

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МАШИННІ АГРЕГАТИ ТА ЇХ КОМПЛЕКТУВАННЯ	2
Тема 1. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	2
ВСТУП.....	2
1.1. Основні виробничі фактори, що впливають на ефективність використання сільськогосподарської техніки	3
1.2. Система експлуатаційно-технологічних показників машин.....	9
1.3. Формування зональних систем ремонтно-обслуговуючих технологій і встаткування.....	12
1.4. Методи підвищення ефективності використання машин в умовах багатоукладного виробництва	14
Тема 2. МАШИННІ АГРЕГАТИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ ТА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ.	17
Зміст і задачі розділу.....	17
Основні поняття про виробничі процеси.....	18
Поняття про МТА, МТП, система машин.....	18
Класифікація сільськогосподарських агрегатів.....	19
Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів	19
Тема 3. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ АГРОМАШИН.....	21
Питомий і повний опір.....	21
Випадковий характер опору машин	21
Чинники, що впливають на опір машин	23
Заходи щодо зниження тягового опору сільськогосподарських машин	25
5. Тяговий опір робочої частини агрегату	25
Тема 4. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ.....	27
Експлуатаційні властивості тракторного двигуна.....	27
Експлуатаційні властивості тракторів	29
Навантажувальна і потенційна тягові характеристики трактора (ТХТ).....	33
Тема 5. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ..	35
Загальна динаміка МТА.....	35
Рівняння руху агрегату	35
Тяговий баланс агрегату. Аналіз складового тягового балансу	36
Графік тягового балансу трактора.....	39
Засоби поліпшення тягових властивостей трактора (при недостатньому його зчепленні з ґрунтом).....	40

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МАШИННІ АГРЕГАТИ ТА ЇХ КОМПЛЕКТУВАННЯ

Тема 1. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ В СУЧАСНОМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1.1. Основні виробничі фактори, що впливають на ефективність використання сільськогосподарської техніки

1.2. Система експлуатаційно-технологічних показників машин

1.3. Формування зональних систем ремонтно-обслуговуючих технологій і встаткування

1.4. Методи підвищення ефективності використання машин в умовах багатокладного виробництва

ВСТУП

Землеробське машиновикористання охоплює наукові основи виробничої й технічної експлуатації машин при виробництві с.-г. продукції.

Виробнича експлуатація – охоплює питання й проблеми використання машин по призначенню (оранка, боронування, культивування), а також процеси супровідне безпосереднє використання техніки (завантаження насіння або добрив, вивантаження зерна з комбайна), а також транспортування машини до місця роботи.

Технічна експлуатація включає етапи:

- обкатування;
- технічного обслуговування;
- зберігання;
- ремонту й відновлення складових частин;
- транспортування машини в господарство;
- заправлення палив-мастильними матеріалами;
- діагностування стану;
- контроль впливу на навколишнє середовище;
- утилізація й розбирання машин і інші види робіт.

Для здійснення експлуатації необхідно розташовувати **засобами експлуатації**: будинками, спорудженнями, технічними пристроями (у тому числі: верстатами, приладами, інструментами й т.д.). Засоби технічної експлуатації розміщують і використовують на об'єктах ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ):

- пунктах технічного обслуговування (ПТО);
- станціях технічного обслуговування (СТО);
- центральних ремонтних майстерень (ЦРМ);
- машинних дворах;

- спеціалізованих ремонтних підприємствах;
- сервісних дилерських пунктах (ділянках по ТО й діагностуванню).

Сукупність машин (устаткування), засобів експлуатації, виконавців і документації, установлює правила їхньої взаємодії необхідні для виконання поставлених завдань. Це і є *системою експлуатації*.

1.1. Основні виробничі фактори, що впливають на ефективність використання сільськогосподарської техніки

Основні виробничі фактори сільськогосподарської діяльності, що впливають на ефективність використання технічних засобів і підвищення продуктивності виробництва, за своїм характером підрозділяються на природно-кліматичні (природні), агрозоотехнічні, інженерно-технічні, біологічні й соціально -економічні.

Наукові основи технічної експлуатації сільськогосподарських машин передбачають здійснення детального аналізу цих факторів, ступеня їхнього впливу на ефективність використання сільськогосподарської техніки й розробку методів забезпечення необхідного агрозоотехнічного рівня машиновикористання, спрямованих на підвищення продуктивності праці при виконанні механізованих сільськогосподарських робіт і продуктивності сільськогосподарського виробництва.

До природно-кліматичних факторів ставляться насамперед ґрунтові умови, їхній тип і механічний состав, кліматичний характер різних періодів сільськогосподарських робіт і обумовлена їм температура повітря, вологість ґрунту й культур, що забирають, розміри й рельєф полів, відстані між ними, їхня конфігурація, кам'янистість, наявність перешкод і т.д.

На ефективність використання техніки й надійність роботи ходових систем великий вплив роблять розміри площ полів і довжина гонів.

На сучасній території України зустрічаються поля площею понад 300 га (*Запорізька область*) і менш 5 м (*Закарпатська область*). У Вінницькій області 38% оброблюваних ділянок мають довжину гонів 150 м, 56% - 150-500 і 6% - понад 500 м. Особливо малі оброблювані ділянки в гірських районах, де довжина гонів у середньому становить 150-200 м.

