

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

Кафедра оптимізації технологічних
систем в рослинництві

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

Методичні вказівки № 3
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 № 3
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

Е 45

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 № 3 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, К. Г. Сировицький, С. А. Чигрина, О. А. Романашенко – Харків, 2022. – 53 с.

Методичні вказівки включають 2 практичні роботи та список літератури до них. Складено у відповідності з програмою дисципліни «Експлуатація машин та 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, К. Г. Сировицький,
С. А. Чигрина, О. А. Романашенко,
2022

© ДБТУ, 2022

Практична робота № 6
«Технологія та організація збирання кукурудзи на зерно»

Вихідні дані:

Спосіб збирання (підкреслити) (з відокремленням і очищенням початків; з обмолотом зерна)

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 початків, т/га ($H_{п}$) _____

Урожайність зерна кукурудзи, т/га ($H_{з.к}$) _____

“Соломистість” (δ_c) _____

Відстань перевезення с.г. продукції, км ($S_{пр}$) _____

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.А Обґрунтувати режим роботи **причінного тягово – привідного комбайнового** агрегату (відокремлення і очищення початків з подрібненням маси на силос).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини [6, табл. VII.1] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегує.

Марка робочої машини: _____ (параметри занести в табл. 6.1)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 6.2)

Таблиця 6.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайнового агрегату [6, табл. VII.1]

Марка	Маса $M_{к.а}$, кг	Конструкційна ширина захвату $B_{к.а}$, м ($m \times n_{ряд}$)	Потужність на холостий хід механізмів $N_{хх}$, кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу, N_y , кВт с/кг	Інтервал агротехнічно- допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6

Примітки: Колонку 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 6.2 – 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.А Із збірника методик [6] 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 агрегату і занести інтервал в табл. 6.1;

– 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. 6.3.

Таблиця 6.3 Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

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

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

трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 6.2.

2.3.А Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6 \left(N_{ен} - \frac{N_{хх}}{\eta_{ВВП}} \right)}{\frac{G_{е.а} (f_m + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{G_{тр} (f_{тр} + \sin\alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_k}{10 \eta_{ВВП}}}, \quad (6.1)$$

де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 6.2);

$N_{хх}$ – потужність, яка втрачається на холостий хід механізмів тягово-привідного комбайнового агрегату, кВт (табл. 6.1);

N_y – питома потужність, що необхідна для обробітку (відокремлення і очищення початків; подрібнення маси на силос) одиниці маси скошеної культури за одиницю часу, кВт с/кг; (табл. 6.1);

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

f_m – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного тягово-привідного агрегату) [6, табл. D.10];

$\eta_{тр.а}$ – ККД трансмісії тягово-привідного агрегату ($\eta_{тр.а} = 0,76...0,83$) [3];

$G_{тр}$ – вага трактора, кН:

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (6.2)$$

де $M_{тр}$ – маса трактора, кг (табл. 6.2);

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

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора [6, табл. D.11];

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

m – ширина міжряддя посівів кукурудзи, м (табл. 6.1);

$n_{ряд}$ – кількість рядків, яку обробляє агрегат (табл. 6.1);

H_k – урожайність загальної маси с.-г. продукції (кукурудзиння і початків), т/га:

$$H_k = H_{п} (1 + \delta_c), \quad (6.3)$$

де $H_{п}$ – урожайність основної продукції (початків), т/га;

δ_c – “соломистість” – відношення маси додаткової продукції (кукурудзиння і т. ін.) до маси основної продукції (зерно, початки).

Експлуатаційна вага ($G_{ea.a}$) причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату визначається з урахуванням технології збирання с.-г. культури (із під'єднанням до комбайну причепа повністю завантаженим відокремленими і очищеними початками), кН:

$$G_{ea} = G_{к.а} + G_{пр} + U_{пр}\rho_{зп}\psi_{пр}g, \quad (6.4)$$

де $U_{пр}$ – об'єм причепа для транспортування початків, m^3 (табл. 6.4);
 $\rho_{зп}$ – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), t/m^3 [6, табл. D.17];

g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8m/c^2$);

$\psi_{пр}$ – коефіцієнт використання об'єму причепа, ($\psi_{пр} = 0,8$);

$G_{к.а}$ – конструкційна вага комбайнового агрегату, кН:

$$G_{к.а} = 10^{-3}M_{к.а}g, \quad (6.5)$$

де $M_{к.а}$ – маса комбайнового агрегату, кг (табл. 6.1);

$G_{пр}$ – вага причепа для транспортування початків, кН:

$$G_{пр} = 10^{-3}M_{пр}g, \quad (6.6)$$

де $M_{пр}$ – маса причепа для транспортування початків, кг (табл. 6.4).

$$G_{пр} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$G_{к.а} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$G_{ea} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$H_k = \underline{\hspace{10cm}}$$

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

$$V_{pN} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Таблиця 6.4 – Технічні характеристики тракторного причепа до комбайну «Херсонець-9» для збирання початків [6, табл. XII.1]

Агрегується з трактором тягового класу	Марка причепа	Вантажність, т	Маса $M_{пр}$, кг	Об'єм кузова $U_{пр}$, м ³
1	2	3	4	5

2.4.А Обґрунтований вибір швидкості руху.

Для причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату швидкість руху приймаємо, порівнюючи значення розрахованої швидкості (V_{pN}) і робочої швидкості (V_p), раніше вибраної із тягової характеристики трактора (табл. 6.1). Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей (V_{lim}).

