

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ВИКОРИСТАННЯ МАШИН У
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ..... 3

Тема 6. ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ МАШИНИХ АГРЕГАТІВ.....	3
6.1. Вимоги до агрегату.....	3
6.2. Засоби визначення складу агрегату.....	3
6.3. Розрахунок тягового агрегату.....	4
6.4. Визначення оптимальних коефіцієнтів використання тягового зусилля, потужності і завантаження двигуна.....	5
ТЕМА 7. КІНЕМАТИКА МАШИНИХ АГРЕГАТІВ.....	15
7.1. Основні поняття і визначення.....	15
7.2. Кінематичні характеристики ділянки, трактора й агрегату.....	17
7.3. Траєкторія повороту.....	18
7.4. Класифікація поворотів.....	19
7.5. Види і способі руху агрегату на загоні.....	20
7.6. Коефіцієнт робочих ходів і його розрахунок для різноманітних способів руху.....	21
7.7. Оптимальна ширина загону.....	24
Тема 8. ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ВИРОБІТОК МАШИНИХ АГРЕГАТІВ.....	26
8.1 Основні поняття і визначення.....	26
8.2 Теоретична, технічна і фактична продуктивність агрегату.....	26
8.3 Коефіцієнт використання часу зміни.....	28
8.4. Розрахунок продуктивності по використанню потужності трактора і двигуна.....	28
8.5. Шляхи підвищення продуктивності агрегату.....	30
Тема 9. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ ПІД ЧАС РОБОТИ МАШИНИХ АГРЕГАТІВ.....	35
9.1. Поняття і класифікація витрат.....	35
9.2. Енергетичні витрати.....	35
9.3 Витрата палива і мастильних матеріалів.....	37
9.4 Витрати праці в люд.год. на одиницю роботи, люд.год./га.....	38
9.5 Експлуатаційні витрати коштів, їхній розрахунок.....	39
9.6 Фактори, що впливають на експлуатаційні витрати. Шляхи їх зниження.....	41
Тема 10. ПЛАНУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНОГО ПАРКУ.....	41
10.1 Зміст і задачі розділу.....	41
10.2. Основні поняття про виробничі процеси.....	42
10.3. Поняття про МТА, МТП, система машин.....	42
10.4 Класифікація сільськогосподарських агрегатів.....	43

10.5. Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів..... 43

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ВИКОРИСТАННЯ МАШИН У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ

Тема 6. ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

6.1. Вимоги до агрегату.

6.2. Засоби визначення складу агрегату.

6.3. Розрахунок тягового агрегату.

6.4. Визначення оптимальних коефіцієнтів використання тягового зусилля, потужності і завантаження двигуна.

6.1. Вимоги до агрегату

Правильне комплектування агрегатів є найважливішою умовою ефективного використання машин і якісного виконання с.г. робіт. А від цього залежить і врожайність с.г. культур і продуктивність праці, і собівартість продукції.

Підвищення ефективності і якості роботи у всіх ланках народного господарства є головними умовами розвитку народного господарства.

Правильно скомплектований агрегат повинен: забезпечити високу якість виконання с.г. операції з максимально можливою, в конкретних природно-господарських умовах, продуктивністю й економічністю.

Це досягається за рахунок вибору раціональних ширини захвату агрегату (або кількості машин в агрегаті), оптимальної швидкості (передачі) трактора з урахуванням умов експлуатації (типу ґрунту, рельєфу, розмірів поля) і забезпечення агротехнічних показників при виконанні даної роботи (глибина обробки, норми внесення добрив і т.д.).

6.2. Засоби визначення складу агрегату

Застосовуються такі засоби визначення складу МТА:

1) дослідний, тобто робота з різноманітними варіантами складу агрегатів і визначенням продуктивності і витрати палива на одиницю роботи;
2) розрахунковий, що у свою чергу ділиться на аналітичний і графічний.

Для розрахунку агрегату потрібно знати такі вихідні дані:

а) умови роботи агрегату - тип ґрунту, рельєф поля (α_{max}), розміри полів (Z, B);

б) агротехнічні показники виконуваної роботи: (глибина обробки, норма висіву насіння або добрив на гектар, ширина міжрядів для просапних культур і т.д.);

в) техніко-експлуатаційні показники с.г. машин, або знарядь, які приміняються для виконання даної операції: ширина захвату однієї машини (v_m) або корпусу плуга (v_k), маса (або вага) машин, ємність насінних ящиків або бункера комбайна, питомий опір с.г. машини - Н/м, для плугів - Н/см²,

споживана потужність на привід механізмів машин від ВВП трактора N_o , максимальна $V_{p \max}$ і мінімальна $V_{p \min}$ допустимі швидкості роботи з даними с.г. машинами (Фере Н.Е. «Посібник по ЕМТП»);

г) техніко-експлуатаційні показники трактора: параметри тягової характеристики по передачах (P_{z_n} , V_{p_n} і $N_{z_{\max}}$) на даному агрофоні, експлуатаційна маса трактора M_e ;

д) параметри зчіпок - фронт зчіпки, маса, коефіцієнт перекошування ($f_{зч}$).

6.3. Розрахунок тягового агрегату

1. Вибирають $V_{p \max}$ і $V_{p \min}$ з умов агротехніки.

2. У межах припустимих швидкостей визначають можливі раціональні варіанти складів агрегатів або по досвіду, або по попередньому розрахунку, знаючи тяговий опір машини або корпусу плуга.

Таких варіантів звичайно 2...3.

Наприклад: до тракторів класу 1,4: кількість сівалок - 1 або 2; культиваторів - теж 1 або 2, корпусів плуга 2...4; луцильників 1 (5 або 10 м).

До тракторів класу 3 сівалок ... 2; 3; 4, культиваторів 2...3, корпусів плуга - 4; 5; 6; луцильник один: 10; 15 або 20 м.

При утрудненні у виборі кількості машин в агрегаті прибігають до розрахунку:

$$\left. \begin{aligned} n_{\max} &\leq \frac{\lambda_{p \max} P_{z_{n, \text{низш}}}}{(K_v + K_{сц}) b_m} \\ n_{\min} &\geq \frac{\lambda_{p \max} P_{z_{n, \text{высш}}}}{(K_v + K_{сц}) b_m} \end{aligned} \right\} a \quad (6.1)$$

де $\lambda_{p \max}$ - максимально припустимий ступінь використання тяги, тобто

$$\lambda_p = \frac{R_a}{P_{z_n}} \quad (6.2)$$

λ_p - залежить від характеру тягових опорів (σ_R або δ_R). Для оранки $\lambda_{p \max} = 0,90 \dots 0,92$ (на рівнім полі), на посіві, боронуванні, культивації $\lambda_{p \max} = 0,95 \dots 0,96$

K_v - питомий опір на м ширини захвату, Н/м. Приймається по довідковим або «Типовій операційній технології і правилам виробництва механізованих польових робіт. ДІНТІ» з урахуванням поправки на швидкість. У таблицях «К» дається при $V_p = 5$ км/год.

Значення питомого опору з урахуванням швидкості визначається як

$$K_v = K[1 + \Delta K_c (V_i - V)], \quad (6.3)$$

де $K_{зч}$ - опір зчіпки, віднесений до 1 м ширини захвату агрегату.

Для зчіпок із металевими колесами (С-11У; С-18У) $K_{зч} = 100 \dots 150$ Н/м.

Для зчіпок із пневматичними колесами (СП-11; СП-16; СГ-21) $K_{зч} = 80 \dots 100$ Н/м.

Нерівномірність тягових опорів сільськогосподарських знарядь зумовлює необхідність неповного завантаження двигуна, трактора. Тобто необхідно залишати запас потужності для подолання короткочасних перевантажень.

Чим більше ступінь нерівномірності δ_R тягових опорів, тим менше повинна бути ступінь завантаження двигуна і трактора.

6.4. Визначення оптимальних коефіцієнтів використання тягового зусилля, потужності і завантаження двигуна

На ступінь завантаження трактора впливають також динамічні якості трактора (приведений момент інерції або приведена маса трактора), а також коефіцієнт пристосованості двигуна K_δ

$$K_\delta = \frac{M_{e_{\max}}}{M_{e_n}} \quad (6.4)$$

Чим більше K_δ , тим більшої може бути і ступінь завантаження двигуна.

Ступінь завантаження або використання двигуна і трактора можна оцінювати такими коефіцієнтами:

а) коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\lambda_p = R_a / P_{e_n}; \quad (6.5)$$

б) коефіцієнт використання тягової потужності

$$\lambda_{N_e} = N_e / N_{e_{\max}}; \quad (6.6)$$

в) коефіцієнт використання потужності двигуна

$$\lambda_{N_e} = N_e / N_{e_{\max}}; \quad (6.7)$$

г) коефіцієнт використання крутного моменту

$$\lambda_{M_e} = M_e / M_{e_n}. \quad (6.8)$$

Варто враховувати, що завантаження по двигуну декілька більше, ніж по трактору. λ_p / λ_m

Наприклад, для трактора МТЗ-80 якщо $\lambda_p = 0,69$ $\lambda_m = 0,80$ $0,86$

$$\lambda_p = 0,85 \quad \lambda_m = 0,90 \quad 0,94$$

$$\lambda_p = 0,95 \quad \lambda_m = 0,97 \quad 0,98$$

Тобто $\lambda_p = (0,86 \dots 0,98) \lambda_m$

Оптимальний ступінь використання сили тяги

$$\lambda_{po} = (0,94...0,97) \frac{K_{\delta}}{1 + 0,5\delta_R} \quad (6.9)$$

На оранці

для Т-74 при $\delta_R = 0,5$ і $K_{\delta} = 1,09$

$$\lambda_{po} = 0,97 \frac{1,09}{1 + 0,5 \cdot 0,5} = 0,85. \quad (6.10)$$

На посіві

$$\text{для Т-74 } \lambda_{po} = 0,97 \frac{1,09}{1 + 0,5 \cdot 0,4} = 0,88. \quad (6.11)$$

У тракторів ДТ-75 $K_{\delta} = 1,17$; Т-150 $K_{\delta} = 1,19$.

Ці трактора можна завантажувати на більший ступінь, чим Т-74.

Наприклад: для Т-150: $\lambda_{po} = 0,97 \frac{1,19}{1 + 0,5 \cdot 0,5} = 0,92$ - оранка;

$$\lambda_{po} = 0,97 \frac{1,19}{1 + 0,5 \cdot 0,4} = 0,97 \text{ - посів.}$$

У середньому рекомендується:

- на орних роботах $\lambda_p \approx 0,90$;

- на посіві, культивації, боронуванні $\lambda_p \approx 0,95$.

Для орного агрегату також можна застосовувати зазначені формули (а), тільки $K_{зч} = 0$ (при одному плузі), а

$$K = 100 \cdot a \cdot K_{nl} \cdot \beta, \quad (6.12)$$

де K_{nl} - питомий опір плуга, Н/см²;

a - глибина оранки, см;

β - коефіцієнт використання ширини захвату плуга, $\beta = 1,05$.

Прийняті варіанти агрегатів досліджують на їхню ефективність головним чином на **продуктивність** і **витрату палива**.

Кращим для даного трактора вважається той агрегат, у якого вище продуктивність W_r і ступінь завантаження трактора λ_p не перевищує максимально припустиму.

Тому основним критерієм оптимальності є W_r (продуктивність за годину чистого часу в га/ч рис. 6.1) - визначається по формулі

$$W_r = \frac{B_p \cdot V_p \cdot 10^3}{10^4} = 0,1B_p V_p \quad (6.13)$$

де L_{ϵ} - умовна довжина гону, рівна пройденому шляху в км за 1 годину

чистого часу при швидкості V_p км/год.

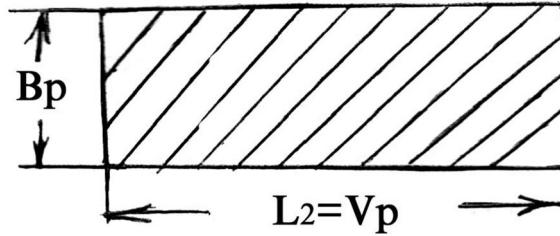


Рис. 6.1. Схема визначення продуктивності.

Продуктивність за годину змінного часу

$$W_{r_{см}} = 0,1B_p V_p \tau, \quad (6.14)$$

де $\tau = \frac{T_p}{T_{см}}$ - коефіцієнт використання часу зміни;

T_p - час чистої роботи агрегату (без припинень і холостих поворотів);

$T_{см}$ - тривалість зміни, включає усі елементи часу, крім обідньої перерви.

Для визначення швидкості V_p знаходять для кожного обраного варіанта агрегату його тяговий опір на рівному полі

Для I-го агрегату $R_{a_1} = K_1 \cdot n_1 \cdot b_m + G_{зч_1} \cdot f_{зч_1}$ або $R_a = B \cdot K + G_{зч} \cdot f_{зч}$.

Для II-го агрегату $R_{a_2} = K_2 \cdot n_2 \cdot b_m + G_{зч_2} \cdot f_{зч_2}$

де K_1 і K_2 - питомі опори для 1-го і 2-го агрегатів (з урахуванням швидкості), Н/м;

n_1 і n_2 - кількість машин в агрегатах;

$G_{зч_1}$ і $G_{зч_2}$ - вага зчіпок агрегату, Н;

$f_{зч_1}$ і $f_{зч_2}$ - коефіцієнт опору коченню зчіпок.

Для комплексного агрегату визначають опір усіх машин в агрегаті.

По знайденому значенню тягового опору кожного варіанта агрегату знаходять по тяговій характеристиці трактора або її параметрам передачі і швидкості, дотримуючи при цьому умова, щоб

$$\lambda_p = \frac{R_a}{P_{крн}} \approx \lambda_{po}, \quad (6.15)$$

а потім визначають $W_r = 0,1B_p V_p$ для вибраних агрегатів. Якщо в кожного з агрегатів W_r виявиться рівним або різниця не перевищує 5%, вигідніше прийняти агрегат, що складається з меншої кількості машин і працювати цим агрегатом на підвищеній передачі в порівнянні із широкозахватним на зниженій передачі.

