

Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет
Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра оптимізації технологічних
систем в рослинництві

**КОМПЛЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ В СИСТЕМАХ
РОСЛИННИЦТВА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки № 2
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Харків
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра оптимізації технологічних систем в рослинництві

**КОМПЛЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ В СИСТЕМАХ
РОСЛИННИЦТВА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки № 2
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Затверджено
на засіданні Методичної ради
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол № 6 від 17.02.2022

Харків
2022

УДК 631.3.62-5
К 63

Схвалено на засіданні кафедри
оптимізації технологічних систем в рослинництві
Протокол № 8 від 10.01.2022 р.

Рецензенти:

В. М. Зубко, докт. техн. наук, доц., зав. кафедри тракторів, сільськогосподарських машини та транспортних технологій Сумського національного аграрного університету;

М. В. Бакум, канд. техн. наук, доц. кафедри сільськогосподарських машин Державного біотехнологічного університету.

К 63 Комплектування оптимальних агрегатів в системах рослинництва. Експлуатація машин і обладнання : метод. вказівки № 2 до виконання практ. робіт студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч. ОПП «Агроінженерія» спец. 208 Агроінженерія; Харків. дер. біотех. ун-т ; уклад.: В. І. Мельник, М. П. Артёмов, О. І. Анікєєв, М. О. Циганенко, К. Г. Сировицький, С. А. Чигрина. – Харків, 2022. – 43 с.

Методичні вказівки включають 2 практичні роботи та список літератури до них. Складено у відповідності з програмою дисципліни «Комплектування оптимальних агрегатів в системах рослинництва. Експлуатація машин і обладнання» для виконання завдань з організації технологічних процесів, оволодіння методами розрахунку експлуатаційних показників роботи агрегатів, які вибрано для заданих умов, з визначенням основних експлуатаційних показників.

Видання призначене студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія.

УДК 631.3.62-5

Відповідальний за випуск: М. П. Артёмов, докт. техн. наук, проф. зав. кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві.

© В. І. Мельник, М. П. Артёмов
О. І. Анікєєв, М. О. Циганенко,
К. Г. Сировицький, С. А. Чигрина,
2022
© ДБТУ, 2022

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри сівалок (саджалок) [6, 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_H , 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 [6, 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 Із довідника вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри тракторів:

– встановити інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей (V_{lim} , км/год) [6, 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) [6, 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 [6, 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 [6, 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. 4.2.

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

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (4.1)$$

де ΔC_M – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % [6, табл. D.8].

$$k_V = \underline{\hspace{10em}}$$

2.4 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату.

2.4.1 Розрахувати максимальну ширину захвату агрегату із причіпними машинами:

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

(знак “–” в чисельнику і “+” у знаменнику відповідає руху на підйом);

де $G_{тр}$ – вага трактора, кН:

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

де $M_{тр}$ – 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 [6, табл. D.9];

$q_{зч}$ – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її ширини захвату, кН/м, [6, табл. II.11];

$f_{зч}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс зчіпки [6, 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).

$$G_M = \underline{\hspace{10em}}$$

$$q_M = \underline{\hspace{5em}}$$

$$G_{тр} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$B_{max} = \underline{\hspace{15em}}$$

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).

$$n_M = \underline{\hspace{5em}}$$

2.4.3 Обґрунтувати необхідність використання зчіпки.

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

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

$$\Phi_{зч} = \underline{\hspace{2cm}}$$

По величині фронту зчіпки підібрати конкретну її марку [6, табл. I.II.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:

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

$$G_{зч} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_a = \underline{\hspace{4cm}}$$

– 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);

$$R_a = \underline{\hspace{4cm}}$$

– 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 [6, 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 (ємністю) і ґрунтообробними робочими органами для висіву насіння, або для локального внесення добрив в шар ґрунту:

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

$$Q_B = \underline{\hspace{10em}}$$

$$R_M = \underline{\hspace{15em}}$$

– 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 [6, 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_B – вага технологічного вантажу в ящиках сівалки (бункері саджалки), кН:

$$Q_B = Q_H + Q_{мд}, \quad (4.14)$$

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

$$Q_H = U_H \rho_H \psi_{я} g, \quad (4.15)$$

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

ρ_H – об'ємна маса насінневого матеріалу, т/м³ [6, табл. D.17];

$\psi_{я}$ – коефіцієнт використання об'єму ящика (бункера), ($\psi_{я} = 0,8$) [3].

