

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
**Кафедра агроінжинірингу**

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

**Методичні вказівки щодо виконання**  
**лабораторно-практичних занять № 2**

**для здобувачів 4 (3 с.т.) курсу освітньої програми «Агроінженерія»**  
**денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти**  
**«бакалавр»**

**СУМИ - 2026**

**УДК 631.3.62-5**  
**Е 45**

**Укладач: Сировицький К.Г., старший викладач кафедри агроінжинірингу**

**Сировицький К.Г.**

**Е 45 Експлуатація машин і обладнання:** методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять № 2 для здобувачів 4 (3 с.т.) курсу освітньої програми «Агроінженерія» денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти «бакалавр»/ Сировицький К.Г. - Суми, 2026. – 196 с.

Складено у відповідності з програмою дисципліни «Експлуатація машин і обладнання» для виконання завдань з організації технологічних процесів, оволодіння методами і методиками розрахунку експлуатаційних показників роботи агрегатів, які вибрано для заданих умов, з визначенням основних експлуатаційних показників.

**Рецензенти:**

**Харченко С.О.** – д. т.н., доцент кафедри агроінжинірингу Сумського НАУ;  
**Думанчук М.Ю.**, к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу та галузевого машинобудування Сумського НАУ

**Відповідальний за випуск:**

**Шуляк М.Л.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету.

Протокол № 5 від 12.03.2026 року

© К.Г.Сировицький  
© Сумський національний  
аграрний університет, 2026

## Зміст

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Лабораторно-практична робота № 1</i><br><b>«Вибір раціонального складу агрегату»</b> .....                                                                    | 4   |
| <i>Лабораторно-практична робота № 2</i><br><b>«Технологія та організація виконання поверхневого обробітку ґрунту»</b> .....                                      | 15  |
| <i>Лабораторно-практична робота № 3</i><br><b>«Технологія та організація виконання оранки»</b> .....                                                             | 35  |
| <i>Лабораторно-практична робота № 4</i><br><b>«Організація виконання сівби (садіння) сільськогосподарських культур»</b> .....                                    | 53  |
| <i>Лабораторно-практична робота № 5</i><br><b>«Технологія та організація збирання зернових, зернобобових, соняшнику, ріпаку»</b> .....                           | 74  |
| <i>Лабораторно-практична робота № 6</i><br><b>«Технологія та організація збирання кукурудзи на зерно»</b> .....                                                  | 91  |
| <i>Лабораторно-практична робота № 7</i><br><b>«Технологія та організація збирання цукрових буряків»</b> .....                                                    | 113 |
| <i>Лабораторно-практична робота № 8</i><br><b>«Технологія та організація обприскування с.г. культур»</b> .....                                                   | 139 |
| <i>Лабораторно-практична робота № 9</i><br><b>«Технологія та організація внесення добрив кузовними розкидачами»</b> ...                                          | 159 |
| <i>Лабораторно-практична робота № 10</i><br><b>«Організація внесення твердих органічних добрив із куп валкувачами-розкидачами по двофазній технології»</b> ..... | 178 |
| <i>Довідкова література</i> .....                                                                                                                                | 194 |

## Лабораторно-практична робота № 1 «Вибір раціонального складу агрегату»

Вихідні дані:

Технологічна операція \_\_\_\_\_

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

*Послідовність виконання завдання*

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

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

Склад агрегатів вибираємо із таблиць, представлених в кожному розділі збірника методик [6]. Сільськогосподарські машини (начіпні, причіпні, тягово-привідні, самохідні) вибираємо із відповідних розділів [6, II...XI], а трактори із розділу [6, I]. Технічні характеристики, вибраних для порівняння агрегатів, заносимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики агрегатів

| Агрегат<br>(варіанти складу) | Номінальна<br>ефективна<br>потужність<br>двигуна, кВт | Маса технічного<br>засобу, кг |              |                         | Продуктивність за<br>годину основного<br>часу, га/год | Питомі витрати<br>пального, г/кВт год |
|------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                              |                                                       | Трактора                      | с – г машини | самохідного<br>агрегату |                                                       |                                       |
| 1                            | 2                                                     | 3                             | 4            | 5                       | 6                                                     | 7                                     |
| 1.                           |                                                       |                               |              |                         |                                                       |                                       |
| 2.                           |                                                       |                               |              |                         |                                                       |                                       |
| 3.                           |                                                       |                               |              |                         |                                                       |                                       |

Для порівняння параметрів приведених агрегатів необхідно розрахувати значення критеріїв:

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

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

де  $W_0$  – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);  
 $\tau_{зм}$  – коефіцієнт використання часу зміни [6, табл. D.1].  $\tau_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

$W_{\Gamma} = \underline{\hspace{10cm}}$

$W_{\Gamma} = \underline{\hspace{10cm}}$

$W_{\Gamma} = \underline{\hspace{10cm}}$

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

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

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

$q_{га} = \underline{\hspace{10cm}}$

$q_{га} = \underline{\hspace{10cm}}$

$q_{га} = \underline{\hspace{10cm}}$

3 Затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{нп} = \alpha_{п} q_{га} + \sum_{i=1}^m \alpha_{мі} q_{мі} + \frac{\alpha_{тр} \cdot M_{тр} + \sum_{i=1}^n \alpha_{рмі} \cdot M_{рмі} + \sum_{i=1}^k \alpha_{дмі} \cdot M_{дмі} + \sum_{i=1}^j \alpha_{ппі} \cdot n_{мех}}{W_{\Gamma}}, \quad (1.3)$$

де  $\alpha_{п}$  – енергетичні еквіваленти витраченого пального, МДж/кг [6, табл. D.2];

$q_{га}$  – витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га;

$\alpha_{мі}$  – енергетичні еквіваленти витрачених технологічних матеріалів, МДж/кг (для мінеральних добрив в кілограмах діючої речовини, МДж/кг д.р.) [6, табл. D.2];

$q_{mi}$  – витрати технологічних матеріалів на одиницю обсягу роботи, кг/га;  
 $\alpha_{тр}$ ,  $\alpha_{рм}$ ,  $\alpha_{дм}$  – енергетичні еквіваленти години роботи, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин (причепів, зчіпки), чи самохідного агрегату на 1 кг маси, МДж/кг·год [6, табл. D.3];

$M_{тр}$ ,  $M_{рм}$ ,  $M_{дм}$  – маса, відповідно, трактора, робочих машин, додаткових машин, чи самохідного агрегату, кг (табл.1.1);

$\alpha_{пп}$  – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/люд·год [6, табл. D.3];

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

$$E_{нп} =$$

$$E_{нп} =$$

$$E_{нп} =$$

*4 Собівартість години роботи машинного агрегату, грн/год:*

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

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн/год;

$K_p$  – витрати на погашення кредиту, грн/год;

$Z_6$  – витрати на зберігання машинного агрегату, грн/год;

$П$  – податок на технічні енергетичні засоби, грн/год;

$C_T$  – страхові внески, грн/год;

$Z_{оп}$  – витрати на оплату праці персоналу, грн/год;

$B_{п}$  – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год;

$B_{м}$  – вартість технологічних матеріалів, грн/год;

$B_{то}$  – вартість технічного обслуговування, грн/год.

$$C_B = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$C_B = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$C_B = \underline{\hspace{15cm}}$$

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

$$A = \frac{(\Pi_n - \Pi_k)}{T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.5)$$

де  $\Pi_n$  – вартість нового технічного засобу, грн:

$T_{в.тз}$  – строк використання технічного засобу, роки (Примітки до [6, табл. D.20];

$T_{з.тз}$  – орієнтовна зайнятість технічного засобу на протязі року, год [6, табл. D.20].

$\Pi_k$  – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн:

Таблиця 2 – Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин

|                  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|
| Марка трактору   |  |  |  |
| Вартість, грн    |  |  |  |
| Марка с-г машини |  |  |  |
| Вартість, грн    |  |  |  |

$$\Pi_n = B_v \cdot k_{бв}, \quad (1.6)$$

де  $B_v$  – балансова вартість технічного засобу, грн. Трактори із [6, табл. I.1] ; робочі машини – [6, табл. II.1 – II.11 ... табл. XI.1];

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

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

де  $K_{пп}$  – курс валюти попередній (на час формування збірника методик [6] -  $K_{пп} = 8$ );

$K_{пт}$  – курс валюти поточний;

Трактору

С.г. машини

$\Pi_{n1} =$  \_\_\_\_\_  $\Pi_{n1} =$  \_\_\_\_\_

$\Pi_{n2} =$  \_\_\_\_\_  $\Pi_{n2} =$  \_\_\_\_\_

$\Pi_{n3} =$  \_\_\_\_\_  $\Pi_{n3} =$  \_\_\_\_\_

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

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

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

| Трактору                 | С.г. машини              |
|--------------------------|--------------------------|
| $\Pi_{\kappa 1} =$ _____ | $\Pi_{\kappa 1} =$ _____ |
| $\Pi_{\kappa 2} =$ _____ | $\Pi_{\kappa 2} =$ _____ |
| $\Pi_{\kappa 3} =$ _____ | $\Pi_{\kappa 3} =$ _____ |

Амортизаційні відрахування по агрегату, грн/год:

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

$$A_{\text{мп1}} = \text{_____} \quad A_{\text{рм1}} = \text{_____} \quad A_{\text{агр1}} = \text{_____}$$

$$A_{\text{мп2}} = \text{_____} \quad A_{\text{рм2}} = \text{_____} \quad A_{\text{агр2}} = \text{_____}$$

$$A_{\text{мп3}} = \text{_____} \quad A_{\text{рм3}} = \text{_____} \quad A_{\text{агр3}} = \text{_____}$$

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

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

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

Витрати на погашення кредиту по агрегату, грн/год:

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

$$K_{p.mp1} = \text{_____} \quad K_{p.pм1} = \text{_____} \quad K_{p.азp1} = \text{_____}$$

$$K_{p.mp2} = \text{_____} \quad K_{p.pм2} = \text{_____} \quad K_{p.азp2} = \text{_____}$$

$$K_{p.mp3} = \text{_____} \quad K_{p.pм3} = \text{_____} \quad K_{p.азp3} = \text{_____}$$

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

$$Зб = \frac{(\text{Ц}_н - \text{Ц}_к) \cdot a_{Зб}}{T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.12)$$

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

Витрати на зберігання агрегату, грн/год:

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

$$Зб_{.mp1} = \text{_____} \quad Зб_{.pм1} = \text{_____} \quad Зб_{.азp1} = \text{_____}$$

$$Зб_{.mp2} = \text{_____} \quad Зб_{.pм2} = \text{_____} \quad Зб_{.азp2} = \text{_____}$$

$$Зб_{.mp3} = \text{_____} \quad Зб_{.pм3} = \text{_____} \quad Зб_{.азp3} = \text{_____}$$

4.4 Податок на технічні засоби, грн/год:

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

де  $\Pi_p$  – річний податок, грн (трактори класу 5 т – 260 грн; 3 т – 200 грн; 1,4 т – 120 грн), (комбайни – 300 грн, причіпні с.г. машини – 110 грн, начіпні с.г. машини – 90 грн).

$\Pi_{mp1} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Pi_{pm1} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Pi_{azp1} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\Pi_{mp2} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Pi_{pm2} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Pi_{azp2} = \underline{\hspace{2cm}}$

$\Pi_{mp3} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Pi_{pm3} = \underline{\hspace{2cm}} \quad \Pi_{azp3} = \underline{\hspace{2cm}}$

4.5 Витрати на оплату праці персоналу, грн/год:

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

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

4.6 Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/год:

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

де  $C_{п}$  – ціна пального, грн/л (із прейскурантів);

$\gamma_{п}$  – питомий об'єм пального, л/кг (для дизельного  $\gamma_{п} = 1,2$ )

$B_{n1} = \underline{\hspace{2cm}}$

$B_{n2} = \underline{\hspace{2cm}}$

$B_{n3} = \underline{\hspace{2cm}}$

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

$$B_{ТО} = \frac{10^{-2}(C_{н} - C_{к}) \cdot a_{ТО}}{2 \cdot T_{в.тз} \cdot T_{з.тз}}, \quad (1.17)$$

де  $a_{ТО}$  – норма річних відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування (у відсотках до балансової вартості) тракторів [6, табл. І.1] с.г. машин [6, табл. D.20].

Вартість технічного обслуговування агрегату, грн/год:

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

$$B_{mo.mp1} = \text{_____} \quad B_{mo.pm1} = \text{_____} \quad B_{mo.agp1} = \text{_____}$$

$$B_{mo.mp2} = \text{_____} \quad B_{mo.pm2} = \text{_____} \quad B_{mo.agp2} = \text{_____}$$

$$B_{mo.mp3} = \text{_____} \quad B_{mo.pm3} = \text{_____} \quad B_{mo.agp3} = \text{_____}$$

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

5 *Визначення домінуючого варіанту складу агрегату по методу Найменшої відстані до цілі*

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

Таблиця 1.2 – Формування множини Парето по розрахованим критеріям

| Варіанти | $W_{гj}$ , га/год | $q_{гаj}$ , кг/га | $E_{нпj}$ ,<br>МДж/га | $C_{вj}$ , грн/год |
|----------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| 1        | 2                 | 3                 | 4                     | 5                  |
| 1        |                   |                   |                       |                    |
| 2        |                   |                   |                       |                    |
| 3        |                   |                   |                       |                    |

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

Таблиця 1.3 – Узгодження чисельних значень розрахованих критеріїв  $j$  – го варіанту

| Варіанти | $1/W_{гj}$ | $q_{гаj}$ , кг/га | $E_{нпj}$ ,<br>МДж/га | $C_{вj}$ ,<br>грн/год | $P_j$ |
|----------|------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| 1        | 2          | 3                 | 4                     | 5                     | 6     |
| 1        |            |                   |                       |                       |       |
| 2        |            |                   |                       |                       |       |
| 3        |            |                   |                       |                       |       |

Для наочності процесу порівняння критеріїв застосовуємо графічний метод. Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв [рис. 1.1]. Шкали будуємо таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка  $O$ ). З'єднуючи точки на шкалах для кожного варіанту, отримуємо багатокутники.

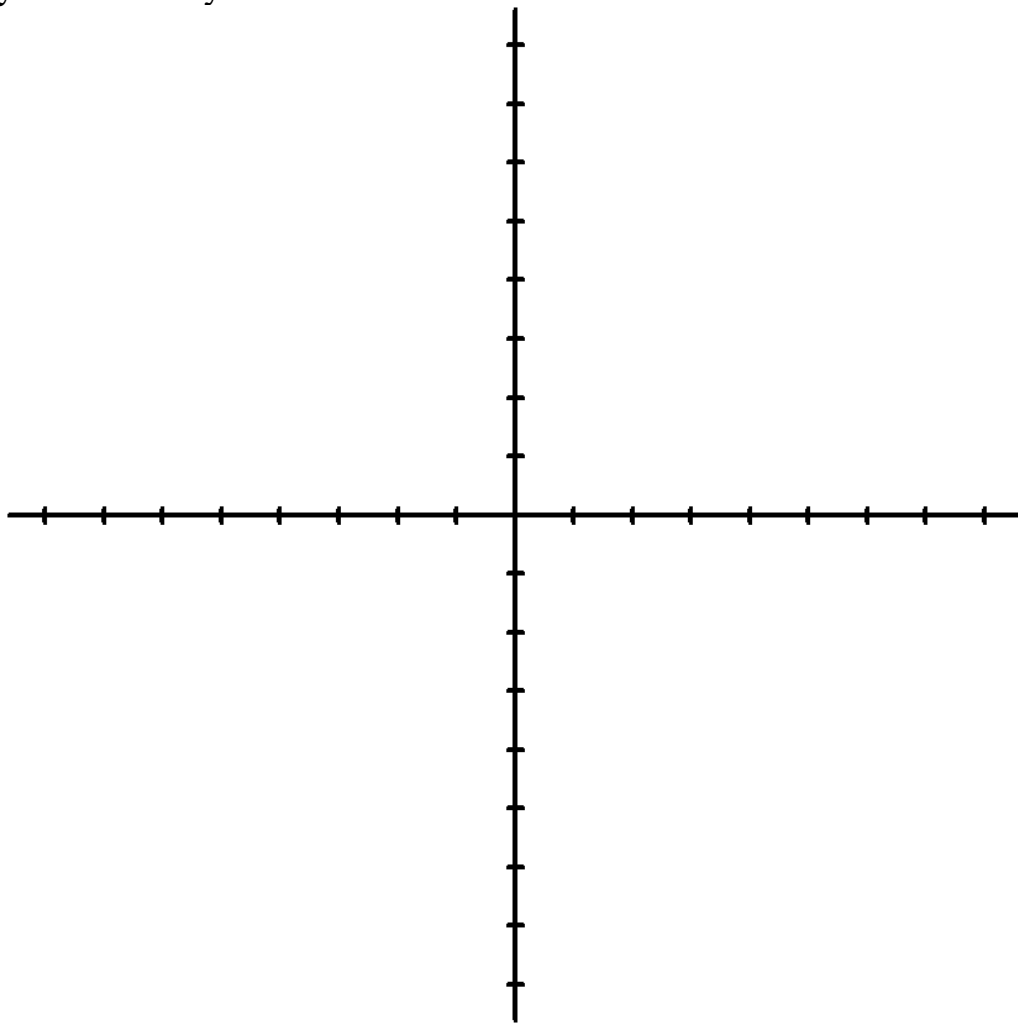


Рисунок 1.1 – Графічний метод вибору кращого агрегату по найменшій відстані до цілі

Розрахуємо значення площі багатокутників кожного  $j$  – го варіанту:

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

$P_1 =$  \_\_\_\_\_.

$P_2 =$  \_\_\_\_\_.

$P_3 =$  \_\_\_\_\_.

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

*6 Визначення ідеалізованого варіанту складу агрегату по методу найменшої відстані до цілі*

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

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

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту  $P_0$  по формулі (1.19) і заносимо значення площі в табл. 1.4.

$P_0 =$  \_\_\_\_\_

Розраховуємо узагальнений критерій відстані до цілі ( $\mu$ ) для кожного  $j$  – го варіанту:

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0}. \quad (1.20)$$

$\mu_1 =$  \_\_\_\_\_  $\mu_2 =$  \_\_\_\_\_  $\mu_3 =$  \_\_\_\_\_

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

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

| Варіанти | $1/W_{гj}$ | $q_{гаj}$ ,<br>кг/га | $E_{нпj}$ ,<br>МДж/га | $C_{вj}$ ,<br>грн/год | $P_j$ | $\mu_j$ |
|----------|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|---------|
| 1        | 2          | 3                    | 4                     | 5                     | 6     | 7       |
| 1        |            |                      |                       |                       |       |         |
| 2        |            |                      |                       |                       |       |         |
| 3        |            |                      |                       |                       |       |         |
| «Ідеал»  |            |                      |                       |                       |       |         |

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів агрегатів з ідеальним значенням  $\mu_0$  знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі (найменше значення  $\mu_j$ ).

### **Висновки**

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

За результатами багатокритеріального аналізу кращий агрегат для заданих умов роботи має такий склад:\_\_\_\_\_.

## *Лабораторно-практична робота № 2*

*Вихідні дані:*

Вид обробітку (підкреслити або дописати) (суцільна культивуція, прикочування, боронування зубовими боронами, \_\_\_\_\_)

Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти  
землекористування реального господарства) \_\_\_\_\_

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

Агрофон поля (поле підготоване під сівбу, стерня і т.ін.)

