

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В РОСЛИННИЦТВІ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для
здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр
спеціальності 201 – "Агрономія"
освітньо-професійна програма "Агрономія"

Ухвалено
на засіданні кафедри
сільськогосподарського
машинобудування.
Протокол № 11 від 25 травня 2021 р.

м. Кропивницький
2021

Машиновикористання в рослинництві: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальності 201 – "Агрономія" освітньо-професійна програма "Агрономія" / [уклад.: П.Г. Лузан, І.М. Осипов, О.Р. Лузан]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021.– 65 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доцент П.Г. Лузан,
канд. техн. наук, професор І.М. Осипов,
канд. техн. наук, ст. викл. О.Р. Лузан

Рецензент: проф., доктор техн. наук Кулешков Ю. В.

Після вивчення навчальної дисципліни «Машиновикористання в рослинництві» студенти отримують знання основних принципів механізації технологічних процесів, раціонального комплектування, розрахунку продуктивності та експлуатаційних витрат при роботі агрегатів, форм та методів технічного сервісу в умовах ринкових відносин і вміння правильно використовувати машинно-тракторний парк, комплектувати широкозахватні і енергозберігаючі агрегати, вибирати ефективні способи руху агрегатів, аналізувати продуктивність і експлуатаційні витрати різноманітних агрегатів, розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі виробництва сільськогосподарської продукції, збирати, аналізувати, використовувати, упорядковувати, забезпечувати співвідношення та інтерпретувати інформацію стосовно розроблення та реалізації стратегії розвитку нових технологій вирощування сільськогосподарських культур, розраховувати, проектувати, досліджувати технології виробництва сільськогосподарської продукції, кваліфіковано і обґрунтовано використовувати фахові знання для розв'язування галузевих задач, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей у галузі виробництва сільськогосподарської продукції.

Мета дисципліни – отримання студентами знань, умінь і навичок розрахунку складу та режимів роботи машинно-тракторних агрегатів, розробки та планування механізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, проведення профілактичних технічних регламентів з обслуговування сільськогосподарської техніки.

Головні завдання вивчення дисципліни:

- надати студентам базові знання з розрахунку, комплектування, технологічного налагодження та кінематики агрегатів, основ проектування механізованих інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- опанувати основи методів розрахунку та обґрунтування оптимального складу машинно-тракторного парку (МТП) для заданої культури;
- опанувати методи підготовки до роботи тракторів, сільськогосподарських машин, комплектування машинно-тракторних агрегатів, їх раціонального використання і контролю якості виконання сільськогосподарських операцій.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ОРНОГО АГРЕГАТУ

Мета роботи – навчитись виконувати обґрунтування і розрахунок складу машино-тракторного агрегату (МТА) на прикладі орного агрегату.

В основу системи машин і типажу тракторів покладено номінальне тягове зусилля, за яким встановлюють клас трактора (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Номінальне тягове зусилля на гаку, кН	2	6	9	14	20	30	40	50	60	80
Клас трактора	0,2	0,6	0,9	1,4	2	3	4	5	6	8
Діапазон тягових зусиль, кН	1,8–5,4	5,4–8,1	8,1–12,6	12,6–18	18–27	27–36	36–45	45–54	54–72	72–108

Вибір типів і марок машин доцільно починати з енергетичних засобів (тракторів, самохідних машин), а потім підбирати відповідні їм сільськогосподарські машини. При виборі типів і марок необхідно враховувати:

- ◆ природно-кліматичні умови, тип ґрунту і рельєф місцевості;
- ◆ сільськогосподарські культури, які вирощуються в господарстві;
- ◆ розміри полів і їх конфігурацію;
- ◆ характер виконуваних виробничих операцій (оранка, культивування, боронування і т. д.).

Увесь комплекс сільськогосподарських робіт за величиною робочих опорів машин-знарядь, якими виконуються відповідні операції, можна поділити на кілька груп.

До першої групи слід віднести такі операції як оранка, культивування, глибоке розпушування, збирання картоплі тощо. Робочий опір машин при їх виконанні становить 15...30 кН. Ці операції доцільно виконувати тракторами класів 3; 4; 5.

До другої групи належать такі операції як сівба та садіння просапних культур, міжрядний обробіток, підживлення, збирання рядковими жатками і картоплекопачами тощо. Робочий опір машин

при їх виконанні становить 6,0...15 кН. Ці роботи найбільш ефективно виконувати тракторами класів 0,9; 1,4; 2.

До третьої групи можна віднести сівбу овочевих культур, їх міжрядний обробіток, сінозбиральні роботи та ін., які виконуються машинами-знаряддями з робочими опорами в межах 3,5...6,0 кН. Для цієї групи робіт використовують трактори класу 0,2; 0,6; 0,9.

Особливу групу становлять більшість меліоративних робіт, для яких потрібні трактори великої потужності і прохідності. Якщо в господарстві здебільшого переважають дуже зволожені ґрунти, потрібно надавати перевагу гусеничним і колісним повноприводним тракторам. На полях з невеликими площами і неправильної конфігурації потрібно застосовувати агрегати невеликої ширини захвату з тракторами 0,6; 0,9; 1,4; 2.

Якість виконання операцій та затрати механічної енергії на їх виконання залежить від раціонального комплектування агрегатів. Раціональність агрегатів визначається відповідністю трактора і сільськогосподарських машин-знарядь для виконання операцій, а також оптимального співвідношення тягового зусилля (потужності) трактора з робочим опором машин-знарядь, які входять до складу агрегату. Отже, перед тим як прийняти тип і марку трактора, а також підібрати відповідні сільськогосподарські машини чи знаряддя, необхідно врахувати цілий ряд факторів: вид і призначення операції, конкретні умови, в яких вона буде виконуватись (тип ґрунту, величину і конфігурацію поля, довжину гонів, кут схилу, тощо).

Приклад: Виконати розрахунки орного агрегату для переорювання перелогу на середньосуглинистих ґрунтах, площею 100 га з довжиною гонів 800 м. Кут схилу 3%, поле зручне для обробітку. Глибина обробітку $a=25$ см.

Врахувавши всі фактори, найбільш доцільно буде використати трактор Т-150К і плуг ПЛН 5-35. Згідно з агровимогами (Додаток 1) і конструктивними особливостями орний агрегат може працювати в діапазоні швидкостей 7,0...12,5 км/год (див. дод. 1). В даному діапазоні швидкостей трактор Т-150К може працювати на II і III робочих передачах (Додаток 3).

1. Для взятих передач згідно визначаємо теоретичні швидкості (V_m) на даних передачах і відповідні цим передачам номінальні тягові зусилля на гаку трактора, $P_{н.гак}$

$$V_m^{II} = 10,08 \text{ км/год}; \quad P_{н.гак}^{II} = 33,2 \text{ кН};$$

$$V_m^{III} = 11,4 \text{ км/год}; \quad P_{н.зак}^{III} = 28,4 \text{ кН.}$$

2. Визначаємо робочу швидкість руху агрегату, враховуючи буксування, за формулою

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (1.1)$$

де V_m – теоретична швидкість, км/год;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta=6\ldots 20\%$, у нашому прикладі при переорюванні зябу $\delta=18\%$). Отже,

$$V_p^{II} = 10,08 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 8,27 \text{ км/год};$$

$$V_p^{III} = 11,44 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 9,38 \text{ км/год.}$$

3. Визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому за формулою

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{тр} i, \quad (1.2)$$

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

$G_{тр}$ – маса трактора, кН, ($G_{тр}=76$ кН, Додаток 3);

i – величина підйому, ($i=0,03$ – із характеристики поля).

Отже,

$$P_{зак}^{III} = 33,2 - 76 \cdot 0,03 = 30,9 \text{ кН};$$

$$P_{зак}^{IV} = 28,4 - 76 \cdot 0,03 = 26,1 \text{ кН.}$$

4. Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату на II та III передачах, за формулою

$$B_{max} = \frac{P_{зак}}{K_0^v \cdot a + R_i}, \quad (1.3)$$

де $P_{зак}$ – тягове зусилля трактора, кН;

K_0^v – питомий опір ґрунту з урахуванням швидкості, кН/м².

Відомо, що при зростанні швидкості збільшується питомий опір. Величину питомого опору при збільшенні швидкості руху визначаємо за формулою

- для плугів із звичайними корпусами:

$$K_o^v = K_o [1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2)], \quad (1.4)$$

- для плугів із швидкісними корпусами:

$$K_o^v = K_o [1 + 0,004(V_p - 2)^2 - V_o^2],$$

де K_o – питомий опір плуга при $V_o=5$ км/год, кН/м², ($K_o=52$ кН/м², див. табл. 1.2);

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

V_o – швидкість руху агрегату, ($V_o=5$ км/год).

Тоді

$$K_o^{II} = 52 [1 + 0,006(8,27^2 - 5^2)] = 65,5 \text{ кН/м}^2;$$

$$K_o^{III} = 52 [1 + 0,006(9,38^2 - 5^2)] = 71,7 \text{ кН/м}^2.$$

a – глибина оранки, м, ($a=0,25$ м);

R_i – додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом, кН/м:

$$R_i = \frac{G_{nl}}{B_k} i, \quad (1.5)$$

де G_{nl} – маса плуга, ($G_{nl}=8,1$ кН; Додаток 4);

i – величина підйому, ($i=0,03$);

B_k – конструктивна ширина захвату плуга, м.

$$B_k = b_k n_k, \quad (1.6)$$

де b_k – ширина захвату одного корпусу, м;

n_k – кількість корпусів.

$$B_k = 0,35 \cdot 5 = 1,75 \text{ м.}$$

$$R_i = \frac{8,1}{1,75} 0,03 = 0,14 \text{ кН/м.}$$

Отже,

$$B_{max}^{II} = \frac{30,9}{65,5 \cdot 0,25 + 0,14} = 1,87 \text{ м;}$$

$$B_{max}^{III} = \frac{26,1}{71,7 \cdot 0,25 + 0,14} = 1,44 \text{ м.}$$

5. Визначаємо кількість корпусів в агрегаті на II та III передачах

$$n_k = \frac{B_{max}}{b_k}, \quad (1.7)$$

де B_{max} – максимальна ширина захвату агрегату, м;
 b_k – ширина захвату одного корпусу, м, ($b_k=0,35$ м);

$$n_k^{II} = \frac{1,87}{0,35} = 5,34, \text{ приймаємо } 5 \text{ корпусів};$$

$$n_k^{III} = \frac{1,44}{0,35} = 4,1, \text{ приймаємо } 4 \text{ корпуси.}$$

Таблиця 1.2

Середнє значення питомого опору плугів при швидкості руху 5 км/год

Ґрунт	Агрофон	Питомий опір (K_o , кН/м ²) на ґрунтах			
		глинистих	важко суглинистих	середньо суглинистих	супіщаних і легко глинистих
Чорнозем	Стерня озимих	68	49	35	25
	Пласт багаторічних трав	86	57	45	31
	Цілина, переліг	90	71	52	39
Дерново-підзолистий	Стерня озимих	66	47	34	26
	Пласт багаторічних трав	74	56	43	30
	Цілина, переліг	92	71	50	40
Каштановий	Стерня озимих	69	47	36	22
	Пласт багаторічних трав	–	–	–	–
	Цілина, переліг	98	68	55	29
Засолений	Стерня озимих	–	82	73	65

6. Визначаємо робочий опір плуга для взятої ширини на II і III передачах, кН

$$R_{nl} = (K_o^v a + R_i) b_k n_k. \quad (1.8)$$

$$R_{nl}^{II} = (65,5 \cdot 0,25 + 0,14) 0,35 \cdot 5 = 28,9 \text{ кН};$$

$$R_{nl}^{III} = (71,7 \cdot 0,25 + 0,14) 0,35 \cdot 4 = 25,3 \text{ кН.}$$

7. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора і порівнюємо із рекомендованими його значеннями (Додаток 5).

$$\eta_{mз} = \frac{R_{nl}}{P_{зак}}, \quad (1.9)$$

$$\eta_{m3}^{II} = \frac{28,9}{30,9} = 0,94;$$

$$\eta_{m3}^{III} = \frac{25,3}{26,1} = 0,97.$$

8. Визначаємо змінну продуктивність, га/зм:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p, \quad (1.10)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = B_\kappa \beta, \quad (1.11)$$

де B_κ – конструктивна ширина захвату, м, ($B_\kappa = b_\kappa n_\kappa$);

β – коефіцієнт використання ширини агрегату, (для плуга $\beta=1,05...1,1$; Додаток 6).

Отже,

$$B_\kappa^{II} = 0,35 \cdot 5 = 1,75 \text{ м};$$

$$B_\kappa^{III} = 0,35 \cdot 4 = 1,4 \text{ м};$$

$$B_p^{II} = 1,75 \cdot 1,05 = 1,84 \text{ м};$$

$$B_p^{III} = 1,4 \cdot 1,05 = 1,47 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість, км/год;

T_p – робочий час зміни, год:

$$T_p = T_{зм} \tau, \quad (1.12)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год, ($T_{зм}=7$ год.);

τ – коефіцієнт використання часу зміни, (для орних агрегатів $\tau=0,8$, Додаток 7);

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год};$$

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 1,84 \cdot 8,27 \cdot 5,6 = 8,52 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 1,47 \cdot 9,38 \cdot 5,6 = 7,72 \text{ га/зм}.$$

9. Розрахунок витрат палива в кг/га визначаємо за формулою

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (1.13)$$

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

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \quad (1.14)$$

де Q_p ; Q_x ; Q_3 – відповідно годинні витрати палива за час робочих та холостих ходів і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год, (Додаток 2);

t_x ; t_3 – відповідно затрачений час на робочі ходи та на зупинки з працюючим двигуном, год.

Для наших розрахунків приймаємо $t_x = t_3$, тоді:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (1.15)$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

При $\eta_{мз}^{II} = 0,94$ (II передача) $Q_p = 36,7$; $Q_x = 21,9$; $Q_3 = 5$, а при $\eta_{мз}^{III} = 0,97$ (III передача) $Q_p = 32,0$; $Q_x = 20,0$; $Q_3 = 5$.