По даним ГОСНИТИ зі зменшенням довжини гонів від 1500 до 100 м продуктивність орного агрегату знижується на 30-35%. У міру зниження довжини гонів з 1000 до 300 м продуктивність МТА з колісним і гусеничним тракторами знижується відповідно на 9-19 і 14-20% (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Коефіцієнти впливу довжини гонів на продуктивність МТА

Довжина гонів, м	Значення коефіцієнта для тракторів	
	колiсних	гусеничних
300	0,81-0,91	0,79-0,86
400	0,87-0,94	0,87-0,98

500	0,90-0,97	0,98-0,94
600	0,92	0,95
700	0,94-0,98	0,94-0,97
800	0,96-0,98	0,96-0,98
900	0,98	0,98
1000 і більше	1,00	1,00

Істотний вплив на ефективність експлуатації машин робить міцність несучої поверхні ґрунту, вологість рослин (рис. 1.1) і інші експлуатаційні показники.

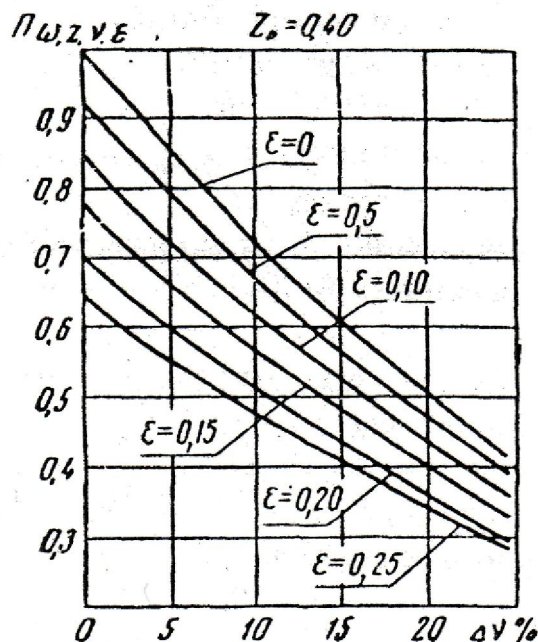


Рис. 1.1. Залежність чистої годинної продуктивності ($\Pi_{\omega, z, v, \epsilon}$) зернозбирального комбайна від вологості й засміченості хлібної маси при $z_0=0,40$ (за одиницю прийнята чиста годинна продуктивність w_0 при кондиційній вологості $\Delta v = 0$ і $\epsilon = 0$)

Ібарамом Х.Г. [1] запропонована узагальнена класифікація ґрунтових умов по міцності несучої поверхні (табл. 1.2), в основу якої покладена величина (для даних ґрунтових умов), виражена у відсотках до максимальної тягової потужності на стернях зернових на середніх ґрунтах (середні суглинки).

Таблиця 1.2

Класифікація ґрунтових умов по міцності несучої поверхні залежно від тягових властивостей тракторів

Агрофон	Несуча поверхня		
	міцна	середня	слабка
Цілина, багаторічний поклад, шар багаторічних трав, сильно ущільнена стерні	I клас (115/108)	I клас (108/104)	I клас (100/100)
Стерні зернових колосових і однолітніх трав після збирання	I клас (108-104)	I клас (100/100)	III клас (90/96)

кукурудзи й соняшника			
Пара, після збирання корене-бульбоплодів, міжряддя просапних культу	II клас (100/100)	III клас (90/96)	IУ клас (80/92)
Поле, підготовлене під посів. Свіжозоране поле	III клас (90/96)	IУ клас (80/92)	ГУА клас (73/88)

Примітка. У чисельнику наведені дані для колісних тракторів, у знаменнику - для гусеничних.

Горячкін В.П. запропонував залежно від труднощів обробки розділити ґрунту на три групи: з питомим опором до 50 кПа, 50-80 і більше 50-80 кПа. Відповідно до цього знаряддя для обробки ґрунту варто випускати полегшеними, нормальними й посиленними.

Ефективність технічної експлуатації машин багато в чому залежить від метеорологічних умов. Значення коефіцієнтів використання календарного часу для різних регіонів України становлять 0,60-0,99.

Установлено, що випадання 10 мм дощу приводить до простою МТА при оранці, збиранні й транспортуванні по полю вантажів на 1 день, 3 мм дощі при посіві зернових і посадці картоплі - 0,5 дня; 0,5 мм дощу при збиранні сіна й косінні зернових - 0,5 дня. При цьому збільшуються простої машин по технічних і технологічних причинах і подовжуються строки виконання робіт.

