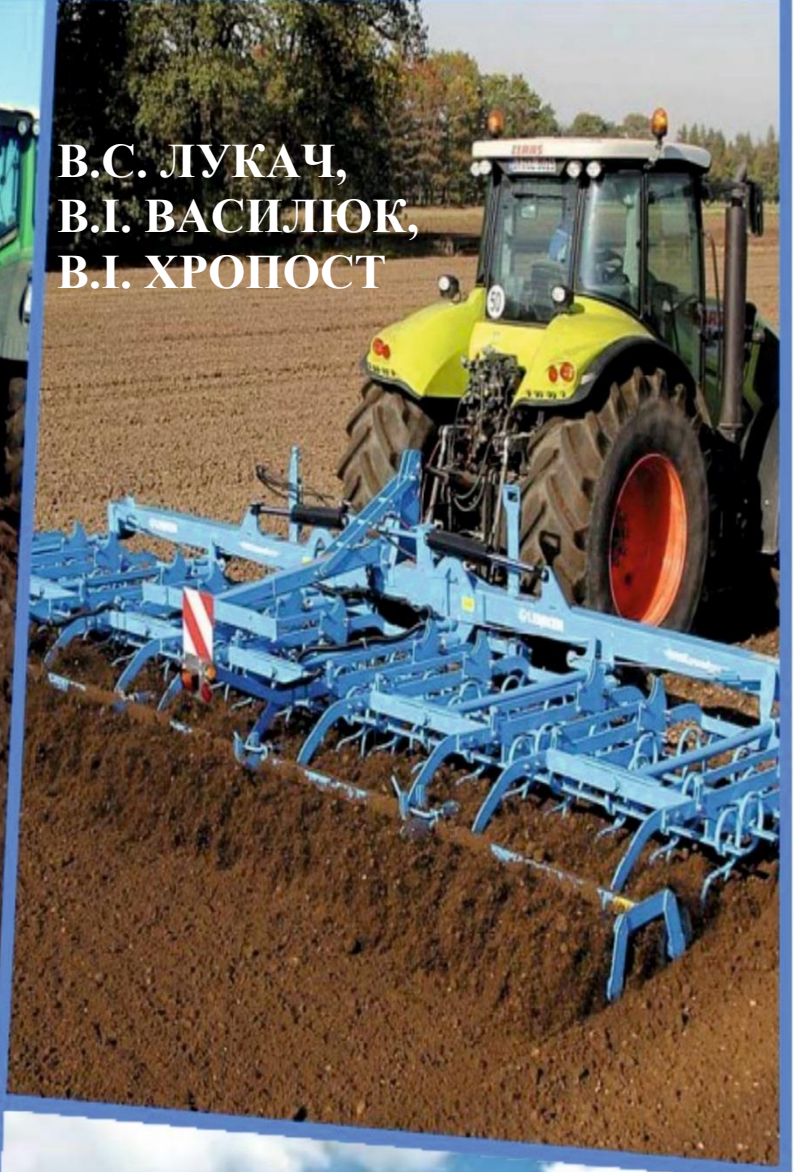


В.С. ЛУКАЧ,
В.І. ВАСИЛЮК,
В.І. ХРОПОСТ

ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ В РОСЛИННИЦТВІ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

2023

**Національний університет біоресурсів
і природокористування України
НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

В.С. ЛУКАЧ, В.І. ВАСИЛЮК, В.І. ХРОПОСТ

КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

«Експлуатація машин і обладнання в рослинництві»

Навчальний посібник

НІЖИН-2023

УДК 373 (07)
ББК 22.21Я 73
Л94

Друкується за рішенням науково-методичної ради
факультету інженерії та енергетики
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
Протокол № 2 від 02 листопада 2022 р

Затверджено на засіданні кафедри агроінженерії

Протокол № 5 від "28" вересня 2022 року

Р е ц е н з е н т и:
Шейченко В.О., доктор технічних наук, професор
Полтавський державний аграрний університет
Фришев С.Г., доктор технічних наук, професор
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Лукач В.С., Василюк В.І., Хропост В.І.

Курс лекцій з дисципліни «Експлуатація машин і обладнання в рослинництві»

для студентів факультету інженерії та енергетики спеціальність 208 «Агроінженерія» Ніжин, 2023. 122 с.

© Лукач В.С., Василюк В.І., Хропост В.І.
© Оригінал-макет, Ніжин, 2023,
Кафедра агроінженерії,
ВП НУБіП України
«Ніжинський агротехнічний інститут»

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ МТА 5
Лекція 1 5
ТЕМА 1. ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ Й ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРЕГАТІВ. 5
Лекція 2 8
ТЕМА 2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН 8
Лекція 3 14
ТЕМА 3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ 14
Лекція 4 21
ТЕМА 4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ І РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ 21
Лекція 5 30
ТЕМА 5. РОЗРАХУНОК СКЛАДУ І КОМПЛЕКТУВАННЯ АГРЕГАТІВ 30
Лекція 6 36
ТЕМА 6. РОЗРАХУНОК ТЯГОВО-ПРИВІДНОГО АГРЕГАТУ 36
Лекція 7 44
ТЕМА 7. СПОСОБИ РУХУ АГРЕГАТІВ 44
Лекція 8 55
ТЕМА 8. ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРЕГАТУ 55
Лекція 9 62
ТЕМА 9. БАЛАНС ЧАСУ ЗМІНИ 62
Лекція 10 65
ТЕМА 10. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ ПРИ РОБОТІ АГРЕГАТІВ ... 65
Розділ 2. ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ, УПРАВЛІННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНИМ ПАРКОМ І АНАЛІЗ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ 72
Лекція 1 72
ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МТП 72
Лекція 2 78
ТЕМА 2. РОЗРАХУНОК СКЛАДУ МТП НА ПІДСТАВІ ПОБУДОВИ ГРАФІКІВ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ 78

Лекція 3 87
ТЕМА 3. КОМПЛЕКТУВАННЯ МТП І ПОКАЗНИКИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ 87
Розділ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ 97
Лекція 1 97
ТЕМА 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ Й СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ (ТО) МАШИН 97
Лекція 2 104
ТЕМА 2. ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ТО ТА ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИН 104
Лекція 3 111
ТЕМА 3. АГРОТЕХСЕРВІС 111
ЛІТЕРАТУРА 122
ДЛЯ НОТАТОК 123

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ МТА

Лекція 1.

ТЕМА 1. ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ Й ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРЕГАТІВ.

Питання, що підлягають розгляду.

1.1. Зміст і задачі розділу.

1.2. Основні поняття про виробничі процеси.

1.3. Поняття про МТА, МТП, система машин.

1.4. Класифікація сільськогосподарських агрегатів.

1.5. Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів.

1.1. 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);
– находження раціональних способів руху агрегату на загоні (кінематика агрегатів);
– визначення техніко-економічних показників агрегату.

1.2. 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 культивація, посів…).

Виробнича операція - частина виробничого процесу (оранка, культивація, 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.).

1.3. 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 відрізняти 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

ЗОНАЛЬНІ С М

ЗАГАЛЬНА С М

1.4. 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.

1.5. Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів

1. АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ, тобто спроможність агрегату виконувати технологічні операції 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).

3. МАНЕВРОВІ - поворотність, 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.

<u>До основних техніко-економічних показників агрегату відносяться:</u>

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);

5) питомі енергетичні витрати (кВт · год/га).

Лекція 2.
ТЕМА 2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Питання, що підлягають розгляду.

2.1. Питомий і повний опір.

2.2. Випадковий характер опору машин.

2.3. Чинники, що впливають на опір машин.

2.4. Заходи щодо зниження тягового опору сільськогосподарських машин.

2.5. Тяговий опір робочої частини агрегату.

2.1. Питомий і повний опір

Середній тяговий робочий опір машини R на рівному полі визначається по таких формулах

$$R = k \cdot b\,, \qquad (2.1)$$

де R - тяговий опір машини, Н (кН);

b - конструктивна ширина захвату однієї машини, м;

k - питомий тяговий опір машини, віднесений до 1 м її ширини захвату, Н/м (кН/м)

Опір плуга

$$R_{пл} = K_{пл} \cdot B_p \cdot h\,, \qquad (2.2)$$

де B_p - робоча ширина плуга, м;

h - глибина оранки, м (інше позначення а , см)

$K_{пл}$ - питомий опір плуга, віднесений до 1 м^2 перетини шару, Н/м^2 (іноді позначають K_o). Часто $K_{пл}$ виражають у Н/см^2 і позначають K_o.

$$K_{пл} = \frac{Rпл}{Вр \cdot h}.$$

Опір плуга можна знайти і по формулі (2.1), якщо знайти К по формулі

$$К = К_{пл} \cdot h \cdot \beta\,, \qquad (2.3)$$

де $\beta = \frac{Вр}{Вк}$ - коефіцієнт використання ширини захоплення машини або знаряддя (для плуга β = 1,00…1,10)

Тяговий опір на рівному полі зчіпок, причепів, кукурудзозбиральних, силосозбиральних і зернових комбайнів, кузовних машин по внесенню добрив й інших машин, робочі органи яких не надають опору руху, а також машин-знарядь із піднятими робочими органами (на холостому ході) визначається по формулі

$$R = f_м \cdot G_м\,, \qquad (2.4)$$

де $G_м$ - експлуатаційна вага машини або зчіпки, Н (кН);

$f_м$ - коефіцієнт опору перекочування машини (зчіпки), що залежить від типу ґрунту, коліс зчіпки або машини.

2.2. Випадковий характер опору машин

Тяговий опір машин залежать від типу і стану гранту (механічного складу, вологості, засміченості), виду сільськогосподарських машин, способу з'єднання машини зі зчіпкою або трактором, швидкості руху агрегату і носять стохастичний характер (тобто випадковий у імовірно-статистичному розумінні).

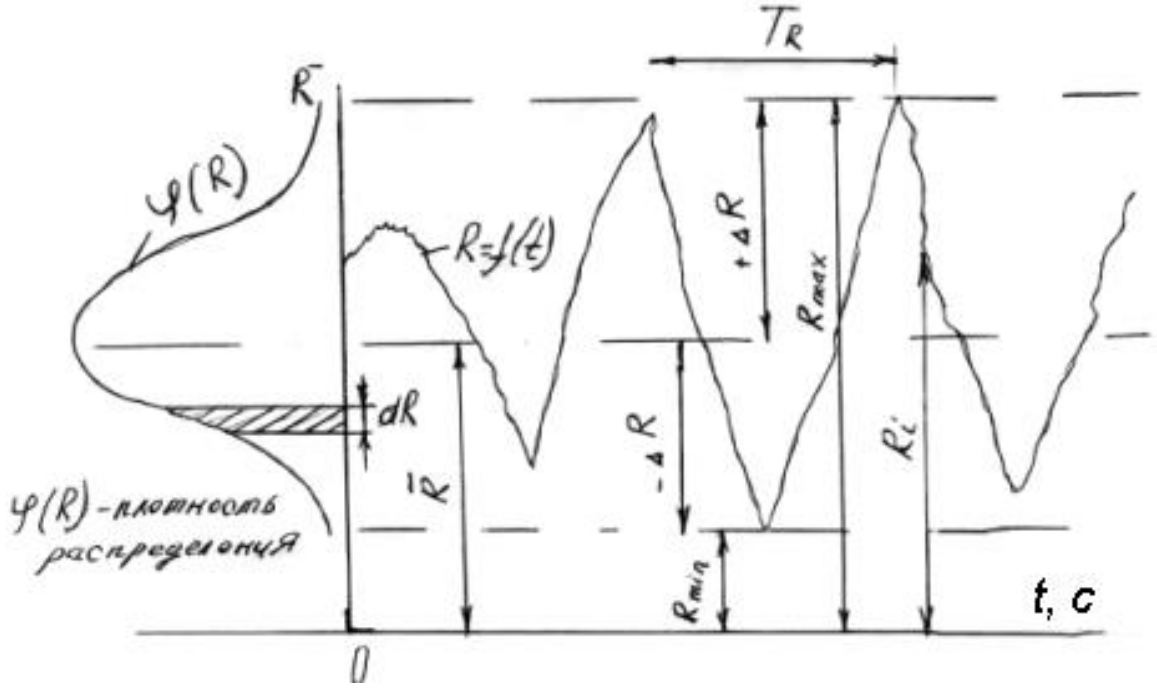


Рис. 2.1. Характер опору машин.

Застосовуючи теорію імовірності до опору машин, основними характеристиками тягового опору будуть:

а) середній розмір опору машин:

$$- \bar{R}\text{, Н (кН);} \qquad (2.5)$$
$$- K\text{, Н/м (кН/м);}$$

б) відхилення від середньої

$$\pm \Delta R = R_{max\,(min)} - \bar{R}; \qquad (2.6)$$

в) середньоквадратичне відхилення

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\Sigma\left(R_i - \bar{R}\right)^2}{n-1}}, \qquad (2.7)$$

де R_i - поточне значення опору;

n - кількість вимірів

г) коефіцієнт варіацій опорів

$$\nu_R = \frac{\sigma_R}{\bar{R}}, \qquad (2.8)$$

(чим менше ν_R - тим рівномірніше характер тягових опорів при R = const σ_R = 0 ν_R = 0)

д) ступінь нерівномірності тягових опорів

$$\delta_R = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{\overline{R}}, \qquad (2.9)$$

відкіля $R_{max} = \overline{R}\ (1 + \frac{\delta_R}{2})$ (2.10)

е) період типових коливань опорів T_R або частота коливань (f_0 с або м шляху)

$$\tau = \frac{1}{T_R},\ \frac{1}{c} \qquad (2.11)$$

- при T_R (1…2 с) - коливання долаються інерцією мас машини;
- при T_R (1…2 с) - необхідно мати запас моменту двигуна, що крутить, тобто при комплектуванні агрегату не довантажувати двигун.

Крива щільності розподілу можливостей $\phi(R)$.

Опір робочих машин наближається до закону нормального розподілу.

У цьому випадку:

$$R_{max} - R_{min}\ 6\ \sigma_{\overline{R}}$$
$$\delta_{\overline{R}} \approx 6\nu_R \qquad (2.12)$$

Типові значення розмірів ν_R, δ_R і T_R

Технологічний процес	ν_R	δ_R	T_R, м
Оранка по стерні сухих, легких і середніх ґрунтів	0,08…0,10	0,50…0,60	1,2…6,5
Оранка важких ґрунтів	0,14…0,28	0,70…1,20	0,4…4,5
Культивація	0,06…0,12	0,30…0,80	0,1…5,5
Посів дисковою сівалкою	0,04…0,10	0,20…0,60	0,8…8,3

Якщо прийняти на оранці δ_R = 0,6

$$R_{max} = \overline{R}(1+\frac{0,6}{2}) = 1,3\ \overline{R}, \qquad (2.13)$$

Таким чином R_{max} збільшується проти середнього на 30%, а на важких ґрунтах і до 60%.

<u>Для довідок.</u>

1) щільністю розподілу (або щільністю можливості) називається кількість випадків, що припадають на одиницю ширини інтервалу варіювання ознаки, тобто $\frac{m}{h}$, де m – частота даного інтервалу; h – розмір класного проміжку або $f(R)=\frac{dR}{dt}$.

2) Максимальний тяговий опір

$$R_{max} = \overline{R} + \frac{R\max - R\min}{2}\ \textit{(із рис. 2.1.)} \qquad (2.14)$$

(2.15)

$$R_{max} - R_{min} = \delta_R \overline{R} \text{ (із формули 2.12)}$$

Тоді

$$R_{max} = R + \frac{\delta_R R}{2} = R\left(1 + \frac{\delta_R}{2}\right) \qquad (2.16)$$

2.3. Чинники, що впливають на опір машин

а) *природнокліматичні чинники*:

1. Тип ґрунту, обумовлений, в основному, фізико-механічними властивостями. Наприклад, для черноземья України на піщаних ґрунтах на оранці $K_{пл}$ = 40…50 кН/м^2 (0,40…0,50 кгс/см^2) або 4...5 Н/см^2

Для довідки:

0,6 мПа6 кгс/см^2; 1мПа = 10 кгс/см^2;

70 кПа 0,7 кгс/см^2; 1кПа = 0,01 кгс/см^2.

На легких і середніх суглинках $K_{пл}$ = 50…60 кН/м^2.

На важких суглинках і глинистих ґрунтах $K_{пл}$ = 60…75 кН/м^2.

2. Агрофон - пооране поле, стерня, перелога, пласт багаторічних трав.

3. Вологість ґрунту .

Мінімальний опір при 18…22% у залежності від типу ґрунту “Спілий ґрунт” механічна “спілість” (рис. 2.2).

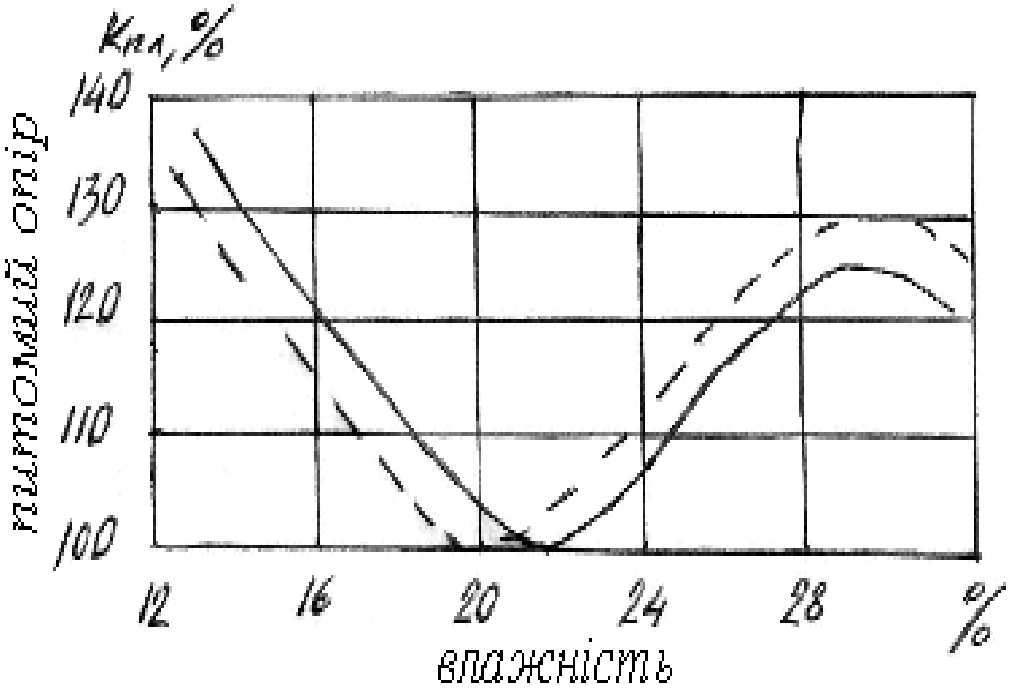


Рис. 2.2. Залежність питомого опіру від вологості ґрунту.

4. Рельєф поля - R підвищується на розмір $\Delta R_м = G_м \sin\alpha$

б) *конструктивні чинники:*

тип, форма і число робочих органів, вага машини, наявність допоміжних устроїв із приводом від ходових коліс, тип і устрій ходового апарата (сталеве або пневматичне колесо).

в) *експлуатаційні чинники,* що впливають на тяговий опір машин:

1 - технічний стан машини (ступінь зношеності, точність регулювань, мастила й ін.).

Робота з затупленими лемешами підвищує питомий опір на 20…30% і більш, порушення регулювань механізмів на 5…8%

2 - глибина опрацювання; при однорідній структурі ґрунти при оранці питомий опір віднесені до м^2 (см^2) мало впливає, але значно впливає на 1м ширини захоплення при оранці, культивації, садінню картоплі, буряків.

3 - швидкість руху агрегату.

Питомий тяговий опір підвищується зі збільшенням швидкості (рис. 2.3).

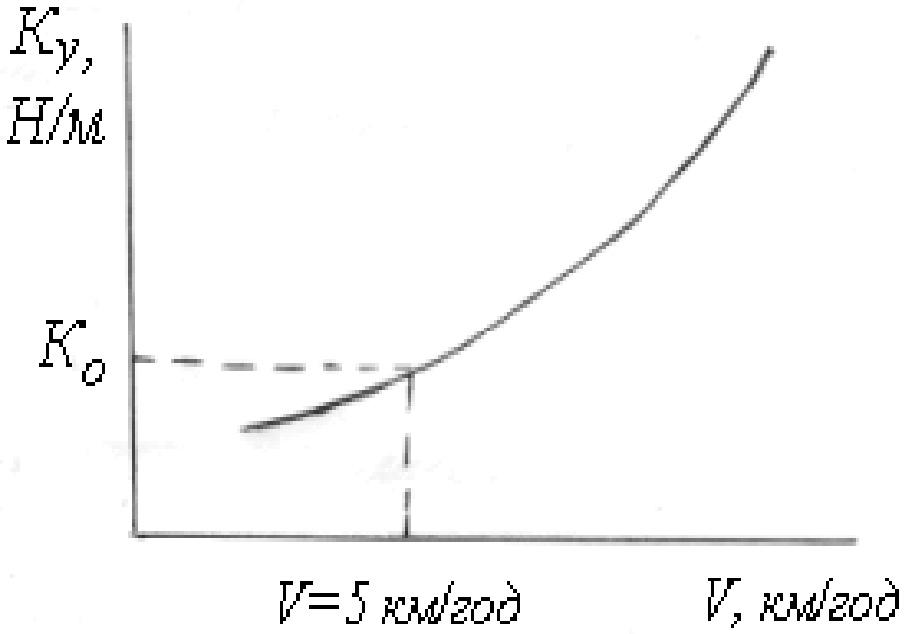


Рис. 2.3. Залежність тягового опіру від швидкості агрегату.

У довідкових джерелах значення K_o дається при $V = 5$ км/год.

Для інших значень швидкостей руху

$$K_v\, K_o[1 + \Delta K_c(V_i^c - V^c)], \qquad (2.17)$$

де C - показник ступеня, $C = 1…1,5$.

Для практичних розрахунків можна прийняти $C = 1,0$, а значення:

$\Delta K_c = 0,03…0,06$ - для звичайних плугів;

$\Delta K_c = 0,01…0,04$ - для швидкісних плугів;

$\Delta K_c = 0,01…0,03$ - на посіві;

$\Delta K_c = 0,02…0,04$ - на культивації, боронуванні.

2.4. Заходи щодо зниження тягового опору сільськогосподарських машин

а) конструктивні - застосування навісних машин, машин на пневмошинах, зменшення ваги машин, застосування робочих органів, що

самозаточуються, заміна тертя ковзання тертям кочення, застосування спеціальних покриттів поверхонь тертя і т.д. і т.п.

б) технологічні - застосування комбайнових агрегатів, суміщення процесів і ін.

в) експлуатаційні - своєчасне і якісне технічне обслуговування, правильне регулювання механізмів, правильна причіпка або начіпка машин, добір машин відповідно до умов роботи, по можливості робота при оптимальній вологості ґрунту (найменший опір при 18…22% вологості ґрунту).

г) поліпшення умов роботи машин - вирівнювання поля (ВПН-6), ліквідація кущів, камя`нистості, засміченості, оструктурювання ґрунту і т.д.

2.5. Тяговий опір робочої частини агрегату

У загальному виді опір робочої частини агрегату, що складається з “n” однорідних машин при його русі на рівному полі:

$$R_a = k\,b\,n + f_{зч}\,G_{зч}, \qquad (2.18)$$

або

$$R_a = k\,B + f_{зч}\,G_{зч}, \qquad (2.19)$$

де b - ширина захвату однієї машини, м;

n - кількість машин;

$G_{зч}$ - вага зчіпки, Н.

$$G_{зч} = 9{,}81\,M_{зч}, \qquad (2.20)$$

де $M_{зч}$ - маса зчіпки в кг;

$f_{зч}$ - коефіцієнт опору коченню зчіпки, $f_{зч}$ = 0,1…0,25 (Фере, с. 84).

Опір цього агрегату при його русі на підйом

$$R_a^{\alpha} = R_a + (G_{\text{ме}} + G_{\text{зч}})\,i, \qquad (2.21)$$

де $G_{ме}$ - експлуатаційна вага всіх сільськогосподарських машин даного типу, Н.

$i \sin \alpha$.

Тяговий опір комплексного тягового агрегату, що складається з Z типів різнорідних машин (сівалки і борони, культиватори, борони і т.д.)

$$R_a^{\alpha} = \sum_1^Z K_j B_j + G_{\text{зч}}(f_{\text{зч}} + 1) + \sum_1^Z G_{\text{меj}} i, \qquad (2.22)$$

де Z - кількість типів машин;

K_j - питомий опір машин j-го типу (культиватори, борони), Н/м;

$\sum_1^Z G_{\text{меj}}$ - експлуатаційна вага усіх робочих машин в агрегаті;

B_j - ширина захвату машини j-го типу. Вона може бути різноманітна в різних машин в однім агрегаті. Наприклад, у 4-х корпусного плуга з боронами $B_{пл}$ = 1,40 м; $B_{бор}$ = 2 1,0 = 2,0 м.

Лекція 3.

ТЕМА 3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

Питання, що підлягають розгляду.

3.1. Загальна динаміка МТА.

3.2. Рівняння руху агрегату.

3.3. Тяговий баланс агрегату. Аналіз складового тягового балансу.

3.4. Графік тягового балансу трактора.

3.5. Засоби поліпшення тягових властивостей трактора (при недостатньому його зчепленні з ґрунтом).

3.1. Загальна динаміка МТА

У динамічному відношенні МТА представляє систему твердих тіл, пов'язаних між собою жорсткими і пружними зв'язками.

Рух агрегату відбувається в результаті взаємодії сил на агрегат рушійної сили $F\ (X_к)$, що утворюється в результаті взаємодії з ґрунтом ведучих (коліс) органів (двигунів) трактора, що одержують крутний момент через передаточний механізм від двигуна, а також сил опіру.

Схема зовнішніх сил, що діють на трактор наведено на рис. 3.1.

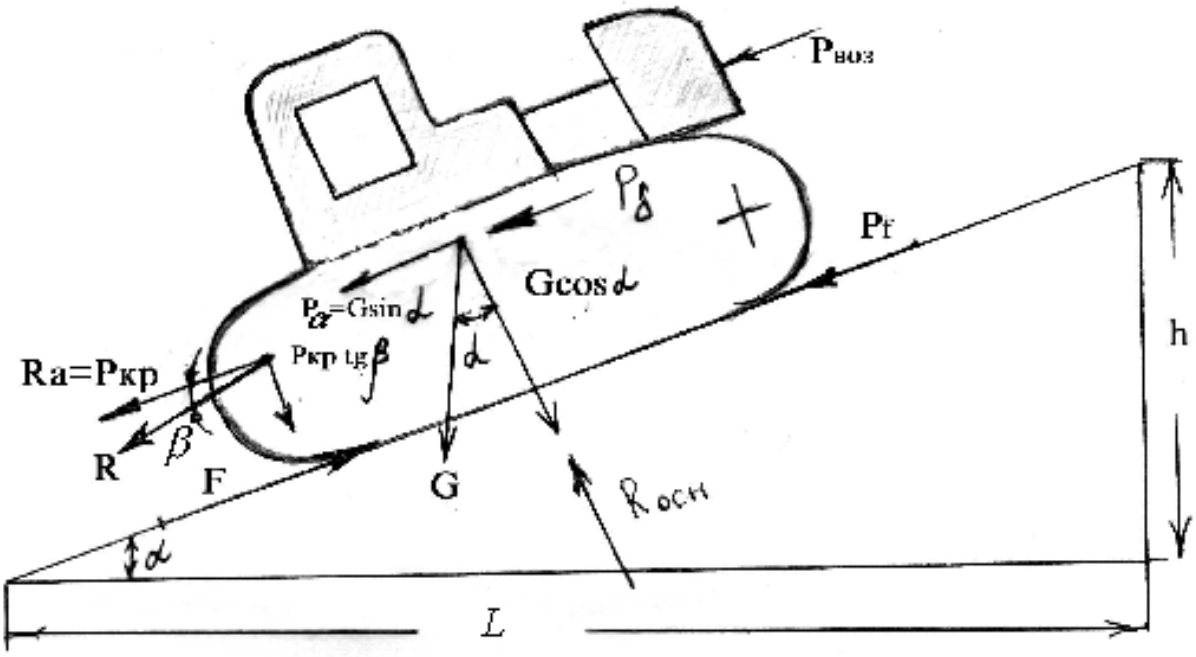


Рис. 3.1. Схема зовнішніх сил, що діють на трактор

Умовні позначки:

F - рушійна сила агрегату;

$R_a = P_г$ - тяговий опір робочої частини агрегату;

P_f - опір руху трактора;

$P\alpha = \pm G \sin \alpha$ - опір підйому (спуску) трактора;

G - вага трактора;

$\pm P_{серед}$ - опір повітряного середовища;

$\pm P_j$ - сила інерції агрегату;

$P_г$ - сила тяги трактора на гаку (крюкове зусилля).

Загальний опір агрегату при сталому русі

$$P_o = R_a + P_f + P_{серед} \pm P_\alpha \quad (3.1)$$

3.2. Рівняння руху агрегату

$$\frac{dV}{dt} = \frac{F - P_o}{m}, \quad (3.2)$$

де m - приведена маса агрегату, кг

$$m = m_a \, \delta_\alpha \, , \quad (3.3)$$

для тягового агрегату

$$m \approx m_{тр} \, \delta_{тр} + m_{сг} \, , \quad (3.4)$$

де $m_{тр}$ - маса трактора в стані спокою (без урахування обертових мас), кг;

$m_{сг}$ - маса сільськогосподарської машини, кг;

$\delta_{тр}$ - коефіцієнт урахування обертових мас трактора,

Для тракторів

$$\delta_{тр} = 1 + 0{,}0001 \, i_{тр}^2 \, ; \; \delta_{тр} = (2 \ldots 5), \quad (3.5)$$

де $i_{тр}$ - передатне число трансмісії на даній передачі.

$$m \frac{dV}{dt} = P_{ja} \text{ - сила інерції агрегату.} \quad (3.6)$$

Так як R_a, P_f, P_α - при роботі агрегату змінюються, то змінюється і прискорення $\frac{dV}{dt}$. Чим вище приведена маса агрегату «m», тим менше прискорення, тим стійкіше рух агрегату, вище якість роботи, менше знос деталей трактора і сільськогосподарських машин.

Підставивши в рівняння руху (3.2) значення (3.1) і (3.5), одержимо тяговий баланс агрегату в загальному виді.

3.3. Тяговий баланс агрегату. Аналіз складового тягового балансу

$$F = R_a + P_f + P_{серед} \pm P\alpha \pm P_j P_j = m\frac{dV}{dt} \quad (3.7)$$

При сталому русі і відносно малих швидкостях (до $V = 20$ км/год.) $P_j = 0$, $P_{серед} = 0$.

$$F = R_a + P_f \pm P\alpha, \text{ або } F = P_г + P_f \pm P\alpha \quad (3.8)$$

при русі на підйом

$$P_{гр} = F - P_f \pm P_f \quad (3.9)$$

на рівному полі

$$F = P_г + P_f \, , \; P_г = F - P_f \quad (3.10)$$

Аналіз складових тягового балансу агрегату

$$F = P_г + P_f \pm P\alpha \pm P_{серед} \pm Pj\ , \qquad (3.11)$$

де F - рушійна сила агрегату.