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

$$Q_{н} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$R_{м} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

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].

$$P_{ВВП} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$R_a = \underline{\hspace{10em}}$$

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 при умовах руху агрегату на підйом:

$$\eta_p = \frac{\dots}{\dots}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля при умовах руху агрегату на спуск

$$\eta_p = \frac{\dots}{\dots}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, 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 розворотах.

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

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

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, % [6, табл. D.7].

$$\eta_{\delta} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$P_{руш} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$N_{\phi}^p = \underline{\hspace{10em}}$$

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

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

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

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

(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 $\alpha^0 = 0$).

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

$$P_{руш.п} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$N_{\phi}^n = \underline{\hspace{10em}}$$

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).

- при виконанні роботи:

$$\xi_N = \frac{\quad}{\quad}$$

- при поворотах:

$$\xi_N = \frac{\quad}{\quad}$$

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 $n_M = \underline{\quad}$, зчіпки _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \underline{\quad}$ км/год (рух на підйом) і на _____ передачі, $V_p = \underline{\quad}$ 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 Підготовка поля до роботи

4.1 Привести схему поля, 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.

Основний спосіб руху при виконанні сівби – _____

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

Рисунок 4.1 – Схема руху агрегату _____

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 [6, 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:

$$E_p = n_{\text{фе}} \cdot B_p \quad (4.25)$$

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 [6, табл. D.12];

B_a – конструкційна ширина захвату агрегату, м:

$$B_a = n_M \cdot b_M \quad (4.27)$$

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

$$n_{\text{фе}} \geq \frac{E_{\text{min}}}{B_p} \quad (4.28)$$

де E_{min} – мінімальна ширина поворотної смуги, м (визначається за допомогою розробленої схеми [6, рис. D.1] і залежності):

$$E_{\text{min}} = \lambda_e r_{\text{п}} + d_{\text{к}} + e \quad (4.29)$$

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 [6, рис. D.1 і табл. D.13];

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

$d_{\text{к}}$ – кінематична ширина агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$E_{\text{min}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$n_{\text{фе}} = \underline{\hspace{5em}}$$

$$B_a = \underline{\hspace{10em}}$$

$$E_p = \underline{\hspace{10em}}$$

$$L_p = \underline{\hspace{10em}}$$

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 [6, табл. D.15];

α_r – коефіцієнт збільшення радіусу (r_{Π}) при підвищенні швидкості повороту понад 5 км/год [6, табл. D.15].

$$r_{\Pi} = \underline{\hspace{10em}}$$

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 $v_e \approx 1,2$.

$$d_k = \underline{\hspace{10em}}$$

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:

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

де $l_{\text{тр}}$, $l_{\text{зч}}$, $l_{\text{м}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], зчіпки [6, табл. II.11], с.-г. машин [6, табл. IV.1 – IV.3].

$$l_a = \underline{\hspace{10em}}$$

$$e = \text{_____}$$

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:

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

$$\varphi = \text{_____}$$

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу сівби

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

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

$$l_n = \frac{10^7 U_n \rho_n \psi_{\text{я}}}{h_n B_k} \quad (4.35)$$

де h_n – норма висіву насіння, кг/га:

$$l_n = \text{_____}$$

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

$$C_n = 2B_p n_{\text{кр}}, \quad (4.36)$$

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

$$n_{\text{кр}} = \frac{l_n}{2L_p} \quad (4.37)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{\text{кр}} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C_{\text{н}} = \frac{\quad}{\quad}$$

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

$$M_{\text{нз}} = 10^{-4} L_p h_n 2B_p n_{\text{кр}}, \quad (4.38)$$

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

$$M_{\text{нз}} = \frac{\quad}{\quad}$$

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:

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

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 $V_p = V_{\Pi}$ $\tau_{\text{рух}} = \varphi,$ (4.42)