Величина простоїв по метеорологічних причинах механізованих польових агрегатів залежно від виду робіт, регіону й періодів року коливається від 1 до 45%, що свідчить про досить низький рівень пристосованості вітчизняних тракторів і сільськогосподарських машин до роботи в екстремальних погодних умовах (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Простої сільськогосподарських машин у рільництві по метеумовам

Район	Простої по групах робіт, %			
	весняні роботи по підготовці ґрунту, посіву й посадці	догляд за посівами	збиральні роботи	осінні роботи по підготовці ґрунту до посіву
Західний регіон	12-16	1-3	27-28	12-25
Центральний регіон	14-16	1-11	24-31	13-23
Північний регіон	15-23	2-8	22-24	17-34

Східний регіон	10-12	до 1	12-16	7-19
Південний регіон	8-16	до 1	10-20	8-20

З підвищенням вологості ґрунту в порівнянні з оптимальної на 1% питомий опір плуга зростає в середньому на 1,2 кПа, максимальна тягова потужність тракторів знижується на 1% для гусеничних і на 2-2,5% для колісних. По показнику вологості ґрунту звичайно ділять на нормальні (40-60%), недостатнього (менш 40%) і підвищеного (більше 60%) зволоження (рис. 1.2).

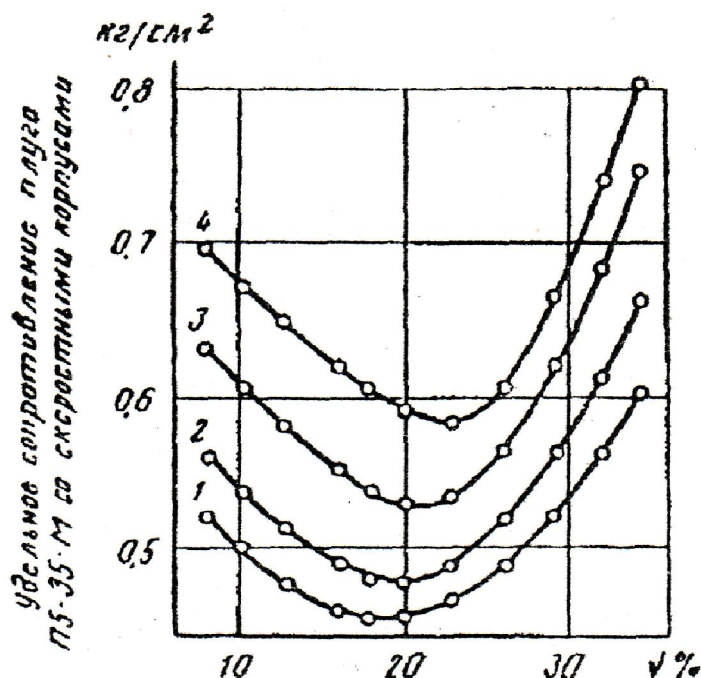


Рис. 1.2. Залежність питомого опору плуга від вологості ґрунту (Східний і Південно-Східний регіони мають удруге карбонатний глинистий чорнозем на лессовидних породах). Швидкість оранки, м/с: 1 – 1,12; 2 – 2,22; 3 – 3,75; 4 – 4,76.

Сільськогосподарська техніка для роботи в регіонах підвищеної й зниженої вологості повинна відрізнятися конструктивними особливостями, що враховують при розробці регіональних систем технічної експлуатації машин.

Фактор кам'яності полів вносить додаткові витрати часу на виконання робіт, пов'язаних з очищенням і заміною робочих органів машин, обслуговуванням запобіжних механізмів і підвищенням опору при ґрунтообробці й перекочуванні МТА.

Ці додаткові витрати часу приводять до зменшення часу продуктивної роботи, а підвищення опору - до зниження режиму роботи агрегату й підвищенню витрати ПММ.

Разові витрати часу на усунення наслідків кам'яності, у процесі виконання механізованого процесу для прикарпатських областей

коливаються від 0,2 до 8,7 хв, крім поломок і аварій, частота їхньої появи становить від 0,4 до 19 випадків на один гектар, а зниження робочої швидкості агрегатів досягає 30%.

Для обліку впливу засміченості поля каменями на продуктивність агрегатів і витрата палива вводять поправочні коефіцієнти: при слабкій (до 20 м³/га) засміченості - 0,98, середньої (21-50 м³/га) - 0,92 і сильної (більше 50 м³/га) - 0,85.

Залежно від кам'янистості полів продуктивність МТА знижується до 15-16% (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Зниження продуктивності механізованого агрегату залежно від кам'янистості полів

Вид роботи	Кам'янистість відсутня	Рівень зниження продуктивності при кам'янистості		
		слабка	середня	сильна
Суцільна культивуація	1,0	0,99	0,94	0,80
Дискування	1,0	0,99	0,92	0,81
Посів	1,0	0,99	0,92	0,83
Посадка	1,0	-	0,94	0,83
Міжрядна обробка	1,0	0,99	0,93	0,84
Косіння трав	1,0	0,90	0,85	-
Збирання силосних культур	1,0	0,97	0,93	-
Копання картоплі	1,0	0,98	0,96	0,84
Комбайнове збирання картоплі	1,0	0,98	0,92	0,79

Вплив кута схилу ділянки на продуктивність механізованого польового агрегату пов'язане з підвищеною витратою енергії на подолання підйому й руху агрегату уздовж схилу (табл. 1.5, рис. 1.3).

