табл. 10.4);

$\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії самохідного агрегату, ($\eta_{тр.а} = 0,8 \dots 0,95$) [3];

$f_{c.a}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного агрегату (табл. D.11);

$G_{e.a}$ – експлуатаційна вага самохідного агрегату, кН:

$$G_{e.a} = G_{c.a} + Q_{тм}, \quad (10.15)$$

$G_{c.a}$ – конструкційна вага самохідного агрегату, кН:

$$G_{c.a} = 10^{-3}M_{c.a}g, \quad (10.16)$$

де $M_{c.a}$ – маса самохідного агрегату, кг (табл. 10.4);

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8\text{м/с}^2$);

Q_{TM} – вага технологічного матеріалу в ємкості обприскувача, кН:

$$Q_{TM} = 10^3 U_{\epsilon} \rho_{TM} g \psi_{\epsilon}, \quad (10.17)$$

де U_{ϵ} – об'єм ємкості обприскувача, л (табл. 10.4);

ρ_{TM} – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, ядохімікатів, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м³ (табл. D.17) (для рідини – 1 т/м³);

ψ_{ϵ} – коефіцієнт використання об'єму ємкості – ($\psi_{\epsilon} = 0,8 \dots 0,9$) [3].

2.3.Б Обґрунтований вибір швидкості руху.

Розрахована швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) (табл. D.4).

2.4.Б Фактична потужність двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.4.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована самохідним обприскувачем в процесі виконання роботи (*розподілення ядохімікатів*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\Phi}^p = \left[\frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a}(f_{c.a} + \sin\alpha)}{\eta_{tp}} + N_{px} \right] \cdot \xi_{Ne}, \quad (10.18)$$

де ξ_{Ne} – нормативний коефіцієнт використання ефективної потужності двигуна самохідного агрегату ($\xi_{Ne} = 0,8 \dots 0,9$);

2.4.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання поворотів, приймаючи до уваги що $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_{px} = 0$), а швидкість на поворотах (V_{π}) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\Phi}^{\pi} = \left[\frac{V_{\pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a} f_{c.a}}{\eta_{tp.a}} \right] \cdot \xi_{Ne}. \quad (10.19)$$

2.5.Б Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* – N_{Φ}^p) та (*повороти* – N_{Φ}^{π}):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{eH}} \quad (10.20)$$

Економічній роботі двигуна самохідного обприскувача відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків обґрунтовано швидкісний режим роботи самохідного агрегату для заданих умов виконання технологічної операції: агрегат _____, із шириною розподілення технологічного матеріалу $B_k = \text{_____}$, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p = \text{_____}$ км/год.

3 Підготовка агрегату до роботи

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

4 Підготовка поля до роботи

Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, транспортні магістралі під'їзду (від'їзду) агрегатів та показати прийнятий спосіб їх руху.

Підготовка поля залежить від технологічної схеми внесення добрив. При підготовці полів враховують можливі способи руху агрегатів, конфігурацію і розміри полів, технічні характеристики агрегатів і норми внесення добрив.

Підготовка поля по перевантажувальній схемі зводиться до визначення місць завантажування агрегатів сипкими (рідкими) мінеральними добривами, та відбивки поворотних смуг. Рекомендована ширина поворотної смуги – $E = (12 \dots 16)$ м.

Для роботи по прямоточній схемі підготовка поля зводиться до відбивки поворотних смуг (для тих випадків, коли немає можливості виконувати розвороти за межами поля).

4.1 Способи руху

Спосіб руху агрегату встановлюють в залежності від площі, конфігурації і рельєфу поля, довжини гону, складу агрегату і агротехнічних умов виконання технологічної операції внесення добрив.

Основний напрямок руху при виконанні внесення добрив – *човниковий*.

На великих полях неправильної конфігурації можливе застосування декількох способів руху в залежності від складності конфігурації поля (рис. X.1).

В залежності від довжини гону (L_p) і величини запасу робочого ходу агрегату між заправками ($L_{\text{техн}}$ по технологічним можливостям) можливі декілька варіантів роботи агрегатів човниковим способом (рис. X.2 а,б,в).

Якщо запас робочого ходу агрегату між заправками ($L_{\text{техн}}$) значно більший довжини гону (L_p), то місця завантажування агрегатів можна розташовувати на одній із поворотних смуг (рис. X.2 а). В тих випадках коли необхідно вносити великі норми

добрив, або довжина гону занадто велика, то місця завантажування агрегатів можна розташовувати з двох сторін поля (на поворотних смугах) (рис. X.2 б,в).

На полях із малою довжиною гону (до 250 м) і при роботі широкозахватних агрегатів рекомендується *гоновий спосіб руху безпетльовими поворотами* (рис. X.3). При цьому способі ширина поворотної смуги суттєво зменшується в порівнянні із човниковим способом руху.

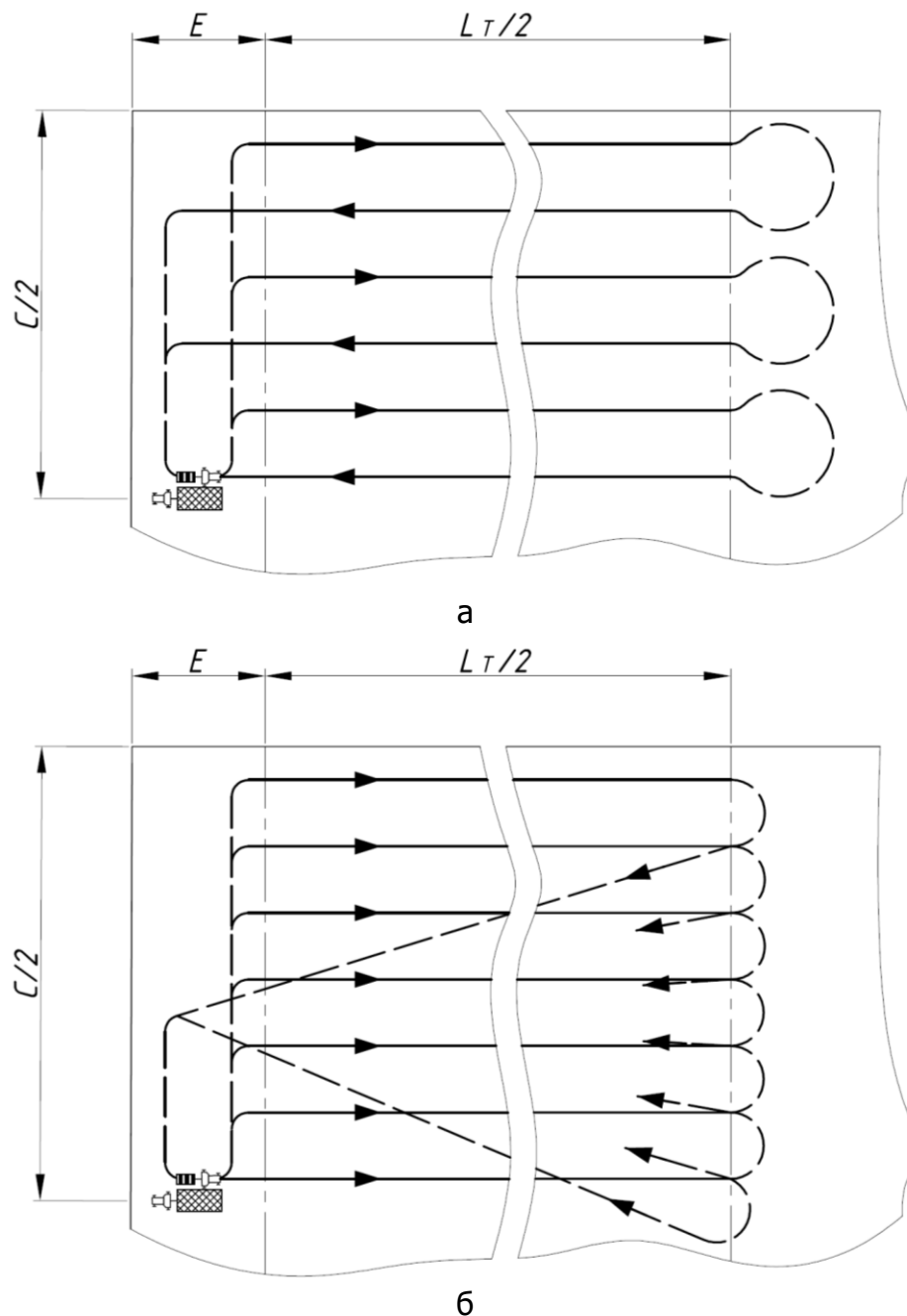
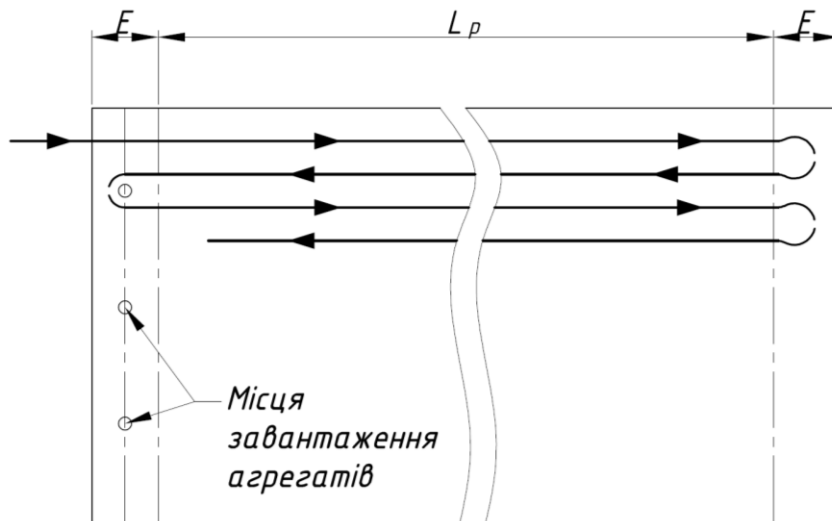
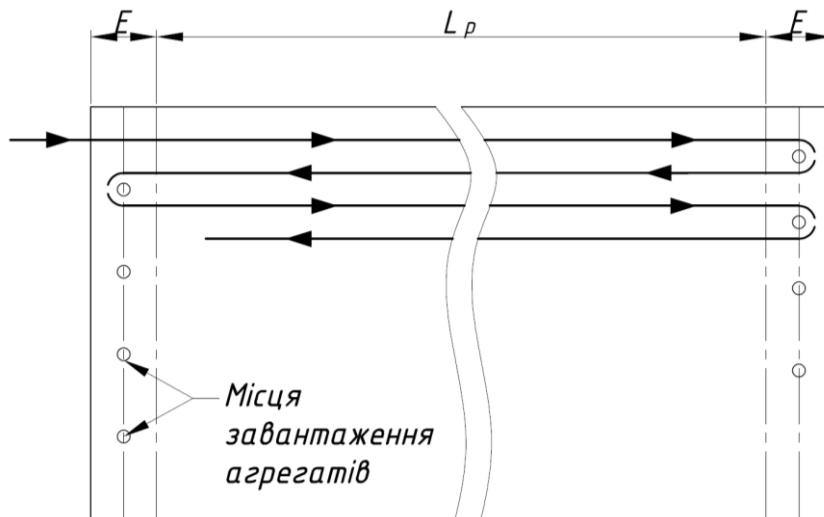


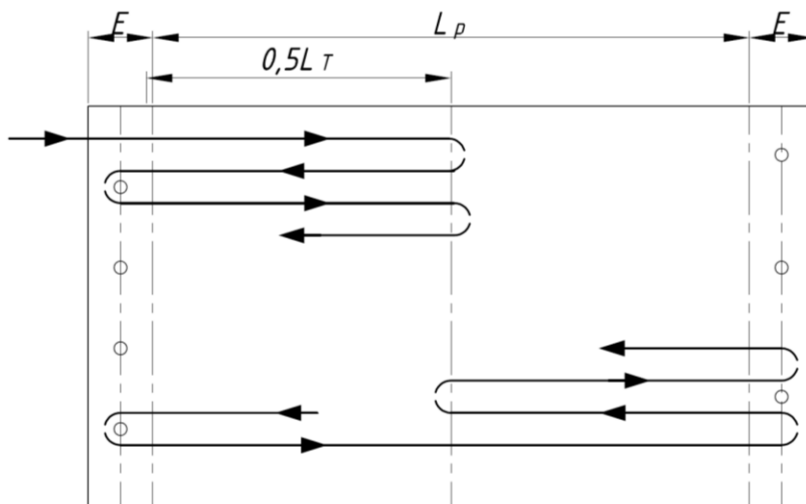
Рис. X.1 Схеми руху кузовних розкидачів органічних добрив: а) при нормі внесення до 40 т/га; б) при нормі внесення понад 40 т/га



а



б



в

Рис. X.2 Схеми руху агрегатів при внесенні сипких мінеральних добрив:

а) при $L_T \gg L_p$; б,в) при $L_T = L_p$

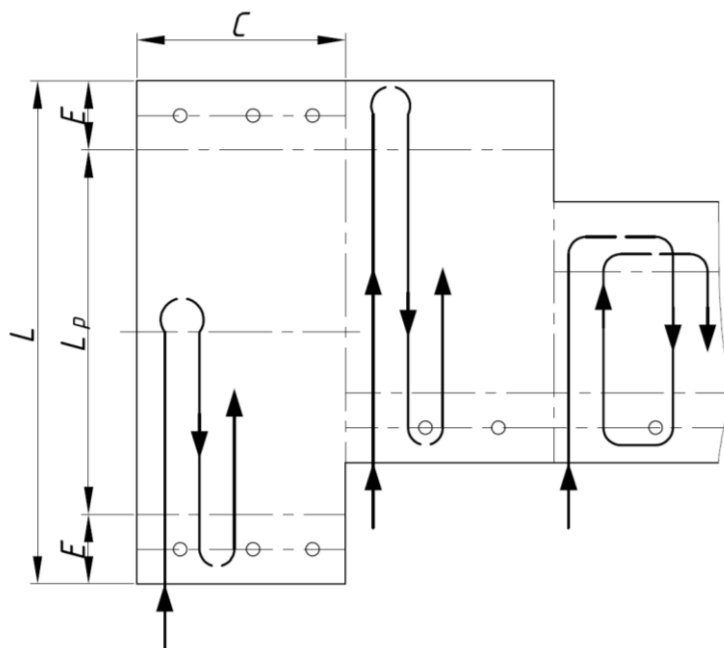


Рис. X.3 Схема руху агрегатів при внесенні сипких мінеральних добрив на полі неправильної форми

4.2 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.2.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м). Вона визначається за допомогою схеми (рис. X.1 – X.3) і залежності:

$$L_p = L - 2E, \quad (10.21)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);
 E – ширина поворотної смуги, м ($E = 12 \dots 16$ м).

4.3 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

– при виконанні поверхневого розподілення добрив човниковим способом руху розкидача

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (10.22)$$

де L_x – довжина холостого ходу при повороті, м:

$$L_x = l_{\pi}, \quad (10.23)$$

де l_{π} – довжина петлі повороту, м (при петльовому повороті):

$$l_{\pi} = \gamma_L \cdot r_{\pi}, \quad (10.24)$$

де γ_L – коефіцієнт, який характеризує співвідношення довжини петлі повороту до його радіусу (рис. D.1) (табл. D.13);

r_{Π} – радіус повороту агрегату, м (для розрахунку приймаємо $r_{\Pi} \approx B_{TM}$);

B_{TM} – ширина розподілу технологічного матеріалу, м (Табл. 10.4).

Довжина холостого ходу (L_x) при *безпетльовому* повороті з *прямолінійною ділянкою*, м;

$$L_x = \gamma_L \cdot r_{\Pi} + \chi, \quad (10.25)$$

де χ – довжина прямолінійної ділянки петлі повороту, м:

$$\chi = 0,5(C - B_{TM}), \quad (10.26)$$

де C – ширина ділянки поля, м (із вихідних даних).

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу внесення добрив.

5.А Розрахувати параметри технологічного циклу внесення сипких мінеральних добрив НАЧІПНИМИ РОЗКИДАЧАМИ і внесення рідких добрив (ядохімікатів) ПРИЧІПНИМИ ТА САМОХІДНИМИ ЦИСТЕРНОВИМИ МАШИНАМИ при організації робіт по ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНІЙ СХЕМІ

5.1.А Розрахувати параметри по визначенню місця заправок начіпних розкидачів і цистернових машин технологічним матеріалом.

5.1.1.А Відстань між місцями заповнення ємкостей машин технологічним матеріалом по довжині гону, м:

$$l_{M3} = \frac{10^7 U_{\epsilon} \rho_{TM} \psi_{\epsilon}}{H_{TM} B_{TM}}, \quad (10.27)$$

де U_{ϵ} – об'єм ємкостей машин, м³ (табл. 10.3; 10.4);

ρ_{TM} – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, ядохімікатів, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м³ (табл. D.17) (для рідини – 1 т/м³);

ψ_{ϵ} – коефіцієнт використання об'єму ємкостей машин, ($\psi_{\epsilon} = 0,8$);

H_{TM} – норма внесення технологічного матеріалу, (сипких мінеральних добрив – кг/га; рідких добрив, або ядохімікатів – л/га) (із вихідних даних);

B_{TM} – ширина розподілу технологічного матеріалу, м (із вихідних даних).