Тоді витрати палива на 1 га

$$Q_{га}^{II} = \frac{36,7 \cdot 5,6 + 21,9 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,7}{8,52} = 26,3 \text{ кг/га;}$$

$$Q_{га}^{III} = \frac{32 \cdot 5,6 + 20 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,7}{7,72} = 25,47 \text{ кг/га.}$$

В наведених розрахунках загальних витрат палива на гектар необхідні дані по годинних витратах палива за час робочих, холостих ходів та на зупинках приймали за експериментальними даними (Додаток 2).

У випадку відсутності таких даних у довідковій літературі їх можна визначити розрахунковим шляхом наступним чином.

Якщо відсутні швидкісні характеристики двигунів, то максимальну (номінальну) годинну витрату палива можна визначити за формулою

$$Q_{нH} = q_{eH} \cdot N_{eH} / 1000, \quad (1.16)$$

де q_{eH} – питома ефективна витрата палива на номінальному режимі, г/кВт.год; N_{eH} – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт.

Як правило, значення q_{eH} наводяться в технічній характеристиці відповідних двигунів і для більшості тракторних двигунів дорівнюють 240...260 г/кВт.год.

Витрати палива на холостому ходу двигуна при максимальній частоті обертання колінчатого вала (на поворотах) можна приймати у межах:

$$Q_{nx}^{\partial\partial} = (0,27...0,30)Q_{nH} \quad (1.17)$$

А при мінімальній (на зупинках):

$$Q_{nz}^{\partial\partial} = (0,12...0,15)Q_{nH} \quad (1.18)$$

Із розрахунків видно, що агрегат у складі трактора Т-150К і плуга ПЛН 5-35 з 5-ма корпусами матиме більшу продуктивність і менші витрати палива на III-й передачі ніж на II-й. На випадок різкого збільшення опору додатковою передачею буде друга. Таким чином більш ефективно буде використовуватись агрегат на III-й передачі.

Завдання

1. Згідно заданого варіанту (номер варіанту вибирається із табл. 1.3 згідно із списком журналу групи) виконати розрахунки орного агрегату.
2. В робочому зошиті виконати необхідні розрахунки і зробити висновки щодо ефективності застосування вибраного агрегату.

Контрольні питання

1. Які фактори необхідно враховувати при виборі типів і марок тракторів і сільськогосподарських машин?
2. Які сільськогосподарські операції відносяться до першої групи і якими класами тракторів їх доцільно виконувати?
3. Які сільськогосподарські операції відносяться до другої групи і якими класами тракторів їх доцільно виконувати?
4. Які сільськогосподарські операції відносяться до третьої групи і якими класами тракторів їх доцільно виконувати?
5. Як визначити робочу швидкість V_p руху агрегату?
6. Як визначити величину питомого опору при збільшенні руху?
7. Як визначити максимальну ширину захвату агрегату?
8. Як визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора?

9. Як визначити змінну продуктивність агрегату?
10. Як визначити витрати палива?
11. Які показники впливають на витрати палива?
12. Які показники впливають на продуктивність агрегату?

Таблиця 1.3

Вихідні дані до розрахунків орного агрегату

№ варіанту	Склад агрегату		Глибина оранки, а, см	Характеристика поля				
	трактор	плуг		площа, га	довжина гонів, м	кут схилу, %	тип ґрунту	агрофон
1.	МТЗ-80	ПЛН 3-35	22	100	200	2	глинистий	стер. озим.
2.	МТЗ-82	ППЛ 5-25	23	110	250	3	в. суглинистий	цілина
3.	ЮМЗ-6Л	ПЛН 4-35	24	120	300	4	с. суглинистий	переліг
4.	Т-150К	ПЛ 5-35	25	130	350	5	л. глинистий	пл. баг. трав
5.	К-700А	ПЛН 8-40	26	140	400	6	супіщаний	стер. озим.
6.	К-701	ПТК 9-35	27	150	450	7	глинистий	цілина
7.	Т-150	ПЛП 6-35	28	160	500	8	в. суглинистий	переліг
8.	Т-153	ПЛН 5-35	29	170	550	9	с. суглинистий	пл. баг. трав
9.	Т-70С	ПЛН 3-35	30	180	600	10	л. глинистий	стер. озим.
10.	ДТ-75В	ПЛН 4-35	29	190	650	2	супіщаний	цілина
11.	ДТ-75М	ПЛ 5-35	28	200	700	3	глинистий	переліг
12.	ДТ-75Н	ПЛН 4-35	27	210	750	4	в. суглинистий	пл. баг. трав
13.	МТЗ-100	ППЛ 5-25	26	220	800	5	с. суглинистий	стер. озим.
14.	МТЗ-102	ПЛН 4-35	25	230	850	6	л. глинистий	цілина
15.	ЮМЗ-6Л	ПЛН 3-35	24	240	900	7	супіщаний	переліг
16.	Т-150К	ПЛН 8-40	23	250	950	8	глинистий	пл. баг. трав
17.	К-700А	ПЛН 8-40	22	260	1000	9	в. суглинистий	стер. озим.
18.	К-701	ПНИ 8-40	23	270	1050	10	с. суглинистий	цілина
19.	Т-150	ПЛП 6-35	24	280	1100	2	л. глинистий	переліг
20.	Т-153	ПЛ 5-35	25	290	1150	3	супіщаний	пл. баг. трав
21.	Т-70С	ППЛ 5-25	26	300	1200	4	глинистий	стер. озим.
22.	ДТ-75В	ПЛН 4-35	27	310	1250	5	в. суглинистий	цілина
23.	ДТ-75М	ПЛН 4-35	28	320	1300	6	с. суглинистий	переліг
24.	ДТ-75Н	ППЛ 5-25	29	330	1350	7	л. глинистий	пл. баг. трав
25.	МТЗ-100	ПЛН 4-35	30	340	1400	8	супіщаний	стер. озим.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІНЕМАТИКИ МТА

Мета роботи – навчитись визначати оптимальні способи руху та основні елементи кінематики МТА.

Для визначення основних елементів кінематики МТА при виконання технологічної операції необхідно мати такі вихідні дані:

- склад та вид агрегату;
- довжина гону (L), м;
- швидкість повороту (V_n), км/год.

Вибір способу руху визначається якістю виконання технологічної операції і залежить від:

- складу та виду агрегату;
- розміру ділянок та їх особливостей;
- зручністю технологічного обслуговування агрегату (завантаження посівного матеріалу, добрив, вивантаження врожаю і т.п.).

За однакової якості виконаної роботи та інших рівних умовах найкращий спосіб руху приймається за найбільшим коефіцієнтом робочих ходів.

Для поля правильної прямокутної конфігурації коефіцієнт робочих ходів визначається за формулою

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.1)$$

де L_p – довжина одного робочого ходу агрегату, м;

L_x – довжина одного холостого ходу (повороту) агрегату, м.

Для поля неправильної конфігурації

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (2.2)$$

де S_p – сумарна довжина робочих ходів агрегату, м;

S_x – сумарна довжина холостих ходів (поворотів, розворотів) агрегату, м.

Для визначення коефіцієнта робочих ходів необхідно попередньо розрахувати кінематичні параметри машинного агрегату і

геометричні параметри робочої ділянки. Перевага надається такому способу руху, який забезпечує найменші втрати часу зміни на холості ходи (повороти) агрегату.

Порядок виконання роботи

1. Для заданої операції і конкретного агрегату вибрати найбільш прийнятні способи руху (рис. 2.1).
2. Вибрати для прийнятих способів руху відповідні види поворотів (рис. 2.2).
3. Розрахувати значення наступних параметрів.

Довжину робочого ходу (L_p), рис. 2.1.

$$L_p = L - 2E_p. \quad (2.3)$$

Ширину поворотної смуги (E_p), (рис. 2.2). Мінімальна ширина поворотної смуги

$$E_{min} = h_n + d_k + e, \quad (2.4)$$

де h_n – параметр, який визначає розміри петлі повороту, залежно від радіусу повороту R_n ;

$$h_n = \lambda_E \cdot R_n, \quad (2.5)$$

де λ_E – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту, чисельні значення його приведені на рис. 2.2 і табл. 2.2

Фактичний радіус повороту агрегату залежить від його конструктивних (B) та режимних (V) параметрів

$$R_n = a_R \cdot R_{no}, \quad (2.6)$$

де R_{no} – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту $V_{no} = 5$ км/год;

a_R – коефіцієнт збільшення радіусу повороту при підвищенні швидкості повороту, табл. 2.1.

Кінематична ширина агрегату (d_k)

$$d_k = v_E \cdot B_k \quad (2.7)$$

де v_E – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:
– для симетричних агрегатів $v_e \approx 0,6$;

– для несиметричних агрегатів $v_e \approx 1,2$;

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м, (із технічної характеристики машини, Додаток 4).

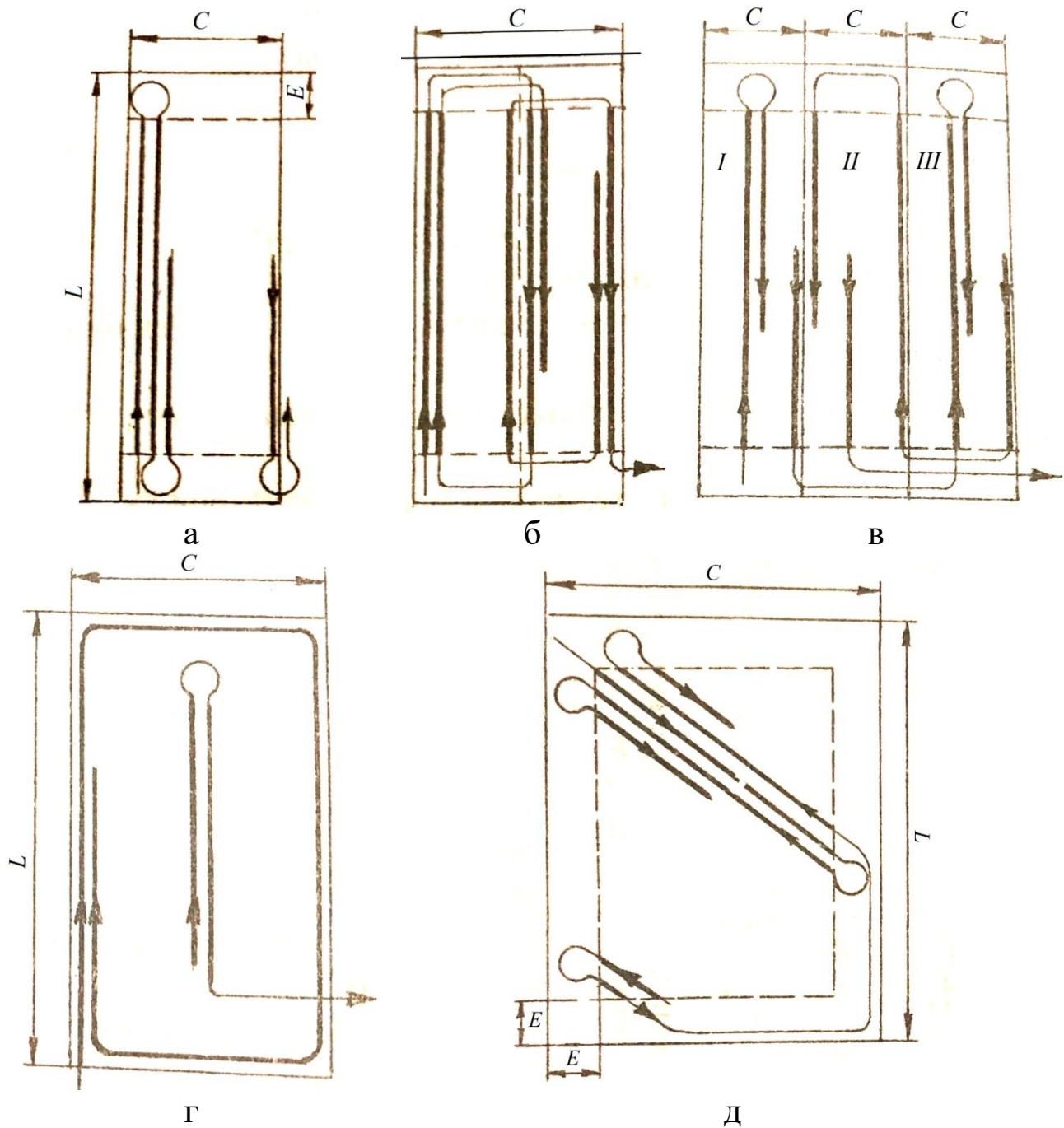


Рис 2.1. Основні способи руху агрегатів (за напрямком робочих ходів)

Довжина виїзду агрегату (e). Залежить від кінематичної довжини агрегату (l_a)

$$e = a_e \cdot l_a, \quad (2.8)$$

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

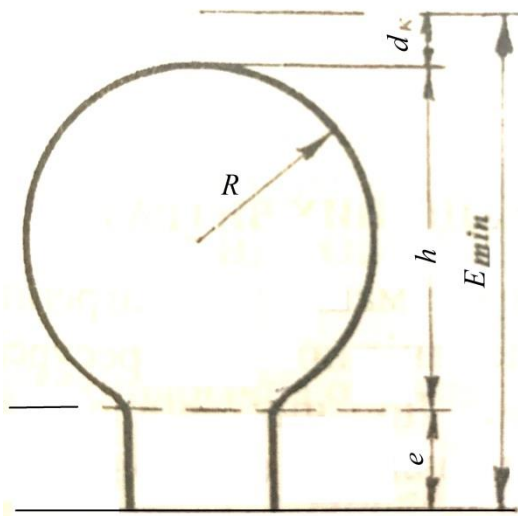
– для причіпних агрегатів $a_e = 0,5...0,75$;

– для начіпних агрегатів із задньою навіскою $a_e = 0,1...0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м.