Для більш точного вибору оптимального агрегату визначають

$$W_{r_{см}} = 0,1B_p V_p \tau, \quad (6.16)$$

де τ - з урахуванням довжини ділянки і кількості машин в агрегаті.

Обраний агрегат перевіряють на його можливість подолати підйом із α_{max} на припустимій мінімальній за умовами агротехніки швидкості (з

урахуванням маневрування).

Для цього знаходять додатковий опір агрегату на підйом

$$\Delta R_a^\alpha = (G_e + G_{me} + G_{зч}) \sin \alpha; \quad \sin \alpha = i, \quad (6.17)$$

де G_e ; G_{me} ; $G_{зч}$ - експлуатаційна вага трактора, сільськогосподарської машини, зчіпки;

і по сумарному опору агрегату

$$R_{сум} = R_a + \Delta R_a^\alpha, \quad (6.18)$$

знаходять по тяговій характеристиці передачу і швидкість, що може розвивати агрегат на підйомі – V_p^α .

На цій передачі знаходять коефіцієнт використання сили тяги на тах підйомі

$$\lambda_s^\alpha = \frac{R_a + (G_{мэ} + G_{зч}) \cdot i}{P_{эч} - G_s \cdot i} \leq 1. \quad (6.19)$$

РОЗРАХУНОК ТЯГОВО-ПРИВІДНОГО АГРЕГАТУ

Вимоги до агрегату

Трактор, як правило, комплектується з однією тягово-привідною машиною (кукурудзозбиральним, бурякозбиральним і ін. комбайнами, розкидувачем добрив, жатками й ін.) У рідкісних випадках із двома за допомогою спеціальних зчіпок, що мають привід для механізмів машин від ВВП.

Наприклад - (Т-150 із двома картоплесаджалками)

У даному випадку ставиться зворотна задача - визначити з яким трактором вигідніше комплектувати дану привідну машину (комбайн) і визначити для обраного агрегату оптимальний режим роботи (передачу, швидкість).

Виходячи з того що, V_p не залежить від марки трактора, по продуктивності вигідніше буде той трактор, із яким дана машина може працювати з більш великою швидкістю.

При однакових же продуктивностях приймається той трактор, що економічніше, дешевше і легше (менше експлуатаційних витрат на одиницю роботи), тобто трактор із меншою потужністю, нижчого класу.

Максимальна швидкість агрегату

Максимальна швидкість агрегату в км/год визначається з 3-х умов:

1) з агротехнічних вимог $V_{p \max}$ (по довідниках), заводським керівництвом Наприклад: на збиранні кукурудзи КС-2,6А до 10 км/год.

2) з умови максимальної пропускної спроможності машини (комбайна) і врожайності або норми внесення добрив $V_{p \max 2}$, що визначається з рівності

$$q = \frac{0,1BpVpU100}{3600}; q = \frac{BpVpU}{360} \text{ кг/с} \quad (6.1)$$

$$\text{відкiля } Vp \max_2 = \frac{360q_{\max}}{BpU}, \quad (6.1.a)$$

де q_{\max} - пропускна спроможність машини, кг/с;

U - врожайність (для зернових по масі), ц/га;

$$U = U_3 (1 + \delta_c). \quad (6.2)$$

тут U_3 - врожайність по зерну;

δ_c - солонистість, або відношення побічної продукції до основної

$$\delta_c = \frac{U_c}{U_3}. \quad (6.3)$$

Для машин по внесенню добрив за U приймається норма внесення добрив, ц/га;

3) з умови використання потужності тракторного двигуна. Тут може бути 2 випадки.

1-й випадок - потужність, що витрачається на привід механізмів с.г. машин постійна, тобто $N_o = \text{const}$, не залежить від швидкості руху агрегату V_p (гнієрозкидач при постійній нормі внесення і т.п.)

$$N_e = \frac{Ra + G_3 \cdot f}{3100\eta_{m2} \cdot \eta_{\delta}} V_p + N_{eo}, \quad (6.4)$$

тому що $N_e = N_{en} \cdot \lambda_{Ne}$

$$V'_{p \max 3} = \frac{(N_{en} \cdot \lambda_{Ne} - N_{eo})3600 \cdot \eta_{m2} \eta_{\delta}}{Ra + G_3 \cdot f} \text{ км/год}, \quad (6.5)$$

$$\lambda_{Ne} = 0,85 \dots 0,95, \quad (6.6)$$

$$N_{eo} = \frac{N_o}{\eta_o}, \quad (6.7)$$

$$\eta_o = \eta_{BPI} = 0,96 \dots 0,98 \quad (6.8)$$

$$\eta_{\delta} = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right).$$

2-й випадок - коли потужність N_o залежить від V_p або q

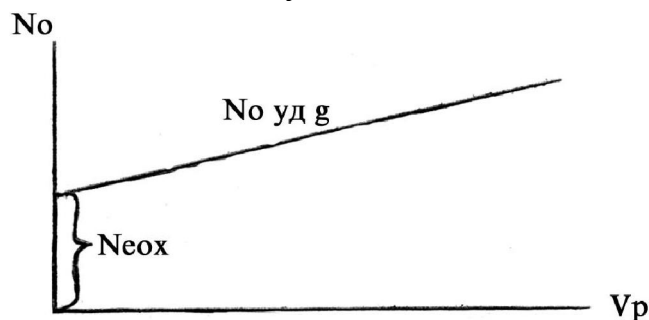


Рис. 6.1. Залежність потужності N_o залежить від V_p або q

$$N_e = \left[\frac{R_a + G_3 \cdot f}{3600 \cdot \eta_{MG} \cdot \eta_6} + \frac{N_{\text{оуд}} B_p U}{\eta_o \cdot 360} \right] V_p + \underbrace{N_{\text{eox}}}_{\text{потужність на холості привід робочих органів}} \quad (6.9)$$

де N_{eox} - потужність двигуна, що витрачається на холостий рух механізмів машини, так як $N_e = \lambda_{Ne} \cdot N_{eH}$, тоді

$$V_{p \max_3}'' = \frac{\lambda_{NE} \cdot N_{eH} - N_{\text{eox}}}{\frac{R_a + G_3 \cdot f}{3600 \cdot \eta_{MG} \cdot \eta_\delta} + \frac{N_{\text{оуд}} \cdot B_p \cdot U}{360 \cdot \eta_o}} \quad (6.10)$$

З трьох значень $V_{p \max}$ приймається **найменша**.

При русі на підйом для 2-го випадку

$$V_{p \max_3}^{\alpha''} = \frac{\lambda_{NE} \cdot N_{eH} - N_{\text{EOX}}}{\frac{R_a + G_3 \cdot f + (G_3 + G_{\text{мэ}})i}{3600 \cdot \eta_{\text{ме}} \cdot \eta_\delta} + \frac{N_{\text{оуд}} B_p \cdot U}{360 \cdot \eta_o}} \quad (6.11)$$

Аналогічними формулами можна користуватися і для самохідних машин (комбайнів).

По прийнятій $V_{p \max}$ і по тяговій характеристиці трактора або її параметрах вибирається передача, нормальна швидкість яка V_{pH} дорівнює або декілька нижче прийнятої $V_{p \max}$.

Такий же розрахунок здійснюється по 2-му (n-му) трактору, але тільки по потужності двигуна (формули «б» або «в») і також визначається $V_{p \max}$, передача і V_{pH} .

З двох тракторів вибирається той, що із даною приводною машиною може працювати на більш високій швидкості V_p , але з достатньо повною загрузкою двигуна. (При незначній різниці у швидкостях (5...10%) приймати менш потужний трактор, тому що більш потужний трактор може бути використаний на іншій роботі, більш енергоємній).

Визначення дійсної робочої швидкості тягово-привідного агрегату

По обраній передачі і R_a по тяговій характеристиці знаходять швидкість V_p , що відповідає тяговому опору без урахування зменшення частоти обертання двигуна при додатковому завантаженні двигуна потужністю N_{oe} .

Дійсна робоча швидкість руху агрегату визначиться по формулі

$$V_p = V_p' \frac{n}{n_1}, \quad (6.12)$$

де n - частота обертання колінчатого валу двигуна, що відповідає повному його завантаженню (від R_a і N_{oe}). Знаходиться по регуляторній характеристиці двигуна по N_e .

n_1 - частота обертання колінчатого валу двигуна, що відповідає неповному завантаженню двигуна (без N_{oe}), тобто $N_e^1 = N_e - N_{oe}$

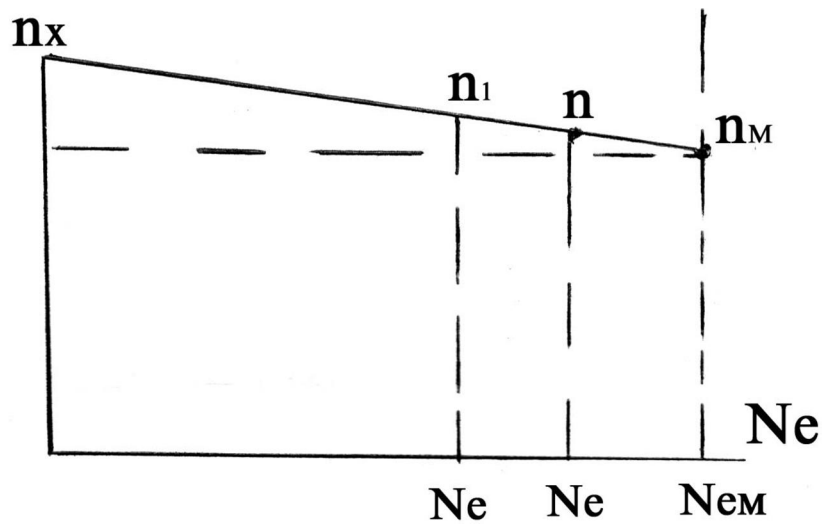


Рис. 6.2. Залежність частоти обертання від потужності.

Значення $\frac{n}{n_1} > \frac{n_n}{n_x} \approx 0,92...0,94$

При відсутності регуляторної характеристики двигуна можна прийняти $\frac{n}{n_1} \approx 0,96...0,98$.

6.4. Маневрування швидкісними режимами в експлуатаційних умовах

Маневрування швидкостями являє собою такий прийому роботі, при якому під час руху агрегату швидкість його не зберігається постійною, а свідомо змінюється з метою кращого завантаження двигуна (трактора рис. 6.3).

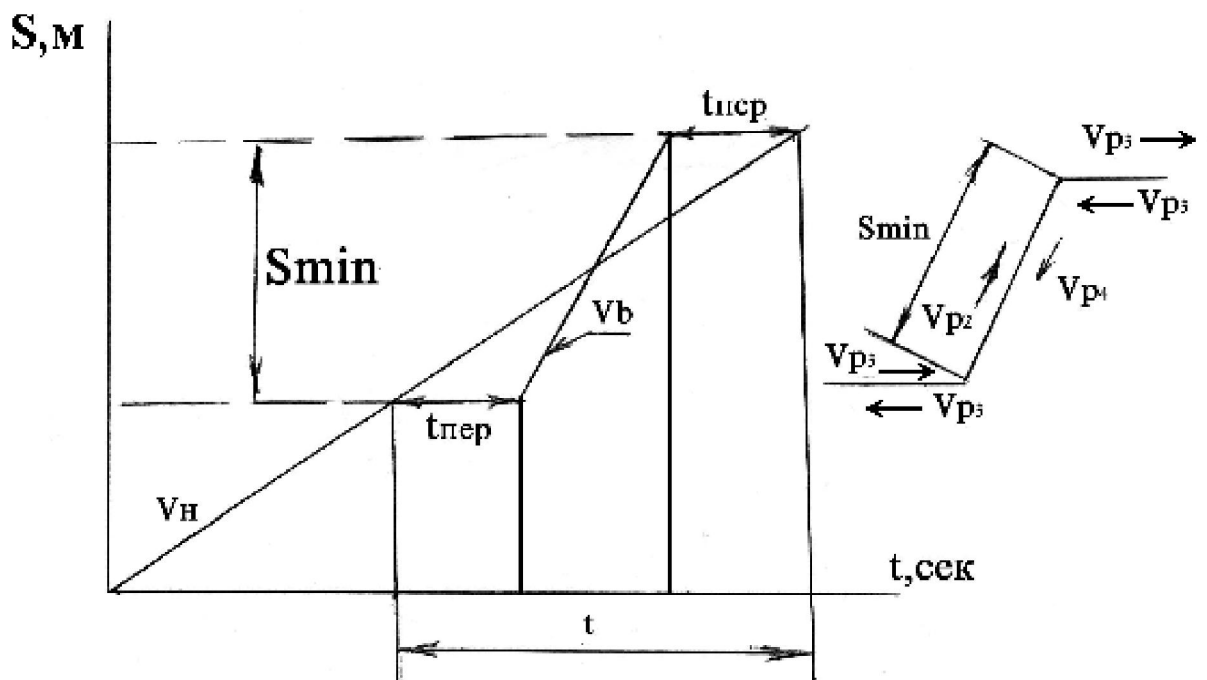


Рис. 6.3. Схема маневрування швидкісними режимами

Маневрування швидкостями визивається такими обставинами:

- необхідністю зниження швидкості при повороті, при переході через перешкоди і т.д.;
- зменшенням опору агрегату;
- збільшенням опору агрегату.

Маневрування доцільно, якщо одержуваний вигравш перекирає втрати.

На рис. 6.3:

S_{min} - мінімальна довжина схилу, на якому можна працювати на підвищеній передачі $V_в$;

$V_н$ - швидкість на нижчій передачі; м/с (швидкість на рівній ділянці);

t - час проходження довжини схилу в м;

$t_{пер}$ - втрати часу через переключення передач, включаючи втрати через уповільнення руху агрегату при вимиканні муфти зчеплення і розгоні (4...5 с.)