5.1.2.А Відстань між місцями заповнення ємкостей машин технологічним матеріалом по ширині ділянки (загінки), м:

$$C_{M3} = 2B_{TM} n_{KP}, \quad (10.28)$$

де $n_{кр}$ – кількість кругів між місцями заправки:

$$n_{кр} = \frac{l_{мз}}{2L_p}. \quad (10.29)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

5.2.А Розрахувати складові часу технологічного циклу внесення добрив (ядохімікатів), год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц}, \quad (10.30)$$

де $t_{рц}$ – тривалість основної роботи за один цикл внесення добрив (ядохімікатів), год:

$$t_{рц} = \frac{l_{мз}}{10^3 V_p}, \quad (10.31)$$

$t_{хц}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год:

$$t_{хц} = \frac{t_{рц}(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}, \quad (10.32)$$

$t_{тц}$ – тривалість одного технологічного обслуговування агрегату в циклі, год:

$$t_{тц} = t_{зд}, \quad (10.33)$$

де $t_{зд}$ – тривалість одного завантаження ємкостей машин технологічним матеріалом, год $t_{зп} = (0,1..0,2)$ год;

$\tau_{рух}$ – коефіцієнт використання часу руху.

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$ маємо
$$\tau_{рух} = \varphi, \quad (10.34)$$

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо
$$\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k - 1)\varphi + 1} \quad (10.35)$$

де –
$$k = \frac{V_{п}}{V_p} \quad (10.36)$$

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

5.Б Розрахувати параметри технологічного циклу внесення сипких мінеральних добрив і твердих органічних добрив ПРИЧІПНИМИ РОЗКИДАЧАМИ по ПРЯМОТОЧНІЙ СХЕМІ.

Складові часу технологічного циклу внесення добрив, год:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}}, \quad (10.37)$$

де $t_{\text{рц}}$ – тривалість основної роботи за один цикл внесення добрив, год;
 $t_{\text{хц}}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;
 $t_{\text{тц}}$ – тривалість одного технологічного обслуговування агрегату в циклі, год.

5.1.Б Тривалість основної роботи за один цикл внесення добрив, год:

$$t_{\text{рц}} = \frac{10^4 U_{\epsilon} \rho_{\text{ТМ}} \psi_{\epsilon}}{H_{\text{ТМ}} B_{\text{ТМ}} V_{\text{р}}}, \quad (10.38)$$

де U_{ϵ} – об'єм ємкостей машин, м³ (табл. 10.3; 10.4);
 $\rho_{\text{ТМ}}$ – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, ядохімікатів, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/ м³ (табл. D.16) (для рідини – 1 т/ м³);
 ψ_{ϵ} – коефіцієнт використання об'єму ємкостей машин, ($\psi_{\epsilon} = 0,8$);
 $H_{\text{ТМ}}$ – норма внесення технологічного матеріалу, (сипких мінеральних і твердих органічних добрив – т/га) (із вихідних даних);
 $B_{\text{ТМ}}$ – ширина розподілу технологічного матеріалу, м (із вихідних даних).

5.2.Б Тривалість холостих поворотів в межах одного циклу, год

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}} \quad (10.39)$$

де $\tau_{\text{рух}}$ – коефіцієнт використання часу руху;

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{\text{рух}}$) задаємося такими умовами:

$$\text{при } V_{\text{р}} = V_{\text{п}} \text{ маємо} \quad \tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (10.40)$$

$$\text{а при } V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}} \text{ маємо} \quad \tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (10.41)$$

$$\text{де} - \quad k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}} \quad (10.42)$$

$V_{\text{п}}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

5.3.Б Тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по внесенню добрив, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{зд}} + t_{\text{пер}}, \quad (10.43)$$

де $t_{\text{зд}}$ – тривалість одного завантаження ємкостей машин технологічним матеріалом, год (для розрахунків приймаємо $t_{\text{зн}} = (0,1 \dots 0,2)$ год);
 $t_{\text{пер}}$ – час на переїзди, як завантаженого агрегату від складу до поля, так і розвантаженого – в зворотному напрямку, год:

$$t_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{ТМ}}}{V_{\text{рв}}} + t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{ТМ}}}{V_{\text{рх}}}, \quad (10.44)$$

де $V_{\text{рв}}$ – швидкість руху агрегату з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{\text{рв}} = 8 \dots 10$ км/год);
 $V_{\text{рх}}$ – швидкість руху агрегату без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{\text{рх}} = 15 \dots 20$ км/год);
 $S_{\text{ТМ}}$ – відстань перевезення технологічного матеріалу, км (із вихідних ланок);
 $t_{\text{зав}}$ – час завантаження транспортного засобу, год (залежить від способу завантаження "вручну" чи "механізоване", затареності вантажу та його кількості і т. ін.)

6 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (10.45)$$

де $T_{\text{зм}}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год).

$T_{\text{р}}$ – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_{\text{х}}$ – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

$T_{\text{т}}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

$T_{\text{оп}}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10)T_{\text{зм}}$$

6.1 Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_{\text{р}} = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (10.46)$$

6.2 Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_{\text{х}} = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (10.47)$$

6.3 Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при виконанні операції внесення добрив розділяють на:

– циклове ($T_{T.цц}$) (завантаження ємкостей машин технологічним матеріалом, транспортування агрегатом добрив у поле і переїзди порожньої машини на склади під завантаження), год;

– позациклове ($T_{T.пц}$) (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.), год:

$$T_T = T_{T.цц} + T_{T.пц} \quad (10.48)$$

6.3.1 Час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{T.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{ЗМ} \quad (10.49)$$

6.3.2 Час на циклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{T.цц} = t_{T.цц} \cdot n_{ц} \quad (10.50)$$

де $n_{ц}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{ЗМ} - (T_{T.пц} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (10.51)$$

(Кількість технологічних циклів за зміну округлюємо до цілого більшого числа)

6.4 Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{ЗМ} = \frac{T_p}{T_{ЗМ}} \quad (10.52)$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом при внесенні технологічного матеріалу:

– за годину змінного часу, га/год

$$W_{Г.ТМ} = 0,1 B_{ТМ} V_p \tau_{ЗМ} \quad (10.53)$$

– за зміну, га

$$W_{ЗМ} = W_{Г.ТМ} T_{ЗМ} \quad (10.54)$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

8.1 Розрахувати витрати пального на на одиницю обсягу роботи, кг/га:

– тягово-привідного агрегату

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\text{г.тм}}} \quad (10.55)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);

$T_{\text{зуп}}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}}, \quad (10.56)$$

– самохідного агрегату

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.тм}}}, \quad (10.57)$$

де $g_{\text{ен}}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год (табл. X.7);

8.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.тм}}} \quad (10.58)$$

де $n_{\text{мех}}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

8.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (*витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи*), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (10.59)$$

де $H_{\text{п}}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг : (*дизельне пальне* – $4,166 \cdot 10^7$; *бензин* – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

9 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу.

9.1.А Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення добрив і максимального завантаження всіх його ланок при *ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНІЙ СХЕМІ* необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{г.тм}} n_{\text{а.тм}} = \frac{W_{\text{г.тз}} n_{\text{тз}}}{H_{\text{тм}}}, \quad (10.60)$$

де $W_{\text{г.тм}}$ – продуктивність агрегатів для внесення технологічного матеріалу, га/год;
 $n_{\text{а.тм}}$ – кількість агрегатів для внесення технологічного матеріалу, шт. (для розрахунків приймаємо $n_{\text{а.тм}} = 1$ шт);

$W_{\text{г.тз}}$ – продуктивність транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу, т/год;

$n_{ТЗ}$ – кількість транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу, шт;
 $H_{ТМ}$ – норма внесення технологічного матеріалу: сипких мінеральних добрив – кг/га; рідких мінеральних і органічних – л/га (із вихідних даних).

9.2.A Розрахувати продуктивність ($W_{Г.ТЗ}$) транспортного засобу для підвезення технологічного матеріалу, т/год:

$$W_{Г.ТЗ} = \frac{M_B}{t_{об.ТЗ}} \quad (10.61)$$

де M_B – маса вантажу (технологічного матеріалу) в транспортному засобі, т;
 $t_{об.ТЗ}$ – час обороту транспортного засобу, год;

9.2.1.A Розрахувати масу (M_B) вантажу в транспортному засобі, т:

$$M_B = U_K \rho_{ТМ} \psi_K \quad (10.62)$$

де U_K – об'єм кузова (ємкості) транспортного засобу, м³ (табл. XII);
 $\rho_{ТМ}$ – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, ядохімікатів, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м³ (табл. D.17) (для рідини – 1 т/м³);
 ψ_K – коефіцієнт використання об'єму кузова (ємкості) транспортного засобу, ($\psi_K = 0,8$).

9.2.2.A Розрахувати час ($t_{об.ТЗ}$) обороту транспортного засобу, год:

$$t_{об.ТЗ} = t_{зав} + \frac{S_{КМ}}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_{ТМ}}{V_{рх}} \quad (10.63)$$

де $t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу, год (залежить від способу завантаження "вручну" чи "механізоване", затареності вантажу та його кількості і т. ін.);
 $S_{ТМ}$ – відстань перевезення технологічного матеріалу, км (із вихідних даних);
 $V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);
 $V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);
 $t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (приймаємо з урахуванням часу технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт (завантаження кузова розкидача (ємкості обприскувача)) і часу на виконання основної роботи за один цикл внесення технологічного матеріалу (опорожнення ємкостей розкидача чи обприскувача).

9.3.А Розрахувати кількість ($n_{ТЗ}$) транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу:

$$n_{ТЗ} = \frac{W_{Г.ТМ}}{W_{Г.ТЗ}} H_{ТМ} n_{а.ТМ} \quad (10.64)$$

9.1.Б Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення *си-пких мінеральних і твердих органічних добрив ПРИЧІПНИМИ РОЗКИДАЧАМИ* і максимального завантаження всіх його ланок по *ПРЯМОТОЧНІЙ СХЕМІ* необхідно виконати умову поточності технологічного процесу:

$$W_{Г.ТМ} n_{а.ТМ} = W_{Г.ЗР} n_{а.ЗР} , \quad (10.65)$$

де $W_{Г.ТМ}$ – продуктивність агрегатів для внесення технологічного матеріалу, га/год;
 $n_{а.ТМ}$ – кількість агрегатів для внесення технологічного матеріалу, шт. (для розрахунків приймаємо $n_{а.ТМ} = 1$ шт);
 $W_{Г.ЗР}$ – продуктивність агрегатів для заробки добрив у ґрунт, га/год [7];
 $n_{а.ЗР}$ – кількість агрегатів для заробки добрив у ґрунт, шт;

9.2.Б Розрахувати кількість ($n_{а.ЗР}$) агрегатів для заробки добрив у ґрунт:

$$n_{а.ЗР} = \frac{W_{Г.ТМ} n_{а.ТМ}}{W_{Г.ЗР}} \quad (10.66)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

- а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _$; $\xi_N = _$);
- б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _$);
- в) розрахунки параметрів:
 - технологічного циклу робіт по внесенню добрив ($t_{ц} = _$, $n_{ц} = _$);
 - режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{рух} = _$, $\tau_{зм} = _$);
- г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
 - за годину змінного часу ($W_{Г} = _$, га/год);
 - за зміну ($W_{зм} = _$, га);
- д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:
 - витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = _$, кг/га);
 - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($З_{п} = _$, люд · год/га);
 - повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = _$, Дж/га).
- е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу внесення добрив.

Таблиця Х.1 Машини для внесення сипких мінеральних добрив, начіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Ширина розподілу добрив, м	Кінематична довжина, м	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Об'єм бункеру, м ³	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
0,9; 1,4	МВД-0,5	135	8...18	1,3	3...4	0,50	4500
1,4	МВД-900	320	14...24	1,6	3...4	0,82	15750
1,4	РН-0,5	170	14...24	1,3	3...4	0,50	4900
1,4	РН-0,8	320	14...24	1,6	3...4	0,80	5900
1,4	MDS-19,1 R2	220	До 20	1,1	3...4	0,9	18600

Таблиця Х.2 Машини для внесення сипких мінеральних добрив, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Ширина розподілу добрив, м	Кінематична довжина, м	Об'єм кузова, м ³	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Особливості конструкції, та використання	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,4	МВД-3000	1080	14...24	3,8	3,00	3...4	причіп+начіпний МВД-900	27800
1,4	МРД-4	1500	6...14	5,1	4,00	6...7		58700
1,4	СУ-12	1060	12	5,2	0,85	5...6	штанговий розкидач	41400
0,9; 1,4	RCW 3000	1840	12...24	4,9	3,00	7...8		78900
1,4	RCW 5500	2250	12...24	5,6	5,50	9...10		105600
2,0	RCW 10000	3650	12...24	6,8	10,00	15...17		154200
2,0; 3,0	DPA polyvrac S80	2100	До 24	6,7	6,40	9...10		12100
2,0; 3,0	DPA polyvrac S120	3900	До 24	7,2	9,10	12...14		189700
3,0	DPA polyvrac S160M	4400	До 24	7,6	11,50	22...25		237400

Таблиця Х.3 Машини для внесення рідких органічних добрив, причіпні

Агрегатується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Ширина розподілу добрив, м	Кінематична довжина, м	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Об'ємності, м ³	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1,4	МЖТ-Ф-6	3120	6...12	6,5	10...12	6,0	144000
2,0; 3,0	МЖТ-Ф-11	3950	6...12	8,0	20...25	11,0	174000
3,0	МЖТ-Ф-16	5000	6...12	8,9	20...25	16,0	291000

Таблиця Х.4 Машини (кузовні) для внесення твердих органічних добрив, причіпні

Агрегується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Ширина розподілу добрив, м	Кінематична довжина, м	Об'єм кузова, м ³	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Особливості конструкції	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,9; 1,4	МТО-4	2230	4...8	5,5	6,0	10...14	горизонтальні подрібнюючий та розкидний барабани	89400
1,4	МТО-6	2600	4...8	6,5	8,5	12...15	горизонтальні подрібнюючий та розкидний барабани	98500
3,0; 4,0; 5,0	МТО-12	5300	10,0	7,2	15,0	23...28	горизонтальні подрібнюючий та розкидний барабани	210000
1,4	РТД-5	2800	6...9	5,8	8,0	12...15	вертикальне розташування робочих органів	164000
1,4	МТО-7	3000	6...9	5,8	9,5	14...17	вертикальне розташування робочих органів	150000
2,0; 3,0	РТД-9	4300	8...12	7,5	12,0	22...27	вертикальне розташування робочих органів	170000
4,0; 5,0	РТД-14	5200	8...12	7,9	18,0	35...40	вертикальне розташування робочих органів	240000

Таблиця Х.5 Обприскувачі начіпні

Агрегується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Об'єм ємності, л	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Особливості конструкції,	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,9; 1,4	ПОМ-630	670	16,2	1,7	630	7...9		29000
0,9; 1,4	ЕКО-600-12	220	12,0	1,7	600	7...9		27800
0,9; 1,4	ЕКО-800-12	280	12,0	1,7	800	7...9		32400
1,4	ОНШ-600	265	12,0	1,7	600	7...9		28600
1,4	TWIN STREAM 600	654	12,0	1,9	600	7...9	із вітрозахисним екраном	38900
1,4	TWIN STREAM 800	765	15,0	1,9	800	7...9	із вітрозахисним екраном	42800
1,4	TWIN STREAM 1000	685	12,0	1,9	1000	7...9	із вітрозахисним екраном	39200
1,4	TWIN STREAM 1200	791	15,0	2,05	1200	7...9	із вітрозахисним екраном	48900
1,4	PLIMET P2-1018	825	18,0	3,6	1000	7...9		51600

Таблиця Х.6 Обприскувачі причіпні

Агрегується тракторами тягового класу, (тягової категорії)	Марка	Маса, кг	Ширина захвату, м	Кінематична довжина, м	Об'єм ємності, л	Потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт	Особливості конструкції, та виконання	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,4	ОСШ-2500	1420	18	5,20	2500	10...12		86000
1,4	ОСШ-2500	1490	21	5,20	2500	10...12		89000
1,4	ЭКО-2000-21,5 ШПС	1600	21,5	5,2	2000	10...12		97000
1,4	ОП-2000-2-01	1550	18,5	5,2	2000	10...12		93000
1,4	ОП-2000-2-08	1500	18,5	5,2	2000	10...12		92000
1,4	ОПШ-3524	2250	24,0	5,6	2500	10...12		101000
1,4	ОСШ-2500	1770	18,0/21,0	5,65	2500	10...12	із стабілізуючою штангою	96000
1,4	CAMPO 20	1320	12,0	3,82	2210	10...12		124000
1,4	EXPORT	1120	12/15/16/18/20/21	4,85	2000	10...12		114000
2,0	HOLDER IN	2880	36,0	6,3	4000	10...12		256000
2,0	СЕВЕСО L 3021 Н	2920	21,0	5,7	3000	10...12	із стабілізуючою штангою	167000
2,0	СЕВЕСО L 3021 Н	320	30,0	5,7	3000	10...12	із стабілізуючою штангою	251000
1,4; 2,0	VOLUSTAT VU 2500	2250	16...24	5,9	2500	10...12		223000
1,4; 2,0	VOLUSTAT VU 3000	2550	16...24	6,6	3000	10...12		254000
1,4; 2,0	VOLUSTAT VU 4000	2650	16...24	6,6	4000	10...12		297000
1,4	TR 1500-18 AIR SPRAYER	3440	18,0	5,3	1500	10...12	із вітрозахисним екраном	201000
2,0	AGRO GIGANT 3000	2000	18,0	5,5	3000	10...12		283000
2,0	BERTHOUD HYDRO-PULVE 4000	3226	32,0	6,4	4000	10...12		354000
1,4	BERTHOUD VOLUX S30A	2200	24,0	6,7	3000	10...12		264000