Рушійною силою називається зовнішня, спрямована по напрямку руху сила, створена у результаті взаємодії з ґрунтом ведучих органів трактора, що одержують момент сили від двигуна через трансмісію.

Якщо за P_f прийняти опір ведучих і ведомих коліс трактора, а втрати у ведучій гілці гусениці вирядити через ККД гусениці і віднести його до ККД трансмісії, тоді за рушійну силу F можна прийняти дотичну силу тяги трактора, прикладену до обіду ведучих коліс колісного або ділильної окружності ведучих зірочок гусеничного трактора, тобто $F = P_д$.

Поточне дійсне значення дотичної сили тяги трактора $P_д$ знайдеться по формулі

$$P_д = \frac{M_e i_{тр}}{r_к}\eta_{мг}, \qquad (3.12)$$

де $P_д$ - дотична сила тяги трактора, Н (кН);

$r_к$ - радіус кочення ведучого колеса або початкового кола зірочки, м;

$i_{тр}$ - передатне число трансмісії.

M_e - поточний (дійсний) крутний момент двигуна, Н м (кН м);

По системі СІ

$$M_e = \frac{1000 N_e 30}{\pi n},\ M_e = 9550\,\frac{N_e}{n}, \qquad (3.13)$$

де N_e - ефективна потужність двигуна, кВт;

n - частота обертання колінчатого валу двигуна, хв$^{-1}$; с$^{-1}$

$\eta_{мг}$ - ККД трансмісії і гусениці трактора:

для колісних $\eta_м$ = 0,91…0,92,

для гусеничних $\eta_м$ = 0,85…0,88,

Номінальне значення $P_{дн}$ дотичної сили тяги в Н визначаються якщо підставити у формулу номінальні потужність і частоту обертання колінчатого валу двигуна $N_{ен}$ і $n_н$

$$P_{дн} = 9550\,\frac{N_{ен} i_{тр} \eta_{мг}}{n_н r_к}. \qquad (3.14)$$

Номінальне значення $P_{дн}$ може бути реалізовано тільки при достатньому зчепленні ведучого агрегату із ґрунтом. На слабких ґрунтах і нижчих передачах $P_{дн}$, також як і $N_{ен}$ не може бути цілком реалізоване через обмеження по зчепленню.

У цьому випадку гранична (максимальна) рушійна сила трактора буде визначатися силою зчеплення рушиїв із ґрунтом F_c , тобто

$$F_{зч} = \mu\ G_{зч}\ , \qquad (3.15)$$

де $G_{зч}$ - зчіпна вага трактора, Н (кН);

μ - коефіцієнт зчеплення ведучого агрегату трактора з ґрунтом.

За номінальний (розрахунковий) коефіцієнт $\mu_н$ приймають такий, при якому буксування гусеничних тракторів рівняється 6…8%, колісних - 15%.

Максимальне значення $F_{зч\ max}$ буде при μ_{max}.

Значення μ наведено у таблиці 3.1 (див. Фере с. 36)

Таблиця 3.1. Значення μ для тракторів

Трактори	колісні	гусеничні
Стерня нормальної вологості	0,7…0,8	0,9…1,0
Свіжозоране поле	0,5…0,7	0,7…0,9
« Брудна» дорога	≈ 1	0,3…0,5

Аналіз складових тягового балансу трактора при сталому русі.

$$F = P_{кр} + P_f \pm P\ \alpha \qquad (3.15)$$

Максимальна рушійна сила на якій-небудь передачі трактора Fmax визначається двома умовами:

1) $F_{max} = P_{дн}$, якщо $P_{дн} \leq F_{зч}$,

2) $F_{max} = F_{зч}$, якщо $P_{дн} > F_{зч}$,

тобто максимальна рушійна сила, на якій-небудь передачі трактора F_{max} дорівнюється номінальній дотичній силі тяги $P_{кн}$ на цій же передачі, якщо вона менше або дорівнює силі зчеплення F_c , якщо остання менше номінальної дотичної сили тяги, то $F_{max} = F_c$.

Наприклад: для трактора МТЗ-50 на другій передачі

$$P_{днII} = 9550\,\frac{N_{ен} i_{тр} \eta_{мг}}{r_к n_н}; \qquad (3.16)$$

$$P_{днII} = 9550\,\frac{0{,}736 \cdot 50 \cdot 154 \cdot 0{,}91}{0{,}72 \cdot 1600} = 27800Н.$$

У дійсності на рівному полі розрахована нормальна сила тяги трактора МТЗ-50 на I; II;III і IY передачах дорівнює 14000 Н.

Отже, дійсна дотична сила тяги на II передачі

$$P_{днIIдійсна} = P_{гII} + G_T f = 14000 + 30000 \cdot 0{,}1 = 17000Н \qquad (3.17)$$

Отже, невикористана сила тяги по зчепленню $P_{н\ зч}$ складе

$$P_{н\ зч\ II} = 27800 - 17000 = 10800\ Н,$$

тобто на корисну роботу використовується біля 60% дотичної сили тяги, а на першій передачі, де $i_{тр\ I} = 262{,}5$ ще менше

$$P_{дн} = 47000\ Н;\ P_{н\ зч\ I} = 47000\text{-}17000\text{=}30000\ Н.$$

Сила опору руху (коченню) трактора P_f.

$$P_f = (G + G_м\ \rho) f \cos\alpha, \qquad (3.18)$$

де G - експлуатаційна вага трактора, Н (кН);

$G_м$ - експлуатаційна вага с/г машини, Н (кН);

ρ - частка ваги машини, що навантажує трактор (навісна або

напівнавісна).

З огляду на те, що за законом статики $\Sigma P_y = 0$, на яку величину довантажується навісною машиною трактор, на таку ж величину розвантажується сама с.г. машина, загальний опір руху (коченню) агрегату зміниться мало. Тому часто в експлуатаційних розрахунках приймають $G_м \rho \approx 0$, а $\cos \alpha \approx 1$ при $\alpha = 1 \ldots 8^0$, тоді

$$P_f = G f, \tag{3.19}$$

де f - коефіцієнт опору коченню трактора, що залежить від типу ходового апарату трактора, типу ґрунту і його стану [ф.с.37].

f - залежить також від величини тиску в шинах, ступеню натягу гусениць (Т-150 - 4…6 см).

Тиск у шинах

1. на ранньовесняних роботах - 1.0/0.8 кг/см^2 трактора Т-150К;
2. на оранці - 1.2/1.0 кг/см^2;
3. на транспорті з причепом - 1.6/1.2 кг/см^2;
4. на транспорті з напівпричепом - 1.4/1.8 кг/см^2 передні/задні.

Сила опору підйому.

а) трактора $P_\alpha = G \cdot \sin \alpha \approx G \cdot i$ (на цю величину зменшується нормальне тягове зусилля трактора).

б) с/г машини $R_м^\alpha = G_м \cdot i$ (на цю величину збільшується опір машини або робочої частини агрегату).

Зниження ваги машини має важливе економічне значення, як для економії металу, так і для опору агрегатів, зниження витрати палива.

Через недостатнє зчеплення в цьому випадку і потужність двигуна використовується також не цілком.

3.4. Графік тягового балансу трактора

Показники, що характеризують тяговий баланс трактора (рис. 3.2):

- коефіцієнт опору перекочуванню - f;
- коефіцієнт зчеплення - μ;
- нормальна дотична сила - $P_{дн}$,
- сила зчеплення - $F_{зч}$;
- сила опору коченню - P_f;
- сила опору підйому - P_α;
- рушійна сила трактора - $F(Pg)$;
- нормальна сила тяги на заданій передачі на рівному полі - $P_{г\,н}$;
- нормальна сила тяги при русі агрегату на підйом - $P^\alpha_{г\,н}$.

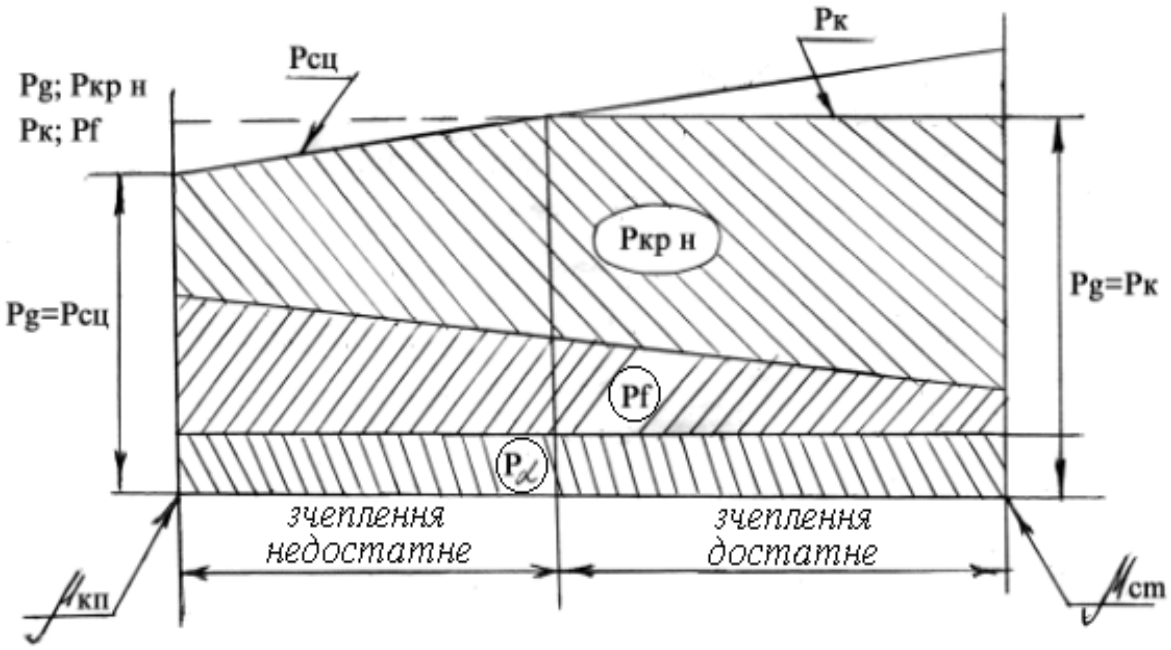


Рис. 3.2. Графік тягового балансу трактора для двох агрофонів.

3.5. Засоби поліпшення тягових властивостей трактора (при недостатньому його зчепленні з ґрунтом)

З формули $F = \mu G_{зч}$ слідує, що силу зчеплення (а отже і рушійну силу на низьких передачах) можна збільшити за рахунок збільшення коефіцієнта зчеплення μ або головним чином за рахунок збільшення зчіпної ваги трактора $G_{зч}$.

Коефіцієнт μ - збільшується за рахунок відновлення зношених протекторів шин, зниження тиску в шинах ведучих коліс, застосуванням напівгусениць на колісних тракторах, (здвоєних шин).

Зчіпна вага трактора $G_{зч}$ визначається формулами:

а) у гусеничних і колісних із 4-мя ведучими колесами

$$G_c = G \cdot \cos\alpha + P_{кр}\, tg\, \beta \approx (1 \ldots 1{,}05)\, G \qquad (3.20)$$

б) у колісних тракторів із 2-мя ведучими колесами

$$\mathrm{Gc} = \frac{G(Z-a)\cos\alpha + \mathrm{Mo}}{Z} \approx \frac{2}{3} G = (0{,}7 \ldots 0{,}8) G, \qquad (3.21)$$

де G - експлуатаційна вага трактора, Н(кН);

β - кут між напрямком сили тяги і площиною руху трактора;

Z - база трактора, м;

a - відстань від центру ваги (ц.в.) до вертикальної площини, яка проходить через геометричну вісь ведучих коліс, м;

M_o - крутний момент на ведучих колесах трактора, Н.м.

Для умов недостатнього зчеплення

$$G_c = \frac{G(Z - a)\cos\alpha}{Z - \mu \cdot r_к}, \quad (3.22)$$

Засоби збільшення зчіпної ваги трактора:

1) Застосування баласту на ведучі колеса трактора (вантажі, воду в балонах).

2) Зміни напрямку сили тяги трактора (кут β) (зміна висоти причіпної скоби або точки причепа на знаряддях).

3) Застосування гідрозбільшувача зчіпної ваги (ГЗВ).

Довантаження на ведучі колеса за рахунок ГЗВ $\Delta У_к$ складає

$$\Delta У_к = \Delta У_о + \Delta У_п , \quad (3.23)$$

де $\Delta У_о$ - величина розвантаження с.г. знаряддя;

$\Delta У_п$ - величина розвантаження передніх коліс трактора.

4) Довантаження ведучих коліс за рахунок напівпричепа, напівнавісної зчіпки, навісних машин.

Лекція 4.
ТЕМА 4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ І РЕЖИМИ РОБОТИ ТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Питання, що підлягають розгляду.

4.1. Експлуатаційні властивості тракторного двигуна.

4.2. Експлуатаційні властивості тракторів.

4.3. Графік балансу потужності трактора у функції швидкості руху (при повному використанні потужності двигуна).

4.4. Навантажувальна і потенційна тягові характеристики трактора (ТХТ)

4.1. Експлуатаційні властивості тракторного двигуна

Експлуатаційні властивості тракторного двигуна визначаються його характеристиками: стендовими (регуляторними) і експлуатаційними.

Регуляторна характеристика (стендова) зв'язує параметри: G_m, n, g_e, N_e знімається на стенді при штучно заданих ступенях навантаження. Ці залежності є детермінірованими (не стохастичними, не випадковими) і вони декілька відрізняються від дійсних, що мають місце при експлуатації трактора (рис. 4.1).

Вони будуються у функції n, N_e, M_e. Для експлуатаційних розрахунків регуляторну характеристику зручно зображувати у функції M_e.

Режими роботи двигуна:

1) Холостий хід двигуна $M_{e\,x} = 0$; $n_{xx\,max}$; $N_{e\,x} = 0$; G_{mx}.

2) Номінальний режим $M_{eн}$; $n_н$; $N_{eн} = N_{e\,max}$; $G_{m\,max}$; $g_{e\,н} = g_{e\,min}$.

3) Режим максимального моменту $M_{e\,max}$; $N_e \angle N_{e\max}$; g_e $g_{e\,н}$; n_{min}.

4) Робочий режим двигуна N_{ep}; M_{ep} ; G_{mp} ; g_{ep}; n_p.

5) Холостий хід агрегату, наприклад орний із піднятими корпусами $N_{e\,xa}$, $M_{e\,xa}$, $G_{m\,xa}$, $g_{e\,xa}$, n_{xa}.

При «несталому» характері навантаження («стохастичному») двигуна його показники будуть нижче за рахунок:

а) погіршення робочого процесу двигуна (ступеню наповнення циліндрів, коефіцієнту надлишку повітря);

б) нелінійного характеру залежності параметрів від M_e.

У результаті знижується $n_н$, N_e і тем більше, чим вище коефіцієнт варіації ν зміни моменту опору

$$\nu = \frac{\sigma_м}{M_e}, \qquad (4.1)$$

$$\sigma_{\text{м}} = \sqrt{\frac{\sum(\text{M}_{\text{ei}} - M_e)^2}{n-1}}. \qquad (4.2)$$

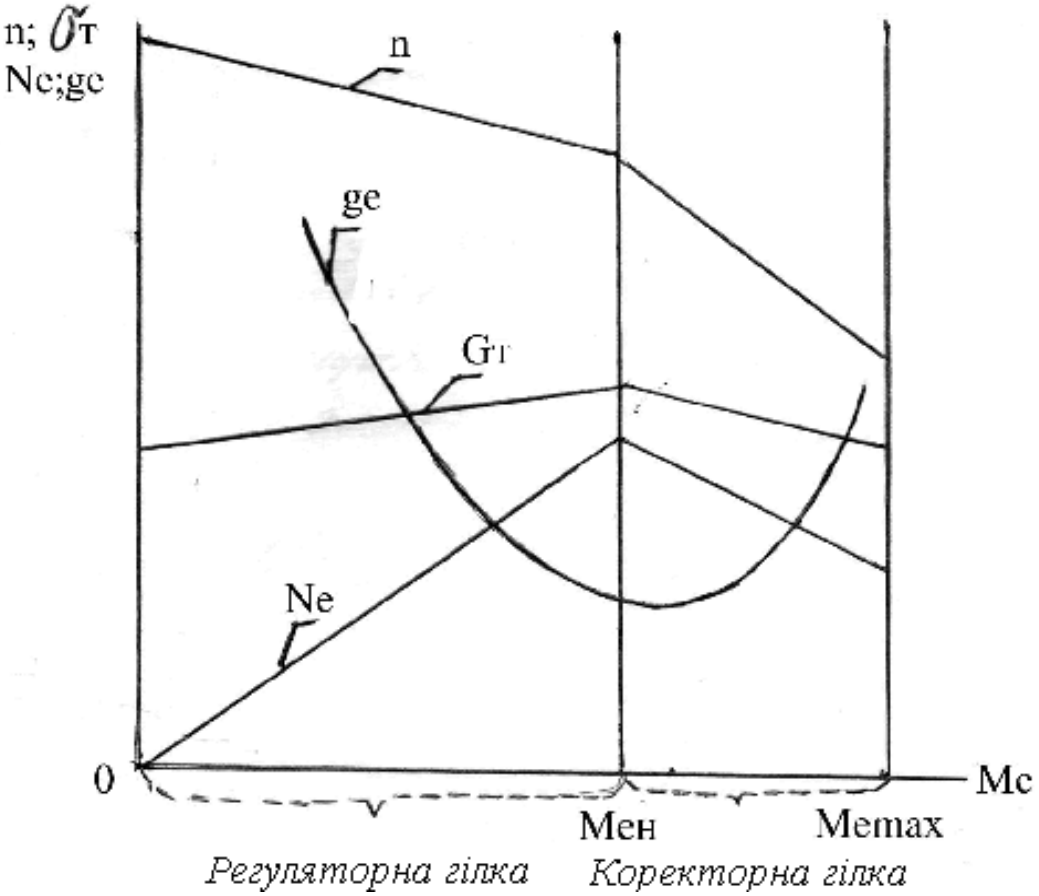


Рис. 4.1. Регуляторна характеристика двигуна.

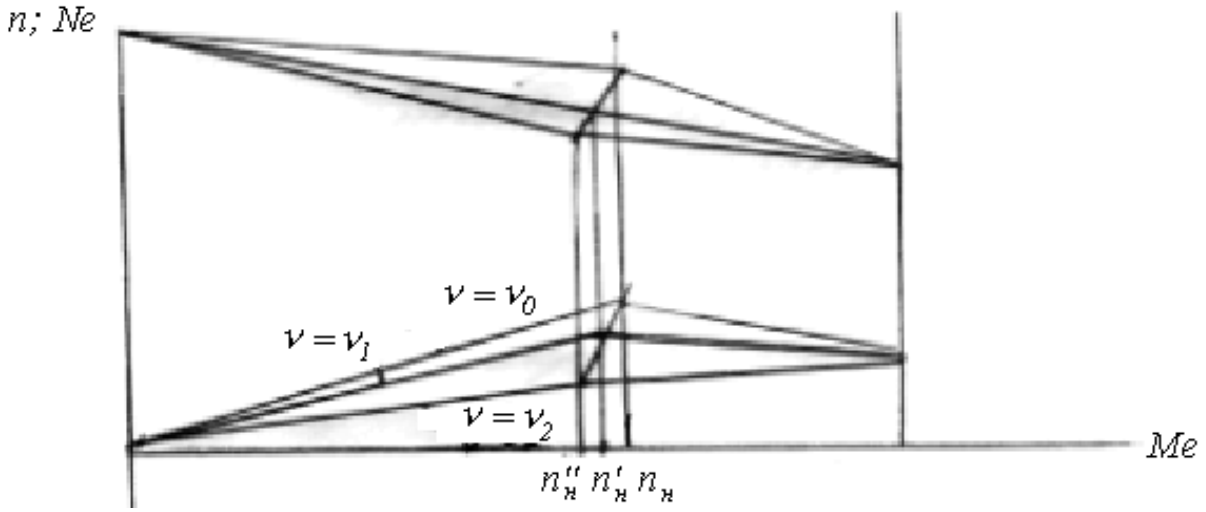


Рис. 4.2 Залежність частоти обертання та потужності від крутного моменту

Важливими показниками двигуна є:

1) Коефіцієнт пристосовуваності двигуна який показує, з яким перевантаженням даний двигун може працювати при сталому режимі.

$$K_{\partial} = \frac{M_{e\max}}{M_{\text{ен}}}, \qquad (4.3)$$

Навантаження, що відповідає $M_{ен}$ приймається за 100%. Чим вище $K_д$, тим повніше можна завантажувати двигун і трактор.
Для тракторів Т-150К – $K_д$ = 1,15; Т-74 – $K_д$ = 1,09; МТЗ-80 – $K_д$ = 1,16.

2) Коефіцієнт зниження частоти обертання колінчатого валу двигуна при перевантаженні (рис. 4.3).

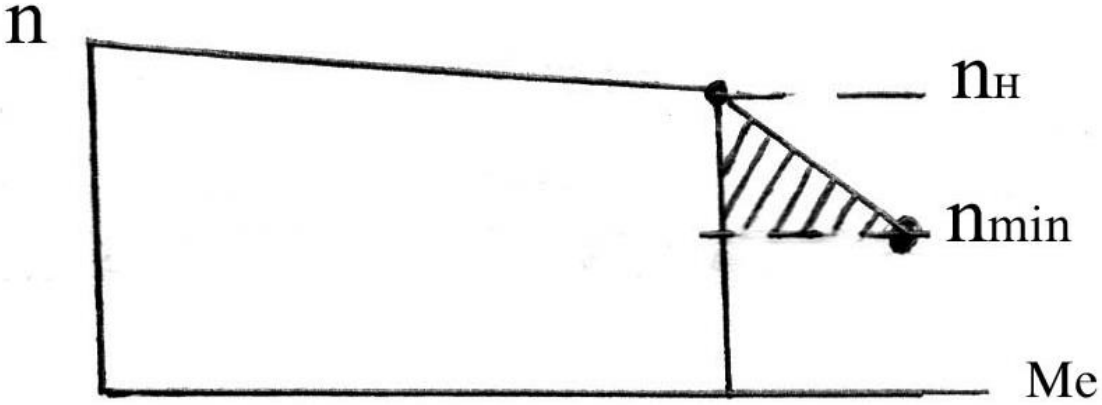


Рис. 4.3. Залежність частоти обертання від крутного моменту.

$$a = \frac{n_{\min}}{n_н}. \quad (4.4)$$

Чим менше цей коефіцієнт, тим більшим запасом енергії володіє двигун для подолання короткочасних перевантажень трактора, тим на більший відсоток можна завантажувати двигун для тракторів ДТ-75 a = 0,705; Т-150К a = 0,715; МТЗ-80 a = 0,626

4.2. Експлуатаційні властивості тракторів

Експлуатаційні властивості тракторів визначаються його тяговою характеристикою, тобто залежністю V, $N_г$, G_m і $g_г$ від $P_г$.

4.2.1. Швидкість руху агрегату і фактори, що її визначають. Теоретична, технічна і дійсна швидкості

Процес підвищення робочих швидкостей виник ще в 30-х роках. Академік В.П. Горячкін уже тоді робочу швидкість агрегату розглядав у сполученні з характером і суттю технології процесу.

У 50-х роках рішення проблем підвищення робочих швидкостей очолив ВІМ під науковим керівництвом акад. В.Н. Болтінського, що дозволили розробити теорію підвищення робочих швидкостей.

Подальший розвиток проблеми підвищення швидкісних режимів спрямовано на рішення таких задач:

- переглянути існуючі агротехнічні вимоги до обробітку грунту, рельєфу, розмірам і конфігурації поля, а також до різноманітних механізованих робіт з урахуванням умов, що виникають при підвищенні робочих швидкостей;
- вивчити принципово нові, більш ефективні процеси деформації

середовища і створити на цій основі відповідні робочі органи машин, віддавав превагу комбінованим і активним органам;

- розробити теорію організації використання техніки (комплектування оптимального складу МТП, створення надійної системи диспетчерської служби й автоматизації мобільних і стаціонарних процесів).

Підвищення робочих швидкостей руху МТА є однієї зі складових науково-технічного прогресу, що забезпечує збільшення продуктивності праці в умовах механізованого сільськогосподарського виробництва.

Швидкість трактора залежить від вибраної передачі ($P_г$), типу рушіїв, типу грунту і його стану, агрофону, ступеня завантаження трактора і потужності двигуна.

Швидкість руху МТА значною мірою впливає на його ефективність (продуктивність і економічність) і якість виконуваної роботи.

«Підвищення ефективності використання МТП у підприємствах АПК і якість роботи є важливим завданням сьогодення».

Межі робочих швидкостей агрегату обумовлюються агротехнічними вимогами до виконання сільськогосподарських робіт.

У курсі ЕМТП застосовуються такі види швидкостей МТА: теоретична, розрахункова, дійсна на робочому або холостому ходу агрегату.

Під теоретичною швидкістю $V_т$ розуміється швидкість руху агрегату на даній передачі по абсолютно жорсткій горизонтальній поверхні при ведучих колесах (двигунах), що не деформуються, номінальній частоті обертання вала двигуна і без буксування.

Для колісного трактора

$$V_m = 3{,}6\,\frac{2\pi r_{\text{кmax}} n_{\text{н}}}{60 i_{\text{тр}}} \qquad (4.5)$$

$$V_m = 0{,}377\,\frac{r_{\text{кmax}} n_{\text{н}}}{i_{\text{тр}}}, \qquad (4.6)$$

де V_m - теоретична швидкість, км/год.;

$r_{к\ max}$ - максимальний радіус колеса, м;

$n_н$ - номінальна частота обертання вала двигуна, хв$^{-1}$;

$i_{тр}$ - передатне число трансмісії.

Розрахункова швидкість відрізняється від теоретичної тільки тим, що за радіус колеса приймається не максимальний, а з урахуванням деформації шини.

Фактична або дійсна швидкість МТА визначається дослідним шляхом по формулі:

$$V = \frac{s}{t}, \qquad (4.6)$$

або приблизно по формулі.

Для колісного трактора

$$V = 0{,}377\,\frac{r_к n}{i_{тр}}(1-\sigma), \qquad (4.7)$$

де $r_к$ – радіус колеса, м.

$$r_к = r_о + k_ш\, h_ш\ , \qquad (4.8)$$

тут $r_о$ - радіус металевого обода колеса, м;

$h_ш$ - висота шини, м;

$k_ш$ - коефіцієнт деформації шини, $k_ш$ = 0,75…0,80;

σ - коефіцієнт буксування.

Для гусеничного трактора

$$V = 3{,}6\,\frac{Zt_r n}{60 i_{тр}}(1-\delta), \qquad (4.9)$$

$$V = 0{,}06\,\frac{Zt_r n}{i_{тр}}(1-\delta), \qquad (4.10)$$

де t_r - крок ланки гусениці, м; (у ДТ-75, Т-150 t_r = 0,170);

Z - кількість ланок гусениці, що вкладаються по периметру ведучої зірочки (у ДТ-75 Z = 13 і Т-150 - Z = 14)

Швидкість на робочому режимі називається робочою швидкістю $V_р$.

4.2.2. Баланс потужності трактора і аналіз його складових

Потужність, що розвивається на гаку трактора називається тяговою потужністю.

У системі СИ

$$N_{кр} = \frac{P_г V}{3600}, \qquad (4.11)$$

де $P_г$ у Н; V у км/год.

У системі МКГСС

$$N_г = \frac{P_г V}{270}, \text{ (л с)} \qquad (4.12)$$

де $P_г$ у кгс ; V у км/год.

Для тягового-приводного агрегату при сталому русі при $N_{серед}$ = 0 баланс потужності має вид

$$N_e = N_{кр} + N_{еВВП} + N_f \pm N_\alpha + N_\delta + N_{мг}, \qquad (4.13)$$

де N_e - потужність двигуна, кВт;

$N_{e\ ВВП}$ - потужність, що витрачається на привод робочих органів через ВВП

$$N_{еВВВ} = \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}}, \qquad (4.14)$$

де $N_{ВВП}$ - потужність, споживана с.г. машиною через ВВП;

$\eta_{ВВП}$ - ККД ВВП, $\eta_{ВОМ}$ = 0,96…0,98

$N_г = \frac{P_г V_p}{3600}$ - тягова потужність у кВт ($P_г$ у Н, V_p у км/год.);

$N_f = \frac{P_f V_p}{3600}$ - потужність, що витрачається на пересування трактора;

$N_\alpha = \frac{P_\alpha V_p}{3600}$ - потужність, що витрачається на подолання підйому трактора;

$N_\delta = (N_е - N_{еВВП})\eta_{мг}\eta_\delta$ - втрати потужності на буксування.

Якщо N_e невідомо, то

$$N_\delta = \frac{N_г + N_f + N_\alpha}{1-\delta}\delta, \quad (4.15)$$

або

$$N_\delta = \frac{P_д(V_т - V_p)}{3600} \quad (4.16)$$

де $N_{мг} = (N_e - N_{e\ ВОМ})\ (1 - \eta_{мг})$ - втрати потужності в трансмісії і гусениця трактора або $N_{мг} = \frac{N_{кр} + N_f + N_\alpha + N_\delta}{\eta_{мг}}(1 - \eta_{мг})$

Для тягового агрегату $N_{e\ ВВП} = 0$.

Номінальна потужність двигуна $N_{ен}$ буде дорівнати

$$N_{ен} = N_e + N_{н.\ з} + N_{н.\ зч.}\ , \quad (4.17)$$

де N_e - потужність двигуна;

$N_{н.\ з}$ - потужність двигуна невикористовувана по завантаженню;

$N_{\ н.зч.}$ - потужність двигуна невикористовувана по зчепленню.