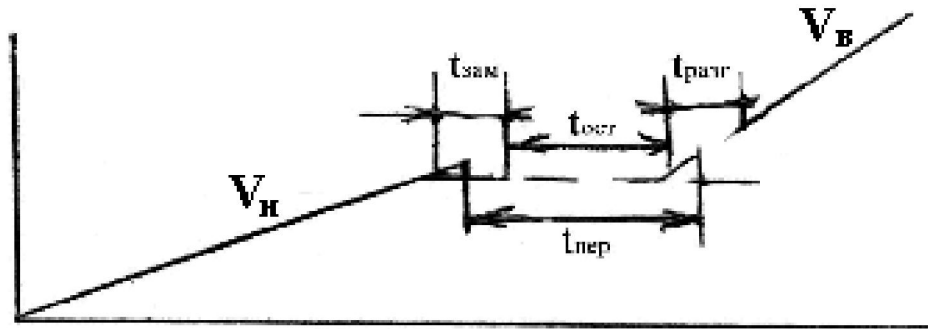


Рис. 6.4. Схема для визначення часу переключення передач

$$S_{min} = V_н \cdot t \text{ звідси } t = \frac{S_{min}}{V_н}; \quad (6.13)$$

$$S_{min} = V_в (t - 2t_{пер}); \quad (6.14)$$

$$S_{min} = V_в \frac{S_{min}}{V_н} - 2V_в \cdot t_{пер}; \quad (6.15)$$

$$-S_{min}V_н + V_в S_{min} = 2V_в V_н t_{пер}; \quad (6.16)$$

$$S_{min} = \frac{2V_в V_н t_{пер}}{V_в - V_н}. \quad (6.17)$$

Тут $V_в$ і $V_н$ у м/с, якщо V у км/год.

$$S_{min} = \frac{2}{3,6} \cdot \frac{V_в V_н}{V_в - V_н} \cdot t_{пер}; \quad (6.18)$$

Приклад для Т-74 при переході з 2 на 3-ю

$$S_{min} = 93\text{м і з IV на V} - S_{min} = 117\text{м}$$

Для Т-150

$$S_{min} = \frac{2}{3,6} \cdot \frac{5,45 \cdot 6,50}{6,5 - 5,45} \cdot 5 = 93\text{м}$$

$$V_{pII} = 5,45; V_{pIII} = 6,5; V_{pIV} = 7,6; V_{pV} = 9,25.$$

Для МТЗ-80

із III на IV - 105 м;
 із IV на V - 110 м;
 із VI на VII - 122 м.

З підвищенням швидкості S_{min} - збільшується.

Для швидкісних тракторів $S_{min} \approx 150$ м.

S_{min} залежить також від коефіцієнта пристосовності двигуна, приведенного моменту інерції або приведеної маси агрегату, ступеню завантаження двигуна.

Кут схилу місцевості, на якому доцільно переходити з нижчої передачі на підвищену без зміни рівня завантаження трактора

$$\sin \alpha = \frac{\lambda_p (P_{\rho_{2.низ}}^H - P_{\rho_{2.вищ}}^H)}{G_{agr}}; \quad (6.19)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{\lambda_p (P_{\rho_{2.низ}}^H - P_{\rho_{2.вищ}}^H)}{G_{agr}}. \quad (6.20)$$

тут $P_{\rho_{2.низ}}^H$ и $P_{\rho_{2.вищ}}^H$ - нормальне тягове зусилля на нижчих і вищій передачах;

G_{agr} - вага агрегату, включаючи і вагу трактора.

Наприклад: у Т-74 $P_{\rho_2}^H = 26800H$;

$$P_{\rho_3}^H = 21600H;$$

$$G_{agr} = 80000H;$$

$$\sin \alpha = \frac{0,9(26800 - 21600)}{80000} = 0,0585;$$

$$\alpha = 3^{\circ}20'.$$

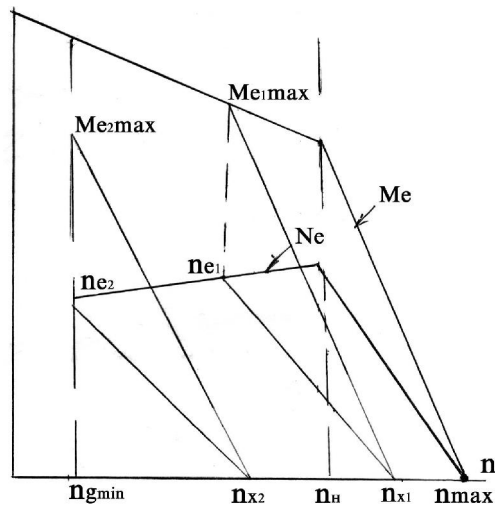
Використання всережимного регулятора двигуна

В сережимний регулятор забезпечує подачу палива в циліндри двигуна на заданому швидкісному режимі (оборотах двигуна) відповідно до його загрузки .

Т.ч. подача палива за цикл, а отже, і розмір індикаторного тиску в циліндрі і крутний моментів, залишаються приблизно такими ж, що і при нормальному швидкісному режимі (без переходу на іншу передачу). Годинна же витрата палива, швидкість руху трактора, його потужність, а також продуктивність агрегату знижуються пропорційно зниженню частоти обертання колінчатого валу.

Погектарна витрата палива при цьому практично не змінюється.

Тому скрізь, де можна нормально завантажити двигун (збільшенням ширини захвату агрегату або його швидкості) варто працювати на нормальному (основному) швидкісному режимі (при максимальній подачі палива).



Працювати на зниженому швидкісному режимі двигуна (знижених оборотах) із використанням усережимного регулятора вигідно лише тоді, коли не можна завантажити двигун за рахунок збільшення ширини захвату агрегату або швидкості (обмеження по конструктивних особливостях с.г. машини або агровімогам), наприклад при сівбі або міжрядній обробці просапних, на поворотах, переїздах по жорсткому шляху, переїздах через перешкоди, боронуванні сходів рослин і т.д. У цьому випадку вигідно перейти на підвищену передачу, а швидкість руху агрегату знизити до мінімально припустимої зниженням оборотів двигуна акселератором (важелем керування подачі).

У цьому випадку витрата палива зменшиться до 10...20% за рахунок більш повного завантаження двигуна за цикл (моментом M_e)

$$M_e = \frac{M_{вид}}{i_{тр} \cdot \eta_{мг}}, \quad (6.21)$$

а продуктивність може бути підвищена.

Наприклад: на 1-ій культивації кукурудзи: $V_{p\ max} = 7$ км/год

На нормальних оборотах трактора МТЗ-80 $V_{p\ v} = 6,2$ км/год; $V_{p\ vi} = 7,95$ км/год

Включивши VI передачу, і оборотами двигуна забезпечивши швидкість у 7 км/год, продуктивність агрегату в порівнянні зі швидкістю $V_{p\ v}$ на нормальному режимі підвищиться на розмір

$$\frac{7 - 6,20}{6,20} \cdot 100 = 13\%. \quad (6.22)$$

Частота обертання колінчатого вала двигуна повинна бути знижена з 1700 хв^{-1} до $n = 1700 \frac{7}{7,95} = 1500 \text{ хв}^{-1}$.

ТЕМА 7. КІНЕМАТИКА МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

Питання, що підлягають розгляду.

- 7.1. Основні поняття і визначення
- 7.2. Кінематичні характеристики ділянки, трактора й агрегату
- 7.3. Траєкторія повороту
- 7.4. Класифікація поворотів
- 7.5. Види і способи руху агрегату на загоні
- 7.6. Коефіцієнт робочих ходів і його розрахунок для різноманітних способів руху
- 7.7. Оптимальна ширина загону

7.1. Основні поняття і визначення

Під кінематикою агрегату розуміють навчання про його рух при виконанні сільськогосподарських робіт.

Елементами цього руху є: робочі ходи, переважно прямолінійні і холості ходи, пов'язані з поворотами, заїздами, переїздами.

Холості ходи можуть бути як прямолінійними, так і криволінійними.

Мобільний сільськогосподарський агрегат виконує роботу в полі на т.зв. робочій ділянці, відведеній для виконання робіт одним або групою агрегатів.

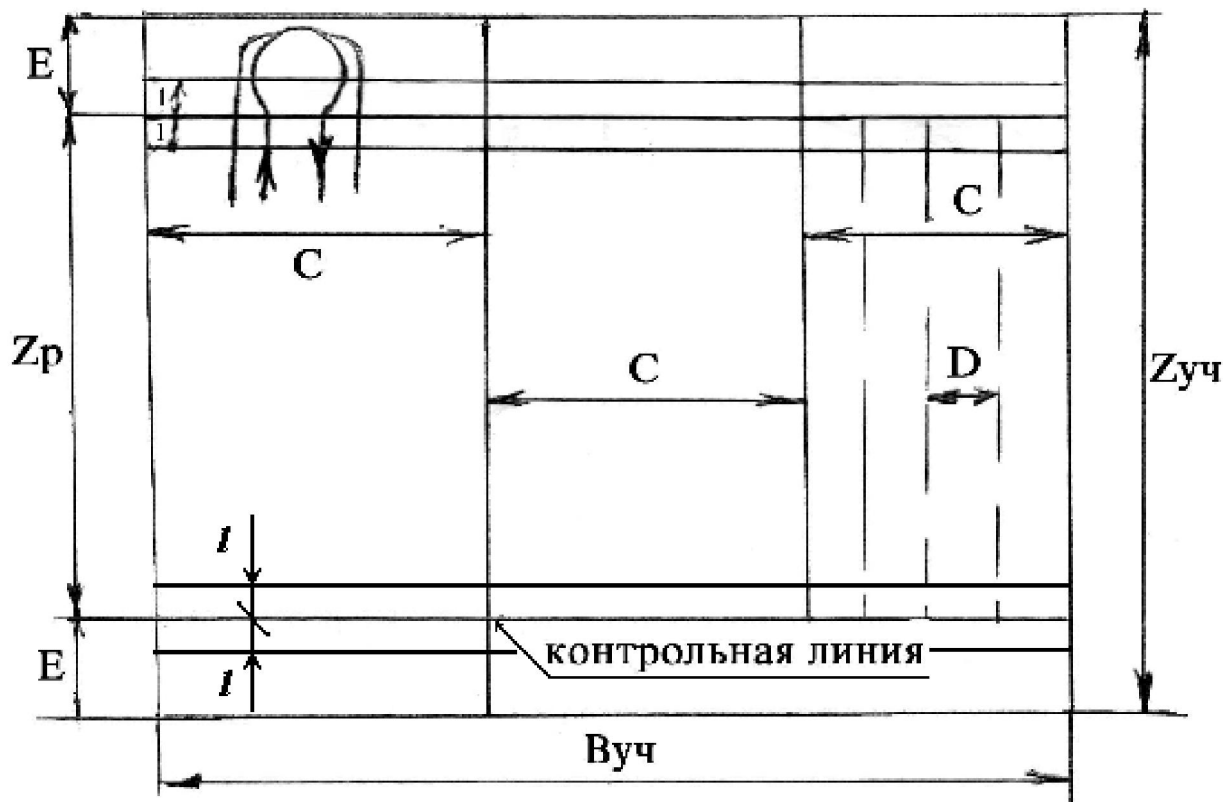


Рис. 7.1. Схема поля.

Задачею кінематики є вивчення різноманітних способів руху агрегату з метою вибору найбільш вигідного, забезпечуючи при цьому високу якість роботи й ефективність.

Ділянка ділиться на загони відповідно до прийнятого способу руху:

C - ширина загону;

E - ширина поворотної смуги, яка тимчасово виділяється для повороту агрегату;

l - довжина виїзду агрегату;

D - ширина ділянки (частина загону, що агрегат проходять по однотипній схемі);

Z_p - робоча довжина гону.

У кінематичному відношенні агрегат являє собою систему з послідовно шарнірно або жорстко сполучених ланок: трактора, зчіпки, робочих машин.

На поворотах окремі точки агрегату рухаються з різноманітною швидкістю й описують різноманітні траєкторії.

Для спрощення в розрахунках приймають тільки траєкторію однієї точки агрегату, т.зв. кінематичного центру агрегату ($Ц.а.$) або O_a , що визначає кінематику всіх інших його точок.

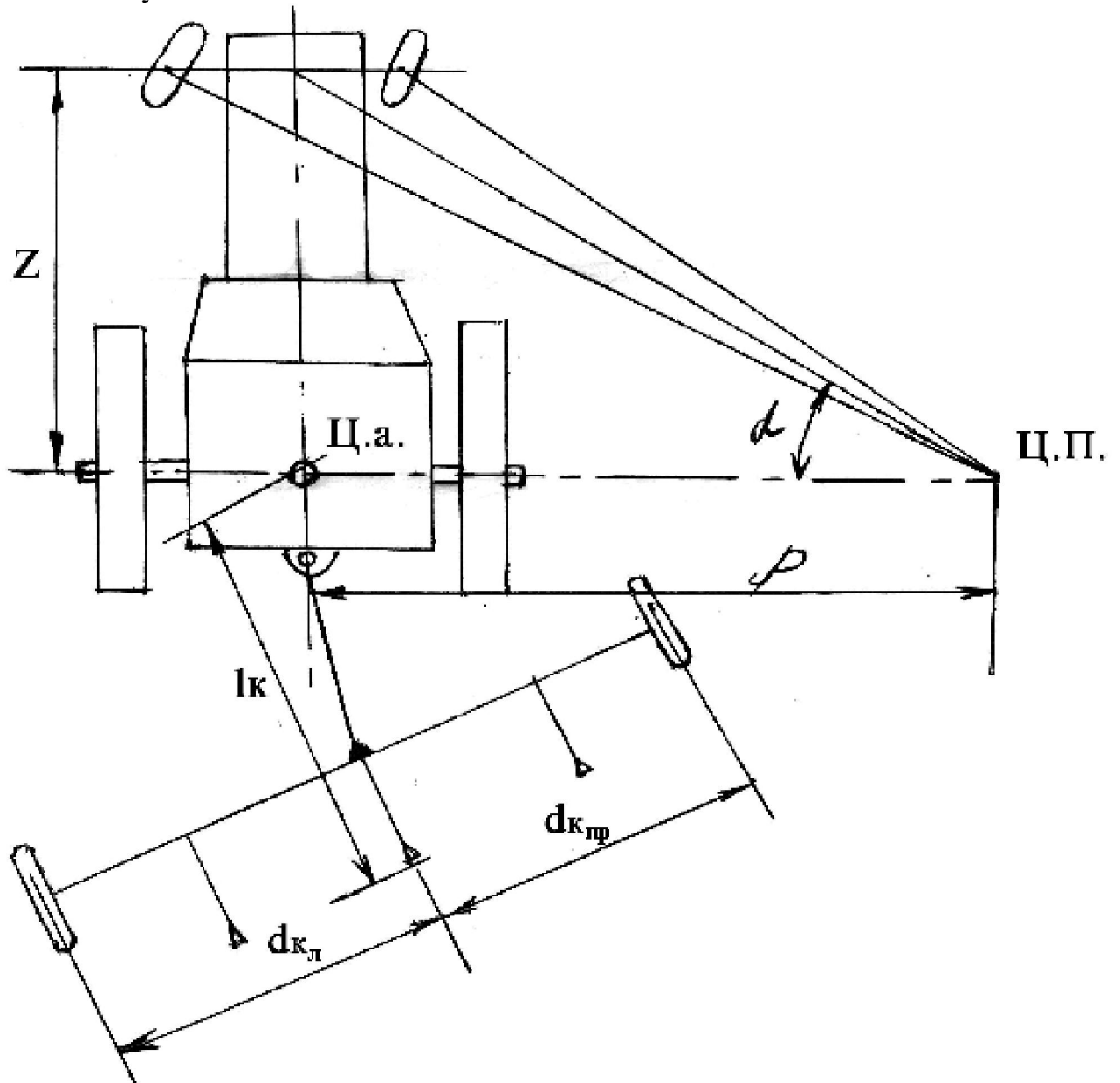


Рис. 7.2. Схема виконання повороту.