Рельеф поля, град ( $\alpha^0$ ) \_\_\_\_\_

### Послідовність виконання завдання

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

[illegible]

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. II.1 – II.11] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегатує.

Марка робочої машини: основної \_\_\_\_\_  
(параметри занести в табл. 2.1);

додаткової 1 \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 2.1);

додаткової 2 \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 2.1);

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини [6, табл. II.1 – II.11]

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

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

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики трактора [6, табл. I.1]

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

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

2.2 Із збірника методик [6] вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри трактора:

- 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. 2.1;

- вибрати питомий тяговий опір ( $k_o$ , кН/м) [6, табл. D.5] робочих органів с.-г. машин (при швидкості  $V_{lim} = 5$  км/год) у відповідності із їх призначенням і занести в табл. 2.1;

- із тягової характеристики [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. 2.3.

Таблиця 2.3 – Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

| передача<br>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 в табл. 2.2.

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

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

де  $\Delta C_M$  – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % [6, табл. D.8] (у випадку застосування комбінованих агрегатів розрахунки виконуються для всіх типів робочих органів машин)

$$k_{V1} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$k_{V2} = \underline{\hspace{10cm}}$$

2.4 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату із причіпними машинами.

2.4.1 Розрахувати максимальну ширину захвату агрегату із причіпними машинами:

– з однотипними робочими органами:

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

$$B_{max} = \underline{\hspace{10cm}}$$

– з комбінованими робочими органами:

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

$$B_{max} = \underline{\hspace{10cm}}$$

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

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

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

де  $M_{\text{тр}}$  – маса трактора, кг (табл. 2.2);

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

$\eta_{\text{РН}}$  – раціональне значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля для заданої технологічної операції [6, табл. D.9];

$q_{\text{зч}}$  – відношення ваги довільно вибраної зчіпки до її ширини захвату, кН/м, [6, табл. II.9];

$f_{\text{зч}}$  – коефіцієнт опору кочення опорних коліс зчіпки [6, табл. D.10];

$q_{\text{м}}$  – відношення ваги с.-г. машини до її конструкційної ширини захвату, кН/м:

$$q_{\text{м}} = \frac{G_{\text{м}}}{b_{\text{м}}}, \quad (2.5)$$

де  $b_{\text{м}}$  – конструкційна ширина захвату с.-г. машини, м (табл. 2.1);

$G_{\text{м}}$  – вага с.-г. машини, кН:

$$G_{\text{м}} = 10^{-3} M_{\text{м}} g, \quad (2.6)$$

де  $M_{\text{м}}$  – маса с.-г. машини, кг (табл. 2.1).

$$G_{\text{м}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$q_{\text{м}} = \underline{\hspace{5cm}}$$

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

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

$$n_{\text{м}} = \frac{B_{\text{max}}}{b_{\text{м}}}, \quad (2.7)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{\text{м}} = \underline{\hspace{5cm}}$$

#### 2.4.3 Обґрунтувати необхідність використання зчіпки:

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

$$\Phi_{зч} = b_m(n_m - 1), \quad (2.8)$$

$$\Phi_{зч} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зчіпки

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

#### 2.5 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату:

– з причіпними машинами:

$$R_a = (k_v b_m \pm G_m \sin \alpha) n_m + G_{зч} (f_{зч} \pm \sin \alpha), \quad (2.9)$$

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

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

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

– з причіпною машиною і комбінованими робочими органами:

$$R_a = \sum k_{vi} b_m + G_m (f_m \pm \sin \alpha); \quad (2.11)$$

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

– з начіпною машиною:

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

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

– з начіпною машиною і комбінованими робочими органами:

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

$R_a =$  \_\_\_\_\_

– з причіпною тягово-привідною машиною:

$$R_a = [k_v b_m + G_m (f_m \pm \sin \alpha)] + P_{ВВП}, \quad (2.14)$$

$R_a =$  \_\_\_\_\_

– з начіпною тягово-привідною машиною:

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

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

$R_a =$  \_\_\_\_\_

де  $f_m$  – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.г.машини [6, табл. D.10];

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

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

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

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

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

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

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

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta_{\text{дв}} \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{б}}}$$

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

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

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

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{тн}} - G_{\text{тр}} \sin \alpha}$$

при русі на спуск:

$$\eta_p = \frac{R_a}{P_{\text{тн}} + G_{\text{тр}} \sin \alpha}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) 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 ( $V_{\text{lim}}$ ).

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

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

$$N_{\text{ф}}^p = \frac{P_{\text{руш}} V_p}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_{\text{б}}}, \quad (2.18)$$

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

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

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

$\eta_6$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.20)$$

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_6 = \underline{\hspace{10em}}$$

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

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

2.7.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушійними тракторами при поворотах агрегату, кВт:

$$N_{\phi}^n = \frac{P_{руш.н} V_{п}}{3,6 \eta_{тр} \eta_6}, \quad (2.21)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

при виконанні роботи:

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

на поворотах:

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

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

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора \_\_\_\_\_, с.-г. машин \_\_\_\_\_, кількість с.-г. машин  $n_m = \underline{\hspace{1cm}}$ , зчіпки \_\_\_\_\_, який виконує технологічну операцію на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$  км/год (рух на підйом) і на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$  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, розбити її на загони, позначити поворотні смуги і показати прийнятий спосіб руху агрегату, вибрати спосіб руху.

Рисунок 2.1 – \_\_\_\_\_ спосіб руху

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

4.2.1 Розрахувати довжину робочої частини гону ( $L_p$ , м). Вона визначається за допомогою схеми [6, рис. II.1] і залежності:

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

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

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

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

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

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

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

де  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м:

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

де  $\beta_b$  – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату [6, табл. D.12];

$B_a$  – конструкційна ширина захвату агрегату, м:

$$B_p = \frac{B_a}{n_{\phi e}} \quad (2.27)$$

$$B_a = n_m \cdot b_m.$$

$$B_a = \frac{B_p \cdot n_{\phi e}}{n_m}$$

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

$$n_{\phi e} \geq \frac{E_{min}}{B_p}, \quad (2.28)$$

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

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

де  $\lambda_e$  – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту в залежності від величини радіусу повороту ( $r_{\Pi}$ ) (числові значення коефіцієнту  $\lambda_e$  приведені в додатках на [6, рис. D.1 і в табл. D.13]);

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

$d_k$  – кінематична ширина агрегату, м;

$e$  – довжина виїзду агрегату, м.

$$E_{min} = \lambda_e r_{\Pi} + d_k + e$$

$$n_{\phi e} = \frac{E_{min}}{B_p}$$

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

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

де  $r_{\text{по}}$  – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту  $V_{\text{по}} = 5$  км/год [6, табл. D.15];

$\alpha_r$  – коефіцієнт збільшення радіусу ( $r_{\text{п}}$ ) при підвищенні швидкості повороту понад 5 км/год [6, табл. D.15].

$$r_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Кінематична ширина агрегату ( $d_{\text{к}}$ ), м:

$$d_{\text{к}} = v_e \cdot B_a, \quad (2.31)$$

де  $v_e$  – коефіцієнт, який характеризує симетричність агрегату:

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

$$d_{\text{к}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Довжина виїзду агрегату ( $e$ ), м:

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

де  $\alpha_e$  – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

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

$l_a$  – кінематична довжина агрегату, м:

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

де  $l_{\text{тр}}$ ,  $l_{\text{зч}}$ ,  $l_{\text{м}}$  – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], зчіпки [6, табл. II.11] с.-г. машин [6, табл. II.1 – II.10].

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

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

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

4.3 Оцінка досконалості вибраного способу руху і виду поворотів виконується при визначенні коефіцієнту використання довжини гону ( $\varphi$ ):

– при виконанні технологічної операції *гоновим човниковим* способом руху:

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

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

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

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

де  $\chi$  – довжина прямолінійної ділянки петлі повороту, м:

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

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

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

$$\chi = \frac{C_p - B_p}{2}$$

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

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

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

$$C_p = \frac{B_p}{n_{Cp}}$$

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

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

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

$$n_{c\phi} = \text{—————}$$

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

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

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

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

де  $V_T$  – теоретична швидкість руху, км/год:

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

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % (табл. D.7).

$$V_T = \text{—————}$$

$$W_o = \text{—————}$$

$$C_{\phi} = \text{—————}$$

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

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

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

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

Довжина холостого ходу при виконанні петльового грушовидного повороту, м:

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

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

$$L_x = \text{_____}$$

Для *діагонального* способу руху, який виконуються човником:

– кількість холостих петльових поворотів

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

– кількість робочих проходів

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

$$n_x = \text{_____}$$

$$n_p = \text{_____}$$

Для практичних розрахунків коефіцієнту використання довжини гону ( $\varphi$ ) можна користуватися такою залежністю:

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

де  $L$  – довжина поля (із вихідних даних), м;  
 $C$  – ширина загінки, м.

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

Для *діагонального* способу руху значення ширини загінки ( $C$ ) визначаємо за схемою [6, рис. II.2]:

– на полях із співвідношенням сторін  $C = (0,3 \dots 0,55)L$  технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати в один слід [6, рис. II.2а];

– на полях із співвідношенням сторін  $C = (0,55 \dots 0,75)L$  технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати діагонально-перехресним способом в два сліди [6, рис. II.2в];

– на полях із співвідношенням сторін  $C = (0,75 \dots 1,0)L$  (тобто, форма поля наближена до квадрату) технологічну операцію (боронування) рекомендується виконувати діагонально-перехресним способом в два сліди [6, рис. II.2б].

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

Час зміни складається із таких елементів:

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

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

$T_p$  – час чистої роботи на протязі зміни, год;

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

$T_t$  – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регулювальних параметрів і т.ін.)

$T_{оп} = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$ ;

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

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

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

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

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

знаходимо залежності по визначенню  $T_p$  і  $T_x$ .

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

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

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

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

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

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

а при  $V_p \neq V_{п}$  маємо  $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (2.52)$

де –  $k = \frac{V_{п}}{V_p} \quad (2.53)$

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

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

$$\tau_{\text{pyx}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

$$\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу, га/год:

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

– за зміну, га:

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

$$W_{\text{г.зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

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

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

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

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

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

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

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$З_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{т}}}, \quad (2.59)$$

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

$$З_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$$A_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

*Висновки*

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$ ;  $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$ );

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

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

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

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

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

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

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

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

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

**Лабораторно-практична робота № 3**  
**«Технологія та організація виконання оранки»**

*Вихідні дані:*

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

Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти землекористування реального господарства) \_\_\_\_\_

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

Глибина оранки, м ( $a$ ) \_\_\_\_\_

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

Рельєф поля, град ( $\alpha^\circ$ ) \_\_\_\_\_

Тип ґрунту \_\_\_\_\_

Різнovid ґрунту \_\_\_\_\_

Вологість ґрунту, % ( $\omega_{\text{гр}}$ ) \_\_\_\_\_

*Послідовність виконання завдання*

*1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити прийоми основного обробітку ґрунту, 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. III.1] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегатує.

Марка робочої машини: основної \_\_\_\_\_  
(параметри занести в табл. 3.1);

додаткової 1 \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 3.2);

додаткової 2 \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 3.2);

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 3.3).

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри плуга [6, табл. III.1]

| Марка | Маса<br>$M_{пл}$ ,<br>кг | Конструкційна ширина<br>захвату |                      |                                      | Інтервал<br>агротехнічно-<br>допустимих<br>швидкостей<br>$V_{lim}$ , км/год | Питомий<br>тяговий<br>опір<br>$k_{о.пл}$ , кН/м <sup>2</sup> |
|-------|--------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|       |                          | Плуга<br>$B_{пл}$ , м           | Корпуса<br>$b_k$ , м | Кількість<br>корпусів<br>$n_k$ , шт. |                                                                             |                                                              |
| 1     | 2                        | 3                               | 4                    | 5                                    | 6                                                                           | 7                                                            |
|       |                          |                                 |                      |                                      |                                                                             |                                                              |

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

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики і енергетичні параметри додаткових с.-г. машин [6, табл. II.1; II.5]

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

Примітки: колонку 4 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики трактора [6, табл. I.1]

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

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

2.2 Із збірника методик [6] вибрати енергетичні параметри робочих машин і режимні параметри трактора:

– 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. 3.1;

– у відповідності із умовами виконання технологічної операції вибрати питомий тяговий опір робочих органів плугів ( $k_{о.пл}$ , кН/м<sup>2</sup>) [6, табл. D.6] (при швидкості  $V_0 = 5$  км/год) і занести в табл. 3.1;

– у відповідності із призначенням додаткових с.-г. машин вибрати питомий тяговий опір їх робочих органів ( $k_{о.м}$ , кН/м) [6, табл. D.5] (при швидкості  $V_0 = 5$  км/год) і занести в табл. 3.2;

– 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. 3.4.

Таблиця 3.4 – Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

| передача<br>параметри |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|
| $V_p$ , км/год        |  |  |  |  |
| $P_{TH}$ , кН         |  |  |  |  |
| $N_{Tmax}$ , кВт      |  |  |  |  |

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

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

Питомий тяговий опір робочих органів плугів, кН/м<sup>2</sup>:

– із культурними корпусами:

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

$$k_{V.пл} = \underline{\hspace{10cm}}$$

– із швидкісними корпусами:

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

$$k_{V.пл} = \underline{\hspace{10cm}}$$

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

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

де  $\xi_k$  – коефіцієнт, який характеризує спосіб з'єднання плуга (машини) з трактором (для причіпних  $\xi_k = 1$ , для начіпних  $\xi_k = 0,9 \dots 0,95$ );

$\Delta C_m$  – темп приросту тягового опору робочих органів с.-г. машин на 1 км/год приросту їх швидкості, % [6, табл. D.8];

$\Delta k$  – приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення, %.

$$k_{vm} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Для визначення величини  $\Delta k$  користуються залежностями (рис. 3.1–3.5), які характеризують приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення з урахуванням типу і різновиду ґрунту. При цьому, за точку оптимуму ( $\omega_{gr\text{ опт}}$ ) приймають вологість при якій можлива висока якість обробітку і найменший опір ґрунту [6, табл. D.21]. Величина відхилення вологості ( $\Delta\omega_{gr}$ ) визначається різницею значень дійсної вологості ґрунту ( $\omega_{gr}$ ), яка задана в вихідних даних, і оптимальної ( $\Delta\omega_{gr} = \omega_{gr\text{ опт}} - \omega_{gr}$ ).

Значення величини відхилення вологості ( $\Delta\omega_{gr}$ ) відкладаємо (з урахуванням знаку “+”, або “-“) на осі «Відхилення вологості» тієї залежності (рис. 3.1–3.5), яка характеризує різновид заданого ґрунту. З цієї точки проводимо вертикаль до перетину з графічною залежністю  $k = f(\Delta\omega_{gr})$  типу ґрунтів. Далі, з точки перетину, проводимо горизонталь в сторону вертикальної шкали і на ній відмічаємо величину приросту питомого опору ( $\Delta k$ , %).

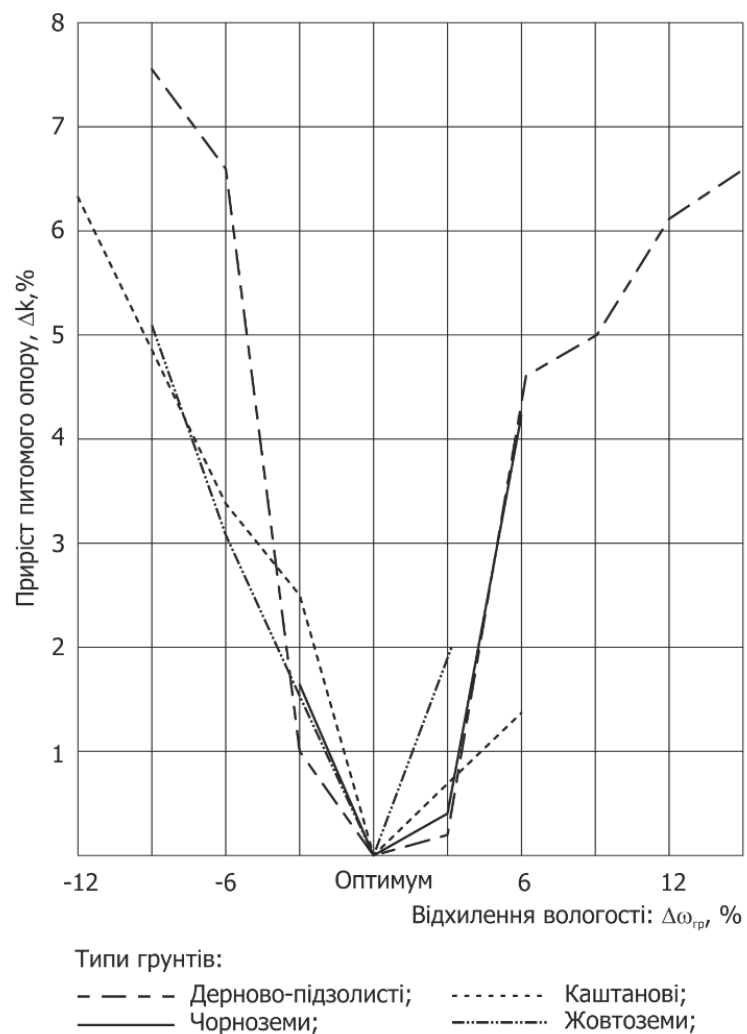


Рисунок 3.1 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для глинистих ґрунтів)

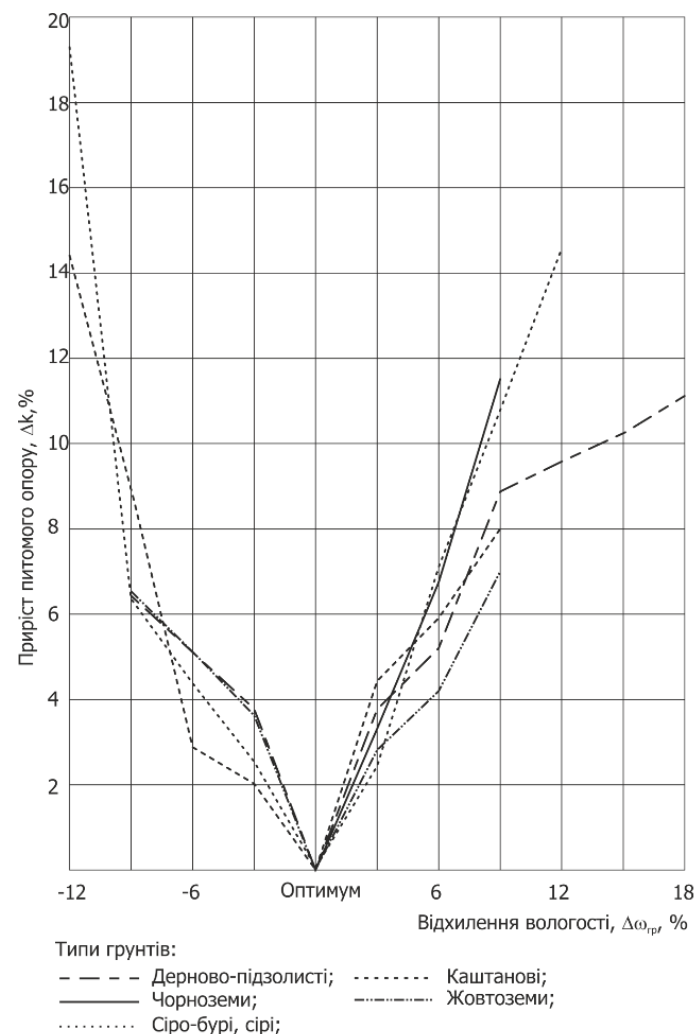


Рисунок 3.2 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для важкосуглинистих ґрунтів)