4.3. Графік балансу потужності трактора у функції швидкості руху (при повному використанні потужності двигуна)

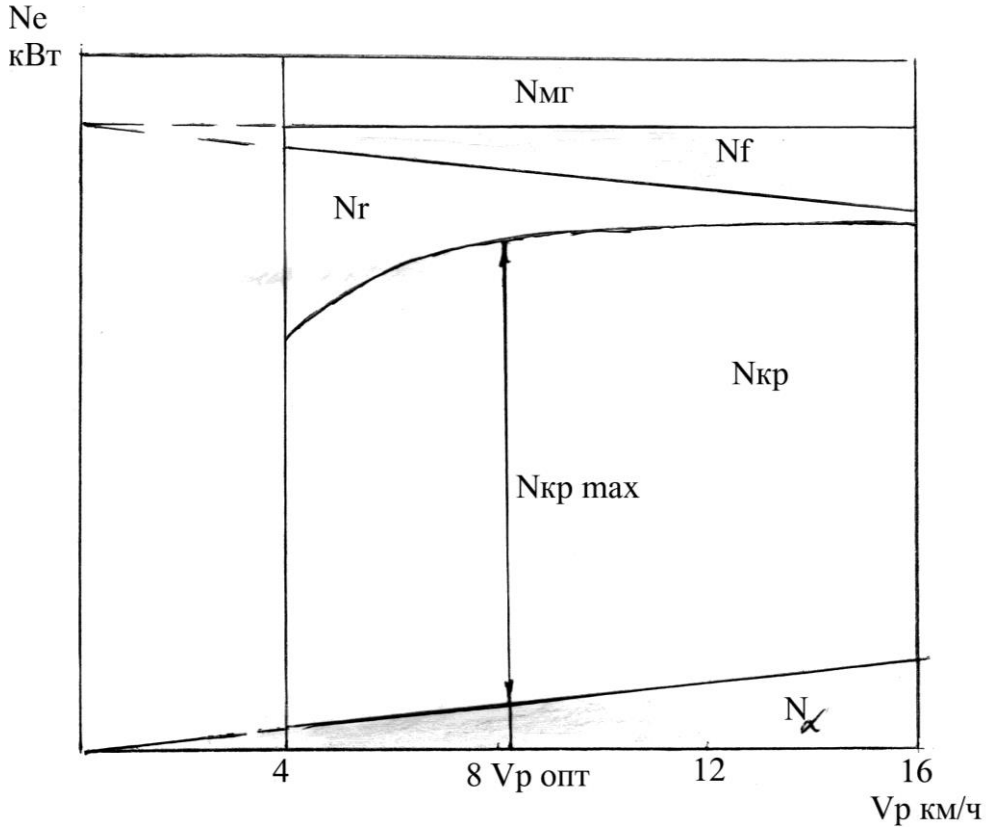


Рис. 4.4. Графік балансу потужності трактора

ДТ-75 $V_{p\ опт}$ = 5,5…6,5 км/год. МТЗ-50 $V_{p\ опт}$ = 7,0…9,0 км/год.

Т-150 $V_{p\ опт}$ = 8,5…10,5 км/год. МТЗ-80 $V_{p\ опт}$ = 12…14 км/год.

У енергонасичених швидкісних тракторів $\eta_{т.ум.max}$ зрушується у бік більших швидкостей .

$\frac{N_{г.max}}{N_{ен}} = \eta_{т.ум}$ - тяговий умовний ККД трактора (або тяговий нормальний)

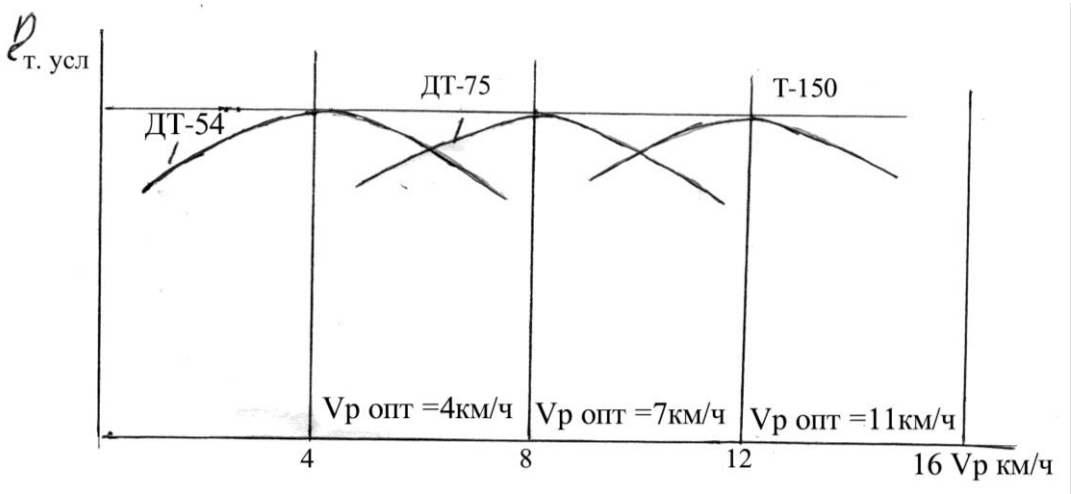


Рис. 4.5. Оптимальні швидкості, при яких $\eta_{т.ummax}$ або $N_{г.\ max}$ найбільше.

4.4. Навантажувальна і потенційна тягові характеристики трактора (ТХТ)

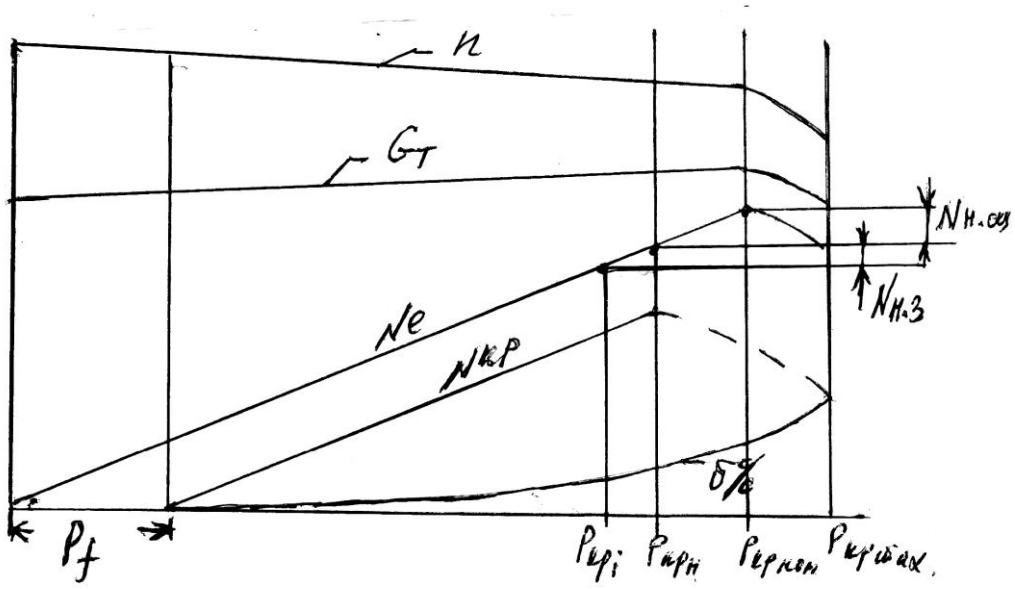


Рис. 4.6. Тягова характеристика трактора

$P_{г.н}$ - нормальна сила тяги, що відповідає $N_{г.\ max}$.

$P_{г.ном}$ - номінальна сила тяги, що відповідає $N_{e\ max}$ ($N_{ен}$) і $n_н$.

ТХТ являє собою залежність від навантаження на гаку ($P_г$) швидкості V, тягової потужності $N_г$, годинного G_m і питомого $g_{кр}$ витрат палива,

буксування δ (а іноді і частоти обертання вала двигуна n) на різноманітних передачах.

ТХТ будується як по експлуатаційним даним, так і розрахунковим шляхом окремо для кожного агрофону - стерня, пооране поле, переліг.

ТХТ для однієї передачі, сполучена з регуляторною характеристикою двигуна (при недостатньому зчепленні).

При достатньому зчепленні трактора з ґрунтом $P_{кр.н} = P_{кр.ном}$, при недостатньому $P_{г.\,н} < P_{кр.\,ном}$.

Розрахунок складу агрегату ведуть по $P_{г.\,н}$.

$N_{н.\,зч.}$ - потужність двигуна невикористана по зчепленню;

$N_{н.з}$ - потужність двигуна невикористана по завантаженню.

На різних передачах трактора величина максимальної тягової потужності неоднакова через різноманітні втрати. На нижчих передачах більше втрати потужності на буксуванні, а потужність двигуна використовується не цілком через недостатнє зчеплення. На вищих передачах $N_{г.\,max}$ знижується через більші втрати на самопересування трактора.

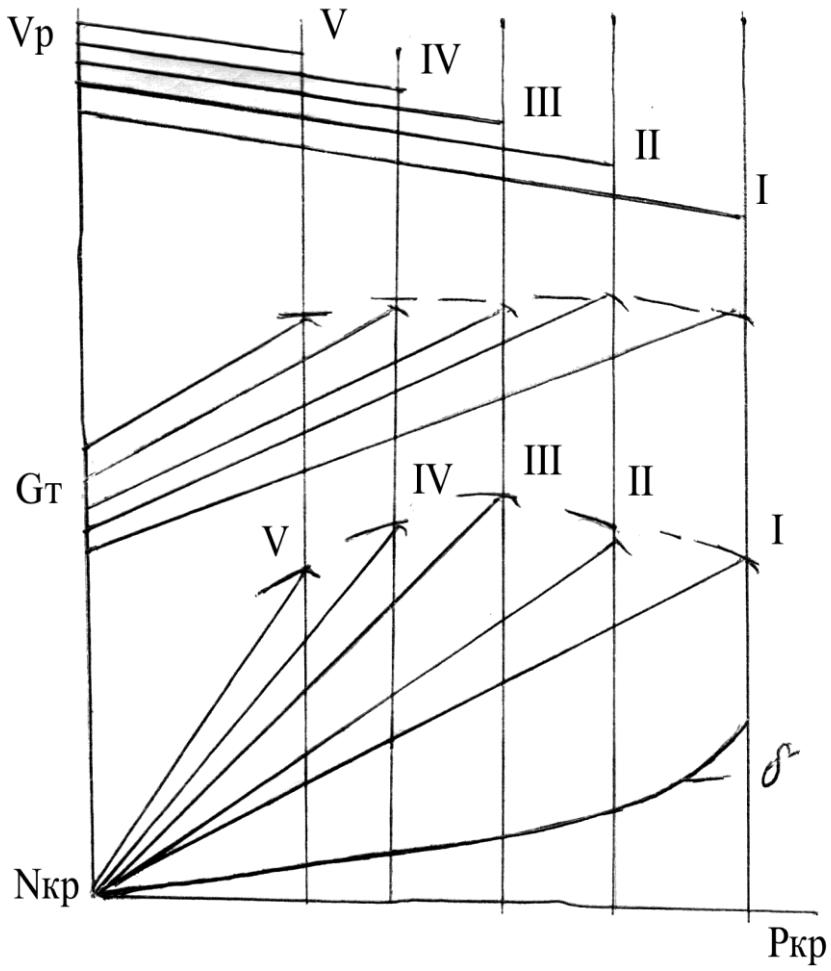


Рис. 4.7. Тягова характеристика трактора на передачах.

Оптимальною передачею, на якій очікується найбільша продуктивність, а умови раціонального завантаження G_m трактора, буде та в котрій найбільша $N_{г.max}$.

Крива тягових характеристик, що обгинає, називається ***потенційною характеристикою***. Вона характеризує значення максимальної тягової потужності, такий вигляд вона мала якби застосовувалась безступенева КПП і у визначеному масштабі являє собою криву умовного тягового ККД трактора

$$\eta_{\text{т.усл}} = \frac{N_{\text{г.max}}}{N_{e\max}}. \qquad (4.18)$$

Використання тягової характеристики для експлуатаційних розрахунків:

1) вибір оптимальної передачі, для якої очікується найбільша продуктивність;

2) вибір передачі при відомому тяговому опорі R_a;

3) находження робочої швидкості агрегату при відомому R_a, а також годинні витрати палива G_m і інших параметрів ($\delta, N_{\text{г}}, g_{\text{г}}$)

Лекція 5.
ТЕМА 5. РОЗРАХУНОК СКЛАДУ І КОМПЛЕКТУВАННЯ АГРЕГАТІВ

Питання, що підлягають розгляду.

5.1. Вимоги до агрегату.

5.2. Засоби визначення складу агрегату.

5.3. Розрахунок тягового агрегату.

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

5.1. 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 грунту, рельєфу, розмірів поля) і забезпечення агротехнічних показників при виконанні даної роботи (глибина обробки, норми внесення добрив і т.д.).

5.2. 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 грунту, рельєф поля(α_{max}), розміри полів (Z, B);

б) агротехнічні показники виконуваної роботи: (глибина обробки, норма висіву насінь 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 ($в_м$) або корпуса плуга ($в_к$), маса (або вага) машин, ємність насінних ящиків або бункера комбайна, питомий опір с.г. машини - Н/м, для плугів - Н/см^2, 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 ($P_{г\ н}$, $V_{p\ н}$ *і* $N_{г\ max}$) на даному агрофоні, експлуатаційна маса трактора M_e;

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

5.3. 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; лущильників 1 (5 або 10 м).

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

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

$$n_{\max} \leq \frac{\lambda_{p\max} P_{г.н.низш}}{(К_v + К_{сц}) b_m} \Bigg| \Bigg\} a \qquad (5.1)$$

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

$$\lambda_p = \frac{R_a}{P_{г_н}} \qquad (5.2)$$

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

$$K_v = K[1 + \Delta K_c(V_i - V)], \quad (5.3)$$

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

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

Для зчіпок із пневматичними колесами (СП-11; СП-16; СГ-21) $K_{зч}$ = 80…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.

5.4. 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 $K_д$

$$К_д = \frac{M_{e_{max}}}{M_{e_н}} \quad (5.4)$$

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

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

а) коефіцієнт використання тягового зусилля

$$\lambda_р = R_a / P_{г_н}; \quad (5.5)$$

б) коефіцієнт використання тягової потужності

$$\lambda_{N_г} = N_г N_{г_{max}}; \quad (5.6)$$

в) коефіцієнт використання потужності двигуна

$$\lambda_{Ne} = N_e / N_{e_{max}}; \quad (5.7)$$

г) коефіцієнт використання крутного моменту

$$\lambda_{Me} = M_e / M_{e_н}. \quad (5.8)$$

Варто враховувати, що завантаження по двигуну декілька більше, ніж по трактору. $\lambda_р / \lambda_м$

Наприклад, для трактора МТЗ-80 якщо $\lambda_р$ = 0,69 $\lambda_м$ = 0,80 0,86

$\lambda_р$ = 0,85 $\lambda_м$ = 0,90 0,94

$\lambda_р$ = 0,95 $\lambda_м$ = 0,97 0,98

Тобто $\lambda_р$ = (0,86…0,98)$\lambda_м$

Оптимальний ступінь використання сили тяги

$$\lambda_{\text{ро}} = (0{,}94...0{,}97)\frac{\text{К}_{\text{д}}}{1 + 0{,}5\delta_R} \tag{5.9}$$

На оранці

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

$$\lambda_{\text{ро}} = 0{,}97\,\frac{1{,}09}{1+0{,}5\cdot 0{,}5} = 0{,}85. \tag{5.10}$$

На посіві

$$\text{для Т-74 } \lambda_{\text{ро}} = 0{,}97\,\frac{1{,}09}{1+0{,}5\cdot 0{,}4} = 0{,}88. \tag{5.11}$$

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

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

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

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

У середньому рекомендується:

- на орних роботах $\lambda_р \approx 0{,}90$;
- на посіві, культивації, боронуванні $\lambda_р \approx 0{,}95$.

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

$$\text{К} = 100 \cdot \text{а} \cdot \text{К}_{\text{пл}} \cdot \beta, \tag{5.12}$$

де $K_{пл}$ - питомий опір плуга, Н/см^2;

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 $\lambda_р$ не перевищує максимально припустиму.

Тому основним критерієм оптимальності є W_r (продуктивність за годину чистого часу в га/ч рис. 5.1) - визначається по формулі

$$W_r = \frac{B_p \cdot V_p \cdot 10^3}{10^4} = 0{,}1 B_p V_p \tag{5.13}$$

де $L_г$ - умовна довжина гону, рівна пройденому шляху в км за 1 годину чистого часу при швидкості $V_р$ км/год.

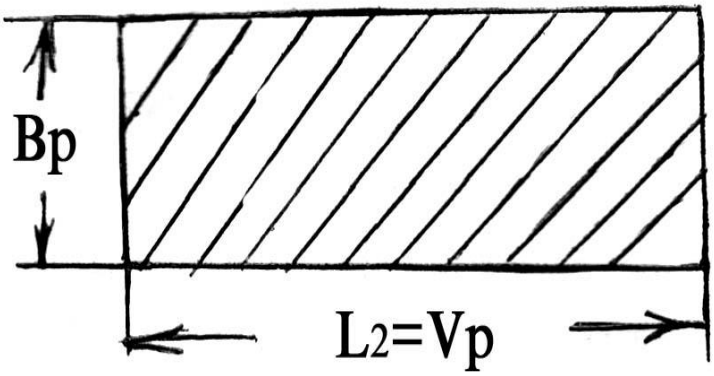


Рис. 5.1. Схема визначення продуктивності.

Продуктивність за годину змінного часу

$$W_{r_{см}} = 0{,}1B_pV_p\tau\ , \qquad (5.14)$$

де $\tau = \frac{T_р}{T_{см}}$ - 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 І-го агрегату $R_{a_1} = K_1n_1b_м + G_{Зч_1}f_{Зч_1}$ або $R_a = B \cdot K + G_{Зч} \cdot f_{Зч}$.

Для ІІ-го агрегату $R_{a_2} = K_2n_2b_м + G_{Зч_2}f_{Зч_2}$

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* $G_{зч2}$ - вага зчіпок агрегату, Н;

$f_{зч1}$ *і* $f_{зч2}$ - 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

$$\lambda_р = \frac{R_a}{P_{крн}} \approx \lambda_{ро}, \qquad (5.15)$$

а потім визначають $W_r = 0{,}1B_pV_p$ 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

$$W_{r_{см}} = 0{,}1B_рV_p\tau, \qquad (5.16)$$

де τ - з урахуванням довжини дільниці 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

$$\Delta R_{a^{\alpha}} = (G_{\text{е}} + G_{\text{ме}} + G_{\text{зч}})\sin\alpha; \quad \sin\alpha = \text{i}, \tag{5.17}$$

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

і по сумарному опору агрегату

$$R_{\text{сум}} = R_a + \Delta R_a \alpha \quad , \tag{5.18}$$

знаходять по тяговій характеристиці передачу і швидкість, що може розвивати агрегат на підйомі – $V_p{}^{\alpha}$.

На цій передачі знаходять коефіцієнт використання сили тяги на max підйомі

$$\lambda_{\text{з}^{\alpha}} = \frac{R_a + (G_{\text{мэ}} + G_{\text{зч}}) \cdot i}{P_{\text{г}_{\text{н}}} - G_{\text{э}} i} \leq 1. \tag{5.19}$$

Лекція 6.
ТЕМА 6. РОЗРАХУНОК ТЯГОВО-ПРИВІДНОГО АГРЕГАТУ

Питання, що підлягають розгляду.

6.1. Вимоги до агрегату.

6.2. *Максимальна швидкість агрегату.*

6.3. Визначення дійсної робочої швидкості тягово-привідного агрегату.

6.4. Маневрування швидкісними режимами в експлуатаційних умовах.

6.5. Використання всережимного регулятора двигуна.

6.1. 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, B_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.

6.2. Максимальна швидкість агрегату

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

1) з агротехнічних вимог $V_{p\ max}$, (по довідниках), заводським керівництвам 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

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

$$\text{відкіля } Vpmax_2 = \frac{360q_{max}}{BpU}, \qquad (6.1.a)$$

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

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

$$U = U_З (1+\delta_c). \quad (6.2)$$

тут $U_з$ - врожайність по зерну;

δ_c - соломистість, або відношення побічної продукції до основної

$$\delta_c = \frac{Uc}{U_З}. \quad (6.3)$$

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.

<u>1-й випадок</u> - потужність, що витрачається на привід механізмів с.г. машин постійна, тобто N_o = const, не залежить від швидкості руху агрегату $V_р$ (гнієрозкидач при постійній нормі внесень і т.п.)

$$Ne = \frac{Ra+Gэ\cdot f}{3100\eta_{мг}\cdot\eta_\delta}V_p + N_{eo}, \quad (6.4)$$

тому що $N_e = N_{e\,н} \cdot \lambda_{Ne}$

$$V'_{p\max з} = \frac{(N_{eн}\cdot\lambda_{Ne} - N_{eo})3600\cdot\eta_{мг}\eta_\delta}{R_a+G_э\cdot f} км/год, \quad (6.5)$$

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

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

$$\eta_o = \eta_{ВВП} = 0{,}96...0{,}98 \quad (6.8)$$

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

<u>2- й випадок -</u> коли потужність N_o залежить від V_p або q

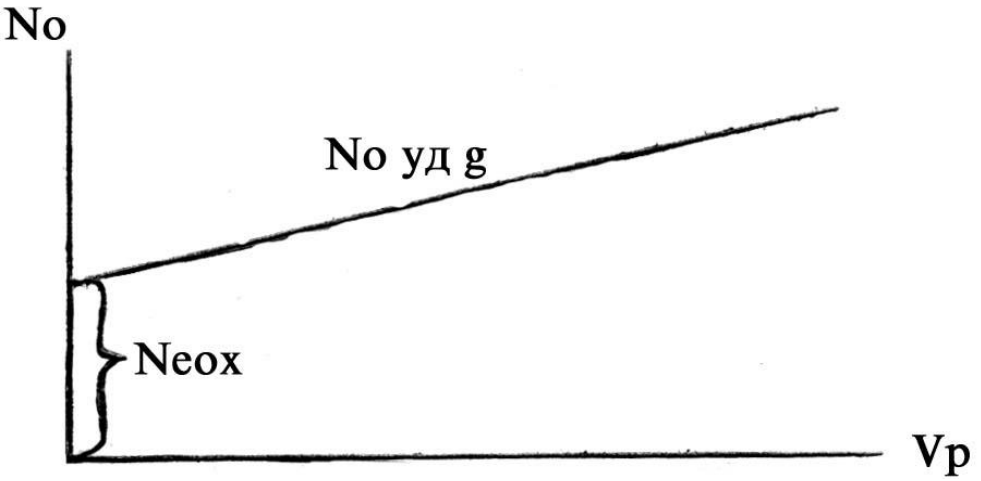


Рис. 6.1. Залежність потужністі N_o залежить від V_p або q

$$N_e = \left[\frac{R_a + G_э \cdot f}{3600 \cdot \eta_{мг} \cdot \eta_б} \underbrace{underbracealignl\ \text{потужність на}}_{\text{перекочування}} \right| + \left| + \frac{N_{оуд} B_р U}{\eta_o \cdot 360} \underbrace{underbracealignl\ \text{потужність на}}_{\text{технологічний процес}} \right| \Bigg] V_P + N_{еох} \underbrace{underbracealignl\ \text{потужність на холостий}}_{\text{привід робочих органів}} \tag{6.9}$$

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

$$V''_{p\max_з} = \frac{\lambda_{NE} N_{ен} - N_{еох}}{\frac{R_a + G_э f}{3600 \cdot \eta_{МГ} \eta_\delta} + \frac{N_{оуд} B_р U}{360 \cdot \eta_o}} \tag{6.10}$$

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

При русі на підйом для 2-го випадку

$$V^{\alpha''}_{p\max_з} = \frac{\lambda_{NE} N_{EH} - N_{EOX}}{\frac{R_a + G_э f + (G_э + G_{мэ}) i}{3600 \cdot \eta_{мг} \eta_\delta} + \frac{N_{оуд} B_р U}{360 \cdot \eta_o}} \tag{6.11}$$

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 $V_{p\ н}$ 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 $V_{p\,н}$.

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).

6.3. 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

$$V_p = V_p \frac{n}{n_1}, \tag{6.12}$$

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 $N_e^1 = N_e - N_{eo}$

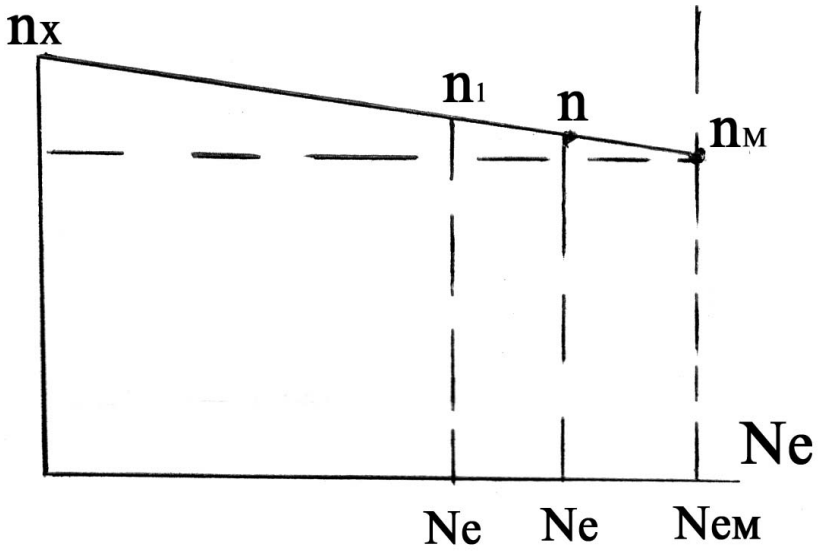


Рис. 6.2. Залежність частоти обертання від потужності.

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

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) .

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 виграш перекриває втрати.

На рис. 6.3:

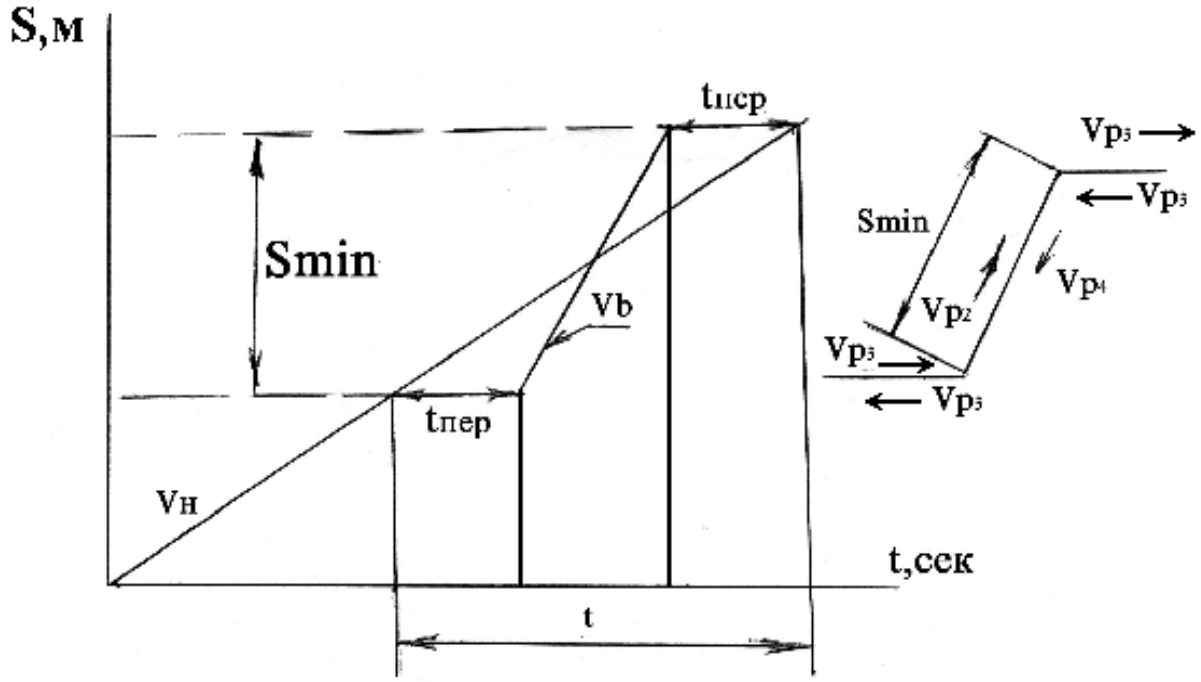


Рис. 6.3. Схема маневрування швидкісними режимами

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 передачі, включаючи втрати через уповільнення руху агрегату при вимиканні муфти зчеплення і розгоні (4…5 с.)

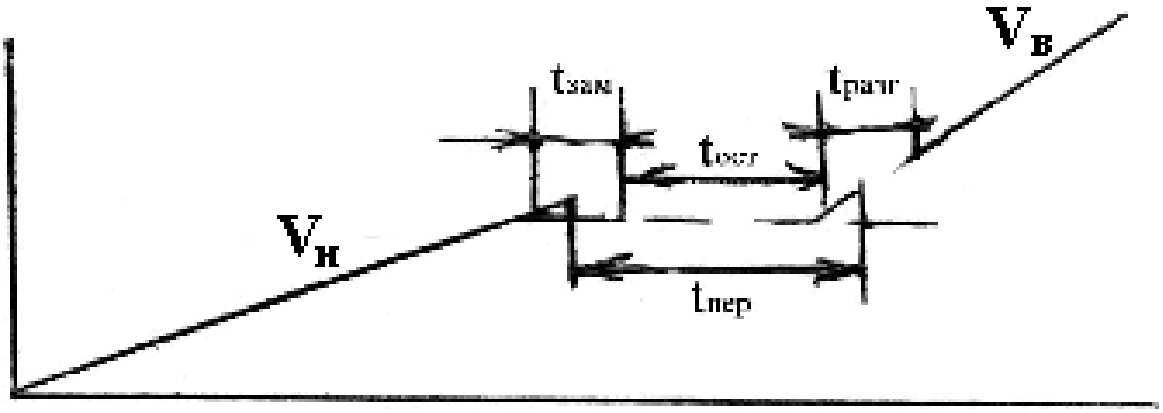


Рис. 6.4. Схема для визначення часу переключення передачі

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

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

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

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

$$S_{\min} = \frac{2V_{\text{в}}V_{\text{н}}t_{\text{пер}}}{V_{\text{в}}-V_{\text{н}}}. \quad (6.17)$$

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

$$S_{\min} = \frac{2}{3{,}6} \cdot \frac{V_{\text{в}}V_{\text{н}}}{V_{\text{в}}-V_{\text{н}}} \cdot t_{\text{пер}}, \quad (6.18)$$

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

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

Для Т-150

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

$V_{p\,II}$ = 5,45; $V_{p\,III}$ = 6,5; $V_{p\,IV}$ = 7,6; $V_{p\,V}$ = 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} ≈150 м.

S_{min} залежить також від коефіцієнта пристосовності двигуна, приведеного 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

$$\sin\alpha = \frac{\lambda_p(P^{\text{н}}_{\text{г.низ}} - P^{\text{н}}_{\text{г.вищ}})}{G_{\text{агр}}}; \quad (6.19)$$

$$\alpha = \arcsin\frac{\lambda_p(P^{\text{н}}_{\text{г.низ}} - P^{\text{н}}_{\text{г.вищ}})}{G_{\text{агр}}}. \quad (6.20)$$

тут $P^{\text{н}}_{\text{г.низ}}$ и $P^{\text{н}}_{\text{г.вищ}}$ - нормальне тягове зусилля на нижчих і вищій передачах;

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

Наприклад: у Т-74 $P^{\text{н}}_{\text{г}_2} = 26800$н;

$P^{\text{н}}_{\text{г}_3} = 21600$н;

$G_{\text{агр}} = 80000$н;

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

$\alpha = 3^0 20'$.