У якості центру агрегату умовно приймають проекцію на площину руху (у плані)

а) у агрегатів із колісними тракторами і у самохідних машин з однією головною віссю - середину головної вісі;

б) у агрегатів із гусеничними тракторами - точку перетину подовжньої вісі трактора і прямої проведеної через середину опорних частин гусениці;

в) у агрегатів із колісними тракторами, що мають дві головні вісі (МТЗ-52; МТЗ-82) - середина прямої, яка з'єднує середини головних вісей;

г) у агрегатів із колісними тракторами, що мають шарнірний остов - центр шарніру.

7.2. Кінематичні характеристики ділянки, трактора й агрегату

1. Кінематичний центр агрегату - \mathcal{C}_a

2. Кінематична довжина агрегату l_k - відстань між центром агрегату і лінією розташування найбільше віддаленого робочого органу при прямолінійному русі (горизонтальна проекція)

3. Кінематична ширина агрегату d_k - відстань між подовжньою віссю агрегату і найбільше віддаленої від цієї вісі точки агрегату, що рухається по полю, $d_k \approx B_p/2$;

для симетричних - $d_k \approx B_p/2$;

для несиметричних - $d_k \approx B_p/2$.

4. Подовжня база трактора L

- для колісних тракторів - відстань між вісями ведучих і відомих коліс, а для гусеничних - між вісями котків, що обмежують опорну поверхню.

5. Довжина виїзду агрегату « l » - відстань на яку потрібно просунути агрегат від контрольної лінії до початку повороту $l = (0,25 \dots 0,75)l_k$

6. Центр повороту агрегату O_n - точка, відносно якої у даний момент відбувається поворот агрегату.

7. Радіус повороту агрегату ρ - відстань між \mathcal{C}_a і \mathcal{C}_p .

Для колісного $\rho = Z \cdot \operatorname{ctg} \alpha$

α - середній кут повороту направляючих коліс трактора стосовно вісі ведучих коліс, тобто

$$\alpha = \frac{\alpha_n + \alpha_v}{2}, \quad (7.1)$$

де α_n і α_v - кути повороту зовнішнього і внутрішнього коліс трактора.

При $\alpha = 0$; $\rho = \infty$ (вхід у поворот)

$$\alpha_{\max}; \rho = \rho_{\min} = R_o; \rho = \infty \dots \rho_{\min} \quad (7.2)$$

При $\alpha = \operatorname{const}$, $\rho_{\operatorname{const}} = R$

Якщо $\alpha < \alpha_{\max}$, $\rho_{\operatorname{const}} > \rho_{\min}$

У посібниках Фере й ін. $\rho_{\min} = R_o$

Важливою властивістю агрегату є його маневреність.

Маневреність агрегату характеризується такими показниками:

а) повороткістю, тобто спроможністю агрегату переходити з

прямолінійного руху на криволінійний з визначеним радіусом кривизни траєкторії і зворотньо;

б) стійкістю руху (подовжньої і поперечної) - спроможністю зберігати сталий напрямку руху;

в) керованістю - спроможністю агрегату виводитися зі сталого напрямку руху на інше, задане направляючим впливом.

7.3. Траєкторія повороту

Траєкторія повороту складається з криволінійних і прямолінійних ділянок.

Криволінійні ділянки діляться на 2 види:

а) із перемінним радіусом повороту

$$\rho = Z \cdot \operatorname{ctg} \alpha = \infty \dots R_o; R_o = \rho_{const}. \quad (7.3)$$

Ці ділянки називаються «входом у поворот» або «виходом із повороту»

б) і з постійним радіусом повороту по дузі окружності з

$$R = \rho_{const}; R = \rho_{min} \text{ або } R > \rho_{min}. \quad (7.4)$$

Траєкторія повороту при «вході» і «виході» із повороту близька до кривою, називаною клотоїдою, координати якої описуються рівнянням

$$\begin{aligned} X &= V_n \int_0^t \sin \xi \cdot dt; \\ Y &= V_n \int_0^t \cos \xi \cdot dt. \end{aligned} \quad (7.5)$$

де t - час від початку повороту;

V_n - поступальна швидкість при повороті;

ξ - кут між напрямками ведучої вісі трактора даної точки повороту і початкового напрямку вісі до повороту.

∪ АВ - $\rho = \infty \dots R_{про}$ («вхід» у поворот)

∪ ВР - $\rho = const \dots \rho_{min} = R_{про}$ (поворот по дузі окружності)

∪ CD - $\rho = R_o \dots \infty$ («вихід» із повороту)

Криві АВ і CD наближаються за формою до клотоїди.

Основні властивості клотоїди:

1) множення пройденого шляху S на радіус кривизни в даній точці ρ є величина постійна.

$$\text{т.ч. } K_n = S \cdot \rho, \quad (7.6)$$

2) пройдений шлях від початку повороту до будь-якої точки кривої

$$S = \frac{K_n}{\rho}. \quad (7.7)$$

Коефіцієнт повороткості K_n має розмірність м^2 і характеризує швидкість «входу в поворот» і залежить від V_n і ω (кваліфікації водія).

Для колісного трактора

$$K_n = \frac{L \cdot V_n}{\omega}; K_n = \rho \cdot S; \quad (7.8)$$

$$S = \frac{L \cdot V_n}{R_o \cdot \omega} ; \rho = R_o - (\text{шлях при "вході в поворот" від до}) \quad (7.9)$$

де R_o - мінімальний радіус повороту агрегату, м;

L - база трактора, м;

V_n - поступальна швидкість агрегату на повороті, м/с;

ω - кутова швидкість повороту направляючих коліс, рад/с.

Для гусеничного трактора

$$K_n = \frac{I_D \cdot V_n^2}{M_n} , \quad (7.10)$$

де I_D - момент інерції трактора щодо вертикальної вісі, проведеної через точку трактора, що знаходиться на лінії, з'єднуючої середини опорних поверхонь гусениць і рухаючу рівномірно (для трактора з бортовими фрікціонами - на гусениці, що забігає);

M_n - обертаючий трактор момент.

K_n гусеничного трактора менше K_n колісного трактора).

З формул випливає, що чим більше швидкість руху агрегату на повороті, тим довше шлях повороту. Отже, для кожного виду агрегату існує оптимальна швидкість повороту $V_{n \text{ опт}}$, при якому час на поворот буде мінімальним.

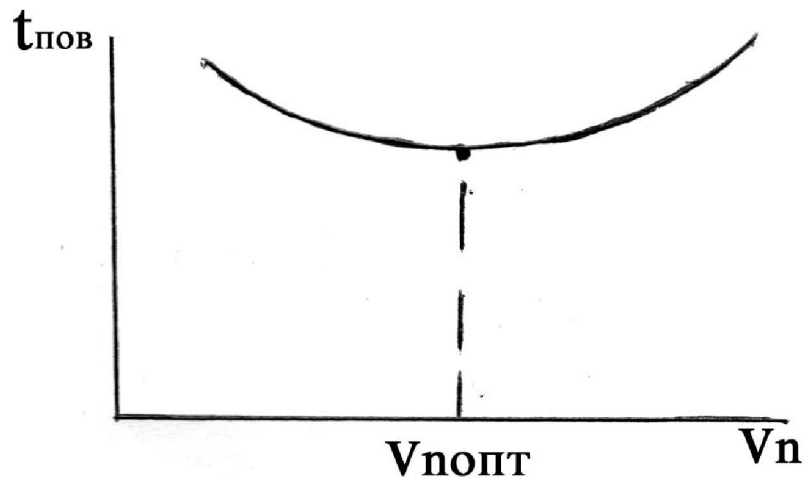


Рис. 7.3. Залежність часу повороту від швидкості повороту.

7.4. Класифікація поворотів

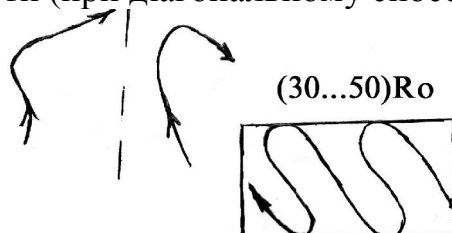
Види найбільше поширених поворотів наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1. Види найбільше поширених поворотів

Назва повороту	Схема повороту	Середня довжина повороту, Z_n , м	Найменша ширина поворотної смуги, E_{min} , м
Повороти на 180° безпетльові			

1) Дугоподібні		$\pi \rho_y + 2e$ $(3,2...4)R_o + 2e$	$\rho_y + d_k + e$ $1,1R_o + d_k + e$ $d_k = 0,5R$
2) З прямолінійною ділянкою		$\pi \rho_y + x - 2\rho_y + 2e$ $1,14\rho_y + x + 2e$ $(1,4...2)R_o + x + 2e$	$1,1R_o + d_k + e$
Повороти на 180° петльові			
3) грушоподібний		$6\rho_y + 2e$ $(6,6...8,0)R_o + 2e$	$2,8R_o + d_k + e$
4) із заднім ходом		$(4,1...5,0)R_o + 2e$	$(1,1...1,3)R_o + d_k + e$
Повороти на 90°			
5) безпетльовий		$(1,6...1,8)R_o + 2e$	$(1,1...1,3)R_o + d_k + e$
6) відкрита петля		$(6,0...8,5)R_o + 2e$	$2,8R_o + d_k + e$
7) закрита петля		$(5,0...6,5)R_o + 2e$	$2,0R_o + d_k + e$
8) петля з заднім ходом		$(2,5...3,5)R_o + 2e$	$1,2R_o + d_k + e$

III. Кутові повороти (при діагональному способі руху)



7.5. Види і способи руху агрегату на загоні

Повна класифікація по видах і способах руху агрегату на загоні приведена в таблиці на стор. 80...81 Йофинов «ЭМТП», а на стор. 82 приведені схеми цих засобів (а також у Фере стор. 104...119).

Роздивимося основні, часто застосовувані способи руху:

1. По організації території - загінний і беззагінний;
2. По напрямку робочих ходів - гоновий, діагональний, круговий;
3. За схемою обробки загону - всклад, врозгін, комбінований (на однім загоні всклад і врозгін), із чергуванням загонів всклад і врозгін), човниковий, перехресний;
4. По способу виконання поворотів - безпетльові (усі повороти безпетльові), петльові (усі або частина поворотів петльові - всклад, врозгін, човниковий); із заднім ходом агрегату, голчастий.

Крім того розрізняють по напрямку руху: правоповоротний, лівоповоротний, однозагінний, двозагінний, трьохзагінний, багатозагінний.

7.6. Коефіцієнт робочих ходів і його розрахунок для різноманітних способів руху

При виборі того або іншого способу виконання робіт, порівняльну оцінку способів руху роблять по коефіцієнту робочих ходів φ або коефіцієнту використання часу руху $\tau_{\text{дв}}$.

Коефіцієнт використання робочих ходів

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x} = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_{\text{нов}} \cdot n_{\text{нов}}}, \quad (7.11)$$

Коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_{\text{дв}} = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (7.12)$$

$$T_p = \frac{\sum L_p}{V_p}, \quad (7.13)$$

$$T_x = \frac{\sum L_x}{V_x}, \quad (7.14)$$

$$\tau_{\text{дв}} = \frac{1}{1 + \frac{(1-\varphi)V_p}{\varphi \cdot V_x}}. \quad (7.15)$$

при $V_p = V_x$ $\tau_{\text{дв}} = \varphi$; при $V_p > V_x$ $\tau < \varphi$.

Висновок по $\tau_{\text{дв}}$.

$$\tau_{\text{дв}} = \frac{\frac{\sum L_p}{V_p}}{\frac{\sum L_p}{V_p} + \frac{\sum L_x}{V_x}}, \quad (7.16)$$

Розділимо на $\frac{\sum L_p}{V_p}$

Одержимо

$$\tau_{\text{дв}} = \frac{1}{1 + \frac{\sum L_x V_p}{\sum L_p V_x}} = \frac{1}{1 + \frac{1-\varphi}{\varphi} \cdot \frac{V_p}{V_x}}, \quad (7.17)$$

$$\varphi = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x}. \quad (7.18)$$

$$\frac{1}{\varphi} = 1 + \frac{\sum L_x}{\sum L_p}. \quad (7.19)$$

Звідси

$$\frac{\sum L_x}{\sum L_p} = \frac{1}{\varphi} - 1 = \frac{1-\varphi}{\varphi}. \quad (7.20)$$

Краще той спосіб руху, у якого φ і $\tau_{\text{дв}}$ більше (при якісному використанні робіт).