2.5.А Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір причіпного тягово-привідного агрегату (для умов підйом), кН:

$$R_{T-пр} = \frac{3,6N_{xx}}{V_p} + \frac{N_y m n_{ряд} H_k}{10\eta_{ВВП}} + \frac{G_{e.a}(f_m + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}}. \quad (6.7)$$

$$R_{T-пр} = \frac{\dots}{\dots}$$

2.6.А Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінальної сили тяги:

$$\eta_p = \frac{R_{T-пр}}{P_{тн} \pm G_{тр} \sin\alpha} \quad (6.8)$$

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

При умовах руху агрегату на підйом:

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

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.А робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

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

2.7.1.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*збирання очищених початків кукурудзи*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_{e.a}(f_M + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} + \frac{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha)}{\eta_{тр}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_k}{10\eta_{ВВП}} \right], \quad (6.9)$$

$$N_{\phi}^p = \frac{\dots}{\dots}$$

2.7.2.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, обочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на повороті ($V_{п}$) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\phi}^п = N_{xx} + \frac{V_{п}}{3,6} \left[\frac{G_{e.a} f_M}{\eta_{тр.а}} + \frac{G_{тр} f_{тр}}{\eta_{тр}} \right], \quad (6.10)$$

$$N_{\phi}^п = \frac{\dots}{\dots}$$

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

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}} \quad (6.11)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт;
(табл. 6.2)

- при виконанні роботи:

$$\xi_N = \frac{N_{ен}}{N_{н}} \text{ —————}$$

- на поворотах:

$$\xi_N = \frac{N_{ен}}{N_{н}} \text{ —————}$$

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

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

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи *самохідного комбайнового* агрегату (з обмолотом початків на зерно).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного комбайну [6, табл. VI.2] та марку жатки для скошування кукурудзи [6, табл. VI.3].

Марка самохідного комбайну: _____ (параметри занести в табл. 6.5)

Марка жатки для кукурудзи _____ (параметри занести в табл. 6.6)

Таблиця 6.5 – Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайну

Марка	Маса $M_{с.к.}$, кг	Ефективна номінальна потужність двигуна комбайну $N_{ен}$, кВт	Потужність на холостий хід механізмів комбайну $N_{хх}$, кВт	Питома потужність на обробіток одиниці маси за одиницю часу N_y , кВт с/кг	Об'єм бункера комбайну $U_б$, м ³
1	2	3	4	5	6

Таблиця 6.6 – Технічні характеристики жатки для скошування кукурудзи [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.Б Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_{хх})}{\frac{G_{е.а}(f_a + \sin\alpha)}{\eta_{тр.к}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_{з.к}}{10}}, \quad (6.12)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату, кВт (табл. 6.5);

$N_{хх}$ – потужність, що витрачається на холостий хід механізмів самохідного комбайну, кВт (табл. 6.5);

N_y – питома потужність на обробіток одиниці скошеної маси за одиницю часу, кВт с/кг (табл. 6.5);

m – ширина міжряддя, м (табл. 6.6);

$n_{ряд}$ – кількість рядків (табл. 6.6);

$\eta_{тр.к}$ – ККД трансмісії комбайну; ($\eta_{тр.к} = 0,76 \dots 0,83$) [3];

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

$H_{з.к}$ – урожайність основної продукції (зерно), т/га;

$G_{е.а}$ – експлуатаційна вага самохідного комбайнового агрегату, кН:

$$G_{е.а} = G_{с.к} + U_б \rho_{зп} \psi_б g, \quad (6.13)$$

де $U_б$ – об'єм бункера, м³ (табл. 6.5);

$\rho_{зп}$ – об'ємна маса зернової продукції (качани чи зерно), т/м³ [6, табл. D.16];

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

$\psi_б$ – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_б = 0,8$); [3];

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

$$G_{с.к} = 10^{-3} M_{с.к} g, \quad (6.14)$$

де $M_{с.к}$ – маса самохідного комбайнового агрегату із жаткою ($M_{с.к} + M_{ж}$), кг (табл. 6.5 і 6.6)

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

$$G_{е.а} =$$

$$V_{pN} = \underline{\hspace{15em}}$$

2.3.Б Обґрунтування вибору швидкості руху.

Розрахована швидкість (V_{pN}) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) [6, табл. D.4].

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

2.4.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання роботи (збирання та обмолот качанів) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = N_{xx} + \frac{V_p}{3,6} \left[\frac{G_{е.а}(f_m + \sin\alpha)}{\eta_{тр.к}} + \frac{N_y m n_{ряд} H_{з.к}}{10} \right]. \quad (6.15)$$

$$N_{\phi}^p = \underline{\hspace{15em}}$$

2.4.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату при виконанні поворотів, приймаючи до уваги що $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на поворотах ($V_{п}$) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\phi}^п = N_{xx} + \frac{V_{п}}{3,6} \left[\frac{G_{е.а} f_m}{\eta_{тр.к}} \right]. \quad (6.16)$$

$$N_{\phi}^п = \underline{\hspace{15em}}$$

4 Підготовка поля до роботи.

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

4.2 Вибрати спосіб руху.

Рисунок 6.1 – _____

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

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м) за допомогою схеми [6, рис. VII.2 – VII.3] і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (6.18)$$

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

E_p – ширина поворотної смуги (раціональне її значення), м (для розрахунків приймаємо $E_p \approx (8 \dots 12)t \cdot n_{\text{ряд}}$).

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

4.3.2 Розрахувати ширину загінки:

Розбивають поле на загінки з урахуванням його конфігурації і вибраного способу руху агрегату. Площа загінки повинна бути достатньою для роботи агрегату на протязі 2...3 днів. Ширина загінки (C), м:

$$C = \frac{10^4(2 \dots 3)W_o T_{\text{рд}}}{L}, \quad (6.19)$$

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

W_0 – продуктивність за годину чистого робочого часу, га/год;

$$W_0 = 0,1B_k V_T, \quad (6.20)$$

де $B_k = m \cdot n_{\text{ряд}}$ – конструкційна ширина захвату, м (табл. 6.6);
(табл. 6.3);

V_T – теоретична швидкість руху, км/год:

$$V_T = \frac{V_p}{(1 - 10^{-2}\delta)}, \quad (6.21)$$

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

$$V_T = \text{_____}$$

$$W_0 = \text{_____}$$

$$C = \text{_____}$$

4.3.3 Ширина прокосів між загінками, а також ширина транспортних магістралей повинна бути 6...7 м, ширина поворотних смуг – 20...30 м [6, рис. VII.1].