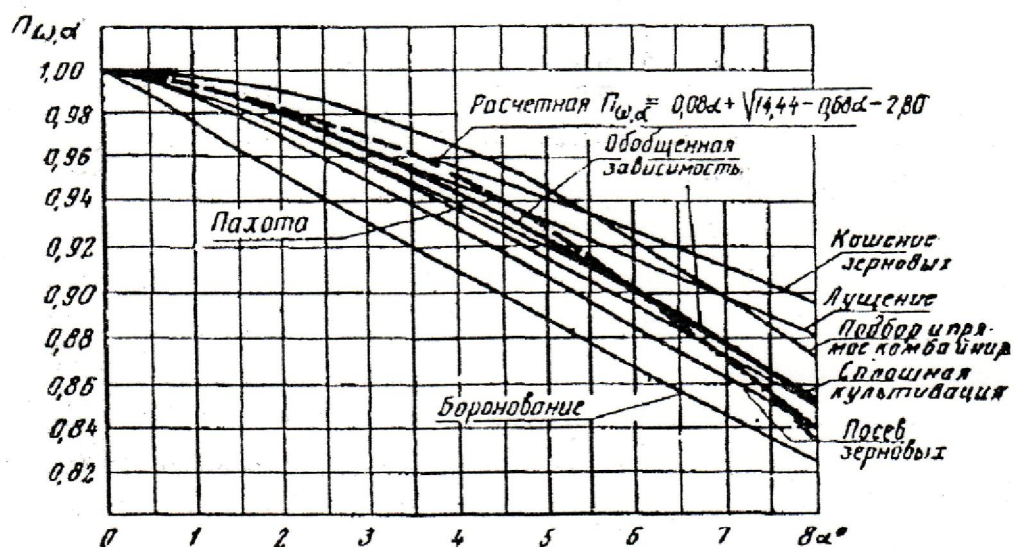


Рис. 1.3. Залежність чистої годинної продуктивності агрегату від кута схилу (за одиницю прийнята чиста годинна продуктивність на рівному полі).

Таблиця 1.5

Коефіцієнти, що враховують вплив рельєфу місцевості на продуктивність МТА й витрата палива

Агрегат з трактором	Кут підйому, град					
	1-2	3-4	5-6	1-2	3-4	5-6
	продуктивність			витрата палива		
Оранка						
Колісним	0,98	0,95	0,90	1,02	1,05	1,10
Гусеничним	0,99	0,98	0,95	1,00	1,02	1,05
Посів, міжрядна обробка й суцільна культивуація						
Колісним	0,97	0,93	0,85	1,03	1,07	1,15
Гусеничним	0,98	0,96	0,92	1,02	1,04	1,08
Боронування						
Колісним	0,98	0,95	0,90	1,02	1,05	1,10
Гусеничним	0,99	0,98	0,95	1,01	1,02	1,05

У міру збільшення врожайності силосної маси годинна продуктивність по прибраній масі зростає, а по збиральній площі знижується по параболічній залежності другого порядку (рис 1.4).

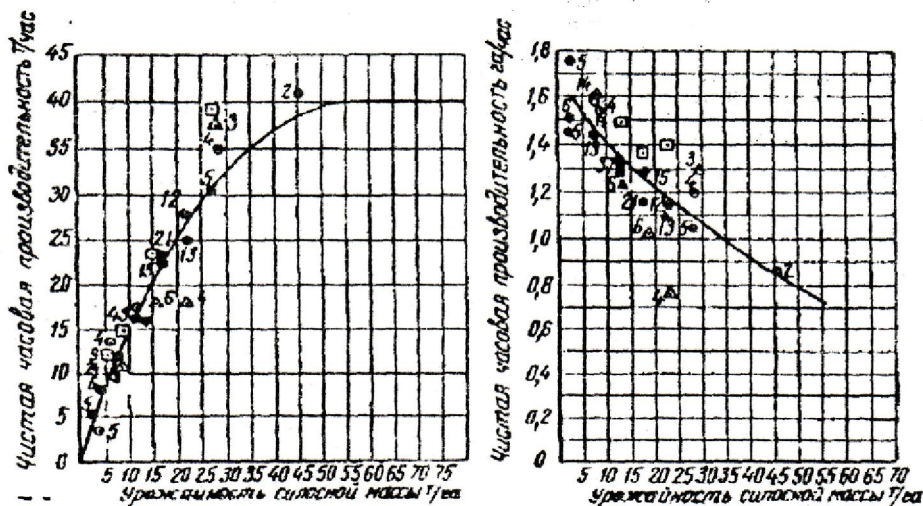


Рис. 1.4. Залежність чистої годинної продуктивності комбайна від урожайності силосної маси (дані НАТИ й ГОСНИТИ. Цифрами зазначене число спостережень)

При розташуванні полів на висоті над рівнем моря на кожні 100 м потужність двигуна зменшується на 1%.

Із усього комплексу природно-кліматичних факторів рельєф місцевості, розміри ділянок, вологість ґрунту, міцність її несучої поверхні, засміченість

ділянок і деякі інші впливають не тільки на продуктивність техніки, але й на показники ефективності технічної експлуатації, включаючи й витрати праці, вартість матеріалів і встаткування на підтримку техніки в працездатному стані.