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

де $k = \frac{V_{\Pi}}{V_p}$ (4.44)

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

$$k = \frac{V_{\Pi}}{V_p}$$

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

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}}{\tau_{\text{рух}}}$$

$$t_{\text{рц}} = \frac{t_{\text{ц}}}{k}$$

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зн}} + t_{\text{зд}}$$

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

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

де $t_{\text{зн}}$ – тривалість одного завантаження ящиків сівалки насінневим матеріалом (зерно), год $t_{\text{зн}} = (0,1 \dots 0,2)$ год; при сівбі технічних культур $t_{\text{х}} = (0,25 \dots 0,3)$

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

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{зн}} + t_{\text{зд}}$$

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

Час зміни складається із таких елементів:

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

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

$T_{оп} = (0,07)T_{зм}$ ($T_{оп} = \underline{\hspace{2cm}}$).

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

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

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

$$T_x = t_{хц} \cdot n_{ц} \quad (4.48)$$

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

$$T_T = T_{тц} + T_{т.пц} \quad (4.49)$$

де $T_{т.пц}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.):

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

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

$$T_{тц} = t_{тц} \cdot n_{ц} \quad (4.51)$$

$$t_{т.пц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

де $n_{ц}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{т} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (4.52)$$

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

$$n_{ц} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$T_{т} = \underline{\hspace{5em}}$$

$$T_{х} = \underline{\hspace{5em}}$$

$$T_{р} = \underline{\hspace{5em}}$$

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

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

$$\tau_{зм} = \underline{\hspace{5em}}$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на сівбі:

– за годину змінного часу, га/год:

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

– за зміну, га:

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

$$W_{г.зм} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$W_{зм} = \underline{\hspace{10em}}$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

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

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\text{г.с}}} \quad (4.56)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{тз}}$ – витрати пального двигуном трактора, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [6, табл. D.18];

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

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

$$T_{\text{зуп}} = \text{_____}$$

$$q_{\text{га}} = \text{_____}$$

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

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

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

$$З_{\text{п}} = \text{_____}$$

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 – $4,38 \cdot 10^7$).

$$A_{\text{п}} = \text{_____}$$

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$W_{г.тз} = \frac{\quad}{\quad}$$

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

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

9.1.1 Розрахувати масу вантажу ($M_{в}$) в транспортному засобі, кг:

$$M_{в} = 10^3 U_{к} \rho_{н} \psi_{к}, \quad (4.62)$$

$$M_{в} = \frac{\quad}{\quad}$$

де $U_{к}$ – об'єм кузова транспортного засобу, м³ [6, табл. XII.1 – XII.3];

$\rho_{н}$ – об'ємна маса насіння, т/м³ [6, табл. D.17];

$\psi_{к}$ – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_{к} = 0,8$).

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

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

де $t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу, год (залежить від способу завантаження “вручну” чи “механізоване”, затареності вантажу та його кількості і т.ін.);

$S_{н}$ – відстань перевезення насіння, км (із вихідних даних);

$V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем (насіння), км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ 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; (приймаємо з урахуванням часу технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт – завантаження ящика сівалки насінням і часу на виконання основної роботи за один цикл сівби – опорожнення сівалок).

$$t_{об.тз} = \frac{\dots}{\dots}$$

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

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

$$n_{тз} = \frac{\dots}{\dots}$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

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

б) – оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = \dots$);

в) – розрахунки параметрів:

– технологічного циклу сівби (садіння) ($t_{ц} = \dots$, $n_{ц} = \dots$);

– 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 ($W_{г} = \dots$, 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 ($Z_{п} = \dots$, люд · год/га);

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

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

Практична робота № 5

«Технологія та організація збирання зернових, зернобобових, соняшнику, ріпаку»

Вихідні дані:

С.-г. культура _____

Спосіб збирання (підкреслити):

- зерна (роздільний із підбором валків, пряме комбайнування);
- соломи (подрібнення із розкиданням по полю, укладання у валок)

Конфігурація поля (бажано вибрати 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_3) _____

“Соломистість” (δ_c) _____

Вологість рослинної маси, % ($\omega_{рм}$) _____

Засміченість рослинної маси, % ($Z_{рм}$) _____

Полеглість рослинної маси, % ($P_{рм}$) _____

Відстань перевезення, км:

– зерна (S_3) _____

Послідовність виконання завдання

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

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 [6, табл. VI.1] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегує, чи самохідного комбайну [6, табл. VI.2].