6.5. Використання всережимного регулятора двигуна

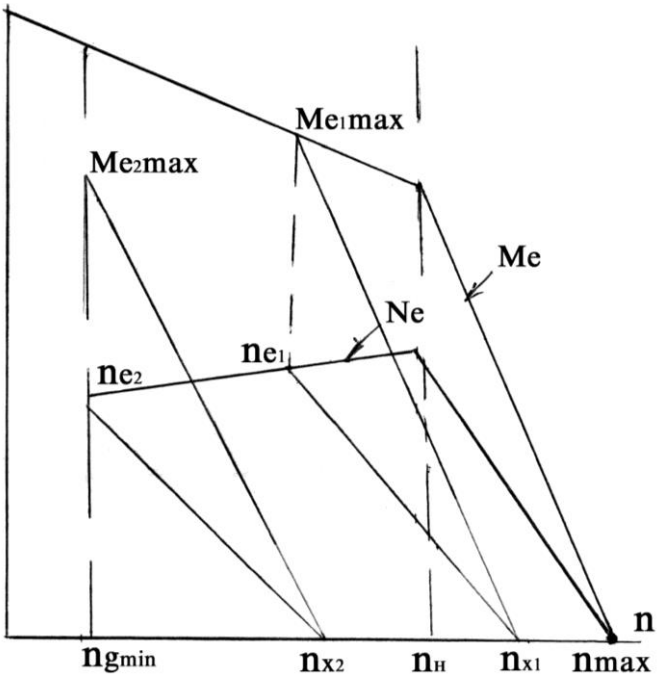
В сережимний регулятор забезпечує подачу палива в циліндри двигуна на заданому швидкісному режимі (оборотах двигуна)відповідно до його загрузки .

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 агровимогам), 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 Me)

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

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

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

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

Лекція 7.
ТЕМА 7. СПОСОБИ РУХУ 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 способі 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.

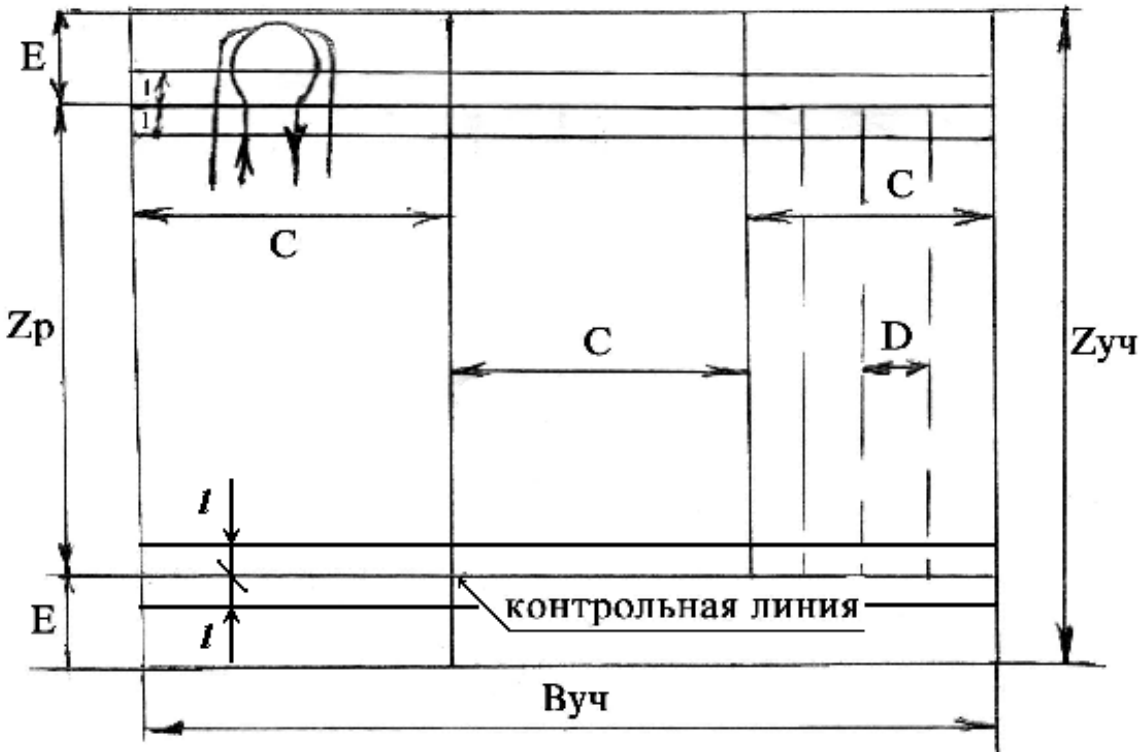


Рис. 7.1. Схема поля.

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

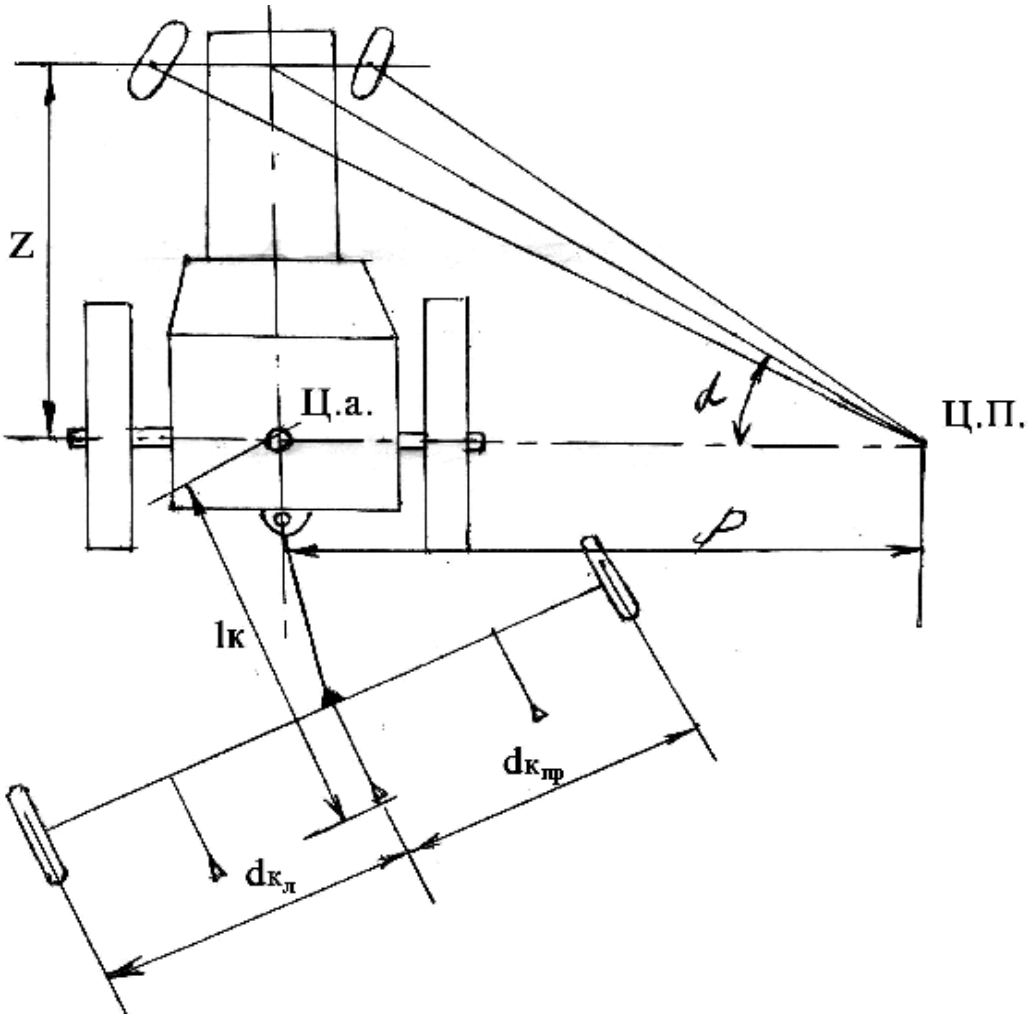


Рис. 7.2. Схема виконання повороту.

Ділянка ділиться на загони відповідно до прийнятого способу руху:

С - ширина загону;

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

l - довжина виїзду агрегату;

Д - 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.

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 - $Ц_a$

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 $l = (0{,}25\ldots0{,}75)l_k$

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

7. Радіус повороту агрегату ρ - відстань між Ц. а і Ц. п.

Для колісного $\rho = Z \cdot ctg\ \alpha$

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

$$\alpha = \frac{\alpha_н + \alpha_в}{2}, \qquad (7.1)$$

де $\alpha_{н\ 1}$ - $\alpha_у$ - кути повороту зовнішнього і внутрішнього коліс трактора.

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

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

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

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

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 напрямок 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

$$\rho = Z \cdot ctg\ \alpha = \infty \ldots R_o;\ R_o = \rho_{const}. \qquad (7.3)$$

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

б) і з постійним радіусом повороту по дузі окружності з

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

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

$$X = V_n \int_0^t \sin\xi \cdot \mathrm{dt};$$
$$У = V_n \int_0^t \cos\xi \cdot \mathrm{dt}. \qquad (7.5)$$

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.

$\cup$ AB - $\rho = \infty \ldots R_{про}$ («вхід» у поворот)

$\cup$ BP - $\rho = const \ldots \rho_{min} = R_{про}$ (поворот по дузі окружності)

$\cup$ CD - $\rho = Ro \ldots \infty$ (« вихід» із повороту)

Криві AB 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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).

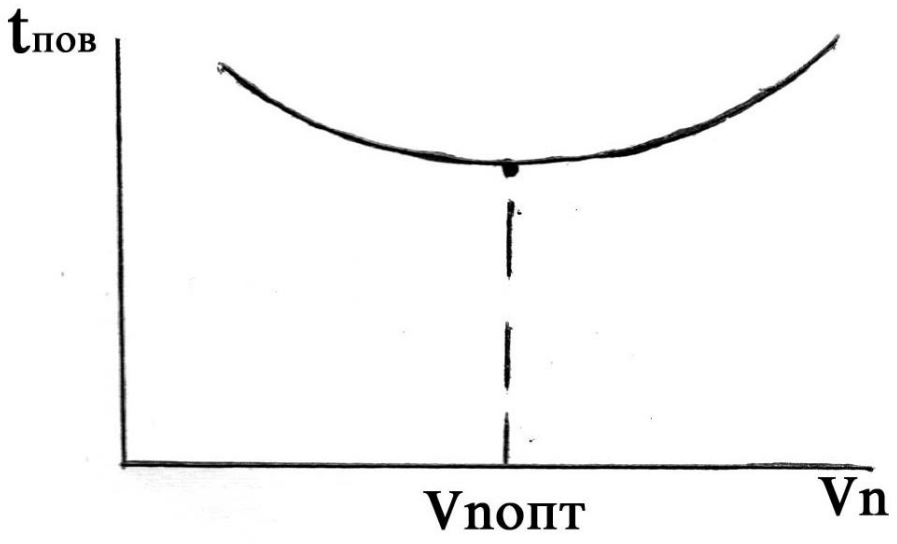


Рис. 7.3. Залежність часу повороту від швидкості повороту.

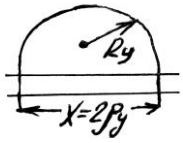
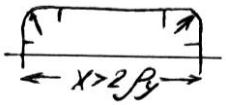
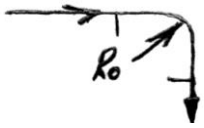
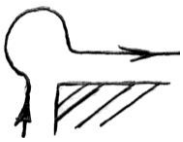
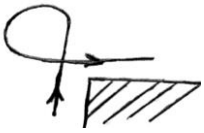
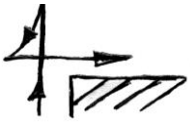
З формул випливає, що чим більше швидкість руху агрегату на повороті, тим довше шлях повороту. Отже, для кожного виду агрегату існує

оптимальна швидкість повороту $V_{n\ опт}$, при якому час на поворот буде мінімальним.

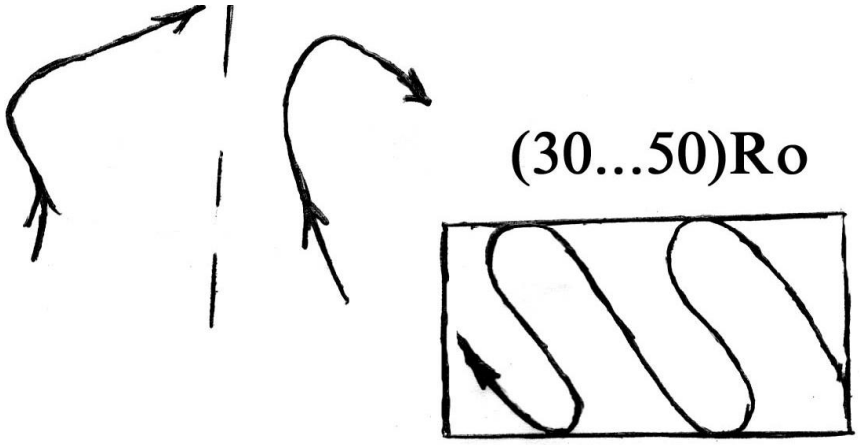
7.4. Класифікація поворотів

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		$\pi\rho_y + 2e$ $(3,2\ldots4)R_o+2e$	$\rho_y + d_k + e$ $1,1R_o+d_к + e$ $d_к = 0,5R$
2) З прямолінейною ділянкою		$\pi\rho_y + x - 2\rho_y + 2e$ $1,14\rho_y + x + 2e$ $(1,4\ldots2)R_o + x + 2e$	$1,1Ro + d_к + e$
Повороти на 180° петльові			
3) грушоподібний		$6\rho_y + 2e$ $(6,6\ldots8,0)R_o + 2e$	$2,8Ro + d_к + e$
4) із заднім ходом		$(4,1\ldots5,0)R_o+2e$	$(1,1\ldots1,3)R_o+d_к+e$
Повороти на 90°			
5) безпетльовий		$(1,6\ldots1,8)R_o+2e$	$(1,1\ldots1,3)R_o+d_к+e$
6) відкрита петля		$(6,0\ldots8,5)R_o+2e$	$2,8R_o+d_к + e$
7) закрита петля		$(5,0\ldots6,5)R_o+2e$	$2,0R_o+d_к + e$
8) петля з заднім ходом		$(2,5\ldots3,5)R_o+2e$	$1,2R_o+d_к + e$

III. Кутові повороти (при діагональному способі руху)



7.5. Види і способі руху агрегату на загоні

Повна класифікація по видах і способах руху агрегату на загоні приведена в таблиці на стор. 80…81 Иофинов «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 $\tau_{дв}$.

Коефіцієнт використання робочих ходів

$$\phi = \frac{S_p}{S_p+S_x} = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_{пов} \cdot n_{пов}}, \quad (7.11)$$

Коефіцієнт використання часу руху

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

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

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

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

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

Висновок по $\tau_{дв.}$

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

Розділимо на $\frac{\sum L_p}{V_p}$

Одержимо

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

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

$$\frac{1}{\phi} = 1 + \frac{\sum L_x}{\sum Lalignlp}. \quad (7.19)$$

Звідси

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

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

Коефіцієнт використання робочих ходів при безпетльовім гоновім способі руху.

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

Методика розрахунку:

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

$$Z_{\text{ср}}^{\text{пов}} = 1{,}14\rho_{\text{у}} + \text{x}_{\text{ср}} + 2\text{e}. \quad (7.21)$$

Довжина холостого ходу на 1 робочий хід

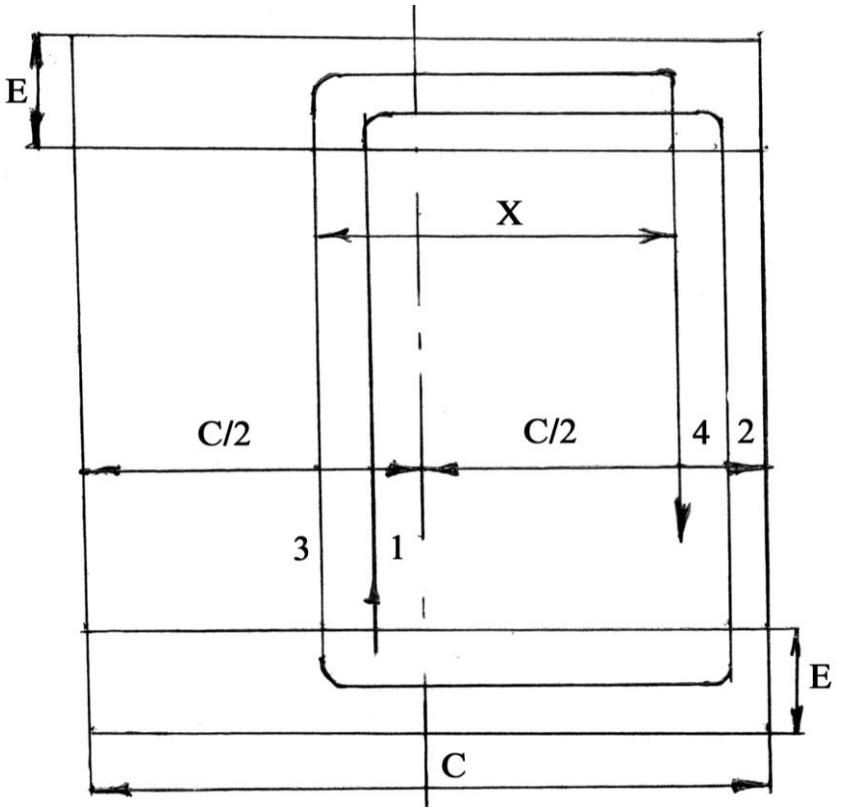
$$Z_{\text{хср}} = Z_{\text{ср}}^{\text{пов}} + Z_{\text{хср}}^{\text{доп}}, \quad (7.22)$$

2) $x_{ср} \approx 0{,}5$ С

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

$$Z_{\text{хср}}^{\text{доп}} = \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{n_p} = \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{\text{c}}\,\text{B}_{\text{р}}, \quad (7.23)$$

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



Коефіцієнт робочих ходів (проходів) для безпетльових способів руху

$$Z_{\text{хср}}^{\text{доп}} = \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{n_p} = \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{\text{с}} \text{В}_\text{р}, \tag{7.24}$$

$$\phi^{\text{б/п}} = \frac{Z_p}{Z_p + 1{,}14\rho_y + 0{,}5c + 2e + \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{\text{с}} \cdot \text{В}_\text{р}}, \tag{7.25}$$

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

$$S_{\text{хср}}^{\text{доп}} = (1{,}0 \ldots 1{,}5) L_p = K \cdot Z_p, \tag{7.26}$$

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

Для безпетльового способу руху на повороті K = 1,0…1,5.

Петльові способи руху

а) човниковий спосіб - застосовують переважно на посіві і культивації

$$\phi_{\text{чел}} = \frac{Z_p}{Z_p + 6\rho_y + 2e + \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{\text{с}_{\text{уч}}} \text{В}_\text{р}}, \tag{7.27}$$

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

Кількість петльових поворотів

$$\eta_{\text{пет}} = \frac{2\rho_\text{у}}{\text{В}_\text{р}} - 1 \approx \frac{2\rho_\text{у}}{\text{В}_\text{р}}, \tag{7.28}$$

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

$$\Delta S_x^{\text{пов}} = \left[6\rho_{\text{у}} - (1{,}14\rho_{\text{у}} + \text{x}_{\text{ср}})\right]\frac{2\rho_{\text{у}}}{\text{B}_{\text{р}}}, \tag{7.29}$$

$x_{ср} = 0{,}5 \cdot 2\rho_y$;

$$\Delta S_x^{\text{пов}} = \frac{3{,}86\cdot 2\rho_{\text{у}}}{\text{B}_{\text{р}}} \approx 8\frac{\rho_{\text{у}}^{2}}{\text{B}_{\text{р}}}, \tag{7.30}$$

т.е. $\text{x}_{\text{ср}} = \frac{2\rho_{\text{у}}}{2} = \rho_{\text{у}}$.

На один прохід доводиться більше холостих ходів на величину

$$\Delta Z_x^{\text{пов}} = \frac{\Delta S_x^{\text{пов}}}{n} = \frac{8\rho_y^2\cdot B_p}{B_p\cdot C} = \frac{8\rho_y^2}{C};, \tag{7.31}$$

$$n_p = \frac{C}{B_p}., \tag{7.32}$$

Застосовуючи формулу для б/п засобів руху отримаємо

$$\phi^{\text{пет}} = \frac{Z_p}{\underbrace{Z_p + 0{,}5C + 1{,}14\rho_y + 2e + \frac{8\rho_y^2}{C} + \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{\text{C}}\text{B}_{\text{р}}}_{Z_{\text{хср}}}}, \tag{7.33}$$

Коефіцієнт $\varphi^{пет}$ 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 $C_{опт}$ по мінімумі холостих ходів на ділянці.

$$S_x^{\text{уч}} = Z_x \cdot \frac{C_{\text{уч}}}{\text{B}_{\text{р}}}, \tag{7.34}$$

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

$$S_x^{\text{уч}} = (0{,}5\text{C} + 1{,}14\rho_{\text{у}} + 2\text{e} + \frac{8\rho_{\text{у}}^2}{\text{C}} + \frac{S_{\text{хср}}^{\text{доп}}}{\text{C}}\text{B}_{\text{р}})\frac{\text{C}_{\text{уч}}}{\text{B}_{\text{р}}}, \tag{7.35}$$

$$\frac{\text{dS}_x^{\text{уч}}}{\text{dC}} = (0{,}5 + \frac{-8\rho_{\text{у}}^2}{\text{C}^2} + \frac{-S_{\text{хср}}^{\text{доп}}\cdot\text{B}_{\text{р}}\cdot 1}{\text{C}^2})\frac{\text{C}_{\text{уч}}}{\text{B}_{\text{р}}} = 0, \tag{7.36}$$

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

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

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

$$0{,}5\text{C}^2 = 8\rho_{\text{у}}^2 + S_{\text{хср}}^{\text{доп}}\cdot \text{B}alignl\text{p} \quad , \tag{7.40}$$

Відкіля

$$\text{C}_{\text{опт}} = \sqrt{16\rho_{\text{у}}^2 + 2S_{\text{хср}}^{\text{доп}}\cdot\text{B}_{\text{р}}}, \tag{7.40}$$

або позначимо

$$2S_x^{\text{доп}} = \text{K}_{\text{c}}Z_p. \tag{7.41}$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16\rho_{\text{у}}^2 + \text{К}_{\text{с}} Z_p B_p}. \qquad (7.42)$$

де $K_c = 2…4$

Для безпетльового комбінованого способу руху користується частіше разом

$$\text{C} = \sqrt{\text{К}_{\text{с}}\text{B}_{\text{р}} Z_p}\ K_c = 2…3. \qquad (7.43)$$

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

Якщо порівнювати $\varphi^{пет}\ C = C_{опт}$ і $\varphi^{б/п}\ C = C_{min}$, то вони будуть рівні при довжині ділянки

$$L_o = (100…130)\ \rho_y\ , \qquad (7.44)$$

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 ρ_y = 8 м; 5 корпусний плуг; B_p = 1,75 · 1,05 = 1,85 м.

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

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

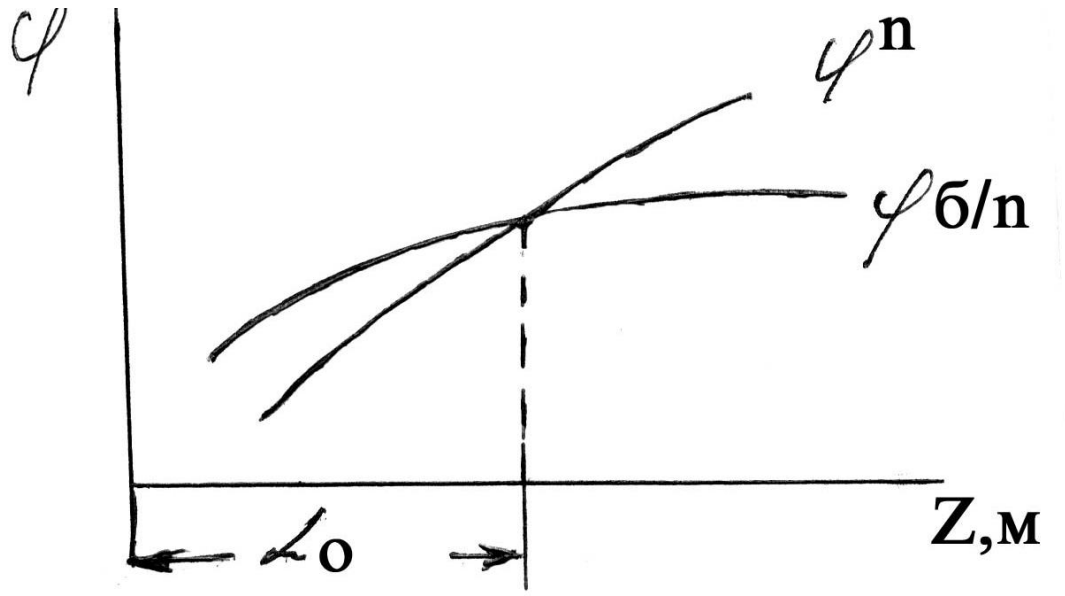
при Z = 1500 м; $C_{опт}$ = 110 по типових нормах – 112;

$\rho_y = 1{,}1…1{,}3R_{min}$

Тоді

$$\text{C}_{\text{опт}} = \sqrt{20R_{\text{min}} + K_c Z_p B_p}$$

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



Лекція 8.
ТЕМА 8. ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРЕГАТУ

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), обєму (л, м^3), 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 $B_к$, теоретичної швидкості руху V_m і часу T;

- ***технічну*** $W_{тех}$, 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 захисту 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:

$$\text{годинна - } W_{т.г} = C_w \cdot B_к \cdot V_т, \text{ га/год.} \quad (8.1)$$

$$\text{змінна - } W_{т.зм} = C_w \cdot B_к \cdot V_т \cdot T_{зм} = W_{т.г} \cdot T_{зм}, \text{ га/зм.} \quad (8.2)$$

технічна продуктивність:

$$\text{годинна - } W_{тех.г} = C_w \cdot B_к \cdot \xi_{в\ тех} \cdot V_т \cdot \xi_{v\ тех} \cdot \tau_{тех}, \text{ га/год.} \quad (8.3)$$

$$\text{змінна - } W_{тех.зм} = C_w \cdot B_к \cdot \xi_{у\ тех} \cdot V_т \cdot \xi_{v\ тех} \cdot \tau_{тех} \cdot T_{зм}, \text{ га/зм.} \quad (8.4)$$

фактична продуктивність:

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

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

де $\tau \cdot T_{зм} = T_p$

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:

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

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;

$B_к$; B_p – відповідно конструктивна, робоча ширина захвата, м;

$V_т$; $V_р$ – відповідно теоретична і робоча швидкості, км/год. (м/с);

$T_{зм}$ - тривалість зміни, год.;

τ; $\tau_{тех}$ - ступінь використання часу зміни - фактична і технічно можлива

$$\tau = \frac{T_р}{T_{см}}, \quad (8.8)$$

де T_p - час чистої роботи, год.;

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

$$\xi_в = \frac{B_р}{B_к}; \quad (8.9)$$

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

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

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

Добова продуктивність, га/доб.

$$W_д = W_{зм} \cdot K_{зм} . \quad (8.11)$$

Сезонна продуктивність

$$W_{сез} = W_д \cdot Д_р , \quad (8.12)$$

де $K_{зм}$ - коефіцієнт змінності;

$Д_р$ - (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 $T_д$ до встановленої (нормативної) тривалості зміни $T_{зм}$

$$К_{см} = \frac{Т_{сут}}{Т_{см}} . \quad (8.13)$$

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

$$\tau = \frac{Т_р}{Т_{см}}, \quad (8.14)$$

що змінюється в дуже широких межах від 0 (простій агрегату протягом зміни через поломку) до max., $\tau = 0{,}4\ldots0{,}9$

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

$$R_a = P_г = В_к К = \frac{В_р К}{\beta}, \quad (8.15)$$

$$В_р = В_к \cdot \beta, \quad (8.16)$$

$$\beta = \xi_в, \quad (8.17)$$

відомо, що

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

Тут $P_г$ (Н); V_p (км/год.); $N_г$ (кВт); K (Н/м).

$$V_p = \frac{3600 \cdot N_г}{Р_г} = \frac{3600 \cdot N_г \cdot \beta}{В_р \cdot К}; \text{ км/год.} \quad (8.19)$$

Продуктивність за годину чистої роботи в га

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

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

б) для орного агрегату

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

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

Якщо в приведених формулах $P_г$ (кгс); $N_г$ (л.с.); K (кгс/м)

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

Фактична змінна продуктивність, га/зміну

$$W_{см} = \frac{360 N_г}{К} \beta \cdot \tau \cdot Т_{см} \text{ (для неорних агрегатів)} \quad (8.25)$$

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

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

Так як

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

то

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

Для тягово-приводного агрегату

$$W_{см} = \frac{360(N_{ен} \cdot \lambda_{Ne} - N_{евва})}{К} \eta_Т \cdot \beta \cdot \tau \cdot Т_{см}, \quad (8.28)$$

де $N_{е\,ввп}$ - 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 (λ_{Ne} = 0,90…0,95);

б) нижче питомий опір машини-знаряддя (*К*);

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)***

$$\alpha_{\text{а}} = \frac{W_{\text{ч}}}{W_{\text{т.ч.}}}, \tag{8.29}$$

$$\alpha_{\text{а}} = \frac{W_{\text{ч}}}{W_{\text{т.ч.}}}; \tag{8.30}$$

$$\alpha_{\text{а}} = \frac{360 \cdot N_{\text{ен}} \cdot \lambda_{\text{Ne}} \cdot \eta_{\text{Т}} \cdot \beta \cdot \tau \cdot \text{К}}{360 \cdot N_{\text{ен}} \cdot \eta_{\text{Т}} \cdot \text{К}} = \lambda_{\text{Ne}} \cdot \beta \cdot \tau. \tag{8.31}$$

при η_m = 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

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

$W_{\text{зм}} = \frac{360(N_{\text{е тех}} \cdot \lambda_{\text{Ne}} - N_{e_{\text{доп}}})}{\text{К}} \eta_{\text{Т}} \beta \cdot \tau \cdot \text{Т}_{\text{см}}$ - для тягово-привідного агрегату. (8.33)

Для тягового агрегату $N_{e\ ввп}$ = 0.

Тут

$$\lambda_{\text{Ne}} = \frac{N_e}{N_{e_{\max}}}. \tag{8.34}$$

Денна (добова)

$$W_д = W_{доб} = W_{зм} \cdot K_{зм}. \tag{8.35}$$

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 колець, або шатунно-поршневої групи відновляються N_e max до номінальних значень (або вище).

Регулюванням натягу гусениць, відновленням протекторів шин

знижуються втрати потужності трактора на кочення і буксування, тобто підвищується ηm. Зменшуються простої 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 грунту, довжини гону, рельєфу поля), характеру виконуваної с.г. операції (підвищиться N_e за рахунок збільшення $B_к$;V_p).

Рекомендується застосовувати де це доцільно більш потужні енергонасищені трактори, навісні або причіпні з гідроуправлінням 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

λ_p = 0,85…0,92- на оранці

λ_p = 0,90…0,96- на посіві, культивації, 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; λ_{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…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.