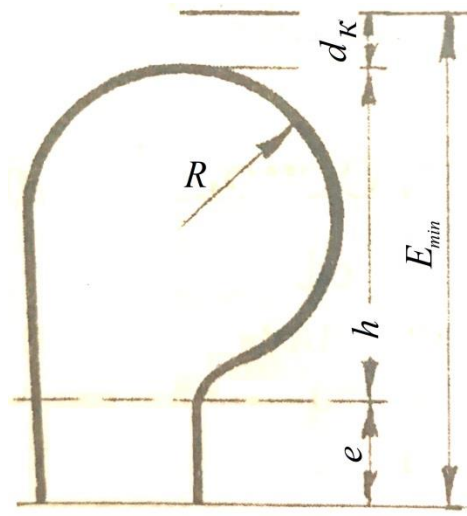
$$l_a = l_{mp} + l_{зч} + l_m, \quad (2.9)$$

$$\gamma_n = 6,6...8,0; \quad \lambda_E = 2,8$$



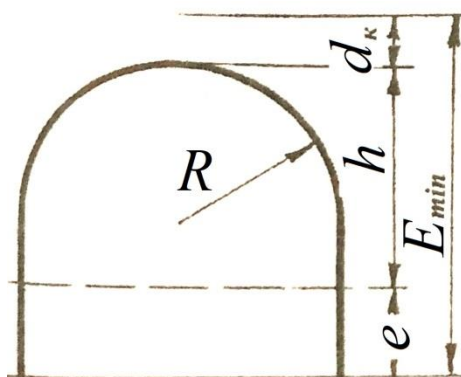
а

$$\gamma_n = 6,0...7,5; \quad \lambda_E = 2,6$$



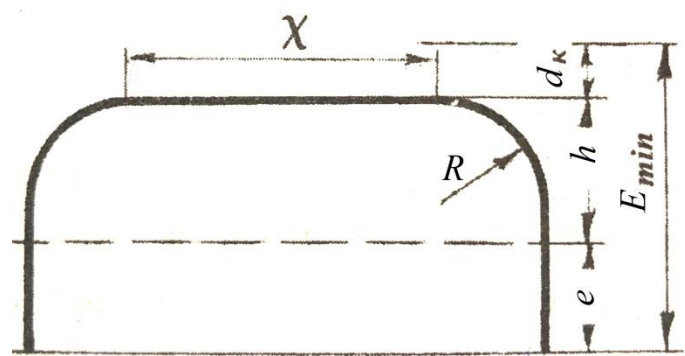
б

$$\gamma_n = 3,2...4,0; \quad \lambda_E = 1,1$$



в

$$\gamma_n = 1,4...2,0; \quad \lambda_E = 1,1$$



г

Рис. 2.2. Основні види поворотів агрегатів: а) петльовий грушовидний; б) петльовий односторонній; в) безпетльовий по колу; г) безпетльовий з прямолінійним виїздом ()

де $l_{тр}, l_{зч}, l_m$ – кінематична довжина, відповідно, трактора, зчіпки, сільськогосподарської машини, м, (Додаток 8, або із технічної характеристики).

Таблиця 2.1

Мінімальний радіус повороту (R_{no}) в залежності від ширини захвату (B_p) і коефіцієнти збільшення радіусів (a_R) при підвищенні швидкості руху на повороті

Призначення агрегату	Радіус повороту (R_{no}) при швидкості повороту		Коефіцієнти збільшення радіуса (a_R) при підвищенні швидкості повороту до					
			7 км/год		9 км/год		12 км/год	
	н	пр	н	пр	н	пр	н	пр
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оранка	$3B_p$	$4,5B_p$	1,05	1,15	1,20	1,42	1,35	1,60
Культивация Боронування	$0,9B_p$	$(1...1,5)B_p$	1,06	1,25	1,32	1,55	1,46	1,75
Сівба: – 1–2 сівалки; – 3–5 сівалок.	$1,1B_p$ $0,9B_p$	$1,6B_p$ $(1,1...1,3)B_p$	1,08 1,08	1,32 1,32	1,41 1,41	1,57 1,57	1,58 1,58	1,80 1,80
Культивация міжрядна	$0,8B_p$	$(1,0...1,2)B_p$	1,06	1,35	1,34	1,68	1,48	1,85
Жатки	$0,9B_p$	$(1,2...1,4)B_p$	1,09	1,30	1,46	1,62	1,52	1,82
Косарки: – односекційні; – трьохсекційні; – двомашинні.	$2,0B_p$ $1,1B_p$ –	– – $1,2B_p$	1,04 1,08 1,10	1,16 1,32 1,34	1,18 1,41 1,43	14,38 1,57 1,59	1,30 1,58 1,60	1,56 1,80 1,82

н – з начипними машинами; пр – з причіпними машинами

Рациональна ширина поворотної смуги (E_p) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для можливості її обробітку цілою кількістю проходів агрегату без огріхів.

$$E_p = n_\phi \cdot B_p, \quad (2.10)$$

де n_ϕ – фактичне число проходів агрегату для обробки поворотної смуги.

$$n_\phi \geq \frac{E_{min}}{B_p}. \quad (2.11)$$

Результат округлюється 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.

Довжина холостого ходу на поворотах (L_x) залежить від складу (одно-, багатомашинний) та виду агрегату (причіпний, начіпний) і конструктивних його параметрів:

$$L_x = L_n + 2e, \quad (2.12)$$

де L_n – довжина петлі повороту, м;

$$L_n = \gamma_n R_n, \quad (2.13)$$

де γ_n – коефіцієнт, який враховує співвідношення довжини петлі та радіусу повороту (рис. 2.2 і табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Осереднені значення коефіцієнтів γ_n і λ_E для різних видів поворотів

Вид повороту	Коефіцієнти	
	γ_n	λ_E
1	2	3
По півколу	3,2...4,0	1,1
З прямолінійним виїздом	1,4...2,0	1,1
Кутовий(відкрита петля)	1,6...1,8	1,1
Кутовий (закрита петля)	5,0...6,5	2,0
Грушовидний	6,6...8,0	2,8
Односторонній	6,0...7,5	2,6
Грибовидний (відкрита петля)	4,1...5,0	1,1
Грибовидний(закрита петля)	5,0...5,5	1,1
Вісімкою	8,0...9,0	2,8

Довжина холостого ходу при виконанні безпетлевого повороту з прямолінійною ділянкою

$$L_x = L_n + 2e + \chi, \quad (2.14)$$

де γ_n – довжина прямолінійної ділянки, (табл.2.3).

Розрахувати коефіцієнт робочих ходів для випадку коли поле має правильну прямокутну конфігурацію за формулою 2.1.

Для розрахунку коефіцієнту робочих ходів (φ) у випадку коли поле має неправильну конфігурацію необхідно визначити геометричні параметри даного поля.

Важливою умовою виконання деяких технологічних операцій (оранка, збирання культур) являється розбивка поля на загінки.

Визначення ширини загінки

Оптимальну ширину загінки (C_o) визначаємо, використовуючи емпіричні формули, які знаходяться в залежності від способів руху агрегату

$$\left. \begin{aligned} C_o &= \sqrt{2(L_p \cdot B_p + 8R_n^2)}, \\ C_o &= \sqrt{2(L_p \cdot B_p - 2R_n^2)}, \\ C_o &= 2\sqrt{B_p(L_p + 2R_n + 2e) + 4R_n^2}, \\ C_o &= (0,15...0,20)L \end{aligned} \right\}$$

Оптимальна кількість проходів агрегату на одному загоні при цьому визначається за формулою

$$n_p \geq \frac{C_o}{B_p}. \quad (2.15)$$

Результат округляється до ближнього цілого раціонального значення (n_p), парного чи непарного в залежності від прийнятого напрямку виїзду агрегату із загінки.

За прийнятим значенням n_p визначається раціональна ширина загінки, обробіток якої буде виконано цілою кількістю проходів агрегату

$$C_p = n_p B_p. \quad (2.16)$$

Загальну довжину робочих ходів на загінці (S_p) для поля неправильної конфігурації визначаємо за формулою

$$S_p = L_p \frac{C_p}{B_p}, \quad (2.17)$$

де L_p – довжина робочого ходу агрегату на загінці, м, (формула 2.3).

Визначення загальної довжини холостих ходів (S_x)

Загальна довжина поворотів з урахуванням допоміжних холостих рухів, призначених для обробітку поворотних смуг розраховується за однією із формул залежно від способу руху.

$$\left. \begin{aligned} S_x &= L_{nn} n_{nn} + L_{nn} n_\phi \\ S_x &= L_{n\delta} n_{n\delta} + L_{nn} 2n_\phi \\ S_x &= L_{nn} n_{nn} + L_{n\delta} n_{n\delta} + L_{nn} 2n_\phi \\ S_x &= L_{nn} n_{nn} + C_p + \frac{1}{2} L \\ S_x &= 2L_{nn} + 2L_{n\delta} \end{aligned} \right\}$$

де $L_{nn}, L_{n\delta}$ – довжина поворотів петльових і безпетльових, (формули 2.12...2.14);

$n_{nn}, n_{n\delta}$ – кількість поворотів на загоні петльових і безпетльових, (табл. 2.3)

n_ϕ – фактична кількість проходів при обробітку поворотної смуги (ф. 2.11).

Розрахунок коефіцієнта робочих ходів для випадку, коли поле має неправильну конфігурацію виконують за формулою 2.2.

Найкращому способу руху буде відповідати максимальне значення коефіцієнта φ .

Кількісну оцінку різних способів руху можна дати, розрахувавши коефіцієнт використання

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_p + T_x}. \quad (2.18)$$

Максимальне значення коефіцієнта $\tau_{рух}$ буде відповідати найкращому способу руху.

Час чистої роботи (T_p) і час на холості повороти (T_x) можна визначити враховуючи особливості прийнятих способів руху.

Таблиця 2.3

Кількість поворотів на загінці (n_n) і середня довжина прямолінійної ділянки(χ)

Спосіб руху	Кількість поворотів, n_n		Середня довжина прямолінійної ділянки, χ
	петльових, n_{nn}	безпетльових, $n_{n\delta}$	
1	2	3	4
Гоновий: – човниковий	$\frac{C_p}{B_p} - 1$		
– безпетльовий – перекриванням		$\frac{C_p}{B_p} - 1$	$\frac{C_p - B_p}{2}$
– комбінований чергуванням всклад, врозгін	$\frac{2R_n}{B_p} - 1$	$\frac{C_p - 2R_n}{2}$	$0,5(C_p - B_p) + R_n$
Діагональний	$\frac{\sqrt{L^2 + C_p^2}}{B_p} - 1$		
Круговий	$\frac{2C_p}{B_p} - 1$		

Для човникового способу руху, або безпетльового з перекриванням, яким характерні повороти, що циклічно повторюються, елементи часу руху визначають для одного проходу.

Витрати часу на один робочий хід

$$t_p = \frac{L_p}{V_p}. \quad (2.19)$$

Час на один поворот

$$t_x = \frac{L_x}{V_n}. \quad (2.20)$$

де V_n – швидкість на поворотах, заїздах і т.д. (наприклад із табл. 2.1).

Відношення часу руху за зміну ($T_p + T_x$) до часу руху за один прохід ($t_p + t_x$) дає кількість проходів за зміну (n_{np})

$$n_{np} = \frac{T_p + T_x}{t_p + t_x} = \frac{T_{зм} - T_z}{t_p + t_x}, \quad (2.21)$$

де T_z – час регламентованих зупинок, год:

$$T_z = T_{mo} + T_m + T_{on}. \quad (2.22)$$

Таблиця 2.4

Значення коефіцієнта робочих ходів (φ) залежно від ширини захвату агрегатів і довжини гонів

Ширина захвату агрегату, м	Довжина гону, м			
	300	600	900	1200
4	0,92	0,96	0,97	0,98
12	0,76	0,86	0,91	0,93
18	0,57	0,72	0,80	0,84

Таблиця 2.5

Значення коефіцієнта робочих ходів (φ) для різних способів руху в залежності від довжини гону

Довжина гону, м	Способи руху			
	човниковий	одностороннє-човниковий	комбінований	з перекриттям
100	0,74	0,80	0,88	0,82
300	0,89	0,9	0,93	0,92
500	0,93	0,93	0,95	0,94
700	0,95	0,95	0,97	0,96
1000	0,97	0,96	0,98	0,98

Розраховуємо час чистої роботи і час холостого ходу за зміну

$$T_p = t_p n_{np}. \quad (2.23)$$

$$T_x = t_x n_{np}. \quad (2.24)$$

Для способів руху, які характеризуються наявністю як петлевих так і безпетлевих поворотів (наприклад – комбінований всклад і врозгін, або гоновий з розширенням прогонів) елементи часу руху

визначають із співвідношення, яке характеризує використання часу руху

$$\tau_{pyx} = \frac{T_p}{T_{pyx}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_з} = \frac{T_p}{T_p + T_x}. \quad (2.25)$$

Розраховуємо час чистої роботи і холостого ходу за зміну

$$T_p = \tau_{pyx} (T_{зм} - T_з). \quad (2.26)$$

$$T_x = \frac{T_p (1 - \tau_{pyx})}{\tau_{pyx}}. \quad (2.27)$$

Коефіцієнт використання часу руху в значній мірі залежить від співвідношення швидкостей руху на робочому ході (V_p) і на поворотах (V_n).

$$\text{При } V_p = V_n \quad \tau_{pyx} = \varphi, \quad (2.28)$$

$$\text{а при } V_p \neq V_n \quad \tau_{pyx} = \frac{\varphi \cdot K}{\varphi \cdot (K - 1) + 1}, \quad (2.29)$$

$$\text{де } K = \frac{V_n}{V_p}.$$

Розраховуємо коефіцієнт τ_{pyx} для приведених раніше способів руху. Технологічні операції (наприклад – сівба, внесення добрив, збирання культур), які виконуються машинами з технологічними ємкостями, потребують визначення тривалості технологічного циклу

$$t_u = t_p + t_u + t_m, \quad (2.30)$$

де t_p – час основної роботи в циклі, який дорівнює часу спорожнення (заповнення) ємності, год

$$t_p = \frac{l_m}{V_p} = \frac{k_з V_{\bar{o}} \gamma_{zp}}{BQ_m V_p}, \quad (2.31)$$

де l_m – шлях спорожнення технологічної ємності, м;

$k_з$ – коефіцієнт заповнення ємності;

$V_{\bar{o}}$ – об'єм технологічної ємності, м³ (із технічної характеристики);

γ_{zp} – об'ємна маса технологічного матеріалу, т/м³;

Q_m – норма витрати технологічного матеріалу (для збирання – урожайність культури), т/га;

t_x – час поворотів у циклі, год

$$t_x = \frac{2L_x n_n}{V_x}, \quad (2.32)$$

де n_n – кількість поворотів у циклі

$$n_n = \frac{l_m}{2L_p}, \quad (2.33)$$

l_m – тривалість одного технологічного обслуговування, год,
(регламентується залежно від способу обслуговування).