Для роботи агрегатів в кругову обкошують кути загінок по радіусу [6, рис. VII.4].

Обкоси полів виконують силосозбиральним комбайном, або іншими машинами із жатками суцільного зрізу за два – три дні до масового збирання культури.

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

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\Pi} + 2e + \frac{3L_p C}{4r_{\Pi}}}; \quad (6.22)$$

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

– при виконанні технологічної операції на загінці гоновим способом руху всклад по годинниковій стрілці з петльовими поворотами:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C + 1,14r_{\Pi} + 2e} ; \quad (6.23)$$

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

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^D}, \quad (6.24)$$

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

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

$$\sum L_x^D = (6r_{\Pi} + 2e) \frac{2r_{\Pi}}{B_p}, \quad (6.25)$$

$$\sum L_x^D = \frac{\quad}{\quad}$$

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + C + 1,14r_{\Pi} + 2e}, \quad (6.26)$$

де r_{Π} – радіус повороту агрегату, м (для розрахунків приймаємо $r_{\Pi} \approx B_p$);
 e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (6.27)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих механізмів з енергетичною машиною:

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

-з передньою начіпкою $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

– причіпного $l_a = l_{тр} + l_m,$ (6.28)

–самохідного $l_a = l_{са},$ (6.29)

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

– причіпного $l_a = \text{_____}$

– самохідного $l_a = \text{_____}$

$e = \text{_____}$

$\varphi = \text{_____}$

*5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу збирання кукурудзи на зерно **тягово-привідним комбайновим агрегатом** (відокремлення та очищення початків і завантаження у причепи) і **самохідним комбайновим агрегатом** (обмолот початків на зерно; подрібнення маси на силос і завантаження у причепи)*

5.1 Розрахувати складові часу технологічного циклу робіт по збиранню кукурудзи на зерно, год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц}, \quad (6.30)$$

де $t_{рц}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (*заповнення транспортного причепа качанами чи зерном*);

$t_{хц}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;

$t_{тц}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт, год.

5.1.1 Розрахувати час заповнення транспортного причепа початками чи зерном ($t_{рц}$), год:

$$t_{рц} = \frac{l_{пр}}{10^3 V_p}, \quad (6.31)$$

$$t_{рц} = \frac{10^4 U_{пр} \rho_{зр} \psi_{пр}}{H_{з(п)} B_p},$$

де $l_{пр}$ – довжина шляху для заповнення транспортного причепа, м:

$$l_{пр} = \frac{10^4 U_{пр} \rho_{зр} \psi_{пр}}{H_{з(п)} B_p}, \quad (6.32)$$

де $U_{пр}$ – об'єм транспортного причепа, м³ [6, табл. XII];

$\rho_{зр}$ – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), т/м³ [6, табл. D.17];

$\psi_{пр}$ – коефіцієнт використання об'єму транспортного причепа, ($\psi_{пр} = 0,8$);

$H_{з(п)}$ – урожайність зернової продукції (зерно чи початки), т/га.

$$l_{пр} = \frac{10^4 U_{пр} \rho_{зр} \psi_{пр}}{H_{з(п)} B_p}$$

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

$$t_{хц} = \frac{t_{рц}(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}, \quad (6.33)$$

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

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

при $V_p = V_{п}$ маємо $\tau_{рух} = \varphi$, (6.34)

а при $V_p \neq V_{п}$ маємо $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}$, (6.35)

де –
$$k = \frac{V_{\Pi}}{V_p} \quad (6.36)$$

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{V_{\Pi}}{k \cdot V_p}$$

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

5.1.3 Тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню зернових (кукурудзи на зерно), год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{вб}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (6.37)$$

де $t_{\text{вб}}$ – тривалість одного вивантаження зерна із бункера комбайна, год
 $t_{\text{вб}} = (0,03 \dots 0,05)$ год:

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

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

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_p + T_x + T_T + T_{\text{оп}} \quad (6.38)$$

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

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

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

T_T – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

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

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

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

$$T_p = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (6.39)$$

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

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

$$T_x = t_{xц} \cdot n_{ц} \quad (6.40)$$

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

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

$$T_T = T_{тц} + T_{т.пц}, \quad (6.41)$$

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

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

$$T_{т.пц} = (0,03) \cdot T_{зм}, \quad (6.42)$$

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

$$T_{тц} = t_{тц} \cdot n_{ц}, \quad (6.43)$$

$$T_{тц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{т.пз} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (6.44)$$

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

$$n_{ц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\tau_{3M} = \frac{T_p}{T_{3M}} \quad (6.45)$$

$$\tau_{3M} = \frac{\quad}{\quad}$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні кукурудзи на зерно:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{Г.3M} = 0,1 B_p V_p \tau_{3M} \quad (6.46)$$

– за зміну, га:

$$W_{3M} = W_{Г.КЗ} T_{3M} \quad (6.47)$$

$$W_{Г.3M} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$W_{3M} = \frac{\quad}{\quad}$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

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

– тягово-привідного агрегату:

$$q_{га} = \frac{G_{тр} T_p + G_{тх} T_x + G_{тз} T_{зуп}}{T_{3M} W_{Г.КЗ}} \quad (6.48)$$

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

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

$$T_{зуп} = T_t + T_{оп} \quad (6.49)$$

– тягово-привідного агрегату:

$$T_{зуп} = \frac{\quad}{\quad}$$

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

– *самохідного* агрегату:

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.кз}}} \quad (6.50)$$

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:

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.кз}}} \quad (6.51)$$

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:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (6.52)$$

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:

$$W_{Г.кз} n_{а.кз} = \frac{W_{Г.тз} n_{тз}}{H_{з(п)}}, \quad (6.53)$$

де $W_{Г.кз}$ – продуктивність агрегатів на збиранні кукурудзи (зерно чи початки), га/год;

$n_{а.кз}$ – кількість агрегатів для збирання кукурудзи, шт. (для розрахунків приймаємо $n_{а.кз} = 1$ шт);

$W_{Г.тз}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення зібраного зерна (початків), т/год;

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

$H_{з(п)}$ – урожайність зерна (початків), т/га.