Таблиця Х.7 Обприскувачі самохідні

Марка	Потужність двигуна, кВт (к.с.)	Питомі витрати па- лива, г/кВт/год	Маса, кг	Ширина захвату, м	Кінематична дов- жина, м	Об'єм ємності, л	Потужність на привід механізмів обприску- вача від ВВП, кВт	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
HOLDER HS 3200	240,5 (325)	220	6600	27,0	8,5	3200	32	1680000
REDBALL 7830	203,5 (275)	217	11810	27,0	8,2	4540	32	2340000
JOHN DEERE 4730	181,3 (245)	220	7860	27,0	7,6	3032	32	1860000
HOUSEHAM 5000L AIR RIDE	174,6 (236)	220	7860	24	7,8	5000	29	2200000
AGRIFAC ZA 3424P	162,8 (220)	220	10000	33,0	8,1	3400	40	2400000
APACHE AS 1010	151,7 (205)	220	7860	27,0	8,4	3785	32	2100000
CASE SPX 3185	136,9 (185)	227	7827	27,0	6,5	2838	32	1980000
IBIS MAIS 2200	118,4 (160)	220	8950	24	8,2	2x1100	29	1500000
IBIS 2500	107,3 (145)	227	4700	18/21,5/24	6,5	2500	21/26/29	980000
HARDI ALPHA 4100	104,3 (141)	220	9260	36,0	8,8	4100	43	1950000
PLA MAP 3000	103,6 (140)	220	6570	28,0	7,6	3250	29	1450000
TECNOMA LAZER 3024/12HLE	88,8 (120)	220	8190	24,0	8,2	3032	29	1760000
SPRA COUPE 230	88,8 (120)	220	3026	16,0	5,6	800	19	645000
SPRA COUPE 4660	88,8 (120)	220	4526	24,4	6,4	1575	29	890000
BOXER 40EK38	88,8 (120)	227	8120	38,0	9,9	4000	46	1680000

XI Організація внесення твердих органічних добрив із куп валкувачами-розкидачами по двофазній технології

Вихідні дані:

Конфігурація поля (бажано вибирають безпосередньо із карти землекористування реального господарства)

Розміри поля: площа, га (F); довжина, м (L); ширина, м (C)

Рельєф поля, град (α°)

Норма внесення твердих органічних добрив, т/га ($H_{\text{ТД}}$)

Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити агротехнічні вимоги і привести методи контролю їх виконання [1; 4; 5; 6].

Технологічна схема внесення твердих органічних добрив:

– *перевантажувальна* – транспортування добрив на поле здійснюється автомобілями-самоскидами із поступовим розкладанням добрив купами масою по 2...5т.

Робота агрегатів здійснюється у відповідності із прийнятою технологічною схемою внесення добрив і розміткою поля.

Агротехнічні вимоги до технологічного процесу внесення добрив:

- 1) основний спосіб внесення твердих органічних добрив – розкидання по полю з наступним загортанням їх у гунт;
- 2) добрива необхідно вносити рівномірно по всій площі поля, допустима нерівномірність внесення добрив розкидачами лежить в межах $\pm 25\%$;
- 3) розподілені по поверхні поля добрива, дернина і пожнивні залишки необхідно повністю заорати;
- 4) пропуски і огріхи – не допустимі;

2 Обґрунтувати швидкісний режим роботи агрегату для заданих умов виконання технологічної операції

2.1 У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини (табл. XI.1) і трактора (табл. I.1), який її агрегує.

Марка робочої машини _____ (параметри занести в табл. 11.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 11.2)

Таблиця 11.1 Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини (табл. XI.1)

Назва і марка	Маса валкувача – розкидача $M_{в-р}$, кг	Ширина розподілу органічних добрив B_p , м	Пропускна здатність робочих органів машини, q_m , т/год
1	2	3	4

Таблиця 11.2 Технічні характеристики трактора (табл. I.1)

Марка	Маса $M_{тр}$, кг	Номінальна потужність, $N_{ен}$, кВт	Передача	Швидкість V_p , км/год	Тягове зусилля $P_{тн}$, кН
1	2	3	4	5	6

Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пунктів 2.2 – 2.3.

2.2 Обґрунтувати робочу швидкість агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції:

2.2.1 Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6 \left(N_{ен} \xi_{Ne} - \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}} \right) \eta_{тр} \eta_6}{R_{т-пр}}, \quad (11.1)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 11.2);
 ξ_{Ne} – нормативний коефіцієнт використання ефективної потужності двигуна трактора ($\xi_{Ne} = 0,8 \dots 0,9$) [3];
 $N_{ВВП}$ – потужність, яка передається на привід робочих органів від ВВП трактора в залежності від норми внесення добрив, кВт (табл. D.25);
 $\eta_{ВВП}$ – ККД приводу ВВП ($\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$) [3];
 $\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора (колісний – $\eta_{тр} = 0,9$; гусеничний – $\eta_{тр} = 0,86$) [3];
 η_6 – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (11.2)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7)

2.2.1.1 Розрахувати приведений опір ($R_{T-пр}$) тягово-привідної машини, який виникає при виконанні технологічної операції, кН:

$$R_{T-пр} = R_a + R_{зр} + P_{ВВП}, \quad (11.3)$$

де R_a – навантаження на трактор, яке створює начіпна машина, кН;
 $R_{зр}$ – опір, який треба подолати трактору при зрушенні купи добрив, кН;
 $P_{ВВП}$ – втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН.

2.2.1.2 Розрахувати тяговий опір (R_a), який створює начіпна машина при виконанні агрегатом технологічної операції (особливо на підйом), кН:

$$R_a = G_{в-р}(\lambda_d f_{тр} + \sin\alpha), \quad (11.4)$$

де $f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора (табл. D.11);
 λ_d – коефіцієнт, який враховує величину довантаження ходової системи трактора начіпними машинами ($\lambda_d = 1$);
 $G_{в-р}$ – вага валкувача-розкидача, кН:

$$G_{в-р} = 10^{-3} M_{в-р} g, \quad (11.5)$$

де $M_{в-р}$ – маса валкувача-розкидача, кг (табл. 11.1);
 g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$)

2.2.1.3 Розрахувати опір зрушення ($R_{зр}$) купи добрив, кН:

$$R_{зр} = M_{кд} g f_{т-к}, \quad (11.6)$$

де $f_{т-к}$ – коефіцієнт внутрішнього тертя–ковзання перегною $k = 0,5 \dots 1,0$. При збільшенні вологості перегною (78...83)% значення коефіцієнту зменшуються.
 $M_{кд}$ – маса купи органічних добрив, т.

Кількість добрив у купі ($M_{кд}$) залежить від параметрів технологічної схеми внесення добрив (табл. D.26), керуючись якою вибираємо транспортний засіб табл. XII.1...XII.2

Марка транспортного засобу _____ ,

$$M_{кд} = U_k \rho_{тд} \quad (11.7)$$

де U_k – об'єм кузова транспортного засобу, м^3 ;
 $\rho_{тд}$ – об'ємна маса твердих органічних добрив, т/м^3 (табл. D.17);

Довідка:(при купах масою до 4 т розподілення органічних добрив виконується за один прохід агрегату, якщо маса купи більше 4 т – за два проходи: спочатку – формування валка, а потім – розкидання [4, с.125...126]). Враховуючи технологію процесу внесення добрив приймаємо масу купи добрив $M_{кд} =$

2.2.1.4 Розрахувати втрати дотичної сили тяги трактора ($P_{ВВП}$) при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{ВВП} = \frac{3,6 \cdot N_{ВВП} \eta_{тр} B_p H_{гд}}{10 \cdot q_m \eta_{ВВП}}, \quad (11.8)$$

де q_m – пропускна здатність робочих органів валкувача-розкидача, т/год; ($q_m = 364$ т/год) [2];

B_p – ширина розподілу органічних добрив, м (табл. 11.1)

2.3 Обґрунтований вибір швидкості руху.

Із тягової характеристики трактора (табл. D.7), з урахуванням агрофону, вибираємо передачу на якій робоча швидкість (V_p) матиме найближче значення до розрахованої (V_{pN}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{тн}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 11.2.

2.4 Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля:

$$\eta_p = \frac{R_{т-пр}}{P_{тн} - G_{тр} \sin \alpha} \quad (11.9)$$

де $G_{тр}$ – вага трактора, кН;

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (11.10)$$

де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 11.2).

(знак “–” в формулі відповідає руху на підйом)

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок технологічного процесу розподілення добрив виконують в два етапи.

За першим проходом агрегат формує валок (при цьому роторний робочий орган піднято в транспортне положення), а за другим – агрегат виконує процес розкидання добрив роторним робочим органом із зформованого валка.

2.4.1 Уточнити значення робочої швидкості по етапах:

– формування валка

$$V_{\text{рф}} = \frac{3,6N_{\text{ен}}\eta_{\text{тр}}\eta_{\text{б}}}{R_{\text{а}} + R_{\text{зр}}} \quad (11.11)$$

– розкидання добрив

$$V_{\text{рр}} = \frac{3,6 \left(N_{\text{ен}} - \frac{N_{\text{ВВП}}}{\eta_{\text{ВВП}}} \right) \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{б}}}{R_{\text{а}} + P_{\text{ВВП}}} \quad (11.12)$$

2.5 Фактична потужність двигуна трактора, яка витрачається в конкретних заданих умовах виконання технологічної операції, та маневруванні на поворотах, розворотах.

2.5.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі формування валка (*для умов підйом*), кВт:

$$N_{\text{ф}}^{\text{фв}} = \frac{P_{\text{руш}}V_{\text{рф}}}{3,6\eta_{\text{тр}}\eta_{\text{б}}}, \quad (11.13)$$

де $V_{\text{рф}}$ – робоча швидкість при формуванні валка, км/год;

$P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН;

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{тр}}(f_{\text{тр}} - \sin\alpha) + R_{\text{а}} + R_{\text{зр}}. \quad (11.14)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо опір агрегату ($R_{\text{а}}$) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

2.5.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі розкидання маси добрив (*для умов підйом*), кВт.

$$N_{\text{ф}}^{\text{рд}} = \frac{P_{\text{руш}}V_{\text{рр}}}{3,6\eta_{\text{тр}}\eta_{\text{б}}} \quad (11.16)$$

де $V_{\text{рр}}$ – робоча швидкість при розкиданні добрив, км/год;

$P_{\text{руш}}$ – рушійна сила для умов «підйом», кН;

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{тр}}(f_{\text{тр}} - \sin\alpha) + R_{\text{а}} + P_{\text{ВВП}}, \quad (11.17)$$

(Для розрахунку залежності використовуємо опір агрегату ($R_{\text{а}}$) при виконанні технологічної операції також для умов «підйом»)

2.6 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*формування валка $N_{\phi}^{\text{ФВ}}$ та розкидання маси добрив $N_{\phi}^{\text{РД}}$*):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{\text{ен}}}. \quad (11.18)$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$; формування валка на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$; розкидання добрив на _____ передачі, $V_p = \text{___ км/год}$

3 Підготовка агрегату до роботи.

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [4, с. 111...126].

4 Підготовка поля до роботи.

Привести схему поля, позначити місця укладки добрив купами (рис. XI.1...XI.2).

Підготовку поля проводять ще до вивезення добрив. При підготовці полів враховують можливі способи руху агрегатів, конфігурацію і розміри полів, технічні характеристики агрегатів і норми внесення добрив.

Підготовка поля по перевантажувальній схемі зводиться до позначення місць розташування куп органічних добрив, та відбивки поворотних смуг. Рекомендована ширина поворотної смуги – $E = (12 \dots 16)\text{м}$.

4.1 Технологія укладання куп органічних добрив на полі.

Органічні добрива вивозять і розкладають купи рядами рівномірно по полю (*бажано у шахматному порядку*). Відстань між рядами куп приймають рівною ширині розподілу добрив розкидачем (B_p).

Перший ряд куп укладають від краю поля на відстані, яка дорівнює приблизно половині ширини розкидання ($0,5B_p$), а першу купу в ряду, від початку поля, на відстані, яка дорівнює ширині поворотної смуги (E).

Відстань між купами в ряду ($L_{\text{к}}$, м) в залежності від норми внесення і маси добрив у купі розраховується по формулі:

$$L_k = \frac{10^4 M_{\text{кд}}}{B_p H_{\text{тд}}}, \quad (11.19)$$

де $M_{\text{кд}}$ – маса купи добрив, т;

B_p – ширина розподілу органічних добрив, м (табл. 11.2);

$H_{\text{тд}}$ – норма внесення твердих органічних добрив, т/га (із вихідних даних).

(Відстань між купами в ряду (L_k , м) можна вибрати із табл. D.26, при умові коли вантажність транспортних засобів співпадає з наведеними у таблиці.)

Щоб забезпечити задану дозу внесення добрив, то на одне поле перегній вивозять машинами однакової вантажності. Якщо ж виникає необхідність вивозити добрива машинами різної вантажності, то поле розбивають на окремі ділянки для кожного типу транспортних засобів.

4.2 Технологія внесення органічних добрив із куп.

Порядок виконання технологічної операції (внесення органічних добрив) роторними розкидачами залежить від розмірів попередньо розкладених куп.

При купях масою 2...3т агрегат направляють по ряду куп вздовж гону. Валкоутворювач захоплює всю купу і штовхає її вперед. При цьому добрива проштовхуються під трактором через дозувальне вікно валкоутворювача і формуються у неперервний валок від купи до купи. За трактором валок розкидається по обидві сторони розкидача роторними робочими органами, які обертаються в поперечній площині відносно до траєкторії руху агрегату. Після того, як всі купи першого ряду будуть розкидані за один прохід, агрегат здійснює холостий поворот і заїжджає для виконання роботи в наступному ряді (рис. XI.1).

В тих випадках, коли маса куп 3...4т, технологічну операцію необхідно виконувати в два прийоми. За перший прохід валкоутворювачем формується валок при піднятті в транспортне положення роторних робочих органів. Другим проходом виконують додаткове формування валка з одночасним його розкиданням (рис. XI.2).

Якщо на полі розкладені купи масою більше 4т, розкидання добрив виконують у три прийоми. За перший прохід відрізається приблизно половина купи і формується валок довжиною, яка дорівнює половині відстані між купами. На другому проході, який має напрямок, назустріч першому, агрегат забирає другу половину купи і остаточно закінчує формування валка. Роторні робочі органи при перших двох проходах – підняті в транспортне положення. Третім проходом органічні добрива розкидаються по полю роторними робочими органами (рис. XI.2).

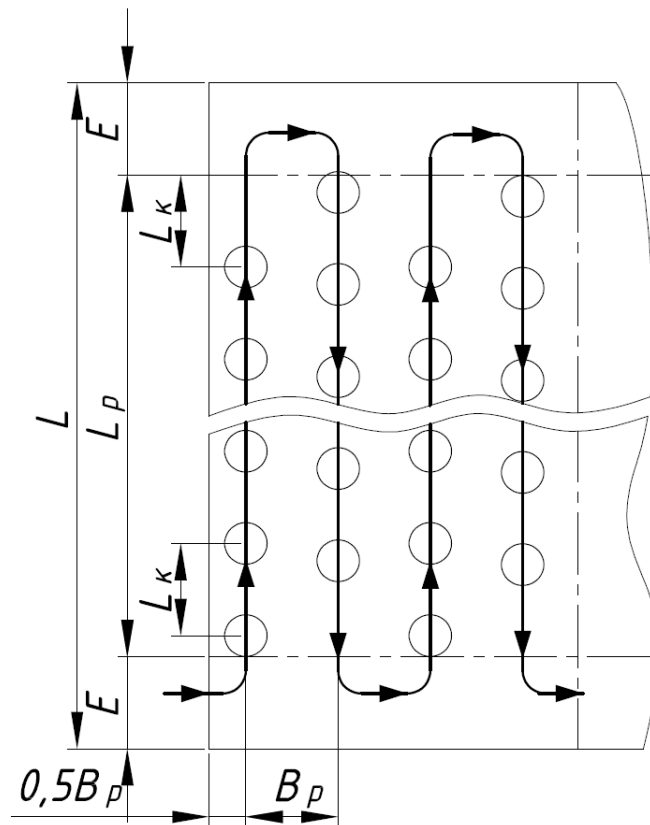


Рис. XI.1 Спосіб руху агрегату при умовах одним проходом формується валок і одночасно розкидається

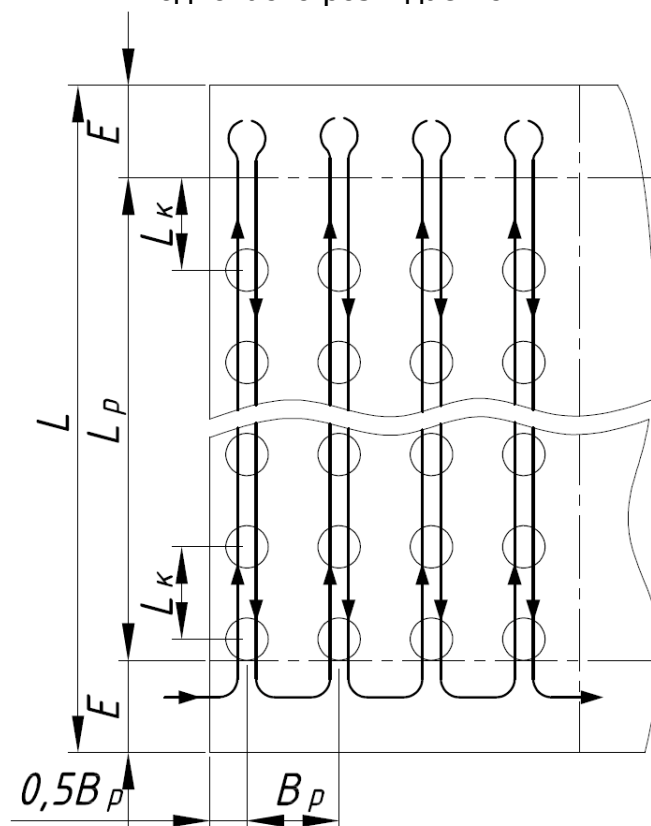


Рис. XI.2 Спосіб руху агрегату при умовах: перший прохід - формується валок; другий прохід - розкидання валка

4.3 Параметри робочої ділянки в залежності від кінематичних параметрів агрегату для обґрунтування вибраного способу руху.