Для скошування зернових у валки вибираємо жатку [6, табл. VI.1] і заносимо необхідні дані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики жатки

Марка	Маса $M_{ж}$, кг	Ширина захвату $b_{ж}$, 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.

$$q_v = 0,1b_{ж}H_3(1 + \delta_c), \quad (5.1)$$

де q_v – 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).

$$q_v = \underline{\hspace{10em}}$$

Для підбору валків вибираємо комбайн [6, табл. VI.2] із підбирачем. Для прямого комбайнування вибираємо комбайн [6, табл. VI.2] із жаткою [6, табл. VI.3].

Необхідні для розрахунків параметри комбайну заносимо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайну

Марка	Маса $M_{с.к}$, кг	Пропускна здатність молотарки комбайну, q , кг/с	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_b , 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. 5.3.

Таблиця 5.3 – Технічні характеристики жатки [6, 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 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:

$$V_{pq} = \frac{3,6q_{\phi}}{q_{в}}, \quad (5.2)$$

- для роздільного способу збирання:

$$V_{pq} = \frac{3,6q_{\phi}}{K_{в}q_{в}}, \quad (5.3)$$

де $K_{в}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення вологості валка при його просушуванні ($K_{в} = 0,78 \dots 0,85$);

q_{ϕ} – пропускна здатність молотарки комбайну (фактичне її значення), кг/с.

$$V_{pq} = \underline{\hspace{2cm}}$$

На фактичне значення пропускної здатності (q_{ϕ}) впливають такі фактори: солонистість (δ_c), вологість ($\omega_{рм}$), засміченість ($Z_{рм}$) і полеглість рослинної маси ($\Pi_{рм}$)

Вплив солонистості, вологості і засміченості бур'янами на фактичне значення пропускної здатності молотарки комбайну оцінюється коефіцієнтом $K_{\delta\omega Z}$:

$$q_{\phi 1} = qK_{\delta\omega Z}, \quad (5.4)$$

де q – пропускна здатність молотарки комбайна для нормальних умов збирання, кг/с. (табл. 5.2);

$K_{\delta\omega 3}$ – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує вплив соломистості, вологості і засміченості бур’янами:

$$q_{\phi 1} = \frac{K_{\delta\omega 3} \cdot q}{K_{\Pi}} \quad (5.5)$$

$$K_{\delta\omega 3} = (1,5 - 0,3\delta_c) - (0,948 - 0,195\delta_c) \cdot 5 \cdot \left(\frac{\omega - 20}{100}\right) - [0,48 - (\delta_c - 1) \cdot 0,32] \cdot 2 \cdot \frac{3c}{100}$$

Вплив полеглості рослинної маси ($\Pi_{рм}$) оцінюється коефіцієнтом K_{Π} :

$$q_{\phi 2} = qK_{\Pi}, \quad (5.6)$$

де K_{Π} – коефіцієнт, що враховує полеглисть рослинної маси:

$$K_{\Pi} = 1,02 - 0,65 \cdot \frac{\Pi_{рм}}{100}. \quad (5.7)$$

Якщо хлібостій і полеглий і вологий і засмічений (із вихідних даних), то визначають значення обох коефіцієнтів ($K_{\delta\omega 3}$ і K_{Π}) і по меншому з них розраховують фактичну пропускну здатність (q_{ϕ}) молотарки комбайна.

$$K_{\Pi} = \frac{q_{\phi 2}}{q}$$

$$q_{\phi 2} = \frac{q_{\phi 1} \cdot K_{\Pi}}{K_{\delta\omega 3}}$$

$$K_{\delta\omega 3} = \frac{q_{\phi 2} \cdot K_{\delta\omega 3}}{q_{\phi 1}}$$

$$q_{\phi 1} = \frac{q_{\phi 2} \cdot K_{\delta\omega 3}}{K_{\Pi}}$$

2.2.2 Розрахувати максимальну технічно-можливу швидкість агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_{xx})}{\frac{G_{ea}(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{N_y B_p H}{10}}, \quad (5.8)$$