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

$$W_{Г.тз} = \frac{M_B}{t_{об.тз}}, \quad (6.54)$$

де M_B – маса вантажу (зерна чи початків) в транспортному засобі, т;

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

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

$$M_B = U_k \rho_{зп} \psi_k \quad (6.55)$$

де U_k – об'єм кузова транспортного засобу, м³ (табл. XII);

$\rho_{зп}$ – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), т/м³ [6, табл. D.17];

ψ_k – коефіцієнт використання об'єму кузова транспортного засобу, ($\psi_k = 0,8$).

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

$$W_{Г.тз} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

$$t_{об.тз} = t_{зав} + \frac{S_{пр}}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_{пр}}{V_{рх}}, \quad (6.56)$$

де $S_{пр}$ – відстань перевезення зібраної продукції, км (із вихідних даних);

$V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);

$V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);

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

$t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу, год:

масою зібраного зерна (при $U_б \geq U_к$ маємо $t_{зав} = t_{вб}$; при $U_б < U_к$ маємо $t_{зав} = t_{рц} + t_{вб}$); масою зібраних початків ($t_{зав} = t_{рц}$).

$$t_{об.тз} = \frac{\dots}{\dots}$$

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

$$n_{тз} = \frac{W_{г.кз}}{W_{г.тз}} H_{з(п)} n_{к.з} \quad (6.57)$$

$$n_{тз} = \frac{\dots}{\dots}$$

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 робіт по збиранню кукурудзи (початки, зерно) ($t_{ц} = \dots$, $n_{ц} = \dots$);

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

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

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

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

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

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

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

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

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання кукурудзи (початки, зерно).

Таблиця 7.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри тягово-привідної машини [6, табл. VIII.1 – VIII.3]

Марка	Маса M_m , кг	Конструкційна ширина захвату b_m , м ($m \times n_{ряд}$)	Потужність на привід робочих органів від ВВП $N_{ВВП}$, кВт	Інтервал агротехнічно- допустимих швидкостей V_{lim} , км/год	Питомий тяговий опір робочих органів k_o , кН/м
1	2	3	4	5	6

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

Таблиця 7.2 – 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 заповнюються після виконання пункту 2.2.

2.2.А Із збірника методик [6] 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 інтервал в табл. 7.1;

– вибрати питомий тяговий опір (k_o , кН/м) [6, табл. D.5] робочих органів машини у відповідності із їх призначенням (при швидкості $V_o = 5$ км/год) і занести в табл. 7.1;

– 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. 7.3.

Таблиця 7.3 Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

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

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля (P_{TH}) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 7.2.

2.3.А Виконати розрахунки по уточненню питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини, кН/м (для випадку $V_p > V_0$):

$$k_V = k_0 \left[1 + \frac{\Delta C_M}{100} (V_p - V_0) \right], \quad (7.1)$$

де ΔC_M – темп зростання питомого тягового опору робочих органів тягово-привідної машини при збільшенні її швидкості понад $V_0 = 5$ км/год [6, табл. D.8].

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

2.4.А Розрахувати приведений тяговий опір робочих органів агрегату, кН:

– з причіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_M + G_M (f_M \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП} \quad (7.2)$$

– з начіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_M + G_M (\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП} \quad (7.3)$$

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

де b_M – ширина захвату робочих органів машини, м (табл. 7.1);

f_M – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини [6, табл. D.10];

$f_{тр}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора [6, табл. D.11];

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

G_M – вага с.-г. машини, кН:

$$G_M = 10^{-3} M_M g, \quad (7.4)$$

де M_M – маса с.-г. машини, кг (табл. 7.1);

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

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

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{тр}}}{V_p \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (7.5)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, що витрачається на привід механізмів тягово-привідної машини від ВВП трактора при виконанні технологічної операції, кВт (табл. 7.1);

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

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

$$P_{\text{ВВП}} = \text{_____}$$

$$G_{\text{м}} = \text{_____}$$

– з причіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = \text{_____}$$

– з начіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = \text{_____}$$

2.5.А Оцінка правильності вибору швидкісного режиму роботи агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінальної сили тяги:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{тн}} \pm G_{\text{тр}} \sin \alpha}, \quad (8.6)$$

де $G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{тр}} = 10^{-3} M_{\text{тр}} g, \quad (8.7)$$

де $M_{\text{тр}}$ – маса трактора, кг (табл. 8.2).

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

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

На підйом $\eta_p = \underline{\hspace{10em}}$

На спуск $\eta_p = \underline{\hspace{10em}}$

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.А робоча швидкість (V_p) повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}).

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

2.6.1.А Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (*скошування гички; викопування коренеплодів*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\delta}}, \quad (8.8)$$

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

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{тр}} (f_{\text{тр}} - \sin \alpha) + R_a, \quad (7.9)$$

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

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

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (7.10)$$

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

$$\eta_6 = \frac{P_{руш}}{N_{\phi}^p}$$

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

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{руш.п} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}, \quad (7.11)$$

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

$$P_{руш.п} = G_{тр} f_{тр} + R_{a.п}. \quad (7.12)$$

(Опір агрегату ($R_{a.п}$) при поворотах розраховуємо по формулі (5.13 із використанням 8.2 чи 8.3 та 8.5), приймаючи до уваги, що $k_V = 0$ та $\alpha^0 = 0$).

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

$$P_{руш} = \frac{P_{руш.п}}{\eta_6}$$

$$N_{\phi}^p = \frac{P_{руш}}{\eta_6}$$

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

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}, \quad (7.13)$$

де $N_{ен}$ – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 7.2)

- при виконанні роботи:

$$\xi_N = \text{—————}$$

- на поворотах:

$$\xi_N = \text{—————}$$

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

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

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи **причинного тягово-привідного комбайнового** агрегату (викопування коренеплодів і завантаження їх у причіп).