До агрозоотехнічних факторів ставляться структура посівних площ і методи змісту тварин, основний напрямок спеціалізації виробництва сільгосппродукції, а також агро-зоотехнологічні вимоги до обробки ґрунту й посіву, кількості внесених добрив, припустимі втрати врожаю при збиранні, якість готування й своєчасність роздачі кормів і т.д.

Інженерно-технічні фактори включають структуру й забезпеченість господарств технічними засобами під програму товаровиробництва, застосування типових технологій виробництва механізованих робіт, організацію технічного й технологічного обслуговування машин і встаткування, забезпеченість матеріально-технічною ремонтно-обслуговуючою базою, технічні й експлуатаційні показники машин і встаткування, забезпечення правил виробничої санітарії, технічної й екологічної безпеки.

До біологічних факторів ставляться густина й висота рослин, урожайність зерна й солонистість хлібів, урожайність кормових культур, картоплі й овочів, вологість, засміченість і полеглисть рослин.

Під соціально-економічними факторами маються на увазі ступінь зацікавленості виконавців у результатах своєї праці їхній матеріальний добробут, організація нормування й оплати праці, культурно-технічний рівень і кваліфікація механізаторів виробнича дисципліна по забезпеченню технологічних вимог виробництва.

Вплив перерахованих факторів на результати використання техніки в їх всіякому сполученні настільки складний та різноманітний, що безпосереднє кількісне визначення й прямі методи обліку кожного з них на зміну технічного стану машин і обладнання й ефективність їхнього використання практично неможливі.

Однак можна затверджувати про негативний вплив на показники машиновикористання й технічний стан машин багатьох з них, у результаті чого продуктивність праці в сільському господарстві підвищується повільно, а продуктивність виробництва протягом тривалого часу практично не росте.

1.2. Система експлуатаційно-технологічних показників машин

Експлуатаційно-технологічні показники роботи машин охоплюють велике коло проблем і перебувають у складній функціональній взаємозалежності (рис. 1.5). Зміна одних з них приводить до безперервної зміни інших, що в остаточному підсумку відбивається на продуктивності машин, якості роботи, матеріально-технічних і трудових витратах.

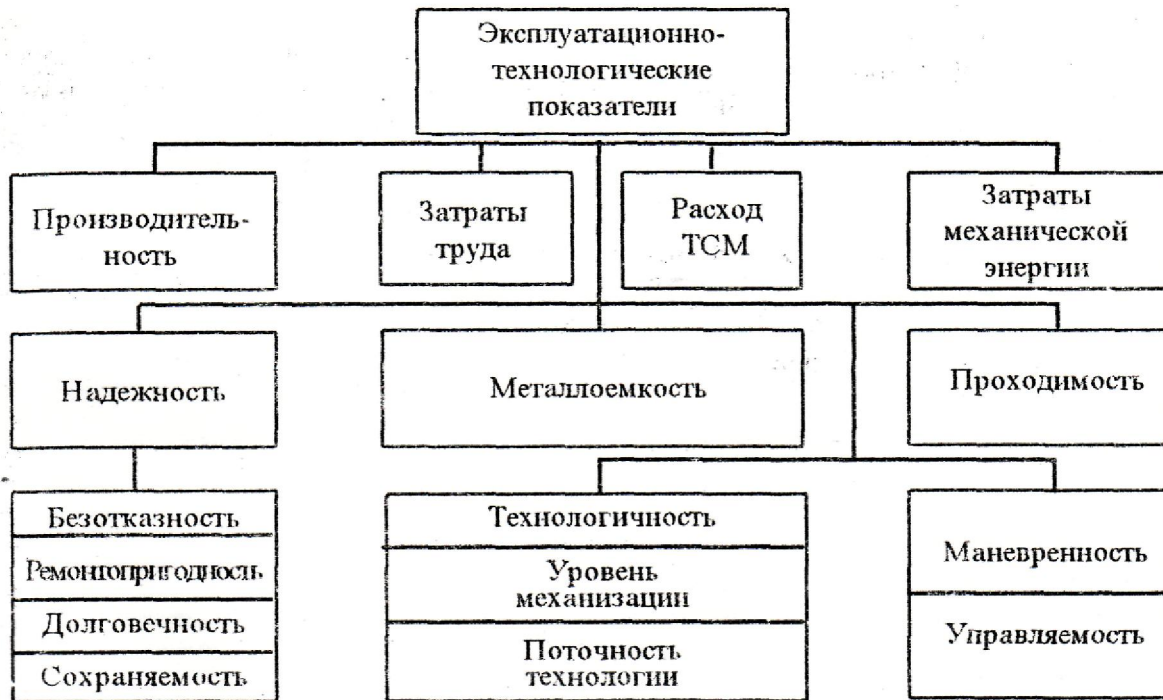


Рис. 1.5. Схема експлуатаційно-технологічних показників машин

Різні фактори й параметри, що впливають на продуктивність машин, можна розділити на три групи: технічні, природно-кліматичні й організаційно-технологічні. Про природно-кліматичних факторів докладно говорилося в попередньому розділі (1.1). Зупинимося на технічних і технологічних аспектах.