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

$N_{хх}$ – потужність, яка втрачається на холостий хід механізмів комбайну, кВт (табл. 5.2);

N_y – питомі витрати потужності на обробіток одиниці маси скошеної (підібраної) продукції за одиницю часу, кВт с/кг; (табл. 5.2);

f_a – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного комбайнового агрегату [6, табл. D.11];

$\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії самохідного комбайнового агрегату ($\eta_{тр.а} = 0,76 \dots 0,83$ із урахуванням ККД клинопасової передачі) [3];

B_p – робоча ширина захвату жатки комбайну, м;

$$B_p = B_{ж} \cdot \beta_B, \quad (5.9)$$

де $B_{ж}$ – конструкційна ширина захвату жатки, м (табл. 5.2; 5.3)

β_B – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату [6, табл. D.12];

$G_{еа}$ – експлуатаційна вага самохідного комбайнового агрегату, кН:

$$G_{е.а} = G_{с.к} + U_б \rho_з \psi_б g, \quad (5.10)$$

де $U_б$ – об'єм бункера комбайну, м³ (табл. 5.2);

$\rho_з$ – об'ємна маса зерна, т/м³ [6, табл. D.17];

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

$\psi_б$ – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_б = 0,8$);

$G_{с.к}$ – конструкційна вага самохідного комбайну, кН:

$$G_{с.к} = 10^{-3} M_{с.к} g, \quad (5.11)$$

$M_{с.к}$ – маса самохідного комбайну, кг (табл. 5.2)

H – урожайність загальної маси культури з урахуванням основної і додаткової продукції, т/га:

$$H = H_з (1 + \delta_с). \quad (5.12)$$

$$H = \underline{\hspace{10em}}$$

$$G_{с.к} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$G_{е.а} = \underline{\hspace{15em}}$$

$$B_p = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$V_{pN} = \underline{\hspace{4cm}}$$

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}) [6, табл. D.4].

Довідка: Якісне виконання технологічної операції збирання зернових культур в повній мірі залежить від режиму роботи агрегату. В таблицях [6, 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:

$$N_{\phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_{ea}(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{N_y B_p H_3 (1 + \delta_c)}{10} \right]. \quad (5.13)$$

$$N_{\phi}^p = \underline{\hspace{4cm}}$$

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 ($V_{п}$) вибирають, враховуючи умови повороту, кВт:

$$N_{\phi}^п = N_{xx} + \frac{V_{п}}{3,6} \cdot \frac{G_{ea} f_a}{\eta_{тр.а}}. \quad (5.14)$$

$$N_{\phi}^п = \underline{\hspace{4cm}}$$

4 Підготовка поля до роботи.

4.1 Привести схему поля, розбити її на заїнки, позначити поворотні смуги, місця обкосів, прокосів, та показати прийнятий спосіб руху агрегату і схему транспортних магістралей відвезення зерна.

4.2 Вибрати спосіб руху.

Рисунок 5.1 – _____

4.3.3 Розрахувати ширину заїнки (оптимальне її значення):

– при виконанні технологічної операції на заїнках гоновим способом руху врозгін по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами:

$$C_o = \sqrt{3B_p L_p} \quad (5.17)$$

$$C_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

– при виконанні технологічної операції на заїнках гоновим способом руху з розширенням прокосів:

$$C_\phi = \frac{10^4(1,10 \dots 1,15)W_o T_{рд}}{L}, \quad (5.18)$$

де C_ϕ – фактична ширина заїнки (по продуктивності), м;

$T_{рд}$ – тривалість робочого дня, год; [6, табл. D.19];

W_o – продуктивність за годину чистого робочого часу, га/год:

$$W_o = 0,1B_{ж}V_T, \quad (5.19)$$

де $B_{ж}$ – конструкційна ширина захвату жатки комбайну, м (табл. 6.3);

V_T – теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2}\delta)}, \quad (5.20)$$