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку комбайнового агрегату [6, табл. VIII.4] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегує.

Марка комбайнового агрегату: _____ (параметри занести в табл. 7.4)

Марка трактора _____ (параметри занести в табл. 7.5)

Таблиця 7.4 – Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайнового агрегату [6, табл. VIII.4]

Марка	Маса $M_{ка}$, кг	Конструкційна ширина захвату $B_{ка}$, м ($m \times n_{ряд}$)	Об'єм бункера для бульбоплодів $U_б$, м ³	Потужність на холостий хід механізмів $N_{хх}$, кВт	Приведена потужність для обробітку одного рядка N_p , кВт/ряд	Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей V_{lim} , км/год
1	2	3	4	5	6	7

Примітки: Колонку 7 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 7.5 – Технічні характеристики трактора [6, табл. І.1]

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

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

2.2.Б Із збірника методик [6] 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 значення в табл. 7.4;

– 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. 7.6.

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність (N_{Tmax}). Робоча швидкість (V_p) і номінальне тягове зусилля ($P_{тн}$) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 7.5.

Таблиця 7.6 – Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

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

2.3.Б Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату, яка обумовлена потужністю двигуна трактора, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_p n_{ряд}) \eta_{тр.а}}{G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha) + G_{е.а}(f_{к.а} + \sin\alpha)}, \quad (7.14)$$

де $N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл.7.5);

N_p – приведена потужність обробітку одного рядка, кВт/ряд; (табл. 7.4)

$n_{ряд}$ – кількість рядків, яку обробляє агрегат; (табл. 7.4)

$\eta_{\text{тр.а}}$ – ККД трансмісії тягово-привідного агрегат ($\eta_{\text{тр.а}} = 0,76 \dots 0,83$) [3];
 $f_{\text{тр}}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв трактора [6, табл. D.11];
 $f_{\text{к.а}}$ – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату) [6, табл. D.10];
 $G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН:

$$G_{\text{тр}} = 10^{-3} M_{\text{тр}} g, \quad (7.15)$$

де $M_{\text{тр}}$ – маса трактора, кг (табл. 7.5);
 g – прискорення сили земного тяжіння, ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);
 $G_{\text{еа}}$ – експлуатаційна вага тягово-привідного комбайнового агрегату, кН.
 Експлуатаційна вага ($G_{\text{еа}}$) визначається з урахуванням повністю завантаженого бункера комбайну, кН:

$$G_{\text{еа}} = G_{\text{к.а}} + U_{\text{б}} \rho_{\text{кп}} \psi_{\text{б}} g, \quad (7.16)$$

де $U_{\text{б}}$ – об'єм бункера для коренеплодів, м^3 (табл. 7.4)
 $\rho_{\text{кп}}$ – об'ємна маса коренеплодів, т/м^3 [6, табл. D.17];
 $\psi_{\text{б}}$ – коефіцієнт використання об'єму бункера, ($\psi_{\text{б}} = 0,8$) [3];
 $G_{\text{к.а}}$ – конструкційна вага комбайнового агрегату, кН:

$$G_{\text{к.а}} = 10^{-3} M_{\text{к.а}} g, \quad (7.17)$$

де $M_{\text{к.а}}$ – маса комбайнового агрегату, кг (табл. 7.4)

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

$$G_{\text{еа}} = \underline{\hspace{15em}}$$

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

$$V_{\text{рN}} = \underline{\hspace{15em}}$$

2.4.Б Обґрунтований вибір швидкості руху.

Для причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату швидкість руху приймаємо, порівнюючи значення розрахованої швидкості ($V_{\text{рN}}$) і робочої швидкості ($V_{\text{р}}$), раніше вибраної із тягової характеристики трактора (табл. 7.5). Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) [6, табл. D.4].

2.5.Б Розрахувати приведений тяговий опір причіпного тягово-привідного комбайнового агрегату (для умов підйом):

$$R_{т-пр} = \frac{3,6N_p n_{ряд}}{V_p} + \frac{G_{e.a}(f_{к.а} + \sin\alpha)}{\eta_{тр.а}} \quad (7.18)$$

$$R_{т-пр} = \frac{\dots}{\dots}$$

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

$$\eta_p = \frac{R_{т-пр}}{P_{тн} - G_{тр}\sin\alpha} \quad (7.19)$$

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

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта (η_p) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі. Прийнята швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей (V_{lim}).

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

2.7.1.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання роботи (викопування бульбоплодів) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{[R_{т-пр} + G_{тр}(f_{тр} + \sin\alpha)]}{\eta_{тр.а}}, \quad (7.20)$$

$$N_{\phi}^p = \frac{\dots}{\dots}$$

2.7.2.Б Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі виконання повороту агрегату, приймаючи до уваги що, $\alpha^0 = 0$, обочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на повороті (V_{Π}) вибираємо з урахуванням умов руху:

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a} f_{k.a} + G_{тр} f_{тр}}{\eta_{тр.a}}. \quad (7.21)$$

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \text{_____}$$

2.8.Б Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (виконання технологічної операції – N_{Φ}^p та повороти – N_{Φ}^{Π}):

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{ен}}. \quad (7.22)$$

- при виконанні роботи:

$$\xi_N = \text{_____}$$

- на поворотах

$$\xi_N = \text{_____}$$

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

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора _____, робочої машини _____, який виконує технологічну операцію на _____ передачі, $V_p = \text{_____}$ (рух на підйом).

2.1.В Обґрунтувати режим роботи самохідного комбайну

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного комбайну [6, табл. VIII.5].