Лекція 9.
ТЕМА 9. БАЛАНС ЧАСУ ЗМІНИ

Питання, що підлягають розгляду.

9.1. Баланс часу зміни (фактичний)

9.2. Часткові коефіцієнти використання часу зміни

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

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

9.1. Баланс часу зміни (фактичний)

$$T_{см} = \underbrace{T_р + T_{п.з} + T_{пер} + T_{пов} + T_{техн} + T_{обсл.} + T_{від}}_{\text{нормований час}} + \underbrace{+T_{ТО} + T_{пр.н} + T_{орг} + T_{мет} + T_{н.п.з} + T_{пр}}_{\text{не нормований час}} \quad (9.1)$$

Нормований час

де $T_{зм}$ - тривалість зміни; визначається трудовим законодавством і режимом роботи в господарстві в даний період. У визначені періоди $T_{зм}$ = 7…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 пальним 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.

$$T_{від.} \approx 10\ldots20 \text{ хв.} \qquad (9.2)$$

Елементи часу, що не включаються в нормований час

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

$T_{пр.н}$ - 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, $T_{пр.\,н} = 0$.

$T_{орг}$ - 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.

$T_{мст}$- простої через непогоду.

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

$T_{пр}$ - 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.

9.2. Часткові коефіцієнти використання часу зміни

1) Коефіцієнт використання часу руху

$$\tau_р = \frac{T_р}{T_р + T_х}. \qquad (9.3)$$

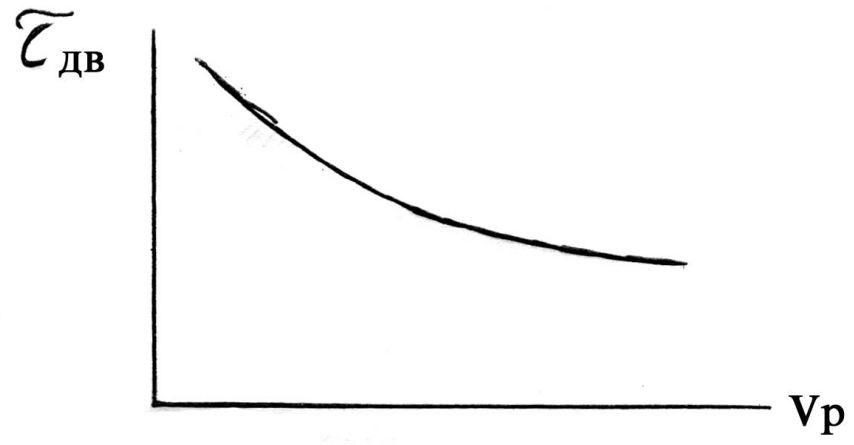


Рис. 9.1. Залежність коефіцієнту використання часу руху від швидкості руху

Чим вище $\tau_р$, тим вище і продуктивність. Він залежить від $Z_р$, $V_р$, способу руху агрегату на загоні.

2) Коефіцієнт готовності, що характеризує надійність машин в агрегаті

$$\tau_г = \frac{T_р}{T_р + T_{пр.н}}, \qquad (9.4)$$

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

3) Коефіцієнт поворотів

$$\tau_{пов} = \frac{T_{пов}}{T_р}. \qquad (9.5)$$

4) Коефіцієнт переїздів

$$\tau_{пер} = \frac{T_{пер}}{T_р}. \qquad (9.6)$$

5) Коефіцієнт технологічного обслуговування

$$\tau_{техн} = \frac{T_{техн}}{T_р}. \qquad (9.7)$$

З нормативного балансу часу

$$(T_{зм} - T_{п.з} - T_{обсл} - T_{від}) / T_р = (T_р + T_{пер} + T_{пов} + T_{техн}) / T_р = 1 + \tau_{пер} + \tau_{пов} + \tau_{техн} \qquad (9.8)$$

де $T_р^н = \frac{T_{зм}^н - (T_{п.з}^н + T_{обсл}^н + T_{выд}^н}{1 + \tau_{пер} + \tau_{пов} + \tau_{техн}}$ – для визначення нормативного робочого часу

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

$T_{зм}^н$ = 7 годин.

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

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

9.4. *Сумарне урахування продуктивності (самостійне вивчення)*

Лекція 10.
ТЕМА 10. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ ПРИ РОБОТІ АГРЕГАТІВ

Питання, що підлягають розгляду.

10.1. Поняття і класифікація витрат

10.2. Енергетичні витрати

10.3. Витрата палива і мастильних матеріалів

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

10.5. Експлуатаційні витрати коштів, їхній розрахунок

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

10.1. 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.

10.2. 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 Дж = 1 Н · м = 1 Вт · 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).

$$a_{\text{топ}} = \text{Н} \cdot g_{\text{га}}, \frac{\text{кДж}}{\text{га}} \qquad (10.1)$$

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

$$a_{топ} = \frac{Н \cdot g_{га}}{3600} \frac{кВт \cdot год.}{га} \quad (10.2)$$

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

$$а_{топ} = \frac{42000 \cdot 12}{3600} = 140 \frac{кВт \cdot год}{га}, \quad (10.3)$$

де Н - нижча теплотворна здатність палива, Дж/кг

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

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

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

а) фактичні середні

$$а_{ср} = а_{топ} \cdot \eta_е, \quad (10.4)$$

де η_e - середній ефективний ККД двигуна

$$\eta_е = \frac{3600}{g_{e_{ср}} \cdot Н}, \quad (10.5)$$

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

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

$$\eta_e = \frac{3600}{0{,}270 \cdot 42000} = 0{,}32; \quad (10.6)$$

$$a_{ер} = 140 \cdot 0{,}32 = 24{,}7 \frac{кВт \cdot год}{га} \quad (10.7)$$

б) номінальні

$$а_е^Н = \frac{N_{ен}}{W_ч}, \quad (10.8)$$

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

$W_г$ - продуктивність за годину змінного часу, га/год.

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

$$а_е^Н = \frac{75 \cdot 0{,}736}{1} = 56 \frac{кВт \cdot год.}{га} \quad (10.9)$$

3. *Тягові*

а) на робочім ході

$$а_{г_р} = R_a S_{p_{га}} = \frac{R_a 10^4}{B_p} = 10^4 \frac{K_a}{\beta} \frac{Дж}{га} \quad (10.10)$$

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

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

$$a_{г\ р} = 104 \cdot Ка \quad (10.11)$$

де K_a - питомий опір, Н/м

$$У \frac{кВт \cdot год}{га} - а_{г_р} = \frac{10^4 К_а}{3600 \cdot 10^3 \beta} = \frac{К_а}{360\beta} \frac{кВт \cdot год}{га} \quad (10.12)$$

$$У \frac{кВт \cdot год}{га} - а_{г_р} = \frac{10^4 К_а}{3600 \cdot 10^3 \beta} = \frac{К_а}{360\beta} \frac{кВт \cdot год}{га} \quad (10.13)$$

$$K_a = 360 \cdot a_{г\,р} \cdot \beta \qquad (10.14)$$

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

$$а_г = 10^4 \cdot К_а(1 + \sigma_э)\frac{Дж}{га}; \qquad (10.15)$$

$$К_а = 360 \cdot а_{ер} \cdot \eta_т = 360 \cdot а_{г_р} \cdot \beta, \qquad (10.16)$$

де $\sigma_э$ - доля тягових енерговитрат на холостім ході ($\sigma_э$ = 0,03…0,15).

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

$$а_{пм} = 10^4 \cdot а_{пр_р} \cdot \eta_{м.о}, \qquad (10.17)$$

де $\eta_{мо}$ - ККД с.г. машини.

Енергетичний ККД агрегату

$$\eta_{аэ} = \frac{а_{пм}}{а_{топ}} \qquad (10.18)$$

$$\eta_{аэ} = 0{,}04\ldots0{,}19$$

Механічний ККД агрегату

$$\eta_{ам} = \eta_т \cdot \eta_{м.о} \qquad (10.19)$$

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

$$W_г = \frac{360 \cdot N_e}{K_a}\eta_т \cdot \tau. \qquad (10.20)$$

$$W_{см} = \frac{360 \cdot N_e}{K_a}\eta_т \cdot Т_р. \qquad (10.21)$$

Так як K_a = 360 $a_{кр\,р}$ = 360 $a_{е\,р} \cdot \eta_т$ при β = 1

$$W_{см} = \frac{N_{ен} \cdot \lambda_{Ne}}{a_{ер}} T_p = \frac{N_e}{a_{ер}} T_p \text{ га/год.} \qquad (10.22)$$

10.3. Витрата палива і мастильних матеріалів

Погектарна витрата палива в кг визначається по формулі

$$g_{га} = \frac{G_{ТСМ}}{W_{зм}} = \frac{G_{тр} \cdot Т_р + G_{тх} \cdot Т_х + G_{то} \cdot Т_о}{W_{зм}}, \qquad (10.23)$$

де $G_{тр}$; $G_{тх}$; $G_{то}$ - погодинні витрати палива на робочім режимі, холостім ході і на зупинках, кг;

$T_р$; $T_х$; $T_е$ - час роботи двигуна на робочім режимі, холостім ході агрегату і на зупинках, год.;

$W_{зм}$ - змінна продуктивність, га.

При нормуванні

$$G_{тх} \cdot Т_х = G_{т.пер} \cdot Т_{пер} + G_{т.пов} \cdot Т_{пов}є \qquad (10.24)$$

$$g_{га} = \frac{G_{тр} \cdot Т_р}{W_{см}}\Big(1 + \underbrace{\frac{G_{тх} \cdot Т_х + G_{то} \cdot Т_{то}}{G_{тр} \cdot Т_р}}_{\sigma_Т}\Big)є \qquad (10.25)$$

$\sigma_т$ - доля витрати палива на холості ходи і зупинки ($\sigma_т$ = 0,03…0,15)

$$\text{Так як } W_{\text{см}} = \frac{360N_e}{K_a}\eta_{\text{т}}\beta\text{Т}_{\text{р}}\text{є} \qquad (10.26)$$

підставивши в отримуємо

$$g_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}}\cdot\text{Т}_{\text{р}}\cdot\text{К}_{\text{а}}}{360N_e\cdot\eta_{\text{т}}\cdot\text{Т}_{\text{р}}\cdot\beta}(1+\sigma_{\text{т}})\ \text{Т}_{\text{р}} = \text{Т}_{\text{см}}\cdot\tau\text{є} \qquad (10.27)$$

$$\text{або } g_{\text{га}} = \frac{g_e\cdot K_a}{360\cdot\eta_{\text{т}}\cdot\beta}(1+\sigma_{\text{т}}) \qquad (10.28)$$

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

Одержимо

$$g_{\text{га}} = \frac{g_e\cdot 360\cdot a_{\text{ер}}\cdot\eta_{\text{т}}\cdot\beta}{360\cdot\eta_{\text{т}}\cdot\beta}(1+\sigma_{\text{т}}) = g_e\cdot a_{\text{ер}}(1+\sigma_{\text{т}}) \qquad (10.29)$$

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.

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

Шляхи економії палива

1. Оскільки $g_{га}$ зворотньо пропорційний $W_{см}$, 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 невиправданих 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.

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

$$\text{З}_{\text{т}} = \frac{m\cdot T_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}, \qquad (10.30)$$

де m - число працівників, що обслуговують агрегат.

Витрати праці на одиницю отриманої продукції

$$\text{З}_{\text{т.ц}} = \frac{\sum_1^n \text{З}_{\text{ті}}}{U}, \qquad (10.31)$$

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 отвальной оранки під озимі поверхневим опрацюванням із посівом по стерні (сівалки СЗС-2,5).

10.5. 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 насіннєвого 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:

$$И_э = \frac{S_{тр}+S_{мо}+S_{зч}}{W_r} + S_{ПММ} + S_з, \qquad (10.32)$$

де $S_{тр}$; $S_{мо}$; $S_{зч}$ - 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;

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

$S_з$ - витрати на оплату праці на одиницю роботи, грн/га.

$$S_{тр} = \frac{Б_{тр}(Р_{рен} + Р_{кр} + Р_{то}) + S_{зб}}{100 \cdot Т_р}, \qquad (10.33)$$

де $Б_{тр}$ - балансова вартість трактора (≈ на 10% більше прейскурантної ціни, грн);

$Р_{рен}$; $Р_{к.р}$; $Р_{то}$ - відсоток річних відрахувань на реновацію, капітальний

ремонт, технічне обслуговування і поточний ремонт.

Наприклад: для трактора Т-150 $P_{рен}$ = 12,5%; $P_{кр}$ = 6%; $P_{то}$ = 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 машини, знарядь і зчіпки ($S_{мо}$; $S_{зч}$) по формулах

$$S_{мо} = \frac{n \cdot Б_{мо}(Р_{рен} + Р_{то}) + S_{зб}}{100 \cdot Т_{мо}}, \quad (10.34)$$

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 гривнах визначаються по формулі

$$S_{ТСМ} = g_{га}^{н} \cdot Ц_{Т}, \quad (10.35)$$

де $g_{га}^{н}$ - 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 гривнах

$$S_{з} = S_{о} + S_{доп}, \quad (10.36)$$

де $S_{о}$ - основна зарплата трактористів і допоміжних робочих на одиницю роботи

$$S_{о} = \frac{m_{тр} \cdot f_{тр} + m_{в} \cdot f_{в}}{W_{см}}, \quad (10.37)$$

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

$f_{тр}$ і $f_{в}$ - 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;

$S_{дод}$ - 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

$$И_{пр} = И_э + Е_н \cdot К_{уд}\ , \qquad (10.38)$$

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

$$К_{уд} = \frac{1}{W_r}\left(\frac{Б_{тр}}{Т_{тр}} + \frac{n \cdot Б_{мо}}{Т_{мо}} + \frac{Б_{сц}}{Т_{сц}}\right), \qquad (10.1)$$

де n - кількість машин в агрегаті;

$Б_{мо}$; $Б_{зч}$ - балансова вартість с.г машини, зчіпки;

$Т_{мо}$; $Т_{зч}$ - річне завантаження машини і зчіпки;

$Е_н$ - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, приймається $Е_н$ = 0,15…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.

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

1. Підвищення продуктивності агрегату $W_{зм}$ і $W_{дн}$
2. Зменшення числа обслуговуючих агрегат робочих ($m_{тр}$; $m_в$)
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…)

Розділ 2. ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ, УПРАВЛІННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНИМ ПАРКОМ І АНАЛІЗ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Лекція 1.

ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТА КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ МТП

Питання, що підлягають розгляду.

1.1 Загальні положення і вимоги до вибору енергетичних засобів.
1.2 Визначення типу енергетичних засобів.
1.3 Методи розрахунку потреби в механіці.

1.1. Загальні положення і вимоги до енергетичних засобів

Однією з умов ефективного використання МТП є його правильне комплектування. Широкий та різноманітний як у структурному так і в кількісному відношенні набір різких типорозмірів машин дозволяє впроваджувати машину технологію виробництва сільськогосподарської продукції з використанням різних наборів машин і їх комплексів. По різному можуть бути розподілені роботи між окремими агрегатами, що і обумовлює різні попити на виробництво продукції. В зв'язку з цим, на перший план виступають питання:

- яким повинен бути МТП господарства по типажу;
- скільки необхідно машин і тракторів;
- вигідна лі даному господарству енергонасичена техніка;
- які капіталовкладення необхідні для придбання техніки.

Тому виникають питання вибрати з усіх можливих варіантів комплектування МТП і його використання такий, який би забезпечив найменші витрати на виробництво продукції при високій якості з максимальною механізацією усіх сільськогосподарських операцій – тобто оптимальний склад МТП.

Оптимальне комплектування і використання МТП є складна і відповідальна задача. Складність її обумовляться слідуючими факторами: господарства багатогалузеві; умови проведення операцій і протікання біологічних процесів росту рослин різноманітні і не постійні в зв'язку з природними умовами і змінами клімату; кожен тип машин найбільш ефективно може використовуватися у певних умовах.

Складність визначення потреби у сільськогосподарській техніці пов'язана також з тим, що немає таких господарств, яким потрібний

однаковий парк машин. При цьому зовсім необов'язково, щоб кожний тип трактора був найдоцільнішим для використання певної операції. Показник якості вибраного складу парку (критерій оптимальності) встановлюється, виходячи з усього комплексу робіт.

Вимоги господарств при визначені складу МТП такі:

- до складу МТП повинні увійти тільки типи машин, які забезпечують високу якість виконання операцій відповідно до вимог агротехніки;

- кількість машин кожного типу повинно відповідати обсягу робіт, які треба виконати у встановлені агротехнічні строки;

- склад МТП слід підбирати так, щоб виробництво всієї сільськогосподарської продукції вимагало найменших витрат;

- доповняти до існуючого парку трактори і машини так, щоб повніше використати наявну техніку і щоб додаткові капітальні витрати на придбання нових машин були найменші; продуктивність і універсальність машин, повинні бути такими, щоб вистачило механізаторів для виконання робіт у встановлені строки і вони були рівномірні зайняті на виконанні різних робіт протягом року;

- у складі МТП повинно бути якомога менше машин різних марок.

Для існуючих господарств склад МТП визнається з метою оперативного використання (з частковим обновленням парку), а для заново створених – з метою підбору повного складу МТП.

У першому випадку визначають оптимальний склад МТП з урахуванням наявного парку, а потім ураховують які машини на визначений час залишаться у господарстві. Якщо за нормативами машина відпрацювала свій строк, але витрати на ремонт не великі порівняно із вартістю новою машини, то продовжують її експлуатацію. Крім того, враховують кількість використаних коштів на нову техніку. В сучасних умовах треба ретельно стежити, щоб не було марних витрат, а тим більше такого замовлення техніки, що не відповідає можливостям господарства.

Таким чином, правильне комплектування МТП господарства полягає у науково обґрунтованому визначенні оптимального (найбільш вигідного) набору енергетичних і тракторних засобів, а також сільськогосподарських машин як у структурному (по призначенню), так і в кількісному відношеннях ; обґрунтованому розподілу техніки між виробничими підрозділами (бригадами, цехами, ланками), використання якої забезпечить виконання механізованих робіт у стислі агрозоотехнічні строки з мінімальними витратами праці в і коштів на виробництві високоякісної продукції.

1.2. Визначення типажу енергетичних засобів

Розрахунок складу машинно-тракторного парку починають з визначення типажу тракторів. При цьому треба забезпечити виконання усіх механізованих робіт якісно із найменшими витратами праці і коштів.

Типаж тракторів і інших машин визначають для конкретної зони, виходячи з типових для цієї зони умов раці, в першу чергу з питомих опорів грунтів (машин), розмірів ділянок і інших умов.

Типаж тракторів для даної зони найбільш зручно визначати по сполученню опору машин і номінальної сили тяги тракторів на типових (основних) для даної зони операціях. На кожну операцію вказують діапазон опору машин і агрегатів, характерних для даної зони. Орієнтуясь на масову кількість машин (агрегатів) того чи іншого тягового опору, визначають типаж (клас) необхідних тракторів.

При цьому передбачають, як правило, не більш 3...5 типів (по класу тяги) тракторів для однієї зони, враховуючи в першу чергу потребу в спеціалізованих тракторах (просапних, меліоративних, тощо).

1.3. Методи розрахунку потреби в техніці

Відомі слідуючи методи розрахунку складу МТП господарство:

1. Метод розрахунку потрібного складу МТП на підставі побудови графіків завантаженості енергетичних засобів.
2. Визначення необхідній кількості машин по напруженому (за піковим) періодам їх використання (без побудови графіків завантаження).
3. Визначення оптимального складу МТП за допомогою математичних методів програмування з використанням складних ЕОМ.
4. Нормативний метод.

Всі методи умовно розподілимо на дві групи. До першої відносять методи, за допомогою яких спеціалісти господарств можуть виконати весь розрахунок самостійно, до другої – методи розрахунків з використанням ЕОМ, виконаних науково-дослідними установами.

Послідовність розрахунків при визначення оптимального складу при визначенні оптимального складу МТП така:

- підготовка даних про строки виконання та обсяг всіх операцій по вирощуванню кожної культури;
- призначення машини чи агрегату для виконання певної операції;
- розрахунок потрібної кількості агрегатів для кожної операції і побудова графіка їх завантаженості;
- аналіз завантаженості тракторів протягом року і перевірка моделі і їх варіантів коректування розрахункових графіків їх використання;

- уточнення потрібної кількості тракторів і машин після коректування графіків їх використання;

визначення прямих експлуатаційних і приведених втрат на виконання комплексу робіт у господарстві при встановленому складі МТП.

Метод розрахунку потрібного складу МТП па підставі побудови графіків завантаженості енергетичних засобів найбільш доступний і досить точних спосіб. Суть цього методу дуже проста: за обсягом робіт на кожний операції залежно від строків виконання і продуктивності агрегатів встановлюється їх потрібна кількість. На графіку по горизонталі відкладають календарні строки, а по вертикалі – кількість потрібних агрегатів з тракторами даного типу. Графіки складаються для кожного типу тракторів окремо. У результаті визначають, в якому з періодів потрібна найбільша кількість тракторів кожного типу та скільки їх потрібно господарству всього.

Перевага цього методу полягає в тому, що ми наочно бачимо які роботи, в які строки, якими агрегатами ї їх кількість будуть виконані.

Недоліки:

- цим методом розраховується раціональний склад МТП;
- багато розрахункових операцій.

Метод визначення потрібної кількості тракторів та інших машин за піковими періодами їх завантаженості простіше за перший, але він менш точно обґрунтовує потрібну кількість тракторів і Манин кожного типу, по скільки не виявляє завантаженість машин із не пікові періоди. В той же час важливо знати ступень використання машин на протязі усього року.

Метод визначення оптимального складу МТП за допомогою математичних методів програмування з використанням складних ЕОМ є найбільш перспективним – він дозволяє отримати оптимальну структуру МТП і усі трудомісткі операції виконувати на ЕОМ (ПК).

Вельми важливим при оптимізації складу МТП є вибір критерію оптимальності. Таким критерієм можуть бути прямі експлуатаційними витратами, кількість обслуговуючого персоналу, мінімум витрат палива максимум продуктивності агрегатів тощо.

Найбільш обґрунтованим критерієм оптимальності до розрахунку оптимального складу МТП є приведені або експлуатаційні витрати на виконання механізованих робіт.

При цьому мінімізують цільову функцію

$$П_з = \sum_{ijk} t_k \cdot C_{ijk} \cdot x_{ijk} + \sum_j O_j \cdot X_j + e \cdot k_b \rightarrow \min \qquad (1.1)$$

при умовах, що

$$\{\sum t_k \cdot x_{\text{ijk}} \cdot W_{\text{ijk}} = b_{\text{ik}};| \quad \{\sum x_{\text{ijk}} \leq X_j\ ;| \tag{1.2}$$

де $П_з$ – приведені витрати на виконання механізованих робот, грн./га;

$t_к$ – тривалість k-го періоду, днів;

$C_{ijк}$ – експлуатаційні витрати на *i*-тої операції *j*-тої енегомашини на протязі *к*-го періоду, грн./га;

$X_{ijк}$ – кількість агрегатів занятих на виконані окремих видів робот, шт..;

O_j – річні відрахування на реновацію, зберігання машин тощо, які не залежать від часу роботи енергомашин, грн.;

X_j – необхідна кількість енергомашин і-го типу;

e – коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

b_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$W_{ijк}$ – продуктивність агрегатів;

$b_{iк}$ – обсяг робіт у певному періоди.

Взагалі розробка моделі використання МТП є дуже відповідальною і важною задачею, оскільки дуже важно. Досвід науково-дослідних установ свідчить про те, що цільові функції, які дозволяють одержати припустиме вирішення мають сотні змінних і десятки обмежень.

При цьому потрібні кваліфіковані фахівці: математики, програмісти, оператори і потужні за оперативною пам’яттю та швидкістю обчислення ЕОМ.

Але розрахунок складу МТП на ЕОМ забезпечує:

- оптимальний склад МТП і його оцінку взагалі;
- ефективність використання нових машин різних по призначенню;
- раціональний план використання МТП на протязі року, або певного періоду.

Результати розрахунків можна широко впроваджувати в господарстві при оперативному і особливо перспективному плануванні придбання і використання техніки, а також при впровадженні прогресивних технологічних процесів виробництва продукції.

Нормативний метод розрахунку базується на використанні рішень задач лінійного програмування з визначенням оптимального складу МТП на ЕОМ.

Нормативи потреби господарств у техніці визначають науково-дослідні установи. Для цієї мети кожну природно-кліматичну зону розбивають на підзони механізації з однаковою спеціалізацією в рослинництві. Такі припущення обумовлені тим, що машинно-тракторний парк у господарствах з однаковою спеціалізацією по складу мало

відрізняється, по кількості пропорційно площі ріллі і сівби культур.

Методика вибору модельний господарств розроблена відповідно природно-кліматичних умовам зон.

Модельне господарство – це розрахункове господарство, в якому достатньо повно відображаються ґрунтові, кліматичні, виробничі і інші особливості групи господарств. Це обумовлено тим, що кожна природноекономічна зона включає декілька груп господарств, з визначеною спеціалізацією як в рослинництві, так і в тваринництві, що визначає конкретну структуру МТП.

Кожному типу модельного господарства відповідають свої класифікаційні ознаки (площа ріллі, група норм виробітку, площа сівби різних сільськогосподарських культур у відсотках від площі рилі), по яким вибирають реальне господарство.

На базі модельного (типового) господарства виконують усі розрахунки по визначенню структурної і кількісної потреби в техніці.

Потребу реального господарства в машинах розраховують на основі нормативних показників модельного господарства, найближчого до реального за формулою:

$$n = \frac{K_n \cdot n_{\text{мі}} \cdot W_{\text{м}} \cdot T_{\text{м}}}{W_p \cdot T_p} \tag{1.3}$$

де n_p – загальна потреба господарства в i-х машинах

K_n – коефіцієнт пропорційності площ ріллі реального і модельного господарств;

$n_{мі}$ – норматив потреби в i-х машинах у модельному господарстві;

$W_м$, W_p – відповідно година продуктивність агрегатів у модельному і реальному господарствах;

$T_м$, $T_м$ – тривалість роботи агрегатів у модельному і реальному господарствах.

Оскільки точний збіг значень класифікованих ознак модельного і реального господарств практично неможливий в одержані дані можуть бути внесені деякі уточнення.

Лекція 2.
ТЕМА 2. РОЗРАХУНОК СКЛАДУ МТП НА ПІДСТАВІ ПОБУДОВИ ГРАФІКІВ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Питання, що підлягають розгляду

2.1. Визначення загального обсягу робіт.

2.2. Розподіл робіт по видам енергозасобів.

2.3. Розрахунок завантаженості тракторів і їх корегування.

2.4. Побудова графіків завантаженості тракторів і ї корегування.

2.1. Визначення загального обсягу робіт

Кількісний склад тракторів і сільськогосподарських машин визначається на основі річних планів механізованих робіт (календарних планів), включаючи як польові, так і роботи поза ланів сівозміни. Вихідними даними для складення таких планів для складання таких планів є структура розташування сільськогосподарських культур по полям сівозміни.

В календарні плани заносять усі механізовані і інші роботи.

Перелік технологічних операцій, що плануються для проведення на заданому полі сівозміни, визначається технологією вирощування сільськогосподарських культур, які розміщуються на даному полі в поточному та наступному за ним роках. Для складання переліку використовують технологічні карти та рекомендації щодо вирощування сільськогосподарських культур.

Послідовність операцій у переліку повинна відповідати хронологічний послідовності їх виконання в поточному календарному році: снігозатримання, операції з ранньовесняному обробітку ґрунту, сівбу, догляд за посівами, збирання врожаю, основний обробіток ґрунту з внесенням основної дози добрів під наступну культуру.

При складанні переліку механізованих операцій необхідно планувати, де це можливо та доцільно, поєднання окремих взаємопов’язаних технологічних операцій та прогресивні заходи вирощування сільськогосподарських культур, спрямовані на підвищення родючості, удосконалення обробітку ґрунту, на захист навколишнього середовища від наслідків хімізації рільництва.

Одним з основних показників якості виконання операцій, суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських робіт, є своєчасність виконання робіт та їх тривалість (агростроки).

Гаяння часу, наприклад, з сівбою на одну добу призводить до втрати врожаю у середньому на 20...300 кг/га, а на збиранні – 80...90 кг/га. Більш

детально це питання розглядається [1, с. 344...346] розглядається самостійно.

Після складання переліку робіт календарного плану визначається обсяг робіт у фізичних одиницях таблиця 2.1.:

- гектарах (га);
- тонах (т);
- тонокілометрах (ткм).

Обсяг робіт $U_{фi}$ з обробітку ґрунту, сівби, садіння, догляду за рослинами, із збирання врожаю виражаються в гектарах і визначаються за формулою:

$$U_{\text{фi}} = \sum_{i=1}^{n} F_i, \tag{2.1}$$

де F_i – площа i-го поля, на яких виконується механізована робота, га;

n – кількість ролів.

Кількість $U'_{фi}$ добрів, насіння, розчину пестицидів, які треба доставити в поле, а також кількість зерна, зеленої маси, коренеплодів, котру необхідно доставити з поля до місця зберігання або переробки, виражаються одиницями маси і визначаються по формулі:

$$U'_{\text{фi}} = U_{\text{фi}} \cdot H, \tag{2.2}$$

де H – норма витрати (внесення, або врожайність культури), т/га.

Обсяг транспортних робіт $U''_{фi}$ на доставці (перевезенні) вантажів виражається в тоннокілометрах і визначається добутком:

$$U''_{\text{фi}} = U_{\text{фi}} \cdot H \cdot L, \tag{2.3}$$

де L – відстань перевезення вантажу, км.

2.2. Розподіл робіт по видам енергозасобів

Враховуючи можливості і доцільність виконання операції розподіляються між тракторами і іншими засобами (самохідними комбайнами, автомобілями, стаціонарними установками, авіацією тощо). При цьому треба керуватися призначенням енергозасобу, можливістю одержання кращої якості роботи, більш високою продуктивністю та менших витрат труда і коштів.

Механізовані роботи можуть виконуватися декілька ми марками тракторів. При визначені ефективності використання агрегату з тим чи іншим трактором необхідно керуватися слідуючими рекомендаціями:

- на ранньовесняних роботах, на пухкому ґрунті і на оранці доцільно використовувати агрегати з гусеничними тракторами загального призначення;

- на енергомісткіх роботах доцільно використовувати більш енергонасичені (потужні) трактори;

- для сівби і міжрядного обробітку3 просапних культур доцільно використовувати універсально-просапні трактори тяглового класу 0,9 (Т-40АМ) і 1.4 (МТЗ, ЮМЗ);

- Для транспонування а також розкидання органічних добрів доцільно використовувати потужні колісні трактори (Т-150К, К-700А, К-701).

При цьому спочатку доцільно на кожну роботу призначати по одному виду агрегатів, тобто у весь обсяг *i*-ої роботи віднести на один з вибраних тракторів. Якщо ту чи іншу роботу трактори виконувати не можуть, то їх виконання переноситься на інші засоби.