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м). Вона визначається за допомогою схеми (рис. XI.1 – XI.2) і залежності:

$$L_p = L - 2E, \quad (11.20)$$

де L – довжина гону поля, м (із вихідних даних);
 E – ширина поворотної смуги, м ($E = 12 \dots 16$ м).

4.4 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (11.21)$$

де L_x – довжина холостого ходу при повороті, м (при безпетльовому повороті по колу, або при петльовому повороті):

$$L_x = l_{\pi}, \quad (11.22)$$

де l_{π} – довжина петлі повороту, м:

$$l_{\pi} = \gamma_L \cdot r_{\pi}, \quad (11.23)$$

де γ_L – коефіцієнт, який характеризує співвідношення довжини петлі повороту до його радіусу (рис. D.1) (табл. D.13);
 r_{π} – радіус повороту агрегату, м (для розрахунків приймаємо $r_{\pi} \approx B_p$).

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (11.24)$$

де $T_{зм}$ – нормативний час зміни, год (при роботі майже на всіх с.-г. операціях дорівнює 7 год; при роботі з ядохімікатами – 6 год).

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

T_x – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.), год

$T_x = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$;

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$$

Сума ($T_p + T_x$) являє собою час руху при виконанні роботи ($T_{рух}$), а сума ($T_T + T_{оп}$) – час регламентованих зупинок ($T_{зуп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи (T_p) і часу на холості повороти (T_x) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ($\tau_{рух}$). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (11.25)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

5.1.А Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (11.26)$$

5.2.А Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}, \quad (11.27)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ($\tau_{рух}$) задаємося такими умовами:

при $V_p = V_{п}$ маємо $\tau_{рух} = \varphi$, (11.28)

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}$, (11.29)

де – $k = \frac{V_{п}}{V_p}$ (11.30)

$V_{п}$ – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

5.3.А Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (11.31)$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на внесенні твердих органічних добрив:

– за годину змінного часу, га/год

$$W_{г.тд} = 0,1B_p V_p \tau_{зм} \quad (11.32)$$

– за зміну, га

$$W_{зм} = W_{г.тд} T_{зм} \quad (11.33)$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів:

7.1 Розрахувати витрати пального на на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{га} = \frac{G_{тр} T_p + G_{тх} T_x + G_{тз} T_{зуп}}{T_{зм} W_{г.тд}} \quad (11.34)$$

де $G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{тз}$ – витрати пального трактором, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год (табл. D.18);
 $T_{зуп}$ – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{зуп} = T_t + T_{оп}, \quad (11.35)$$

7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$z_{п} = \frac{n_{мех}}{W_{г.тд}}, \quad (11.36)$$

де $n_{мех}$ – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{п} = H_{п} q_{га}, \quad (11.37)$$

де $H_{п}$ – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне – $4,166 \cdot 10^7$; бензин – $4,38 \cdot 10^7$).

Якщо врахувати, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

8 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу внесення твердих органічних добрив із куп валкувачами-розкидачами

Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення добрив і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{г.тд} n_{а.тд} = W_{г.зр} n_{а.зр}, \quad (11.38)$$

де $W_{г.тд}$ – продуктивність агрегату на внесенні твердих органічних добрив, га/год;
 $n_{а.тд}$ – кількість агрегатів для внесення твердих органічних добрив, шт. (для розрахунку приймаємо $n_{а.тд} = 1$ шт);
 $W_{г.зр}$ – продуктивність агрегатів для заробки добрив у ґрунт, га/год [7];
 $n_{а.зр}$ – кількість агрегатів для заробки добрив у ґрунт, шт;

8.1 Розрахувати кількість ($n_{а.зр}$) агрегатів для заробки добрив у ґрунт.

$$n_{а.зр} = \frac{W_{г.тд} n_{а.тд}}{W_{г.зр}} \quad (11.39)$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

- а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = \underline{\quad}$; $\xi_N = \underline{\quad}$);
- б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = \underline{\quad}$);
- в) розрахунки параметрів:
 - технологічного циклу робіт по внесенню добрив ($t_{ц} = \underline{\quad}$, $n_{ц} = \underline{\quad}$);
 - режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{рух} = \underline{\quad}$, $\tau_{зм} = \underline{\quad}$);
- г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
 - за годину змінного часу ($W_{г} = \underline{\quad}$, га/год);
 - за зміну ($W_{зм} = \underline{\quad}$, га);
- д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:
 - витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = \underline{\quad}$, кг/га);
 - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{п} = \underline{\quad}$, люд · год/га);
 - повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = \underline{\quad}$, Дж/га).
- е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу внесення добрив.

Таблиця XI.1 Валкувачі-розкидачі твердих органічних добрив із куп по двофазній технології

Агрегується тракторами тягового класу, (тягової категорії).	Марка	Маса, кг	Ширина розподілу добрив, м	Кінематична довжина, м	Потужність на при-від робочих органів від ВВП, кВт	Особливості конструкції	Балансова вартість машини, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
3,0	РУН-15А	1860	20...30	8,2	20...25	валкувач-розкидач	68400
3,0; 4,0	РУН-15Б	1980	20...30	8,5	20...25	валкувач-розкидач	71500
3,0; 4,0	РОУ-30	2260	20...30	9,7	25...30	валкувач-розкидач з барабанним робочим органом розкидача	78200
3,0; 4,0	РОУ-30М	2070	20...30	9,2	20...25	валкувач-розкидач з активним дозуючим пристроєм валкувача	73400

XII Використання транспортних та навантажувально-розвантажувальних засобів при обґрунтуванні системної цілісності технологічного процесу

Транспортні операції в сільському господарстві виконують автомобілями, тракторами з причіпами, самохідними шасі і живою тяговою силою.

При виконанні більшості технологічних процесів (сівба, збирання урожаю с.г. культур і т.ін.) велике значення мають обґрунтування і застосування раціонального складу транспортних засобів, оптимальне поєднання тракторного і автомобільного транспорту, використання власних чи арендованих засобів.

Питома вага тракторного транспорту на внутрішньо-господарських перевезеннях становить 50...60%, автомобільного – 40...45% і гужового – до 5%. Позагосподарські перевезення в основному виконуються автомобілями (понад 70%), а решта – тракторним транспортом.

Для всіх сільськогосподарських вантажів основною фізичною властивістю являється об'ємна маса, від якої залежить використання вантажності транспортного засобу, а для сипких вантажів – кут природного відкосу, який зумовлює конструкцію кузова і способи механізації процесу завантаження-розвантаження. По умовам використання вантажності автомобіля вантажі розподіляються на чотири класи (табл. D.17) по ступеню використання вантажності. До першого класу відносяться вантажі з коефіцієнтом можливого використання вантажності $\alpha = 1$; до другого – $\alpha = 0,99 \dots 0,71$ (*сіно пресоване*); до третього – $\alpha = 0,70 \dots 0,51$; до четвертого – $\alpha = 0,50 \dots 0,41$ (*сіно насипом*). Таким чином, коефіцієнт використання вантажності залежить від класу вантажу, його затареності (упаковки), розмірів кузова і вантажності автомобіля. По виду тари вантажі ділять на тарні і безтарні. При перевезенні затареного вантажу користуються двома визначеннями маси: нетто (чиста маса самого вантажу) і брутто (маса вантажу разом з тарою). Для повнішого використання вантажності транспортних засобів на перевезенні матеріалів з малою об'ємною масою обладнують борти платформ надставними бортами.

За способами застосування механізмів для завантаження і розвантаження вантажі поділяють на штучні, насипні, навалочні, наливні і т. ін.

Сільськогосподарські вантажі різняться між собою також і по специфічним властивостям:

- сезонність перевезень яка залежить від агротехнічних строків виконання технологічних операцій;
- нерівномірність вантажопотоків у зв'язку із розташуванням культур по зонам сприятливого їх вирощування;
- нерівномірність вантажопотоків навіть одного виду сільгосппродукції по причині залежності від природно-кліматичних умов;

- терміновість перевезень таких вантажів, що швидко псуються;
- необхідність використання спеціалізованого транспорту для живих тварин і анти-санітарних вантажів (нечистоти, сміття).

Ефективне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки можливе при максимальному її завантаженні, відсутності простоїв при потоковості і високій надійності технологічних процесів.

Своєчасність виконання сівби (садіння) сільськогосподарських культур тісно пов'язана з ефективним використанням технічних можливостей посівних агрегатів та всього посівного комплексу машин, який складається з таких ланок: підготовки і транспортування насіння; підготовки і транспортування добрив; сівби насіння і внесення добрив у ґрунт.

При догляді за культурами найскладнішими технологічними процесами є обприскування і обпилювання рослин. Ці процеси виконують окремими ланками агрегатів, які в цілому являють собою систему машин: підготовки робочої рідини; транспортування води (робочої рідини); обприскування (обпилювання) рослин.

Польові роботи при збиранні культур виконують поточковим способом на основі ефективного технологічного і транспортного обслуговування збиральних агрегатів, що підвищує продуктивність праці, поліпшує використання техніки, і що особливо важливо, скорочує строки збиральних робіт, зменшує втрати врожаю. Ефективність роботи всього збирально-транспортного комплексу суттєво залежить від організації транспортного обслуговування.

Внесення добрив за технологічною схемою з перевантаженням виконується комплексом машин і механізмів, до якого входять: ланка для приготування добрив; ланка навантажувачів; ланка транспортних засобів і ланка розкидачів добрив по полю. При виконанні розрахунку складу загону для внесення добрив необхідно враховувати продуктивності машин, що входять в ланки, тривалість завантажування, транспортування та інші фактори.

Вибираючи тип транспорту, слід враховувати відстань перевезень, об'ємну масу вантажів, зручність виконання вантажно-розвантажувальних робіт, строки перевезень, стан доріг, тощо. Важливо визначитись із типом і кількістю вантажно-розвантажувальних засобів, перевантажувальних ємкостей та інших допоміжних механізмів.

Для забезпечення системної цілісності, функціональної повноти, своєчасності, узгодженості і надійності технологічного процесу необхідно виконати умову потоковості:

$$W_{\Gamma} \cdot n_a = \frac{W_{\Gamma, \text{ТЗ}} \cdot n_{\text{ТЗ}}}{H_{\text{ТМ}}}. \quad (12.1)$$

Із умови потоковості маємо залежність для розрахунку кількості транспортних засобів:

$$n_{\text{ТЗ}} = \frac{W_{\Gamma}}{W_{\Gamma.\text{ТЗ}}} H_{\text{ТМ}} n_{\text{а}}, \quad (12.2)$$

- де W_{Γ} – продуктивність агрегатів по виконанню основної технологічної операції, га/год;
 $n_{\text{а}}$ – кількість агрегатів для виконання основної технологічної операції, шт. (для розрахунку приймаємо $n_{\text{а}} = 1$ шт);
 $W_{\Gamma.\text{ТЗ}}$ – продуктивність транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу, т/год;
 $n_{\text{ТЗ}}$ – кількість транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу, шт;
 $H_{\text{ТМ}}$ – норма внесення технологічного матеріалу (насіння, сипкі добрива – кг/га; рідкі мінеральні та органічні добрива – л/га);
– або урожайність маси, т/га (кормових культур, корене-бульбоплодів і т.ін.);
– або урожайність зернових культур, ц/га.

Продуктивність транспортного засобу для підвезення технологічного матеріалу, т/год:

$$W_{\Gamma.\text{ТЗ}} = \frac{M_{\text{В}}}{t_{\text{об.ТЗ}}} \quad (12.3)$$

- де $M_{\text{В}}$ – маса вантажу (технологічного матеріалу) в транспортному засобі, т;
 $t_{\text{об.ТЗ}}$ – час обороту транспортного засобу, год;

Маса вантажу (технологічного матеріалу) в транспортному засобі, т:

$$M_{\text{В}} = U_{\text{К}} \rho_{\text{ТМ}} \psi_{\text{К}} \quad (12.4)$$

- де $U_{\text{К}}$ – об'єм кузова (ємкості) транспортного засобу, м³ (табл. XII);
 $\rho_{\text{ТМ}}$ – об'ємна маса технологічного матеріалу, т/м³ (табл. D.17);
 $\psi_{\text{К}}$ – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_{\text{К}} = 0,8$).

Час обороту транспортного засобу, год;

$$t_{\text{об.ТЗ}} = t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{ТМ}}}{V_{\text{РВ}}} + t_{\text{роз}} + \frac{S_{\text{ТМ}}}{V_{\text{РХ}}} \quad (12.5)$$

- де $t_{\text{зав}}$ – час завантаження транспортного засобу, год;
 $S_{\text{ТМ}}$ – відстань перевезення технологічного матеріалу (насіння, сипучих мінеральних добрив, рідких мінеральних і органічних), км;

$V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем технологічного матеріалу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);

$V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (приймаємо з урахуванням часу технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт (*завантаження кузова розкидача, ємкості обприскувача, сівалки, саджалки*) і часу на виконання основної роботи за один цикл внесення технологічного матеріалу (*опорожнення ємкостей агрегату для виконання основної технологічної операції*)).

Загальні висновки

В результаті розрахунків по представленим методикам виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = _;$ $\xi_N = _;$);

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = _;$);

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по виконанню операції ($t_{ц} = _;$ $n_{ц} = _;$);

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ($\tau_{рух} = _;$ $\tau_{зм} = _;$);

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_r = _;$ га/год);

– за зміну ($W_{зм} = _;$ га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = _;$ кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($З_{п} = _;$ люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = _;$ Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу виконання відповідної операції.

Таблиця XII.1 Тракторні причепи

Агрегатується тракторами тягового класу	Марка	Вантажність, т	Об'єм кузова, м ³	Маса, кг	Примітки
1	2	3	4	5	6
1,4	ПТС-4	4,0	6,0	1830	причіпний
1,4	ПТС-6	6,0	9,0	2520	причіпний
3,0	ПТС-8	8,0	12,0	2630	причіпний
1,4	НТС -5-01	5,0	7,0	2660	сідельний
3,0	НТС-10	10,0	15,0	4380	сідельний
5,0	НТС-20	20,0	30,0	7650	сідельний
1,4	ТСП-6	4,4	4,8	1600	сідельний
3,0	ТСП-10	8,0	6,8	2280	сідельний
3,0; 5,0	ТСП-16	11,8	17/24*	6000	сідельний
5,0	ТСП-20	14,9	19/26,5*	7850	сідельний
3,0; 5,0	ТМК-160	12,0	16,0	4600	сідельний
3,0; 5,0	ТМК-200	15,45	21	5550	сідельний
1,4; 2,0	причіп - само-завантажувач паків ПТ-12	до 6,0	площа платформи 21,5 м ²	5200	сідельний

Примітки: * – без надставних бортів / з надставними бортами

Таблиця XII.2 Вантажні автомобілі

Марка автомобіля	Потужність двигуна, кВт (к.с.)	Вантажність, т	Об'єм кузова, м ³	Маса, кг	Примітки
1	2	3	4	5	6
КАМАЗ 5320	158 (210)	8,0	9,0/18,0*	7184	бортовий
КАМАЗ 55102	180 (240)	7,0	10,1/15,8*	8480	самоскид
КАМАЗ-45143	180 (240)	10,0	14,0	9500	бортовий
КАМАЗ-4355	191 (260)	10,0	12,2	10950	бортовий
МАЗ-450355	114 (155)	7,15	7,0/13,0*		
ГАЗ-33086	90 (124)	4,0	4,0/8,0*	4150	самоскид
ГАЗ-3308	90 (124)	4,0	3,0	4150	самоскид з попереднім підйомом на висоту 2,7м
ГАЗ-33083	92 (125)	4,0	4,0/8,0*	4000	самоскид
ГАЗ-САЗ 35071	92 (125)	4,0	4,0/8,0*	4000	самоскид
ГАЗ-3304 «Газель»	77 (106)	3,0	3,2/6,4*	2000	самоскид

Примітки: * – без надставних бортів / з надставними бортами

Таблиця XII.3 Трактор із кузовом - самоскидом

Марка трактора	Потужність двигуна, кВт (к.с.)	Вантажність, т	Об'єм кузова, м ³	Маса трактора, кг	Примітки
1	2	3	4	5	6
ДВШ Т-16М	18 (25)	0,8	1,0	1810	самоскид

Таблиця XII.4 Завантажувач сівалок

Марка завантажувача	Продуктивність, т/год	Вантажність, т	Об'єм кузова, м ³	Маса, кг	Висота вивантаження, м
1	2	3	4	5	6
ЗС-30М на базі автомобіля ГАЗ-САЗ-3507	30	4,0	4,0	завантажувач – 500 автомобіль - 4000	1,4...2,0

*Примітки: - можливе використання з іншими марками автомобілів-самоскидів;
робочий орган завантажувача сівалок – шнек.*

Таблиця XII.5 Навантажувачі

Найменування показників	Навантажувач		
	ПБ-35	ПЭ-Ф-1А	Т-156
1	2	3	4
Агрегатуюється трактором	ДТ-75	ЮМЗ-6КЛ	Т-150К
Об'єм ковша, м ³	0,6	0,56	1,5
Продуктивність, т/год	до 50	60...100	до 100
Висота навантаження, м	2,3	3,6	2,85
Тривалість циклу навантаження, с	20...25	15...20	35

Довідкова література

1. Машиновикористання в землеробстві / В.І.Ільченко, Ю.П.Нагірний, П.А.Джолос та ін.: За ред. В.І.Ільченка і Ю.П.Нагірного.– К.: Урожай, 1996 р. –384 с.
2. Каталог – довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу (видання друге). – К.: Асоціація „Прома” – 2002.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І.Пастухова. – Харків : „Веста” – 2001, 347 с.
4. Правила производства механизированных работ под пропашные культуры : Пособие для бригадиров и звеньевых / сост. К.С. Орманджи. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 303 с.
5. Организация и технология механизированных работ (2-е изд., перераб. и доп.) М., „Колос”, 1976. – 416 с.
6. Агрокваліметрія/ Ковтун Ю.І., Мазоренко Д.І., Пастухов В.І., Джолос П.А. – Харків: РВП «Оригінал», – 2000, 314с., іл.
7. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи / Держагпропром УРСР.– К.: Урожай, 1991. – 472 с.
8. Типові норми виробітку і витрачання палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві / Держагпропром УРСР.– К.: Урожай, 1987. – 416 с.