Марка самохідного комбайну _____ (параметри занести в табл. 7.7)

Таблиця 7.7 – Технічні характеристики і енергетичні параметри комбайну [6, табл. VIII.5]

Марка	Маса $M_{с.к}$, кг	Ширина захвату $B_{с.к}$, м ($m \times$ $n_{ряд}$)	Ефективна номінальна потужність двигуна комбайну $N_{ен}$, кВт	Приведена потужність, яка необхідна для обробітку одного рядка, N_p , кВт/ряд	Об'єм бункера комбайну $U_б$, м ³
1	2	3	4	5	6

2.2.В Розрахувати максимальну технічно – можливу швидкість руху агрегату обумовлену потужністю двигуна, км/год (для умов підйом):

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{ен} - N_p n_{ряд}) \eta_{тр.к}}{G_{е.а} (f_{с.к} + \sin \alpha)}, \quad (7.23)$$

де $N_{ен}$ – ефективна номінальна потужність двигуна комбайну, кВт; (табл. 7.7);

N_p – приведена потужність, яка необхідна на привід механізмів для обробітку одного рядка, кВт/ряд; (табл. 7.7);

$n_{ряд}$ – кількість рядків; (табл. 7.7);

$\eta_{тр.к}$ – ККД трансмісії комбайну; ($\eta_{тр.к} = 0,8$ для КС-6; $\eta_{тр.к} = 0,95$ для РКС-6) [3];

$f_{с.к}$ – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного комбайну [6, табл. D.11];

$G_{е.а}$ – експлуатаційна вага самохідного комбайнового агрегату, кН.

Експлуатаційна вага ($G_{е.а}$) самохідного комбайнового агрегату визначається з урахуванням повністю завантаженого бункера комбайну, кН:

$$G_{е.а} = G_{с.к} + U_б \rho_{кп} \psi_б g, \quad (7.24)$$

де $U_б$ – об'єм бункера для коренеплодів, м³ (табл. 7.7)

$\rho_{кп}$ – об'ємна маса коренеплодів, 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, ($\psi_б = 0,8$); [3];

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

$$G_{с.к} = 10^{-3} M_{с.к} g, \quad (7.25)$$

де $M_{с.к}$ – маса самохідного комбайну, кг (табл. 8.7):

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

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

$$V_{pN} = \underline{\hspace{10em}}$$

2.3.В Обґрунтування вибору швидкості руху.

Розрахована швидкість повинна знаходитись в інтервалі агротехнічно – допустимих швидкостей (V_{lim}) [6, табл. D.4].

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

2.4.1.В Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання роботи (*викопування, очищення і завантаження коренеплодів в причепи транспортних засобів*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{G_{е.а}(f_{с.к} + \sin\alpha)}{\eta_{тр.к}} + N_p n_p, \quad (7.26)$$

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

2.4.2.В Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями самохідного агрегату в процесі виконання поворотів, приймаючи до уваги що $\alpha^0 = 0$, робочі органи працюють в режимі холостого ходу ($N_y = 0$), а швидкість на поворотах ($V_{п}$) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

$$N_{\phi}^п = \frac{V_{п}}{3,6} \cdot \frac{G_{е.а} f_{с.к}}{\eta_{тр.к}}, \quad (7.27)$$

$$N_{\phi}^{\Pi} =$$

2.5.В Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (виконання технологічної операції – N_{ϕ}^{Π} та повороти – N_{ϕ}^{Π}):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}, \quad (7.28)$$

$$\xi_N = \text{—————}$$

$$\xi_N = \text{—————}$$

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

В результаті розрахунків обґрунтовано швидкісний режим роботи самохідного агрегату для заданих умов виконання технологічної операції: комбайн _____, із шириною захвату $B_k =$ _____, який виконує технологічну операцію на швидкості $V_p =$ _____.

3 Підготовка агрегату до роботи.

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1].

4 Підготовка поля до роботи.

4.1 Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, міжзагінні проїзди, транспортні магістралі для завантаження транспортних засобів і їх заміни.

Підготовка поля до масового збирання цукрових буряків комбайнами полягає у першочерговому викопуванні коренеплодів на поворотних смугах і транспортних магістралях. Схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, які засіяно 12-ти рядковими сівалками, представлена на [6, рис. VIII.1], схема розбивки поля на загінки при збиранні цукрового буряку, які засіяно 18-ти рядковими сівалками, представлена на [6, рис. VIII.2].

4.2 Вибрати спосіб руху:

Рисунок 7.1 – _____

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

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону (L_p , м) за допомогою схеми [6, рис. VIII.1; рис. VIII.3] і залежності:

$$L_p = L - 2E_p, \quad (7.29)$$

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

E – ширина поворотної смуги, м.

4.3.2 Ширину поворотних смуг приймають рівною чотирьом проходкам 12-ти рядкової сівалки ($E = 21,6$ м), або приблизно восьми проходкам 6-ти рядкового коренезбирального агрегату:

$$E \approx 8B, \quad (7.30)$$

де B – ширина захвату, м:

$$B = m \cdot n_{\text{ряд}}, \quad (7.31)$$

де m – ширина міжряддя, м; (табл. 7.3; 7.6; 7,7);

$n_{\text{ряд}}$ – кількість рядків, які обробляє агрегат; (табл. 7.3; 7.6; 7.7).

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

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

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

4.3.3 Розбивка поля на загінки.

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

– при виконанні технологічної операції на загінці гоновим способом руху по годинниковій стрілці з безпетльовими поворотами, або безпетльовим комбінованим способом руху *на чотирьох ділянках однієї загінки*:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 5,14r_{\Pi} + 2e + \frac{3L_p C}{4r_{\Pi}}} \quad (7.32)$$

де r_{Π} – радіус повороту агрегату, м (для розрахунків приймаємо $r_{\Pi} \approx B_a$);

e – довжина виїзду агрегату, м:

$$e = \alpha_e \cdot l_a, \quad (7.33)$$

де α_e – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих механізмів з енергетичною машиною:

– для причіпних агрегатів $\alpha_e = 0,5 \dots 0,75$;

– з передньою начіпкою $\alpha_e = 0,1 \dots 0,2$;

l_a – кінематична довжина агрегату, м:

– причіпного $l_a = l_{тр} + l_m,$ (7.34)

– самохідного $l_a = l_{са},$ (7.35)

де $l_{тр}, l_m, l_{са}$ – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], причіпної (начіпної) машини [6, табл. VIII.1 – VIII.3], самохідного агрегату [6, табл. VIII.4], м.