Технічні параметри машин розділяються на конструктивні й експлуатаційні. До основних конструктивних параметрів ставляться потужність двигуна, ширина захвата машини, габаритні розміри, маса машини, колія й дорожній просвіт (кліренс), питомий тиск на ґрунт; до експлуатаційних - тривалість підготовки техніки до роботи й пуску двигуна, тривалість ТЕ й заправлення, швидкість руху, тягова потужність, тягове зусилля тракторів і опір робочих органів сільгоспмашин, прохідність, зручність агрегування, час роботи між заправленнями палива.

Організаційно-технологічні фактори охоплюють технологію виконання виробничих процесів у рільництві, тваринництві й малотоннажній переробці продукції, організацію виробництва, виробничий досвід механізаторів і ін.

Продуктивність машин у загальному виді визначається по відомій формулі

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot v \cdot \beta \cdot \varepsilon \cdot \tau \cdot T_{cm} \quad (1.1)$$

- де B_p - ширина захвата машини, МТА, м;
 v - теоретична швидкість машини, км/год;
 β, ε, τ - коефіцієнти використання ширини захвата, швидкості й часу;
 T_{cm} - тривалість зміни, ч.

Продуктивність МТА за один цикл визначається по формулі

$$W_T = \frac{2 \cdot l_p \cdot B}{t_{\delta} \cdot 10^4} \quad (1.2)$$

де l_p - довжина робочого ходу машини;
 t_u - час, затрачуваний на технологічний цикл;

$$t_{\delta} = \frac{2 \cdot (l_p + l_x)}{V \cdot 10^3} + t_{o1} + t_{o2}$$

l_x - довжина холостого ходу машини;
 t_1 і t_2 - заходи часу по технологічних і технічних причинах.

Продуктивність машини при будь-яких розмірах ділянок і різних способів роботи оцінюється по формулі

$$W = 0,1 / [1 / (B_p \cdot V \cdot \beta \cdot \varepsilon) + 10^3 (T_x + T_o) / C \cdot l_p] \quad (1.3)$$

де T_x, T_o - час на холості ходи й зупинки при обробці заgonу;
 C - ширина заgonу.

Система ГОР машин повинна бути спрямована на максимальне збільшення їхнього робочого часу. Баланс часу використання машини в загальному виді буде дорівнює:

$$T = T_p + T_x + T_z + T_{to} + T_{np} + T_{to} + T_{tc} + T_c + T_d + T_{tp} + T_{p\text{ром}} + T_e + T_m + T_n \quad (1.4)$$

де T_p - час на виконання корисної роботи протягом зміни;
 T_x, T_z, T_{to} - циклічно повторювані витрати часу протягом зміни на холості ходи, заїзди на загін і зупинки по технологічних причинах;
 $T_{np}, T_{to}, T_{tc}, T_c$ - регулярні витрати часу протягом зміни на польові регулювання, ТЕ, заправлення ТСМ, зупинки по природним потребам;
 $T_d, T_{tp}, T_{p\text{ром}}, T_e, T_m, T_n$ - нерегулярні витрати часу протягом зміни на простої через деформації й поломки, по технологічних причинах, через ремонт і усунення наслідків відмов, по організаційних і метеорологічних причинах, через усунення несправностей робочих органів машин.

Система ГОР машин повинна бути спрямована на збільшення коефіцієнта використання часу, що дорівнює

$$\tau = \frac{\dot{O}_{\delta}}{O} = \dot{O}_{\delta} / (\dot{O}_{\delta} + \sum_{i=1}^n t_i) \quad (1.5)$$

Показники надійності машин визначаються комплексними коефіцієнтами готовності K_g (1.6) і технічного використання K_{ti} (1.7):

$$\hat{E}_A = t_j \cdot (t_j + t_A)^{-1} \quad (1.6)$$

де t_O - середній час роботи, ч;
 t_B - середній час відновлення, ч;
 Коефіцієнт технічного використання

$$\hat{E}_{\dot{O}\dot{E}} = t_{\dot{n}\dot{o}i} \cdot (t_{\dot{n}\dot{o}i} + t_{\dot{o}i} + t_{\dot{\delta}i})^{-1} \quad (1.7)$$

де $t_{\text{сум}}$ - сумарний час роботи машини;

t_{TO} й $t_{рем}$ - сумарний час перебування в ТОР машини.

Звичайно замість часу роботи машини на відмову застосовують поняття наробітку на відмову. У цьому випадку час відновлення варто брати з певним коефіцієнтом, щоб зберегти розмірність членів.

Імовірність безвідмовної роботи машини

$$P(t_i) = 1 - F(t_i) \quad (1.8)$$

де $F(t_o)$ - функція розподілу наробітку до відмови.

Імовірність відмови в інтервалі від 0 до t_o становить:

$$Q(t_i) = F(t_i) = 1 - P(t_i) \quad (1.9)$$

Оснащеність і рівень механізації сільськогосподарського виробництва товаровиробника визначаються по формулі (1.10)

$$N_{\text{дв}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{дв}i} / F \quad (1.10)$$

де $N_{\text{см}}$ - сумарна потужність всіх джерел енергії МТП і інших двигунів.