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{T_p + T_x}{t_u} = \frac{T_{3M} - T_3}{t_u}. \quad (2.34)$$

Час чистої роботи за зміну – $T_p = t_p n_u$.

Час холостого ходу за зміну – $T_x = t_x n_u$.

Розраховуємо коефіцієнт τ_{pyx} для приведених раніше способів руху.

Завдання

1. За розрахованими варіантами практичної роботи №1 виконати розрахунок основних елементів кінематики МТА.
2. Зробити висновки про доцільність застосування різних способів руху.

Контрольні питання

1. Дайте визначення основних елементів кінематики МТА.
2. Від чого залежить вибір способу руху МТА?
3. Які вихідні дані необхідно мати для визначення основних елементів кінематики МТА?
4. Якими факторами визначається спосіб руху при виконанні технологічної операції?
5. Як визначається коефіцієнт робочих ходів для поля правильної прямокутної конфігурації?
6. Як визначається коефіцієнт робочих ходів для поля неправильної прямокутної конфігурації?
7. Що потрібно для визначення коефіцієнта робочих ходів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

РОЗРАХУНОК АГРЕГАТИВ ДЛЯ СІВБИ ТА МІЖРЯДНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ

Мета роботи – навчитись виконувати розрахунки простих агрегатів з причіпними та начіпними машинами для сівби та міжрядної культивування.

Розрахунок роботи посівних агрегатів

На питомий опір сільськогосподарських машин впливає багато факторів: тип і стан ґрунту, характеристика оброблюваного матеріалу, конструкція робочих органів машин та їх технічний стан, правильне комплектування і регулювання машин, швидкість руху, ступінь технологічного завантаження. Збільшення і зменшення тягового опору машини може істотно впливати на її продуктивність і витрати палива.

Особливу увагу необхідно звертати на підготовку і швидкісний режим роботи енергоємних і металомістких машин, а також характеристику ґрунту, властивості і стан оброблюваного матеріалу.

Силу опору всіх сільськогосподарських машин, крім плугів, розраховують виходячи із середнього питомого опору на 1 м захвату машини (Додаток 9).

$$R_m = K \cdot B,$$

де R_m – опір машини, кН;

K – питомий опір машини, кН/м;

B – ширина захвату машини, м.

Загальний опір агрегату визначають за формулою

$$R_{agr.} = R_m + R_{зч.} + R_i$$

При сталому русі і роботі агрегату на горизонтальній місцевості

$$R_{agr.} = K_0^v B_p + f G_{зч.}.$$

При роботі агрегату на місцевості з підйомом

$$R_{agr.} = K_0^v B_p + f G_{зч.} + (G_m + G_{зч.}) i,$$

де $R_{agr.}$, R_m , $R_{зч.}$, R_i – відповідно, загальний опір агрегату, опір робочої машини, опір зчіпки, опір агрегату на підйом, кН;

$G_m, G_{зч.}$ – відповідно вага машини і вага зчіпки, кН, (Додаток 4 та Додаток 10);

K_0^v – приведений питомий опір машини з урахуванням швидкості, кН/м, (Додаток 9);

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

f – коефіцієнт опору коченню;

i – величину підйому.

Для прикладу виконаємо розрахунки агрегату для сівби зернових культур сівалкою СЗ-3,6А в агрегаті з трактором ДТ-75М, зчіпка СП-11А. ґрунти важкі, кут підйому 6%.

Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей на цій операції рух агрегату допускається в межах 7...12 км/год, (Додаток 1).

Розрахунки виконуємо в такій послідовності:

1. Користуючись технічною характеристикою трактора (Додаток 2) визначаємо теоретичні швидкості (V_m) даних передачах і відповідні цим передачах номінальне тягове зусилля на гаку трактора $P_{н.зак}$ (кН)

$$V_m^{VI} = 9,16 \text{ км/год};$$

$$P_{н.зак}^{VI} = 17,46 \text{ кН};$$

$$V_m^{VII} = 11,18 \text{ км/год};$$

$$P_{н.зак}^{VII} = 13,04 \text{ кН}.$$

2. Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату на VI та VII передачах, за формулою

$$B_{max} = \frac{P_{зак} - R_{зч.}}{K_0^v + R_i}, \quad (3.1)$$

де $R_{зч.}$ – опір зчіпки, кН, який визначаємо за формулою

$$R_{зч.} = G_{зч.}(f + i), \quad (3.2)$$

$G_{зч.}$ – маса зчіпки, кН, ($G_{зч.}=11,2$ кН, Додаток 10);

f – коефіцієнт опору коченню, ($f=0,11...0,13$, Додаток 11);

i – величина підйому, ($i=00,06$ – із характеристики поля).

Отже

$$R_{зч.} = 11,2(0,12+0,06)=2,02 \text{ кН}.$$

K_0^v – питомий опір ґрунту з урахуванням швидкості, кН/м.

Відомо, що при зростанні швидкості збільшується питомий опір. Величину питомого опору при збільшенні швидкості руху визначаємо за формулою

$$K_o^v = K_o [1 + \Pi(V_p - V_o)], \quad (3.3)$$

де K_o – питомий опір ґрунту при $V_o=5$ км/год, кН/м, ($K_o=1,1...1,6$ кН/м, Додаток 9). Так як ґрунти важкі, то приймаємо більші значення K_o .

Π – коефіцієнт приросту питомого опору, ($\Pi=1...1,5\%$, Додаток 9)

V_o – швидкість руху агрегату, ($V_o=5$ км/год);

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год.

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.4)$$

де V_m – теоретична швидкість, км/год;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta=6...20\%$, у нашому прикладі $\delta=18\%$). Отже,

$$V_p^{VI} = 9,16 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 7,5 \text{ км/год};$$

$$V_p^{VII} = 11,18 \left(1 - \frac{18}{100} \right) = 9,2 \text{ км/год}.$$

Тоді

$$K_o^{VI} = 1,6 [1 + 0,015(7,5 - 5)] = 1,66 \text{ кН/м};$$

$$K_o^{VII} = 1,6 [1 + 0,015(9,2 - 5)] = 1,7 \text{ кН/м}.$$

R_i – додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом, кН/м, визначаємо за формулою

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i, \quad (3.5)$$

де G_m – маса машини, кН, ($G_m=12,5$ кН; Додаток 4);

B_k – конструктивна ширина захвату, м, ($B_k=3,6$ м).

Отже

$$R_i = \frac{12,5}{3,6} 0,06 = 0,2 \text{ кН/м};$$

$$B_{max}^{VI} = \frac{17,46 - 2,02}{1,66 + 0,2} = 8,3 \text{ м};$$

$$B_{max}^{VII} = \frac{13,04 - 2,02}{1,7 + 0,2} = 5,8 \text{ м}.$$

3. Визначаємо кількість сівалок в агрегаті за формулою

$$n_c = \frac{B_{max}}{B_k}, \quad (3.6)$$

$$n_c^{VI} = \frac{8,3}{3,6} = 2,3 - \text{приймаємо 2 сівалки};$$

$$n_c^{VII} = \frac{5,3}{3,6} = 1,47 - \text{приймаємо 1 сівалку}.$$

4. Визначаємо тяговий опір агрегату за формулою

$$R_{agg} = (K_0^v + R_i) B_p n_c + R_{зч}. \quad (3.7)$$

де n_c – кількість сівалок в агрегаті.

Отже,

$$R_{agg}^{VI} = (1,66 + 0,2) 3,6 \cdot 2 + 2,02 = 15,4 \text{ кН};$$

$$R_{agg}^{VII} = (1,7 + 0,2) 3,6 \cdot 1 + 0 = 6,84 \text{ кН}.$$

5. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора та порівнюємо із його рекомендованими значеннями (Додаток 5).

$$\eta_{mз} = \frac{R_{agg}}{P_{зак}}, \quad (3.8)$$

$$\eta_{mз}^{II} = \frac{15,4}{17,46} = 0,88;$$

$$\eta_{mз}^{III} = \frac{6,8}{13,04} = 0,52.$$

Розрахунок агрегатів для міжрядної культивуції

Порядок визначення агрегатів такого типу розглянемо на прикладі розрахунку агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи,

посіяної сівалкою УПС-8. Із характеристики поля відомо, що ґрунти важкі, величина підйому 3% , питомий опір ґрунту 1,8 кН/м. Враховуючи умови і агротехнічні вимоги вибираємо трактор МТЗ-80 (марка указана в завданні) і підбираємо культиватор КРН-5,6 , міжрядний обробіток перший, або без внесення добрив, допустима агротехнічна швидкість $V_p=4\ldots 10$ км/год, маса трактора $G_{тр}=31,5$ кН, культиватора $G_m=8,9$ кН, питомий опір $K=1,8$ кН/м.

Розрахунок виконуємо в наступній послідовності.

1. Користуючись технічною характеристикою трактора, визначаємо робочі передачі, на яких може виконуватись дана операція і відповідні цим передачам зусилля на гаку (Додаток 3).

$$\begin{aligned} V_m^{III} &= 7,24 \text{ км/год}; & P_{н.зак}^{III} &= 14,0 \text{ кН}; \\ V_m^{IV} &= 8,90 \text{ км/год}; & P_{н.зак}^{IV} &= 14,0 \text{ кН}. \end{aligned}$$

2. Визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням величини підйому

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{тр}i, \quad (3.9)$$

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

$G_{тр}$ – маса трактора, кН, ($G_{тр}=31,5$ кН);

i – величина підйому ($i=0,03$).

Отже,

$$\begin{aligned} P_{зак}^{III} &= 14,0 - 31,05 \cdot 0,03 = 13,1 \text{ кН}; \\ P_{зак}^{IV} &= 14,0 - 31,05 \cdot 0,03 = 13,1 \text{ кН}. \end{aligned}$$

3. Знаходимо максимальну ширину захвату на III і IV передачах

$$B_{max} = \frac{P_{зак}}{K + R_i}, \quad (3.10)$$

де K – питомий опір культиватора, кН/м, ($K=1,8$ кН/м; Додаток 9);

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м.

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i = \frac{8,9}{5,6} 0,03 = 0,05 \text{ кН/м}.$$

Отже,

$$B_{max}^{III} = \frac{13,1}{1,8 + 0,05} = 7,08 \text{ м};$$

$$B_{max}^{IV} = \frac{13,1}{1,8 + 0,05} = 7,08 \text{ м.}$$

4. Визначаємо кількість культиваторів в агрегаті:

$$n_k = \frac{B_{max}}{B_k} \quad (3.11)$$

$$n_k^{III} = \frac{7,08}{5,6} = 1,26$$

$$n_k^{IV} = \frac{7,08}{5,6} = 1,26$$

де B_k – ширина захвату одного культиватора ($B_k=5,6$ м; Додаток 4).
Беремо на III і IV передачах по одному культиватору.

5. Визначаємо тяговий опір агрегатів

$$R = (K + R_i) B_k n_k. \quad (3.12)$$

$$R_{agr}^{III} = (1,8 + 0,05) 5,6 \cdot 1 = 10,36 \text{ кН};$$

$$R_{agr}^{IV} = (1,8 + 0,05) 5,6 \cdot 1 = 10,36 \text{ кН.}$$

6. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора і порівнюємо з рекомендованими значеннями (Додаток 5).

$$\eta_{mз} = \frac{R_{agr}}{P_{зак}}, \quad (3.13)$$

$$\eta_{mз}^{III} = \frac{10,36}{13,1} = 0,79;$$

$$\eta_{mз}^{IV} = \frac{10,36}{13,1} = 0,79.$$

7. Визначаємо змінну продуктивність, га/зм

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p T_p \quad (3.14)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

$$B_p = B_k \beta$$

де B_k – конструктивна ширина захвату, м, ($B_k=5,6$ м);

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, ($\beta=1,0$, Додаток 6).

Отже,

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м};$$

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год.

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.15)$$

де V_m – теоретична швидкість агрегату;

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

Отже,

$$V_p^{III} = 7,24 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год};$$

$$V_p^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,83 \text{ км/год};$$

T_p – чистий робочий час, год.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – час зміни, ($T_{зм}=7$ год);

τ – коефіцієнт використання часу зміни (Додаток 7).

Отже,

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год};$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 19,9 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,83 \cdot 5,6 = 24,5 \text{ га/зм}.$$

Визначаємо витрати палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.16)$$

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

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

Отже,

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \quad (3.17)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідно годинні витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках ($Q_p=15,4$ кг/год; $Q_x=9,7$ кг/год; $Q_z=1,9$ кг/год; Додаток 2);

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

$$T_p = T_{зм} \tau = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год};$$

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

Отже,

$$Q_{зм} = 15,4 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7 = 84,36 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{га}^{III} = \frac{84,36}{19,9} = 4,23 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га}^{IV} = \frac{84,36}{24,5} = 3,44 \text{ кг/га.}$$

Аналізуючи виконані розрахунки, приймаємо агрегат, який складається з трактора МТЗ-80 і культиватора КРН-5,6. Більш ефективно агрегат буде працювати на IV передачі, додатковою буде III.

Завдання

1. Згідно варіанту виконати розрахунок агрегатів з начіпними машинами.
2. Виконати розрахунок простого агрегату з причіпною машиною згідно виданого варіанту.
3. Зробити висновки щодо вибраних агрегатів.

Контрольні питання

1. Які фактори впливають на питомий опір сільськогосподарських машин?
2. Як впливає зменшення тягового опору машин на якість виконуваних робіт?
3. Як визначити загальний опір агрегату?
4. Як визначити питомий опір машини з урахуванням швидкості?
5. Як визначити додатковий опір, який виникає при русі агрегату на підйом?
6. Як визначити кількість машин в агрегаті?

7. Як визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора?
8. Як визначити змінну продуктивність агрегату?
9. Як визначити робочу ширину захвату агрегату?
10. Як визначити робочу швидкість агрегату?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

КОМПЛЕКТУВАННЯ ТРАКТОРНИХ ТРАНСПОРТНИХ АГРЕГАТІВ

Мета роботи – навчитись розраховувати склад тракторно-транспортних агрегатів та освоїти основи їх комплектування.