C – ширина загінки, м: – 12-ти рядні сівалки $C = 8B_c = 8 \cdot 5,4 = 43,2$ м;

– 18-ти рядні сівалки $C = 6B_c = 6 \cdot 8,1 = 48,6$ м.

– причіпного $l_a =$ _____

– самохідного $l_a =$ _____

$e =$ _____

$\varphi =$ _____

5 Обґрунтувати параметри режиму робочої зміни агрегату і технологічного циклу збирання цукрових буряків

5.А Розрахувати параметри режиму робочої зміни при збиранні цукрового буряку **агрегатом із причіпною тягово-привідною машиною** (скошування гички, викопування і очищення коренеплодів з подальшим формуванням кагат).

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (7.36)$$

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

T_p – час чистої роботи на протязі зміни, год;

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

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

$T_{оп}$ – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год $T_{оп} = (0,07)T_{зм}$;

Сума $(T_p + T_x)$ являє собою час руху при виконанні роботи ($T_{рухх}$), а сума $(T_T + T_{оп})$ – час регламентованих зупинок ($T_{зупп}$), тобто непродуктивні витрати часу.

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

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

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (7.37)$$

знаходимо залежності по визначенню T_p і T_x .

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

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}) \quad (7.38)$$

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

$$T_x = \frac{T_p (1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} \quad (7.39)$$

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

при $V_p = V_{п}$
маємо $\tau_{рух} = \varphi, \quad (7.40)$

а при $V_p \neq V_{п}$
маємо $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (7.41)$

де – $k = \frac{V_{п}}{V_p} \quad (7.42)$

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

$$k = \frac{V_{п}}{V_p}$$

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}}$$

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

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

5.3.А Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (7.43)$$

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

5.Б Розрахувати параметри технологічного циклу збирання цукрових буряків самохідним комбайновим агрегатом (викопування, очищення і завантаження коренеплодів в причепи транспортних засобів).

Складові часу технологічного циклу робіт по збиранню цукрових буряків, год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц}, \quad (7.44)$$

де $t_{рц}$ – тривалість основної роботи за один цикл, год (*заповнення транспортного причепа викопаними коренеплодами*);

$t_{хц}$ – тривалість холостих поворотів в циклі, год;

$t_{тц}$ – тривалість технологічного обслуговування в одному циклі робіт, год.

5.1.Б Розрахувати час заповнення транспортного причепа коренеплодами, год:

$$t_{рц} = \frac{l_{пр}}{10^3 V_p}, \quad (7.45)$$

де $l_{пр}$ – довжина шляху для заповнення транспортного причепа коренеплодами, м:

$$l_{пр} = \frac{10^4 U_{пр} \rho_{кп} \psi_{пр}}{H_{кп} B}, \quad (7.46)$$

де $U_{\text{пр}}$ – об’єм транспортного причепа, м³ [6, табл. XII.1 – XII.2];
 $\rho_{\text{кп}}$ – об’ємна маса коренеплодів, т/м³ [6, табл. D.17];
 $\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт використання об’єму транспортного причепа,
 $(\psi_{\text{пр}} = 0,8)$ [3];
 $H_{\text{кп}}$ – урожайність коренеплодів, т/га.

$$l_{\text{пр}} = \frac{\psi_{\text{пр}} \cdot H_{\text{кп}} \cdot U_{\text{пр}}}{\rho_{\text{кп}}}$$

$$t_{\text{рц}} = \frac{l_{\text{пр}}}{v_{\text{рц}}}$$

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

5.2.Б Розрахувати час на холості повороти агрегату в межах одного циклу збиральних робіт, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}}, \quad (7.47)$$

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

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

при $V_{\text{р}} = V_{\text{п}}$ маємо $\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (7.48)$

а при $V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}}$ маємо $\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k - 1)\varphi + 1}, \quad (7.49)$

де – $k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}}, \quad (7.50)$

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

$$k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}}$$

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

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

5.3.Б Розрахувати час технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по збиранню цукрових буряків, год:

– копачем-навантажувачем:

$$t_{\text{ТЦ}} = t_{\text{ЗТ}}, \quad (7.51)$$

– бурякозбиральним комбайном:

$$t_{\text{ТЦ}} = t_{\text{ВБ}} + t_{\text{ЗТ}}, \quad (7.52)$$

де $t_{\text{ВБ}}$ – тривалість одного вивантаження коренеплодів із бункера комбайна, год (для розрахунку приймаємо $t_{\text{ВБ}} = 0,03 \dots 0,05$);

$t_{\text{ЗТ}}$ – тривалість заміни одного транспортного засобу із причепом, год (для розрахунку приймаємо $t_{\text{ЗТ}} = 0,02 \dots 0,03$ год).

– копачем-навантажувачем $t_{\text{ТЦ}} = \underline{\hspace{2cm}}$

– бурякозбиральним комбайном $t_{\text{ТЦ}} = \underline{\hspace{2cm}}$

5.В Розрахувати параметри режиму робочої зміни агрегату для збирання цукрових буряків **самохідним комбайновим агрегатом** (викопування, очищення і завантаження коренеплодів в причепи транспортних засобів).