2.3. Розрахунок завантаженості тракторів і їх корегування

Для побудови графіків завантаженості тракторів необхідно провести розрахунки початкових даних, яки заносяться до відомостей завантаження табл. 2.2:

- кількість тракторозмін;
- кількість тракторів для виконання заданої операції;
- обсяг робіт у у.е.га.;
- витрати палива.

Розрахункова кількість тракторозмін для заданої операції визначається за формулою:

$$n_{\text{тзмji}} = \frac{U_{\text{фj}}}{W_{\text{змji}}}, \tag{2.4}$$

де $W_{змji}$ – змінний виробіток агрегату з трактором *i*-ої марки на *j*-ої роботи, га, т, ткм;

Значення $W_{змji}$ визначаються по даним господарства або нормативів для заданої зони.

Кількість тракторів, необхідних для виконання технологічної операції визначається за формулою:

$$n_{\text{трji}} = \frac{n_{\text{трзмji}}}{\text{Д}_{\text{аi}} \cdot K_{\text{змj}} \cdot K_{\text{мj}} \cdot K_{\text{гji}}}, \tag{2.5}$$

де $Д_{aj}$ – тривалість агросроку на *j*-ої роботи, дні;

$K_{змj}$ – коефіцієнт змінності на *j*-ої роботи;

$K_{мi}$ – коефіцієнт, враховуючий метеорологічні умови під час проведення *j*-ої роботи, $K_{мi}$=0,8...1,0;

K_{rji} – коефіцієнт, враховуючий технічну готовність МТА з *i*-ої маркою трактора на *j*-ої роботі, K_{rji}=0,9...1,0.

Коефіцієнт змінності приймається у залежності від тривалості світлового дню, можливості виконання роботи у нічний час доби, скорочення строків виконання роботи і відповідності вірної організації робочого дню у господарстві.

Приклад: для роботи які виконуються у січні, лютому і жовтні коефіцієнт змінності приймається рівним 1 (до 10 годин роботи за добу), для робіт у період березня місяця - $K_{змj}$ = 1,5 (10 годин за добу), у всіх інших випадках $K_{змj}$ = 2,0 (20 годин за добу).

Для робіт, пов'язаних технологічними потоком, значення коефіцієнту змінності повинні бути однаковими.

Обсяг робіт у умовних еталонних гектарах на виконанні заданої операції визначається за формулою:

$$U_{\text{у.е.га}} = 7 \cdot n_{\text{трзмji}} \cdot K_{\text{етi}}, \tag{2.6}$$

де 7 – тривалість зміни, год;

K_{emi} – норма виробітку за одну годину тракторозміни (приймається рівним коефіцієнту переводу фізичного трактору в умовні).

Витрати полива на виконання технологічної операції визначається за формулою:

$$Q_{\text{ji}} = 7 \cdot n_{\text{трзмji}} \cdot G_{\text{тi}}, \tag{2.7}$$

де Q_{mi} – прийнята годинна витрата палива трактором i-ої марки.

При використанні нормативних або господарських значень витрат палива на одиницю роботи, загальні витрати палива визначаються за формулою:

$$Q_{\text{ji}} = 7 \cdot n_{\text{трзмji}} \cdot G_{\text{тi}}, \tag{2.8}$$

де $q_{гаi}$ – погектарні витрати палива, кг/га.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН №

Тракторних робіт бригади на 20__ рік. Площа орної ріллі ___га, сівозміна – 3 поля. Схема розміщення культур по полям сівозміни:

1- озима пшениця 2 - кукурудза на зерно 3 - горох

№, п/п	Найменування роботи	№№ поля сівозміни	Агротехнічні вимоги				Одиниці вимірювання	Об'єм робіт у фізичних одиницях	Об'єм роботи (або змінна норма виробітку) трактора марки		
			По якості робіт	Термін виконання					ХТЗ-150	ЮМЗ-6	ХТЗ-2511
				тривалість, діб	початок робіт	закінчення робіт					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Снігозатримування	1	Проводити при товщині покрову снігу не менше 10 см	10...15	I	II	га	180	47	-	-
2	Навантаження мін. добрив в транспортні засоби	1	100...150 кг/га	6...8	21, II	3, III	т	18	-	450	-
3	Транспортування мінеральних добрив	1	На відстань до 3 км	6...8	21, II	3, III	ткм	54	Автомобіль ГАЗ-53		

Таблиця 2.2. Відомість розрахунку завантаження трактора.

№ робіт по календарному плану	Назва роботи	Одиниці виміру, га, т, т·км	Об'єм робі у фізичних одиницях	Склад агрегату			Змінна виробітка, т, т·км, га	Погодинна витрата палива, кг·год.	Розрахункові дані					Об'єм робіт в ум.ет.га	Витрати палива, кг
				Кількість машин у агрегаті	Марка с. г. машини	Марка зчіпки			Кількість тракторозмін	Кількість трактор.	Коефіцієнт змінності	Кількість трактороднів	Кількість днів роботи		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

2.4. Побудова графіків завантаженості тракторів і ї корегування

Для побудови графіка завантаженості тракторів необхідно визначити попередньо кількість тракторів, по котрим встановлюються масштаби оси ординат.

Для цього спочатку визначається сумарний обсяг робот в у.е.га:

$$U_{\text{у.е.га.}} = F \cdot \alpha, \tag{2.9}$$

де F – площа ріллі, га;

α – щільність механізованих робіт, α = 5...7 у.е.га.

Загальна кількість умовних еталонних тракторів визначається з умови:

$$n_{\text{ет}} = \frac{U_{\text{у.е.га.}}}{W_{\text{ет}}}, \tag{2.10}$$

де $W_{ет}$ – плановий річний виробіток в умовних гектарах на один еталонний трактор, $W_{ет}$ =1200...1400 у.е.га.

Кількість умовний тракторів розподіляється слідуючим образом:

- тракторів загального призначення $n_{\text{ет.з}} = (0{,}55...0{,}65) \cdot n_{\text{ет}}$;
- універсально-просапних тракторів $n_{\text{ет.п}} = n_{\text{ет}} - n_{\text{ет.з}}$

Для двох марок тракторів однакового призначення розподіл між ними здійснюється у слідую чому співвідношенні:

- більш енергонасичених тракторів – 60...70%;
- менш енергонасичених тракторів – 30...40%.

Кількість фізичних тракторів по маркам визначається за формулою:

$$n_{\text{фті}} = \frac{n_{\text{еті}}}{K_{\text{еті}}}, \tag{2.11}$$

де $n_{eті}$, $K_{eті}$ – відповідно кількість еталонних тракторів плановий річний виробіток в умовних гектарах на один еталонний i-ої марки і норма виробітку за одну годину тракторозміни (приймається рівним коефіцієнту переводу фізичного трактора в умовні).

По одержаній кількості тракторів визначається масштаб шкали для кожного графіка.

Графіки завантаженості тракторів являють собою діаграми, які вказують скільки машин і агрегатів повинні працювати у різний час для виконання виробничого плану (рис. 2.1.).

Згідно з обсягом робіт на кожній операції, тривалість її виконання і продуктивністю агрегатів визначають їх потрібну кількість за вище приведеними формулами, відображаючи її у вигляді прямокутника на графіку завантаженості тракторів. При цьому по горизонталі відкладають строки виконання робіт, а по вертикалі – кількість агрегатів.

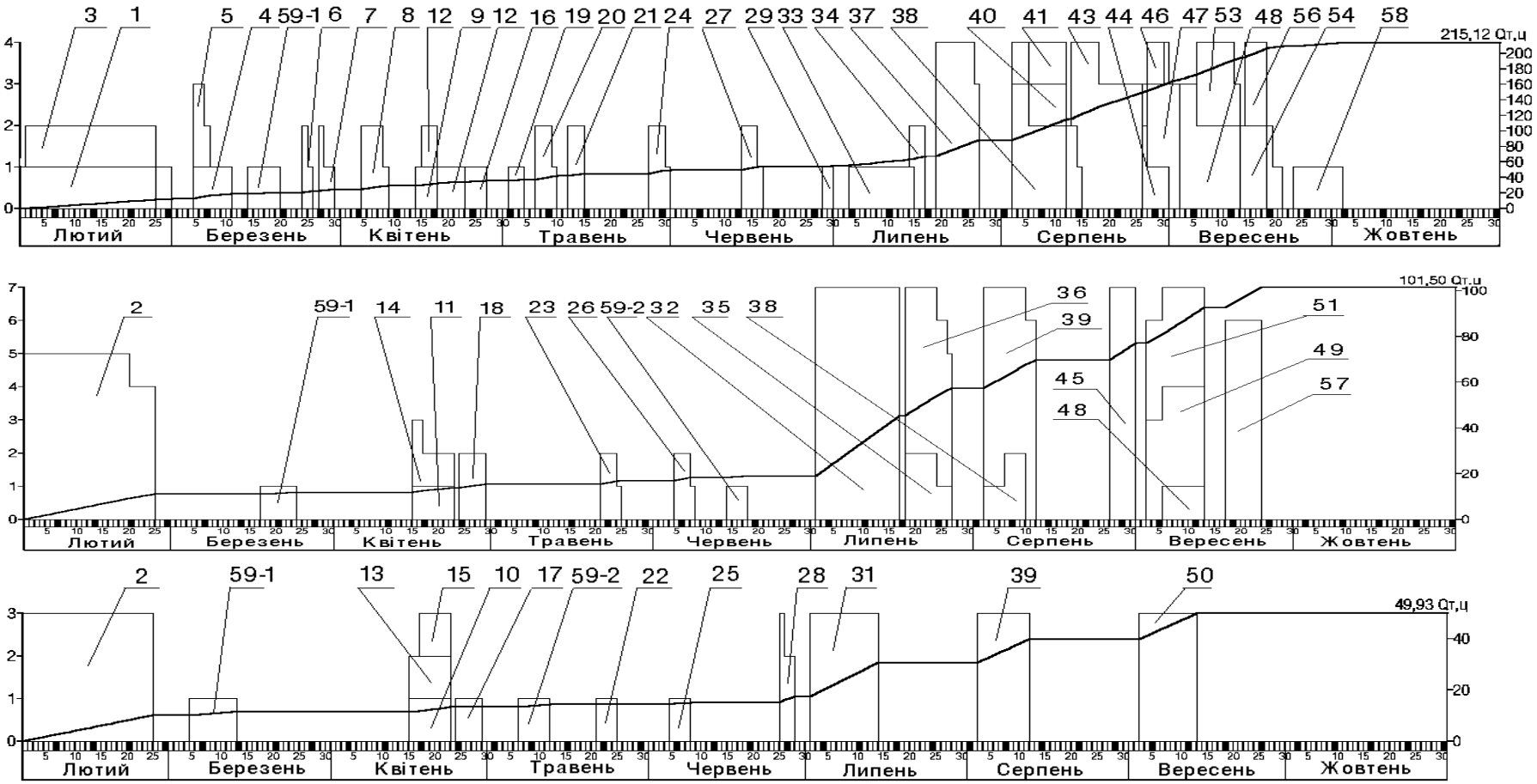


Рис. 2.1. Графіки завантаженості тракторів

Роботи, які виконуються одночасно на графіку накладаються одна на одну методом графічного підсумовування. Кожна робота на графіку позначається певним номером календарного плану.

При побудові графіків потрібно:

- у вихідні і святкові дні не планувати (за виключенням напругових періодів);
- початок і закінчення робіт, яка виконується у технологічному потоці регламентувати провідною ланкою цього потоку, тобто тою роботою, тривалість якої максимальна;
- планувати технологічний часовий зсув поміж послідовними операціями.

Після побудови графіків у черновому варіанті необхідно провести корегування по піковим періодам на предмет зменшення кількісні тракторів. Корегування кількості тракторів можливо проводити слідуючими способами:

- перенесення частини робіт для виконання її тракторами іншої марки (якщо останні не повністю завантажені у цей час і зможуть виконувати цю роботу);
- зміною строків виконання даної роботи (збільшення) у межах, допустимих агротехнікою;
- застосування двохзмінної і трьохзмінної роботи;
- зміна (якщо це доцільно) технології виконання роботи.

Крім того, корегується річна нароботка на кожний трактор. Річна нароботка на 1 у.е.тр. по маркам повинна бути рівною, тобто:

$$\frac{U_{\text{у.е.га.}i}}{n_{\text{у.е.тр.}i}} = \frac{U_{\text{у.е.га.}j}}{n_{\text{у.е.тр.}j}} = \frac{U_{\text{у.е.га.}k}}{n_{\text{у.е.тр.}k}}, \qquad (2.12)$$

де $U_{у.е.га.i}$, $U_{у.е.га.j}$, $U_{у.е.га.k}$ – відповідно річний обсяг робіт, у.е.га.;

$n_{у.еmi}$, $n_{у.еmj}$, $n_{у.еmk}$ – відповідно кількість умовних еталонних тракторів.

Корегування здійснюється перерозподілом робіт по маркам тракторів, також завантаженням їх іншими роботами.

Лекція 3.
ТЕМА 3. КОМПЛЕКТУВАННЯ МТП І ПОКАЗНИКИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Питання, що підлягають розгляду.

3.1. Визначення кількості с.г .машин.

3.2. Побудова інтегральної лінії витрат палива на фізичній трактор.

3.3. Побудова графіку потреби у механізаторах.

3.4. Технічне забезпечення роботи машинно-тракторного парку

3.5.Показники використання машинно-тракторного парку.

3.1. Визначення кількості с.г. машин.

Користуючись графіком завантаженості тракторів можна визначити необхідну кількість усіх видів сільськогосподарських машин і зчіпок.

Кожний трактор загального призначення повинен бути комплектоване плугом, а універсально-просапний тільки у тих випадках, коли вони зайняти на оранці.

Кількість самохідних комбайнів повинна забезпечити виконання збиральних робіт в установлені агротехнічні строки. Мінімальна кількість причепів 2ПТС-4-887А для транспортування подрібненої соломи – по два на комбайн. Кількість решти машин і зчіпок визначаються по найбільш завантаженому періоду їх зайнятості з урахуванням кількості працюючих агрегатів і кількості машин і агрегаті.

Отриманий склад машин-тракторного парку бригади (відділення) внести в таблицю (відомість) потреби у МТП.

Таблиця 3.1. Відомість потреби бригади у тракторах і сільськогосподарських машинах

Найменування машин	Марка	Ціна, грн.	Треба по розрахунку	
			кількість, шт.	всього на суму, грн.
Трактор	+	+	+	+
....				
Всього по тракторам	-	-	+	+
Комбайн	+	+	+	+
...				
Всього по комбайнам	-	-	+	+
Плуг	+	+	+	+
...				
Всього по с.г. машинам	-	-	+	+
Всього по МПТ	-	-	+	+

3.2. Побудова інтегральної лінії витрат палива на фізичній трактор

Для визначення потреби у паливі для виконання запропонованих операцій. А також для планування на кожному графіку завантаженості тракторів, будується інтегральна лінія витрат палива на один фізичний трактор рис 3.1.

Для вибору масштабу шкал графіків необхідно підсумок по витратам палива *і*-ої марки трактора розділити на кількість тракторів відповідних марок. По отриманому сезонному значенню витрат палива підбирається масштаб шкали. Розрахунок проводиться для кожної марки тракторів, масштаби наносяться на графіках, лінії витрат палива наростаючим підсумком з початку і до кінця сезону.

Якщо у деякі періоди трактори виконують безперервно кілька видів робіт витрати палива на один фізичний трактор розраховуються для всієї цієї групи робіт. Коли трактори не працюють, крива витрат палива проводиться горизонтальною лінією до слідую чого прямокутника. В кінці останнього прямокутника лінія витрат палива повинна знаходитися на рівні сезонних витрат палива трактором *і*-ої марки.

Інтегральні лінії витрат палива показують наростаючим підсумком середні витрати палива на один трактор. По цим лініям можна міркувати о напруженості робіт:

- крутий підйом лінії засвідчує завантаженість періоду;
- похилий о спаді напруженості;
- горизонтальні ділянки вказують на відсутність робіт.

Побудовані інтегральні лінії витрат палива використовують при плануванні ТО, завозу паливо-мастильних матеріалів до складів господарства (щодекадно, щомісячно).

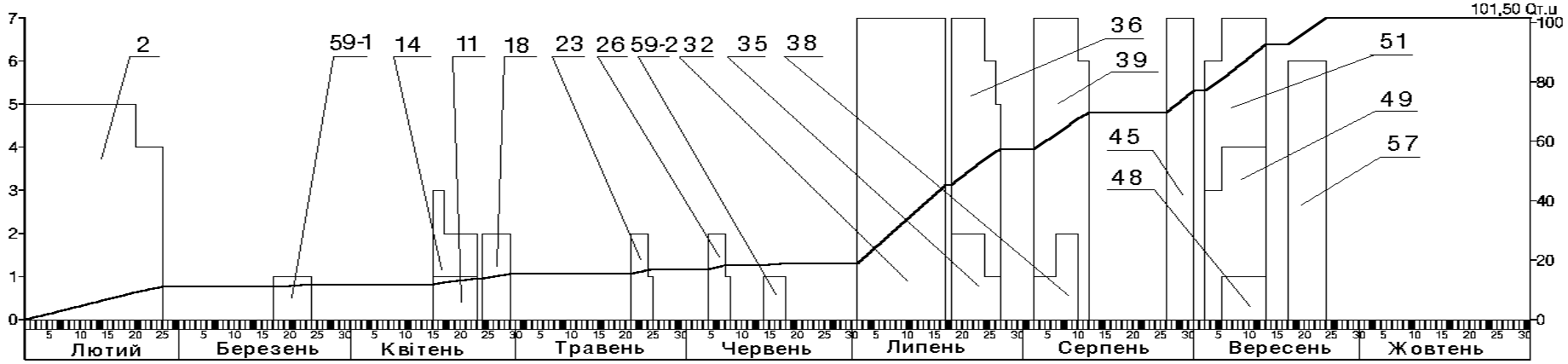


Рис. 3.1. Інтегральна лінія витрат палива на один фізичний трактор.

3.3. Побудова графіку потреби у механізаторах

Графік будується в нижній чверті графічного аркуша (рис.3.2). Його горизонтальна шкала така ж сама, як і у попередніх графіків. У вертикальному напрямку треба з лівого боку побудувати шкалу кількості механізаторів. При цьому треба орієнтуватись на максимально можливу їх кількість, що є вдвічі більшою ніж загальна кількість фізичних тракторів усіх марок. Графік має відображати загальну потребу трактористів на кожний день, яка визначається за формулою

$$m_{\text{ml}} = \sum_{j=N_l}^{M_l} \sum_{i=1}^{3} n_{\text{трji}} \cdot n_{\text{смji}}, \tag{3.1}$$

де N_l, M_l - відповідно найменший та найбільший номери робіт за календарним планом, що виконуються в l-ий день року;

$n_{смji}$ - змінність механізаторів на i-ій марці тракторів, що виконують j-у роботу

$$n_{\text{смji}} = \begin{cases} 1, \text{якщо } К_{\text{смj}} \leq 1.5\ ; \\ 2, \text{якщо } К_{\text{см}_j} > 1.5\ . \end{cases}, \tag{3.2}$$

За цим графіком визначається найбільша потреба в механізаторах.

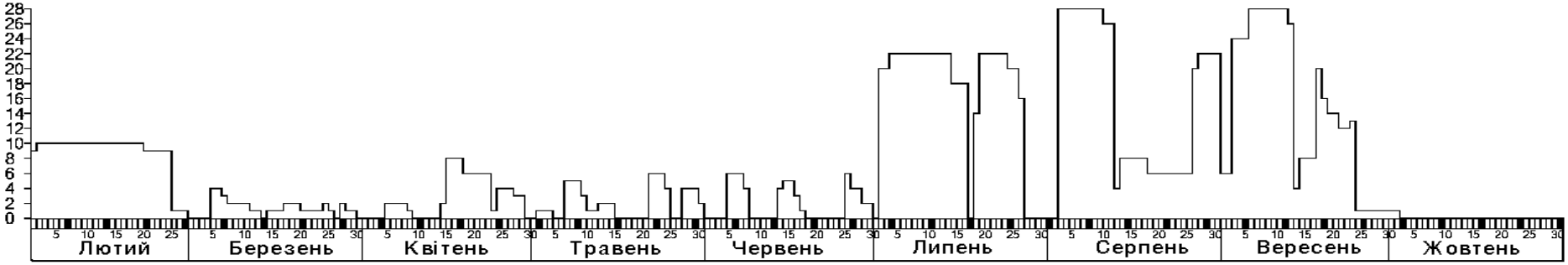


Рис. 3.2. Графік потреби у механізаторах.

3.4. Технічне забезпечення роботи машинно-тракторного парку

3.4.1.Визначення виробничого завдання за витратами палива.

Виробниче завдання має вигляд таблиці 3.2 В першу графу записуються всі фізичні трактори відповідно першої другої й третьої марки. Господарчий № та останній вид ремонту приймаються самостійно. При цьому доцільно перший трактор кожної марки приймати як новий, або капітально відремонтований, або такий, що не має на початок планового року наробітку. В такому разі його наробітку на протязі року буде відповідати інтегральна лінія витрати палива. Тому рядки для цих тракторів можна заповнювати використовуючи відповідні інтегральні лінії витрати палива. Для цього в кінці кожного місяця графічно визначаються витрати палива й ці значення записуються у відповідні графи вказаних рядків. Решту рядків доцільно заповнювати під час побудови графіків технічного обслуговування (ТО) тракторів.

Таблиця 3.2. - Виробниче завдання з витрати палива.

Марка трактора	Гос.№	Останній вид		Витрати палива від останнього ремонту до початку року, ц	Витрати палива від останнього ремонту на кінець місяця, ц											
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

3.4.2. Побудова графіків ТО тракторів.

Графіки будуються на окремому аркуші формату (краще з вертикальним розташуванням аркуша, рис. 3.3). У першому, другому і третьому квадранті аркуша треба побудувати сітки графіків: по горизонталі розподіл на 12 місяців, а по вертикалі розподіл на 32 (для тракторів, рішення про виробництво яких було прийнято до 1983 року) або на 16 (після 1983 року) обслуговувань, тобто до чергового ремонту. По вертикалі ліворуч будується шкала періодичності ТО від початку експлуатації ПЕ (нового трактора чи після ремонту) до чергового ремонту, а праворуч - шкала витрати палива з інтервалом, що дорівнює періодичності ТО-1 для даної марки трактора. В цих координатах для кожного трактора за даними таблиці 3.2 і будуються графіки ТО у вигляді ламаних ліній. При побудові графіків, якщо поточне значення витрати палива перевершить значення витрати палива до ремонту, необхідно нагорі графіка в місці його перетину з лінією

ремонту позначити вид чергового ремонту (ПР-1, ПР-2 чи КР) й подальшу побудову графіка проводити за витратою палива, що дорівнює їх різниці, тобто графік продовжується від початку експлуатації. Для зручності побудови й використання на початку кожного графіка слід поставити госп. № відповідного трактора.

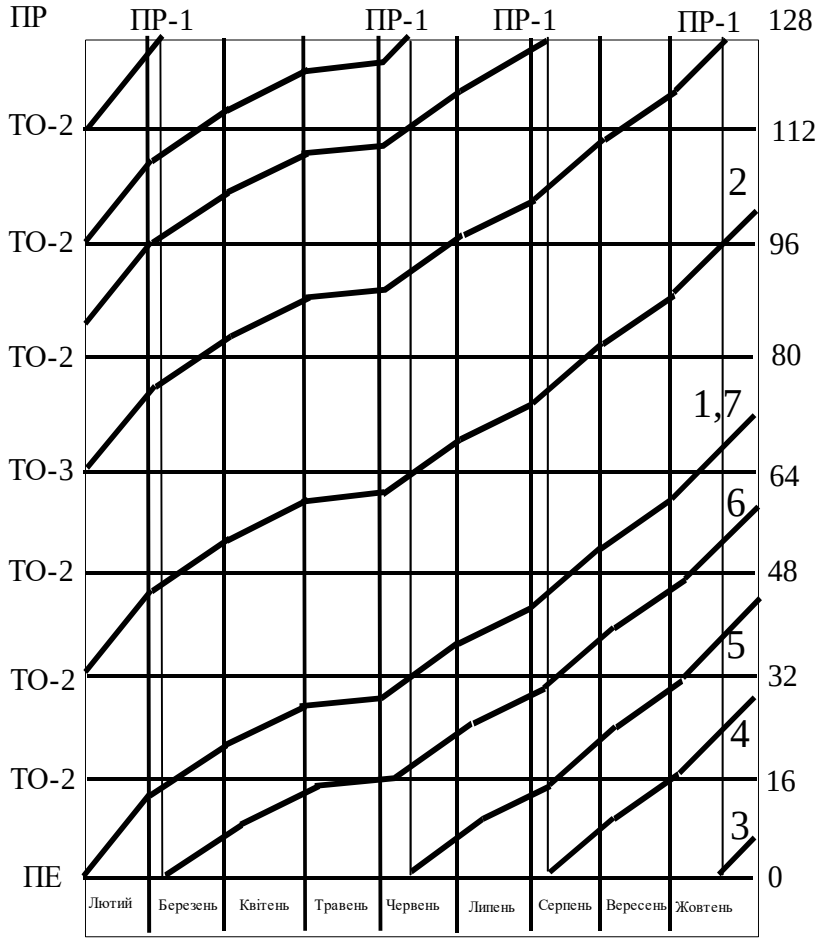


Рис. 3.3.Плани-графіки ТО

3.4.3. Визначення кількості й трудомісткості ТО тракторів.

Точки перетину графіка з горизонтальними лініями поля показують в який час року мають бути проведені відповідні види ТО. Підраховується загальна кількість кожного з видів ТО за рік для кожного виду трактора й заноситься в таблицю, яку пропонується побудувати в четвертому квадранті графічного аркуша таблиця 3.3.

Таблиця 3.3. Кількість та трудомісткість ТО

Марка трактора	Гос. №	Кількість ТО			Трудомісткість, люд-год			
		ТО-2	ТО-3	СТО	ТО-2	ТО-3	СТО	Всього

До цієї ж таблиці заноситься трудомісткість відповідних видів ТО, яка визначається за формулою

$$Т_{tokli} = t_{toki} \cdot n_{tokli},, \quad (3.3)$$

де t_{toki} - нормативна трудомісткість k-го виду ТО (ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО) для трактора і-ої марки, люд.-год (див. дод. 1);

n_{tokli} - кількість ТО k-го виду для l-го трактора і-ї марки за рік.

Загальна трудомісткість ТО тракторів визначається підсумовуванням трудомісткості як за видами ТО (за рядками таблиці) так і за окремими тракторами (за графами). В разі, коли ТО-1 не планується виконувати силами й засобами спеціалізованої ланки ТО, підсумовування трудомісткості ТО ведеться без трудомісткості ТО-1.

3.4.5. Визначення кількісного й фахового складу спеціалізованої ланки з технічного забезпечення працездатності МТП бригади.

Кількісний склад такої ланки визначається за формулою, чол.

$$m_{то} = \frac{T_{заг}}{a_м \cdot Д_{рм} \cdot T_{зм} \cdot \tau}, \quad (3.4)$$

де $a_м$ - кількість місяців роботи за рік для одного працівника, $a_м$= 10.5;

$Д_{рм}$ - кількість робочих днів за місяць (приймається $Д_{рм}$= 24 дні);

$T_{зм}$ - тривалість однієї зміни в годинах (7..8 годин);

τ - коефіцієнт використання робочого часу зміни, τ = 0.75..0.85;

$Т_{заг}$ - загальна трудомісткість роботи спеціалізованої ланки ТО, люд.-год.

$$Т_{заг} = Т_{зб} + Т_{тот} + Т_{тосм} + Т_{унт} + Т_{унсм} + \\ + Т_{унтран} + Т_{унк} + Т_{дозб} + Т_а + Т_м,, \quad (3.5)$$

де $T_{зб}$ - трудомісткість зберігання МТП, люд.-год.

$$Т_{зб} = (1 + К_{збсм}) \sum_{i=1}^{3} t_{збті} \cdot n_{фті}, \quad (3.6)$$

де $k_{збсм}$ - коефіцієнт, що враховує співвідношення трудомісткості зберігання с.-г. машин до трудомісткості зберігання тракторів, $k_{збсм} \approx 2$;

$t_{збті}$ - трудомісткість зберігання трактора і-ої марки, люд.-год.;

$n_{фті}$ - кількість фізичних тракторів і-ої марки;

$T_{тот}$ - загальна трудомісткість ТО тракторів, яке має виконувати спеціалізована ланка (табл. 3.3), люд.-год.;

$T_{тосм}$ - трудомісткість ТО і ремонту с.-г. машин у робочий період, $T_{тосм} \approx$ (0.35..0.45) $T_{тот}$, люд.-год.;

$T_{унт}$ - трудомісткість усунення несправностей роботи тракторів, $T_{унт} \approx$ 6..8 люд.-год. на 100 ум.га загального обсягу робіт;

$T_{унсм}$ - те ж саме для с.-г. машин, $T_{унсм} \approx$ 7..9 люд.-год/100 ум.га;

$T_{унтран}$ - те ж саме для транспортних засобів, $T_{унтран} \approx$ 0.5 люд.-год/100 ум.га;

$T_{унк}$ - теж саме для самохідних комбайнів, $T_{унк} \approx$ 0.1..0.2 люд.-год. до 1 години роботи комбайну, або

$$T_{унк} \approx (20..50)\, n_{комб}, \quad (3.7)$$

де $n_{комб}$ - орієнтовна потрібна кількість самохідних комбайнів;

$T_{дозб}$ - трудомісткість робіт з дозбірки нових та розбірки списаних машин, $T_{дозб}$ = 1.5..1.8 люд.-год. на 100 у.га;

T_a - трудомісткість робіт з агрегатування та ладнання с.-г. агрегатів, $T_a \approx$ 3..5 люд.-год. на 100 у.га;

$T_м$ - трудомісткість робіт з модернізації машин, виготовлення пристроїв, обладнання і т. ін., $T_м \approx$ 1..5 люд.-год. на 100 у.га.

Фаховий склад спеціалізованої ланки може включати:

1) інженера-діагноста - 1;
2) техніка-діагноста - 1;
3) майстра-наладчика - 1;
4) слюсарів-механіків - 1..2;
5) слюсара-електрика - 1;
6) акумуляторника - 1.
7) вулканізаторника – 1.

3.4.6. Розробка інструкційної технологічної карти на технічне обслуговування.

Карта виконується на аркуші формату і має включати такі графи:

1) найменування операції;
2) графік виконання операцій;
3) обладнання, інструмент та матеріали;
4) технічні умови та ескізи.

Вихідні матеріали щодо вказаних граф беруться з довідкової літератури.

В графі “Найменування операції” треба подати всі основні операції щодо проведення обслуговування, причому в послідовності, що відповідає найліпшій маршрутній технології, при якій, по-перше, всі виконавці працюють одночасно без простоювання і, по-друге, не виконуються зайві операції (наприклад, при діагностуванні гідросистеми навісного пристрою трактора не проводиться перевірка видатку гідронасоса в разі достатнього видатку з розподільника).