Коефіцієнт використання робочих ходів при безпетльовім гоновім способі руху.

Спосіб руху - перекриттям (при посіві, культивуваці, тобто тільки із симетричними агрегатами)

Методика розрахунку:

1) На 1 робочий хід припадає 1 поворот. Середня довжина 1-го повороту

$$Z_{cp}^{nov} = 1,14\rho_y + x_{cp} + 2e. \quad (7.21)$$

Довжина холостого ходу на 1 робочий хід

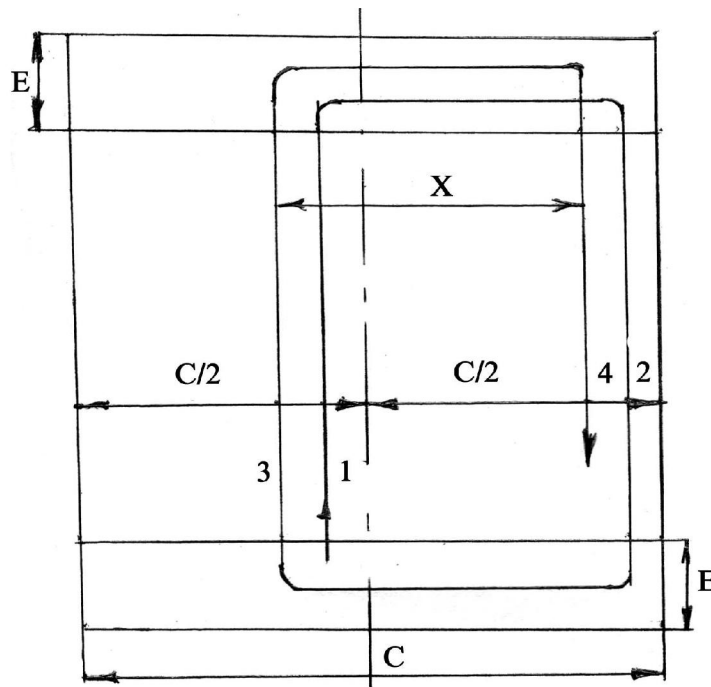
$$Z_{xsc} = Z_{cp}^{nov} + Z_{xsc}^{don}, \quad (7.22)$$

2) $x_{cp} \approx 0,5 C$

Додаткові ходи, пов'язані з обробкою поворотних смуг, наявністю проходів із неповною шириною захоплення й ін., що доводяться на 1 робочий хід, переїзд з одного загону на інший

$$Z_{xsc}^{don} = \frac{S_{xsc}^{don}}{n_p} = \frac{S_{xsc}^{don}}{c} B_p, \quad (7.23)$$

де $n_p = \frac{c}{B_p}$ - кількість робочих проходів.



Коефіцієнт робочих ходів (проходів) для безпетльових способів руху

$$Z_{xsc}^{don} = \frac{S_{xsc}^{don}}{n_p} = \frac{S_{xsc}^{don}}{c} B_p, \quad (7.24)$$

$$\varphi^{\delta/n} = \frac{Z_p}{Z_p + 1,14\rho_y + 0,5c + 2e + \frac{S_{xsc}^{don}}{c} \cdot B_p}, \quad (7.25)$$

де $\varphi^{\delta/n}$ - підвищується зі збільшенням Z_p і зменшенням ρ_y ; e ; B_p .

$$S_{xsc}^{don} = (1,0 \dots 1,5)L_p = K \cdot Z_p, \quad (7.26)$$

де K - коефіцієнт пропорційності, що залежить від способу руху.

Для безпетльового способу руху на повороті $K = 1,0 \dots 1,5$.

Петльові способи руху

а) човниковий спосіб - застосовують переважно на посіві і культивуації

$$\varphi_{чел} = \frac{Z_p}{Z_p + 6\rho_y + 2e + \frac{S_{хсп}^{don}}{c_{уч}} B_p}, \quad (7.27)$$

Визначення коефіцієнта робочих ходів при петльових гонових способах руху (всклад, врозгін і чергуванням загонів всклад і врозгін).

Кількість петльових поворотів

$$\eta_{пет} = \frac{2\rho_y}{B_p} - 1 \approx \frac{2\rho_y}{B_p}, \quad (7.28)$$

На ділянці $2\rho_e$ у порівнянні з б/п способом руху довжина холостих ходів буде більше на величину

$$\Delta S_x^{nos} = [6\rho_y - (1,14\rho_y + x_{cp})] \frac{2\rho_y}{B_p}, \quad (7.29)$$

$$x_{cp} = 0,5 \cdot 2\rho_y;$$

$$\Delta S_x^{nos} = \frac{3,86 \cdot 2\rho_y}{B_p} \approx 8 \frac{\rho_y^2}{B_p}, \quad (7.30)$$

$$\text{т.е. } x_{cp} = \frac{2\rho_y}{2} = \rho_y.$$

На один прохід доводиться більше холостих ходів на величину

$$\Delta Z_x^{nos} = \frac{\Delta S_x^{nos}}{n} = \frac{8\rho_y^2 \cdot B_p}{B_p \cdot C} = \frac{8\rho_y^2}{C}; \quad (7.31)$$

$$n_p = \frac{C}{B_p}. \quad (7.32)$$

Застосовуючи формулу для б/п засобів руху отримаємо

$$\varphi^{nem} = \frac{Z_p}{\underbrace{Z_p + 0,5C + 1,14\rho_y + 2e + \frac{8\rho_y^2}{C} + \frac{S_{xsc}^{don}}{C} B_p}_{Z_{xsc}}}}, \quad (7.33)$$

Коефіцієнт φ^{nem} підвищується зі збільшенням Z_p і зменшенням ρ_y ; e і B_p , C - повинно бути оптимальним.

7.7. Оптимальна ширина загону

Визначення оптимальної ширини загону C_{onm} по мінімумі холостих ходів на ділянці.

$$S_x^{yч} = Z_x \cdot \frac{C_{yч}}{B_p}, \quad (7.34)$$

де Z_x - середня довжина холостих ходів, що припадає на 1 робочий хід.

$$S_x^{yч} = (0,5C + 1,14\rho_y + 2e + \frac{8\rho_y^2}{C} + \frac{S_{xsc}^{don}}{C} B_p) \frac{C_{yч}}{B_p}, \quad (7.35)$$

$$\frac{dS_x^{yч}}{dC} = (0,5 + \frac{-8\rho_y^2}{C^2} + \frac{-S_{xsc}^{don} \cdot B_p \cdot 1}{C^2}) \frac{C_{yч}}{B_p} = 0, \quad (7.36)$$

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{U}{V} \right) = \frac{V \cdot \frac{dU}{dx} - U \cdot \frac{dV}{dx}}{V^2}, \quad (7.37)$$

$$\frac{d}{dx} (CV) = C \frac{dV}{dx}, \quad (7.38)$$

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{U}{V} \right) = \frac{V \cdot \frac{dU}{dx} - U \cdot \frac{dV}{dx}}{V^2}, \quad (7.39)$$

$$0,5C^2 = 8\rho_y^2 + S_{xsc}^{\dot{don}} \cdot B_p, \quad (7.40)$$

Звідки

$$C_{onm} = \sqrt{16\rho_y^2 + 2S_{xsc}^{\dot{don}} \cdot B_p}, \quad (7.40)$$

або позначимо

$$2S_x^{\dot{don}} = K_c Z_p. \quad (7.41)$$

$$C_{onm} = \sqrt{16\rho_y^2 + K_c Z_p B_p}. \quad (7.42)$$

де $K_c = 2 \dots 4$

Для безпетльового комбінованого способу руху користується частіше разом

$$C = \sqrt{K_c B_p Z_p} \quad K_c = 2 \dots 3. \quad (7.43)$$

або $C = C_{\min} = (6 \dots 8)\rho_y$ (при 3-х або 4-х ділянкових загонах)

Якщо порівнювати $\varphi^{nem} C = C_{onm}$ і $\varphi^{\delta/n} C = C_{\min}$, то вони будуть рівні при довжині ділянки

$$L_o = (100 \dots 130) \rho_y, \quad (7.44)$$

де L_o - гранична довжина ділянки менше якої вигідно застосовувати безпетльові способи, тобто для тракторів ДТ-75м - 750...1000 м; Т-150 - 900...1100 м.

Приклад: трактор ДТ-75м $\rho_y = 8$ м; 5 корпусний плуг; $B_p = 1,75 \cdot 1,05 = 1,85$ м.

при $Z = 1000$ м; $C_{onm} = \sqrt{16 \cdot 8^2 + 4 \cdot 1,85 \cdot 1000} = 92$ по тип. норм. – 95;

при $Z = 500$ м; $C_{onm} = 70$ по типових нормах – 74;

при $Z = 1500$ м; $C_{onm} = 110$ по типових нормах – 112;

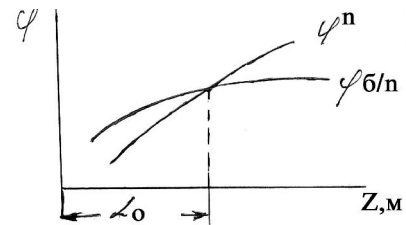
$\rho_y = 1,1 \dots 1,3 R_{\min}$

Тоді

$$C_{onm} = \sqrt{20R_{\min} + K_c Z_p B_p}$$

$$C_{onm} = \sqrt{20 \cdot 8^2 + 4 \cdot 1,85 \cdot 1000} = 93 \text{ м} -$$

близько до норми



Тема 8. ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ВИРОБІТОК МАШИНИХ АГРЕГАТІВ

Питання, що підлягають розгляду.

- 8.1. Основні поняття і визначення
- 8.2. Теоретична, технічна і фактична продуктивність агрегату
- 8.3. Коефіцієнт використання часу зміни
- 8.4. Розрахунок продуктивності по використанню потужності трактора і двигуна
- 8.5. Шляхи підвищення продуктивності агрегату

8.1 Основні поняття і визначення

Продуктивністю агрегату називається кількість роботи, виконаної їм в одиницю часу (годину, зміну, добу, сезон або рік).

За одиницю роботи приймається: одиниця площі (га), об'єму (л, м³), маси (кг, ц, т), умовних одиниць (ум.ет. га).

Т.ч. одиницями продуктивності служать: га/год; га/зм; т/год; ткм/день і т.д.

Вся робота, виконана агрегатом за якийсь період (декілька змін, годин) називається **наробітком**.

Продуктивність агрегатів значною мірою визначає продуктивність праці в сільському господарстві.

Під продуктивністю праці розуміється кількість продукції в грошовому або натуральному вираженні, вироблена робітником в одиницю часу.

Чим вище продуктивність агрегатів, тим коротше строки виконання робіт, вище врожайність, нижче її втрати, менше витрат праці на одиницю продукції, вище продуктивність праці.

Задача даного розділу МВЗ - вивчити фактори, що впливають на продуктивність МТП і шляхи їх підвищення.

8.2 Теоретична, технічна і фактична продуктивність агрегату

Розрізняють такі види продуктивності:

- **теоретичну**, W_m - умовна максимальна продуктивність, що могла б бути отримана при повному використанні ширини захвату агрегату B_k , теоретичної швидкості руху V_m і часу T ;

- **технічну** W_{tex} , обумовлену при технічно можливому (оптимальному) використанні ширини захвату, швидкості і часу;

- **фактичну або дійсну** W , обумовлену по фактичному обсязі виконаної роботи, тобто при фактичних (робочій) ширині захвату B_p , швидкості руху V_p і часу продуктивної роботи T_p .

Якщо V_p (км/год.; м/с); B_p (м); T (год.); W (га/год.) або $W_{зм}$ (га/зм)

теоретична продуктивність:

$$\text{годинна} - W_{m.z} = C_w \cdot B_k \cdot V_m, \text{ га/год.} \quad (8.1)$$

$$\text{змінна} - W_{m.zm} = C_w \cdot B_k \cdot V_m \cdot T_{zm} = W_{m.z} \cdot T_{zm}, \text{ га/зм.} \quad (8.2)$$

технічна продуктивність:

$$\text{годинна} - W_{mex.z} = C_w \cdot B_k \cdot \xi_{\beta mex} \cdot V_m \cdot \xi_{v mex} \cdot \tau_{mex}, \text{ га/год.} \quad (8.3)$$

$$\text{змінна} - W_{mex.zm} = C_w \cdot B_k \cdot \xi_{\beta mex} \cdot V_m \cdot \xi_{v mex} \cdot \tau_{mex} \cdot T_{zm}, \text{ га/зм.} \quad (8.4)$$

фактична продуктивність:

$$\text{годинна} - W_z = C_w \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год.} \quad (8.5)$$

$$\text{змінна} - W_{zm} = C_w \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot T_{zm} = C_w \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га/зм,} \quad (8.6)$$

де $\tau \cdot T_{zm} = T_p$

У заводських інструкціях до сільськогосподарських машин, а також для порівняння ефективності окремих варіантів агрегатів при їхньому комплектуванні користуються 4^м видом продуктивності - продуктивність за годину чистого часу:

$$W_{r.z} = C_w \cdot B_p \cdot V_p, \text{ га/год,} \quad (8.7)$$

тут C_w - коефіцієнт, що залежить від того, у яких одиницях прийнята швидкість руху агрегату V : якщо в км/год - $C_w = 0,1$, а якщо в м/с, $C_w = 0,36$;

B_k ; B_p - відповідно конструктивна, робоча ширина захвата, м;

V_t ; V_p - відповідно теоретична і робоча швидкості, км/год. (м/с);

T_{zm} - тривалість зміни, год.;

τ ; τ_{mex} - ступінь використання часу зміни - фактична і технічно можлива

$$\tau = \frac{T_p}{T_{cm}}, \quad (8.8)$$

де T_p - час чистої роботи, год.;

$\xi_{\beta mex}$ (позначається також через β) - коефіцієнт (ступінь) використання ширини захвата агрегату технічно доцільний (оптимальний)

$$\xi_{\beta} = \frac{B_p}{B_k}; \quad (8.9)$$

де $\xi_{v mex}$ - коефіцієнт використання швидкості руху технічно доцільний

$$\xi_v = \frac{V_p}{V_m}. \quad (8.10)$$

Велике значення для скорочення строків роботи, підвищення врожайності і зниження втрат має добова (денна) W_{∂} і сезонна W_{sez} продуктивність.