Додатки

Таблиця D.1 Коефіцієнт використання часу зміни ($\tau_{зм}$)
при виконанні технологічних операцій в різних кліматичних зонах

Технологічні операції	Кліматичні зони		
	Полісся	Лісостеп	Степ
1	2	3	4
Оранка плугами:			
начіпними	0,77	0,81	0,85
причіпними	0,72	0,76	0,80
Культивація суцільна культиваторами:			
начіпними	0,77	0,81	0,85
причіпними	0,72	0,76	0,80
Обробіток міжряддя з підживленням	0,63	0,67	0,70
Лущення стерні луцильниками:			
лемішними	0,72	0,76	0,80
дисковими	0,77	0,81	0,85
Боронування боронами:			
зубовими	0,72	0,76	0,80
дисковими	0,77	0,81	0,85
сітчастими	0,81	0,86	0,90
Сівба зернових і зернобобових культур, ку- курудзи, соняшнику, ріцини та овочів	0,68	0,71	0,75
Садіння:			
картоплі із внесенням добрив	0,45	0,48	0,50
розсади овочевих культур	0,54	0,57	0,60
Скошування зернових культур жатками	0,63	0,67	0,70
Збирання зернових культур комбайнами	0,59	0,62	0,65
Скошування трав косарками:			
причіпними	0,68	0,71	0,75
начіпними	0,72	0,76	0,80
Згрібання сіна граблями:			
боковими	0,77	0,81	0,85
поперечними	0,72	0,76	0,80
Стягування соломи волокушами	0,41	0,43	0,45
Підбирання соломи (трав) підбирачами- копнувачами	0,63	0,67	0,70
Розкидання добрив (органічних, мінераль- них)	0,45	0,48	0,50
Обприскування	0,72	0,76	0,80
Збирання картоплі:			
комбайнами	0,54	0,57	-
картоплекопачами	0,70	0,75	0,80
Збирання цукрових буряків комбайнами	0,54	0,57	0,60

Таблиця D.2 Енергетичні еквіваленти на оборотні засоби виробництва

Оборотні засоби	Одиниця виміру	МДж	ккал
1	2	3	4
1. Енергетичні ресурси (виробничі затрати)			
Бензин	1кг	54,4	13000
Бензин	1л	42,3	10100
Дизельне пальне	1кг	52,8	12600
Дизельне пальне	1л	47,7	11400
Вугілля	1кг	32,6	7800
Природний газ	1м ³	49,4	11810
Дрова	1кг	19,6	4700
Електроенергія	1кВт г	12,0	2860
2. Мінеральні добрива			
Азотні	1кг д.р.	86,8	20730,8
Фосфорні	1кг д.р.	12,6	3009,3
Калійні	1кг д.р.	8,30	1982,3
Комплексні	1кг д.р.	51,5	12300,0
3. Місцеві добрива			
Гній (80 % вологості)	1кг	0,42	100,3
Торфоперегній компости (з 60 % вологості)	1кг	1,70	406,0
Вапнякові матеріали	1кг	3,80	907,6
4. Пестициди			
Гербициди: рідина	1кг	419,6	100215,0
порошок	1кг	263,6	62956,8
гранули	1кг	363,7	86864,1
Інсектициди: рідина	1кг	365,0	87174,6
порошок	1кг	253,2	60472,9
гранули	1кг	312,1	74540,2
Фунгіциди: рідина	1кг	272,6	65106,3
порошок	1кг	116,6	27848,1
гранули	1кг	216,7	51755,4
Ретарданти	1кг	209,3	50000,0
Бордоська рідина:			
вапно гашене	1кг	11,6	2770,5
мідний купорос	1кг	86,0	20539,8
Сірка молота	1кг	68,2	16288,5
Тютюновий екстракт	1кг	30,0	7165,0
Піретрум	1кг	45,0	10747,6
5. Насіння			
Буряки цукрові і кормові	1кг	18,4	4394,6
Люцерна	1кг	20,0	4824,5
Трави багаторічні	1кг	19,7	4705,0
Овочеві	1кг	18,7	4466,2
Баштанні	1кг	18,7	4466,2
Тютюн і махорка	1кг	17,6	4203,5

Таблиця D.3 Енергетичні еквіваленти на основні засоби виробництва і трудові ресурси

Сільськогосподарські машини і знаряддя	На 1 кг маси за 1 год роботи	
	МДж	ккал
1	2	3
1. Енергетичні і робочі машини		
Трактори та самохідні шасі	0,0243	5,804
Автомобілі вантажні	0,0143	3,415
Причепи та напівпричепи	0,0263	6,281
Навантажувачі:		
на базі тракторів	0,0480	11,464
на базі автомобілів	0,0460	10,986
з електродвигунами	0,2110	50,394
Плуги та глибокорозпушувачі-плоскорізи, машини для нарізання борозен	0,0360	8,598
Луцильники та дискові борони, зчіпки	0,0800	19,107
Знаряддя для поверхневого розпушення та прикочування ґрунту, сніговалкувачі	0,1020	24,361
Культиватори для суцільного обробітку ґрунту та обробітку міжряддя с.г. культур	0,0510	12,181
Машини для внесення:		
– сипких мінеральних добрив	0,0710	16,957
– твердих органічних добрив	0,0580	13,852
– рідких добрив	0,0320	7,643
Обприскувачі тракторні	0,2460	58,753
Обпилювачі тракторні	0,2100	50,155
Сівалки всіх типів	0,1070	25,555
Комбіновані машини	0,0940	22,450
Жатки валкові, підбирачі	0,2110	50,394
Комбайни зернові	0,1510	36,064
Комбайни кукурудзо– та силосозбиральні	0,1240	29,616
Зерноочисні та сушильні агрегати	0,1480	35,348
Машини для збирання соломи	0,1200	28,660
Косарки-плющилки, скиртоукладачі, скирторізи	0,0940	22,450
Граблі, волокуші	0,1090	26,033
Підбирачі сіна, соломи, силосо-копицевози	0,1770	42,274
Машини та обладнання для досушування сіна	0,1430	34,153
Машини для збирання льону, конопель	0,2600	62,097
Бавовнозбиральні машини	0,1380	32,959
Комбайни бурякозбиральні самохідні	0,0980	23,406
Буряконавантажувачі та гичкозбиральні машини	0,1090	26,033
Бурякозбиральні машини причіпні	0,2000	47,767
Картоплесаджалки, картоплекопачі, картоплесортувачі та транспортери-підбирачі	0,1940	46,334
Комбайни картоплезбиральні	0,1580	37,736
Розсадосадильні машини	0,1190	28,421

Продовження таблиці D.3

1	2	3
Машини для вирощування та збирання тютюну (махорки) та чайних насаджень	0,1120	26,750
Дощувальні машини: самохідні	0,0330	7,882
далекоструменеві	0,0420	10,031
Насосні станції	0,0380	9,076
Електротехнічне обладнання, електродвигуни	0,2110	50,394
Тяглова худоба	0,0200	4,777
Сільськогосподарська авіація з врахуванням витрат рідкого палива	3500	835921
2. Кінний та ручний реманент		
Сівалка кінна	0,038	9,076
Плуги, підгортачі кінні	0,024	5,732
Косарки, лобогрійки, жатки кінні	0,030	7,165
Борони кінні	0,045	10,748
Вози	0,010	2,388
Граблі, волокуші, преси кінні	0,036	8,598
Лопати, вила, граблі, коси та інші ручні знаряддя	0,012	2,866
3. Трудові ресурси		
Професії робітників	На 1 люд.-год роботи	
	МДж	ккал
Трактористи-машиністи, комбайнери	60,8	14521,1
Водії транспортних засобів	60,3	14401,7
Електромонтери, оператори	61,2	14616,7
Робітники (ручна праця) в полі та інші	33,3	7953,2

Таблиця D.4 Агротехнічно-допустимі робочі швидкості руху (V_{lim})
машинно-тракторних агрегатів

Технологічні операції	V_{lim} , км/год
1	2
Оранка	4...7; 8...12*
Снігозатримання	5...10
Обробіток ґрунту: плоскорізами-глибокорозпушувачами	7...10
культиваторами-плоскорізамим	8...12
Лущення стерні луцильниками: дисковими	7...12
лемішними	5...7; 8...10*
Обробіток ґрунту боронами: дисковими	5...10
зубовими	6...8; 7...12*
сітчастими	3,5...6,5
шлейф-боронами	6...7
Коткування ґрунту котками: кільчасто-шпоровими	6...12
кільчасто-зубчастими	4...9
гладкими водоналивними	4...8
Обробіток ґрунту культиваторами: паровими	5...8; 9...15*
з пружинними лапами	5...7
Внесення добрив: органічних	7...12
мінеральних	5...10
рідких	6...8; 9...12*
туковою сівалкою	6...10; 8...12*
Сівба сівалками: рядковими	7...9; 10...15*
стерньовими	5...10
кукурудзи, соняшнику, буряків	6...7,5
льону	5...7
овочевих культур	5...9
Садіння картоплі	4...7; 7...9*
Обробіток міжряддя просапних культур: перший	4...7
другий і наступні	7...10
Догляд за посівами цукрових буряків: розпушування міжряддя	4...6
букетування	4...5
проріджування	4...5; 6...8*
обприскування та обпилювання	4,5...9,5
підгортання рядків посівів	4...7
Скошування: трав на сіно	5...7; 8...12*
з подрібненням	4...8
рядковими жатками	7...10; 8...15*
Загрібання та ворущіння сіна граблями: поперечними	5...9
кільцево-пальцевими	8...10
Пресування сіна	6...8
Копнування	5...9

Продовження таблиці D.4

1	2
Збирання врожаю: зернових	3...8
кукурудзи на силос	4...8; 8...12*
кукурудзи на зерно	3...7; 6...10*
гички цукрових буряків	3...6; 6...9***
коренеплодів	4,5...8
льону і коноплі	4...6
капусти	До 2,8
помідорів	0,7...3
огірків	1,6...3,4
Збирання картоплі комбайном	1,8...4
Копання бульбоплодів копачем	2,5...5

Таблиця D.5 Питомий тяговий опір робочих органів сільськогосподарських машин
(k_0 , кН/м) при швидкості $V_0 = 5$ км/год

Технологічні операції	Сільськогосподарські машини	k_0 , кН/м
1	2	3
Оранка на глибину до 25см: легких ґрунтів; середніх ґрунтів; важких ґрунтів	Плуги безполицеві	3,0...8,0 12,0...15,0 19,0...25,0
Боронування	Борони зубові: важкі середні легкі, або посівні сітчасті та шлейф-борони пружинні та із стрілочастими лапами голчасті (мотики) Борони дискові: на дискуванні стерні на дискуванні оранки на дискуванні природних луків	0,4...0,7 0,3...0,6 0,25...0,45 0,45...0,65 1,0...1,8 0,45...0,65 1,6...2,2 3,0...6,0 4,0...6,0
Культывація суцільна	Культыватори: паровий – глибина обробітку 6-8см паровий – глибина обробітку 10-12см штанговий – глибина обробітку 10-12см	1,2...2,6 1,6...3,0 1,6...2,6
Глибоке рихлення	Глибокородзпущувачі	8,0...13,0
Обробіток плоскорізами	Плоскорізи	4,0...6,0
Луцення стерні	Луцильники: дисковий – глибина обробітку 8-10см лемішний – глибина обробітку 10-14см лемішний – глибина обробітку 14-18см	1,2...2,6 2,5...6,0 6,0...10,0

*** Для машин з робочими органами, які працюють на підвищених швидкостях руху

Продовження таблиці D.5

1	2	3
Рядковий посів зернових	Сівалки: дискова з міжряддям 0,15м вужкорядна зерно-пресова сівалка-луцильник	1,1...1,6 1,5...2,5 1,2...1,8 1,2...2,8
Сівба буряків		0,6...1,0
Сівба кукурудзи		1,0...1,4
Посадка картоплі		2,5...3,5
Коткування:	Котки: гладкі водоналивні кільцево-шпорові	0,55...1,2 0,6...1,0
Обробіток міжряддя цукрових буряків: з підкормою з окучуванням	Культиватори: із стрілчастими лапами проріджувач підживлювач окучник	1,2...1,8 1,2...2,0 1,4...1,8 1,5...2,5
Скошування і збирання трав, та зернових роздільним способом	Косарки брусові Косарки-подрібнювачі Жатки валкові Граблі: поперечні колісно-пальцеві	0,7...1,1 0,8...1,3 1,2...1,5 0,50...0,75 0,7...0,9
Скошування і збирання зернових культур прямим комбайнуванням	Жатки	1,2...1,5
Збирання технічних культур	Комбайни: силосозбиральні кукурудзозбиральні бурякозбиральні; картоплезбиральні льозбиральні Бурякокопачі Картоплекопачі Гичкозбиральні	1,2...1,6 1,5...1,7 8,0...12,0 10,0...12,0 4,0...6,0 3,0...4,0 5,8...6,5 2,0...3,5
Снігозатримання	Валкувачі	1,0...1,5

Таблиця D.6 Питомий тяговий опір робочих органів плугів $k_{опл}$, кН/м²) при швидкості $V_0 = 5$ км/год в залежності від різновиду ґрунтів

Ґрунти	Агрофон	Різновид ґрунтів				
		глинисті	суглинки			супісок
			важкі	середні	легкі	
1	2	3	4	5	6	7
Чорноземи	Стерня озимих	68	49	35	25	25
	Трави	86	57	45	31	31
	Цілина	90	71	52	39	39
Дерново-підзолисті	Стерня озимих	66	47	34	26	26
	Трави	74	56	43	30	30
	Цілина	92	71	50	40	40
Каштанові	Стерня озимих	69	47	36	22	22
	Трави	-	-	-	-	-
	Цілина	98	68	55	29	29
Засолені	Стерня озимих	-	82	73	65	65

Таблиця D.7 Тягові показники енергетичних властивостей тракторів
(в режимі експлуатації $N_T = N_{Tmax}$)