Ефективність використання тракторів на транспортних роботах значною мірою залежить від правильного вибору складу тракторно-транспортного агрегату, тобто кількості причепів, їх типу та загальної вантажопідйомності. Основними чинниками, що визначають склад тракторного поїзда, є тягові можливості трактора за потужністю двигуна і зчепленням ведучих коліс із ґрунтом, стан шляхів тощо. Тягові можливості трактора за потужністю двигуна і зчепленням ведучих коліс із ґрунтом визначають максимально допустиму повну масу і вантажопідйомність агрегатованих причепів, а вони, в свою чергу, – продуктивність тракторно-транспортного агрегату. Остання залежить також від швидкості його руху, яка відповідно до марки трактора, типу причепа, групи доріг та класу вантажу коливається в межах 7,8-30 км/год. Максимально допустиму за потужністю двигуна загальну вагу причепів (вага причепів + вага вантажу) $G_{np.max}$ (кН) визначають за формулою

$$G_{np.max} = \frac{P_d - G(f(\alpha_{mp} - 1) + i)}{f_{np} \cdot \alpha_{np} + i}, \quad (4.1)$$

- де P_d – номінальна дотична сила тяги трактора, кН;
 G – вага трактора, кН, (Додаток 3);
 f , f_{np} , – коефіцієнти опору коченню відповідно трактора і причепа;
 α_{mp} , α_{np} – коефіцієнти підвищення опору руху (розгону) відповідно трактора і причепа в момент рушання агрегату з місця у певних дорожніх умовах, табл. 4.1;
 i – нахил місцевості, соті частки одиниці.

Далі розраховують номінальну дотичну силу тяги трактора P_0 . При цьому необхідні для підрахунку P_0 вихідні величини є в технічних характеристиках тракторів. Слід зазначити, що максимально допустиму вагу буксированих причепів визначають щодо ділянки маршруту з найбільшим опором коченню і при тяговому зусиллі чи дотичній силі тяги, які відповідають другій передачі. При цьому перша передача залишається резервною для подолання підйомів та інших особливо важких ділянок шляху.

Таблиця 4.1

Значення коефіцієнтів підвищення опору руху трактора α_{tr} і причепа α_{pr} при рушанні з місця

Шляхові умови	Коефіцієнти		
	α_{tr}	α_{pr}	загальний
Асфальтові, бетонні	1,32	1,50	1,40
Грунтові:			
- сухі	1,80	2,48	2,1
- вологі	1,76	1,84	1,82
- рілля	1,87	2,42	2,12

Радіус кочення для гусеничних тракторів дорівнює радіусу початкового кола $r_{нк}$ ведучих зірочок, а для колісних тракторів на пневматичних шинах

$$r_{вк} = r_0 + k_{ш} \cdot h, \quad (4.2)$$

де r_0 – радіус сталевго обода колеса, м;

$k_{ш}$ – коефіцієнт усадки шини (на твердому ґрунті $k_{ш} = 0,7$; на стерні і перелозі $k_{ш} = 0,75$; на зораному полі $k_{ш} = 0,8$);

h – висота профілю шин ведучих коліс, м.

Коефіцієнти підвищення опору розгону трактора і причепа характеризують відносний запас сили тяги трактора, необхідний для подолання додаткових опорів, що виникають при рушанні та розгоні агрегату до визначеної швидкості. Ці додаткові опори зумовлені подоланням інерції спокою мас трактора і причепа (причепів), які рухаються. Кількісні значення коефіцієнтів опору коченню причепів дещо відрізняються від їх значень для тракторів на пневматичних шинах через більший тиск усередині коліс.

При комплектуванні тракторних поїздів слід узгоджувати вантажопідйомність причепів із потужністю тракторів. Зокрема, причепа з малою вантажопідйомністю не можуть бути достатньо ефективно використані з потужними тракторами. При повному навантаженні за тягою одержують дуже довгий поїзд, маневрувати яким утруднено, особливо на вузьких польових шляхах. До складу тракторних поїздів доцільно включати один одновісний причіп, який іде безпосередньо за трактором, і один або кілька двовісних причепів. Включати до складу поїзда більш як один напівпричіп не можна, оскільки наступний у результаті перерозподілу його маси за точками опори буде перевантажувати колеса попереднього.

Комплектуючи тракторно-транспортні агрегати, слід упевнитися в справності гальмівної системи, засобів світлової і звукової сигналізації (показчики поворотів, гальмування і габаритів, освітлення номерних знаків, сигналу).

При агрегуванні тракторів класу 1,4 з напівпричепами їх з'єднують за допомогою гідрогака. Їх з'єднання з вилкою причіпного пристрою не допускається, оскільки розвантажуються передні колеса й погіршується керування трактором.

Для роботи з двовісними причепами на трактор установлюють буксирний пристрій, що має амортизуючу пружину. Його кріплять до кронштейна механізму навішування при знятій центральній тязі. Колію передніх і задніх коліс трактора встановлюють не менш як 1600 мм, педалі гальм лівого та правого коліс блокують, а колеса перевіряють на одночасність гальмування.

Приклад розрахунків

Вихідні дані для розрахунків приймаються за таблицею 4.2. Для прикладу виконаємо розрахунок агрегату для перевезення органічних добрив по ґрунтовій дорозі II групи трактором МТЗ-80, з причепом 2ПТС-4М із швидкістю до 12 км/год. Розрахунок транспортних агрегатів полягає у визначенні раціональної кількості причепів, які можна агрегувати з трактором.

Розрахунки виконуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо загальну допустиму масу агрегованих причепів (маса причепів + вантаж) з урахуванням тягових властивостей трактора і стану шляхів, кН

$$G_{np.max} = \frac{P_{\partial} - G_{mp} \cdot f \cdot \alpha_{mp}}{f \cdot \alpha_{np}}, \quad (4.3)$$

де P_{∂} – дотична сила тяги трактора, кН;

G_{mp} – маса трактора, кН, ($G_{mp} = 31,5$ кН, Додаток 3);

α_{mp} , α_{np} – відповідно коефіцієнти, що враховують підвищення опору трактора і машини при рушанні з місця, ($\alpha_{mp} = 2,48$; $\alpha_{np} = 1,8$, табл. 4.1).

f – коефіцієнт опору коченню ($f = 0,8$, Додаток 11).

Дотичну силу тяги визначаємо за формулою

$$P_{\partial} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_m - G_{mp} \cdot \eta_{mp}}{n_{\partial\partial} \cdot r_{\partial\partial}}, \quad (4.4)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна ($N_e = N_{en} = 58,9$ 58,9 кВт, Додаток 3);

i_m – передаточне число трансмісії (за даних умов трактор може працювати на V і VI передачах, ($i_m^V = 57,4$; $i_m^{VI} = 49$);

η_{mp} – механічний ККД трансмісії трактора ($\eta_{mp} = 0,92$);

$n_{\partial\partial}$ – частота обертання колінчастого вала двигуна трактора, хв⁻¹, ($n_{\partial\partial} = 2200$ хв⁻¹);

$r_{\partial\partial}$ – радіус ведучих коліс, м, (згідно формули (4.2) $r_{\partial\partial} = 0,76$ м).

Отже

$$P_{\partial}^V = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,788} = 17,445 \text{ кН};$$

$$P_{\partial}^{VI} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 49 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,788} = 14,9 \text{ кН};$$

$$G_{np.max}^V = \frac{17,45 - 31,5 \cdot 0,08 \cdot 2,48}{0,08 \cdot 1,8} = 77,5 \text{ кН};$$

$$G_{np.max}^{VI} = \frac{14,9 - 31,5 \cdot 0,08 \cdot 2,48}{0,08 \cdot 1,8} = 60,0 \text{ кН};$$

2. Визначаємо кількість причепів в агрегаті

$$n_{np} = \frac{G_{np.max}}{G_0 + q_{np} \cdot \gamma}, \quad (9.5)$$

де G_0 – маса причепа без вантажу, кН, ($G_0 = 15,3$ кН);
 q_{np} – вантажопід'ємність причепа, кН, ($q_{np} = 40$ кН, табл. 4,2);
 γ – коефіцієнт використання вантажопід'ємності, ($\gamma = 0,9$, табл. 4.2).

Отже

$$n_{np}^V = \frac{77,5}{15,3 + 40 \cdot 0,9} = 1,51;$$

$$n_{np}^{VI} = \frac{60,0}{15,3 + 40 \cdot 0,9} = 1,16.$$

Приймаємо один причіп. Як видно з розрахунків трактор МТЗ-80 за заданих умов може працювати з одним причепом 2ПТС-4М на V і VI передачах.

3. Визначаємо опір транспортного агрегату в конкретних умовах, враховуючи величину підйому ($i=3\%$), кН

$$R_{az} = (G_0 + q_{np} \cdot \gamma)(f + i)n_{np}, \quad (4.6)$$

або

$$R_{az} = (15,3 + 4 \cdot 0,9)(0,08 + 0,03) = 5,6 \text{ кН.}$$

4. Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора і порівнюємо з рекомендованими значеннями (Додаток 5).

$$\eta_{mз} = \frac{R_{az}}{P_{н.зак}}, \quad (4.7)$$

де R_{az} – опір агрегату, кН (розраховано вище);
 $P_{н.зак}$ – номінальне тягове зусилля трактора відповідної передачі,
($P_{н.зак}^V = 11,5$ кН, $P_{н.зак}^{VI} = 9,5$ кН, додаток 3).

Тоді маємо

$$\eta_{mз}^V = \frac{5,6}{11,5} = 0,49; \quad \eta_{mз}^{VI} = \frac{5,6}{9,5} = 0,58.$$

Як видно із розрахунків більш раціонально використовувати агрегат на VI передачі.

Завдання

1. Згідно заданого варіанту (табл. 4.2) виконати розрахунок тракторного транспортного агрегату.
2. За результатами проведених розрахунків слід зробити висновки про ефективність використання тракторного транспортного агрегату.

Таблиця 4.2

Вихідні дані до розрахунків

Варіант	Трактор	Причеп	Маса причепа без вантажу, G_o , кН	Вантажо-підйомність причепа, q_{np} , кН	Коефіцієнт використання вантажо-підйомності
1	2	3	4	5	6
1.	МТЗ-80	2ПТС-4М	15,3	40	0,40
2.	ЮМЗ-6АЛ	2ПТС-4М	15,3	40	0,60
3.	Т-40М	2ПТС-4М	15,3	40	0,80
4.	Т-150К	3ПТС-12Б	52,1	125	0,90
5.	Т-25А	ПСМ-2,5	5,4	25	0,85
6.	ЮМЗ-6АЛ	2ПТС-4М	15,3	40	0,40
7.	Т-40М	ПСМ-2,5	5,4	25	0,75
8.	МТЗ-80	2ПТС-4М	15,3	40	0,70
9.	Т-25А	ПСМ-2,5	5,4	25	0,45
10.	ЮМЗ-6АЛ	2ПТС-4М	15,3	40	0,90
11.	Т-150К	2ПТС-4М	15,3	40	0,90
12.	МТЗ-80	ПС-2,0	6,2	20	0,95
13.	Т-40М	ПС-2,0	6,2	20	0,95
14.	Т-150К	2ПТС-4М	15,3	40	0,45
15.	ЮМЗ-6АЛ	ПС-2,0	6,2	20	0,95
16.	Т-150К	НТС-10	48,5	100	0,90
17.	Т-40М	ПТС-Т-1	1,4	10	0,95
18.	МТЗ-80	ПТС-Т-1	1,4	10	0,95
19.	Т-25А	ПТС-Т-1	1,4	10	0,90
20.	Т-150К	НТС-10	48,5	100	0,95
21.	Т-25А	2ПТС-4М	15,3	40	0,55
22.	Т-40М	ПСМ-2,5	5,4	25	0,85
23.	ЮМЗ-6АЛ	2ПТС-4М	15,3	40	0,80
24.	МТЗ-80	2ПТС-4М	51,3	40	0,85
25.	Т-150К	НТС-10	48,5	100	0,75

Контрольні питання

1. Від чого залежить ефективність використання тракторів на транспортних роботах?
2. Які основні чинники визначають склад тракторного поїзда?
3. Від яких факторів залежить продуктивність тракторно-транспортного агрегату?
4. Як визначити максимально допустиму за потужністю двигуна загальну вагу причепів?
5. Що характеризують коефіцієнти підвищення опору розгону трактора і причепа?
6. У чому необхідно упевнитися при комплектуванні тракторно-транспортного агрегату?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Мета роботи – навчитися розробляти технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур та виконання технологічних операцій.

Розробка операційної технологічної карти

Ефективність виробництва продукції рослинництва великою мірою залежить від раціонального поєднання виробничих процесів, повного використання технічних можливостей тракторних агрегатів, правильно організованого виконання кожної операції. Операційна технологічна карта являє собою комплекс організаційно-технічних правил, які визначають суворий технологічний порядок виконання виробничих операцій. В операційній технологічній карті зазначають: умови роботи і агротехнічні вимоги, порядок підготовки агрегату і поля до роботи, спосіб руху і швидкісний режим, продуктивність агрегату, витрати палива і контроль за якістю. Для розробки операційної технологічної карти на виконання операції використовуємо розрахунки практичних робіт № 1-3, та виконуємо додаткові розрахунки показників організації виконання операції.