Добова продуктивність, га/доб.

$$W_{\partial} = W_{zm} \cdot K_{zm}. \quad (8.11)$$

Сезонна продуктивність

$$W_{sez} = W_{\partial} \cdot D_p, \quad (8.12)$$

де K_{zm} - коефіцієнт змінності;

D_p - (кількість робочих днів у сезоні, період сівби тієї або іншої культури)

Коефіцієнт змінності враховує, що протягом доби може виконуватися 2-х змінна і 3-х змінна робота агрегатів, а також в окремих випадках і 1-змінна, яка за часом не співпадає з нормативним часом зміни. Коефіцієнт змінності являє собою відношення часу всіх змін (число змін може виражатися і дрібним числом) за добу T_{δ} до встановленої (нормативної) тривалості зміни $T_{зм}$

$$K_{см} = \frac{T_{сут}}{T_{см}} . \quad (8.13)$$

З метою підвищення продуктивності агрегатів необхідно прагнути до організації робіт у 2 і 3 зміни.

Т.ч. дійсна змінна продуктивність агрегату прямо пропорційна множенню робочої ширини захвату на швидкості руху агрегату ($B_p \cdot V_p$), тривалості зміни $T_{зм}$ і ступеню використання часу зміни τ .

При обмеженій потужності двигуна або трактора зі збільшенням B_p зменшується V_p . Отже B_p і V_p повинні бути оптимальними для кожного агрегату і виду роботи і знаходитися по правилах, розглянутих у розділі “Комплектування агрегатів”.

8.3 Коефіцієнт використання часу зміни

Найважливішим чинником, що впливає на продуктивність агрегату, є час і його використання на корисну роботу, тобто коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}} , \quad (8.14)$$

що змінюється в дуже широких межах від 0 (простій агрегату протягом зміни через поломку) до max., $\tau = 0,4 \dots 0,9$

Чим складніше робочий процес, виконуваний агрегатом, тим менший коефіцієнт τ . З збільшенням швидкості руху агрегату τ зменшується, тому що за одиницю часу він робить більше холостих заїздів і поворотів.

8.4. Розрахунок продуктивності по використанню потужності трактора і двигуна

а) для неорних агрегатів
опір агрегату

$$R_a = P_z = B_{\kappa} K = \frac{B_p K}{\beta} , \quad (8.15)$$

$$B_p = B_{\kappa} \cdot \beta , \quad (8.16)$$

$$\beta = \xi_{\epsilon} , \quad (8.17)$$

відомо, що

$$N_z = \frac{P_z \cdot V_p}{3600}, \text{ кВт} \quad (8.18)$$

Тут P_z (Н); V_p (км/год.); N_z (кВт); K (Н/м).

$$V_p = \frac{3600 \cdot N_z}{P_z} = \frac{3600 \cdot N_z \cdot \beta}{B_p \cdot K}; \text{ км/год.} \quad (8.19)$$

Продуктивність за годину чистої роботи в га

$$W_{ч.ч} = 0,1 B_p V_p = \frac{0,1 B_p N_z \beta \cdot 3600}{B_p \cdot K}, \quad (8.20)$$

$$W_{ч.ч} = \frac{360 N_z \beta}{K} \quad (\text{а}) \quad (8.21)$$

б) для орного агрегату

$$R_a = B_p \cdot K, \quad (8.22)$$

$$W_{ч.ч} = \frac{360 N_z}{K_o} \quad (\text{б}) \quad (8.23)$$

Якщо в приведених формулах P_z (кгс); N_z (л.с.); K (кгс/м)

$$W_{ч.ч} = \frac{27 N_z}{K} \beta, \quad (8.24)$$

Фактична змінна продуктивність, га/зміну

$$W_{см} = \frac{360 N_z}{K} \beta \cdot \tau \cdot T_{см} \quad (\text{для неорних агрегатів}) \quad (8.25)$$

Т.ч. чим більше використовується тягова потужність трактора і менше питомий опір машин (K), тим вище продуктивність агрегату.

Варто прагнути, якщо дозволяє агротехніка, працювати на передачі з найбільшою $N_{z \max}$ або найближчу вищою до неї.

Так як

$$N_z = N_e \cdot \eta_T = N_{ен} \cdot \lambda_{Ne} \cdot \eta_T, \quad (8.26)$$

то

$$W_{см} = \frac{360 \cdot N_{ен} \cdot \lambda_{Ne} \cdot \eta_T \cdot \beta \cdot \tau \cdot T_{см}}{K} \quad \text{- для тягового агрегату} \quad (8.27)$$

Для тягово-приводного агрегату

$$W_{см} = \frac{360(N_{ен} \cdot \lambda_{Ne} - N_{еввв})}{K} \eta_T \cdot \beta \cdot \tau \cdot T_{см}, \quad (8.28)$$

де $N_{еввв}$ - потужність двигуна, що витрачається на привод механізмів с.г. машин через ВВП.

Т.ч. продуктивність МТА буде тим вище, чим:

а) більше номінальна потужність двигуна $N_{ен}$ і раціонально вона використовується ($\lambda_{Ne} = 0,90 \dots 0,95$);

б) нижче питомий опір машини-знаряддя (K);

в) вище тягового ККД трактора, η_m ;

г) краще використовується ширина захвату (β) і час зміни (τ).

Відношення дійсної продуктивності до теоретичної називається

коефіцієнтом використання працездатності агрегату (або коефіцієнтом експлуатації)

$$\alpha_a = \frac{W_q}{W_{m.ч.}}, \quad (8.29)$$

$$\alpha_a = \frac{W_q}{W_{m.ч.}}; \quad (8.30)$$

$$\alpha_a = \frac{360 \cdot N_{ен} \cdot \lambda_{Ne} \cdot \eta_T \cdot \beta \cdot \tau \cdot K}{360 \cdot N_{ен} \cdot \eta_T \cdot K} = \lambda_{Ne} \cdot \beta \cdot \tau. \quad (8.31)$$

при $\eta_m = \text{const}$.

Цей коефіцієнт характеризує ефективність використання техніки в даному господарстві. Він залежить як від природних умов (рельєфу) так і вміння експлуатувати машини (правильно комплектувати агрегати, раціонально їх використовувати).

Чим вище α_a , тим раціональніше використовується даний трактор на тій або іншій роботі.

Т.ч. для даного агрегату і даних умов продуктивність агрегату буде залежати від λ_{Ne} , β і τ .

8.5. Шляхи підвищення продуктивності агрегату

Формули продуктивності агрегату

$$\text{змінна} - W_{зм} = 0,1 B_k \cdot V_p \cdot \beta \cdot T_{см}; \quad (8.32)$$

$$W_{зм} = \frac{360(N_{емех} \cdot \lambda_{Ne} - N_{едоп})}{K} \eta_T \cdot \beta \cdot \tau \cdot T_{см} - \text{для тягово-} \quad (8.33)$$

привідного агрегату.

Для тягового агрегату $N_{евен} = 0$.

Тут

$$\lambda_{Ne} = \frac{N_e}{N_{emax}}. \quad (8.34)$$

Денна (добова)

$$W_{\partial} = W_{доб} = W_{зм} \cdot K_{зм}. \quad (8.35)$$

Аналізуючи ці формули можна намітити наступні шляхи підвищення продуктивності:

1) підтримка техніки в справному стані протягом усього терміна служби шляхом своєчасного і якісного проведення ремонтів і технічного обслуговування.

Відновленням регуліровок паливної апаратури, механізму газорозподілу (клапанів), заміною поршневих колеків, або шатунно-поршневої групи відновляються N_e тах до номінальних значень (або вище).

Регулюванням натягу гусениць, відновленням протекторів шин знижуються втрати потужності трактора на кочення і буксування, тобто підвищується η_m . Зменшуються простой через аварійні зноси деталей і механізмів, підвищується η .

Якісний ремонт і ТО с.г. машин знизять (K).

2) Правильне комплектування агрегату, тобто вибір оптимальної кількості машин в агрегаті, марки зчіпки відповідно до експлуатаційних властивостей трактора і с.г. машини, природних умов (типу ґрунту, довжини гону, рельєфу поля), характеру виконуваної с.г. операції (підвищиться N_e за рахунок збільшення $B_k; V_p$).

Рекомендується застосовувати де це доцільно більш потужні енергонасичені трактори, навісні або причіпні з гідруправлінням с.г. машини-знаряддя, гідрофіковані зчіпки (СП-11; СП-16; СГ-21 і СГ-35, СН-75).

Ступінь завантаження λ_{Ne} або λ_p повинні бути оптимальними, тобто

$\lambda_p = 0,85 \dots 0,92$ - на оранці

$\lambda_p = 0,90 \dots 0,96$ - на посіві, культивуванні, боронуванні, збиранні.

3) Правильна причіпка робочих машин до трактора і зчіпки з оптимальним перекриттям. Застосування маркерів і слідоуказувачів вплине на η і V_p .

4) Правильна і ретельна підготовка поля до роботи: вирівнювання полів, усунення перешкод (каменів, чагарників, ярів, розвалених борозен), розбивка поля на загони з оптимальною шириною відповідно до обраного способу руху, провішування лінії 1-го проходу (вплинуть на V_p і η).

5) Правильне маневрування швидкостями руху агрегату (переключення передач у залежності від рельєфу поля) ($V_p; \lambda_{Ne}$).

6) Правильне використання всережимного регулятора двигуна, тобто робота на знижених оборотах двигуна, де це вигідно (при переїзді через нерівності, борозни, на поворотах, при недовантаженні по силі тяги й обмеженої швидкості за умовами агротехніки або надійності машини).

У цих випадках треба працювати на підвищеній передачі, але зі зниженими оборотами з максимально можливою в даних умовах швидкістю.

7) Застосування комплексних і комбінованих агрегатів.

8) Продуктивність тягово-приводного агрегату залежить також від розміру потужності, що витрачається на привід механізмів і робочих органів машини, що у свою чергу залежить від стану робочих органів (гостроти ножів жаток, силосозбиральних комбайнів), стану маси, що переробляється (вологості, щільності ґрунту, врожайності, правильного регулювання ланцюгів, ременів).

9) Найбільшим резервом у підвищенні продуктивності агрегатів є раціональне використання часу зміни і доби, тобто досягнення максимальних-можливих значень τ і $K_{зм}$

$K_{зм}$ можна підвищити застосуванням 2-х і 3-х змінної роботи агрегатів у напружені періоди. Для цього необхідно мати резерв механізаторів широкого профілю, що могли б, коли це потрібно, працювати на тракторі, комбайні, автомобілі. Поліпшити підготовку механізаторів через СПТУ, створити гарні культурно-побутові умови, особливо для молодих механізаторів.

В даний час в окремих господарствах і для окремих марок тракторів $K_{зм}$ коливається $K_{зм} = 1,0 \dots 1,3$.

Підвищення τ можна домогтися раціональною організацією праці, усуненням або зменшенням непродуктивних зупинок і простоїв.

10) У справі підвищення ефективності використання МТП велике значення, крім технічних, морально-політичних, мають і матеріальні стимули:

- а) заохочення кращих механізаторів (морально і матеріально);
 б) правильна організація оплати праці (застосування акордно-преміальної системи оплати по кінцевому результату) і ін.
 11) НОТ, диспетчерське керування.

БАЛАНС ЧАСУ ЗМІНИ

Баланс часу зміни (фактичний)

$$T_{см} = \underbrace{T_p + T_{п.з} + T_{пер} + T_{пов} + T_{техн} + T_{обсл.} + T_{від}}_{\text{нормований час}} + \underbrace{T_{ГО} + T_{пр.н} + T_{орг} + T_{мет} + T_{н.п.з} + T_{пр}}_{\text{не нормований час}} \quad (8.1)$$

Нормований час

де $T_{зм}$ - тривалість зміни; визначається трудовим законодавством і режимом роботи в господарстві в даний період. У визначені періоди $T_{зм} = 7 \dots 10$ год. У середньому - 7 год.;

$T_{п.з}$ - регулярний підготовчо-заключний час (ЕО, здання-прийняття агрегату, підготування поля до роботи. Може бути зменшено застосуванням механізованої заправки паливом та мастилом, попередньою розбивкою поля на загони іншими робітниками (обліковцем), щоб не простоював агрегат;

$T_{пер}$ - час внутрішньозмінних переїздів із ділянки на ділянку. Може бути зменшено продуманим упорядкуванням плану-маршруту переміщення агрегату по полях;

$T_{пов}$ - час холостих поворотів, залежить від складу агрегату (довжини повороту), способу руху агрегату на загоні, ширини загонів ($C_{опт}$). Варто застосовувати агрегати із шеренговим розташуванням машин в агрегаті, а також де можливо навісні і напівнавесні машини і зчіпки, безланцюгові агрегати на посіві;

$T_{техн}$ - час на технологічне обслуговування агрегату на загоні (заправка сівалок насіннями і добривами, розвантаження продукту з бункера). Варто застосовувати механізовані автозаправники ЗСА-401, розвантаження бункера на ходу.

$T_{обсл}$ - час організаційно-технічного обслуговування агрегату на загоні (очищення робочих органів, перевірка якості виконання робіт, додаткове регулювання машин, дозаправлення трактора або комбайна ПММ і водою протягом зміни). Для дозаправлення варто використовувати механізовані заправники, чітко спланувати їхню роботу.

$T_{від}$ - час на відпочинок і особисті потреби.