Графік виконання операцій будується по кожному виконавцю й показує скільки часу в хвилинах потрібно для виконання окремої операції або її елементів чи групи елементів. Тривалість виконання приймається з довідкової літератури або за власним міркуванням (при відсутності довідкових даних). При цьому враховується тільки час “чистої” роботи. Тривалість кожної наступної операції має починатись зразу ж після закінчення попередньої, а загальна тривалість роботи кожного виконавця має дорівнювати сумі тривалості всіх операцій, що має виконувати виконавець. Загальна тривалість простою технічного засобу на обслуговуванні дорівнює часу від початку до закінчення виконання всіх операцій (незалежно від виконавців). Загальна трудомісткість виконання

окремої операції чи всієї роботи дорівнює сумі витраченого часу на цю роботу усіма виконавцями. Фаховий та кількісний склад виконавців має бути узгодженим з прийнятим раніше.

В графі “Обладнання, інструмент та матеріали” треба подати марки обладнання та назву інструменту, що пропонується для виконання даної операції, а також назву, марку й кількість необхідного технологічного матеріалу.

В графі “Технічні умови та ескізи” для контрольно-регулювальних, діагностичних та деяких інших операцій треба подати технічні умови їх виконання й межі значень параметрів що регулюються. Складні операції доцільно ілюструвати ескізами (малюнками), на які в графі “Найменування операцій” мають бути зроблені відповідні посилки.

Місце проведення обслуговування за розробленою картою має відповідати виду обслуговування та прийнятій технології його виконання (на тракторній бригаді, на СПТО чи в польових умовах).

3.5. Показники використання машинно-тракторного парку.

Показники використання машинно-тракторного парку для самостійної підготовки згідно методичних вказівок, що до курсового проекту.

Розділ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Лекція 1.

ТЕМА 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ Й СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ (ТО) МАШИН

Питання, що підлягають розгляду:

1.1. Предмет і задачі технічного забезпечення працездатності машин

1.2. Основні поняття, терміни та визначення

1.3. Зміна технічного стану і закономірність спрацювання деталей машин

1.4.Система й стратегії ТО та ремонту с.-г. техніки

1.5.Види й періодичність ТО тракторів, с.-г. машин та автомобілів

1.6. Планування ТО

1.1. Предмет і задачі технічного забезпечення працездатності машин

Технічне забезпечення працездатності машин – це наукова дисципліна що вивчає організаційні, технічні, технологічні й інші заходи й засоби щодо забезпечення якісної працездатності машин на протязі їх строку служби – календарного періоду використання машини до граничного стану.

Життєвий цикл машини дещо ширший за строк служби і включає такі стадії як проектування, виготовлення, продаж, використання за призначенням і утилізацію. **Задачі** даної науки – обґрунтувати вказані вище заходи й засоби на протязі всього життєвого циклу машини. Теоретичні основи дисципліни ґрунтуються на розгляданні двох проблем: **теорії старіння** машин і **теорії управління технічним станом** машин.

1.2. Основні поняття, терміни та визначення

Справний стан – здатність задовольняти всім технічним вимогам, що визначають якість машини (виробу).

Працездатний стан – здатність виробу (машини) виконувати задані функції в межах встановлених технічною документацією.

Справний стан – завжди працездатний, але не завжди навпаки. Наприклад, у трактора не працює навісний пристрій, але він спроможний працювати з причіпними знаряддями, тобто трактор не справний, але з причіпними знаряддями працездатний.

Відмова – це втрата часткової або повної працездатності. Відмови бувають **часткові** і **повні**. При частковій відмові машина виконує деякі

функції, а при повній – не виконує ніяких. Відмови бувають конструктивні, технологічні й експлуатаційні. **Конструктивні** відмови обумовлюються недосконалістю проектування, **технологічні** – виникають внаслідок неякісного виготовлення, а **експлуатаційні** пов'язані з відхиленнями від регламентованих режимів і правил експлуатації, а також зі спрацюванням деталей, порушенням регулювань й налаштовувань, послабленням кріплень.

За характером виявлення відмови бувають поступові й раптові, стійкі й самозникаючі. **Поступові** відмови пов'язані з повільними якісними змінами технічного стану машини в бік його погіршення. **Раптові** відмови пов'язані з різноманітними поломками. **Стійкі** відмови самі не зникають ніколи. **Самозникаючі** відмови зникають через деякий час (наприклад, з-за перегріву, перевантаження і т. ін.).

Надійність – комплексна властивість виробу зберігати свої експлуатаційні якості в установлених межах на протязі періоду що розглядається, або потрібного наробітку в визначених умовах роботи. Надійність обумовлюється такими якостями як **безвідмовність, ремонтоздатність, збереженість** та **довговічність**.

Ресурс – це сумарний наробіток до граничного стану, обумовленого в технічній документації. Ресурс буває **повний, залишковий** і **сумарний**.

Експлуатаційна технологічність – це властивості машини, що визначають її пристосованість до виконання операцій технічного обслуговування.

Технічне обслуговування – це комплекс дій (робіт) спрямований на підтримання машини в справному стані на протязі всього періоду її експлуатації.

1.3. Зміна технічного стану і закономірність спрацювання деталей машин

Яка б надійна машина не була, але її зношування уникнути не можливо. Ступінь і темп зношування залежать від багатьох чинників. Розглянемо типовий графік зносу спряжених деталей (рис. 1). В зростанні зазору в спряженні є три характерні періоди:

1) приробіток;

2) нормальне зношування;

3) аварійне зношування.

Щонайбільший строк служби визначається за максимальним зазором

$$t_м = t_0 + (i_м - i_н)/ tg\ \alpha\ , \qquad (1.1)$$

де t_0 – тривалість приробітку;

$i_м$, $i_н$ – максимальний і номінальний зазори в спряженні;

$tg\ \alpha$ – характеристика темпу зношування деталей

$$i_н = i_0 + i_п, \qquad (1.2)$$

де i_0 – початковий зазор;

$i_п$ – зношування за період приробітку.

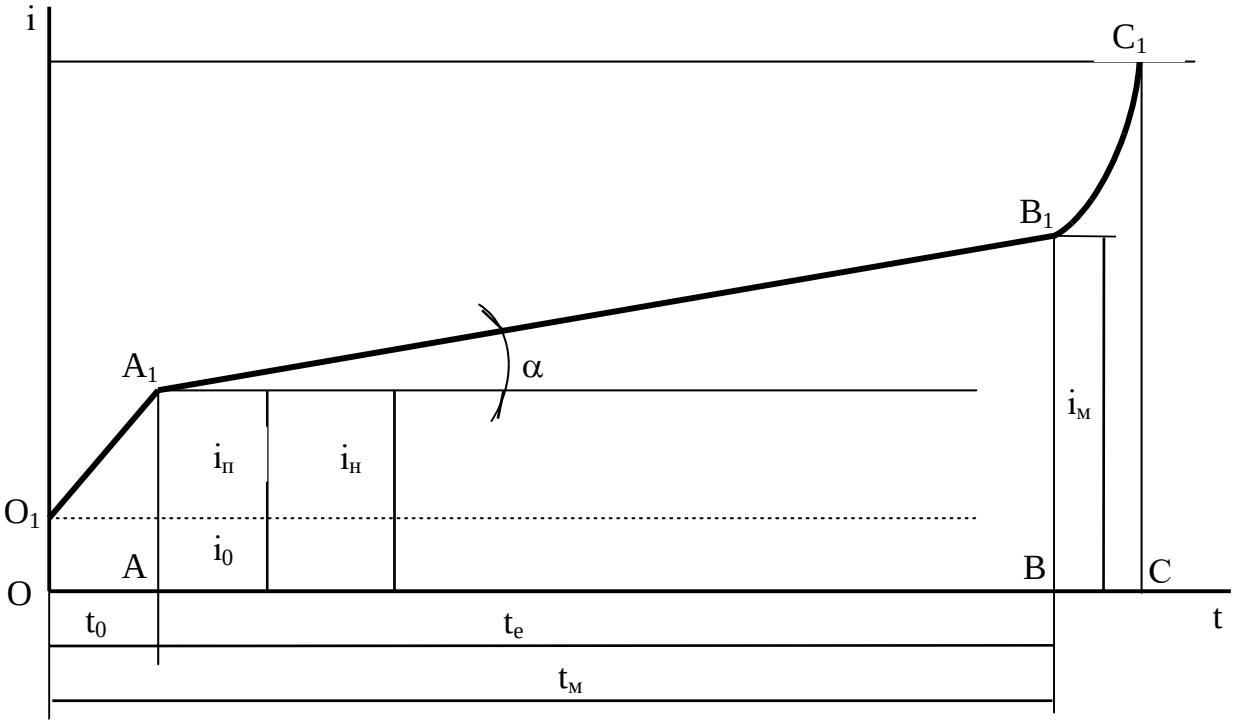


Рис. 1 – Графік зносу спряжених деталей

Збільшення строку служби можна досягти завдяки:

1) зниження темпу зносу $tg\ \alpha$

2) зменшення зазору $i_{н.}$

Зменшити зазор $i_н$ можна завдяки:

1) підвищення точності і чистоти обробітку деталей;

2) забезпечення раціонального режиму приробітку.

Перший захід дуже дорогий. Другий захід є більш сприятливий і досягається завдяки **обкатці** – спеціального режиму роботи машини, при якому досягається оптимальний процес приробітку. Особливості обкатки:

1) обмежені динамічні й температурні навантаження;

2) використання спеціальних мастил (з металевими добавками) й дотримання періодичності їх заміни;

3) підвищена увага до роботи машини та оперативна реакція на відхилення в її роботі (регулювання, заміна несправних елементів та ін.).

Зменшення темпу зносу $tg\ \alpha$ можна досягти завдяки:

1) зменшення кута α за рахунок використання зносостійких деталей (дорого);

2) зменшення кута α за рахунок використання зносостійких покриттів

(дешевше);

3) зменшення кута α за рахунок використання постійного очищення мастил;

4) періодичними регулюваннями зазору (якщо це можливо) (рис. 2).

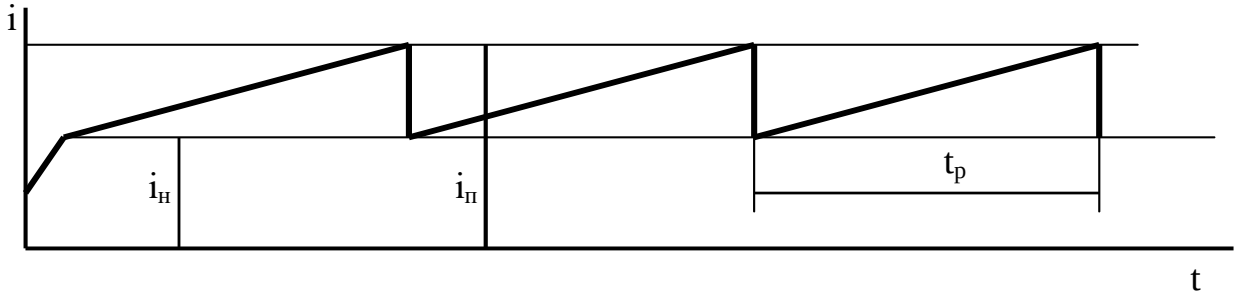


Рис. 2 – Відновлення номінального зазору в спряженні шляхом періодичних регулювань: t_p - період регулювання

1.4. Система й стратегії ТО та ремонту с.-г. техніки

Періодичні дії у вигляді регулювань, заміни мастил, фільтруючих елементів і т. ін. є досить ефективними й порівняно недорогими для утримання потрібного технічного стану машини. Тому в експлуатації машин використовується планово-попереджувальна система ТО. Вона планова – тому що роботи з ТО виконуються за планом у заданій періодичності. Вона попереджувальна – тому що всі дії (роботи) спрямовані на попередження й запобігання виникнення визначених відхилень та відмов.

Планово-попереджувальна система ТО виникла в війську, а пізніше охопила всі галузі використання техніки. Ця система економічно ефективна якщо технічні засоби що обслуговуються мають порівняно невисоку надійність (готовність). Якщо ж йдеться про обслуговування досить надійних і, до того ж, дорогих машин (а це типово для сучасної техніки), то ця система економічно неефективна. Чому? По-перше, при ній проводиться заміна елементів що ще не відпрацювали увесь свій ресурс, по-друге, треба проводити зайві роботи і, по-третє, виникають зайві простої техніки.

Сучасна система ТО має декілька інші стратегії щодо організації та технології ТО МТП, а саме:

1) обслуговування за необхідністю(C_1);
2) регламентоване обслуговування в залежності від наробітку (C_2);
3) обслуговування за фактичним технічним станом, визначеним завдяки діагностуванню (C_3).

1.5.Види й періодичність ТО тракторів, с.-г. машин та автомобілів

Технічне обслуговування буває двох типів: періодичне, що залежить від наробітку технічного засобу, і неперіодичне.

1.5.1. Технічне обслуговування тракторів.

Для тракторів неперіодичне обслуговування це:

Щозмінне ЩТО (раз у зміну незалежно від наробітку);

Сезонне $СТО^{вл}$ та $СТО^{оз}$ (при переході середньодобової температури через +5 °С відповідно навесні та восени);

Обслуговування при обкатці $О_1$, $О_2$ та $О_3$ (відповідно при підготовці, при проведенні та по закінченню обкатки);

Обслуговування при підготовці до зберігання під час зберігання та при знятті зі зберігання $ТО_{З1}$, $ТО_{З2}$ та $ТО_{З3}$;

Обслуговування в особливих випадках $ТО^{ов}$ (на пісках, болотах, у горах, в пустелі, при дуже низьких та дуже високих температурах оточуючого середовища).

Періодичне обслуговування тракторів виконується за спеціальною шкалою періодичності ТО і ремонтів від початку експлуатації (ПЕ) до капітального ремонту (КР). Нині існує дві шкали періодичності для тракторів поставлених на виробництво відповідно до 1982 р. (старій) і після 1982 р. (новій, рис. 3). За новою шкалою загальна кількість обслуговувань скорочена вдвічі. Скорочення досягнуто завдяки збільшення вдвічі наробітку до ТО-1 і до ТО-2. Кількість ТО-3 та ремонтів залишилась незмінною. Кількість мото годин:

до ТО-1: за старою шкалою – 60, за новою – 125;

до ТО-2: 240 і 500;

до ТО-3: 960 і 1000.

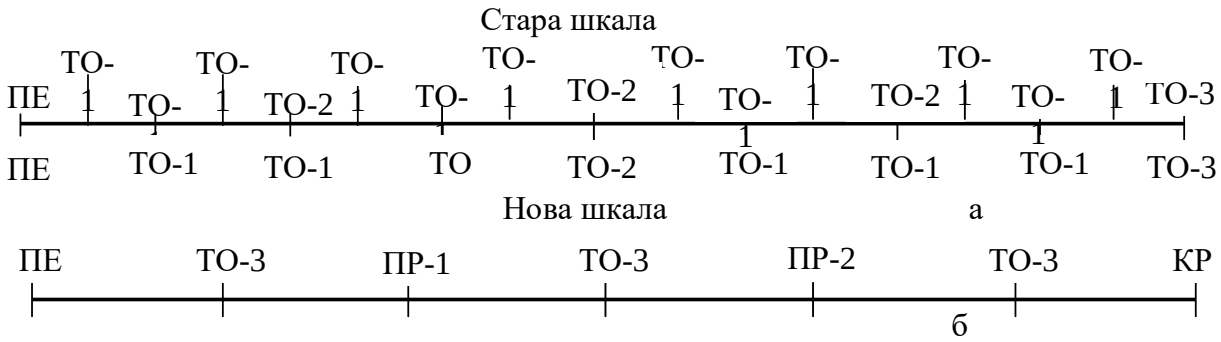


Рис. 3 – Види і періодичність ТО й ремонтів тракторів: а – періодичність ТО-1 і ТО-2 за старою і новою шкалами: б – періодичність ТО-3 і ремонтів: ПР-1, ПР-2 – поточні ремонти № 1 і № 2.

При ТО-3 та перед поточним ремонтом проводиться ресурсне діагностування.

Обсяг і строки поточного ремонту залежать від конкретного стану технічного засобу визначеного за результатами ресурсного діагностування.

1.5.2. ТО самохідних комбайнів.

Для самохідних комбайнів застосовуються такі види ТО:

ЩТО – щозмінне ТО, періодичні ТО-1 та ТО-2 і опісля сезонне СТО. Періодичність визначається за наробітком у фізичних гектарах або у тонах намолоту.

1.5.3. ТО простих с.-г. машин.

ЩТО – щозмінне ТО та СТО – опісля сезонне ТО.

1.5.4. ТО автомобілів.

Види обслуговувань: ЩТО – щоденне ТО, ТО-1, ТО-2 та СТО – сезонне ТО (так як і для тракторів). Періодичність ТО визначається за пробігом автомобіля в залежності від його категорії (таблиця).

Таблиця 1.1 – Періодичність ТО автомобілів

Вид ТО	Пробіг, км		
	1 категорія	2 категорія	3 категорія
ТО-1	1800..2200 (2000)	2200..2600 (2400)	2600..3000 (2800)
ТО-2	7200..:6800 (6000)	8800..10400 (9600)	10400..12000 (11200)

У початковий період експлуатації нових автомобілів ЗІЛ, КамАЗ, КАЗ виконується ТО-1000 (500..1000 км), ТО-3000 (2000..4000 км) і ТО-4000 (2000..4000 км). Щороку навесні проводиться періодичний огляд ПО.

1.6. Планування ТО

1.6.1. Види планів:

1) Річний (перспективний);

2) місячний (оперативний).

1.6.2. Методи планування:

1) розрахунковий;

2) графічний;

3) розрахунково-графічний;

1.6.3. Вихідні дані для планування ТО:

1) Марочний та кількісний склад парку (за марками визначається періодичність ТО);

2) Вид останнього ремонту і наробіток від нього до початку періоду планування;

3) Наробіток на період що планується.

1.6.4. Одиниці обліку наробітку:

1) Мото години (для тракторів);

2) витрати палива в кілограмах або у літрах (для тракторів та інших машин);

3) умовні гектари (для тракторів);

4) фізичні гектари (для комбайнів, а також для польових машин, змонтованих на базі тракторів);

5) тони намолоту (для збиральних комбайнів);

6) $м^3$ або тони виробленого матеріалу (для навантажувачів та землерийної техніки в т. ч. змонтованої на базі тракторів: бульдозери, скрепери, екскаватори, грейдери);

7) кілометри пробігу (для автомобілів).

Лекція 2.
ТЕМА 2. ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ТО ТА ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИН

Питання, що підлягають розгляду:

2.1. Технологія технічного обслуговування і діагностування машин. Інструкційно-технологічна карта і її структура.

2.2. Роботи, що виконуються при ТО та діагностуванні машин

2.3. Параметри технічного стану машини і її елементів

2.4. Методи і засоби (обладнання) щодо ТО і діагностування машин

2.5. Фаховий склад і режим роботи служби ТО і діагностування машин

2.6. Ефективність ТО і діагностування машин

2.1. Технологія технічного обслуговування і діагностування машин. Інструкційно-технологічна карта і її структура

Технологія ТО – це визначена послідовність робіт, що містять очисно-мийні, контрольно-оглядові, вимірювально-регулювальні, діагностичні і змащувальні-заправні операції, також регламентовану заміну деяких елементів з метою підтримання машини у справному стані на протязі визначеного часу або наробітку. **Діагностування**, відповідно до ГОСТ 22631-77, є специфічною і найважливішою складовою системи і технології ТО. Специфічність діагностування в тому, що воно не змінює технічного стану об’єкту, а спрямоване на отримання оперативної інформації про нього. Важливість діагностування в тому, що воно дозволяє оптимізувати маршрутну схему і, тим самим, скоротити час і витрати праці, матеріалів і коштів на проведення ТО.

Організаційно-нормативним документом щодо конкретного виду ТО конкретного технічного засобу (машини) є відповідна **інструкційно-технологічна карта**. Карта розробляється з урахуванням кількісного і кваліфікаційного складу виконавців і наявності технологічного обладнання. В залежності від виду ТО і місця його проведення, потужності наявної бази ТО для виконання кожної з операцій може бути запропоновано те чи інше обладнання, пристрої, прилади та інструменти, а також більша чи менша кількість виконавців різної спеціалізації. Всі необхідні операції подаються в ній у визначеній послідовності. Для кожної з цих операцій в залежності від обладнання, що застосовується, по кожному з виконавців розраховуються витрати часу, а також загальна трудомісткість. Щоб забезпечити потрібну якість ТО на кожну операцію в графі “Технічні умови й ескізи” подаються регламентовані значення й межі відхилення параметрів

технічного стану і схеми їх налаштовування і вимірювання. Для забезпечення раціональної послідовності і визначення загальної тривалості виконання всього обсягу робіт будується графік виконання операцій. В карті подаються загальні витрати праці по кожному з виконавців і разом, загальні витрати кожного з технологічних матеріалів, що використовуються при виконанні робіт. За рівних інших умов загальна трудомісткість залежить від ступеню спеціалізації і продуктивності обладнання, що використовується, загальна тривалість обслуговування – ще й від кількості виконавців.

Карти можуть розроблятись для використання на стаціонарних пунктах ТО (СПТО) тракторних бригад, на постах ТО і діагностування тракторів (СТОТ) або автомобілів (СТОА), а також для пересувних агрегатів ТО (ПАТО) й пересувних діагностичних установок (ПДУ). Карти дозволяють:

1) виконати увесь потрібний обсяг робіт у оптимальній послідовності (неоптимальна послідовність приводить до збільшення обсягу робіт) і запобігти пропускам окремих операцій;

3) регламентувати час і раціонально завантажити обладнання і виконавців;

4) забезпечити високу якість роботи;

5) регламентувати витрати праці, матеріалів і коштів, також тривалість ТО;

6) стимулювати виконавців до підвищення фаху.

2.2. Роботи, що виконуються при ТО та діагностуванні машин

При будь-якому ТО проводяться такі групи робіт:

1) очищувально-мийні (в окремому місті);

2) контрольно-оглядові (перевірка комплектності, підтягування кріплень, усунення дрібних несправностей, підтікань рідин та ін.);

3) змащувально-заправні (змащування машини відповідно до карти змащування, вимірювання наявної кількості різних рідин і доливання їх до потрібного рівня, або заміна їх на свіжі);

4) вимірювально-регулювальні (вимірювання параметрів і регулювання їх величин до потрібних значень, наприклад, тиск в шинах, напинання пасу генератора та ін.);

5) діагностичні (визначення технічного стану окремих агрегатів і машини в цілому, наприклад, тиск масла в системі змащення двигуна, компресія у циліндрах двигуна, кількість картерних газів та ін.).

Так, при ЩТО проводиться очищення й миття машини, перевірка кріплень та їх підтягування, дозаправка палива, масла, охолоджуючої та гальмової рідини, перевірка вибігу турбокомпресора та масляної

центрифуги, перевірка показань контрольних приладів. При ЩТО деякі операції треба виконувати на початку зміни (перевірка рівнів рідин та їх доливання), деякі операції треба виконувати в кінці зміни (перевірка вибігу вибігання турбокомпресора та масляної центрифуги), а деякі треба виконувати постійно (перевірка показань контрольних приладів).

При ТО-1 виконуються всі операції ЩТО й додатково змащується паливний насос, деякі підшипники, перевіряється щільність електроліту, напинання пасів генератора та компресора, прочищається повітреочисник, фільтр грубої очистки масла й масляна центрифуга та ін.

При ТО-2 додатково до попередніх операцій замінюється масло в картері двигуна, перевіряються й регулюються форсунки, зазори клапанів, електродів свічок запалювання, регулюється муфта зчеплення, гальма, напинання гусениць та ін.

При ТО-3 додатково до попередніх операцій промивається система охолодження, перевіряється та регулюється паливний насос, діагностується потужність, агрегати паливної системи, головна передача, трансмісія та ін.

СТО поводиться разом з черговим плановим ТО, але не нижче за ТО-2, де додатково виконується промивка системи охолодження, заміна масла в двигуні, палива, а при потребі й охолоджуючої рідини, встановлюється чи знімається котел-підігрівач, вмикається (вимикається) масляний радіатор, замінюються фільтруючі елементи палива, збільшується (зменшується) напруга від генератора та ін.

При ресурсному діагностуванні визначається залишковий ресурс й приймається рішення щодо доцільності подальшої експлуатації машини чи її агрегатів.

2.3. Параметри технічного стану машини і її елементів

Технічний стан машини і її окремих елементів безпосередньо характеризується структурними параметрами: зазорами, зносами, напинанням, жорсткістю або деформацією елементів, тиском і видатком газів і рідин та ін. Щоб отримати вичерпну оцінку щодо технічного стану машини або її окремого елементу, інколи потрібно використати досить велику кількість структурних параметрів, причому, щоб забезпечити потрібну статистичну вірогідність, кількість замірів може сягати декількох десятків. Крім того, для обмірювання окремих деталей потрібне обов’язкове розбирання машини. Зайве ж розбирання - це не тільки додаткові витрати праці і збільшення простою машини, але й додаткова втрата ресурсу машини, тому що розбирання порушує наявний приробіток деталей. Інколи розбирання може зовсім позбавити працездатності і, навіть, зруйнувати об’єкт. Тому занадто цікаво отримати інформацію щодо внутрішнього

технічного стану машини або її елементів без розбирання й виснажливого вимірювання. І таку інформацію можна отримати, якщо спиратись на такі параметри, які побічно характеризують стан усього елементу або усієї машини разом. Такі параметри називаються діагностичними. Різноманітність діагностичних параметрів достатньо велика, але їх достатня кількість набагато менша ніж структурних. Діагностування – вимірювання діагностичних параметрів, як правило, не потребує розбирання машини.

Розглянемо оцінку технічного стану деяких елементів машин.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ)

Структурні параметри:	Діагностичні параметри:
• зазор у корінних підшипниках;	• тиск масла;
• зазор у шатунних підшипниках;	• вільний хід поршня , що розташований у ВМТ;
• осьовий зазор у корінних підшипниках;	• наявність і концентрація продуктів зносу в маслі;
• з'єднання: палець – шатун, палець – поршень.	• амплітуда й частота коливань колінчастого валу.

Газорозподільчий механізм (ГРМ)

Структурні параметри:	Діагностичні параметри:
• тепловий зазор у клапанному механізмі;	• амплітуда й частота коливань валу;
• знос кулачкового валу;	• розрідження у впускному колекторі.
• загальний знос механізму.	

Паливна система

Структурні параметри:	Діагностичні параметри:
• фази подачі палива;	• імпульс тиску в трубопроводі високого тиску;
• цикловий видаток;	• тиск початку впорскування;
• рівномірність видатку секціями;	• мінімальна і максимальна частота обертання колін вала двигуна;
• знос прецизійних пар насосними секцій;	• тиск поперед та опісля фільтру
• тиск впорскування;	
• працездатність регулятора;	
• стан паливних фільтрів;	
• видаток підкачувального насосу;	

2.4. Методи і засоби (обладнання) щодо ТО і діагностування машин

Діагностування включає три основних етапи:

1) отримання інформації про технічний стан об’єкту діагностування;

2) обробіток і аналіз цієї інформації;

3) встановлення діагнозу й прийняття рішення.

Таким чином технічна діагностика дозволяє здійснювати керування технічного стану машини.

Існує декілька методів діагностування.

1) Суб’єктивний метод. При ньому оцінка проводиться візуально, на слух, на дотик, а також з використанням логічного мислення. Точність цього методу можна значно підвищити, якщо використовувати різноманітні пристосування щодо покращення сенсорного сприйняття інформації про роботу машини (наприклад, стетоскопу).

2) Діагностування за структурними параметрами, Виконуються безпосередні вимірювання параметрів стану (наприклад, діаметрів циліндра й поршня). Перевага методу – простота вимірювального обладнання, висока точність. Недоліки – велика трудомісткість, необхідність у розбиранні, що порушує приробіток, поодинока оцінка (в окремому місці, а не в середньому для всього елементу.

3) Діагностування за витіканням рідин та газів. Це дозволяє оцінити зазори й ступінь зношення прецизійних пар.

4) Діагностування за параметрами робочих процесів (пульсація картерних газів, повітря у впускному колекторі, в баку гідросистеми, палива у трубопроводах високого тиску). Перевага – невелика трудомісткість.

5) Віброакустичний метод. Оцінка ведеться за величиною амплітуди коливання елементу, що діагностується.

6) За оцінкою якості нафтопродуктів. Перевіряються нафтопродукти лабораторіями ПЛ-2М або РЛ (з бака трактора, з цистерни).

7) Спектрографічний метод – визначення продуктів зносу в маслі. Під дією вольтової дуги примушують світитися продукти зносу (метали), що є в маслі і за спектром визначають яки метали присутні в маслі і їх кількість.

8) Діагностування потужності й паливних показників. Діагностування проводиться гальмовими й безгальмовими методами. Гальмові методи точні, але складні й трудомісткі. Безгальмові відносно прості, але не дуже, хоча й достатньо, точні.

Крім того, діагностування можна розрізнювати й за іншими признаками:

- функціональне (при звичайній роботі) й тестове;
- універсальне й спеціальне (вмонтоване);
- стаціонарне й пересувне;
- автоматичне й ручне;
- заводське – експлуатаційне – ремонтне;

- спеціальне (заявочне).

Обладнання щодо технічної діагностики виготовляється за призначенням і буває стаціонарне, переносне й пересувне (на шасі автомобіля).

1) Переносний комплект КИ-13901Ф ГОСНИТИ – використовується при ТО-1, ТО-2, а також при заявочному діагностуванні.

2) Пересувна діагностична установка КИ-13905 (КИ-4270А) ГОНИТИ – використовується при ТО-3 тракторів, при діагностуванні зернозбиральних комбайнів, заявочного діагностування. Установка змонтована на базі УАЗ-451 й додатково вміщує слюсарний інструмент. Аналогічні пересувні діагностичні установки КИ-13925 ГОСНИТИ (на базі автомобіля ИЖ-2715) і КИ 13965 ГОСНИТИ (на базі автомобіля УАЗ-452) (Вироблялись в м. Тарту – Естонія)

3) Пересувна ремонтно-діагностична майстерня МПР-817Д на базі автомобіля ГАЗ-51 (ГОСНИТИ –3) і МПР-9924 на базі автомобіля ГАЗ-52-01 (ГОСНИТИ –4) (Вироблялись в м. Івано-Франківську).

4) Стаціонарний комплект КИ-5308 ГОСНИТИ – використовується при ТО-3 та опісля сезонного ТО. Комплект встановлюється на посту діагностування й ТО, обладнаним оглядовою ямою, діагностичною установкою КИ-4935 ГОСНИТИ (поставляється окремо) й містить робоче місце майстра діагноста з обладнанням.

5) Установка КИ-4935 ГОСНИТИ – використовується на стаціонарних постах. Вона містить балансирну електричну машину, редуктор, рідинний реостат, електричну шафу, пульт управління, витратомір палива й карданний вал.