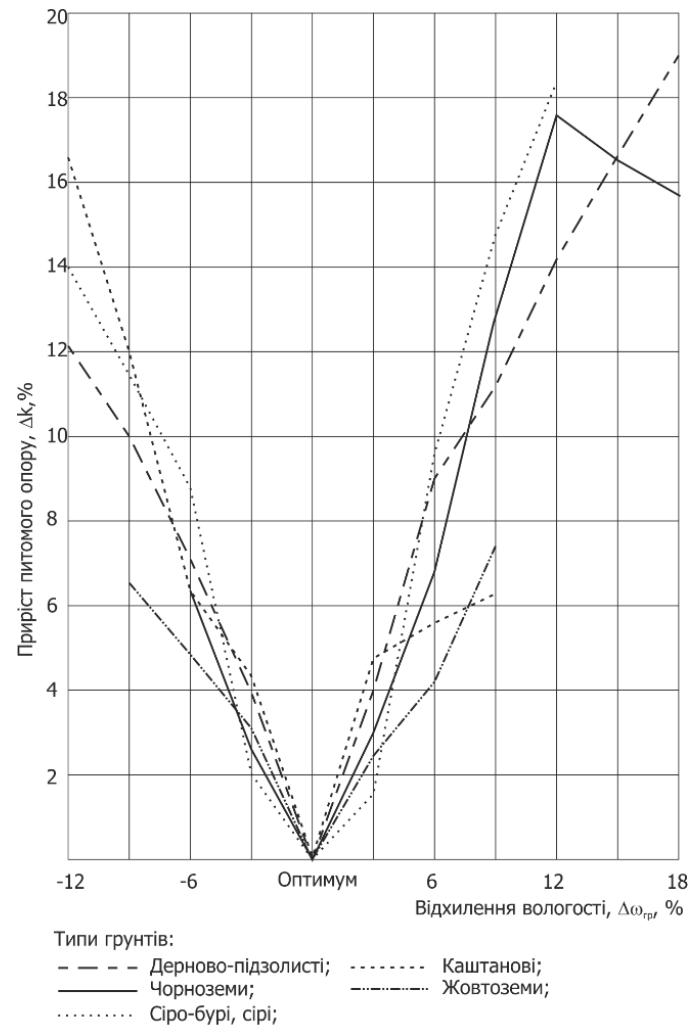


Рисунок 3.3 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для середньосуглинистих ґрунтів)

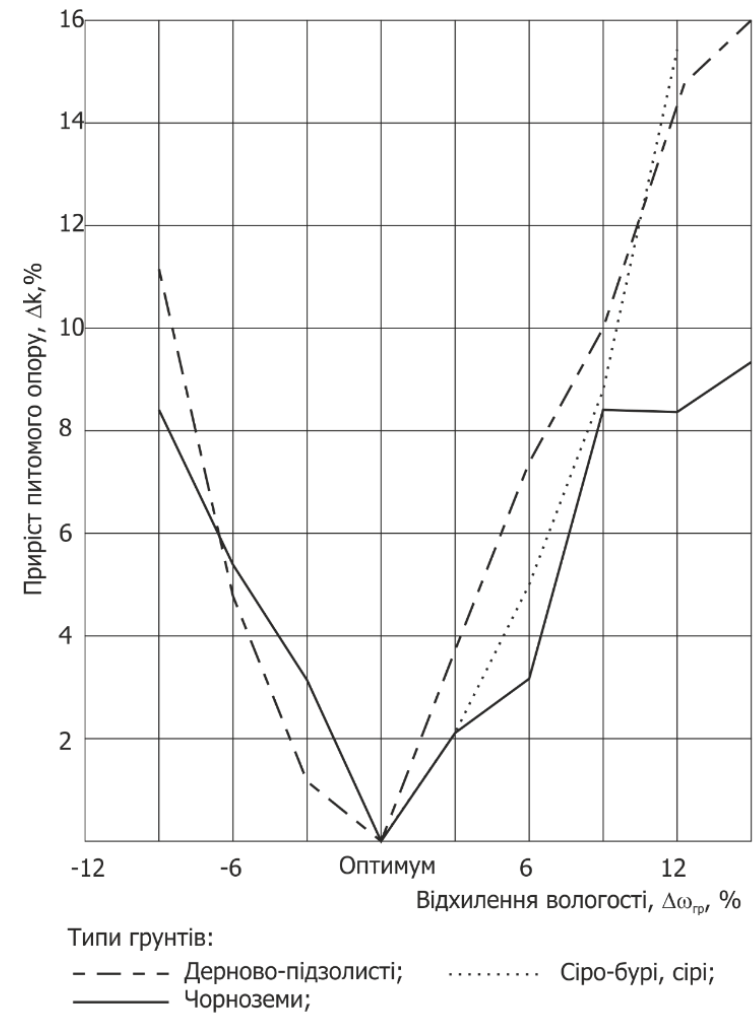


Рисунок 3.4 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для легкосуглинистих ґрунтів)

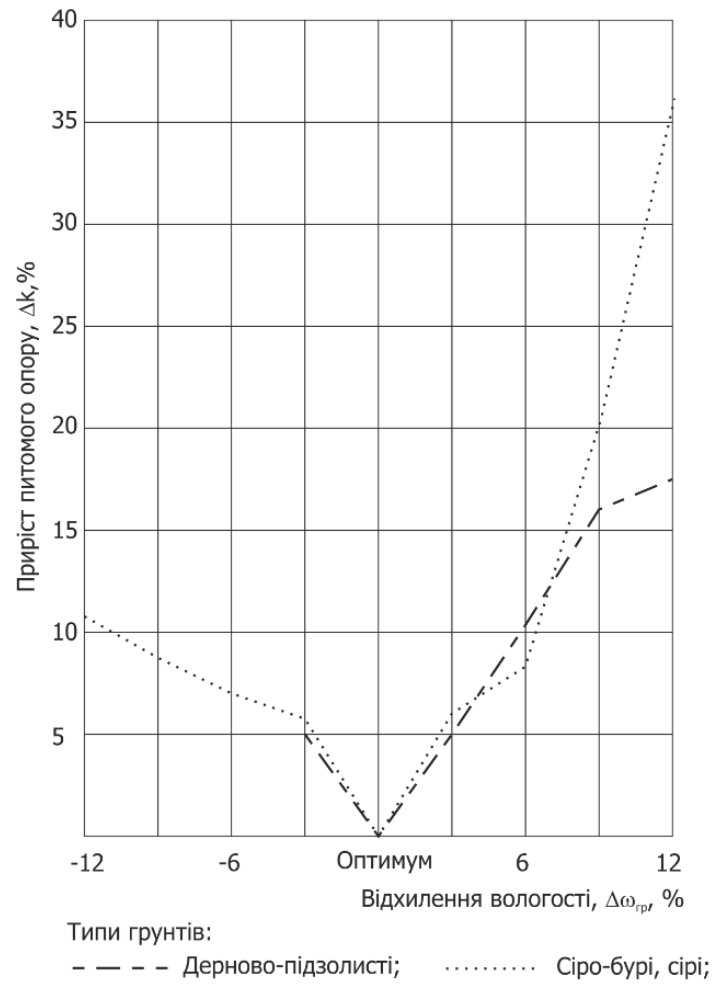


Рисунок 3.5 – Приріст питомого опору ґрунту в залежності від величини відхилення його вологості відносно оптимального значення (для супіщаних ґрунтів)

2.4 Розрахувати тяговий опір робочих органів агрегату, кН:  
– з начіпним плугом

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

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

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

(знак "+" відповідає руху на підйом)

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

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

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

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

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

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

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

$G_{пл}$  – вага плуга, кН:

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

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

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

– з начіпним плугом:

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

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

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

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

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

(знак «-» відповідає руху на підйом)

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

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

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

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля коли агрегат рухається на підйом:

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

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля коли агрегат рухається на спуск:

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

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

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

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

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

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

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

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

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

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

$\eta_6$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.11)$$

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_6 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P_{\text{руш}} = \underline{\hspace{4cm}}.$$

$$N_{\Phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}.$$

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

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{\text{руш.п}} V_{\text{п}}}{3,6 \eta_{\text{тр}} \eta_6}, \quad (3.12)$$

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

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

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

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

$$P_{\text{руш.п}} = \underline{\hspace{4cm}}.$$



#### 4 Підготовка поля до роботи

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

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

Поля розбивають на загінки, ширина яких залежить від ширини захвату агрегату і довжини гонів. Площа загінки повинна приблизно дорівнювати виробітку агрегату за зміну.

Рисунок 3.6 – \_\_\_\_\_ схема руху агрегату

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

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

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

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

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

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

4.3.2 Рациональна ширина поворотної смуги ( $E_p$ ) повинна бути кратна робочій ширині захвату агрегату для того щоб була можливість обробляти поворотну смугу цілим числом проходів без огріхів [6, табл. D.22]

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

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

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

$$C_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

$$C_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

$$C_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$B_p$  – робоча ширина захвату орного агрегату, м:

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

де  $\beta_B$  – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату [6, табл. D.12];

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

$$B_{\text{пл}} = b_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}} \quad (3.21)$$

$$B_{\text{пл}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$C_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Довжина виїзду ( $e$ ) агрегату, м:

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

де  $\alpha_e$  – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

- для причіпних агрегатів  $\alpha_e = 0,5 \dots 0,7$ ;

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

$l_a$  – кінематична довжина агрегату, м:

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

де  $l_{\text{тр}}$ ,  $l_{\text{пл}}$ ,  $l_{\text{д.м}}$  – кінематична довжина, відповідно, трактора [6, табл. D.16], плуга [6, табл. III.1], додаткової машини [6, табл. II.1 – II.10].

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

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

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

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

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

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

$$n_{\text{кр}} = \frac{C_0}{2B_{\text{р}}} \quad (3.25)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$n_{\text{кр}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Час зміни складається із таких елементів:

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

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

$T_p$  – час чистої роботи на протязі зміни, год;

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

$T_T$  – тривалість технологічного обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.)

$T_{оп} = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$ ;

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

$T_{оп} = (0,07 \dots 0,10)T_{зм}$

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

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

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

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

знаходимо залежності по визначенню  $T_p$  і  $T_x$ .

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

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

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

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

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

при  $V_p = V_n$

$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (3.34)$$

маємо

а при  $V_p \neq V_n$

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (3.35)$$

маємо

$$k = \frac{V_n}{V_p}, \quad (3.36)$$

де –

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

$$\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу, га/год:

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

$$W_{\Gamma.\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

– за зміну, га:

$$W_{3M} = W_{\Gamma} T_{3M}. \quad (3.39)$$

$$W_{3M} = \underline{\hspace{10em}}$$

7 *Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.*

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

$$q_{\Gamma a} = \frac{G_{Tp} T_p + G_{Tx} T_x + G_{T3} T_{3уп}}{T_{3M} W_{\Gamma}}, \quad (3.40)$$

де  $G_{Tp}$ ,  $G_{Tx}$ ,  $G_{T3}$  – витрати пального, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [6, табл. D.18];

$T_{3уп}$  – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{3уп} = T_{\Gamma} + T_{оп}. \quad (3.41)$$

$$T_{3уп} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$q_{\Gamma a} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

$$3_{\Pi} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\Gamma}}, \quad (3.42)$$

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

$$3_{\Pi} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

$$A_{\Pi} = H_{\Pi} q_{\Gamma a} \quad (3.43)$$

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

$$A_{\pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

### **Висновки**

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$ ;  $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$ );

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ( $\varphi = \underline{\hspace{1cm}}$ );

в) розрахунки параметрів режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ( $\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{1cm}}$ );

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ( $W_r = \underline{\hspace{1cm}}$ , га/год);

– за зміну ( $W_{\text{зм}} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{\text{га}} = \underline{\hspace{1cm}}$ , кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $Z_{\pi} = \underline{\hspace{1cm}}$ , люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_{\pi} = \underline{\hspace{1cm}}$ , Дж/га).

**Лабораторно-практична робота № 4**  
**«Організація виконання сівби (садіння) сільськогосподарських культур»**

*Вихідні дані:*

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

*Послідовність виконання завдання*

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*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. IV.1 – IV.3] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегатує.

Марка робочої машини:

- основної \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 4.1)

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 4.2)

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри сівалок (саджалок) [6, табл. IV.1 – IV.3]

| Марка | Маса<br>$M_m$ , кг | Конструкційна<br>ширина захвату $b_m$ , м | Об'єм ящика<br>сівалки (бункера<br>саджалки) |                                      | Потужність на привід<br>робочих органів від<br>ВВП $N_{ВВП}$ , кВт | Інтервал агротехнічно-<br>допустимих<br>швидкостей<br>$V_{lim}$ , км/год | Питомий тяговий опір<br>$k_o$ , кН/м |
|-------|--------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|       |                    |                                           | для насіння<br>$U_n$ , м <sup>3</sup>        | для добрив<br>$U_d$ , м <sup>3</sup> |                                                                    |                                                                          |                                      |
| 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<br>$M_{тр}$ , кг | Номінальна<br>потужність,<br>$N_{ен}$ , кВт | Передача | Швидкість<br>$V_p$ , км/год | Тягове<br>зусилля<br>$P_{тн}$ , 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<br>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  $V_p > V_o$ ):

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

де  $\Delta C_M$  – 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, ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ );

$\eta_{PH}$  – раціональне значення коефіцієнта використання номінального тягового зусилля для заданої технологічної операції [6, табл. D.9];

$q_{зч}$  – відношення ваги доволіно 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).

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

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

$$G_{тр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$B_{max} = \underline{\hspace{4cm}}$$

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).

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

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.1I.11] і необхідні параметри занести в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики зчіпки

| Назва і марка | Маса<br>$M_{зч}$ , кг | Ширина<br>захвату<br>$b_{зч}$ , м | Фронт<br>зчіпки<br>$\Phi_{зч}$ , м | Довжина<br>$l_{зч}$ , 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  $\lambda_d$  – 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:

$$R_m = k_v b_m + (G_m + Q_v)(f_m \pm \sin \alpha), \quad (4.12)$$

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

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

– начіпні сівалки, саджалки:

$$R_m = k_v b_m + (G_m + Q_v)(\lambda_d f_{тр} \pm \sin \alpha), \quad (4.13)$$

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

$\lambda_d$  – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, які діють на ходову систему трактора ( $\lambda_d = 1,1 \dots 1,2$ ). Більше із цих значень відповідає роботі на важких ґрунтах;

$Q_v$  – вага технологічного вантажу в ящиках сівалки (бункері саджалки), кН:

$$Q_v = Q_n + Q_{мд}, \quad (4.14)$$

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

$$Q_n = U_n \rho_n \psi_{я} g, \quad (4.15)$$

де  $U_n$  – об'єм ящика (бункера) для насінневого матеріалу, м<sup>3</sup> (табл. 4.1);

$\rho_n$  – об'ємна маса насінневого матеріалу, т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17];

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

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

$$Q_{\text{н}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{\text{м}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

$\eta_{\text{ВВП}}$  – 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].

$$P_{\text{ВВП}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{\text{а}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\eta_{\text{р}} = \frac{R_{\text{а}}}{P_{\text{тн}} \pm G_{\text{тр}} \sin \alpha} \quad (4.17)$$

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

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля при умовах руху агрегату на підйом:

$$\eta_p = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля при умовах руху агрегату на спуск

$$\eta_p = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) 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»)

$\eta_{\delta}$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

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

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_{\delta} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P_{\text{руш}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{\Phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

(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 ( $V_{\text{п}}$ ), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умов руху.

$$P_{\text{руш.п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{\Phi}^n = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

де  $N_{\text{ен}}$  – 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  $\beta_b$  – 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:

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

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

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

де  $\lambda_e$  – коефіцієнт пропорційності, який характеризує параметри повороту в залежності від величини радіусу повороту ( $r_{\Pi}$ ) (числові значення коефіцієнту  $\lambda_e$  приведені в [6, рис. D.1 і табл. D.13];

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

$d_k$  – кінематична ширина агрегату, м;

$e$  – довжина виїзду агрегату, м.

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

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

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

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

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

Величина радіусу повороту ( $r_p$ ) залежить від конструкційних ( $B$ ) та режимних ( $V$ ) параметрів агрегату:

$$r_p = \alpha_r \cdot r_{по} \quad (4.30)$$

де  $r_{по}$  – мінімальний радіус повороту при швидкості повороту  $V_{по} = 5$  км/год [6, табл. D.15];

$\alpha_r$  – коефіцієнт збільшення радіусу ( $r_p$ ) при підвищенні швидкості повороту понад 5 км/год [6, табл. D.15].

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

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  $v_e \approx 1,2$ .

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

Довжина виїзду агрегату ( $e$ ), м:

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

де  $\alpha_e$  – 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:

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

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

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

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

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:

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

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

### 5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу сівби

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

5.1.1 Розрахувати відстань між місцями заповнення ящиків сівалок насіннєвим 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:

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

5.1.2 Розрахувати відстань між місцями заповнення ящиків сівалок насіннєвим 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)

$$n_{кр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

$$M_{нз} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.2 Розрахувати складові часу технологічного циклу сівби, год:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

маємо  
де –  $k = \frac{V_{\Pi}}{V_p} \quad (4.44)$

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{хц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{рц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$$t_{\text{тц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$$n_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

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

$$\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на сівбі:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{г.зм}} = 0,1 B_{\text{р}} V_{\text{р}} \tau_{\text{зм}} \quad (4.54)$$

– за зміну, га:

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

$$W_{\text{г.зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 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:

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

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

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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.

$$З_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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 –  $4,38 \cdot 10^7$ ).

$$A_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

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

$$W_{г.тз} = \frac{M_{в}}{t_{об.тз}}$$

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:

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

$$M_{в} = \frac{U_{к} \rho_{н} \psi_{к}}{10^{-3}}$$

де  $U_{к}$  – об’єм кузова транспортного засобу, м<sup>3</sup> [6, табл. XII.1 – XII.3];

$\rho_{н}$  – об’ємна маса насіння, т/м<sup>3</sup> [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).

$$t_{об.тз} = \underline{\hspace{10cm}}$$

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

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

$$n_{тз} = \underline{\hspace{2cm}}$$

### Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) – обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$ ;  $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$ );

б) – оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ( $\varphi = \underline{\hspace{1cm}}$ );

в) – розрахунки параметрів:

– технологічного циклу сівби (садіння) ( $t_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $n_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ );

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ( $\tau_{рух} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $\tau_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ );

г) – розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ( $W_{г} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га/год);

– за зміну ( $W_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га);

д) – розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{га} = \underline{\hspace{1cm}}$ , кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $З_{п} = \underline{\hspace{1cm}}$ , люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_{п} = \underline{\hspace{1cm}}$ , Дж/га).

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

**Лабораторно-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 ( $\alpha^\circ$ ) \_\_\_\_\_

Урожайність зерна, т/га ( $H_z$ ) \_\_\_\_\_

“Соломистість” ( $\delta_c$ ) \_\_\_\_\_

Вологість рослинної маси, % ( $\omega_{pm}$ ) \_\_\_\_\_

Засміченість рослинної маси, % ( $З_{pm}$ ) \_\_\_\_\_

Полеглість рослинної маси, % ( $П_{pm}$ ) \_\_\_\_\_

Відстань перевезення, км:

– зерна ( $S_z$ ) \_\_\_\_\_

*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<br>$M_{ж}$ , кг | Ширина захвату<br>$b_{ж}$ , м | Агрегатується трактором<br>(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;

$\delta_c$  – “соломистість” – відношення маси додаткової продукції (солома) до маси основної продукції (зерно).