Згідно науководослідного інституту гігієни праці повинна проводитися 10 хвилинна виробнича гімнастика.

НОП рекомендує проведення для трактористів 2 разові гімнастичні вправи по 5...7 хвилин через 2...2,5 год. після початку роботи і після обіду.

$$T_{\text{від.}} \approx 10 \dots 20 \text{ хв.} \quad (8.2)$$

Елементи часу, що не включаються в нормований час

$T_{\text{то}}$ - періодичне ТО. Для зменшення тривалості $T_{\text{то}}$ варто застосовувати механізовані засоби ТО (АТУ-А, прилади діагностики), технологічні карти на проведення ТО, спеціалізовані ланки наладчиків.

$T_{\text{пр.н}}$ - простої через технічні несправності трактора і с.г. машин. Залежить від своєчасного і якісного виконання ремонту і ТО. При якісному і своєчасному ремонті, а також ТО, $T_{\text{пр.н}} = 0$.

$T_{\text{орг}}$ - організаційні простої через нерозпорядність керівників, поганого зв'язку керівників із виконавцями (відсутність диспетчерського зв'язку) через перебої в обслуговуванні агрегатів транспортними засобами, недисциплінованості окремих робітників. Варто точно розраховувати потребу в транспортних засобах для вивезення врожаю від комбайнів, механізувати вантажно-розвантажувальні роботи, застосовувати груповий метод роботи і т.д.

$T_{\text{мст}}$ - простої через непогоду.

$T_{\text{н.н.з}}$ - нерегулярний підготовчо-заклучний час (комплектування агрегату, переїзди до місця роботи).

$T_{\text{пр}}$ - інші простої.

Велику роль у підйомі продуктивності агрегатів, науковій організації праці грає виховна робота серед механізаторів, організація оплати праці, сполучення моральних і матеріальних стимулів, кваліфікація механізаторів, застосування НОТ.

Часткові коефіцієнти використання часу зміни

1) Коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_p = \frac{T_p}{T_p + T_x} \quad (8.3)$$

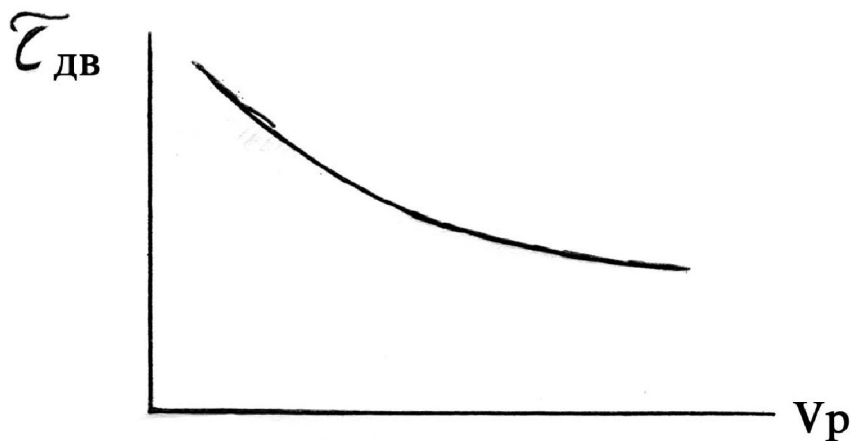


Рис.8.1. Залежність коефіцієнту використання часу руху від швидкості руху

Чим вище τ_p , тим вище і продуктивність. Він залежить від Z_p , V_p , способу руху агрегату на загоні.

2) Коефіцієнт готовності, що характеризує надійність машин в агрегаті

$$\tau_z = \frac{T_p}{T_p + T_{пр.н}}, \quad (8.4)$$

де $T_{пр.н}$ - час на усунення несправностей (відмов).

3) Коефіцієнт поворотів

$$\tau_{нов} = \frac{T_{нов}}{T_p}. \quad (8.5)$$

4) Коефіцієнт переїздів

$$\tau_{пер} = \frac{T_{пер}}{T_p}. \quad (8.6)$$

5) Коефіцієнт технологічного обслуговування

$$\tau_{техн} = \frac{T_{техн}}{T_p}. \quad (8.7)$$

З нормативного балансу часу

$$(T_{зм} - T_{п.з} - T_{обсл} - T_{від}) / T_p = (T_p + T_{пер} + T_{нов} + T_{техн}) / T_p = 1 + \tau_{пер} + \tau_{нов} + \tau_{техн} \quad (8.8)$$

де $T_p^H = \frac{T_{зм}^H - (T_{п.з}^H + T_{обсл}^H + T_{від}^H)}{1 + \tau_{пер} + \tau_{нов} + \tau_{техн}}$ - для визначення нормативного робочого часу

$T_{п.з}^H$; $T_{обсл}^H$; $T_{від}^H$ - приймається по нормах.

$T_{зм}^H = 7$ годин.

$\tau_{пер}$; $\tau_{нов}$; $\tau_{техн}$ - визначають із фактичного поліпшеного балансу часу.

Особливості розрахунку продуктивності машин, працюючих у технологічній лінії (самостійне вивчення)

Сумарне урахування продуктивності (самостійне вивчення)

Тема 9. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ ПІД ЧАС РОБОТИ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

Питання, що підлягають розгляду.

- 9.1. *Поняття і класифікація витрат*
- 9.2. *Енергетичні витрати*
- 9.3. *Витрата палива і мастильних матеріалів*
- 9.4. *Витрати праці в люд.год. на одиницю роботи, люд.год./га*
- 9.5. *Експлуатаційні витрати коштів, їхній розрахунок*
- 9.6. *Фактори, що впливають на експлуатаційні витрати. Шляхи їх зниження.*

9.1. Поняття і класифікація витрат

До експлуатаційних витрат відносяться:

- енергетичні;
- палива і мастильних матеріалів;
- витрати праці;
- грошові.

Ці витрати можуть відноситися до одиниці роботи (1 га) і до одиниці продукції (на 1 ц зерна, буряка і т.д.) і служать для порівняльної оцінки ефективності окремих агрегатів, а також для цілей нормування.

9.2. Енергетичні витрати

У експлуатаційних розрахунках частіше усього застосовують питомі енерговитрати, тобто витрати механічної енергії (роботи) на одиницю роботи (1 га).

За одиницю роботи приймається

в системі СИ $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$

Держстандартом допускається також застосовувати кВт · год.

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{год.} = 3600 \text{ кДж} = 36 \cdot 10^5 \text{ Дж.}$$

Розрізняють питомі енерговитрати:

- 1) повні (паливні);
- 2) ефективні (по потужності двигуна);
- 3) тягові (гакові - по тяговій потужності трактора);
- 4) корисні (по енерговитратах робочих машин).

$$a_{\text{мон}} = H \cdot g_{\text{га}}, \frac{\text{кДж}}{\text{га}} \quad (9.1)$$

1. *Повні питомі енерговитрати в кВт · год./га*

$$a_{\text{мон}} = \frac{H \cdot g_{\text{га}}}{3600} \frac{\text{кВт} \cdot \text{год.}}{\text{га}} \quad (9.2)$$

Наприклад, якщо $g_{\text{га}} = 12 \text{ кг/га}$ (для оранки)

$$a_{mon} = \frac{42000 \cdot 12}{3600} = 140 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}}, \quad (9.3)$$

де H - нижча теплотворна здатність палива, Дж/кг

(1 кДж = 0,238 ккал або 1 ккал = 4,1868 кДж). $H = 42000$ кДж/кг.

$g_{га}$ - витрата палива на 1 га обробленої площі, кг/га.

2. Ефективні питомі енерговитрати в кВт · год./га на робочому ході.

а) фактичні середні

$$a_{cp} = a_{mon} \cdot \eta_e, \quad (9.4)$$

де η_e - середній ефективний ККД двигуна

$$\eta_e = \frac{3600}{g_{e_{cp}} \cdot H}, \quad (9.5)$$

де g_e - питома витрата палива, кг/кВт · год.

Наприклад, якщо $g_e = 0,270$ кг/кВт · год.,

$$\eta_e = \frac{3600}{0,270 \cdot 42000} = 0,32; \quad (9.6)$$

$$a_{cp} = 140 \cdot 0,32 = 24,7 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}} \quad (9.7)$$

б) номінальні

$$a_e^H = \frac{N_{ен}}{W_r}, \quad (9.8)$$

де $N_{ен}$ - номінальна потужність двигуна, кВт;

W_r - продуктивність за годину змінного часу, га/год.

Наприклад: для орного агрегату з трактором ДТ-75М із $W_r = 1$ га/год.

$$a_e^H = \frac{75 \cdot 0,736}{1} = 56 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}} \quad (9.9)$$

3. Тягові

а) на робочім ході

$$a_{z_p} = R_a \cdot S_{p_{га}} = \frac{R_a \cdot 10^4}{B_p} = 10^4 \frac{K_a}{\beta} \frac{\text{Дж}}{\text{га}} \quad (9.10)$$

де $S_{p_{га}}$ - шлях агрегату на 1 га, м.

Якщо $\beta = 1$; R_a - опір агрегату, Н.

$$a_{z_p} = 104 \cdot K_a \quad (9.11)$$

де K_a - питомий опір, Н/м

$$y \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}} - a_{z_p} = \frac{10^4 \cdot K_a}{3600 \cdot 10^3 \cdot \beta} = \frac{K_a}{360\beta} \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}} \quad (9.12)$$

$$y \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}} - a_{z_p} = \frac{10^4 \cdot K_a}{3600 \cdot 10^3 \cdot \beta} = \frac{K_a}{360\beta} \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{га}} \quad (9.13)$$

$$K_a = 360 \cdot a_{z_p} \cdot \beta \quad (9.14)$$

б) сумарні питомі енерговитрати (на робочім і холостім ході)

$$a_z = 10^4 \cdot K_a (1 + \sigma_3) \frac{Дж}{га}; \quad (9.15)$$

$$K_a = 360 \cdot a_{ep} \cdot \eta_m = 360 \cdot a_{zp} \cdot \beta, \quad (9.16)$$

де σ_3 - доля тягових енерговитрат на холостім ході ($\sigma_3 = 0,03 \dots 0,15$).

4. Корисні енерговитрати в Дж/га (по с.г. машині)

$$a_{nm} = 10^4 \cdot a_{np} \cdot \eta_{m.o}, \quad (9.17)$$

де $\eta_{m.o}$ - ККД с.г. машини.

Енергетичний ККД агрегату

$$\eta_{aэ} = \frac{a_{nm}}{a_{mon}} \quad (9.18)$$

$$\eta_{aэ} = 0,04 \dots 0,19$$

Механічний ККД агрегату

$$\eta_{ам} = \eta_m \cdot \eta_{m.o} \quad (9.19)$$

Продуктивність агрегату, виражена через ефективну питому енергоємність на робочім ході, га/год.

$$W_r = \frac{360 \cdot N_e}{K_a} \eta_m \cdot \tau. \quad (9.20)$$

$$W_{cm} = \frac{360 \cdot N_e}{K_a} \eta_m \cdot T_p. \quad (9.21)$$

Так як $K_a = 360 a_{kpp} = 360 a_{ep} \cdot \eta_m$ при $\beta = 1$

$$W_{cm} = \frac{N_e \cdot \lambda_{Ne}}{a_{ep}} T_p = \frac{N_e}{a_{ep}} T_p \text{ га/год.} \quad (9.22)$$

9.3 Витрата палива і мастильних матеріалів

Погектарна витрата палива в кг визначається по формулі

$$g_{ga} = \frac{G_{TSM}}{W_{зм}} = \frac{G_{mp} \cdot T_p + G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_o}{W_{зм}}, \quad (9.23)$$

де G_{mp} ; G_{mx} ; G_{mo} - погодинні витрати палива на робочім режимі, холостім ході і на зупинках, кг;

T_p ; T_x ; T_e - час роботи двигуна на робочім режимі, холостім ході агрегату і на зупинках, год.;

$W_{зм}$ - змінна продуктивність, га.

При нормуванні

$$G_{mx} \cdot T_x = G_{m.пер} \cdot T_{пер} + G_{m.нов} \cdot T_{нов} \text{ €} \quad (9.24)$$

$$g_{ga} = \frac{G_{mp} \cdot T_p}{W_{cm}} \left(1 + \frac{G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_{mo}}{\underbrace{G_{mp} \cdot T_p}_{\sigma_T}} \right) \text{ €} \quad (9.25)$$

σ_m - доля витрати палива на холості ходи і зупинки ($\sigma_m = 0,03 \dots 0,15$)

$$\text{Так як } W_{cm} = \frac{360N_e}{K_a} \eta_m \beta T_p \epsilon \quad (9.26)$$

підставивши в отримуємо

$$g_{za} = \frac{G_{mp} \cdot T_p \cdot K_a}{360N_e \cdot \eta_m \cdot T_p \cdot \beta} (1 + \sigma_m) \quad T_p = T_{cm} \cdot \tau \epsilon \quad (9.27)$$

$$\text{або } g_{za} = \frac{g_e \cdot K_a}{360 \cdot \eta_m \cdot \beta} (1 + \sigma_m) \quad (9.28)$$

Підставивши у формулу $K_a = 360 \cdot \eta_{ep} \cdot \eta_m \cdot \beta$

Одержимо

$$g_{za} = \frac{g_e \cdot 360 \cdot a_{ep} \cdot \eta_m \cdot \beta}{360 \cdot \eta_m \cdot \beta} (1 + \sigma_m) = g_e \cdot a_{ep} (1 + \sigma_m) \quad (9.29)$$

т.ч. погектарна витрата палива прямо пропорційний питомим ефективним енерговитратам і питомій витраті палива, а також збільшується зі збільшенням холостих ходів, зупинок агрегату з працюючим двигуном.

$\frac{G_{mp}}{N_e} = g_e$ - питома витрата палива на одиницю потужності (кг/кВт·год)

Шляхи економії палива

1. Оскільки g_{za} зворотно пропорційний W_{cm} , то усі заходи щодо підвищення продуктивності агрегату будуть сприяти зниженню витрати палива на га (тобто зниження K_a і збільшення $(N_e; \lambda; \eta; N_e)$.