6) Стенд КИ-8927 ГОСНИТИ (КИ-8948 ГОСНИТИ) – використовується для перевірки тягово-економічних показників, стану силової передачі, колісних та стояночних гальм, гідравлічної системи навісного пристою (ГНПТ) та електрообладнання колісних тракторів. Можна діагностувати паливну апаратуру, циліндро-поршневу групу та ін. Стенд має привідний блок з чотирма біговими барабанами, опорний блок з двома біговими барабанами, рідинний реостат, пристрій для діагностування ГНПТ, пульт управління, довантажувальний пристрій, витратомір палива, систему відсмоктування випускних газів. Пульт управління дистанційного типу, що дозволяє одному майстру-діагносту виконувати всі роботи.

2.5. Фаховий склад і режим роботи служби ТО і діагностування машин

Служба ТО і діагностування передбачає такий персонал:

- інженер-діагност;
- технік-діагност;
- акумуляторник;
- технік-технолог;
- майстер-наладчик;
- вулканізаторник.
- слюсар-механік;
- слюсар-електрик;

Конкретний фаховий і кількісний склад служби залежить від виду, спеціалізації і розмірів СПТО, СТОТ, СТОА, ПАТО або ПДУ. Діагностичну службу очолює інженер-діагност або технік-діагност, а службу ТО очолює майстер-наладчик.

Режим роботи служби залежить від виду й прийнятої технології роботи, наявного обладнання, фахового і кількісного складу служби. Оптимальний режим роботи служби такий коли всі виконавці завантажені рівномірно (без простоїв), тривалість обслуговування – мінімальна, а їх питома кількість – максимальна.

2.6. Ефективність ТО і діагностування машин

Підтримання відповідного рівня технічної готовності машини досягається завдяки її технічного обслуговування і ремонту. Зрозуміло, що чим менше витрат на ТО, тим більше витрат на ремонт і навпаки. Однак, завжди існує таке співвідношення у витратах на ТО і на ремонт коли їх сумарна кількість мінімальна. Власне таке співвідношенні й визначає ефективність системи ТО в цілому, складовою якої є діагностування.

Діагностування – це лише отримання інформації щодо технічного стану машини чи її елементів. В “чистому” вигляді діагностування є збитковим, оскільки воно не змінює технічного стану об’єкту. Тому діагностування само по собі – це нонсенс. Обов’язково треба щоб діагностування було щонайтісніше пов’язане із службами ТО й ремонту в єдиній системі.

Ефективність діагностування полягає в:

1) скороченні операцій ТО й ремонту;
2) збільшенні ресурсу агрегатів й машини в цілому;
3) скороченні трудомісткості операцій ТО й ремонту;
4) скороченні простою машин на ТО й ремонті;
5) скороченні витрат коштів на ТО й ремонті машин.

Лекція 3.
ТЕМА 3. АГРОТЕХСЕРВІС

Питання, що підлягають розгляду:

3.1. Ремонтно-обслуговуюча база

3.2. Форми організації підприємств агротехсервісу

3.3. Сервісне обслуговування

3.4. Зберігання машин

3.5. Організація нафтогосподарства

3.1. Ремонтно-обслуговуюча база

Ремонтно-обслуговуюча база (РОБ) включає комплекс будівель, споруд, обладнання, засобів механізації і зв'язку, які можуть бути як стаціонарні, так і пересувні. До складу РОБ входять такі стаціонарні об'єкти:

- ремонтні майстерні (в т.ч. центральна – ЦРМ);
- пункти технічного обслуговування (СПТО) (в т.ч. пункт складного ТО і діагностування);
- машинні двори;
- автогараж з профілакторієм;
- нафтосховища з постами заправки;
- складські приміщення;
- будинки механізаторів.

Пересувні засоби – це:

- пересувні агрегати ТО (ПАТО) на базі автомобіля, самохідного шасі чи причіпні;
- механізовані заправні агрегати (МЗ);
- автопересувні ремонтні майстерні (ПАРМ);
- пересувні діагностичні установки (ПДУ).

Указані об'єкти розташовуються і господорствах в більш повному обсязі – на центральних садибах, і частково – на відділках чи бригадах. Крім указаних існують районні або міжгосподарські об'єкти РОБ – це станції технічного обслуговування тракторів (СТОТ) і автомобілів (СТОА).

Існують типові проекти РОБ для господарств (10 типових проектів), які охоплюють господарства з кількістю тракторів в межах 25..200 одиниць і розподіляються на три групи: тип А, тип Б і тип В.

Тип А (75..200 тракторів) – призначений для господарств, в яких кожний відділок (бригада) має самостійний центр зосередження техніки й об'єктів ТО. РОБ центральної садиби такого господарства містить тільки

ЦРМ, центральний машинний двір, автогараж й центральне нафтосховище.

Тип Б (50..100 тракторів) – призначений для господарств, в яких на центральній садибі знаходиться і господарський центр одного з відділків (бригади). Тут до складу РОБ центральної садиби додається ПТО відділку, які також розташовані у всіх інших відділках (бригадах), де їх інколи називають “польовими станами”.

Тип В (25..75) тракторів – призначений для господарств, в яких вся с.-г. техніка і всі підрозділи РОБ розташовані в одному господарському центрі.

Кожна РОБ поділяється на сектори: I – ТО і ремонту с.-г. техніки; II – стоянки й ТО автомобілів; III – тривалого зберігання машин; IV – нафтосховище з постами заправки. Кожен з цих секторів може розташовуватись як самостійно, так і в комбінації з іншими і залежності від природнокліматичних, грунтово-рельєфних і господарських умов.

До складу сектора ТО і ремонту с.-г. техніки входять: ЦРМ, СПТО, матеріально-технічний склад, службово-побутове приміщення, майданчики для техніки що чекає на ремонт (або після ремонту), майданчик з навісом для регулювання машин, майданчик для миття машин.

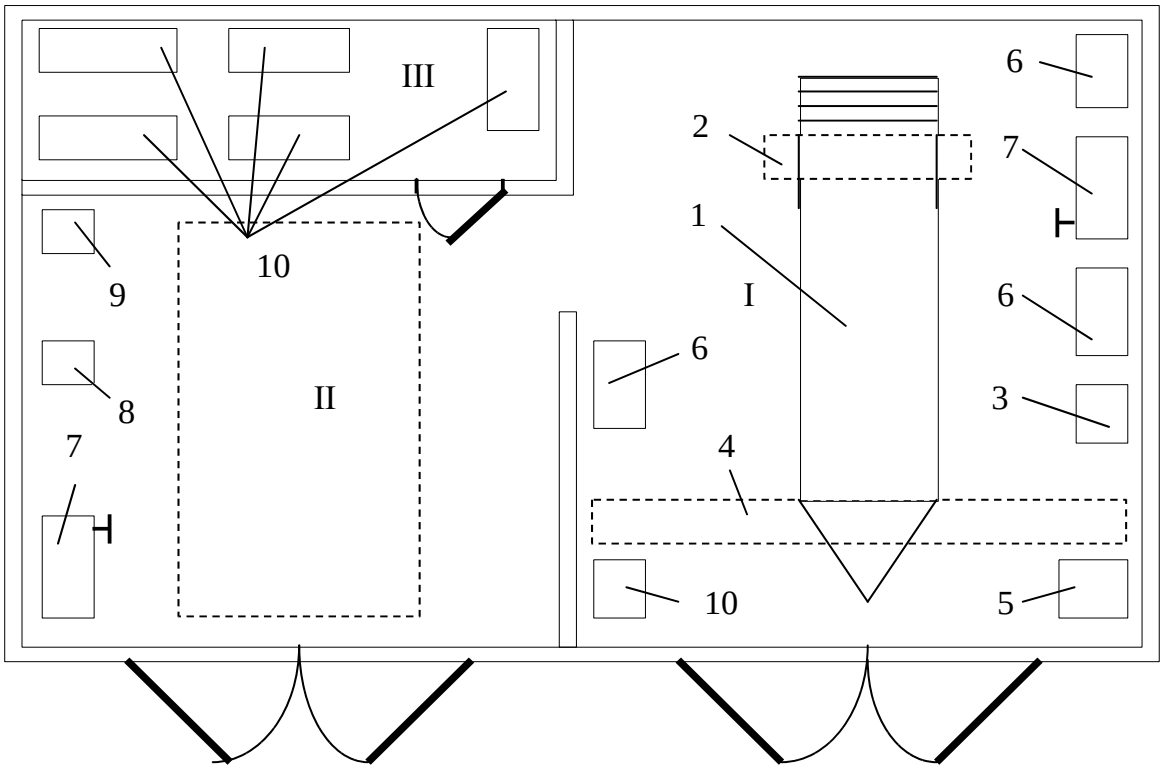


Рис. 3.1 – Планування ПТО: I - пост ТО; II- ділянка усунення несправностей; III- комора; 1 - оглядова яма; 2 - установка для промивання системи змащення ОМ-2871 ГОСНИТИ; 3 - установка для заправлення і змащення ОЗ-4967 ГОСНИТИ: 4 - кран підвісний; 5- компресор; 6 - комплект устаткування для ТО: 7- слюсарний верстат; 8- вертикально-свердлильний верстат; 9- гідравлічний прес; 10- стелаж.

Для ЦРМ розроблені типові проекти на 25, 50, 75, 100, 150 і 200 тракторів (ТП 816-127.. ТП 816-132). Але в деяких господарствах ЦРМ мають оригінальні проекти. Склади мають дути спеціалізовані й механізовані.

СПТО може бути різним за спеціалізацією і розміром. Так, на бригадах (“польових станах”) СПТО має як правило одно постановочне місце де проводяться ТО-1 і ТО-2 тракторів й усунення несправностей машин. На центральному відділку влаштовуються (інколи разом з ЦРМ) СПТО або пости складного ТО і діагностування на 1..3 постановочних місця (рис. 3.1), де проводяться ТО-3, сезонні ТО і діагностування тракторів, а також самохідних комбайнів.

Сектор – стоянки й ТО автомобілів містить гараж з профілакторієм, приміщення для теплої стоянки автомобілів, відкриті майданчики для автомобілів і причепів, диспетчерську, пункт огляду автомобілів перед виходом у рейс, мийку з естакадою, зворотним водооснащенням і збиранням мастил. В профілакторії проводяться ТО-2, діагностування й поточний ремонт автомобілів.

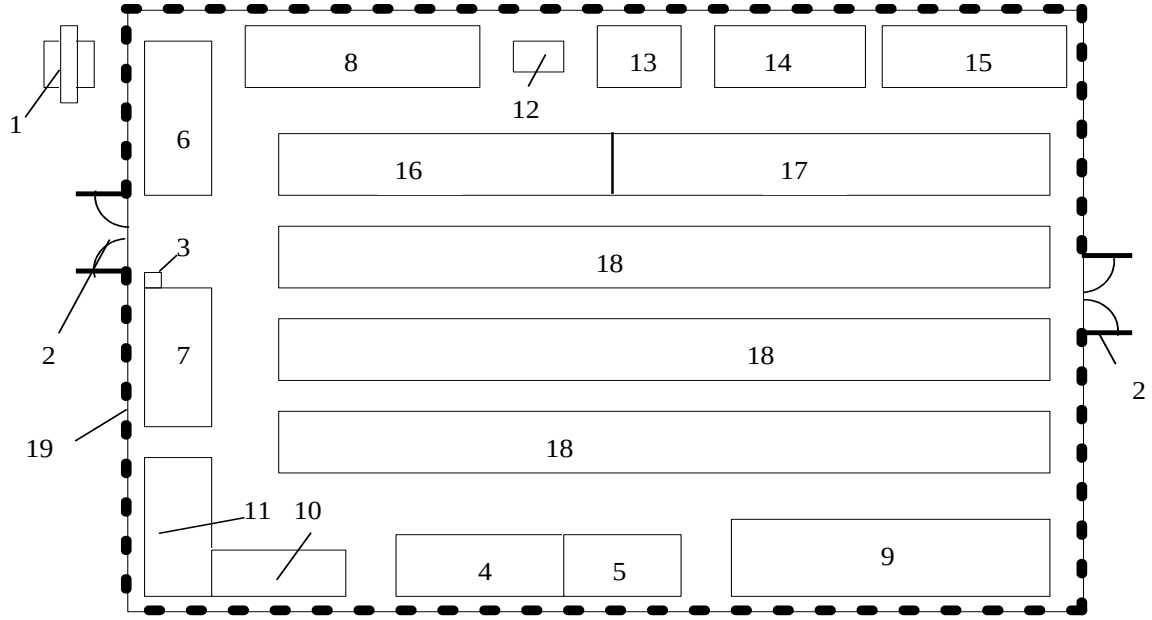


Рис. 3.2 – Планування машинного двору

Сектор тривалого зберігання машин включає машинний двір, який має такі об’єкти (рис. 3.2): мийку з естакадою і зворотним водооснащенням 1, ворота 2, прохідну 3, майстерню 4, будинок механізаторів 5, пункт ТО 6, склад вузлів і деталей 7, майданчик для регулювання машин і агрегатів 8, ангар для самохідних комбайнів 9, майданчик для збірки й розбирання машин з вантажопідйомним засобом 10, майданчик для нової техніки 11, підстанцію 12, водомастилонагрівач 13, резервний майданчик 14, майданчик для металобрухту 15, майданчик для між змінної стоянки машин

16, майданчик для зберігання тракторів 17, майданчики для зберігання с.-г. машин 18, огорожу 19.

На машинному дворі виконуються такі роботи:

1) технічне обслуговування МТП;
2) дозбирання нової техніки;
3) розбирання списаної техніки;
4) усунення несправностей;
5) постановка техніки на зберігання;
6) зняття техніки зі зберігання;
7) виготовлення устаткування і пристосувань, що використовуються при обслуговуванні і зберіганні техніки (підставки, заглушки, чохли, стелажі, вішала, шкребки й ін.);
8) комплектування і налагодження агрегатів.

Персонал машинного двору – зав. машинним двором і слюсарі: механіки, електрик, акумуляторник, вулканізаторник, а при наявності в майстерні відповідного цеху – коваль, зварювальник, верстатники.

Нафтосховища бувають наземні, наземно-підземні і підземні відповідно до типових проектів 704-1-99..704-1-104 з місткістю резервуарного парку 40, 80, 150, 300, 600 і 1200 м^3. Наземні нафтосховища мають бути огороджені земляним валом, що запобігає розтіканню нафтопродуктів при аваріях. Резервуарний парк складається із цистерн різного об’єму: 3, 5, 10, 25 і 50 м^3. Кількість резервуарів під дизельне паливо має бути не менше за дві, щоб забезпечити 48-годинне його відстоювання. Для прийому треба використовувати заправні стояки, а для видачі на постах заправки – роздавальні колонки. Це забезпечить надійне, безпечне і заощадливе використання нафтопродуктів.

Пересувні засоби обслуговування використовуються для проведення заправних і ремонтно-обслуговуючих робіт в польових умовах або на віддалених маленьких бригадах, де створювати СПТО не доцільно. В залежності від відстані переїзду (радіуса охоплення) доцільно використовувати агрегати побудовані на різних видах шасі. Так, коли обслуговується техніка що розташована на відстані до 3 км доцільно використовувати ПАТО на базі причепу (АТО-П). В разі більшої розосередженості працюючих агрегатів в межах бригади доцільно використовувати ПАТО на базі самохідного шасі Т-16М (АТО-С). В разі великої розосередженості працюючих агрегатів в межах господарства або як міжгосподарський об’єкт доцільно використовувати ПАТО на базі автомобіля (АТО-А). ПАТО призначені для виконання ТО-1 і ТО-2 тракторів і комбайнів.

3.2. Форми організації підприємств агротехсервісу

Існуючі організаційні форми ТО МТП розрізняються рівнем концентрації і ступенем спеціалізації і поділі праці. Можна виділити шістьох можливих організаційних форм ТО МТП:

1) обслуговування проводиться силами і засобами господарства;

2) обслуговування господарств проводиться об'єднаннями механізації (сервісними центрами), де створюється база ТО і ремонту МТП;

3) обслуговування проводиться частково силами і засобами господарства і частково (складне ТО і діагностування) відповідним підприємством району;

4) обслуговування проводиться цілком підприємством району (РОБ господарства цілком передається в оренду підприємству району);

5) районним підприємством цілком проводиться обслуговування і виробнича експлуатація МТП господарства (в оренду підприємству району передається РОБ і весь МТП господарства);

6) обслуговування і виробнича експлуатація МТП проводиться міжгосподарськими підприємствами по механізації й електрифікації сільського господарства (машинно-технологічними станціями).

На сьогоднішній день можливе застосування тільки першої і третьої організаційних форм ТО МТП, однак, у перспективі можлива поява міжгосподарських чи самостійних сервісних підприємств (можливо часток), що дозволять застосувати другу чи шосту організаційні форми ТО МТП. Крім того, окремі господарники і суб'єкти АПК, у зв'язку з проведенням радикальної реформи на селі, виражають бажання організувати районні підприємства по виробничій експлуатації й обслуговуванню МТП для виконання с.-г. робіт під замовлення с.-г. підприємств із різною формою власності: КСП, фермерських господарств, акціонерних і ін. підприємств, що дозволить застосувати п'яту організаційну форму ТО МТП.

Останнім часом колишня служба технічного забезпечення працездатності машинно-тракторного парку майже повністю зруйнована. На часі побудова нової мережі підприємств агротехсервісу на приватній власності. Безумовно, приватного підприємця цікавить, насамперед, прибуток, який залежить від собівартості і обсягу сервісних робіт, тобто від виробничої програми підприємства. Навіть, якщо визначитися з виробничою програмою й асортиментом сервісних робіт, при побудові підприємства постає дуже важливе питання стосовно його структури, яка має бути наближена до оптимальної.

Асортимент робіт підприємств агротехсервісу складається із періодичного технічного обслуговування (ТО), діагностування та поточного

ремонту (ПР) машинно-тракторного парку (МТП). Для тракторів цей асортимент складається з технічних обслуговувань: ТО-1, ТО-2, ТО-3 й сезонного ТО, - ресурсного діагностування (при ТО-3 та перед ремонтом) та ПР. Оскільки ТО вищого рівня містить всі операції нижчого рівня, то, з точки зору найефективнішого використання обладнання, чіткості виконання операцій і дотримання оптимальної маршрутної технології, доцільно на сервісних підприємствах утворювати окремі пости для ТО-1, ТО-2, ТО-3 й сезонного ТО, причому на посту ТО-2 виконувати операції, що не входять до ТО-1, а на посту ТО-3 – операції, що не входять до ТО-2. В такому разі трактор що потребує ТО-2 спочатку потрапить на пост ТО-1, а потім переміститься на пост ТО-2, а трактор що потребує ТО-3 або ПР має спочатку пройти ресурсне діагностування, потім ПР, обсяг якого визначається на підставі даних діагностування, а вже потім – пости ТО-1, ТО-2 й ТО-3. Слід зауважити, що окрім названих постів доцільно додати окремий пост зовнішнього очищення та миття (ЗОМ).

Оскільки періодичність і тривалість різних видів обслуговування дуже різняться, то кількість постів різного рівня має бути такою, щоб забезпечити їх безперервну роботу за умов відсутності простою тракторів на очікуванні обслуговування. При цьому потрібна кількість постів напряму залежить від тривалості відповідного обслуговування і може змінюватися завдяки використання більш чи менш продуктивного обладнання, а також завдяки одночасного використання більшої чи меншої кількості виконавців.

Насамперед ставиться за мету визначити співвідношення між виробничою програмою та структурою підприємств агротехсервісу, а саме: кількістю постів та постановочних місць на них. При цьому не виключається можливість розподілу загальної сервісної програми для окремої групи тракторів на декілька сервісних підприємств як з повним, так і з частковим (наприклад, тільки ТО-1, або тільки ТО-1 і ТО-2) асортиментом обслуговування.

Загальна ж кількість постановочних місць з кожного виду обслуговування визначиться як сума постановочних місць на відповідних постах сервісних підприємств всієї мережі. Слід зауважити, що при розширенні сервісної мережі, що досягається завдяки подрібнення сервісних підприємств, загальна кількість постів і постановочних місць буде збільшуватись, оскільки при цьому погіршуються можливості їх завантаження, але витрати щодо транспортування тракторів на обслуговування будуть значно зменшуватись, оскільки буде скорочуватись відстань між виробничими і сервісними підприємствами. Визначення потрібної кількості сервісних підприємств відповідного рівня та їх

оптимальне розташування складає окрему задачу оптимізації структури мережі цих підприємств в адміністративному районі або с.-г. регіоні.

3.3. Сервісне обслуговування

Ефективність застосування окремої машини залежить, з одного боку, від її продуктивності (прямо пропорційно) і, з другого боку, - від вартості її утримання (зворотно пропорційно). Вартість утримання машини залежить від її ціни (капітальних вкладень) і поточних експлуатаційних витрат, з яких основну частку складають витрати на ТО й ремонти. Коли ринок с.-г. техніки поширюється, у покупця природно постає запитання - яку машину придбати: дорожчу, продуктивнішу і надійнішу чи дешевшу, менш продуктивнішу і менш надійнішу. Зважити ці фактори самотужки покупцю не під силу і він в багатьох випадках зробить не кращий вибір, що не вигідно ні продавцю кращої техніки ні покупцю. Більш охоче відгукнеться покупець на пропозицію продавця, якщо той запропонує не тільки ціну, а й гарантовані витрати на утримання машини і це природно: продавець власне сам розраховується за свій витвір. Такий вид обслуговування називається сервісним. Тут по машину на протязі усього періоду її використання дбає виробник або посередник від імені виробника, що зустрічається частіше. В світі утворились фірми що займаються продажем і сервісним обслуговуванням машин декількох виробників. Це вигідно і виробникам і покупцям і посередникам.

Коли йдеться про нові машини – все зрозуміло – є чітко визначений стан машини відповідними паспортними даними. Але на українському ринку с.-г. техніки мають неабиякий оборот машини що зазнали різних бувальців, в т.ч. і закордонні (своєрідний агротех Second Hand). В цьому випадку оптимальний баланс між моржем в цінах і сервісними витратами для сервісного підприємства можна визначити лише на підставі комплексного діагностування майже кожної машини, а це надає неабияку нішу для розвою таких підприємств на Україні.

Оптимізація сервісних витрат вимагає від “сервісників” постійного моніторингу за об’єктами від придбання до списання, постійного спілкування і з продавцем і з покупцем, узгоджуючи їх інтереси з власними. Тому тут до вже вказаних обслуговувань додаються ще такі як обслуговування при поставці, перед продажем, під час продажу і при утилізації.

3.4. Зберігання машин

Машини в с.-г. виробництві використовуються на протязі року тільки деякий час. Так річне нормативне завантаження тракторів складає 1200..1300 годин, тобто менше 200 днів, а с.-г. машин від 400 годин

(культиватори, зчіпки) до 40 годин (спеціальні сівалки) – це 60..6 днів. Де ж перебуває непрацююча техніка?

Непрацююча с.-г. техніка крім тої що знаходиться в ремонті повинна зберігатись на машинних дворах або на польових станах бригад.

Зберігання – це комплекс організаційних, економічних і технічних заходів спрямований на усунення (уповільнення) шкідливого впливу оточуючого середовища на технічний засіб у непрацюючий період.

Зберігання МТП регламентується ГОСТ 7751-85 в напрямку організації і технології.

До організації зберігання відносяться такі питання:

- вибір місця розташування машинного двора;
- вибір виду і способу зберігання;
- планування робіт щодо зберігання машин.

До технології зберігання відносяться такі питання:

- вибір методів і способів виконання робіт;
- вибір обладнання, устаткування й інструменту;
- визначення технічних умов на окремі операції;
- визначення оптимальної послідовності (маршруту) виконання робіт і операцій.

Місце для зберігання техніки добирається за таких умов:

- щоб не заливали талі й дощові води і не заносило снігом;
- щоб знаходилось ближче до центру бригади й поруч з населеним пунктом;
- щоб не був під пануючими вітрами з тваринницької ферми;
- щоб не був відокремлений ярами.

Існує три види зберігання:

1) між змінне (до 10 діб);
2) короткострокове (від 10 діб до 2 місяців);
3) тривале (більш за 2 місяці).

Існує три способи зберігання:

1) відкритий (на відкритих майданчиках і під навісом):
2) закритий (в гаражах, боксах, сараях і ангарах);
3) комбінований (машини знаходяться на відкритих майданчиках або під навісом, а окремі вузли та агрегати що демонтовані з них – в закритому приміщенні – на складі). Демонтажу підлягають такі елементи: електрообладнання, пускові двигуни, паливні насоси, паси, ланцюги, гумотекстильні вироби. В разі неможливості або великої незручності демонтажу припускається послаблення натягу (тиску) і нанесення захисних

покрить.

Вибір способу зберігання проводиться за таких критеріїв:

- економічного (порівняння витрат на зберігання з втратами при зберіганні);
- трудовитратного (в разі недостатньої кількості трудових ресурсів);
- соціально-психологічного (з точки зору впливу на психологію і естетичне сприймання організації виробництва працівників)

В залежності від виду зберігання виконується більший чи менший обсяг робіт.

При **між змінному** зберіганні виконуються роботи спрямовані на збереженні комплектності машини, яка має знаходитись на спеціальному майданчику для між змінного зберігання (Акумуляторна батарея обов'язково відключається).

При **короткостроковому** зберіганню машина має знаходитись на своєму постійному місці, поміченому спеціальною табличкою, на підставках. Виконуються в залежності від способу зберігання демонтажні роботи тільки електрообладнання й герметизація отворів і щілин. Паси і ланцюги тільки послабляються.

При **тривалому** зберіганні проводиться увесь регламентований комплекс робіт.

При постановці на зберігання виконуються такі **групи робіт**:

1) очищення й миття;
2) ТО й діагностування;
3) демонтаж (монтаж) вузлів і агрегатів;
4) нанесення захисних покрить (для зовнішніх поверхонь) і консерваційних змащень (для внутрішніх поверхонь і запасних частин);
5) герметизація отворів, щілин і порожнин;
6) установка на підставки.

Матеріали що використовуються при постановці машин на зберігання:

- консерваційні змащення для зовнішніх покрить (ПВК, СТК);
- консерваційні змащення для внутрішніх покрить (НГ-203Б, НГ-204, "Акор" та ін.);
- водно-воскові суміші для зовнішніх покрить металевих та ін. поверхонь;
- консерваційні змащення для запасних частин (збезводнені мастила і оливи, консистентні мастила);
- інгібітори корозії (тверді, рідкі і газоподібні).

Документація на машинному дворі:

1) Журнал обліку надходження с.-г. техніки (для усієї техніки);

2) Акти постановки машин на зберігання (для складної техніки в 2-х примірниках – один для зав. машинного двору, другий для бухгалтерії);

3) Журнал приймання й витрачання вузлів та деталей із списаної техніки і запасних частин);

4) Журнал надходження й витрачання матеріалів;

5) Наряди на виконання робіт.

3.5. Організація нафтогосподарства

3.5.1. Організаційно-технологічні схеми забезпечення нафтопродуктами

Постачання нафтопродуктів поводиться або завозом або самотужки. Як правило господарство завчасно складає угоду з постачальником на види, обсяги і строки постачання нафтопродуктів. Постійні партнери-постачальники – це вигідно насамперед в забезпеченні стабільності й якості продуктів постачання.

Існує декілька організаційно-технологічних схем забезпечення господарства нафтопродуктами:

1) Без центрального сховища (при стабільному постачанні безпосередньо на пости заправки);

2) З центральним сховищем (при не стабільному постачанні);

3) З бригадними постами заправки (при великій відстані і поганими шляхами поміж бригадами);

4) З пересувними заправними агрегатами (при добрих шляхах і великій розосередженості одночасно працюючих агрегатів).

3.5.2. Планування потреби в нафтопродуктах

Потреба в нафтопродуктах залежить від обсягу механізованих робіт. Спочатку визначається потреба в дизельному паливі на кожну з механізованих робіт за встановленими нормами витрачання палива і обсягом робіт. Потім підсумовується витрачання палива для всіх операцій за відповідний термін (місяць, квартал, рік). Якщо відомий обсяг механізованих робіт на визначений термін в ум.га, то можна визначити потребу в дизельному паливі через питому витрату палива g_y = 8…12 кг/у.га. Далі до цього додається витрачання дизпалива на транспортні і невраховані роботи (в разі визначення через ум.га додається витрачання й на самохідні агрегати біля 25 % від витрачання тракторами). Потреба в бензині розраховується за обсягами вантажоперевезень по всіх видах транспортних засобів.

Потреба в інших нафтопродуктах (моторних, трансмісійних та індустріальних оливах, конисистентних мастилах та пусковому бензині

визначається в відсотках від основного палива: моторна олива – 4,8 % ; трансмісійна олива – 0,65 % ; індустріальна олива – 0,15 % ; пластичні мастила – 0,05 % ; пусковий бензин – 1 %.

3.5.3. Персонал нафтогосподарства

Персонал залежить від річного видатку нафтопродуктів. При видатку більш за 500 т – потрібен завідуючий нафтогосподарства. При видатку 100.. 500 т – зівідуючий-комірник, При видатку менше 100 т – завідуючий за сумісництвом. При заправці більше 25 машин за день потрібен заправник, а менше 25 машин в день – заправляє комірник. В кожній бригаді має бути заправник. На пересувному механізованому заправному агрегаті функції заправника виконує водій.

3.5.4. Приймання, зберігання, видача й облік нафтопродуктів

Приймання має відбуватися за накладною й сертифікатом через приймальний стояк.

Зберігання в очищених, заповнених, щільних, зі справними дихальними клапанами і кранами пофарбованих світло відбивальною фарбою цистернах на протязі не менше 48 годин.

Видача – через роздавальні колонки (КЕД-50-0,5; КЕД-50-1).

Облік – або в кг, або в літрах (змішування одиниць обліку не припустиме). Контроль якості й кількості нафтопродуктів проводиться ручною лабораторією РЛ. Ревізія в складі з 3 осіб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бендера І.М., Грубий В.П. Експлуатація машин і обладнання. Кам'янець-Подільський.: ФОП Сисик Я.І., 2013. С. 575.
2. Бендера І.М., Грушецький С.М. Технологія технічного обслуговування машин. Кам'янець-Подільський.: Абетка., 2009. С. 319.
3. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., та ін. Сільськогосподарські машини Київ : Агроосвіта, 2015. С. 679.
4. Грушецький С.М., Бендера І.М. і ін. Технічний сервіс в АПК. Кам'янець-Подільський.: Абетка., 2014. С. 679.
5. Комплексна система технічного обслуговування і ремонту машин в сільському господарстві.-М.: ГОСНИТИ, 1985. – 143 с. (рос. мов.).
6. Машиновикористання в землеробстві./За ред. проф. И.Ю. Ільченка і доц. Ю.П. Нагірного.- К.: Урожай, 1996.- 382 с.
7. Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. Експлуатація машин і обладнання – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
8. Самокіш М.І., Ермантраут Е.Р., «Організація і технологія механізованих робіт» – К. : Урожай 1991-160 с.
9. Фришев С.Г., Білокобила Є.Ю. Вантажне перевезення. Ніжин ПП Лисенко М.М. 2019 С.277.

ДЛЯ НОТАТОК

AMAZONE
Cataya 3000 Super