1. Визначаємо тривалість одного циклу, хв

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 V_p} + 2t_n, \quad (5.1)$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;
 V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;
 t_n – час повороту в кінці загінки, хв., ($t_n=1,5...2$ хв).

$$L_p = L - 2E,$$

де L – довжина загінки, м, ($L=800$ м);
 E – ширина поворотної смуги, м, ($E=17,6$ м).
Визначаємо робочу довжину загінки

$$L_p = 800 - 2 \cdot 17,6 = 728,4 \text{ м.}$$

Отже

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 782,4}{100 \cdot 8,25} + 2 \cdot 1,5 = 14 \text{ хв} = 0,23 \text{ год.}$$

2. Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_{\text{ц}} \tau, \quad (5.2)$$

де B_p, V_p, τ – використовуємо з попередніх розрахунків.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 2,2 \cdot 8,25 \cdot 0,23 \cdot 0,8 = 0,33 \text{ га/ц.}$$

3. Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (5.3)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{10,16}{0,33} = 30,8 \text{ ц/зм.}$$

4. Витрати палива за зміну

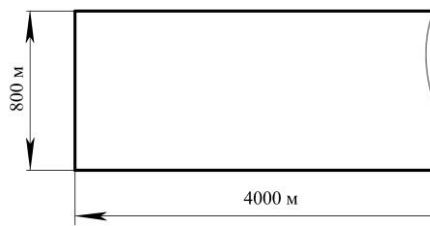
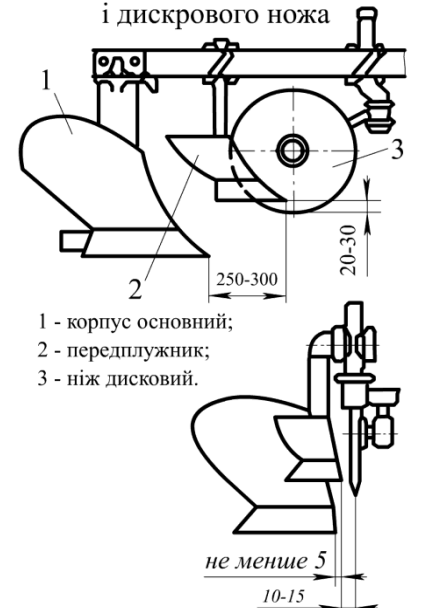
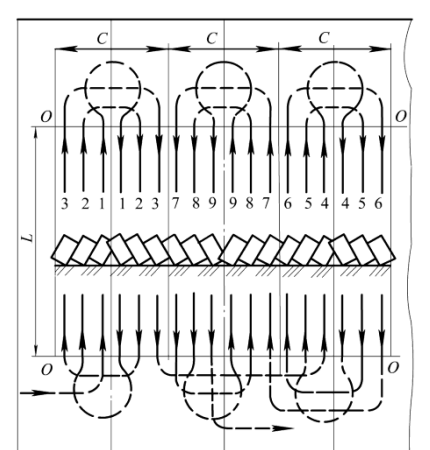
$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} W_{\text{зм}}; \quad (5.4)$$

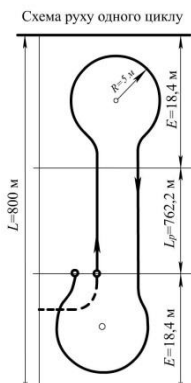
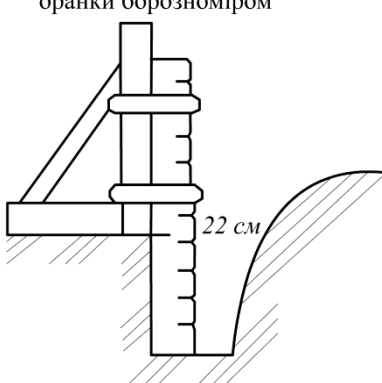
$$Q_{\text{зм}} = 22,08 \cdot 10,16 = 224,35 \text{ кг/зм.}$$

На основі проведених розрахунків заповнюється операційна технологічна карта табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Операційна технологічна карта на оранку

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 60 га; довжина гонів – 800 м; величина підйому – 8°; питомий опір з поправкою на швидкість – 52,5 кН/м ² ; глибина оранки – 22 см.	 Встановлення передплужника і дискового ножа  1 - корпус основний; 2 - передплужник; 3 - ніж дисковий. не менше 5 10-15 
Агротехнічні вимоги	Відхилення від заданої глибини ± 1 см; повне обертання пласта і повне заорювання органічних добрив і рослинних решток; поверхня поля не повинна мати глибоких розгінних борозен, високих гребенів і огріхів.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-150К, плуг ПЛН-6-35 (6 корпусів) ; робоча ширина захвату – 2,2 м; мінімальний радіус повороту – 5 м; кінематична довжина агрегату – 2,7 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд трактора і плуга. 2. Перевірити робочі поверхні плуга, загострення лемешів, кріплення вузлів. 3. Перевірити правильність розміщення корпусів, передплужників, дискового ножа. Відрегулювати плуг на задану глибину.	
Підготовка поля	Перед початком оранки поле оглянути, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 17,6 м; оптимальна ширина загінки – 61,6 м; кількість загінок – 12 (11-шириною по 61,6 м; 1 – шириною 72,4 м).	
Спосіб руху	Спосіб руху – комбінований: непарні загінки (I, III, V і т. д.) орати всклад, парні (II, IV, VI і т. д.) орати врозгін.	

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Швидкість руху	Робоча передача – II, враховуючи буксування, робоча швидкість – $V_p=8,2$ км/год.	Схема руху одного циклу  R - радіус повороту; L - довжина загінки; L_p - робочий хід; E - поворотна смуга; t_n - час повороту агрегата; $t_n=1,5$ хв. Перевірка глибини оранки борозноміром 
Показники організації процесу	1. Тривалість циклу – 14 хв. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,33 га/ц. 3. Змінна продуктивність агрегату – 10,16 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 30,8 ц/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 22,08 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 224,35 кг.	
Контроль за якістю	1. Виконати 15 замірів глибини оранки по діагоналі загінки. Відхилення середнього значення глибини не повинно перебільшувати ± 1 см. 2. На зораному полі не повинно бути незаораних добрив, рослинних решток, огріхів. 3. Поворотні смуги мають бути зорані, глибина розгінних борозен не повинна перебільшувати 10 см.	

Розробка технологічної карти на вирощування сільськогосподарських культур

Технологічна карта є виробничо-технологічним документом, необхідним для раціональної організації виробництва сільськогосподарської продукції. Вона відображає перелік і послідовність виробничих операцій розміщених у хронологічній послідовності, їх тривалість у календарних, і робочих днях, склад агрегату, обслуговуючий персонал, виробіток за зміну, витрату палива, затрати праці, експлуатаційні затрати.

За допомогою технологічної карти заздалегідь планується виробництво, а під час виконання робіт полегшується керування ними і контроль.

Розробку та складання технологічної карти вирощування і збирання заданої в курсовій роботі культури рекомендується виконувати з використанням прийомів та елементів індустріальних і інтенсивних технологій для обробітку сільськогосподарських культур в даній зоні.

Можна використовувати технологічні карти які є в господарстві.

У таблиці 5.2 наведена приблизна форма технологічної карти та розрахунок однієї з операцій технології вирощування кукурудзи на зерно (**дані умовні**).

Графа 1 - сівба кукурудзи з нормою висіву 7 насінин на 1 м рядка та 100 кг/га гранульованого суперфосфату. В графі 1 в хронологічній послідовності записують всі роботи, які повинні бути виконані для заданої культури у відповідності з прийнятою технологією. Перелік операцій в тексті не приводиться, а в таблицю заносяться дані тільки по розрахунковій заданій операції.

Вихідні дані:

Графа 2 - площа сівби $S_{\phi}=100$ га, графа 3 – строки сівби $D_p=2$ дні, графа 4 – агрегат МТЗ-80 + СУПН-8, графа 5 – норма виробітку за зміну відповідно до довідкових даних для II групи господарств $W_{з.м.н}=18$ га, графа 6 – тривалість роботи за добу $K_{з.м}=1,5$ зміни, графа 14 – витрати палива $q_{га}=2,2$ кг/га.

Розрахунки.

Графа 2 – виробіток агрегату в умовних еталонних гектарах визначаємо за формулою

$$S_{ет} = \frac{S_{\phi} T_{з.м} \lambda}{W_{з.м.н}}, \quad (5.5)$$

де S_{ϕ} – фактична площа поля, га;

$T_{з.м}$ – час зміни, год;

λ – виробіток за годину (коефіцієнт переведення) трактора в умовних гектарах;

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

$$S_{ет} = \frac{100 \cdot 7 \cdot 0,7}{18} = 27,2 \text{ ум. га.}$$

Графа 7 – кількість агрегатів визначаємо за формулою

$$n_{agr} = \frac{S_{\phi}}{W_{зм.н} D_p K_{зм}}, \quad (5.6)$$

де D_p – кількість робочих днів;
 $K_{зм}$ – кількість змін.

$$K_{зм} = \frac{T_D}{T_{зм}}, \quad (5.7)$$

де T_D – тривалість роботи агрегату за добу, год.

$$n_{agr} = \frac{100}{18 \cdot 2 \cdot 1,5} = 2.$$

Кількість тракторів, необхідних для виконання даної роботи, приймається рівною кількості (округленій) агрегатів, а кількість робочих машин визначається множенням числа цих машин в агрегаті на кількість агрегатів.

Графа 8 – обслуговуючий персонал: 2 механізатори та 2 допоміжних робітники.

Кількість механізаторів, необхідна для виконання робіт, визначається за числом необхідних тракторів і допоміжних робочих для обслуговування машин або зчіпки машин. Так як, більш всього, для обслуговування сільськогосподарських машин необхідний один механізатор, то їх кількість в більшості випадків, визначається кількістю необхідних тракторів.

Графа 9 – затрати праці на 1 га посіву визначаємо за формулою

$$З_{га} = \frac{ЛТ_{зм}}{W_{зм.н} n_{agr}}, \quad (5.8)$$

де $Л$ – кількість задіяних механізаторів та допоміжних працівників, чол.

$$З_{га} = \frac{4 \cdot 7}{18 \cdot 2} = 0,77 \text{ люд-год/га.}$$

Графа 10 – заробітна плата тракториста, основна по 6-му розряду для II групи господарств за тарифом 1365,5 грн./га.

$$ЗП = \frac{1365,5}{W_{зм.н}}. \quad (5.9)$$

Таблиця 5.2

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА (приблизна форма)

Кіровоградська область
Компаніївський район
Господарство: АФ «Рось»
Попередник – озима пшениця

Культура: кукуруза на зерно
Площа сівби – 100 га
Урожайність – 35 ц/га
Валовий збір: основної продукції – 350 т
Супутньої продукції – 525 т

Внесення добрив на га:
Органічних – 30 т
Мінеральних – 3,5 т
Аміачної води – 3 ц

Операція, агротехнічні вимоги та інші умови	Обсяг роботи, фіз.га/умовн.га, т	Строки виконання робіт	Склад агрегату	Норма виробітку за зміну	Тривалість роботи агрегату за добу, зміну	Кількість агрегатів, шт	Обслуговуючий персонал, механізатори і робітники, чел	Затрати праці, люд-год/га	Заробітна плата, грн./га		Відрахування на техніку, грн./га		Витрати палива	Вартість палива грн./га	Всього прямих експлуатаційних затрат,
									механізатори	допоміжні працівники	трактор	сільськогосподарська машина			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16. Сівба кукурудзи з нормою висіву 7 насінин на 1 м рядка та 100 кг/га гранульованого суперфосфату	$\frac{100}{27,2}$	20-22.04	MT3-80+ СУПН-8	18,0	1,5	2	$\frac{2}{2}$	0,77	113,85	96,51	69,94	19,3	2,2	55	354,2

$$ЗП = \frac{1365,5}{18} = 75,9 \text{ грн./га.}$$

Додаткова оплата праці при надбавках 50 % становить

$$75,9 \cdot 0,5 = 37,95 \text{ грн./га.}$$

Усього $75,9 + 37,95 = 113,85 \text{ грн./га.}$

Графа 11. Заробітна плата допоміжних працівників.

Основна по I розряду за нормою – 1336,4 грн. або на 1 га

$$1336,4 : 18 = 74,24 \text{ грн./га.}$$

Додаткова оплата при надбавках 30%:

$$74,24 \cdot 0,3 = 22,27 \text{ грн./га.}$$

Всього $74,24 + 22,27 = 96,51 \text{ грн./га.}$

Графа 12. Відрахування на трактор, балансова вартість якого умовно становить $B_{тр} = 1300000 \text{ грн.}$

$$C_{тр} = \frac{B_{тр}(a_{рен} + a_{к.р} + a_{р.т})T_{зм}}{W_{зм.н} T_n 100}, \quad (5.10)$$

де $a_{рен}, a_{к.р}, a_{р.т}$ – норми відрахувань відповідно на реновацію, капітальний та поточний ремонт і технічне обслуговування трактора, %; T_n – нормативне річне завантаження трактора, год.

$$C_{тр} = \frac{1300000(10 + 5 + 9,9) \cdot 7}{18 \cdot 1800 \cdot 100} = 69,94 \text{ грн./га.}$$

Графа 13. Відрахування по сівалці при умовній балансовій вартості $B_m = 450\,000 \text{ грн.}$

$$C_m = \frac{B_m(a_{рен} + a_{р.т})T_{зм}}{W_{зм.н} T_n 100}. \quad (5.11)$$

де $a_{рен}, a_{р.т}$ – норми відрахувань відповідно на реновацію, поточний ремонт і технічне обслуговування сівалки, %;
 T_n – нормативне річне завантаження сівалки, год.

$$C_m = \frac{450000(12,5 + 7) \cdot 7}{18 \cdot 1800 \cdot 100} = 19,3 \text{ грн./га.}$$

Графа 15, Вартість палива при витраті 2,2 кг/га та ціні 25 грн./кг становить

$$C_n = C_n q_{\text{за}}. \quad (5.12)$$

$$C_n = 25 \cdot 2,2 = 55 \text{ грн./га.}$$

Графа 16. Усього прямих експлуатаційних затрат

$$C_{\text{ек}} = C_z + C_{\text{тр}} + C_m + C_n, \quad (5.13)$$

де C_z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;

$C_{\text{тр}}$ – відрахування на трактор, грн/га;

C_m – витрати по сівалці, грн/га;

C_n – витрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га;

$$C_{\text{ек}} = 113,85 + 96,51 + 69,54 + 19,3 + 55,0 = 354,2 \text{ грн./га.}$$

Після розрахунку всіх операцій технологічної карти підраховують суму умовних гектарів (графа 2). На основі проведених розрахунків заповнюється технологічна карта.

Завдання.

1. За розрахунками, виконаними в попередніх практичних роботах, розробити операційну технологічну карту та технологічну карту на вирощування сільськогосподарських культур.
2. Згідно отриманих даних заповнити таблиці 5.1 та 5.2.

Контрольні питання

1. Що являє собою технологічна карта?
2. В якому порядку складається технологічна карта?
3. Що являє собою операційна технологічна карта?
4. В якому порядку складаються операційні технологічні карти?
5. Види операційних технологічних карт?
6. Які показники характеризують організацію технологічного процесу?
7. Що розуміють під циклом руху?
8. Як визначити продуктивність агрегату за цикл?