Марка трактора	Агрофон	Передача	Показники			
			N_{Tmax} , кВт	$P_{TН}$, кН	V_p , км/год	δ , %
1	2	3	4	5	6	7
Самохідне шасі Т-16М	Поле підготовлене під сівбу	1	5,44	5,75	3,48	49,0
		2	6,32	4,60	5,05	24,0
		3	6,54	3,63	6,66	13,5
		4	6,47	3,05	7,78	9,9
	Бетонна дорога	1	1,86	10,25	4,60	9,0
		2	13,08	8,15	5,88	6,8
		3	13,38	6,65	7,40	5,0
		4	13,16	5,50	8,77	4,0
		5	12,20	3,25	13,81	2,0
		6	10,44	2,10	18,28	1,7
Т-25А	Стерня	1	13,13	8,80	5,47	26,0
		2	12,64	7,40	6,27	18,0
		3	12,90	6,00	7,90	15,8
		4	12,50	4,88	9,40	15,2
Т-25А	Поле підготовлене під сівбу	1	9,11	7,28	4,60	34,0
		2	10,58	6,32	6,15	26,0
		3	9,70	5,00	7,12	22,0
	Асфальт	4	17,12	5,52	11,39	6,2
		5	16,90	4,48	13,86	6,0
Т-40М	Стерня	1	16,24	11,70	9,10	26,0
		2	21,68	11,50	6,92	24,0
		3	23,90	10,50	8,35	19,0
		4	25,00	9,00	10,20	12,0
	Поле підготовлене під сівбу	1	16,54	11,68	5,20	29,0
		2	18,74	10,12	6,80	19,0
		3	20,06	9,00	8,18	12,0
		4	20,87	8,00	9,58	11,0
	Бетонна дорога	1	29,18	16,51	6,50	3,0
		2	32,19	15,55	7,60	2,5
		3	32,71	13,50	8,90	2,0
		4	32,49	11,26	10,60	1,6
Т-40АМ	Стерня	1	23,20	15,80	5,30	11,0
		2	26,00	14,00	6,70	15,6
		3	27,10	11,70	8,35	12,3
		4	27,50	10,00	9,90	11,1
	Поле підготовлене під сівбу	1	22,60	13,30	6,10	8,2
		2	23,00	12,20	6,80	7,5
		3	23,30	9,70	8,65	6,0
		4	23,00	8,10	10,25	5,0
	Бетонна дорога	1	30,06	16,50	6,70	7,0
		2	30,65	15,24	7,40	6,0
		3	31,60	13,00	8,93	4,5
		4	30,94	11,25	10,10	3,0

Продовження таблиці D.7

1	2	3	4	5	6	7	
ЮМЗ-6М	Стерня	5р	25,60	16,50	5,60	22,0	
		1	27,20	16,10	6,10	21,0	
		2	29,00	13,90	7,50	16,5	
		3	28,60	11,20	9,20	13,0	
ЮМЗ-6М	Поле підготовлене під сівбу	5р	29,50	17,30	5,30	23,0	
		1	26,50	15,70	6,20	18,5	
		2	27,30	12,80	7,65	12,6	
		3	26,40	9,90	9,60	9,6	
	Бетонна дорога	5р	35,87	20,60	6,40	6,5	
		1	37,78	19,5	7,12	6,0	
		2	37,65	16,20	8,53	5,0	
		3	36,90	13,0	10,42	4,0	
МТЗ-80	Стерня	4	28,80	14,70	7,05	24,0	
		5	32,00	13,30	8,75	18,0	
		7р	32,10	12,20	9,60	19,0	
		6	32,30	11,00	10,60	12,0	
		8р	31,90	9,90	11,60	11,0	
		7	31,60	8,40	13,50	9,0	
		Поле підготовлене під сівбу	3	22,80	14,80	5,70	23,0
			4	28,60	14,70	7,00	24,5
	5		31,00	12,20	9,20	16,0	
	7р		31,30	11,30	9,90	12,0	
	6		31,10	10,30	10,90	10,8	
	8р		29,10	8,80	11,90	9,2	
	Бетонна дорога		3	40,42	22,50	6,60	6,5
			4	46,01	20,00	8,45	308
		5	48,22	17,50	10,12	3,5	
		7р	48,51	16,50	10,80	3,2	
6		48,80	15,35	11,68	3,0		
7		46,75	11,65	14,74	2,5		
МТЗ-82		Стерня	2	29,80	21,10	3,40	29,5
	3		30,80	17,90	6,20	20,5	
	4		33,30	15,00	8,00	14,5	
	5		33,80	13,10	9,30	12,6	
	6		34,00	11,00	11,20	10,4	
	7		33,40	9,70	12,40	9,2	
	8		32,20	7,75	19,00	7,4	
	МТЗ-82		Поле підготовлене під сівбу	2	16,30	19,60	3,00
3		28,10		18,10	5,60	28,5	
4		31,20		15,40	7,30	19,5	
5		31,60		13,70	8,30	15,1	
6		30,00		11,25	9,60	12,4	
7		27,00		9,00	10,80	10,3	
Бетонна дорога		2		25,95	26,50	3,60	9,0
		3	45,86	24,10	7,00	7,0	
		4	48,07	20,10	8,80	5,5	
		5	48,95	17,10	10,51	4,5	
		6	49,39	14,60	12,42	4,0	
		7	48,36	12,15	14,60	3,0	
		8	50,53	9,80	17,56	3,0	

Продовження таблиці D.7

1	2	3	4	5	6	7	
Т-70С	Стерня	3	36,7	32,7	4,05	3,2	
		4	40,3	27,8	5,25	2,4	
		5	42,1	23,7	6,38	2,2	
		6	41,6	20,4	7,35	1,9	
		7	37,5	14,5	9,30	1,4	
		8	33,9	11,1	11,00	1,1	
		Поле підготовлене під сівбу	3	35,2	28,0	4,55	9,8
			4	36,4	22,6	5,80	3,6
	5		37,2	19,4	6,90	2,8	
	6		36,0	15,9	8,15	2,2	
	7		33,3	11,8	10,23	1,6	
	8		32,1	9,8	11,80	1,4	
	ДТ-75М	Стерня	1укм	46,75	42,2	4,04	5,5
			2укм	48,50	40,0	4,47	3,5
1			50,00	36,0	5,10	2,2	
2			50,60	32,0	5,80	1,4	
3			50,20	29,5	6,30	1,2	
4			49,60	26,0	7,00	1,0	
5			48,10	23,0	7,70	0,95	
6			46,30	20,0	8,50	0,9	
ДТ-75М	Стерня	7	40,80	13,7	10,75	0,8	
	Поле підготовлене під сівбу	1	46,70	35,0	4,90	8,2	
		2	47,20	33,0	5,25	7,0	
		3	47,40	28,5	6,10	4,8	
		4	47,00	36,0	6,65	4,0	
		5	46,00	22,5	7,50	3,0	
		6	44,70	19,5	8,40	2,4	
		7	35,50	12,2	10,40	1,5	
	Ущільнена глиниста дорога	1	56,20	40,34	5,01	1,8	
		2	58,89	36,30	5,41	1,4	
		3	56,10	32,13	6,03	1,0	
		4	55,15	28,32	6,73	0,9	
		5	54,00	24,40	7,64	0,8	
		6	53,00	22,25	8,23	0,7	
7		51,60	17,50	10,18	0,6		
Т-150	Стерня	1	83,80	42,80	7,20	2,0	
		2	84,42	38,00	8,20	1,5	
		3	82,70	33,00	9,20	1,0	
		4	80,48	39,60	10,00	0,9	
		5	77,91	26,50	10,80	0,9	
		6	73,06	22,20	12,10	0,7	
		7	67,62	18,40	13,50	0,6	
		8	63,21	15,80	14,70	0,5	
	Поле підготовлене під сівбу	1	68,50	37,00	6,80	4,5	
		2	71,30	30,40	7,70	3,5	
		3	71,30	30,40	8,60	2,8	
		4	69,10	27,00	9,40	2,2	
		5	66,15	23,80	10,20	1,8	
		6	60,78	19,60	11,40	1,4	
		7	55,12	15,80	12,80	1,1	
		8	50,00	13,20	13,90	0,9	
	Ущільнена глиниста дорога	1	89,96	45,00	7,35	1,0	
		2	90,26	39,50	8,40	0,8	

Продовження таблиці D.7

1	2	3	4	5	6	7
Т-150	Ущільнена глиниста дорога	3	88,35	34,40	9,45	0,7
		4	86,00	30,70	10,30	0,6
		5	83,80	27,70	11,10	0,5
		6	79,35	23,50	12,40	0,4
		7	74,23	19,70	13,85	0,3
		8	69,82	17,00	19,10	0,2
Т-150К	Стерня	1	79,60	41,60	7,75	13,0
		2	92,50	35,80	9,30	9,5
		3	92,00	31,40	10,55	8,2
		4	88,10	26,90	11,75	7,0
	Поле підготовлене під сівбу	1	72,30	37,20	7,00	23,1
		2	77,00	30,90	9,00	14,0
		3	77,80	25,50	11,00	8,8
		4	75,60	21,10	12,90	6,0
		5	73,50	19,00	14,20	5,0
	Бетонна дорога	1	95,55	55,00	6,40	4,5
		2	100,70	47,00	7,87	4,0
		3	95,55	38,00	9,20	3,5
		4	95,55	29,00	12,10	2,5
		5	94,82	25,00	13,90	2,0
6		94,45	21,00	16,50	1,7	
7		94,08	17,20	20,00	1,5	
8		87,46	12,50	25,70	1,1	
К-701	Стерня	Ір 1	114,8	71,00	5,95	23,9
		2	130,0	64,50	7,40	16,6
		3	139,7	55,25	9,30	10,0
		ІІр 1	122,0	66,50	6,75	18,6
		2	138,8	60,00	8,50	13,2
		3	138,0	48,50	10,45	7,0
Т-150-07	Стерня	1	81,20	42,3	6,94	13,5
		2	80,80	34,71	8,35	8,5
		3	80,18	28,02	10,24	5,5
		4	78,54	23,96	11,80	4,0
Т-150-07	Поле підготовлене під сівбу	1	39,40	33,00	6,48	17,0
		2	63,88	28,71	8,01	12,5
		3	62,48	22,19	10,14	6,5
		4	58,57	17,96	11,74	4,5
	Асфальт	1	80,40	48,03	7,11	9,0
		2	97,93	40,71	8,66	5,5
		3	101,61	35,14	10,41	4,0
		4	99,20	22,96	11,92	3,0
Т-160-31	Стерня	1	81,93	45,80	6,44	17,5
		2	87,63	38,90	8,11	11,5
		3	92,11	33,06	10,03	7,5
		4	74,70	22,79	11,80	4,0
	Поле підготовлене під сівбу	1	54,39	28,50	6,87	12,0
		2	63,81	28,50	8,06	12,0
		3	72,91	27,06	9,70	10,5
		4	54,75	16,79	11,74	4,5
	Асфальт	1	80,4	48,03	7,11	9,0
		2	97,93	40,71	8,66	5,5
		3	101,61	35,14	10,41	4,0
		4	99,20	29,96	11,92	3,0

Продовження таблиці D.7

1	2	3	4	5	6	7
ХТЗ-121 (88,2 кВт)	Стерня	1	59,10	30,56	6,95	7,0
		2	62,56	27,84	8,09	5,5
		3	56,66	20,77	9,82	3,0
		4	46,10	12,63	13,14	2,0
	Поле підготовлене під сівбу	1	48,20	25,56	6,80	9,0
		2	47,06	30,84	8,13	5,0
		3	43,24	15,77	9,87	2,5
		4	28,00	7,63	13,21	1,5
	Асфальт	1	72,25	36,28	7,14	4,0
		2	75,04	31,56	8,26	3,5
		3	72,63	26,49	9,87	2,5
		4	66,98	18,35	13,14	2,0
ХТЗ-121 (106,6 кВт)	Стерня	1	69,82	38,49	6,53	12,5
		2	71,64	32,77	7,87	8,0
		3	73,37	27,63	9,56	5,5
		4	64,55	17,78	13,07	2,5
	Поле підготовлене під сівбу	1	51,1	28,00	6,57	12,0
		2	58,78	27,77	7,62	11,0
		3	57,14	21,63	9,51	6,0
		4	43,00	11,78	13,14	2,0
	Асфальт	1	85,35	44,21	6,95	7,0
		2	86,92	38,49	8,13	5,0
		3	87,35	32,35	9,72	4,0
		4	81,69	22,5	13,07	2,5
ХТЗ-171-21	Стерня	1	79,35	42,51	6,72	14,0
		2	81,08	35,21	8,29	9,5
		3	81,21	28,69	10,19	6,0
		4	80,17	24,46	11,80	4,5
	Поле підготовлене під сівбу	1	59,43	31,51	6,79	14,0
		2	64,66	29,21	7,97	13,0
		3	62,84	22,69	9,97	8,0
		4	60,20	18,46	11,74	4,5
	Асфальт	1	95,06	48,13	7,11	9,0
		2	98,00	40,83	8,64	5,5
		3	94,64	34,31	9,93	4,0
		4	99,10	30,08	11,86	3,5
ХТЗ-172-21	Стерня	1	82,11	49,68	5,95	20,0
		2	88,65	42,55	7,50	14,0
		3	91,54	34,91	9,44	8,5
		4	76,77	24,61	11,23	4,0
	Поле підготовлене під сівбу	1	55,71	31,00	6,47	13,0
		2	65,36	31,00	7,59	13,0
		3	72,52	28,91	9,03	12,5
		4	57,48	18,61	11,12	5,0
	Асфальт	1	97,08	55,30	6,32	15,0
		2	106,24	48,17	7,94	9,0
		3	109,77	40,53	9,75	5,5
		4	94,80	30,23	11,29	3,5

Таблиця D.8 Темп приросту ($\Delta C_M, \%$) тягового опору робочих органів с.-г. машин при збільшенні швидкості руху на 1км/год

Технологічні операції	Машини	Для інтервалів швидкості, км/год	
		5...9	9...15
1	2	3	4
Оранка	плуги серійні	4...5	5...8
	плуги швидкісні	2...4	4...5
Лущення, дискування	лущильники дискові борони дискові	2...3	3...4
Культивація	культиватори серійні	4...5	5...8
	культиватори швидкісні	2...4	4...6
Боронування	борони зубові серійні	2...4	4...6
	борони зубові швидкісні	1,5...3	3...4
Сівба	сівалки серійні	1,5...3	3...4
	сівалки швидкісні	1...2	2...3
Збирання силосних культур	силосні комбайни	1...2	2...4
Збирання кукурудзи на зерно	кукурудзозбиральні комбайни	1,5...3	3...6
Скошування колосових	жатки рядкові	1,5...3	3...5
	жатки швидкісні	0,8...1,4	1,4...2

Таблиця D.9 Раціональні значення коефіцієнта (η_p) використання номінального тягового зусилля

Технологічна операція	Коефіцієнт η_p
1	2
Оранка	0,80...0,92
Культивація суцільна	0,92...0,94
Боронування	0,93...0,95
Обробіток плоскорізами	0,90...0,93
Лущення дисковими лущильниками	0,94...0,96
Сівба	0,95...0,97
Транспортування вантажів	0,90...0,95

Примітка: менші значення коефіцієнта η_p відповідають важчим умовам роботи МТА.

Таблиця D.10 Коефіцієнти опору кочення ходових коліс с.-г. машин (f_M) і зчіпок (f_3) для різних дорожніх і ґрунтових умов

Умови руху	Тип ходових коліс	
	із пневматичними шинами	із сталевим ободом
1	2	3
Польова дорога: – ущільнена	0,03...0,04	0,02...0,03
	– розбита	0,06...0,10
Укочена снігова дорога	0,04...0,06	0,08...0,10
Стерня: – суха	0,05...0,06	0,08...0,10
	– після дощу	0,12...0,14
Цілина, сухі луки, дернина	0,05...0,07	0,06...0,08
Поле після лушення	0,10...0,12	0,16...0,18
Поле після культивування	0,15...0,20	0,22...0,24
Поле після картоплі	0,12...0,18	0,16...0,18
Рілля злежана	0,13...0,17	0,20...0,22
Свіжозоране поле	0,18...0,30	0,20...0,30

Таблиця D.11 Коефіцієнт опору кочення ($f_{тр}$) і коефіцієнт зчеплення ($\mu_{тр}$) рушіїв тракторів на ґрунтах різних класів з різними агрофонами (1...7)*

Ґрунти	Класи ґрунтів	Питомий тяговий опір k_0 , кН/м ²	коефіцієнт опору кочення ($f_{тр}$)													
			гусеничні трактори							колісні трактори						
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
легкі	I	до 35	0,070	0,080	0,090	0,120	0,140	0,150	0,230	0,050	0,060	0,090	0,200	0,220	0,200	0,220
середні	II	36...41	0,068	0,078	0,088	0,118	0,138	0,145	0,225	0,048	0,057	0,088	0,195	0,215	0,195	0,215
	III	42...47	0,066	0,076	0,086	0,116	0,136	0,140	0,220	0,046	0,054	0,086	0,190	0,210	0,190	0,210
	IV	48...53	0,064	0,074	0,084	0,114	0,134	0,135	0,215	0,044	0,051	0,084	0,185	0,205	0,185	0,205
важкі	V	54...59	0,062	0,072	0,082	0,112	0,132	0,130	0,210	0,042	0,048	0,082	0,180	0,200	0,180	0,200
	VI	60...65	0,060	0,070	0,080	0,110	0,130	0,125	0,205	0,040	0,045	0,080	0,175	0,195	0,175	0,195
	VII	66...71	0,058	0,068	0,078	0,108	0,128	0,120	0,200	0,038	0,042	0,078	0,170	0,190	0,170	0,190
	VIII	72...79	0,056	0,066	0,076	0,106	0,126	0,115	0,195	0,036	0,039	0,076	0,165	0,185	0,165	0,185
	IX	80...86	0,054	0,064	0,074	0,104	0,124	0,110	0,190	0,034	0,036	0,074	0,160	0,180	0,160	0,180
			коефіцієнт зчеплення ($\mu_{тр}$)													
легкі	I	до 35	0,90	0,86	0,76	0,60	0,50	0,40	0,30	0,70	0,65	0,68	0,50	0,45	0,30	0,10
середні	II	36...41	0,92	0,88	0,80	0,62	0,52	0,42	0,32	0,72	0,67	0,60	0,52	0,47	0,32	0,12
	III	42...47	0,94	0,90	0,82	0,64	0,54	0,44	0,34	0,74	0,69	0,62	0,54	0,49	0,34	0,14
	IV	48...53	0,96	0,92	0,84	0,66	0,56	0,46	0,36	0,76	0,71	0,64	0,56	0,51	0,36	0,16
важкі	V	54...59	0,98	0,94	0,86	0,68	0,58	0,48	0,38	0,78	0,73	0,65	0,68	0,53	0,38	0,18
	VI	60...65	1,00	0,96	0,88	0,70	0,60	0,50	0,40	0,80	0,75	0,68	0,60	0,65	0,40	0,20
	VII	66...71	1,02	0,98	0,90	0,72	0,62	0,52	0,42	0,82	0,77	0,70	0,62	0,57	0,42	0,22
	VIII	72...79	1,04	1,00	0,92	0,74	0,64	0,54	0,44	0,84	0,79	0,72	0,64	0,59	0,44	0,24
	IX	80...86	1,06	1,02	0,94	0,76	0,66	0,56	0,46	0,86	0,81	0,74	0,66	0,61	0,46	0,26

*Цифрами позначені агрофони: 1 – ґрунтова дорога; 2 – цілина; 3 – стерня; 4 – поле підготовлене під сівбу; 5 – свіжозоране поле; 6 – пісок; 7 – глибока грязюка.