де δ – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху довжина і ширина робочої ділянки повинні бути в такому співвідношенні:

$$C \approx \frac{L}{(5 \dots 8)}. \quad (5.21)$$

$$C = \frac{\quad}{\quad}$$

$$V_T = \frac{\quad}{\quad}$$

$$W_0 = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C_\phi = \frac{\quad}{\quad}$$

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:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + (6,6 \dots 8,0)r_{\Pi} + 2e} \quad (5.22)$$

$$\varphi = \frac{\quad}{\quad}$$

– при виконанні технологічної операції на загінках гоновим способом руху врозгін по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\Pi} + 2e + \frac{3L_p C_p}{4r_{\Pi}}}, \quad (5.23)$$

$\varphi = \text{-----}$

– при виконанні технологічної операції на загінках гоновим способом руху з розширенням прокосів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C_\phi + 1,14r_\pi + 2e}, \quad (5.24)$$

$\varphi = \text{-----}$

– при виконанні технологічної операції на полі круговим правоповоротним способом руху:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^A}, \quad (5.25)$$

$\varphi = \text{-----}$

де $\sum L_x^A$ – додаткові холості ходи (повороти), які необхідно виконувати при зменшенні ширини поля (ділянки) до величини $C \leq r_\pi$:

$$\sum L_x^A = (6r_\pi + 2e) \frac{2r_\pi}{B_p}, \quad (5.26)$$

де r_π – радіус повороту агрегату, м (можна прийняти $r_\pi \approx B_p$);

e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (5.27)$$

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:

– причіпного $l_a = l_{тр} + l_m, \quad (5.28)$

– самохідного $l_a = l_{ca}, \quad (5.29)$

де $l_{\text{тр}}, l_{\text{м}}, l_{\text{са}}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], причіпної (начіпної) машини [6, табл. VI.1], самохідного агрегату [6, табл. VI.2], м.

причіпного:

$$l_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$e = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sum L_x^D = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}}, \quad (5.30)$$

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:

$$t_{\text{рц}} = \frac{l_3}{10^3 V_p}, \quad (5.31)$$

де l_3 – довжина шляху для заповнення бункера комбайна зерном, м:

$$l_3 = \frac{10^4 U_6 \rho_3 \psi_6}{H_3 B_p}, \quad (5.32)$$

$$l_3 = \text{_____}$$

$$t_{\text{рц}} = \text{_____}$$

$$t_{\text{ц}} = \text{_____}$$

5.1.2 Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (5.33)$$

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 $\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (5.34)$

а при $V_p \neq V_{\text{п}}$ маємо $\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k - 1)\varphi + 1}, \quad (5.35)$

де – $k = \frac{V_{\text{п}}}{V_p} \quad (5.36)$

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

$$k = \text{_____}$$

$$\tau_{\text{рух}} = \text{_____}$$

$$t_{\text{хц}} = \text{_____}$$

5.1.3 Розрахувати тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню зернових, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{вб}}, \quad (5.37)$$

де $t_{вб}$ – тривалість одного вивантаження зерна із бункера комбайна, год (для розрахунків приймаємо $t_{вб} = (0,05)$ год).

б Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (5.38)$$

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

$$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10) T_{зм}$$

6.1 Розрахувати час на виконання чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = t_{рц} \cdot n_{ц} \quad (5.39)$$

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

$$T_x = t_{хц} \cdot n_{ц} \quad (5.40)$$

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

$$T_T = T_{тц} + T_{т.пц} \quad (5.41)$$

$$T_T = \underline{\hspace{10em}}$$

де $T_{т.пц}$ – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.):

$$T_{т.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{зм} \quad (5.42)$$

$T_{тц}$ – час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни, год (вивантаження зерна із бункера комбайна):

$$T_{тц} = t_{тц} \cdot n_{ц} \quad (5.43)$$

де $n_{ц}$ – кількість технологічних циклів за зміну:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{т.пз} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (5.44)$$

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

$$n_{ц} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$T_{р} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$T_{х} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$T_{тц} = \frac{\quad}{\quad}$$

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

$$\tau_{зм} = \frac{T_{р}}{T_{зм}} \quad (5.45)$$

$$\tau_{зм} = \frac{\quad}{\quad}$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні зернових культур:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.з} = 0,1 B_p V_p \tau_{зм} , \quad (5.46)$$