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

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<br>$M_{с.к.}$ ,<br>кг | Пропускна здатність<br>молотарки комбайну, $q$ ,<br>кг/с | Ефективна номінальна<br>потужність двигуна<br>комбайну, $N_{ен}$ , кВт | Потужність на холодний<br>хід механізмів комбайну,<br>$N_{хх}$ , кВт | Питома потужність на<br>обробіток одиниці маси<br>за одиницю часу $N_y$ , кВт<br>с/кг | Об’єм бункера<br>комбайну, $U_b$ , м <sup>3</sup> |
|-------|----------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 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:

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

- для роздільного способу збирання:

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

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

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

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

На фактичне значення пропускної здатності ( $q_{\phi}$ ) впливають такі фактори: солomистість ( $\delta_c$ ), вологість ( $\omega_{pm}$ ), засміченість ( $Z_{pm}$ ) і полеглість рослинної маси ( $P_{pm}$ )

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

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

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:

$$q_{\phi 1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$K_{\delta\omega 3} = (1,5 - 0,3\delta_c) - (0,948 - 0,195\delta_c) \cdot 5 \cdot \left(\frac{\omega - 20}{100}\right) - [0,48 - (\delta_c - 1) \cdot 0,32] \cdot 2 \cdot \frac{3c}{100} \quad (5.5)$$

Вплив полеглості рослинної маси ( $\Pi_{pm}$ ) оцінюється коефіцієнтом  $K_{\Pi}$ :

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

де  $K_{\Pi}$  – коефіцієнт, що враховує полеглисть рослинної маси:

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

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

$$K_{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$q_{\phi 2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$K_{\delta\omega 3} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$q_{\phi 1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$N_{\text{хх}}$  – 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];

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

$B_p$  – робоча ширина захвату жатки комбайну, м;

$$B_p = B_{\text{ж}} \cdot \beta_{\text{в}}, \quad (5.9)$$

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

$\beta_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання конструкційної ширини захвату [6, табл. D.12];

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

$$G_{\text{е.а}} = G_{\text{с.к}} + U_6 \rho_3 \psi_6 g, \quad (5.10)$$

де  $U_6$  – об'єм бункера комбайну, м<sup>3</sup> (табл. 5.2);

$\rho_3$  – об'ємна маса зерна, т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17];

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

$\psi_6$  – коефіцієнт використання об'єму бункера, ( $\psi_6 = 0,8$ );

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

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

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

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

$$H = H_3 (1 + \delta_{\text{с}}). \quad (5.12)$$

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

$$G_{\text{с.к}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$G_{\text{е.а}} = \underline{\hspace{3cm}}$$

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

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

### 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:

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

$$N_{\phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

$$N_{\phi}^{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{en}}. \quad (5.15)$$

при виконанні роботи:

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

при поворотах:

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

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність в процесі виконання роботи (збирання маси с.-г. культур) використовується не менше ніж на 70...80%.

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі:

– при роздільному способі збирання:

трактор \_\_\_\_\_, жнивarka \_\_\_\_\_, із шириною захвату  $B_{ж} = \underline{\hspace{1cm}}$  і комбайн \_\_\_\_\_, який виконує технологічну операцію на швидкості  $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$ .

– при прямому комбайнуванні:

комбайн \_\_\_\_\_, із шириною захвату жатки  $B_k = \underline{\hspace{1cm}}$ , який виконує технологічну операцію на швидкості  $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$ .

*3 Підготовка агрегату до роботи.*

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [1; 4; 5].

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### 4 Підготовка поля до роботи.

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

#### 4.2 Вибрати спосіб руху.

Рисунок 5.1 – \_\_\_\_\_

#### 4.3.3 Розрахувати ширину загінки (оптимальне її значення):

– при виконанні технологічної операції на загінках 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 загінках 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  $C_\phi$  – фактична ширина загінки (по продуктивності), м;

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

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

$$W_o = 0,1B_{ж}V_{т}, \quad (5.19)$$

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  $\delta$  – 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:

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

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

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

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

$$C_\phi = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^D}$$

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

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^D}$$

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

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

де  $r_\pi$  – 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  $\alpha_e$  – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих машин з трактором:

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

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

$l_a$  – кінематична довжина агрегату, м:

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

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

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:

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

$$l_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{рц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

$$\begin{array}{ll} \text{при} & V_{\text{р}} = V_{\text{п}} \\ \text{маємо} & \tau_{\text{рух}} = \varphi, \end{array} \quad (5.34)$$

$$\begin{array}{ll} \text{а при} & V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}} \\ \text{маємо} & \tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \end{array} \quad (5.35)$$

$$\begin{array}{ll} \text{де} - & k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}} \end{array} \quad (5.36)$$

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{хц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

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

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

де  $T_{т.пц}$  – час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год (контроль якості роботи, перевірка регулювальних 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  $n_{\text{ц}}$  – кількість технологічних циклів за зміну:

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

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

$$n_{\text{ц}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$T_{\text{р}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$T_{\text{х}} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$T_{\text{тц}} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

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

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

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

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{г.з}} = 0,1 B_{\text{р}} V_{\text{р}} \tau_{\text{зм}} , \quad (5.46)$$

– за зміну, га:

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

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

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

## 8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів

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

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

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

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

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

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

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

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

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 –  $4,38 \cdot 10^7$ ).

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

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.

### 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:

$$W_{\Gamma.3} n_{a.3} = \frac{W_{\Gamma.т3} n_{т3}}{H_3}, \quad (5.51)$$

де  $W_{\Gamma.3}$  – продуктивність агрегатів на збиранні зернових культур, га/год;  
 $n_{a.3}$  – кількість агрегатів для збирання зернових культур, шт.  
 $(n_{a.3} = 1 \text{ шт})$ ;

$W_{\Gamma.т3}$  – продуктивність транспортних засобів для відвезення зерна, т/год;  
 $n_{т3}$  – кількість транспортних засобів для відвезення зібраного зерна, шт;  
 $H_3$  – урожайність зерна, т/га

9.1 Розрахувати продуктивність ( $W_{\Gamma.т3}$ ) транспортного засобу для відвезення зібраного зерна, т/год:

$$W_{\Gamma.т3} = \frac{M_B}{t_{об.т3}}, \quad (5.52)$$

$$W_{\Gamma.т3} = \text{_____}$$

де  $M_B$  – маса вантажу (насіння) в транспортному засобі, т;

$t_{об.т3}$  – час обороту транспортного засобу, год.

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

$$M_B = U_K \rho_3 \psi_K, \quad (5.53)$$

де  $U_K$  – об'єм кузова транспортного засобу, м<sup>3</sup> [6, табл. XII];

$\rho_3$  – об'ємна маса зерна, т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17];

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

$$M_B = \text{_____}$$

9.1.2 Розрахувати час обороту ( $t_{об.т3}$ ) транспортного засобу, год;

$$t_{об.т3} = t_{зав} + \frac{S_3}{V_{рв}} + t_{роз} + \frac{S_3}{V_{рх}}, \quad (5.54)$$

де  $S_3$  – 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  $U_6 \geq U_k$  маємо  $t_{зав} = t_{в6}$ ; при  $U_6 < U_k$  маємо  $t_{зав} = t_{рц} + t_{в6}$ );

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

$$t_{об.тз} = \underline{\hspace{10cm}}$$

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

$$n_{тз} = \frac{W_{г.з}}{W_{г.тз}} H_3 n_{а.з} \quad (5.55)$$

$$n_{тз} = \underline{\hspace{10cm}}$$

### Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

- а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$ ;  $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$ );
- б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ( $\varphi = \underline{\hspace{1cm}}$ );
- в) розрахунки параметрів:
  - технологічного циклу робіт по збиранню зернових культур ( $t_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $n_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ );
  - режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ( $\tau_{рух} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $\tau_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ );
- г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
  - за годину змінного часу ( $W_r = \underline{\hspace{1cm}}$ , га/год); – за зміну ( $W_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га);
- д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:
  - витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{га} = \underline{\hspace{1cm}}$ , кг/га);
  - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $З_p = \underline{\hspace{1cm}}$ , люд · год/га);
  - повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_p = \underline{\hspace{1cm}}$ , Дж/га).
- е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання зернових культур.

**Лабораторно-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 вибирати безпосередньо із карти  
землекористування реального господарства) \_\_\_\_\_

Розміри поля: площа, га  $F$  \_\_\_\_\_; довжина, м  $L$  \_\_\_\_\_; ширина, м  $C$  \_\_\_\_\_

Рельєф поля, град ( $\alpha^\circ$ ) \_\_\_\_\_

Урожайність початків, т/га ( $H_p$ ) \_\_\_\_\_

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

“Соломистість” ( $\delta_c$ ) \_\_\_\_\_

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 **причипного 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 агрегатує.

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<br>$M_{к.а}$ ,<br>кг | Конструкційна<br>ширина<br>захвату<br>$B_{к.а}$ , м<br>( $m \times n_{ряд}$ ) | Потужність<br>на<br>холостий<br>хід<br>механізмів<br>$N_{хх}$ , кВт | Питома<br>потужність<br>на обробіток<br>одиниці<br>маси за<br>одиницю<br>часу,<br>$N_y$ , кВт с/кг | Інтервал<br>агротехнічно-<br>допустимих<br>швидкостей<br>$V_{lim}$ , 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<br>$M_{тр}$ , кг | Номінальна<br>потужність,<br>$N_{ен}$ , кВт | Передача | Швидкість<br>$V_p$ , км/год | Тягове<br>зусилля<br>$P_{тн}$ , 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 ( $N_{\text{тmax}}$ ). Робоча швидкість ( $V_p$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{\text{тн}}$ ) 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):

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

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

$N_{\text{хх}}$  – 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);

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

$f_{\text{м}}$  – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного тягово-привідного агрегату) [6, табл. D.10];

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

$G_{\text{тр}}$  – вага трактора, кН:

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

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

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

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

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

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

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

$H_{\text{к}}$  – урожайність загальної маси с.-г. продукції (кукурудзиння і початків), т/га:

$$H_{\text{к}} = H_{\text{п}} (1 + \delta_{\text{с}}), \quad (6.3)$$

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

$\delta_{\text{с}}$  – “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:

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

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, ( $\psi_{пр} = 0,8$ );

$G_{k.a}$  – конструкційна вага комбайнового агрегату, кН:

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

де  $M_{k.a}$  – 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).

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

$$G_{k.a} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$G_{ea} = \underline{\hspace{15cm}}$$

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

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

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

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

| Агрегатується з трактором тягового класу | Марка причепа | Вантажність, т | Маса $M_{пр}$ , кг | Об'єм кузова $U_{пр}$ , м <sup>3</sup> |
|------------------------------------------|---------------|----------------|--------------------|----------------------------------------|
| 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:

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

$$R_{T-пр} = \text{_____}$$

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:

$$\eta_p = \text{_____}$$

При умовах руху агрегату на спуск:

$$\eta_p = \text{_____}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) 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:

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

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

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 ( $V_{\pi}$ ) вибираємо з урахуванням умов руху, кВт:

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

$$N_{\phi}^{\pi} = \underline{\hspace{15cm}}$$

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

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

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

- при виконанні роботи:

$$\xi_N = \frac{N_{\text{ен}}}{N_{\text{хх}}} \cdot 100\%$$

- на поворотах:

$$\xi_N = \frac{N_{\text{ен}}}{N_{\text{хх}}} \cdot 100\%$$

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<br>$M_{\text{с.к}}$ ,<br>кг | Ефективна<br>номінальна<br>потужність<br>двигуна<br>комбайну<br>$N_{\text{ен}}$ , кВт | Потужність<br>на холостий<br>хід<br>механізмів<br>комбайну<br>$N_{\text{хх}}$ , кВт | Питома<br>потужність на<br>обробіток<br>одиниці маси<br>за одиницю<br>часу<br>$N_y$ , кВт с/кг | Об'єм<br>бункера<br>комбайну<br>$U_6$ , м <sup>3</sup> |
|-------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1     | 2                                | 3                                                                                     | 4                                                                                   | 5                                                                                              | 6                                                      |
|       |                                  |                                                                                       |                                                                                     |                                                                                                |                                                        |

Таблиця 6.6 – Технічні характеристики жатки для скошування кукурудзи  
[6, табл. VI.3]

| Марка<br>комбайну | Жатка |                      |                                                                          |                           |
|-------------------|-------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                   | Марка | Маса<br>$M_{ж}$ , кг | Конструкційна<br>ширина захвату<br>$B_{ж}$ , м<br>( $m \times n_{ряд}$ ) | Кінематична<br>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:

$$G_{е.а} = G_{с.к} + U_6 \rho_{зп} \psi_6 g, \quad (6.13)$$

де  $U_6$  – об'єм бункера, м<sup>3</sup> (табл. 6.5);

$\rho_{зп}$  – об'ємна маса зернової продукції (качани чи зерно), т/м<sup>3</sup>  
[6, табл. D.16];

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

$\psi_6$  – коефіцієнт використання об'єму бункера, ( $\psi_6 = 0,8$ ); [3];

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

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

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

$$G_{с.к} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$G_{е.а} =$$

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

### 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:

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

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

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:

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

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

2.5.Б Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (*виконання технологічної операції* –  $N_{\Phi}^p$  та *повороти* –  $N_{\Phi}^n$ ):

$$\xi_N = \frac{N_\phi}{N_{eH}} \quad (6.17)$$

- при виконанні роботи:

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

- На поворотах:

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

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

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

### 3 Підготовка агрегату до роботи.

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

[illegible]

#### 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  $E_p \approx (8 \dots 12)m \cdot n_{\text{ряд}}$ ).

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

#### 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  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

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

$$W_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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 загінки 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:

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + \sum L_x^D}$$

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

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

$$\sum L_x^D = \frac{L_p}{\varphi} - L_p$$

– 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  $r_{\Pi}$  – 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  $\alpha_e$  – поправочний коефіцієнт, який враховує спосіб з'єднання робочих механізмів з енергетичною машиною:

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

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

$l_a$  – кінематична довжина агрегату, м:

$$\text{– причіпного} \quad l_a = l_{\text{тр}} + l_{\text{м}}, \quad (6.28)$$

$$\text{–самохідного} \quad l_a = l_{\text{са}}, \quad (6.29)$$

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

$$\text{– причіпного} \quad l_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{– самохідного} \quad l_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

де  $U_{\text{пр}}$  – об'єм транспортного причепа,  $\text{м}^3$  [6, табл. XII];

$\rho_{\text{зр}}$  – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно),  $\text{т/м}^3$  [6, табл. D.17];

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{ll} \text{при} & V_{\text{р}} = V_{\text{п}} \\ \text{маємо} & \tau_{\text{рух}} = \varphi, \end{array} \quad (6.34)$$

$$\begin{array}{ll} \text{а при} & V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}} \\ \text{маємо} & \tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \end{array} \quad (6.35)$$

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

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

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

$$\tau_{\text{пух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{хц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{вб}}, \quad (6.37)$$

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

$$t_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}. \quad (6.45)$$

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

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

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.зм} = 0,1B_p V_p \tau_{зм}, \quad (6.46)$$

– за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{г.кз} T_{зм} \quad (6.47)$$

$$W_{г.зм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

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

– тягово-привідного агрегату:

$$q_{га} = \frac{G_{тр}T_p + G_{тх}T_x + G_{тз}T_{зуп}}{T_{зм}W_{г.кз}} \quad (6.48)$$

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:

$$T_{зуп} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

– *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].

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

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.

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.кз}}}$$

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 –  $4,38 \cdot 10^7$ ).

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}$$

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, м<sup>3</sup> (табл. XII);

$\rho_{зп}$  – об'ємна маса зернової продукції (початки чи зерно), т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17];

$\psi_K$  – 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  $U_6 \geq U_k$  маємо  $t_{зав} = t_{в6}$ ; при  $U_6 < U_k$  маємо  $t_{зав} = t_{рц} + t_{в6}$ ); масою зібраних початків ( $t_{зав} = t_{рц}$ ).

$$t_{об.тз} = \frac{\quad}{\quad}$$

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

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

$$n_{тз} = \frac{\quad}{\quad}$$

### Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

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

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

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню кукурудзи (початки, зерно) ( $t_{ц} = \underline{\quad}$ ,  $n_{ц} = \underline{\quad}$ );

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

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

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

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

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

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

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

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

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

## *Лабораторно-практична робота № 7*

### «Технологія та організація збирання цукрових буряків»

Спосіб збирання (підкреслити) (поточний; перевалочний; поточно-

Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти

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

Рельеф поля, град ( $\alpha^\circ$ ) \_\_\_\_\_

Урожайність коренеплодів, т/га ( $H_{\text{кп}}$ ) \_\_\_\_\_

Відстань перевезення коренеплодів, км ( $S_{\text{кп}}$ ) \_\_\_\_\_

### Послідовність виконання завдання

1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити

[illegible]

2 Обґрунтувати оптимальний склад агрегату і швидкісний режим його

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із тягово-

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними методами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку робочої машини [6, табл. VIII.1 – VIII.3] і трактора [табл. I.1], який її агрегатувє.