Таблиця D.12 Коефіцієнт (β_B) використання конструкційної ширини захвату

Сільськогосподарська машина	(β_B)
1	2
Плуг	1,10...1,02
Зубова борона, котки	0,96...0,98
Дискова борона, паровий культиватор, луцильник	0,96
Сівалка, просапний культиватор	1,00
Жатка, косарка	0,93...0,95
Зернозбиральний комбайн на скошуванні	0,96
Кукурудзо- і бурякозбиральні комбайни	1,00
Комбайн для збирання с.-г. культур на силос	1,08...1,16

Таблиця D.13 Осереднені значення коефіцієнтів ($\gamma_{\text{п}}$) і ($\lambda_{\text{Е}}$), які характеризують параметри повороту (Рис. D.1)

Вид повороту	Коефіцієнти	
	$\gamma_{\text{п}}$	$\lambda_{\text{Е}}$
1	2	3
1. По півколу	3,2...4,0	1,1
2. З прямолінійним виїздом	1,4...2,0	1,1
3. Кутовий (відкрита петля)	1,6...1,8	1,1
4. Кутовий (закрита петля)	5,0...6,5	2,0
5. Грушовидний	6,6...8,0	2,8
6. Односторонній	6,0...7,5	2,6
7. Грибовидний (відкрита петля)	4,1...5,0	1,1
8. Грибовидний (закрита петля)	5,0...5,5	1,1
9. Вісімкою	8,0...9,0	2,8

Таблиця D.14 Кількість холостих поворотів на загоні ($n_{\text{п}}$) і середня довжина прямолінійної ділянки (χ) петлі повороту

Спосіб руху	Число поворотів $n_{\text{п}}$		Середня довжина прямолінійної ділянки (χ)
	Петльових $n_{\text{пп}}$	Безпетльових $n_{\text{пб}}$	
1	2	3	4
Гоновий: – човниковий	$\frac{C_{\text{р}}}{B_{\text{р}}} - 1$		
– безпетльовий – перекриванням		$\frac{C_{\text{р}}}{B_{\text{р}}} - 1$	$\frac{C_{\text{р}} - B_{\text{р}}}{2}$
– комбінований чергуванням всклад, врозгін	$\frac{2R_{\text{п}}}{B} - 1$	$\frac{C_{\text{р}} - 2r_{\text{п}}}{2}$	$0,5(C_{\text{р}} - B_{\text{р}}) + r_{\text{п}}$
діагональний	$\frac{\sqrt{L_{\text{р}}^2 + C_{\text{р}}^2}}{B_{\text{р}}} - 1$		
круговий	$\frac{2C_{\text{р}}}{B_{\text{р}}} - 1$		

Таблиця D.15 Мінімальний радіус повороту ($r_{\text{по}}$) при швидкості повороту $V_{\text{по}} = 5 \text{ км/год}$ в залежності від ширини захвату ($B_{\text{р}}$) агрегату і коефіцієнти ($a_{\text{р}}$) збільшення радіуса при підвищенні швидкості руху на повороті

Агрегати	Радіус повороту ($r_{\text{по}}$) при швидкості повороту $V_{\text{по}} = 5 \text{ км/год}$, м		Коефіцієнти ($a_{\text{р}}$) збільшення радіуса при підвищенні швидкості повороту до:					
	н	пр	7 км/год		9 км/год		12 км/год	
			н	пр	н	пр	н	пр
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для оранки	$3B_{\text{р}}$	$4,5B_{\text{р}}$	1,05	1,15	1,20	1,42	1,35	1,60
Для культивування, боронування	$0,9B_{\text{р}}$	$(1 \dots 1,5)B_{\text{р}}$	1,06	1,25	1,32	1,55	1,46	1,75
Посівні: – односекційні (1-2 сівалки)	$1,1B_{\text{р}}$	$1,6B_{\text{р}}$	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
– трьохсекційні (3-5 сівалок)	$0,9B_{\text{р}}$	$(1,1 \dots 1,3)B_{\text{р}}$	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
Просапні (культиваторні)	$0,8B_{\text{р}}$	$(1,0 \dots 1,2)B_{\text{р}}$	1,06	1,35	1,34	1,68	1,48	1,85
Жатки	$0,9B_{\text{р}}$	$(1,2 \dots 1,4)B_{\text{р}}$	1,09	1,30	1,46	1,62	1,52	1,82
Косарки: односекційні	$2,0B_{\text{р}}$	-	1,04	1,16	1,18	14,38	1,30	1,56
трьохсекційні	$1,1B_{\text{р}}$	-	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
двомашинні	-	$1,2B_{\text{р}}$	1,10	1,34	1,43	1,59	1,60	1,82

Примітки: **н** – з начіпними машинами; **пр** – з причіпними машинами.

Таблиця D.16 Кінематична довжина тракторів

Марка	Кінематична довжина
1	2
T-16 M, T-25 A	1,0
T-40, T-40 AM	1,32
MTЗ-80,-82, ЮМЗ-6 КЛ	1,2/1,3 [†]
T-150 К	2,9/2,4
К-700 А, К-701	3,35/2,9
T-70 С, Т-54 В	1,85
ДТ-75, -75 В, -75 Н	2,35/2,55
T-150	2,12/2,55
T-4 А	2,45/2,65
T-100 МГС	2,6

Таблиця D.17 Характеристика сільськогосподарських вантажів

Сільськогосподарські вантажі	Об'ємна маса, т/м ³	Вид тари	Клас вантажу	
1	2	3	4	
Зерно:	кукурудза	0,70...0,75	Насипом	I
	пшениця	0,65...0,85		
	жито	0,65...0,79		
	просо	0,80...0,90		
	горох	0,70...0,88		
	гречка	0,65...0,70		
	ячмінь	0,50...0,75		
овес	0,40...0,55	Насипом в мішках	II-I	
льон, конопля	0,50...0,70	Насипом в мішках	III-II	
соняшник	0,40...0,50	Насипом в мішках	II	
Кукурудза в початках	0,50...0,60	Навалом	II	
Коренебульбоплоди:	картопля	0,63...0,75	В ящиках, кошиках, навалом	I
	цукрові буряки	0,57...0,70		
	столові буряки	0,58...0,61	В ящиках, кошиках, навалом	I
	морква	0,46...0,60		
Зелень городни (цибуля, петрушка)	0,25	В ящиках	II	
Овочі:	помідори	0,55...0,65	В ящиках	III
	огірки	0,55...0,65	В ящиках, кошиках, навалом	II
	капуста	0,30...0,40		
	дині	0,35...0,45	В ящиках, кошиках, навалом	III II
кавуни, гарбузи	0,55...0,45	Навалом	II	
Фрукти:	груші, яблука	0,45...0,55	В ящиках	II
	ягоди, виноград	0,45...0,55	В ящиках	III
	Яйця птиці всякої	0,4	В ящиках	II
Силосна маса:	кукурудза подрібнена	0,10...0,30	Навалом	III
	гичка буряків	0,30...0,40	Навалом	II
	бадилля картоплі	0,13...0,14	Навалом	III
	силос готовий	0,80	Навалом	II
	Жом бурячний:	свіжий	1,00	Навалом
сухий		0,22	Навалом	IV
Комбікорм	0,49...0,77	Насипом	II	
Мука пшенична	0,70	В мішках	I	

† У чисельнику – для машин начіпного варіанту; у знаменнику – для причіпного

Продовження таблиці D.17

1	2	3	4	
Трава:	свіжоскошена	0,30...0,40	Навалом	III
	сіно у валках	0,08...0,12	Навалом	IV
	сіно пресоване	0,15...0,32	В тюках	II
	борошно трав'яне	0,12...0,20	В мішках	III-IV
Солома:	не подрібнена	0,03...0,04	Навалом	IV
	подрібнена	0,05...0,12	Навалом	III
	пресована	0,12...0,22	В тюках	II
	з копиць	0,015...0,025	Навалом	IV
	із скірт	0,05...0,08	Навалом	IV
Органічні добрива:	гній свіжий сирий	0,40...0,50	Навалом	I
	гній напіврозкладений	0,70...0,80		
	гній дуже розкладений	0,90...1,00		
торф	кусковий, розкладений	0,27...0,35	Навалом	III
	торф брикети	0,6...0,9	Навалом	I
Торфокомпости		0,55...0,65	Навалом	II
Мінеральні добрива:	сечовина гранульована	1,14	Насипом	I
	сечовина порошкова	0,90		
	сечовина кристалічна	0,66		
	аміачна селітра	0,89		
	калійна селітра	0,94		
Глина, земля, пісок, гравій		1,50...1,90	Навалом	I
Цемент		1,20...1,40	В мішках	I
Цегла		1,60...1,90	Навалом	I
Цегла пориста		0,70...0,90	Навалом	II
Каміння		1,70...2,20	Навалом	I
Кам'яне вугілля		0,80...1,20	Навалом	I
Нафтопродукти			В бочках, автоцистернах	II III
Молоко та молочні продукти			В пляшках, бідонах	II-III
Машини сільськогосподарські				II
Тварини сільськогосподарські:				
	велика рогата худоба			III
	вівці, свині, птахи (в ящиках)			IV

Таблиця D.18 Витрата пального (G_T) за годину роботи тракторами і самохідними машинами

Марка		годинні витрати пального (G_T), кг/год			
машини	двигуна	під навантаженням	при поворотах	при переїздах	на зупинках
1	2	3	4	5	6
Трактори					
K-701	ЯМЗ-240Б	35...50	18...29	16...27	4
K-700A	ЯМЗ-238НБ	27...35	13...19	12...17	3
T-150	СМД-60	20...27	10...13	8...12	2,2
T-150К	СМД-62	23...30	11...15	10...13	2,4
MT3-100/102	Д-240Т	14...17	8...10	7...8	1,9
MT3-80/82	Д-240	10...15	6...8	5...7	1,4
ЮМЗ-6АЛ	Д-65Н	8...12	4...6	3...5	1,3
T-70С	Д-241Л	11...13	5...7	4...6	1,2
T-40М/АМ	Д-37Е	7...9	4...6	3...5	1,2
T-25А, T-16М	Д-21	4...5	2...3	1...2	0,7

Продовження таблиці D.18

1	2	3	4	5	6
Самохідні машини					
СК-10	СМД-31	38...45	21...25	19...22	3,8
"Дон-1500"	СМД-31А	32...38	17...20	15...18	3,5
"Дон-1200"	СМД-23	24...28	12...16	10...14	3,1
СК-6	СМД-64	22...26	10...15	8...12	2,9
СК-5	СМД-18К	16...19	9...12	7...9	2,7
"Лан"		17...22	10...12	8...10	2,5...3,0
КЗС-9М "Славутич"		23...27	12...15	6...7	2,5...3,0
КЗСР-9М "Славутич"		24...26	13...14	6...7	2,6...3,0
"John Deere" 9500 М		25...29	14...16	7...8	2,8...3,2
Massey Ferguson MF – 40RS		30...40	16...21	8...11	3,3...4,5
Claas Dominator 108 S		26...27	14...15	7...8	2,8...3,0
MDW E525H		15...17	8,5...9,5	4,4...4,8	2
Bizon BS-Z-110		19...21	10...11	5...6	2,1...2,3
КСКУ-6	СМД-72	27...32	13...18	10...14	3,2
КС-6Б	СМД-64	22...25	12...16	8...12	2,9
РКС-6	Д-240	12...15	7...9	6...7	1,5
РКМ-6		21...26	8...11	6...8	2,3
МКК-6		12...18	8...10	5...8	1,9
"Дон – 680"		30...45	19...21	14...18	4,5
СПС-4,2	Д-240	11...14	7...9	6...7	1,5
КСК-4,1	СМД-64	22...25	12...15	8...11	2,9
КСК-100	СМД-72	28...32	12...16	9...12	3,2
КПС-5Г	Д-240	11...15	6...8	6...7	1,4
Е-281	6ВД	26...30	12...15	10...13	3,1
Е-301	Д-50	9...10	5...6	3...5	1,3
СКП-10	Д-37Е	7...8	4...5	3...5	1,2
СКТ-2	СМД-17К	15...17	9...11	6...9	2,7

Таблиця D.19 Час сходу і заходу сонця, та тривалість світлового дня в весняно-літній період проведення сільськогосподарських робіт

Календарна дата	Час сходу сонця, (годин:хвилини)	Час заходу сонця, (годин:хвилини)	Тривалість світлового дня, (годин:хвилини)
1	2	3	4
25.03	7:20	19:53	12:33
30.03	7:07	20:03	12:56
5.04	6:51	20:16	13:25
10.04	6:38	20:26	13:48
15.04	6:25	20:36	14:22
20.04	6:13	20:46	14:33
25.04	6:01	20:56	14:55
30.04	5:49	21:07	15:18
5.05	5:33	21:17	15:39
10.05	5:28	21:26	15:58
15.05	5:18	21:36	16:17
20.05	5:09	21:45	16:35
25.05	5:01	21:53	16:52
30.05	4:54	22:01	17:07
5.06	4:48	22:09	17:21
10.06	4:45	22:14	17:29
15.06	4:44	22:19	17:35

Продовження таблиці D.19

1	2	3	4
20.06	4:43	22:20	17:37
25.06	4:44	22:21	17:37
30.06	4:47	22:20	17:33
5.07	4:52	22:17	17:25
10.07	4:58	22:12	17:14
15.07	5:04	22:07	17:03
20.07	5:12	22:00	16:48
25.07	5:20	21:51	16:31
30.07	5:23	21:42	16:19
5.08	5:41	21:30	15:49
10.08	5:50	21:20	15:30
15.08	6:00	21:00	15:00
20.08	6:10	20:56	14:46
25.08	6:20	20:44	14:24
30.08	6:29	20:36	14:01
5.09	6:44	20:15	13:34
10.09	6:51	20:02	13:11
15.09	7:01	19:48	12:47
20.09	7:10	19:35	12:25
25.09	7:20	19:22	12:02
30.09	7:30	19:09	11:39
5.10	7:40	18:55	11:16
10.10	7:50	18:43	10:33
15.10	8:00	18:30	10:30
20.10	8:11	18:18	10:07
25.10	8:21	18:06	9:45
30.10	8:32	17:54	9:22
5.11	8:45	17:42	8:57
10.11	8:55	17:32	8:37

Таблиця D.20 Орієнтовна річна зайнятість с.-г. машин ($T_{з.тз}$ в годинах) та середні норми відрахувань на їх поточний ремонт і технічне обслуговування ($a_{ТО}$ у відсотках до балансової вартості).

Сільськогосподарські машини	Орієнтовна річна зайнятість машини $T_{з.тз}$, год	Середні норми відрахувань на ПР і ТО $a_{ТО}$, %
1	2	3
Борони зубові і сітчасті	180	20,0
Борони голчасті	100	6,0
Борони дискові	180	7,0
Луцильники дискові	180	7,0
Котки	190	5,0
Чизелі, щільювачі, лемішні луцильники	120	14,0
Культиватори загального призначення	170	12,5
Культиватори стерньові, глибокорозрихлювачі	170	16,0
Культиватори – рослинопідживлювачі, культиватори – окучники	280	9,0
Комбіновані машини для передпосівного обробітку ґрунту, вирівнювачі передпосівні	320	5,0
Фрези, мотиги ротаційні	120	12,0
Зчіпки	450	7,0
Плуги загального призначення	480	20,0

Продовження таблиці D.20

1	2	3
Плуги плантажні	480	12,0
Плуги ярусні	480	11,0
Сівалки зернові, зерно-трав'яні, зерно-тукові, сівалки-культиватори	160	7,0
Сівалки кукурудзяні, бурякові	70	4,0
Сівалки бурякові, овочеві і для посіву цибулі-сімку	70	3,0
Картоплесаджалки	140	6,0
Розсадо-посадочні, висадко-посадочні та інші посадочні машини	180	9,0
Граблі, граблі-валкоутворювачі	120	8,0
Прес-підбирачі, брикетні преси	120	8,0
Косарки для збирання трав	120	8,0
Силосозбиральні комбайни	130	12,0
Жатки для скошування зернових та зернобобових культур	150	9,0
Зернозбиральні комбайни	160	6,8
Підбирачі до зернозбиральних комбайнів	90	7,0
Підбирачі-навантажувачі, скирдувальники, тюкопідбирачі	120	8,0
Жатки для скошування технічних культур (кукурудза, соняшник)	90	6,5
Кукурудзозбиральні (початки) комбайни	130	12,0
Гичкозбиральні машини, бурякозбиральні комбайни	180	10,0
Буряконавантажувачі	210	6,0
Комбайни для збирання картоплі, картоплекопачі	180	15,0
Розкидачі сипучих мінеральних добрив	450	12,0
Розкидачі рідких добрив, заправники-розкидачі рідини	450	14,0
Причепи-розкидачі органічних добрив	450	11,0
Роторні розкидачі органічних добрив	450	12,0
Машини для хімічного захисту рослин (протравлювачі, обприскувачі, фумігатори, аерозольні генератори, агрегати для приготування робочої рідини і інші)	450	11,0
Тракторні-причепи і напівпричепи	460	5,0

Примітки: Строк використання технічного засобу – ($T_{в.тз} = 7$ років).