Енергооснащеність праці сільського товаровиробника

$$N_{\text{дв}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{дв}i} / I \quad (1.11)$$

де N - загальне число робітників, зайнятих у даному виробництві.

Питома витрата палива визначається з умови

$$Q = \frac{g_e}{\eta_o} \cdot \frac{G}{27} \left[1 + \frac{Q_x}{Q_p} \cdot \frac{(1-\varphi) \cdot V_p}{\varphi \cdot V_x} + \frac{Q_o}{Q_p} \left(\frac{1}{\tau} + \frac{1}{\varphi} \right) \right] \quad (1.12)$$

де g_e - питома витрата палива, г/квт.ч;

G - питомий тяговий опір, Н,м;

τ, φ - коефіцієнти використання часу й робочих ходів;

V_p і V_x - швидкість руху МТА при робочому й холостому ходах, м/ч;

Q_x, Q_o, Q_p - витрата палива на холості ходи, роботу двигуна при зупинках і під час ремонту.

1.3. Формування зональних систем ремонтно-обслуговуючих технологій і встаткування

Існуюча система технічної експлуатації не враховує

зональні особливості використання техніки: для встановлена єдина періодичність ТОР і єдиний зміст виконуваних при кожному виді ТО робіт для однотипних машин, що не відповідають їхнім фактичним потребам у ТОР у процесі експлуатації.

У ГОСНИТИ ведуться роботи зі створення «Системи машин і технологій технічного сервісу» шляхом розгляду їх не як традиційного переліку технологій і засобів технологічного оснащення (СТО), а як складного динамічно, що розвивається механізму, ефективного технічного й

технологічного забезпечення МТП в АПК, що реагує на всі зміни навколишнього середовища.

Під технологією ТОР розуміється раціонально організована сукупність методів і засобів проведення ремонтно-обслуговуючих і деяких інших робіт, що враховує всіх основних факторів, що впливають на споживчі властивості машин у зональному розрізі.

Завданням формування зональних технологій ТОР у науковому плані є виявлення закономірностей зміни технічного стану машин по регіонах, у тому числі залежностей їхнього зношування від механічних, фізичних, хімічних і інших впливів, визначення найбільш результативних і економічних методів збереження споживчих властивостей машин, попередження відмов і несправностей або усунення їхніх наслідків з мінімальними витратами праці й часу.

Теоретичними основами формування зональних операційних технологій і технічних засобів їхньої реалізації служать фундаментальні дослідження вчених ГОСНИТИ: діагностичні методи визначення технічного стану машин; методи ТЕ й зберігання сільгосптехніки; методи розбірно-складальних і регулювальних робіт при ТОР машин.

Типові зональні маршрутні технології ТОР є уніфікованими й узагальнюють процеси ТОР машин всіх видів і марок на єдиній науково-методичній основі.

При створенні зональних типізованих технологій і СТО використовують загальні принципи їхньої універсалізації:

- система типізованих СТО повинна забезпечувати виконання всіх видів технологій по підтримці сільгосптехніки в працездатному стані з оптимальними витратами праці, часу, матеріалів, засобів і енергоресурсів;
- система СТО повинна забезпечувати виконання всіх видів ТОР машин і встаткування, експлуатованих у різних сільських товаровиробників;
- операційні технології повинні адаптуватися як можна в більшій кількості процесів (наприклад, фарбування - консервація - сушіння; мийка - очищення - сушіння й т.п.);
- система СТО повинна мати необхідний параметричний ряд виконань (модифікацій) за рахунок блочно-модульності й змінно-блочності, що відрізняються по складності з обліком різної купівельної спроможності сільських товаровиробників і дилерів;
- система повинна адаптуватися до виконавця (виробникові) ТС (транспортування, виконання максимально можливої кількості ремонтно-обслуговуючих операцій для різних видів техніки, ремонтпридатність самого засобу й т.п.).

З урахуванням цих положень визначаються типові СТО по зоні, які утворюють загальну систему засобів технологічного оснащення ТОР.

1.4. Методи підвищення ефективності використання машин в умовах багатокладного виробництва

Аналіз умов використання сільськогосподарських машин дозволяє виявити наявність ряду виробничих факторів, що перешкоджають підвищенню ефективності їхнього використання, одержанню максимальної товарної продукції на одиницю наробітку машин, зниженню до мінімуму питомих витрат на їхній зміст (рис. 1.6).

Найбільший вплив на показники використання техніки роблять природно-кліматичних факторів, що відрізняються більшою розмаїтістю й високою складністю машиновикористання в різних ландшафтних умовах, які утрудняють вибір і ефективно застосування засобів механізації по призначенню й, отже, забезпечення агрозоотехнічних вимог до якості механізованих робіт внаслідок застосування єдиної системи машин, що випускають заводами-гігантами для всієї країни (плугів, культиваторів, сівалок, комбайнів і іншої техніки).

Необхідність підвищення продуктивності сільськогосподарської праці й продуктивності сільгоспвиробництва викликає потреба в адаптації механізованого виробництва, що грає основну роль у товарному господарстві, до природних умов шляхом розробки й реалізації зональних, регіональних і внутрішньогосподарських технологій виробництва, переробки й реалізації сільгосппродукції з урахуванням місцевих особливостей.