Марка робочої машини: \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 7.1)

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 7.2)

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

| Марка | Маса<br>$M_m$ , кг | Конструкційна<br>ширина<br>захвату<br>$b_m$ , м<br>( $m \times n_{\text{ряд}}$ ) | Потужність<br>на привід<br>робочих<br>органів від<br>ВВП<br>$N_{\text{ВВП}}$ , кВт | Інтервал<br>агротехнічно-<br>допустимих<br>швидкостей<br>$V_{\text{lim}}$ , км/год | Питомий<br>тяговий<br>опір<br>робочих<br>органів<br>$k_o$ , 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<br>$M_{\text{тр}}$ , кг | Номинальна<br>потужність,<br>$N_{\text{ен}}$ , кВт | Передача | Швидкість<br>$V_p$ , км/год | Тягове<br>зусилля<br>$P_{\text{тн}}$ , 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 ( $V_{\text{lim}}$ , 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  $N_t = N_{t \text{ max}}$  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            |  |  |  |  |  |
| $P_{\text{тн}}$ , кН      |  |  |  |  |  |
| $N_{t \text{ max}}$ , кВт |  |  |  |  |  |

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання конкретної операції, із вибраних передач приймаємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{Tmax}$ ). 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  $\Delta C_m$  – 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 *причипною 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];

$\lambda_d$  – 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)

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

На підйом  $\eta_p = \underline{\hspace{2cm}}$

На спуск  $\eta_p = \underline{\hspace{2cm}}$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) 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»)

$\eta_{\delta}$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

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

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_6 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P_{\text{руш}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{\Phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

(Опір агрегату ( $R_{\text{а.п}}$ ) 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 ( $V_{\text{п}}$ ), приймаємо самостійно з урахуванням складу агрегату та умовам руху.

$$P_{\text{руш}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{\Phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

де  $N_{\text{ен}}$  – 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<br>$M_{ка}$ , кг | Конструкційна ширина<br>захвату $B_{ка}$ , м ( $m \times n_{ряд}$ ) | Об'єм бункера для<br>бульбоплодів<br>$U_6$ , м <sup>3</sup> | Потужність на<br>холостий хід<br>механізмів<br>$N_{хх}$ , кВт | Приведена потужність<br>для обробітку одного<br>рядка $N_p$ , кВт/ряд | Інтервал агротехнічно-<br>допустимих<br>швидкостей $V_{lim}$ , км/<br>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. I.1]

| Марка | Маса<br>$M_{тр}$ , кг | Номінальна<br>потужність,<br>$N_{ен}$ , кВт | Передача | Швидкість<br>$V_p$ , км/год | Тягове<br>зусилля<br>$P_{тн}$ , 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,  $\text{м}^3$  (табл. 7.4)  
 $\rho_{\text{кп}}$  – об'ємна маса коренеплодів,  $\text{т/м}^3$  [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)

$$G_{\text{к.а}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$G_{\text{еа}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$V_{\text{рН}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

#### 2.4.Б Обґрунтований вибір швидкості руху.

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

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

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

$$R_{т-пр} = \frac{R_{т-пр}}{R_{т-пр}}$$

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

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

$$\eta_p = \frac{R_{т-пр}}{R_{т-пр}}$$

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням (табл. D.9). В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) 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:

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

$$N_{\Phi}^p = \frac{N_{\Phi}^p}{N_{\Phi}^p}$$

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 ( $V_{\Pi}$ ) вибираємо з урахуванням умов руху:

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

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \underline{\hspace{10cm}}$$

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

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

- при виконанні роботи:

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

- на поворотах

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

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,  $V_p = \underline{\hspace{2cm}}$  (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<br>$M_{с.к}$ ,<br>кг | Ширина<br>захвату<br>$B_{с.к}$ , м<br>( $m \times$<br>$n_{ряд}$ ) | Ефективна<br>номінальна<br>потужність<br>двигуна<br>комбайну<br>$N_{ен}$ , кВт | Приведена<br>потужність,<br>яка необхідна<br>для обробітку<br>одного рядка,<br>$N_p$ , кВт/ряд | Об'єм<br>бункера<br>комбайну<br>$U_б$ , м <sup>3</sup> |
|-------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 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, м<sup>3</sup> (табл. 7.7)

$\rho_{кп}$  – об'ємна маса коренеплодів, т/м<sup>3</sup> [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):

$$G_{к.а} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$G_{еа} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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:

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

$$N_{\Phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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* –  $N_{\Phi}^{\Pi}$  та *повороти* –  $N_{\Phi}^{\Pi}$ ):

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

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

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

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  $B_k = \underline{\hspace{1cm}}$ , який виконує технологічну операцію на швидкості  $V_p = \underline{\hspace{1cm}}$ .

### 3 Підготовка агрегату до роботи.

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

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins or other markings on the paper.

#### *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).

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

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

$$L_p = \underline{\hspace{3cm}}$$

#### 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  $r_{\Pi}$  – 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  $\alpha_e$  – 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 
$$l_a = l_{тр} + l_m, \quad (7.34)$$

– самохідного 
$$l_a = l_{са}, \quad (7.35)$$

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

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

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

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

*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 ( $T_{рух}$ ), а сума  $(T_t + T_{оп})$  – час регламентованих зупинок ( $T_{зуп}$ ), тобто непродуктивні витрати часу.

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

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

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

знаходимо залежності по визначенню  $T_p$  і  $T_x$ .

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{l} \text{при } V_p = V_{\text{п}} \\ \text{маємо} \end{array} \quad \tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (7.40)$$

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

$$\begin{array}{l} \text{де } - \\ \end{array} \quad k = \frac{V_{\text{п}}}{V_p} \quad (7.42)$$

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

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

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

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:

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

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,  $\text{м}^3$  [6, табл. XII.1 – XII.2];

$\rho_{\text{кп}}$  – об’ємна маса коренеплодів,  $\text{т/м}^3$  [6, табл. D.17];

$\psi_{\text{пр}}$  – коефіцієнт використання об’єму транспортного причепа, ( $\psi_{\text{пр}} = 0,8$ ) [3];

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

$$l_{\text{пр}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{рц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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),  $\text{км/год}$ .

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{хц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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:

$$T_T = T_{\text{тц}} + T_{\text{т.пц}} , \quad (7.56)$$

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

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

$$T_{\text{т.пц}} = (0,04) \cdot T_{\text{зм}} , \quad (7.57)$$

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

$$T_{\text{тц}} = t_{\text{тц}} \cdot n_{\text{ц}} , \quad (7.58)$$

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

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

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - (T_{\text{т.пз}} + T_{\text{оп}})}{t_{\text{ц}}} \quad (7.59)$$

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

$$n_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

$$\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

– за годину змінного часу, га/год

$$W_{\text{Г.КП}} = 0,1BV_p\tau_{\text{ЗМ}} \quad (7.61)$$

– за зміну, га

$$W_{\text{ЗМ}} = W_{\text{Г.КП}} T_{\text{ЗМ}} \quad (7.62)$$

$$W_{\text{Г.З}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{\text{ЗМ}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

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

– тягово-привідного агрегату:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}}T_{\text{р}} + G_{\text{тх}}T_{\text{х}} + G_{\text{тз}}T_{\text{зуп}}}{T_{\text{ЗМ}}W_{\text{Г.КП}}} \quad (7.63)$$

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

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

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

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

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

– самохідного агрегату:

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

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

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$$З_{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

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

$$A_{\Pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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, м<sup>3</sup> [6, табл. XII];  
 $\rho_{кп}$  – об'ємна маса коренеплодів, т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17];  
 $\psi_K$  – 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  $t_{зав} = t_{рц} + t_{в6}$ ).

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

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

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

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

### Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$ ;  $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$ );

б) – оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ( $\varphi = \underline{\hspace{1cm}}$ );

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по збиранню цукрових буряків культур ( $t_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $n_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ );

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою ( $\tau_{рух} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $\tau_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ ) повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи;

г) – розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ( $W_r = \underline{\hspace{1cm}}$ , га/год);

– за зміну ( $W_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{га} = \underline{\hspace{1cm}}$ , кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $З_{п} = \underline{\hspace{1cm}}$ , люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_{п} = \underline{\hspace{1cm}}$ , Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу збирання цукрових буряків.

**Лабораторно-практична робота № 8**  
**«Технологія та організація обприскування с.г. культур»**

*Вихідні дані:*

Технологічна схема обприскування: перевантажувальна  
Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти землекористування реального господарства) \_\_\_\_\_  
Розміри поля: площа, га ( $F$ ) \_\_\_\_\_; довжина, м ( $L$ ) \_\_\_\_\_; ширина, м ( $C$ ) \_\_\_\_\_  
Рельєф поля, град ( $\alpha^\circ$ ) \_\_\_\_\_  
Доза внесення ( $H_{\text{тм}}$ ):  
- розчину ядохімікатів – л/га: \_\_\_\_\_  
Відстань транспортування води, км ( $S_{\text{тм}}$ ) \_\_\_\_\_

*Послідовність виконання завдання*

*1 Коротко описати особливості технологічної операції обприскування, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1].*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*2 Обґрунтувати швидкісний режим роботи агрегату для заданих умов виконання технологічної операції*

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із **тягово-привідною** машиною

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. X.1 – X.6] і трактора [6, табл. I.1], який її агрегатує.

Марка робочої машини \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 8.1)

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 8.2)

Таблиця 8.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини [6, табл. X.1 – X.6]

| Назва і марка | Маса $M_{рд}$ , кг | Ширина розподілу технологічного матеріалу, $B_{тм}$ , м | Об'єм ємкості обприскувача, $U_k$ , м <sup>3</sup> (л) | Потужність на привід робочих органів від ВВП, $N_{ВВП}$ , кВт | Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей $V_{lim}$ , км/год |
|---------------|--------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1             | 2                  | 3                                                       | 4                                                      | 5                                                             | 6                                                              |
|               |                    |                                                         |                                                        |                                                               |                                                                |

Примітки: Колонку 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 8.2 – 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 с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 8.1;

– 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. 8.3.

Таблиця 8.3 – 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 ( $P_{\text{тн}}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 8.2.

2.3.А Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір агрегату із причіпною тягово-привідною машиною, кН (для умов підйом):

- причіпні машини, які обладнані ємкістю для обприскування і обпилювання:

$$R_a = [(G_{\text{рд}} + Q_v)(f_m + \sin\alpha)] + P_{\text{ВВП}} ; \quad (8.1)$$

$$R_a = \frac{[(G_{\text{рд}} + Q_v)(f_m + \sin\alpha)] + P_{\text{ВВП}}}{1}$$

- начіпні машини, які обладнані ємкістю для обприскування і обпилювання:

$$R_a = [(G_{\text{рд}} + Q_v)(\lambda_d f_{\text{тр}} + \sin\alpha)] + P_{\text{ВВП}}, \quad (8.2)$$

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

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

$\lambda_d$  – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора ( $\lambda_d = 0,2 \dots 0,5$ ) [3];

$G_{\text{рд}}$  – вага обприскувача, кН:

$$G_{\text{рд}} = 10^{-3} M_{\text{рд}} g, \quad (8.3)$$

де  $M_{\text{рд}}$  – маса обприскувача, кг (табл. 8.1);

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

$Q_v$  – вага розчину ядохікатів в ємкості, кН:

$$Q_v = U_k \rho_{\text{тм}} g \psi_k, \quad (8.4)$$

де  $U_k$  – об'єм ємкості обприскувача,  $\text{м}^3$  (табл. 8.1);

$\rho_{\text{тм}}$  – об'ємна маса технологічного матеріалу (розчину ядохімікатів),  $\text{т/м}^3$  [6, табл. D.17] (для рідини –  $1 \text{ т/м}^3$ );

$\psi_k$  – коефіцієнт використання об'єму ємкості – ( $\psi_k = 0,8 \dots 0,9$ ) [3].

Втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{тр}}}{V_p \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (8.5)$$

де  $N_{\text{ВВП}}$  – потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт [6, табл. 10.1];

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

$\eta_{\text{тр}}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії рушіїв трактора (колісний –  $\eta_{\text{тр}} = 0,9$ ; гусеничний –  $\eta_{\text{тр}} = 0,86$ ) [3].

$$P_{\text{ВВП}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$G_{\text{рд}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$Q_{\text{в}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$R_{\text{а}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

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

$$\eta_{\text{р}} = \frac{R_{\text{а}}}{P_{\text{тн}} - G_{\text{тр}} \sin \alpha}, \quad (8.6)$$

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

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

(знак “–” в формулі 8.6 відповідає руху на підйом)

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

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_{\text{р}}$ ) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

- умови руху на підйом:

$$\eta_p = \underline{\hspace{5cm}}$$

- умови руху на спуск:

$$\eta_p = \underline{\hspace{5cm}}$$

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 для умов підйом, кВт:

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

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

$$P_{руш} = G_{тр} (f_{тр} - \sin \alpha) + R_a, \quad (8.9)$$

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

$\eta_{\delta}$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (8.10)$$

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_{\delta} = \underline{\hspace{5cm}}$$

$$P_{руш} = \underline{\hspace{5cm}}$$

$$N_{\phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$N_{\phi}^n = \frac{P_{руш.п} \cdot V_{п}}{3,6\eta_{тр}\eta_{б}}, \quad (8.11)$$

Рушійна сила при виконанні поворотів розраховується при умові  $\alpha^0 = 0$ :

$$P_{руш} = G_{тр}f_{тр} + R_a. \quad (8.12)$$

(Опір агрегату ( $R_a$ ) при поворотах розраховуємо, приймаючи до уваги, що  $k_V = 0$  та  $\alpha^0 = 0$ ).

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

$$P_{руш} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{\phi}^n = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}, \quad (8.13)$$

де  $N_{ен}$  – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 8.2) при виконанні роботи:

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

- на поворотах:

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

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 \_\_\_\_\_, обприскувача \_\_\_\_\_, який виконує технологічну операцію на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \text{___ км/год}$  (рух на підйом) і на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \text{___ км/год}$  (рух на спуск).

2.1.Б Обґрунтувати режим роботи самохідного агрегату обприскувача

У відповідності із призначенням технологічної операції, агротехнічними вимогами до її виконання і технологічними умовами роботи, та з урахуванням результатів багатокритеріального аналізу, вибрати по технічним характеристикам марку самохідного обприскувача [6, табл. X.7].

Марка самохідного обприскувача \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 8.4)

Таблиця 8.4 – Технічні характеристики і енергетичні параметри самохідного обприскувача [6, табл. X.7]

| Марка | Маса, $M_{ca}$ , кг | Ширина розподілу технологічного матеріалу, $B_{tm}$ , м | Ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату $N_{en}$ , кВт | Потужність на привід механізмів обприскувача від ВВП $N_{px}$ , кВт | Об'єм ємкості обприскувача $U_e$ , л |
|-------|---------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1     | 2                   | 3                                                       | 4                                                                           | 5                                                                   | 6                                    |
|       |                     |                                                         |                                                                             |                                                                     |                                      |

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

$$V_{pN} = \frac{3,6(N_{en} - N_{px})\eta_{tp.a}}{G_{e.a}(f_{c.a} + \sin\alpha)}, \quad (8.14)$$

де  $N_{en}$  – ефективна номінальна потужність двигуна самохідного агрегату, кВт; (табл. 8.4)

$N_{px}$  – потужність на привід механізмів обприскувача від ВВП для виконання технологічної операції, кВт (табл. 8.4);

$\eta_{tp.a}$  – ККД трансмісії самохідного агрегату, ( $\eta_{tp.a} = 0,8 \dots 0,95$ ) [3];

$f_{c.a}$  – коефіцієнт опору руху рушіїв самохідного агрегату [6, табл. D.11];

$G_{e.a}$  – експлуатаційна вага самохідного агрегату, кН:

$$G_{e.a} = G_{ca} + Q_{tm}, \quad (8.15)$$

$G_{c.a}$  – конструкційна вага самохідного агрегату, кН:

$$G_{c.a} = 10^{-3} M_{c.a} g , \quad (8.16)$$

де  $M_{c.a}$  – маса самохідного агрегату, кг (табл. 8.4);

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

$Q_{tm}$  – вага розчину ядохімікатів в ємкості обприскувача, кН:

$$Q_{tm} = 10^3 U_{\epsilon} \rho_{tm} g \psi_{\epsilon} , \quad (8.17)$$

де  $U_{\epsilon}$  – об'єм ємкості обприскувача, л (табл. 8.4);

$\rho_{tm}$  – об'ємна маса розчину ядохімікатів,  $\text{т/м}^3$  [6, табл. D.17] (для рідини –  $1 \text{ т/м}^3$ );

$\psi_{\epsilon}$  – коефіцієнт використання об'єму ємкості – ( $\psi_{\epsilon} = 0,8 \dots 0,9$ ) [3].

$$Q_{tm} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$G_{c.a} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$G_{e.a} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

### 2.3.Б Обґрунтований вибір швидкості руху.

Розрахована швидкість 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 самохідним обприскувачем в процесі виконання роботи (розподілення ядохімікатів) для умов підйом, кВт:

$$N_{\phi}^p = \left[ \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a}(f_{c.a} + \sin \alpha)}{\eta_{tp}} + N_{px} \right] \cdot \xi_{Ne} , \quad (8.18)$$

де  $\xi_{Ne}$  – нормативний коефіцієнт використання ефективної потужності двигуна самохідного агрегату ( $\xi_{Ne} = 0,8 \dots 0,9$ );

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

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

$$N_{\phi}^{\pi} = \left[ \frac{V_{\pi}}{3,6} \cdot \frac{G_{e.a} f_{c.a}}{\eta_{тр.a}} \right] \cdot \xi_{Ne} \cdot \quad (8.19)$$

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

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

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{en}} \quad (8.20)$$

- при виконанні роботи:

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

на поворотах

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

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

В результаті розрахунків обґрунтовано швидкісний режим роботи самохідного агрегату для заданих умов виконання технологічної операції: агрегат \_\_\_\_\_, із шириною розподілення технологічного матеріалу  $B_k = \underline{\hspace{2em}}$ , який виконує технологічну операцію на швидкості  $V_p = \underline{\hspace{2em}}$  км/год.

### *3 Підготовка агрегату до роботи*

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### *4 Підготовка поля до роботи*

Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, транспортні магістралі під'їзду (від'їзду) агрегатів та показати прийнятий спосіб їх руху.

Рисунок 8.1 – \_\_\_\_\_

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

4.2.1 Розрахувати довжину робочої частини гону ( $L_p$ , м). Вона визначається за допомогою схеми [6, рис. X.1 – X.3] і залежності:

$$L_p = L - 2E, \quad (8.21)$$

де  $L$  – довжина гону поля, м (із вихідних даних);  
 $E$  – ширина поворотної смуги, м ( $E = 12 \dots 16$ м).

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

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

– при виконанні поверхневого розподілення ядохімікатів човниковим способом руху обприскувача:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (8.22)$$

де  $L_x$  – довжина холостого ходу при повороті, м:

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

$$L_x = l_{\pi}, \quad (8.23)$$

де  $l_{\pi}$  – довжина петлі повороту, м (при петльовому повороті):

$$l_{\pi} = \gamma_L \cdot r_{\pi}, \quad (8.24)$$

де  $\gamma_L$  – коефіцієнт, який характеризує співвідношення довжини петлі повороту до його радіусу [6, рис. D.1, табл. D.13];

$r_{\pi}$  – радіус повороту агрегату, м (для розрахунку приймаємо  $r_{\pi} \approx B_{\text{тм}}$ );

$B_{\text{тм}}$  – ширина розподілу ядохімікатів, м (табл. 8.4).

$$l_{\pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Довжина холостого ходу ( $L_x$ ) при безпетльовому повороті з прямолінійною ділянкою, м:

$$L_x = \gamma_L \cdot r_{\Pi} + \chi, \quad (8.25)$$

де  $\chi$  – довжина прямолінійної ділянки петлі повороту, м:

$$\chi = 0,5(C - B_{\text{TM}}), \quad (8.26)$$

де  $C$  – ширина ділянки поля, м (із вихідних даних).

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

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

5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу обприскування.

5.А Розрахувати параметри технологічного циклу розподілення розчином ядохімікатів причипними та самохідними цистерновими машинами при організації робіт по перевантажувальній схемі

5.1.А Розрахувати параметри по визначенню місця заправок цистернових машин розчином ядохімікатів.