– за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{г.з} T_{зм} \quad (5.47)$$

$$W_{г.з} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$W_{зм} = \frac{\quad}{\quad}$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

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

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.з}}} \quad (5.48)$$

де $g_{\text{ен}}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год [6, табл. VI.2];

$$q_{\text{га}} = \frac{\dots}{\dots}$$

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

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.з}}}, \quad (5.49)$$

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

$$z_{\text{п}} = \frac{\dots}{\dots}$$

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

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (5.50)$$

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

$$A_{\text{п}} = \frac{\dots}{\dots}$$

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:

$$W_{Г.з} n_{а.з} = \frac{W_{Г.ТЗ} n_{ТЗ}}{H_з}, \quad (5.51)$$

де $W_{Г.з}$ – продуктивність агрегатів на збиранні зернових культур, га/год;
 $n_{а.з}$ – кількість агрегатів для збирання зернових культур, шт.
($n_{а.з} = 1$ шт);

$W_{Г.ТЗ}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення зерна, т/год;
 $n_{ТЗ}$ – кількість транспортних засобів для відвезення зібраного зерна, шт;
 $H_з$ – урожайність зерна, т/га

9.1 Розрахувати продуктивність ($W_{Г.ТЗ}$) транспортного засобу для відвезення зібраного зерна, т/год:

$$W_{Г.ТЗ} = \frac{M_B}{t_{об.ТЗ}}, \quad (5.52)$$

$$W_{Г.ТЗ} = \text{—————}$$

де M_B – маса вантажу (насіння) в транспортному засобі, т;
 $t_{об.ТЗ}$ – час обороту транспортного засобу, год.

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

$$M_B = U_K \rho_з \psi_K, \quad (5.53)$$

де U_K – об'єм кузова транспортного засобу, м³ [6, табл. XII];
 $\rho_з$ – об'ємна маса зерна, т/м³ [6, табл. D.17];
 ψ_K – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу,
($\psi_K = 0,8$).

$$M_B = \text{—————}$$

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

$$t_{об.ТЗ} = t_{зав} + \frac{S_з}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_з}{V_{рх}}, \quad (5.54)$$

де $S_з$ – відстань перевезення зібраного зерна, 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_{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 $U_б \geq U_к$ маємо $t_{зав} = t_{вб}$; при $U_б < U_к$ маємо $t_{зав} = t_{рц} + t_{вб}$);

$t_{роз}$ – час розвантаження транспортного засобу, год; (для кузова-самоскида приймаємо $t_{роз} = 0,06$ год.).

$$t_{об.тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} H_з n_{а.з}$$

9.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для відвезення зерна:

$$n_{тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} H_з n_{а.з} \quad (5.55)$$

$$n_{тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} H_з n_{а.з}$$

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 ($W_{г} = _$, 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 зернових культур.

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. Агрокваліметрія / Ковтун Ю. І., Мазоренко Д. І., Пастухов В. І., Джолос П. А. – Харків: РВП «Оригінал», – 2000, 314с., іл.
5. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи / Держагропром УРСР.– К.: Урожай, 1991. – 472 с.
6. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
7. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник /За ред. Л. М. Тіщенко та В. І. Мельника. – Харків: ХНТУСГ – 2015. – 450 с.

Зміст

<i>Практична робота № 4</i> <i>«Організація виконання сівби (садіння) сільськогосподарських культур»</i>	3
<i>Практична робота № 5</i> <i>«Технологія та організація збирання зернових, зернобобових, соняшнику, ріпаку»</i>	24
<i>Довідкова література</i>	41

Навчальне видання

**КОМПЛЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ АГРЕГАТИВ В СИСТЕМАХ
РОСЛИННИЦТВА. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

Методичні вказівки № 2
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Укладачі:

МЕЛЬНИК Віктор Іванович
АРТЬОМОВ Микола Прокопович
АНИКЄЄВ Олександр Іванович
ЦИГАНЕНКО Михайло Олександрович
СИРОВИЦЬКИЙ Кирило Геннадійович
ЧИГРИНА Світлана Андріївна

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 2,49. Наклад 200 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44