2. На витрату палива впливає також регулювання клапанів, паливної апаратури, справність к.ш.м і інші.

3. Застосування оптимального швидкісного режиму агрегату і двигуна.

4. Ліквідація невинуватених утрат палива при його транспортуванні, збереженні і заправці.

Витрата мастильних матеріалів встановлюється в процентному відношенні до витрати основного палива.

Середня витрата (палива) дизельної оливи для двигунів складає 4...6% від витрати палива, при цьому вигар олії не повинен перевищувати 1%. При вигорі в 4...5% від витрати палива - двигун варто направити в ремонт.

9.4 Витрати праці в люд.год. на одиницю роботи, люд.год./га

$$Z_m = \frac{m \cdot T_{zm}}{W_{zm}}, \quad (9.30)$$

де m - число працівників, що обслуговують агрегат.

Витрати праці на одиницю отриманої продукції

$$Z_{m.ц} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{mi}}{U}, \quad (9.31)$$

де U - врожайність, ц/га;

n - кількість окремих виробничих процесів при обробленні даної культури.

Чим нижче витрати праці на одиницю окремих робіт, тим нижче і на одиницю продукції, вище продуктивність праці.

Головними шляхами зниження витрат праці на одиницю продукції є:

- зменшення числа, що обслуговують агрегат, робочих за рахунок застосування навісних машин, а також машин із гідроуправлінням (m);
- підвищення продуктивності агрегатів ($W_{см}$);
- удосконалювання технології оброблення с.г культур. Наприклад - застосування гербіцидів зменшує кількість міжрядних обробок, заміна отвальної оранки під озимі поверхневим опрацюванням із посівом по стерні (сівалки СЗС-2,5).

9.5 Експлуатаційні витрати коштів, їхній розрахунок

Собівартість с.г продукції складається з прямих експлуатаційних витрат на комплекс робіт з оброблення с.г культури, плюс витрати на придбання насінневого матеріалу, добрив, допоміжних матеріалів, і загальногосподарські й інші витрати, пов'язані з витратами по керуванню виробництвом.

Ефективність використання МТП визначається прямими і приведеними витратами на одиницю роботи або одиницю продукції.

Прямі експлуатаційні витрати являють собою значну частку собівартості продукції, безпосередньо впливають на її величину.

Від собівартості продукції залежить прибуток господарства, його працездатність і зрештою - матеріальний добробут господарства і його робітників.

Визначення експлуатаційних і приведених витрат

Загальні витрати (експлуатаційні) на одиницю роботи будуть:

$$I_{\text{з}} = \frac{S_{\text{тр}} + S_{\text{мо}} + S_{\text{зч}}}{W_r} + S_{\text{ПММ}} + S_{\text{з}}, \quad (9.32)$$

де $S_{\text{тр}}$; $S_{\text{мо}}$; $S_{\text{зч}}$ - витрати на реновацію, ремонти, технічне обслуговування і збереження машин, віднесені до 1 год їхньої роботи, відповідно трактора, машини-знаряддя, зчіпок, грн/год.;

W_r - продуктивність агрегату за годину змінного часу, га, т, ткм;

$S_{\text{ПММ}}$ - витрати на нафтопродукти, витрачені на одиницю роботи, грн/га;

$S_{\text{з}}$ - витрати на оплату праці на одиницю роботи, грн/га.

$$S_{\text{тр}} = \frac{B_{\text{тр}} (P_{\text{рен}} + P_{\text{кр}} + P_{\text{мо}}) + S_{\text{зб}}}{100 \cdot T_p}, \quad (9.33)$$

де $B_{\text{тр}}$ - балансова вартість трактора (\approx на 10% більше преїскурантної ціни, грн);

$P_{\text{рен}}$; $P_{\text{кр}}$; $P_{\text{мо}}$ - відсоток річних відрахувань на реновацію, капітальний ремонт, технічне обслуговування і поточний ремонт.

Наприклад: для трактора Т-150 $P_{\text{рен}} = 12,5\%$; $P_{\text{кр}} = 6\%$; $P_{\text{мо}} = 22\%$.

$S_{зб}$ - річні витрати на збереження одного трактора, грн./рік

$T_{тр}$ - нормативне річне завантаження трактора в годинах (для Т-150 $T_{тр} = 1300$ год)

Аналогічно розраховуються витрати на 1 год. роботи с.г машин, знарядь і зчіпки ($S_{мо}; S_{зч}$) по формулах

$$S_{мо} = \frac{n \cdot B_{мо} (P_{рен} + P_{то}) + S_{зб}}{100 \cdot T_{мо}}, \quad (9.34)$$

де n - кількість машин в агрегаті.

Капітальні ремонти с.г машин не проводяться (за винятком комбайнів).

Значення $S_{зб}; S_{мо}; S_{зч}$ можна визначати і по нормативах на 1 ум.ет. га.

Витрати на нафтопродукти на одиницю роботи в гривнях визначаються по формулі

$$S_{ТСМ} = g_{за}^n \cdot Ц_{т}, \quad (9.35)$$

де $g_{за}^n$ - норма витрати палива на одиницю роботи в кг;

$Ц_{т}$ - комплексна ціна 1 кг нафтопродуктів, віднесена до основного палива, грн/кг.

Зарплата на одиницю роботи в гривнях

$$S_з = S_о + S_{доп}, \quad (9.36)$$

де $S_о$ - основна зарплата трактористів і допоміжних робочих на одиницю роботи

$$S_о = \frac{m_{тр} \cdot f_{тр} + m_е \cdot f_е}{W_{см}}, \quad (9.37)$$

де $m_{тр}$ і $m_е$ - кількість трактористів-машиністів і допоміжних робочих, обслуговуючий агрегат;

$f_{тр}$ і $f_е$ - тарифні денні ставки тракториста-машиніста і допоміжних робочих відповідних розрядів (приймаються по 6 розрядній тарифній сітці і тарифно-кваліфікаційному довіднику в залежності від природноекономічної зони України, виду роботи і марки трактора;

$S_{доп}$ - додаткова зарплата (надбавка) трактористам за стаж роботи, класність, якість виконання робіт у стислий термін, схоронність техніки й ін.).

Приведені витрати

Для порівняння економічної ефективності окремих варіантів с/г машин, агрегатів або технологічних схем виконання виробничого процесу користуються приведеними витратами на одиницю роботи, обумовлені по формулі

$$I_{пр} = I_з + E_n \cdot K_{уд}, \quad (9.38)$$

де $K_{уд}$ - питомі капіталовкладення грн.. на одиницю роботи, обумовлені по формулі

$$K_{уд} = \frac{1}{W_r} \left(\frac{B_{mp}}{T_{mp}} + \frac{n \cdot B_{mo}}{T_{mo}} + \frac{B_{сц}}{T_{сц}} \right), \quad (9.39)$$

де n - кількість машин в агрегаті;

$B_{mo}; B_{зч}$ - балансова вартість с.г машини, зчіпки;

$T_{mo}; T_{зч}$ - річне завантаження машини і зчіпки;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, приймається

$$E_n = 0,15 \dots 0,20$$

При встановленні ефективності нової техніки, нової технології й в інших випадках, коли потрібно враховувати нормативну ефективність капіталовкладень, тобто коли потрібно привести до єдиного показника не тільки дійсні, але і минулі (матеріалізовані) витрати, розрахунок варто проводити по приведених витратах.

9.6 Фактори, що впливають на експлуатаційні витрати. Шляхи їх зниження

1. Підвищення продуктивності агрегату $W_{зм}$ і $W_{дн}$
 2. Зменшення числа обслуговуючих агрегат робочих ($m_{тр}; m_v$)
 3. Застосування, по можливості, агрегатів із меншою балансовою вартістю машин (при однакових, приблизно, продуктивностях агрегатів, доцільно застосовувати агрегати з меншим числом машин, але працюючих на підвищеній передачі)
 4. Збільшити в межах агротермінів річне навантаження на трактор і с.г машину (застосувати 2-3 змінну роботу, універсальні машини.
- Досвід високоефективного використання агрегатів передовими механізаторами (дати приклади по господарствах Мелітопольського, Якимівського, Приазовського районів...)

Тема 10. ПЛАНУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО ПАРКУ

Питання, що підлягають розгляду.

10.1 Зміст і задачі розділу.

10.2 Основні поняття про виробничі процеси.

10.3 Поняття про МТА, МТП, система машин.

10.4 Класифікація сільськогосподарських агрегатів.

10.5 Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів.

10.1 Зміст і задачі розділу

У даному розділі будуть розглянуті закономірності і засоби ефективного використання МТА в землеробстві, тобто шляхи підвищення продуктивності та ефективності роботи МТА. Від ефективного використання

МТА багато в чому залежить і врожайність сільськогосподарських культур (при виконанні роботи якісно в стислий термін), і собівартість продукції, або продуктивність праці в сільському господарстві.

Для того, щоб навчитися вирішувати цю задачу - підвищення ефективності МТА в розділі будуть розглянуті такі основні питання:

- експлуатаційні властивості с.г. машин, тракторів і МТА;
- визначення оптимальних составів МТА (комплектування агрегатів);
- вибір оптимальних режимів роботи МТА (ступені завантаження двигуна, трактора, швидкість руху агрегату);
- знаходження раціональних способів руху агрегату на загоні (кінематика агрегатів);
- визначення техніко-економічних показників агрегату.

10.2. Основні поняття про виробничі процеси

Для виробництва сільськогосподарського продукту (зерна, буряка й ін.) необхідно виконати у певній послідовності й у строго встановлені строки ряд технологічних, транспортних і допоміжних процесів або операцій.

При механізованому виробництві ці процеси виконуються машинними або машинно-тракторними агрегатами.

Виробничий процес - послідовна зміна пов'язаних між собою виробничих операцій (передпосівна культивация, посів...).

Виробнича операція - частина виробничого процесу (оранка, культивация, збирання...).

Технологічна операція - спрямована на зміну стану оброблюваного матеріалу.

Транспортна - звичайно пов'язана з технологічною - переміщення матеріалу без зміни його властивостей і стану.

Допоміжні операції супроводжують або передують технологічним і транспортним (підготовка машин, поля, ТО й ін.).

10.3. Поняття про МТА, МТП, система машин

У сільськогосподарських агрегатах у якості енергетичної частини служить двигун (тепловий, електричний) або трактор.

У якості передавального механізму - зчіпка, причіпна скоба, навісний устрій, карданна або ремінна передача.

Агрегат, джерелом енергії в якому є трактор - називається машинно-тракторним агрегатом; при іншому виді енергії (двигуні) - теплової або електричної - машинним.

Сукупність мобільних машин підприємства разом з енергетичними засобами і допоміжними пристроями називається МТП.

Парк машин варто відрізнити від системи машин (СМ) - основи комплексної механізації с.г. виробництва.

Система машин - сукупність взаємопогоджених по технологічному

процесу і продуктивності різнорідних машин, що забезпечують комплексну механізацію усіх виробничих процесів.

КОМПЛЕКС - С М ДЛЯ КУЛЬТУРИ

ГАЛУЗЕВІ С М (ТВАРИННИЦТВО, РІЛЬНИЦТВО, САДІВНИЦТВО)

ЗОНАЛЬНІ С М

ЗАГАЛЬНА С М

10.4 Класифікація сільськогосподарських агрегатів

Сільськогосподарські агрегати класифікують по таких основних експлуатаційних ознаках:

1) по способу виробництва робіт - (мобільні), обмежено-рухливі (лебідки) і стаціонарні;

2) по способу з'єднання енергетичної частини і робочої машини. Машини - причіпні, напівнавісні, навісні;

3) по способу передачі енергії до робочих машин - тягові, тяговопривідні, самохідні;

4) по складу робочих машин - однорідні або прості (для виконання однієї технологічної операції), комплексні (для виконання декількох технологічних операцій машинами різноманітного виду), комбайнові (для одночасного виконання декількох операцій однією машиною), універсальні (спроможні виконувати в різноманітний час різні операції, наприклад, збирати картоплю і моркву);

5) по розташуванню робочих машин в агрегаті щодо подовжньої осі трактора (агрегату) - симетричні й асиметричні;

6) по розташуванню робочих машин в агрегаті щодо трактора - із переднім, заднім, бічним і змішаним розташуванням;

7) по розташуванню робочих машин щодо зчіпки - ешелонірованим (шаховим) і шеренговим (фронтальним) розташуванням;

8) по виду виконуваних робіт - орні, посівні, пахотно-боронувальні, збиральні і т.д.

10.5. Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів

1. АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ, тобто спроможність агрегату виконувати технологічні операції (оранку, посів і ін.) відповідно до заданих агротехнічних вимог.

2. ЕНЕРГЕТИЧНІ - спроможність розвивати визначену потужність для подолання опорів робочих машин, зміни властивостей або положення оброблюваного матеріалу (розпушування ґрунту, зріз і обмолот колосків і т.д.).

3. МАНЕВРОВІ - повороткість, прохідність, стійкість руху, пристосованість агрегату до транспортування.

4. ТЕХНІЧНІ - надійність машин в агрегаті (довговічність, ремонтнопригідність, безвідмовність, зберігаємость), а також маса або вага

машини, ємність кузова, бункера, ширини захвату й ін.

5. ЕРГОНОМІЧНІ - санітарно-фізіологічні умови праці, що обумовлюють, зручність обслуговування, безпеку праці, естетичні показники і тощо.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, що характеризуються такими показниками: продуктивність агрегату, витрати праці, палива, механічної енергії, а також прямі і приведені витрати на одиницю роботи.

До основних техніко-економічних показників агрегату відносяться:

1) продуктивність агрегату, тобто обсяг роботи визначеної якості, виконаний в одиницю часу (га/год., га/зміну); витрати праці на

2) витрати праці на одиницю роботи (люд.-год./га, люд.-год./т);

3) витрати палива на одиницю роботи (кг/га, кг/т);

4) прямі і приведені експлуатаційні витрати на одиницю роботи (грн./га, грн./т);

питомі енергетичні витрати (кВт · год/га).