5.1.1.А Відстань між місцями заповнення ємностей машин розчином ядохімікатів по довжині гону, м:

$$l_{\text{мз}} = \frac{10^7 U_{\epsilon} \rho_{\text{TM}} \psi_{\epsilon}}{H_{\text{TM}} B_{\text{TM}}}, \quad (8.27)$$

де  $U_{\epsilon}$  – об'єм ємності машини, м<sup>3</sup> (табл. 8.3; 8.4);

$\rho_{\text{TM}}$  – об'ємна маса розчину ядохімікатів,  $\frac{\text{т}}{\text{м}^3}$  [6, табл. D.17] (для рідини – 1 т/м<sup>3</sup>);

$\psi_{\epsilon}$  – коефіцієнт використання об'єму ємностей машин, ( $\psi_{\epsilon} = 0,8$ );

$H_{\text{TM}}$  – норма внесення розчину ядохімікатів – л/га (із вихідних даних);

$B_{\text{TM}}$  – ширина розподілу розчину ядохімікатів, м (із вихідних даних).

$$l_{\text{мз}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.1.2.А Відстань між місцями заповнення ємності машини розчином ядохімікатів по ширині ділянки (загінки), м:

$$C_{\text{мз}} = 2B_{\text{TM}} n_{\text{кр}}, \quad (8.28)$$

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

$$n_{кр} = \frac{l_{мз}}{2L_p}. \quad (8.29)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$C_{мз} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_{кр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.2.А Розрахувати складові часу технологічного циклу розподілення ядохімікатів, год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц}, \quad (8.30)$$

де  $t_{рц}$  – тривалість основної роботи за один цикл розподілення ядохімікатів, год:

$$t_{рц} = \frac{l_{мз}}{10^3 V_p}, \quad (8.31)$$

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

$$t_{хц} = \frac{t_{тц}(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}, \quad (8.32)$$

$t_{тц}$  – тривалість одного технологічного обслуговування агрегату в циклі, год:

$$t_{тц} = t_{зд}, \quad (8.33)$$

де  $t_{зд}$  – тривалість одного завантаження ємкостей машин розчином ядохімікатів, год  $t_{зд} = (0,1 \dots 0,2)$  год;

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

$$t_{хц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{рц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{ц} = \frac{1}{\dots}$$

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

при  $V_p = V_{п}$   
маємо  $\tau_{рух} = \varphi,$  (8.34)

а при  $V_p \neq V_{п}$   
маємо  $\tau_{рух} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}$  (8.35)

де –  $k = \frac{V_{п}}{V_p}$  (8.36)

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

$$k = \frac{V_{п}}{V_p}$$

$$\tau_{рух} = \frac{1}{\dots}$$

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

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_t + T_{оп} \quad (8.45)$$

де  $T_{зм}$  – нормативний час зміни, 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 чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = t_{pц} \cdot n_{ц} \quad (8.46)$$

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

$$T_x = t_{xc} \cdot n_{ц} \quad (8.47)$$

6.3 Розрахувати час на технологічне обслуговування ( $T_T$ ) агрегату при виконанні операції внесення добрив розділяють на:

– циклове ( $T_{T.цц}$ ) (завантаження ємностей машин розчином ядохімікатів, транспортування агрегатом води у поле і переїзди порожнього агрегату під завантаження), год;

– позациклове ( $T_{T.пц}$ ) (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.), год:

$$T_T = T_{Tц} + T_{T.пц}, \quad (8.48)$$

6.3.1 Час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{T.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{зм} \quad (8.49)$$

6.3.2 Час на циклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{Tц} = t_{Tц} \cdot n_{ц} \quad (8.50)$$

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

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{T.пз} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (8.51)$$

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

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

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

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

$$T_{Tц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_{ц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (8.52)$$

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

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом при внесенні технологічного матеріалу:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.зм} = 0,1 B_{г.тм} V_p \tau_{зм} \quad (8.53)$$

– за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{г.тм} T_{зм} \quad (8.54)$$

$$W_{г.зм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

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

– тягово-привідного агрегату:

$$q_{га} = \frac{G_{тр} T_p + G_{тх} T_x + G_{тз} T_{зуп}}{T_{зм} W_{г.тм}} \quad (8.55)$$

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:

$$T_{зуп} = T_t + T_{оп}, \quad (8.56)$$

$$T_{зуп} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$q_{га} = \underline{\hspace{2cm}}$$

– самохідного агрегату:

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.тм}}}, \quad (8.57)$$

де  $g_{\text{ен}}$  – питомі витрати пального двигуном обприскувача, г/кВт год [6, табл. X.7];

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

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

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.тм}}} \quad (8.58)$$

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

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

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

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (8.59)$$

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

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

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.

9 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу.

9.1.А Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для обприскування і максимального завантаження всіх його ланок при перевантажувальній схемі необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{г.тм} n_{а.тм} = \frac{W_{г.тз} n_{тз}}{H_{тм}}, \quad (8.60)$$

де  $W_{г.тм}$  – продуктивність агрегатів для розподілу ядохімікатів по поверхні рослин, га/год;

$n_{а.тм}$  – кількість агрегатів для розподілу ядохімікатів по поверхні рослин, шт. (для розрахунків приймаємо  $n_{а.тм} = 1$  шт);

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

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

$H_{тм}$  – норма внесення розчину ядохімікатів (із вихідних даних).

9.2.А Розрахувати продуктивність ( $W_{г.тз}$ ) транспортного засобу для підвезення води, т/год:

$$W_{г.тз} = \frac{M_{в}}{t_{об.тз}}, \quad (8.61)$$

де  $M_{в}$  – маса вантажу (води) в транспортному засобі, т;

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

9.2.1.А Розрахувати масу ( $M_{в}$ ) вантажу в транспортному засобі, т:

$$M_{в} = U_{к} \rho_{тм} \psi_{к}, \quad (10.62)$$

де  $U_{к}$  – об'єм ємкості транспортного засобу, м<sup>3</sup> [6, табл. XII];

$\rho_{тм}$  – об'ємна маса технологічного матеріалу ядохімікатів, т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17] (для рідини – 1 т/м<sup>3</sup>);

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

$$M_{в} = \underline{\hspace{10em}}$$

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

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

$$t_{\text{об.тз}} = t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{км}}}{V_{\text{рв}}} + t_{\text{роз}} + \frac{S_{\text{тм}}}{V_{\text{рх}}}, \quad (8.63)$$

де  $t_{\text{зав}}$  – час завантаження транспортного засобу, год;

$S_{\text{тм}}$  – відстань перевезення води, км (із вихідних даних);

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

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

$t_{\text{роз}}$  – час розвантаження транспортного засобу, год; (приймаємо з урахуванням часу технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт (завантаження ємкості обприскувача)) і часу на виконання основної роботи за один цикл внесення ядохімікатів (опорожнення ємностей обприскувача).

$$t_{\text{об.тз}} = \frac{\dots}{\dots}$$

9.3.А Розрахувати кількість ( $n_{\text{тз}}$ ) транспортних засобів для підвезення води:

$$n_{\text{тз}} = \frac{W_{\text{г.тм}}}{W_{\text{г.тз}}} H_{\text{тм}} n_{\text{а.тм}} \quad (8.64)$$

$$n_{\text{тз}} = \frac{\dots}{\dots}$$

### 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 внесенню добрив ( $t_{\text{ц}} = \dots$ ,  $n_{\text{ц}} = \dots$ );

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

- г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:
- за годину змінного часу ( $W_{\Gamma} = \text{_____, га/год}$ );
  - за зміну ( $W_{\text{зм}} = \text{_____, га}$ );
- д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:
- витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{\text{га}} = \text{_____, кг/га}$ );
  - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $З_{\text{п}} = \text{_____, люд} \cdot \text{год/га}$ );
  - повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_{\text{п}} = \text{_____, Дж/га}$ ).
- е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу розподілу ядохімікатів по поверхні рослин.

**Лабораторно-практична робота № 9**  
**«Технологія та організація внесення добрив кузовними розкидачами»**

*Вихідні дані:*

Вид добрив (сипкі мінеральні, тверді органічні, рідкі мінеральні і органічні)

Технологічна схема внесення (перевантажувальна, прямоточна)

Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти землекористування реального господарства) \_\_\_\_\_

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

Рельєф поля, град ( $\alpha^\circ$ ) \_\_\_\_\_

Норма внесення технологічного матеріалу ( $H_{TM}$ ):

- твердих органічних добрив – т/га: \_\_\_\_\_

- сипких мінеральних – кг/га: \_\_\_\_\_

- рідких мінеральних і органічних – л/га: \_\_\_\_\_

Відстань перевезення технологічного матеріалу, км ( $S_{TM}$ ) \_\_\_\_\_

*Послідовність виконання завдання*

*1 Коротко описати особливості технологічної операції, перелічити технологічні схеми внесення, привести агротехнічні вимоги і методи контролю їх виконання [1].*

---

---

---

---

---

---

---

---

*2 Обґрунтувати швидкісний режим роботи агрегату для заданих умов виконання технологічної операції*

2.1.А Обґрунтувати режим роботи тракторного агрегату із **тягово-привідною** машиною (транспортування і внесення добрив).

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

Марка робочої машини \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 9.1)

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 9.2)

Таблиця 9.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини [6, табл. X.1 – X.6]

| Назва і марка | Маса $M_{рд}$ , кг | Ширина розподілу технологічного матеріалу, $B_{тм}$ , м | Об'єм кузова розкидача, $U_k$ , м <sup>3</sup> (л) | Потужність на привід робочих органів від ВВП, $N_{ВВП}$ , кВт | Інтервал агротехнічно-допустимих швидкостей $V_{lim}$ , км/год |
|---------------|--------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1             | 2                  | 3                                                       | 4                                                  | 5                                                             | 6                                                              |
|               |                    |                                                         |                                                    |                                                               |                                                                |

Примітки: Колонку 6 заповнюють після виконання пункту 2.2.

Таблиця 9.2 – 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 с.-г. машинами, що виконують основну технологічну операцію і занести інтервал в табл. 10.1;

– 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. 9.3.

Таблиця 9.3 – Тягові параметри трактора [6, табл. D.7]

| передача<br>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 ( $P_{\text{тн}}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 9.2.

2.3.А Розрахувати сумарний (приведений) тяговий опір агрегату із причіпною (начіпною) тягово-привідною машиною, кН (для умов підйом):

- причіпні машини, які обладнані кузовом для поверхневого внесення добрив:

$$R_a = [(G_{\text{рд}} + Q_v)(f_m + \sin \alpha)] + P_{\text{ВВП}} ; \quad (9.1)$$

$$R_a = \frac{[(G_{\text{рд}} + Q_v)(f_m + \sin \alpha)] + P_{\text{ВВП}}}{\dots}$$

- начіпні машини, які обладнані кузовом для поверхневого внесення добрив:

$$R_a = [(G_{\text{рд}} + Q_v)(\lambda_d f_{\text{тр}} + \sin \alpha)] + P_{\text{ВВП}}, \quad (9.2)$$

де  $f_m$  – коефіцієнт опору кочення опорних коліс с.-г. машини (причіпного розкидача) [6, табл. D.10];

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

$\lambda_d$  – коефіцієнт довантаження, який враховує масу і вертикальні складові тягового опору начіпної робочої машини, що діють на ходову систему трактора ( $\lambda_d = 0,2 \dots 0,5$ ) [3];

$G_{\text{рд}}$  – вага розкидача добрив, кН:

$$G_{\text{рд}} = 10^{-3} M_{\text{рд}} g, \quad (9.3)$$

де  $M_{\text{рд}}$  – маса розкидача добрив, кг (табл. 9.1);

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

$Q_v$  – вага технологічного вантажу в кузові, кН:

$$Q_v = U_k \rho_{\text{тм}} g \psi_k, \quad (9.4)$$

де  $U_k$  – об'єм кузова розкидача,  $\text{м}^3$  (табл. 9.1);

$\rho_{\text{тм}}$  – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.),  $\text{т/м}^3$  [6, табл. D.17] (для рідини –  $1 \text{ т/м}^3$ );

$\psi_k$  – коефіцієнт використання об'єму кузова – ( $\psi_k = 0,8 \dots 0,9$ ) [3].

Втрати дотичної сили тяги трактора при передачі частини потужності його двигуна на привід механізмів тягово-привідних машин від ВВП, кН:

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{тр}}}{V_p \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (9.5)$$

де  $N_{\text{ВВП}}$  – потужність на привід робочих органів від ВВП, кВт (табл. 8.1);  
 $\eta_{\text{ВВП}}$  – коефіцієнт корисної дії приводу ВВП ( $\eta_{\text{ВВП}} = 0,94 \dots 0,96$ ) [3];  
 $\eta_{\text{тр}}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії рушіїв трактора  
(колісний –  $\eta_{\text{тр}} = 0,9$ ; гусеничний –  $\eta_{\text{тр}} = 0,86$ ) [3].

$$P_{\text{ВВП}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$G_{\text{рд}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q_{\text{в}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{\text{а}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\eta_{\text{р}} = \frac{R_{\text{а}}}{P_{\text{тн}} - G_{\text{тр}} \sin \alpha}, \quad (9.6)$$

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

$$G_{\text{тр}} = 10^{-3} M_{\text{тр}} g, \quad (9.7)$$

(знак “–” в формулі 10.6 відповідає руху на підйом)  
де  $M_{\text{тр}}$  – маса трактора, кг (табл. 8.2).

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_{\text{р}}$ ) перевищують допустимі табличні, то розрахунок необхідно повторити з використанням суміжної нижчої передачі, а якщо значення коефіцієнта нижче допустимого табличного, то – суміжної вищої передачі.

$$G_{\text{тр}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- умови руху на підйом:

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

- умови руху на спуск:

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

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 (*внесення добрив*) для умов підйом, кВт:

$$N_{\Phi}^p = \frac{P_{руш} V_p}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\delta}}, \quad (9.8)$$

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

$$P_{руш} = G_{тр} (f_{тр} - \sin \alpha) + R_a, \quad (9.9)$$

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

$\eta_{\delta}$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_{\delta} = \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (9.10)$$

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7].

$$\eta_{\delta} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$P_{руш} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$N_{\Phi}^p = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \frac{P_{\text{руш.п}} \cdot V_{\Pi}}{3,6\eta_{\text{тр}}\eta_{\text{б}}}, \quad (9.11)$$

Рушійна сила при виконанні поворотів розраховується при умові  $\alpha^0 = 0$ :

$$P_{\text{руш}} = G_{\text{тр}}f_{\text{тр}} + R_a. \quad (9.12)$$

(Опір агрегату ( $R_a$ ) при поворотах розраховуємо, приймаючи до уваги, що  $k_V = 0$  та  $\alpha^0 = 0$ ).

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

$$P_{\text{руш}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$N_{\Phi}^{\Pi} = \underline{\hspace{4cm}}$$

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

$$\xi_N = \frac{N_{\Phi}}{N_{\text{ен}}}, \quad (9.13)$$

де  $N_{\text{ен}}$  – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; (табл. 9.2):

- при виконанні роботи:

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

- на поворотах:

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

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).

### *3 Підготовка агрегату до роботи*

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### *4 Підготовка поля до роботи*

Привести схему поля, розбити її на загони, позначити поворотні смуги, транспортні магістралі під'їзду (від'їзду) агрегатів та показати прийнятий спосіб їх руху.

Рисунок 9.2 – \_\_\_\_\_

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

4.2.1 Розрахувати довжину робочої частини гону ( $L_p$ , м). Вона визначається за допомогою схеми [6, рис. X.1 – X.3] і залежності:

$$L_p = L - 2E, \quad (9.14)$$

де  $L$  – довжина гону поля, м (із вихідних даних);  
 $E$  – ширина поворотної смуги, м ( $E = 12 \dots 16$ м).

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

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

– при виконанні поверхневого розподілення добрив човниковим способом руху розкидача:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (9.15)$$

де  $L_x$  – довжина холостого ходу при повороті, м:

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

$$L_x = l_{\pi}, \quad (9.16)$$

де  $l_{\pi}$  – довжина петлі повороту, м (при петльовому повороті):

$$l_{\pi} = \gamma_L \cdot r_{\pi}, \quad (9.17)$$

де  $\gamma_L$  – коефіцієнт, який характеризує співвідношення довжини петлі повороту до його радіусу [6, рис. D.1 і табл. D.13];

$r_{\pi}$  – радіус повороту агрегату, м (для розрахунку приймаємо  $r_{\pi} \approx B_{\text{тм}}$ );

$B_{\text{тм}}$  – ширина розподілу технологічного матеріалу, м [6, табл. 9.4].

$$l_{\pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Довжина холостого ходу ( $L_x$ ) при безпетльовому повороті з прямолінійною ділянкою, м;

$$L_x = \gamma_L \cdot r_{\Pi} + \chi, \quad (9.18)$$

де  $\chi$  – довжина прямолінійної ділянки петлі повороту, м:

$$\chi = 0,5(C - B_{\text{TM}}), \quad (9.19)$$

де  $C$  – ширина ділянки поля, м (із вихідних даних).

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

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

*5 Обґрунтувати параметри технологічного циклу внесення добрив.*

5.А Розрахувати параметри технологічного циклу внесення сипких мінеральних добрив **начіпними розкидачами** і внесення рідких добрив при організації робіт по **перевантажувальній схемі**

5.1.А Розрахувати параметри по визначенню місця заправок начіпних розкидачів і цистернових машин технологічним матеріалом.

5.1.1.А Відстань між місцями заповнення ємностей машин технологічним матеріалом по довжині гону, м:

$$l_{\text{мз}} = \frac{10^7 U_{\epsilon} \rho_{\text{TM}} \psi_{\epsilon}}{H_{\text{TM}} B_{\text{TM}}}, \quad (9.20)$$

де  $U_{\epsilon}$  – об'єм ємностей машин, м<sup>3</sup> (табл. 9.3; 9.4);

$\rho_{\text{TM}}$  – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, ядохімікатів, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17] (для рідини – 1 т/м<sup>3</sup>);

$\psi_{\epsilon}$  – коефіцієнт використання об'єму ємностей машин, ( $\psi_{\epsilon} = 0,8$ );

$H_{\text{TM}}$  – норма внесення технологічного матеріалу, (сипких мінеральних добрив – кг/га; рідких добрив, або ядохімікатів – л/га) (із вихідних даних);

$B_{\text{TM}}$  – ширина розподілу технологічного матеріалу, м (із вихідних даних).

$$l_{\text{мз}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.1.2.А Відстань між місцями заповнення ємностей машин технологічним матеріалом по ширині ділянки (загінки), м:

$$C_{\text{мз}} = 2B_{\text{TM}} n_{\text{кр}}, \quad (9.21)$$

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

$$n_{кр} = \frac{l_{мз}}{2L_p}. \quad (9.22)$$

(результат округлити до цілого меншого числа)

$$C_{мз} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_{кр} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.2.А Розрахувати складові часу технологічного циклу внесення добрив, год:

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{хц} + t_{тц}, \quad (9.23)$$

де  $t_{рц}$  – тривалість основної роботи за один цикл внесення добрив, год:

$$t_{рц} = \frac{l_{мз}}{10^3 V_p}, \quad (9.24)$$

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

$$t_{хц} = \frac{t_{тц}(1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}}, \quad (9.25)$$

$t_{тц}$  – тривалість одного технологічного обслуговування агрегату в циклі, год:

$$t_{тц} = t_{зд}, \quad (9.26)$$

де  $t_{зд}$  – тривалість одного завантаження ємкостей машин технологічним матеріалом, год  $t_{зд} = (0,1 \dots 0,2)$  год;

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

$$t_{хц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{рц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

при  $V_p = V_{\text{п}}$   
маємо  $\tau_{\text{рух}} = \varphi,$  (9.27)

а при  $V_p \neq V_{\text{п}}$   
маємо  $\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}$  (9.28)

де –  $k = \frac{V_{\text{п}}}{V_p}$  (9.29)

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.Б Розрахувати параметри технологічного циклу внесення сипких мінеральних добрив і твердих органічних добрив причипними розкидачами по прямоточній схемі.