Норми відрахувань на амортизацію с.-г. машин – 15% від їх балансової вартості.

Таблиця D.21 Вологість ґрунтів середньосуглинистого механічного складу, %

Тип ґрунтів	Польова вологість, при якій відбувається:		Вологість, при якій можлива:	
	грудкоутворення	налипання ґрунту на робочі органи	агротехнічно допустима якість обробітку	висока якість обробітку і найменший опір ґрунту
1	2	3	4	5
Дерново- підзолисті	11	22	12...21	15...18
Сірі лісові	14	24	15...24	17...18
Чорноземи	13	25	15...24	15...18
Каштанові	12	24	12...23	14...16
Каштаново-солонцеві	12	21	13...20	16...17
Сіро-бурі і бурі	13	21	14...20	15...17
Сіроземи	14	21	15...20	16...19

Таблиця D.22 Ширина поворотної смуги (E_p) при виконанні оранки в залежності від складу агрегату

Клас трактора	5,0	4,0	3,0	1,4
Плуги	8...9 корпусні	6 корпусні	4...5 корпусні	3 корпусні
Ширина E_p , м	27...30	18...20	15...18	10...12

Таблиця D.23 Робоча швидкість комбайну при прямому комбайнуванні, км/год

Ширина захвату жатки, м	Пшениця (урожайність, ц/га)				
	20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6
6	6,7...9,6	4,5...6,4	3,4...4,8	2,7...3,8	2,2...3,2
7	5,7...8,2	3,8...5,5	2,9...4,1	2,3...3,3	1,9...2,7
	Ячмінь (урожайність, ц/га)				
	10	20	30	40	50
6	8,4...10	4,2...6	2,8...4	2,1...3	1,7...2,4
7	7,2...10	3,6...5,1	2,4...3,4	1,8...2,7	1,5...2,1
	Жито (урожайність, ц/га)				
	10	20	30	40	50
6	7,5...10	4,4...6,3	2,9...4,2	2,2...3,2	1,8...2,5
7	6,8...10	3,8...5,4	2,5...3,6	1,9...2,7	1,5...2,1
	Овес (урожайність, ц/га)				
	10	20	30	40	50
6	8,4...10	4,2...6	2,8...4	2,1...3	1,7...2,4
7	7,2...10	3,6...5,1	2,4...3,3	1,8...2,7	1,5...2,1

ПРИМІТКИ: В таблиці урожайність з коефіцієнтом "солонистості" (δ_c) в межах $\{1 : (1,5...2)\}$. У разі зменшення коефіцієнту (δ_c) значення робочих швидкостей треба збільшити: при $\delta_c = 1,2$ – у 1,25 рази; при $\delta_c = 1$ – у 1,5 рази; при $\delta_c = 0,8$ – у 1,8 рази.

Таблиця D.24 Робоча швидкість комбайну при підборі валків, км/год

Ширина захвату валкової жатки, м	Пшениця (урожайність, ц/га)				
	20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6
6 (4,2*)	6,7...9,6	4,5...6,4	3,4...4,8	2,7...3,8	2,2...3,2
10 (6*)	4...5,7	2,6...3,7	2...2,8	1,6...2,3	1,3...1,8
12 (8,4*)	3,3...4,7	2,2...3,1	1,7...2,4	1,3...1,8	1,1...1,5
20 (12*)	2...2,8	1,3...1,8	1...1,4	0,8...1,1	0,6...0,8
	Ячмінь (урожайність, ц/га)				
	10	20	30	40	50
6 (4,2*)	8,4...10	4,2...6	2,8...4	2,1...3	1,7...2,4
10 (6*)	5...7	2,5...3,6	1,7...2,44	1,25...1,8	1...1,4
12 (8,4*)	4,2...6	2,1...3	1,4...2	1...1,4	0,8...1,1
20 (12*)	2,5...3,6	1,3...1,8	0,8...1,1	0,6...0,8	0,5...0,7
	Горох (урожайність, ц/га)				
	10	20	30	40	
6 (4,2*)	10	7,5...10	5...7,1	3,7...5,4	
10 (6*)	10	5,2...7,5	3,5...5	2,6...3,7	
12 (8,4*)	7,5...10	3,7...5,3	2,5...3,5	1,8...2,7	
20 (12*)	5,2...7,5	2,6...3,7	1,7...2,5	1,3...1,8	

ПРИМІТКИ: * Ширина захвату валкової жатки для скошування гороху.

Таблиця D.25 Втрати потужності на привід ВВП валкувача-розкидача ($N_{ВВП}$, кВт) в залежності від норми внесення добрив

Марка розкидача	Норма внесення добрив, т/га				
	15	20	30	40	60
РУН-15А	8,97	9,16	13,3	21,18	25,74
РУН-15Б	9,82	11,2	15,7	24,3	29,1

Таблиця D.26 Параметри укладання куп органічних добрив на полі при ширині розподілу $B_p = 30$ м

Норми внесення добрив ($N_{тд}$) т/га					
15	20	30	40	50	60
Відстань між купами в ряду (L_k) в залежності від норми внесення при масі купи 3 т (вантажність транспортного засобу 3 – 3,5 т)					
67	50	33	25	20	16
Відстань між купами в ряду (L_k) в залежності від норми внесення при масі купи 4 т (вантажність транспортного засобу 4 – 4,5 т)					
89	67	44	33	27	22
Відстань між купами в ряду (L_k) в залежності від норми внесення при масі купи 5 т (вантажність транспортного засобу 5 – 5,5 т)					
111	83	55	42	33	28
Відстань між купами в ряду (L_k) в залежності від норми внесення при масі купи 6 т (вантажність транспортного засобу 6 – 6,5 т)					
133	100	67	50	40	33

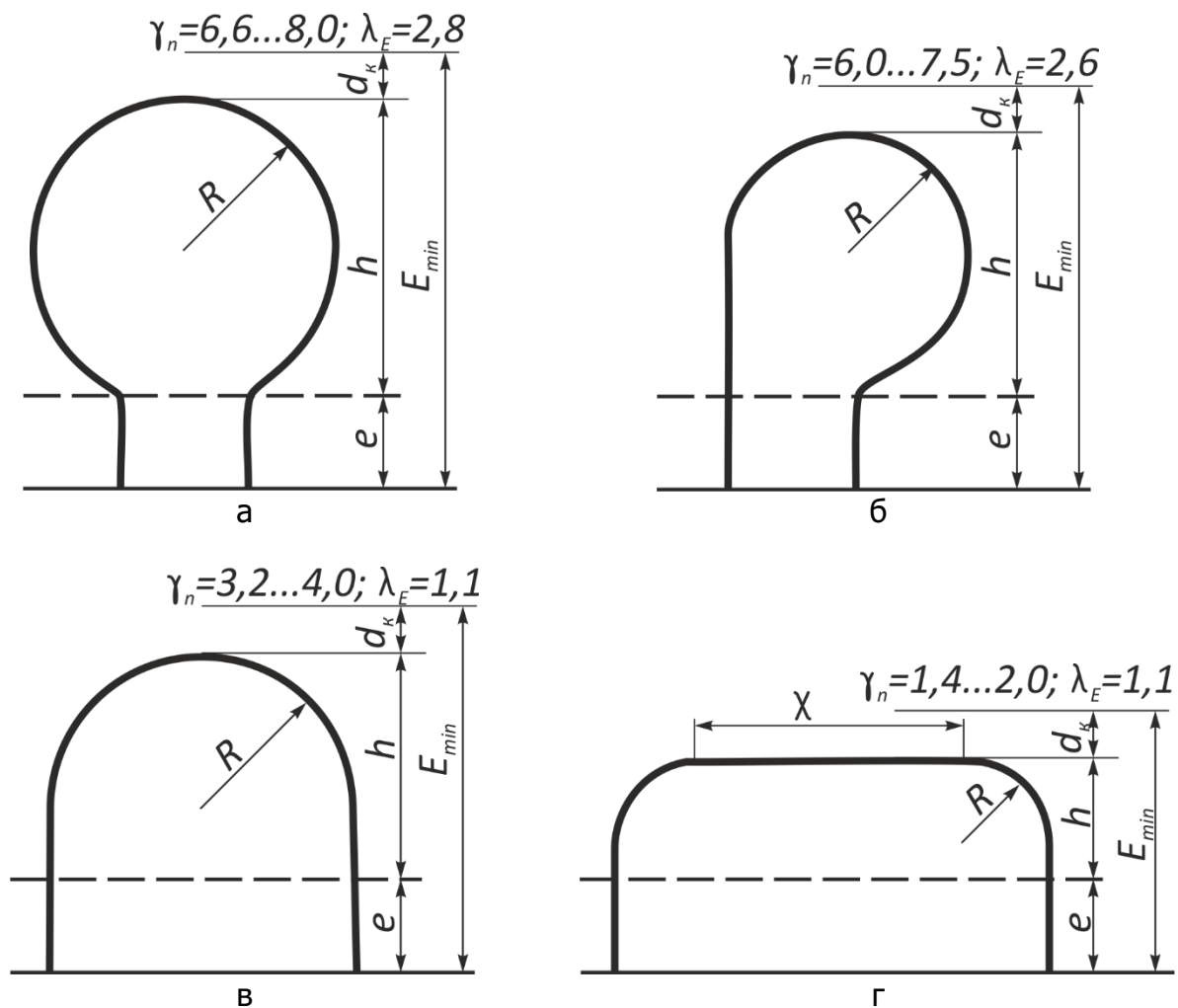


Рис. D.1 Основні види поворотів агрегатів:

- а) петльовий грушовидний; б) петльовий односторонній;
в) безпетльовий по колу; г) безпетльовий з прямолінійною ділянкою (χ).

Перелік графічного матеріалу

I.1 Графічний метод вибору кращого агрегату	10
II.1 Гонові способи руху.....	21
II.2 Діагональні способи руху з робочими ходами:.....	22
III.1. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для глинистих ґрунтів)	40
III.2. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для важкосуглинистих ґрунтів)	41
III.3. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для середньосуглинистих ґрунтів).....	42
III.4. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для легкосуглинистих ґрунтів) ..	43
III.5. Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для супіщаних ґрунтів)	44
III.6 Схеми руху агрегату загінковим способом всклад і врозгін.....	49
III.7 Розмітка робочої ділянки для роботи агрегату комбінованим способом з чередуванням загінок всклад і врозгін	50
III.8 Схема руху агрегату комбінованим способом із чередуванням загінок всклад і врозгін.....	50
III.9 Розмітка робочої ділянки для роботи агрегату безпетльовим комбінованим способом	51
III.10 Схема руху агрегату безпетльовим комбінованим способом	51
III.11 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом.....	52
III.12 Схема розмітки поля неправильної конфігурації на робочі ділянки	52
IV.1 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом	66
V.1 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом	92
V.2 Схема руху агрегату гоновим способом із розширенням прокосів	92
V.3 Схема руху агрегату круговим способом	93
VI.1 Схема прокосів та обкосів.	112
VI.2 Схема руху агрегату круговим способом	113
VI.3 Схема обкосів поля фронтальною жаткою ЖВН-6А із подальшим скошуванням загінок причіпними жатками.....	113
VI.4 Схема руху агрегату на загінці гоновим правоповоротним способом	114
VI.5 Схема руху агрегату гоновим комбінованим способом з розширенням прокосів	114
VI.6 Схема руху агрегату гоновим човниковим способом	115

VII.1	Схема розбивки поля на загінки при роботі агрегату гоновим способом руху та для виконання прокосів і обкосів.....	134
VII.2	Схема руху агрегату гоновим способом з безпетльовими поворотами ...	134
VII.3	Схема руху агрегату гоновим способом з петльовими поворотами	135
VII.4	Схема розбивки поля на загінки при роботі агрегату круговим способом руху та для виконання прокосів і обкосів	135
VII.5	Схема руху агрегату круговим способом.....	136
VII.6	Схема руху агрегату гоновим способом з розширенням прокосів.....	136
VIII.1	Схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, який посіяно 12-ти рядковою сівалкою	156
VIII.2	Схема руху агрегату комбінованим гоновим способом при збиранні цукрового буряку на чотирьох ділянках кожної загінки	157
VIII.3	Схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, який посіяно 18-ти рядковою сівалкою	157
VIII.4	Схема руху агрегату комбінованим гоновим способом при збиранні цукрового буряку на чотирьох ділянках сусідніх загінок	158
IX.1	Схема руху агрегату комбінованим гоновим способом при збиранні картоплі на чотирьох ділянках однієї загінки	178
X.1	Схеми руху кузовних розкидачів органічних добрив	195
X.2	Схеми руху агрегатів при внесенні сипких мінеральних добрив	196
X.3	Схема руху агрегатів при внесенні сипких мінеральних добрив на полі неправильної форми.....	197
XI.1	Спосіб руху агрегату при умовах одним проходом формується валок і одночасно розкидається	217
XI.2	Спосіб руху агрегату при умовах: перший прохід - формується валок; другий прохід - розкидання валка	217
D.1	Основні види поворотів агрегатів	252

Перелік таблиць

I.1 Трактори	12
II.1 Борони зубові та пружинні причіпні.....	30
II.2 Борони дискові причіпні та напівпричіпні	30
II.3 Борони дискові начіпні	31
II.4 Луцильники дискові причіпні	31
II.5 Котки причіпні.....	32
II.6 Чизелі глибокорозпушувачі, начіпні	32
II.7 Культиватори для суцільного обробітку ґрунту.....	33
II.8 Культиватори фрезерні, начіпні.....	33
II.9 Зчіпки.....	33
II.10 Культиватори з комбінованими робочими органами	34
II.11 Комбіновані машини для передпосівного обробітку ґрунту, причіпні	35
III.1 Плуги	58
IV.1 Сівалки причіпні	74
IV.2 Сівалки начіпні	75
IV.3 Саджалки начіпні.....	75
IV.4 Просапні культиватори-підживлювачі, начіпні	76
V.1 Граблі причіпні	102
V.2 Преспідбирачі причіпні	102
V.3 Косарки начіпні.....	103
V.4 Комбайнові агрегати причіпні	103
V.5 Комбайни кормозбиральні, самохідні	104
VI.1 Жатки для скошування ранніх зернових у валки, причіпні.....	121
VI.2 Самохідні комбайни для збирання зернових	122
VI.3 Жатки для прямого комбайнування зернозбиральними комбайнами, начіпні	123
VII.1 Комбайнові агрегати для збирання кукурудзи (з відокремленням початків), причіпні	144
VIII.1 Гичкозбиральні машини, причіпні	167
VIII.2 Бурякозбиральні машини, причіпні.....	167
VIII.3 Бурякозбиральні машини, начіпні.....	167
VIII.4 Бурякозбиральні комбайни, причіпні	168
VIII.5 Бурякозбиральні комбайни, самохідні	168

IX.1 Картоплезбиральні машини, начіпні	186
IX.2 Картоплезбиральні комбайни, причіпні.....	186
X.1 Машини для внесення сипких мінеральних добрив, начіпні	206
X.2 Машини для внесення сипких мінеральних добрив, причіпні	206
X.3 Машини для внесення рідких органічних добрив, причіпні	206
X.4 Машини (кузовні) для внесення твердих органічних добрив, причіпні	207
X.5 Обприскувачі начіпні	207
X.6 Обприскувачі причіпні	208
X.7 Обприскувачі самохідні	209
XI.1 Валкувачі-розкидачі твердих органічних добрив із куп по двофазній технології.....	222
XII.1 Тракторні причепа	227
XII.2 Вантажні автомобілі	227
XII.3 Трактор із кузовом - самоскидом	227
XII.4 Завантажувач сівалок.....	228
XII.5 Навантажувачі.....	228

Позначення посилань на таблиці, рисунки, довідкову літературу

(табл. I.1) ... (табл. II.1 – II.11) ... (табл. XII.1 – XII.5) – посилання на таблиці, що представлені в кінці кожного розділу методики;

(табл. 1.1 – 11.2) – посилання на таблиці, які необхідно використовувати в кожному розділі для вирішення завдань, сформульованих методиками;

(рис. II.1 – XI.2) – посилання на рисунки;

[2]; [3]; [4, с. 111...126]; [1; 4; 5] – посилання на публікації із списку довідкової літератури;

(рис. D.1) (табл. D.1 – D.26) – посилання на рисунки і таблиці, що представлені в додатках.