ДОДАТКИ

Додаток 1

**Рекомендована швидкість руху агрегатів при виконанні
сільськогосподарських операцій**

Сільськогосподарська операція	Швидкість руху, км/год
1	2
Оранка плугами:	
звичайними	4...7
швидкісними	7...12,5
Лущіння лемішними плугами	6...7
Лущіння дисковими луцильниками	8...12
Боронування:	
дисковими боронами	6...12
зубовими боронами зябу і пару	5...12
зубовими боронами сходів озимих культур	4...7
сходів сітчастими боронами	3,5...8
сходів голчастими боронами	8...12
Шлейфування	5...7
Коткування	6...15
Внесення мінеральних добрив:	
туковими сівалками	6...12
розкидачами	8...20
Внесення органічних добрив	10...13
Внесення рідких органічних добрив	6...10
Суцільна культивація підрізаючими лапами	5...12
Суцільна культивація пружинними лапами	6...6,5
Сівба зернових, зернобобових	7...12
Сівба кукурудзи	6...9
Сівба цукрових буряків	6...8
Садіння картоплі	6...9
Садіння розсади	0,6...3,5
Ротаційне мотиження сходів	7...12
Міжрядна культивація фрезами	4...9
Міжрядна культивація кукурудзи і соняшників:	
перша	4...7
друга і наступні	7,5...9
Міжрядна культивація цукрових буряків	6...10
Вздовжрядне проріджування цукрових буряків	5...8

Сільськогосподарська операція	Швидкість руху, км/год
1	2
Підгортання картоплі	5...7
Обпилення, обприскування	5...10
Збирання трав:	
на сіно	6...12
на зелений корм косарками-подрібнювачами	6...8
Скошування хлібів у валки рядковими жатками	6...16
Скошування хлібів самохідними комбайнами	3...8
Збирання зернових	3...8
Збирання кукурудзи:	
на зерно	5...10
на силос	5...12
Збирання:	
буряків комбайнами	3...9
картоплі копачами	2...8
картоплі комбайнами	1...5

Додаток 2

Величина годинної витрати палива тракторами

Марка трактора	*Витрати палива, кг/год		
	Q_p	Q_x	Q_z
К-701	32...51	19...30	3,5...5,0
К-700	36...38,4	23,1...24,8	6,7...9
Т-150	25...28,5	15,7...19,1	3,3...4,8
Т-150К	30...36,7	17,5...21,9	4,1...6,7
ДТ-75	15...15,9	9,7...10,4	1,4...1,6
МТЗ-80/82	15,4...16,7	9,7...11,4	1,9...2,6
Т-25А	3,0...4,5	2,4...2,9	0,6...0,8
Т-40М	77,4...7,9	4,9...5,6	0,7...0,9

***Примітка** В зазначених проміжках витрати палива тим більші, чим вища швидкість руху (передача) і чим пухкіший ґрунт.

Додаток 3

Основні дані технічної характеристики тракторів (Колісні трактори)

<i>Показники</i>	<i>T-25A</i>	<i>T-40A</i>	<i>MT3-80/82</i>	<i>MT3-100/102</i>	<i>ЮМЗ-6Л</i>	<i>T-150K</i>	<i>K-700A</i>	<i>K-701</i>
Клас трактора	0,6	0,9	1,4	1,4	1,4	3	5	5
Марка двигуна	Д-21А	Д-37Е	Д-240Л	Д-245	Д-65Н	СМД-62	ЯМЗ-238НБ	ЯМЗ-240Б
Номінальна потужність двигуна, N_e , кВт	18,4	36,8	55,9	73,5	44,2	121,5	147,2	198,6
Маса трактора, G_{mp} , кН	17,3	25,5	36,4	38,7	30,3	76	118	122,6
Колія а, м	1,2...1,4	1,2...1,8	1,2...1,8	1,25-1,85	1,26...1,8	1,6...1,8	2,115	2,115
База трактора, L_0 , м	1,775	2,255	2,450	-	2,860	2,86	3,2	3,2
Розрахункові швидкості руху, V_m , км/год								
1	4,95	1,65	2,5	1,73	2,1	8,53	2,82	7,8
2	7,29	6,13	4,26	3,11	2,5	10,08	3,42	9,5
3	8,1	7,31	7,24	4,34	3,1	11,4	4,14	11,5
4	11,9	8,61	8,9	5,24	5,3	13,38	4,96	13,8
5	14,9	-	10,54	6,13	6,5	18,65	8,95	19,2
6	21,9	-	12,33	7,46	7,6	22,0	10,85	23,3
7	-	-	15,15	9,02	9,0	24,9	13,1	28,0
8	-	-	17,95	9,7	11,1	30,1	15,74	33,0
9	-	-	33,38	11,8	19,0	-	-	-
Номінальне тягове зусилля на гаку по стерні на передачах, $P_{gак}$, кН								
1	7,93	13,2	14,0	14,0	14,0	35,0	45,8	65,0
2	6,21	10,5	14,0	14,0	14,0	33,2	36,6	55,5
3	5,39	8,5	14,0	14,0	14,0	28,4	29,3	45,0
4	3,0	6,8	14,0	14,0	14,0	23,6	22,4	33,6
5	1,99	-	11,5	14,0	14,0	19,0	20,7	27,5
6	0,69	-	9,5	14,0	14,0	15,8	16,0	22,0
7	-	-	7,5	14,0	12,5	13,6	12,2	18,0
8	-	-	6,0	14,0	9,6	10,2	8,6	14,0
9	-	-	3,0	14,0	4,3	-	-	-
Годинні витрати палива при навантаженні 70-100 %, $Q_{год}$, кг/год	4-5	7-9	10-15	12-18	8-12	23-30	39,2	35-40

Продовження додатку 3

(Гусеничні трактори)

<i>Показники</i>	<i>T-70C</i>	<i>T-54B</i>	<i>ДТ-75В</i>	<i>ДТ-75М</i>	<i>ДТ-75Н</i>	<i>T-4А</i>	<i>T-150</i>	<i>T-153</i>
Клас трактора	2	2	3	3	3	3	3	3
Марка двигуна	Д-240ЛГ	Д-242	СМД-14НГ	А-41	СМД-18Н	А-01М	СМД-62	СМД-60А
Номінальна потужність двигуна, N_e , кВт	51,5	44	66,2	62,2	70	95,5	110	110
Маса трактора, $G_{тр}$, кН	47,6	35,9	62,2	70,7	61,4	80,8	68,4	77
Колія а, м	1,35	1,35	1,33	1,33	1,33	1,384	1,435	1,435
База трактора, L_o , м	1,895	1,895	1,612	1,612	1,612	2,464	1,800	1,800
Розрахункові швидкості руху, V_m , км/год								
1	1,67	1,1	5,45	5,3	5,45	3,55	7,65	7,65
2	2,85	1,87	6,07	5,91	6,07	5,12	8,62	8,62
3	4,58	3,71	6,93	6,58	6,93	4,77	9,72	9,72
4	5,63	4,56	7,52	7,31	7,52	5,32	10,62	10,62
5	6,67	5,39	8,4	8,16	8,40	5,5	11,44	11,44
6	7,81	6,3	9,05	9,16	9,52	7,54	12,91	12,91
7	9,59	7,77	11,49	11,18	11,49	8,73	14,54	14,54
8	10,3	9,19	-	-	-	9,74	15,89	15,89
9	11,36	17,1	-	-	-	-	-	-
Номінальне тягове зусилля на гаку по стерні на передачах, $P_{гак}$, кН								
1	26,1	20,0	35,4	34,84	35,4	50	42,5	42,5
2	25,0	20,0	31,2	30,63	31,2	50	37,0	37,0
3	25,0	20,0	27,5	26,94	27,5	50	32,2	32,2
4	25,0	20,0	21,3	23,68	24,3	42,5	29,1	29,1
5	25,0	20,0	20,7	20,08	20,7	34,9	26,6	26,6
6	23,0	16,1	18,2	17,46	18,2	29,3	23,1	23,1
7	19,0	12,45	11,1	13,04	11,1	24,5	20,0	20,0
8	14,5	9,9	-	-	-	21,3	17,8	17,8
9	11,5	3,95	-	-	-	-	-	-
Годинні витрати палива під навантаженням 70-100 %, $Q_{год}$, кг/год	4-13	14	12-16	12-16	16,9	24	20-27	20-27

Додаток 4

Основні дані технічної характеристики сільськогосподарських машин

Назва і марка сільськогосподарської машини	Конструктивна ширина захвату, B_k , м	Маса, кН
1	2	3
Плуги напівначіпні:		
ПТК-9-35	3,15	28,0
ПЛП-6-35	2,11	12,3
ПЛ-5-35	1,75	15,0
Плуги начіпні:		
ПЛН-5-35	1,75	8,1
ПЛН-4-35	1,4	7,1
ПЛН-3-35	1,05	5,2
Агрегат комбінований АКП-2,5	2,5	19,9
Агрегат комбінований АКП-5	5	48
Плуги-луцильники:		
ППЛ-5-25	1,26	4,2
ППЛ-10-25	2,5	12,5
ПЛН 8-40	3,2	22,5
ПНИ 8-40	2,8...3,6	21,1
Луцильники дискові:		
ЛДГ-5А	5	10,8
ЛДГ-10А	10-12	24,0
ЛДГ-15А	15-17,6	32,0
ЛДГ-20А	20	55,7
Борони дискові:		
БДТ-3	3	7,1
БДТ-7	7	35
БД-10А	10	40
Борони зубові:		
важкі БЗТС-1,0	1,0	0,30
середні БЗСС-1,0	1,0	0,30
посівні БЗП-0,8	0,8	0,47
сітчасті БСО-4,0А	4,0	1,65
Шлейф-борона ШБ-2,5	2,5	1,1
Борона голчаста БИГ-3А	3,0	11,0
Котки тракторні:		
ЗККШ-6А	6,0	17
ЗКВГ-1,4	4,2	28

Назва і марка сільськогосподарської машини	Конструктивна ширина захвату, B_k , м	Маса, кН
1	2	3
Культиватори для суцільного обробітку ґрунту:		
КПС-4	4,0	6,0
КРГ-3,6	3,6	6,8
КСГ-5	5,0	8,0
КПШ-5	5,0	9,0
КПШ-9	9,0	22,0
КПЭ-3,8А	3,8	10,0
Комбінований агрегат РВК-3,6	3,6	12,5
Культиватори просапні:		
КРН-8,4	8,4	16,5
КРН-5,6А	5,6	13,0
КРН-4,2А	4,2	8,7
УСМК-5,4	5,4	7,65
УСМП-5,4	5,4	8,2
Розкидачі мінеральних добрив:		
ІРМГ-4А	10,12	14,8
РМС-6	12	3,5
РУМ-5	20	20,0
ЖРУ-0,5	12	3,0
Розкидачі органічних добрив:		
РОУ-6	4...6	20,0
РОС-3	5	10,5
ПТР-16	5...7	64,0
РУН-15Б	15...20	21,5
Розкидачі рідких добрив:		
ЗЖВ-1,8	4...8	7,7
ЖРУ-3,6	4...8	8,5
Машини для хімічного захисту рослин:		
ОВП-1200	6...10	14,5
ОВТ-1В	6...10	8,2
ОВС-А	6...10	13,5
ОПШ-15	15	10,0
ПОУ	6...10	6,0
Сівалки зернові		
СЗ-3,6А	3,6	13,5
СЗП-3,6А	3,6	18,0
СЗТ-3,6А	3,6	23,2
СЗК-3,3	3,3	19,4

Назва і марка сільськогосподарської машини	Конструктивна ширина захвату, B_k , м	Маса, кН
1	2	3
Кукурудзяні:		
СКНК-8	5,6	13,0
СУПН-8	5,6	11,0
СКПП-12	8,4	16,5
СПЧ-5ФС	4,2	9,5
Бурячні:		
ССТ-8Б	8,1	16,8
ССТ12А	5,4	11,3
ССТ-12Б	5,4	11,5
ССТ-8	4,8	9,5
овочеві:		
СО-4,2	4,2	13,7
СЛН-8Б	2,8	8,5
Картоплесаджалки:		
КСМ-6	4,2	17,8
КСМ-4	2,8	16,8
СН-4Б	2,4...2,8	10,2
САЯ-4	2,4...2,8	8,6
Розсадосадильна машина СКН-6А	3,5...4,2	15,0
Сінозбиральні машини:		
Косарки:		
КТП-6,0	6	12,0
КДП-4,0	4	6,7
КС-2,1	2,4	2,5
КНФ-1,6	1,6	1,6
КРН-2,1	5,7	5,7
КПРН-3А	3	3,2
Косарки-подрібнювачі:		
КИР-1,5	1,5	9,5
КУФ-1,8	1,8	21,0
КПИ-2,4	2,4	24,0
Граблі:		
ГПП-6	6	8,3
ГВК-6А	6	14,0
ГВР-6	6...14	10,5
ГП2-14А		
Підбирачі накопичувачі:		
ПК-1,6А	1,6	24,0
СПТ-60	6	65,0
	6	31,0

Назва і марка сільськогосподарської машини	Конструктивна ширина захвату, B_k , м	Маса, кН
1	2	3
Причіп-скиртовіз СП-60		
Прес-підбирачі:	1,6	19,0
ПС-1,6	1,6	19,6
ПРП-1,6		
Жатки-валкоутворювачі:		
ЖВР-10	10	20,2
ЖНС-6-12А	6	13,5
ЖВН-6	6	11,0
ЖВС-6	6	13,7
ЖСК-4	4	12,6
ЖРБ-4,2	4,2	11,7
ЖРН-5	5	13,2
Комбайни силосозбиральні:		
КСС-2,6	2,6	35,5
КС-1,8	1,8	24,0
Гичкозбиральна машина БМ-6	2,7	30,0
Картоплезбиральний комбайн ККУ-2	1,4	44,5
Картоплекопачі:	1,4	7,2
КТН-2Б	1,4	23,6
УВК-2	1,4	11,8
КСТ-1,4	0,7	2,0
КТН-1А		

Додаток 5

Рекомендовані величини коефіцієнта використання тягового зусилля трактора*

Клас тяги трактора, кН	На оранці	На інших роботах**
60; 50	0,88...0,92	0,90...0,95
40	0,89...0,91	0,90...0,94
30; 20	0,92...0,94	0,90...0,93
14; 9; 6	0,90...0,93	0,90

*Варіанти агрегаткування із значеннями коефіцієнта використання тягового зусилля $\eta_m > 0,95$ на оранці і $\eta_m > 0,96$ на інших роботах виключається, так як робота МТА неможлива із-за перевантаження двигуна трактора.