Складові часу технологічного циклу внесення добрив, год:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рц}} + t_{\text{хц}} + t_{\text{тц}}, \quad (9.30)$$

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

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

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

5.1.Б Тривалість основної роботи за один цикл внесення добрив, год:

$$t_{\text{рц}} = \frac{10^4 U_{\epsilon} \rho_{\text{тм}} \psi_{\epsilon}}{H_{\text{тм}} B_{\text{тм}} V_p}, \quad (9.31)$$

де  $U_{\epsilon}$  – об'єм ємкостей машин, м<sup>3</sup> (табл. 9.3; 9.4);

$\rho_{\text{тм}}$  – об’ємна маса технологічного матеріалу (добрих в різному агрегатному стані, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.16] (для рідини – 1 т/ м<sup>3</sup>);

$\psi_{\epsilon}$  – коефіцієнт використання об’єму ємкостей машин, ( $\psi_{\epsilon} = 0,8$ );

$H_{\text{тм}}$  – норма внесення технологічного матеріалу, (сипких мінеральних і твердих органічних добрив – т/га) (із вихідних даних);

$B_{\text{тм}}$  – ширина розподілу технологічного матеріалу, м (із вихідних даних).

5.2.Б Тривалість холостих поворотів в межах одного циклу, год:

$$t_{\text{хц}} = \frac{t_{\text{рц}}(1 - \tau_{\text{рух}})}{\tau_{\text{рух}}} \quad (9.32)$$

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

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

при  $V_{\text{р}} = V_{\text{п}}$

маємо

$$\tau_{\text{рух}} = \varphi, \quad (9.33)$$

а при  $V_{\text{р}} \neq V_{\text{п}}$

маємо

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1} \quad (9.34)$$

де –

$$k = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{р}}} \quad (9.35)$$

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

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

$$\tau_{\text{рух}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{хц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{рц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$t_{\text{ц}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.3.Б Тривалість технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт по внесенню добрив, год:

$$t_{\text{тц}} = t_{\text{зд}} + t_{\text{пер}}, \quad (9.36)$$

де  $t_{\text{зд}}$  – тривалість одного завантаження ємкостей машин технологічним матеріалом, год (для розрахунків приймаємо  $t_{\text{зн}} = (0,1 \dots 0,2)$  год);

$t_{\text{пер}}$  – час на переїзди, як завантаженого агрегату від складу до поля, так і розвантаженого – в зворотному напрямку, год:

$$t_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{тм}}}{V_{\text{рв}}} + t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{тм}}}{V_{\text{рх}}}, \quad (9.37)$$

де  $V_{\text{рв}}$  – швидкість руху агрегату з вантажем, км/год (для розрахунків можна прийняти  $V_{\text{рв}} = 8 \dots 10$  км/год);

$V_{\text{рх}}$  – швидкість руху агрегату без вантажу, км/год (для розрахунків можна прийняти  $V_{\text{рх}} = 15 \dots 20$  км/год);

$S_{\text{тм}}$  – відстань перевезення технологічного матеріалу, км (із вихідних даних);

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

$$t_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{тм}}}{V_{\text{рв}}} + t_{\text{зав}} + \frac{S_{\text{тм}}}{V_{\text{рх}}}$$

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

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

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{\text{зм}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{т}} + T_{\text{оп}} \quad (9.38)$$

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).

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

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

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

$T_{\text{оп}}$  – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год  
 $T_{\text{оп}} = (0,07 \dots 0,10) T_{\text{зм}};$

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

$$T_p = t_{pц} \cdot n_{ц} \quad (9.39)$$

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

$$T_x = t_{xc} \cdot n_{ц} \quad (9.40)$$

6.3 Розрахувати час на технологічне обслуговування ( $T_T$ ) агрегату при виконанні операції внесення добрив розділяють на:

– циклове ( $T_{T.цц}$ ) (завантаження ємностей машин технологічним матеріалом, транспортування агрегатом добрив у поле і переїзди порожньої машини на склади під завантаження), год;

– позациклове ( $T_{T.пц}$ ) (контроль якості роботи, перевірка регулювальних параметрів і т.ін.), год:

$$T_T = T_{T.цц} + T_{T.пц}, \quad (9.41)$$

6.3.1 Час на позациклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{T.пц} = (0,04 \dots 0,05) \cdot T_{зм} \quad (9.42)$$

6.3.2 Час на циклове технологічне обслуговування агрегату, год:

$$T_{T.цц} = t_{T.цц} \cdot n_{ц} \quad (9.43)$$

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

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{T.пз} + T_{оп})}{t_{ц}} \quad (9.44)$$

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

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

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

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

$$T_{T.цц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_{ц} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (9.45)$$

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

7 Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом при внесенні технологічного матеріалу:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{г.зм} = 0,1 B_{г.тм} V_p \tau_{зм} \quad (9.46)$$

– за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{г.тм} T_{зм} \quad (9.47)$$

$$W_{г.зм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{зм} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів.

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

– тягово-привідного агрегату:

$$q_{га} = \frac{G_{тр} T_p + G_{тх} T_x + G_{тз} T_{зуп}}{T_{зм} W_{г.тм}} \quad (9.48)$$

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:

$$T_{зуп} = T_t + T_{оп}, \quad (9.49)$$

$$T_{зуп} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$q_{га} = \underline{\hspace{2cm}}$$

– самохідного агрегату:

$$q_{\text{га}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} g_{\text{ен}}}{W_{\text{г.тм}}}, \quad (9.50)$$

де  $g_{\text{ен}}$  – питомі витрати пального двигуном комбайну, г/кВт год [6, табл. X.7];

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

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

$$z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{г.тм}}} \quad (9.51)$$

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

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

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

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (9.52)$$

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

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

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.

9 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу.

9.1.А Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення добрив і максимального завантаження всіх його ланок при перевантажувальній схемі необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\Gamma.ТМ} n_{a.ТМ} = \frac{W_{\Gamma.ТЗ} n_{ТЗ}}{H_{ТМ}}, \quad (9.53)$$

де  $W_{\Gamma.ТМ}$  – продуктивність агрегатів для внесення технологічного матеріалу, га/год;

$n_{a.ТМ}$  – кількість агрегатів для внесення технологічного матеріалу, шт. (для розрахунків приймаємо  $n_{a.ТМ} = 1$  шт);

$W_{\Gamma.ТЗ}$  – продуктивність транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу, т/год;

$n_{ТЗ}$  – кількість транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу, шт;

$H_{ТМ}$  – норма внесення технологічного матеріалу: сипких мінеральних добрив – кг/га; рідких мінеральних і органічних – л/га (із вихідних даних).

9.2.А Розрахувати продуктивність ( $W_{\Gamma.ТЗ}$ ) транспортного засобу для підвезення технологічного матеріалу, т/год:

$$W_{\Gamma.ТЗ} = \frac{M_B}{t_{об.ТЗ}} \quad (9.54)$$

де  $M_B$  – маса вантажу (технологічного матеріалу) в транспортному засобі, т;

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

9.2.1.А Розрахувати масу ( $M_B$ ) вантажу в транспортному засобі, т:

$$M_B = U_K \rho_{ТМ} \psi_K, \quad (9.55)$$

де  $U_K$  – об'єм кузова (ємкості) транспортного засобу, м<sup>3</sup> [6, табл. XII];

$\rho_{ТМ}$  – об'ємна маса технологічного матеріалу (добрив в різному агрегатному стані, технологічної рідини для приготування розчину і т.ін.), т/м<sup>3</sup> [6, табл. D.17] (для рідини – 1 т/м<sup>3</sup>);

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

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

$$W_{\Gamma.ТЗ} = \underline{\hspace{10em}}$$

9.2.2.А Розрахувати час ( $t_{об.ТЗ}$ ) обороту транспортного засобу, год:

$$t_{об.ТЗ} = t_{зав} + \frac{S_{KM}}{V_{PB}} + t_{роз} + \frac{S_{ТМ}}{V_{PX}}, \quad (9.56)$$

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

$S_{\text{тм}}$  – відстань перевезення технологічного матеріалу, км (із вихідних даних);

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

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

$t_{\text{роз}}$  – час розвантаження транспортного засобу, год; (приймаємо з урахуванням часу технологічного обслуговування агрегату в одному циклі робіт (завантаження кузова розкидача) і часу на виконання основної роботи за один цикл внесення технологічного матеріалу (опорожнення ємностей розкидача).

$$t_{\text{об.тз}} = \frac{S_{\text{тм}}}{V_{\text{рв}}} + t_{\text{роз}}$$

9.3.А Розрахувати кількість ( $n_{\text{тз}}$ ) транспортних засобів для підвезення технологічного матеріалу:

$$n_{\text{тз}} = \frac{W_{\text{г.тм}}}{W_{\text{г.тз}}} H_{\text{тм}} n_{\text{а.тм}} \quad (9.57)$$

$$n_{\text{тз}} = \frac{W_{\text{г.тм}}}{W_{\text{г.тз}}} H_{\text{тм}} n_{\text{а.тм}}$$

9.1.Б Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення *сипких мінеральних і твердих органічних добрив причіпними розкидачами* і максимального завантаження всіх його ланок по прямоточній схемі необхідно виконати умову потоковості технологічного процесу:

$$W_{\text{г.тм}} n_{\text{а.тм}} = W_{\text{г.зр}} n_{\text{а.зр}} , \quad (9.58)$$

де  $W_{\text{г.тм}}$  – продуктивність агрегатів для внесення технологічного матеріалу, га/год;

$n_{\text{а.тм}}$  – кількість агрегатів для внесення технологічного матеріалу, шт. (для розрахунків приймаємо  $n_{\text{а.тм}} = 1$  шт);

$W_{\text{г.зр}}$  – продуктивність агрегатів для заробки добрив у ґрунт, га/год [7];

$n_{a.зр}$  – кількість агрегатів для заробки добрив у ґрунт, шт;

9.2.Б Розрахувати кількість ( $n_{a.зр}$ ) агрегатів для заробки добрив у ґрунт:

$$n_{a.зр} = \frac{W_{г.тм} n_{a.тм}}{W_{г.зр}} \quad (9.59)$$

$$n_{тз} = \frac{\quad}{\quad}$$

### *Висновки*

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \underline{\hspace{1cm}}$ ;  $\xi_N = \underline{\hspace{1cm}}$ );

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ( $\varphi = \underline{\hspace{1cm}}$ );

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по внесенню добрив ( $t_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $n_{ц} = \underline{\hspace{1cm}}$ );

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи ( $\tau_{рух} = \underline{\hspace{1cm}}$ ,  $\tau_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ );

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ( $W_{г} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га/год);

– за зміну ( $W_{зм} = \underline{\hspace{1cm}}$ , га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

– витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{га} = \underline{\hspace{1cm}}$ , кг/га);

– прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $З_{п} = \underline{\hspace{1cm}}$ , люд · год/га);

– повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_{п} = \underline{\hspace{1cm}}$ , Дж/га).

е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу внесення добрив.

**«Організація внесення твердих органічних добрив із куп валкувачами-розкидачами по двофазній технології»**

*Вихідні дані:*

Конфігурація поля (бажано вибирати безпосередньо із карти  
землекористування реального господарства) \_\_\_\_\_

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

Рельеф поля, град ( $\alpha^0$ ) \_\_\_\_\_

Норма внесення твердих органічних добрив, т/га ( $H_{\text{тд}}$ )

### Послідовність виконання завдання

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

[illegible]

2 Обґрунтувати швидкісний режим роботи агрегату для заданих умов виконання технологічної операції

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

Марка робочої машини \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 10.1)

Марка трактора \_\_\_\_\_ (параметри занести в табл. 10.2)

Таблиця 10.1 – Технічні характеристики і енергетичні параметри робочої машини [6, табл. XI.1]

| Назва і марка | Маса валкувача-розкидача<br>$M_{в-р}$ , кг | Ширина розподілу органічних добрив<br>$B_p$ , м | Пропускна здатність робочих органів машини,<br>$q_m$ , т/год |
|---------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1             | 2                                          | 3                                               | 4                                                            |
|               |                                            |                                                 |                                                              |

Таблиця 10.2 – Технічні характеристики трактора [6, табл. I.1]

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

Колонки 4, 5, 6 заповнюють після виконання пунктів 2.2 – 2.3.

2.2 Обґрунтувати робочу швидкість агрегату у відповідності із агротехнічними вимогами, які пред'являються до операції:

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

$$V_{pN} = \frac{3,6 \left( N_{ен} \xi_{Ne} - \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}} \right) \eta_{тр} \eta_6}{R_{т-пр}}, \quad (10.1)$$

де  $N_{ен}$  – ефективна номінальна потужність двигуна трактора, кВт (табл. 10.2);

$\xi_{Ne}$  – нормативний коефіцієнт використання ефективної потужності двигуна трактора ( $\xi_{Ne} = 0,8 \dots 0,9$ ) [3];

$N_{ВВП}$  – потужність, яка передається на привід робочих органів від ВВП трактора в залежності від норми внесення добрив, кВт [6, табл. D.25];

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

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії трактора (колісний –  $\eta_{тр} = 0,9$ ; гусеничний –  $\eta_{тр} = 0,86$ ) [3];

$\eta_6$  – коефіцієнт, що відображає втрати швидкості при наявності буксування:

$$\eta_6 = \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (10.2)$$

де  $\delta$  – буксування на вибраній передачі, % [6, табл. D.7]:

$$\eta_6 = \frac{\quad}{\quad}$$

$$V_{pN} = \frac{\quad}{\quad}$$

2.2.1.1 Розрахувати приведений опір ( $R_{T-пр}$ ) тягово-привідної машини, який виникає при виконанні технологічної операції, кН:

$$R_{T-пр} = R_a + R_{зр} + P_{ВВП}, \quad (10.3)$$

де  $R_a$  – навантаження на трактор, яке створює начіпна машина, кН;

$R_{зр}$  – опір, який треба подолати трактору при зрушенні купи добрив, кН;

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

2.2.1.2 Розрахувати тяговий опір ( $R_a$ ), який створює начіпна машина при виконанні агрегатом технологічної операції (особливо на підйом), кН:

$$R_a = G_{в-р}(\lambda_d f_{тр} + \sin \alpha), \quad (10.4)$$

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

$\lambda_d$  – коефіцієнт, який враховує величину довантаження ходової системи трактора начіпними машинами ( $\lambda_d = 1$ );

$G_{в-р}$  – вага валкувача-розкидача, кН:

$$G_{в-р} = 10^{-3} M_{в-р} g, \quad (10.5)$$

де  $M_{в-р}$  – маса валкувача-розкидача, кг (табл. 10.1);

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

2.2.1.3 Розрахувати опір зрушення ( $R_{зр}$ ) купи добрив, кН:

$$R_{зр} = M_{кд} g f_{т-к}, \quad (10.6)$$

де  $f_{т-к}$  – коефіцієнт внутрішнього тертя–ковзання перегною  $k = 0,5 \dots 1,0$ . При збільшенні вологості перегною (78...83)% значення коефіцієнту зменшуються.

$M_{кд}$  – маса купи органічних добрив, т.

Кількість добрив у купі ( $M_{\text{кд}}$ ) залежить від параметрів технологічної схеми внесення добрив [6, табл. D.26], керуючись якою вибираємо транспортний засіб [6, табл. XII.1...XII.2].

Марка транспортного засобу \_\_\_\_\_,

$$M_{\text{кд}} = U_{\text{к}} \rho_{\text{тд}} \quad (10.7)$$

де  $U_{\text{к}}$  – об’єм кузова транспортного засобу,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{тд}}$  – об’ємна маса твердих органічних добрив,  $\text{т}/\text{м}^3$  [6, табл. D.17];

Довідка:(при купах масою до 4 т розподілення органічних добрив виконується за один прохід агрегату, якщо маса купи більше 4 т – за два проходи: спочатку – формування валка, а потім – розкидання [4, с.125...126]). Враховуючи технологію процесу внесення добрив приймаємо масу купи добрив  $M_{\text{кд}} = \underline{\hspace{2cm}}$ .

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

$$P_{\text{ВВП}} = \frac{3,6 \cdot N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{тр}} B_{\text{р}} H_{\text{тд}}}{10 \cdot q_{\text{м}} \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (10.8)$$

де  $q_{\text{м}}$  – пропускна здатність робочих органів валкувача-розкидача,  $\text{т}/\text{год}$ ; ( $q_{\text{м}} = 364 \text{ т}/\text{год}$ ) [2];

$B_{\text{р}}$  – ширина розподілу органічних добрив,  $\text{м}$  (табл. 11.1)

$$P_{\text{ВВП}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$M_{\text{кд}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$R_{\text{зр}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$G_{\text{в-р}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$R_{\text{а}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$R_{\text{т-пр}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

### 2.3 Обґрунтований вибір швидкості руху.

Із тягової характеристики трактора [6, табл. D.7], з урахуванням агрофону, вибираємо передачу на якій робоча швидкість ( $V_p$ ) матиме найближче значення до розрахованої ( $V_{pN}$ ). Робоча швидкість ( $V_p$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{тн}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого розрахунку і занести їх необхідно в табл. 10.2.

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

$$\eta_p = \frac{R_{т-пр}}{P_{тн} - G_{тр} \sin \alpha} \quad (10.9)$$

де  $G_{тр}$  – вага трактора, кН;

$$G_{тр} = 10^{-3} M_{тр} g, \quad (10.10)$$

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

де  $M_{тр}$  – маса трактора, кг (табл. 11.2).

$$G_{тр} = \underline{\hspace{4cm}}$$

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

Коефіцієнт використання номінального тягового зусилля повинен відповідати табличним значенням [6, табл. D.9]. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\eta_p$ ) перевищують допустимі табличні, то розрахунок технологічного процесу розподілення добрив виконують в два етапи.

За першим проходом агрегат формує валок (*при цьому роторний робочий орган піднято в транспортне положення*), а за другим – агрегат виконує процес розкидання добрив роторним робочим органом із сформованого валка.

#### 2.4.1 Уточнити значення робочої швидкості по етапах:

– формування валка:

$$V_{рф} = \frac{3,6 N_{ен} \eta_{тр} \eta_6}{R_a + R_{зр}} \quad (10.11)$$

$$V_{p\phi} = \frac{3,6 \left( N_{en} - \frac{N_{BВП}}{\eta_{BВП}} \right) \eta_{тр} \eta_{\phi}}{R_a + P_{BВП}}$$

– розкидання добрив:

$$V_{pp} = \frac{3,6 \left( N_{en} - \frac{N_{BВП}}{\eta_{BВП}} \right) \eta_{тр} \eta_{\phi}}{R_a + P_{BВП}} \quad (10.12)$$

$$V_{pp} = \frac{3,6 \left( N_{en} - \frac{N_{BВП}}{\eta_{BВП}} \right) \eta_{тр} \eta_{\phi}}{R_a + P_{BВП}}$$

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

2.5.1 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі формування валка (для умов *підйом*), кВт:

$$N_{\phi}^{\phi B} = \frac{P_{руш} V_{p\phi}}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\phi}}, \quad (10.13)$$

де  $V_{p\phi}$  – робоча швидкість при формуванні валка, км/год;

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

$$P_{руш} = G_{тр} (f_{тр} - \sin \alpha) + R_a + R_{зр}. \quad (10.14)$$

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

$$P_{руш} = \frac{G_{тр} (f_{тр} - \sin \alpha) + R_a + R_{зр}}{\eta_{тр}}$$

$$N_{\phi}^{\phi B} = \frac{P_{руш} V_{pp}}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\phi}}$$

2.5.2 Розрахувати фактичну потужність двигуна, яка може бути реалізована рушіями трактора в процесі розкидання маси добрив (для умов *підйом*), кВт.

$$N_{\phi}^{рд} = \frac{P_{руш} V_{pp}}{3,6 \eta_{тр} \eta_{\phi}} \quad (10.16)$$

де  $V_{pp}$  – робоча швидкість при розкиданні добрив, км/год;

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

$$P_{руш} = G_{тр}(f_{тр} - \sin\alpha) + R_a + P_{ВВП}, \quad (10.17)$$

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

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

$$N_{\phi}^{рл} = \underline{\hspace{10cm}}$$

2.6 Ступінь використання ефективної потужності двигуна розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату (формування валка  $N_{\phi}^{\phiв}$  та розкидання маси добрив  $N_{\phi}^{рл}$ ):

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{ен}}. \quad (10.18)$$

розкидання добрив:

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

Формування валка та розкидання добрив:

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

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

В результаті розрахунків скомплектовано агрегат у складі: трактора \_\_\_\_\_, робочої машини \_\_\_\_\_, який виконує технологічну операцію на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \underline{\hspace{2cm}}$  км/год; формування

валка на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \text{___ км/год}$ ; розкидання добрив на \_\_\_\_\_ передачі,  $V_p = \text{___ км/год}$ .