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{ЗМ}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (7.53)$$

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

$T_{\text{р}}$ – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_{\text{х}}$ – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

$T_{\text{т}}$ – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год;

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

$$T_{\text{оп}} = (0,07)T_{\text{ЗМ}};$$

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

$$T_{\text{р}} = t_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (7.54)$$

$$T_{\text{р}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$T_{\text{х}} = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}} \quad (7.55)$$

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

5.3.В Розрахувати час на технологічне обслуговування (T_T) агрегату при збиранні цукрових буряків, год:

$$T_T = T_{TЦ} + T_{T.ПЦ}, \quad (7.56)$$

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

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

$$T_{T.ПЦ} = (0,04) \cdot T_{ЗМ}, \quad (7.57)$$

$T_{TЦ}$ – час на циклове технологічне обслуговування агрегату на протязі зміни, год (заміна транспортного засобу із причепом):

$$T_{TЦ} = t_{TЦ} \cdot n_{Ц}, \quad (7.58)$$

$$T_{TЦ} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$n_{Ц} = \frac{T_{ЗМ} - (T_{T.ПЗ} + T_{ОП})}{t_{Ц}} \quad (7.59)$$

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

$$n_{Ц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.4.В Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau_{ЗМ} = \frac{T_p}{T_{ЗМ}}. \quad (7.60)$$

$$\tau_{ЗМ} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на збиранні коренеплодів цукрових буряків:

– за годину змінного часу, га/год $W_{Г.КП} = 0,1BV_p\tau_{ЗМ}$ (7.61)

– за зміну, га $W_{ЗМ} = W_{Г.КП} T_{ЗМ}$ (7.62)

$$W_{Г.З} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

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

– тягово-привідного агрегату:

$$q_{га} = \frac{G_{Тр}T_p + G_{Тх}T_x + G_{Тз}T_{зуп}}{T_{ЗМ}W_{Г.КП}} \quad (7.63)$$

де $G_{Тр}$, $G_{Тх}$, $G_{Тз}$ – витрати пального трактором, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках, кг/год [6, табл. D.18];

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

$$T_{зуп} = T_T + T_{оп}, \quad (7.64)$$

$$T_{зуп} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$q_{га} = \underline{\hspace{10em}}$$

– самохідного агрегату:

$$q_{га} = \frac{10^{-3}N_{ен}g_{ен}}{W_{Г.КП}} \quad (7.65)$$

де $g_{ен}$ – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год [6, табл. VIII.4].

$$q_{га} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

$$Z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.кп}}}, \quad (7.66)$$

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

$$Z_{\text{п}} = \frac{\quad}{\quad}$$

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

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (7.67)$$

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

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

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

8 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу

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

$$W_{\text{г.кп}} n_{\text{а.кп}} = \frac{W_{\text{г.тз}} n_{\text{тз}}}{H_{\text{кп}}}, \quad (7.68)$$

де $W_{\text{г.кп}}$ – продуктивність агрегатів на збиранні цукрових буряків, га/год;
 $n_{\text{а.кп}}$ – кількість агрегатів для збирання коренеплодів цукрових буряків, шт. (для розрахунків приймаємо $n_{\text{а.кп}} = 1$ шт);

$W_{\text{г.тз}}$ – продуктивність транспортних засобів для відвезення коренеплодів, т/год;

$n_{\text{тз}}$ – кількість транспортних засобів для відвезення коренеплодів, шт;

$H_{\text{кп}}$ – урожайність коренеплодів, т/га

8.1 Розрахувати продуктивність ($W_{г.тз}$) транспортного засобу для відвезення коренеплодів, т/год:

$$W_{г.тз} = \frac{M_B}{t_{об.тз}}, \quad (7.69)$$

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

$$W_{г.тз} = \text{—————}$$

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

$$M_B = U_K \rho_{кп} \psi_K, \quad (7.70)$$

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

$$M_B = \text{—————}$$

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

$$t_{об.тз} = t_{зав} + \frac{S_{кп}}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_{кп}}{V_{рх}}, \quad (7.71)$$

де $S_{кп}$ – відстань перевезення зібраної маси коренеплодів, км (із вихідних даних);

$V_{рв}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рв} = 20$ км/год);

$V_{рх}$ – швидкість руху транспортного засобу по польовим дорогам без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти $V_{рх} = 30$ км/год);

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

$t_{зав}$ – час завантаження транспортного засобу масою зібраних коренеплодів, год:

– копачем-навантажувачем ($t_{зав} = t_{рц}$);

– бурякозбиральним комбайном (при $U_6 \geq U_k$ маємо $t_{зав} = t_{в6}$; при $U_6 < U_k$ маємо $t_{зав} = t_{рц} + t_{в6}$).

$$t_{об.тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} \cdot H_{кп} \cdot n_{а.кп} \cdot n_{тз}$$

8.2 Розрахувати кількість ($n_{тз}$) транспортних засобів для відвезення зібраної маси коренеплодів:

$$n_{тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} \cdot H_{кп} \cdot n_{а.кп} \cdot n_{тз} \quad (7.72)$$

$$n_{тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} \cdot H_{кп} \cdot n_{а.кп} \cdot n_{тз}$$

Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ($\eta_p = \underline{\hspace{2cm}}$; $\xi_N = \underline{\hspace{2cm}}$);

б) – оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ($\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$);

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню цукрових буряків культур ($t_{ц} = \underline{\hspace{2cm}}$, $n_{ц} = \underline{\hspace{2cm}}$);

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою ($\tau_{рух} = \underline{\hspace{2cm}}$, $\tau_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$) повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи;

г) – розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ($W_r = \underline{\hspace{2cm}}$, га/год);

– за зміну ($W_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$, га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ($q_{га} = \underline{\hspace{2cm}}$, кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ($Z_{п} = \underline{\hspace{2cm}}$, люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ($A_{п} = \underline{\hspace{2cm}}$, Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання цукрових буряків.

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 № 6</i> <i>«Технологія та організація збирання кукурудзи на зерно»</i>	3
<i>Практична робота № 7</i> <i>«Технологія та організація збирання цукрових буряків»</i>	25
<i>Довідкова література</i>	51

Навчальне видання

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

Методичні вказівки № 3
до виконання практичних робіт
студентами першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти, денної (заочної) форми навчання ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 Агроінженерія

Укладачі:

АРТЬОМОВ Микола Прокопович
МЕЛЬНИК Віктор Іванович
АНІКЄЄВ Олександр Іванович
СИРОВИЦЬКИЙ Кирило Геннадійович
ЧИГРИНА Світлана Андріївна
РОМАНАШЕНКО Олександр Анатолійович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 3,08. Наклад 200 пр.

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