**Якщо немає можливості раціонально завантажити трактор, то використовують варіанти агрегаткування з $\eta_m < 0,85$, (наприклад, при роботі з просапними сівалками, культиваторами-рослинопідживлювачами, обприскувачами та ін. машинами).

Додаток 6

**Примірні значення використання конструктивної ширини
захвату сільськогосподарських машин**

Назва машини	β
Полицевий плуг	1,01...1,02
Зубова борона, коток	0,96...0,98
Луцильник, дискова борона	0,96
Сівалка, просапний культиватор, паровий культиватор, бурякозбиральні та інші машини	0,98...1,0

Додаток 7

**Середні значення коефіцієнтів використання часу зміни τ на
польових роботах**

Вид сільськогосподарських робіт	Тип трактора	*Коефіцієнт τ при довжині гонів, м					
		200	300	400	500	1000	1500
1	2	3	4	5	6	7	8
Оранка, протиерозійний обробіток	колiсний гусеничний	0,64 0,61	0,70 0,68	0,76 0,75	0,80 0,78	0,86 0,81	0,88 0,84
Лущення, дискування, боронування, культивация	колiсний гусеничний	0,67 0,71	0,72 0,73	0,77 0,76	0,81 0,80	0,84 0,82	0,87 0,84
Сiвба зернових, внесення мiндобриг	колiсний гусеничний	0,64 0,60	0,68 0,63	0,73 0,67	0,78 0,70	0,82 0,73	0,85 0,76
Сiвба просапних культур	колiсний	0,62	0,66	0,71	0,76	0,80	0,82
Садiння картоплi, розсади	колiсний гусеничний	0,40 0,36	0,44 0,40	0,50 0,44	0,54 0,48	0,60 0,52	0,62 0,56
Догляд за посiвами (мiжрядний обробiток, обприскування)	колiсний	0,62	0,66	0,71	0,76	0,80	0,83
Скошування трав	колiсний	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86
Згрібання сiна	колiсний	0,74	0,76	0,82	0,84	0,86	0,88
Скошування зернових у валки жатками	колiсний	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,81
Пiдбiр i обмолот валкiв комбайнами		0,50	0,52	0,56	0,60	0,65	0,74
Збирання с.-г. культур на силос	гусеничний	0,50	0,52	0,54	0,60	0,65	0,72
Збирання кукурудзи на зерно	гусеничний комбайн	0,52 0,50	0,54 0,52	0,56 0,54	0,64 0,60	0,68 0,65	0,74 0,74
Збирання картоплi	колiсний	0,45	0,50	0,55	0,60	0,64	0,70

Вид сільськогосподарських робіт	Тип трактора	*Коефіцієнт τ при довжині гонів, м					
		200	300	400	500	1000	1500
1	2	3	4	5	6	7	8
	гусеничний	0,40	0,44	0,50	0,54	0,60	0,64
Збирання цукрових буряків, гички	колісний	0,46	0,52	0,56	0,58	0,62	0,68
	гусеничний	0,42	0,46	0,50	0,52	0,60	0,64
Збирання льону	колісний	0,45	0,50	0,54	0,60	0,64	0,70
Внесення органічних добрив	колісний	0,36	0,40	0,44	0,48	0,50	0,54

***Примітка.** Значення коефіцієнтів τ для проміжних значень довжини гонів (800,1100,140 т. д.) визначають методом інтерполяції.

Додаток 8

Примірні значення кінематичної довжини тракторів і сільськогосподарських машин

Марка трактора	Кінематична довжина, м	Найменший радіус повороту, м	Назва сільськогосподарських машин і знарядь	Кінематична довжина, м
Т-16М	1,0	3,3	Сівалки зернові	3,23
Т-25А	1,0	2,5	Сівалки кукурудзяні	1,1
Т-40АМ	1,32	4,9	Сівалки тукові	0,9/2,0*
ЮМЗ-6Л	0,94	3,6	Культиватори причіпні	3,4
МТЗ-80	0,94	3,6	Культиватори начіпні	1,0
Т-150К	1,15/0,87	5,2	Луцильник ЛДТ-10	6,54
К-700А	1,63	6,0	Луцильник ЛДТ-5	4,9
Т-70С	1,8	-	Котки	2,3
Т-74	2,2	-	Косарки	2,0
ДТ-75	2,3/1,45	-	Силосозбиральні комбайни	1,9
Т-4А	2,45/1,65	-	Зчіпка С-11	6,8
			Зчіпка С-18	7,97
			Зчіпка СП-16	7,2
			Плуги причіпні 5- корпусні	5,8
			Плуги начіпні	1,5...1,8

***Примітка:** У чисельнику дані для начіпних машин, а в знаменнику - для причіпних.

Питомий опір машин при швидкості руху 5 км/год

Машини і операції	Питомий тяговий опір, кН/м	Питома потужність для приводу від ВВП, кВт/м	Приріст тягового опору машин, %
1	2	3	4
Лущення стерні дисковим лущильником:			
на легких ґрунтах	1,1-1,3	-	2-3
на важких ґрунтах	1,7-1,8	-	3-4
засміченої вологої	1,9-2,3	-	4-5
Боронування дисковими боролами:			
парів і зябу	1,4-1,6	-	3-4
важких ґрунтів	1,9-2,3	-	4-5
лугів і пасовищ	3,9-7,8	-	5-7
Боронування зубовими боролами:			
озимих	0,4-0,5	-	1,5-2
зябу	0,5-0,6	-	2-2,5
важких ґрунтів	0,6-0,7	-	2-3
Коток:			
кільчасто-шпоровий	0,5-0,6	-	1-1,5
гладко-рубчатий	0,6-0,7	-	,2-1,7
водоналивний	1,1-1,2	-	1,7-2
Розкидач органічних добрив ПРТ-10	3-5	4-6	1,5-2
Розкидач мінеральних добрив МВУ-8	1,2-1,7	1,3-1,8	1,5-2
Суцільна культивування парів на глибину:			
6-8 см	1,2-1,8	-	3-4
10-12 см	1,8-2,1	-	4-5

Машини і операції	Питомий тяговий опір, кН/м	Питома потужність для приводу від ВВП, кВт/м	Приріст тягового опору машин, %
1	2	3	4
Культиватор-плоскоріз	4-6	-	3-5
Сівалка зернова: дискова з міжряддям 0,15 м	1,1-1,6	-	1-1,5
вузькорядна	1,5-2,5	-	1,5-2
Сівалка бурякова	0,8-1,1	-	1-1,5
Сівалка кукурудзяна	1-1,4	1,3-1,8	1,5-2
Картоплесаджалка	3-4	1,5-2,0	3-4
Культиватор кукурудзяний	1,3-1,6	-	3-4
Культиватор буряковий	1,2-1,5	-	3-4
Культиватор-підгортач	1,4-1,8	-	4-55
Жатка	0,25-0,35	1,5-2,0	1,5-2
Комбайн кукурудзо-збиральний	4-5	27-37	2-3
Машина гичкозбиральна	1,5-2	8-10	1,5-2
Картоплекопач	5,5-6,5	7-9	3-5
Комбайн картоплезбиральний	9-11	9-12	3-5
Комбайн кормозбиральний	2,5-3,5	15-20	2-3

Додаток 10

Основні дані про зчіпки

Типи зчіпок	Марка	Ширина захвату, м	Маса, кН	Агрегатування	
				Клас трактора	Знаряддя
Широкозахватна: однобрусна трибрусна	СГ-11	11	6,2	3	борони, котки, культиватори
	СГ-21	21	17,7	3; 5	

Типи зчіпок	Марка	Ширина захвату, м	Маса, кН	Агрегатування	
				Клас трактора	Знаряддя
Зчіпка універсальна для тракторів К-701, ДТ-75, Т-150К	СП-11А СП-16А	10,8 16	23,1 11,2	3 3; 5	борони, сівалки СЗ-3.6, культиватори КПС-4, котки
Зчіпка універсальна, безколісна: 3-4 машини 5-6 машин	С-11У С-18У	11,7 19	6,87 9,75	3 3; 5	
Начіпка універсальна для борін	НУБ-4,8	4,8	1,1	0,6; 1,4	начіпні агрегати з ланок причіпних борін
Зчіпка для двох плугів	СП-2,5	-	1,2		

Додаток 11

Приблизні значення коефіцієнта опору коченню (f) при рухові трактора і машини (зчіпки) для різних типів опорної поверхні

Стан поля або дороги	На пневматичних шинах		На гусеничному ході (сталеві гусениці)	На сталевих колесах
	сприятливі умови	несприятливі умови		
Асфальтна дорога	0,03...0,04	-	-	0,20...0,30
Суха ґрунтова дорога	0,03...0,05	0,05...0,08	0,05...0,07	-
Польова дорога	0,04...0,06	0,07...0,15	-	0,06...0,08
Цілина, переліг, щільна дернина, травостій до 10 см	0,05...0,07	0,07...0,16	0,06...0,07	0,05...0,07
Суха стерня конюшини	0,05...0,06	-	-	0,08...0,10
Стерня конюшини після дощу	0,12...0,14	0,14...0,17	-	0,09...0,20
Стерня після конюшини, густий травостій до 20 см	0,07...0,09	0,09...0,16	-	-
Поле після конюшини, оброблене на глибину 5-6 см	0,08...0,09	0,09...0,20	-	-
Стерня після зернових	0,07...0,09	0,09...0,15	0,07...0,09	0,09...0,11

Стерня на супіску	0,09...0,10	0,10...0,16	-	-
Стерня після лущення	-	0,10...0,12	-	0,16...0,18
Засніжена дорога	0,03...0,06	-	0,06	0,08...0,10
Поле після збирання картоплі	0,09...0,11	0,12...0,18	-	-
Поле після культивуації	0,11...0,13	0,15...0,20	-	0,22...0,24
Минулорічний зяб, пар (свіжозоране поле)	0,12...0,15	0,15...0,19	0,09...0,11	-
Розпушений ґрунт, сухий пісок	0,16...0,19	-	0,09...0,11	-
Глибокий сніг	-	0,23...0,30	0,09...0,22	0,09...0,22

Додаток 12

Значення коефіцієнта буксування, % $\delta = f(p), p = \frac{P_m \cdot k_{вук}}{P_z}$

p		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Колісні	$\delta, \%$	5,1	5,4	6,7	8,1	9,6	11,7	15,8	24,4	40,6	68,2
Гусеничні	$\delta, \%$	0,5	0,8	1,1	1,5	2,4	3,1	5,1	10,3	21,3	41,6

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Агулов І.І., Вознюк Л.В., Левченко О.В. Довідник з технічного обслуговування сільськогосподарських машин. К.: Урожай, 1989. 271 с.
2. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві. К.: Вища школа, 1995. 237 с.
3. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1992. 448 с.
4. Головчук А.С. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: Кн.1. Трактори. К.: Грамота, 2003. 336 с.
5. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. К.: Урожай, 1991. 216 с.
6. Діденко М.К. Експлуатація МТП. К.: Вища школа, 1983. 447 с.
7. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова. Харків: «Веста», 2001. 347 с.
8. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; За ред. В.Д. Гречкосія. 2-е вид. перероб. і доп. К.: Урожай, 1991. 400 с.
9. Землеробство / В.П. Гудзь, І.Д. Приймак, Ю.В. Будьонний; За ред. В.П. Гудзя. К.: Урожай, 1996. 384 с.
10. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / За ред. В.Ю. Ільченка. К.: Урожай, 1993. 288 с.
11. Лауш П.В., Клименчук П.Н. Експлуатація і ремонт машинно-тракторного парку (курсове і дипломне проектування). К.: Вища школа, 1984. 205 с..
12. Кірса В.І., Деревець І.С., Потапенко М.Х. та інші. Технічна діагностика машин. К.: Урожай, 1986.
13. Машиновикористання у землеробстві / За ред. В.Ю.Ільченко і Ю.П.Нагірного. К.: Урожай, 1996. 381 с.
14. Сільськогосподарські машини/ В.Ю.Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов. К.: Урожай, 1966. 240 с.
15. Лімонт А.С., Мельник І.І., Малиновський А.С. та ін. Практикум із машиновикористання в рослинництві. К.: Кондор, 2004. 278 с.
16. Шмат К.І., Диневич Д.Ю., Карманов В.В., Іванов Г.І. Машиновикористання в землеробстві: Навчальний посібник. Херсон: Олді-Плюс, 2002, 160 с.

ЗМІСТ

	Стор.
Практична робота № 1	Розрахунок складу орного агрегату 4
Практична робота № 2	Визначення основних елементів кінематики МТА 13
Практична робота № 3	Розрахунок агрегатів для сівби та міжрядної культивування 25
Практична робота № 4	Комплектування тракторних транспортних агрегатів 33
Практична робота № 5	Розробка технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур 39
Додатки	48
Додаток 1	Рекомендована швидкість руху агрегатів при виконанні сільськогосподарських операцій 49
Додаток 2	Величина годинної витрати палива тракторами 50
Додаток 3	Основні дані технічної характеристики тракторів 51
Додаток 4	Основні дані технічної характеристики сільськогосподарських машин 53
Додаток 5	Рекомендовані величини коефіцієнта використання тягового зусилля трактора 56
Додаток 6	Примірні значення використання конструктивної ширини захвату сільськогосподарських машин 57
Додаток 7	Середні значення коефіцієнтів використання часу зміни τ на польових роботах 57
Додаток 8	Примірні значення кінематичної довжини тракторів і сільськогосподарських машин 58
Додаток 9	Питомий опір машин при швидкості руху 5 км/год 59
Додаток 10	Основні дані про зчіпки 60
Додаток 11	Приблизні значення коефіцієнта опору коченню (f) при рухові трактора і машини (зчіпки) для різних типів опорної поверхні 61
Додаток 12	Значення коефіцієнта буксування 62
Рекомендована література	63

Навчально-методичне видання

МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В РОСЛИННИЦТВІ

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт для
здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальності 201 –
"Агрономія" освітньо-професійна програма "Агрономія"

Укладачі: канд. техн. наук, доцент П.Г. Лузан,
канд. техн. наук, професор І.М. Осипов,
канд. техн. наук, ст. викл. О.Р. Лузан