### *3 Підготовка агрегату до роботи.*

Описати коротко основні операції, що проводяться при підготовці агрегату до виконання технологічної операції [4, с. 111...126].

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### *4 Підготовка поля до роботи.*

Привести схему поля, позначити місця укладки добрив купами [6, рис. XI.1...XI.2].

Підготовку поля проводять ще до вивезення добрив. При підготовці полів враховують можливі способи руху агрегатів, конфігурацію і розміри полів, технічні характеристики агрегатів і норми внесення добрив.

Підготовка поля по перевантажувальній схемі зводиться до позначення місць розташування куп органічних добрив, та відбивки поворотних смуг. Рекомендована ширина поворотної смуги –  $E = (12 \dots 16)\text{м}$ .

#### *4.1 Технологія укладання куп органічних добрив на полі.*

Органічні добрива вивозять і розкладають купи рядами рівномірно по полю (*бажано у «шаховому» порядку*). Відстань між рядами куп приймають рівною ширині розподілу добрив розкидачем ( $B_p$ ).

Перший ряд куп укладають від краю поля на відстані, яка дорівнює приблизно половині ширини розкидання ( $0,5B_p$ ), а першу купу в ряду, від початку поля, на відстані, яка дорівнює ширині поворотної смуги ( $E$ ).

Відстань між купами в ряду ( $L_k$ , м) в залежності від норми внесення і маси добрив у купі розраховується по формулі:

$$L_k = \frac{10^4 M_{\text{кд}}}{B_p H_{\text{тд}}}, \quad (10.19)$$

де  $M_{\text{кд}}$  – маса купи добрив, т;

$B_p$  – ширина розподілу органічних добрив, м (табл. 10.2);

$N_{\text{тд}}$  – норма внесення твердих органічних добрив, т/га (із вихідних даних).

$$L_k = \text{—————}$$

(Відстань між купами в ряду ( $L_k$ , м) можна вибрати із [6, табл. D.26], при умові коли вантажність транспортних засобів співпадає з наведеними у таблиці)

Щоб забезпечити задану дозу внесення добрив, то на одне поле перегній вивозять машинами однакової вантажності. Якщо ж виникає необхідність вивозити добрива машинами різної вантажності, то поле розбивають на окремі ділянки для кожного типу транспортних засобів.

#### 4.2 Технологія внесення органічних добрив із куп.

Порядок виконання технологічної операції (внесення органічних добрив) роторними розкидачами залежить від розмірів попередньо розкладених куп.

При купях масою 2...3т агрегат направляють по ряду куп вздовж гону. Валкоутворювач захоплює всю купу і штовхає її вперед. При цьому добрива проштовхуються під трактором через дозувальне вікно валкоутворювача і формуються у неперервний валок від купи до купи. За трактором валок розкидається по обидві сторони розкидача роторними робочими органами, які обертаються в поперечній площині відносно до траєкторії руху агрегату. Після того, як всі купи першого ряду будуть розкидані за один прохід, агрегат здійснює холостий поворот і заїжджає для виконання роботи в наступному ряді [6, рис. XI.1].

В тих випадках, коли маса куп 3...4т, технологічну операцію необхідно виконувати в два прийоми. За перший прохід валкоутворювачем формується валок при піднятих в транспортне положення роторних робочих органах. Другим проходом виконують додаткове формування валка з одночасним його розкиданням [6, рис. XI.2].

Якщо на полі розкладені купи масою більше 4т, розкидання добрив виконують у три прийоми. За перший прохід відрізається приблизно половина купи і формується валок довжиною, яка дорівнює половині відстані між купами. На другому проході, який має напрямок, назустріч першому, агрегат забирає другу половину купи і остаточно закінчує формування валка. Роторні робочі органи при перших двох проходах – підняті в транспортне положення. Третім проходом органічні добрива розкидаються по полю роторними робочими органами [6, рис. XI.2].

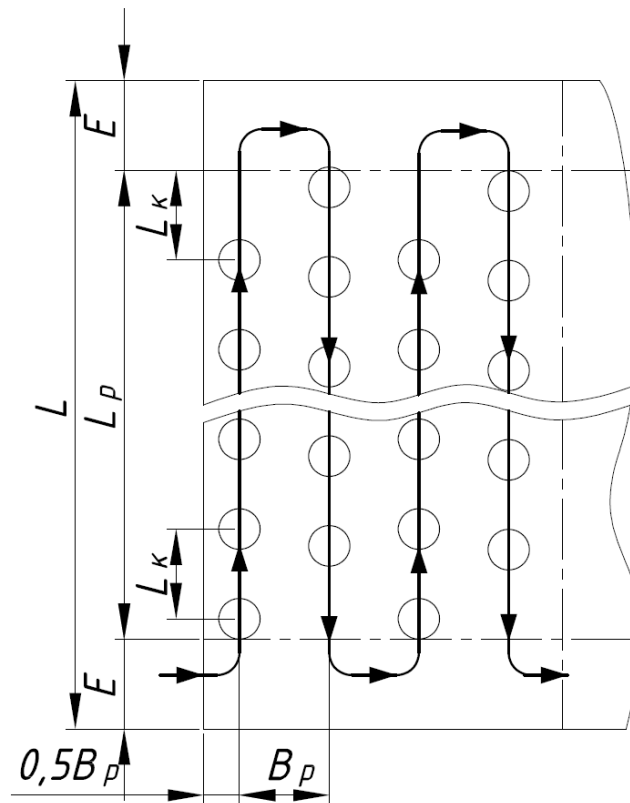


Рис. 10.1 – Спосіб руху агрегату при умовах одним проходом формується валок і одночасно розкидається

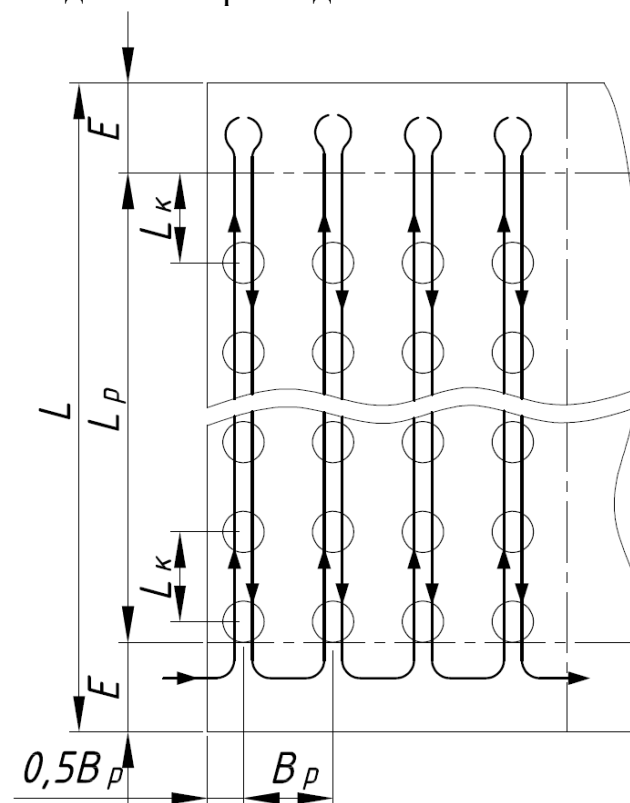


Рис. 10.2 – Спосіб руху агрегату при умовах: перший прохід – формується валок; другий прохід – розкидання валка

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

4.3.1 Розрахувати довжину робочої частини гону ( $L_p$ , м). Вона визначається за допомогою схеми [6, рис. XI.1 – XI.2] і залежності:

$$L_p = L - 2E, \quad (10.20)$$

де  $L$  – довжина гону поля, м (*із вихідних даних*);  
 $E$  – ширина поворотної смуги, м ( $E = 12 \dots 16$ м).

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

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

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (10.21)$$

де  $L_x$  – довжина холостого ходу при повороті, м (*при безпетльовому повороті по колу, або при петльовому повороті*):

$$L_x = l_{\pi}, \quad (10.22)$$

де  $l_{\pi}$  – довжина петлі повороту, м:

$$l_{\pi} = \gamma_L \cdot r_{\pi}, \quad (10.23)$$

де  $\gamma_L$  – коефіцієнт, який характеризує співвідношення довжини петлі повороту до його радіусу [6, рис. D.1 і табл. D.13];

$r_{\pi}$  – радіус повороту агрегату, м (для розрахунків приймаємо  $r_{\pi} \approx B_p$ ).

$$l_{\pi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

Час зміни складається із таких елементів:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_T + T_{оп} \quad (10.24)$$

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

$T_p$  – час чистої роботи на протязі зміни, год;

$T_x$  – час на повороти, заїзди, холості переїзди і т.ін., год;

$T_T$  – тривалість технологічного обслуговування агрегату (контроль якості роботи, перевірка регульовальних параметрів і т.ін.) , год

$T_x = (0,04 \dots 0,05)T_{зм}$ ;

$T_{оп}$  – час регламентованих перерв на відпочинок і особисті потреби, год

$T_{оп} = (0,07)T_{зм}$

Сума  $(T_p + T_x)$  являє собою час руху при виконанні роботи ( $T_{рух}$ ), а сума  $(T_T + T_{оп})$  – час регламентованих зупинок ( $T_{зуп}$ ), тобто непродуктивні витрати часу.

Час регламентованих зупинок заздалегідь встановлено нормативними документами, а співвідношення часу чистої роботи ( $T_p$ ) і часу на холості повороти ( $T_x$ ) повністю характеризують організацію виконання технологічної операції і залежать, в основному, від прийнятого способу руху і виду повороту.

Аналіз складових часу зміни виконується за коефіцієнтом використання часу руху ( $\tau_{рух}$ ). Із співвідношення, яке характеризує коефіцієнт використання часу руху:

$$\tau_{рух} = \frac{T_p}{T_{рух}} = \frac{T_p}{T_{зм} - T_{зуп}} = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (10.25)$$

знаходимо залежності по визначенню  $T_p$  і  $T_x$ .

5.1.А Розрахувати час чистої (корисної) роботи агрегату за зміну, год:

$$T_p = \tau_{рух} (T_{зм} - T_{зуп}) , \quad (10.26)$$

5.2.А Розрахувати час, витрачений на повороти за зміну, год:

$$T_x = \frac{T_p (1 - \tau_{рух})}{\tau_{рух}} , \quad (10.27)$$

Для визначення коефіцієнту використання часу руху ( $\tau_{рух}$ ) задаємося такими умовами:

при  $V_p = V_n$   $\tau_{рух} = \varphi , \quad (10.28)$

маємо

а при  $V_p \neq V_{\pi}$

маємо

$$\tau_{\text{рух}} = \frac{k\varphi}{(k-1)\varphi + 1}, \quad (10.29)$$

де –

$$k = \frac{V_{\pi}}{V_p} \quad (10.30)$$

$V_{\pi}$  – швидкість руху при виконанні поворотів (приймаємо з урахуванням складу агрегату та умовам руху), км/год.

$$k = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_p = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_x = \underline{\hspace{2cm}}$$

5.3.А Оцінка повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи виконується при визначенні коефіцієнту:

$$\tau_{\text{зм}} = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} \quad (10.31)$$

$$\tau_{\text{зм}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

б Розрахувати обсяг роботи, виконаної агрегатом на внесенні твердих органічних добрив:

– за годину змінного часу, га/год:

$$W_{\text{Г.ЗМ}} = 0,1 B_p V_p \tau_{\text{зм}} \quad (10.32)$$

– за зміну, га:

$$W_{\text{ЗМ}} = W_{\text{Г.ТД}} T_{\text{ЗМ}} \quad (10.33)$$

$$W_{\text{Г.ЗМ}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$W_{\text{ЗМ}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 7 Експлуатаційні витрати на роботу агрегатів:

### 7.1 Розрахувати витрати пального на одиницю обсягу роботи, кг/га:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{тз}} T_{\text{зуп}}}{T_{\text{зм}} W_{\text{Г.ТД}}} \quad (10.34)$$

де  $G_{\text{тр}}$ ,  $G_{\text{тх}}$ ,  $G_{\text{тз}}$  – витрати пального трактором, відповідно, при робочому ході, на поворотах і зупинках кг/год [6, табл. D.18];

$T_{\text{зуп}}$  – час регламентованих зупинок, год:

$$T_{\text{зуп}} = T_{\text{т}} + T_{\text{оп}}, \quad (10.35)$$

$$T_{\text{зуп}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$q_{\text{га}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 7.2 Розрахувати прямі затрати праці на одиницю обсягу роботи, люд·год/га:

$$З_{\text{п}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{Г.ТД}}}, \quad (10.36)$$

де  $n_{\text{мех}}$  – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат, люд.

$$З_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 7.3 Розрахувати повну питому енергоємність технологічної операції (витрати енергії пального на одиницю обсягу роботи), Дж/га:

$$A_{\text{п}} = H_{\text{п}} q_{\text{га}}, \quad (10.37)$$

де  $H_{\text{п}}$  – питома теплота згорання пального, Дж/кг: (дизельне пальне –  $4,166 \cdot 10^7$ ; бензин –  $4,38 \cdot 10^7$ ).

$$A_{\text{п}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Якщо врахувати, що  $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ , то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

#### 8 Обґрунтувати системну цілісність технологічного процесу внесення твердих органічних добрив із куп валкувачами-розкидачами

Для забезпечення системної цілісності комплексу машин для внесення добрив і максимального завантаження всіх його ланок необхідно виконати умову поточності технологічного процесу:

$$W_{\text{г.тд}} n_{\text{а.тд}} = W_{\text{г.зр}} n_{\text{а.зр}}, \quad (10.38)$$

де  $W_{\text{г.тд}}$  – продуктивність агрегату на внесенні твердих органічних добрив, га/год;

$n_{\text{а.тд}}$  – кількість агрегатів для внесення твердих органічних добрив, шт.  
(для розрахунку приймаємо  $n_{\text{а.тд}} = 1$  шт);

$W_{\text{г.зр}}$  – продуктивність агрегатів для заробки добрив у ґрунт, га/год [7];

$n_{\text{а.зр}}$  – кількість агрегатів для заробки добрив у ґрунт, шт;

8.1 Розрахувати кількість ( $n_{\text{а.зр}}$ ) агрегатів для заробки добрив у ґрунт.

$$n_{\text{а.зр}} = \frac{W_{\text{г.тд}} n_{\text{а.тд}}}{W_{\text{г.зр}}} \quad (10.39)$$

$$n_{\text{а.зр}} = \frac{\quad}{\quad}$$

#### Висновки

В результаті розрахунків по представленій методиці виконано:

а) обґрунтування оптимального складу агрегату і швидкісний режим його роботи для заданих умов виконання технологічної операції ( $\eta_p = \text{---}$ ;  $\xi_N = \text{---}$ );

б) оцінювання досконалості вибраного способу руху і виду поворотів ( $\varphi = \text{---}$ );

в) розрахунки параметрів:

– технологічного циклу робіт по внесенню добрив ( $t_{\text{ц}} = \text{---}$ ,  $n_{\text{ц}} = \text{---}$ );

– режиму робочої зміни агрегату із аналізом її складових та оцінкою повноти використання часу зміни на виконання корисної роботи

( $\tau_{\text{рух}} = \text{---}$ ,  $\tau_{\text{зм}} = \text{---}$ );

г) розрахунки обсягу роботи, виконаної агрегатом:

– за годину змінного часу ( $W_{\text{г}} = \text{---}$ , га/год);

– за зміну ( $W_{\text{зм}} = \text{---}$ , га);

д) розрахунки експлуатаційних витрат на роботу агрегатів:

- витрати пального на одиницю виробітку агрегату ( $q_{\text{га}} = \text{____}, \text{кг/га}$ );
  - прямі затрати праці на одиницю виконаних робіт ( $З_{\text{п}} = \text{____}, \text{люд} \cdot \text{год/га}$ );
  - повна питома енергоємність технологічної операції ( $A_{\text{п}} = \text{____}, \text{Дж/га}$ ).
- е) обґрунтування системної цілісності технологічного процесу внесення добрив.

## Довідкова література

1. Експлуатація машин і обладнання. Комплектування. Сервіс. Навчальний посібник. Частина 1 / В.М. Зубко, О.І. Анікеєв, М.Л. Шуляк, К.Г. Сировицький, Л.М. Батюк. СНАУ. 2025. - 319 с.
2. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Опрыскувачі та машин для внесення добрив. Навчальний посібник. / К. Г. Сировицький, С. О. Харченко, О. І. Анікеєв, М. Л. Шуляк, В. М. Зубко, Л. М. Батюк. За ред. С. О. Харченка. – Х., 2024. – 134 с.
4. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаск, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
5. Експлуатація та сервіс техніки. Частина ІІ. Комбайни. Навчальний посібник. / С. О. Харченко, О. В. Адамчук, О. В. Козаченко, М. В. Бакум, К. Г. Сировицький, М. М. Абдуєв, Ф. М. Харченко. За ред. С. О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 115 с.
6. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.
7. Здобицький, А. Я. Трактори : навчальний посібник / А. Я. Здобицький, З. З. Вантух, Л. В. Сторожук. - Львів : "Новий Світ -2000", 2022. - 107 с.
8. Монтаж і пусконаладження фермерської техніки: навчальний посібник /Ревенко І. І., Брагінець М. В., Роговий В. Д., Ковтун Є. М., Хмельовський В. С., Скляр О. Г.. — Київ: Кондор, 2023. — 400 с.
9. Науково-технічне обґрунтування технології поліпшення біопотенціалу сільськогосподарських культур: монографія / Харченко С.О.,

Панкова О.В., Харченко Ф.М., Сировицький К.Г., Шуляк М.Л., Зубко В.М., Соколік С.П. – Харків: ФОП Панов А.М., 2023. – 157 с.

10. Сільськогосподарські машини: підручник / Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. — Київ: Каравела, 2023. — 552 с.

11. Трактори та автомобілі [Текст] : підручник. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згоряння / М. Г. Сандомирський [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедєв ; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : ХНТУСГ, 2021. - 258 с.

12. Шкарівський, Григорій Васильович. Трансмісії мобільних машин : навчальний посібник / Г. В. Шкарівський. - К. : ФОП Ямчинський О.В., 2021. - 439 с.

СИРОВИЦЬКИЙ КИРИЛО ГЕННАДІЙОВИЧ

# **ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

## **Методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних робіт № 2**

**для здобувачів 4 (3 с.т.) курсу освітньої програми «Агроінженерія»  
денної та заочної форм здобуття освіти ступеню вищої освіти  
«бакалавр»**

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет,  
вул. Г. Кондратьєва, 160

---

Підписано до друку: \_\_\_\_, 2026 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників    Замовлення \_\_\_\_\_ Ум. друк. арк. 8,2

---