Аналіз факторів, що визначають ефективність використання машин, розкриває значні порушення існуючих агрозоовимог до якості сільськогосподарських робіт, що знижують урожайність оброблюваних культур, продуктивність тваринництва, вихід сільськогосподарської продукції на одиницю механізованих робіт.

У великих господарствах допускається низький рівень організації машиновикористання, при якому сільхоз процеси на кожному полі виконуються різними механізаторами.

Недостатньо приділяється уваги технологічному регулюванню сільськогосподарських машин при уведенні в експлуатацію.

Практикуюча непогодженість робіт при виконанні багатьох сільськогосподарських процесів між основними й допоміжними операціями веде до зниження продуктивності основних машин і розтягуванню агротехнічних строків виконання майже всіх видів сільськогосподарських робіт.

Важливий вплив на ефективність машиновикористання й продуктивності сільгоспвиробництва роблять інженерно-технічні фактори. Так, наприклад, недостатня розробка методів оптимізації комплектування машинно-тракторного парку, а також тваринницького, переробного, ремонтно-технологічного встаткування й транспортних засобів для умов конкретних господарств приводить до надмірності їх в одних випадках і недоліку в інші.

У цілому в господарствах відзначається відсутність необхідної відповідності між наявністю енергетичних засобів і сільськогосподарських машин, що використовуються з ними, за рахунок недоліку останніх.

Недостатня енергооснащеність праці веде до підвищення інтенсивності використання техніки. Середньорічний наробіток на трактор і сезонна на зернозбиральний комбайн у наших умовах вище в 2 рази, чим у США, і в 4, чим у країнах Західної Європи. У зв'язку із цим строки виконання сільськогосподарських робіт скорочені в порівнянні з нашими в 2-4 рази й відповідають необхідним агротехнічним. Високий середньорічний і сезонний наробіток машин веде до збільшення швидкості зношування їхніх елементів з найбільшою ймовірністю виникнення несправностей і відмов і, отже, порушенню агротехнічних строків виконання сільськогосподарських робіт, що викликає зниження врожайності.

Зниження технічних можливостей використання вітчизняної техніки пояснюється також її недостатньою надійністю, що уступає по довговічності закордонним аналогам в 2-3 рази. Наробіток на відмову тракторів, наприклад, нижче закордонних в 3-4рази, зернозбиральних комбайнів - в 8-10 разів, що вимагає ремонтного втручання високої інтенсивності з ростом простоїв машин (рис. 1.7).

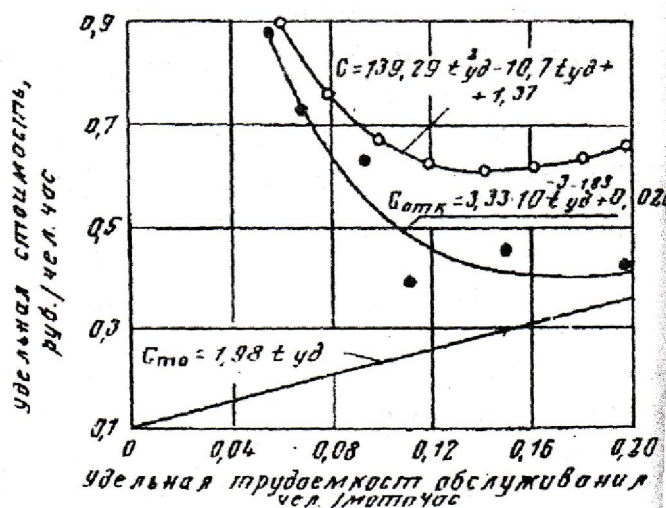


Рис. 1.7. Зміна витрат на усунення наслідку відмов залежно від трудомісткості обслуговування: $C_{то}$ – вартість технічного обслуговування; $C_{отк}$ – вартість усунення наслідків відмов; Z – сумарні витрати

Тим часом ремонтна база виробників сільгосппродукції одержала належного розвитку через недостатність майстерних пунктів технічного обслуговування, машинних дворів, критих стоянок, утеплених гаражів і їхньою неоснащеністю ремонтно-технологічним обладнанням відповідно до табелів типових проектів. У свою чергу технічні можливості виробничої бази районних і обласних підприємств технічного сервісу не використовуються й на половину. Українським господарствам недостатньо пересувних, ремонтно-обслуговуючих засобів, а фермерські господарства взагалі не мають ремонтних пунктів.

Низька забезпеченість господарств об'єктами ремонтної бази недостатня її оснащеність з'явилися істотними причинами інтенсивного втрачання машинами їхніх споживчих властивостей, отже, погіршення показників використання.

На умови використання техніки впливають і біологічні фактори. Так, висока врожайність сільськогосподарських культур густота й висота рослин знижують продуктивність збиральних машин і підвищують швидкість зношування їхніх елементів. Інша група біологічних факторів, таких як засміченість культурних рослин, полеглисть хлібів, підвищена вологість культур, що забирають, робить більше значний вплив на погіршення показників використання машин і їхнього технічного стану, що повинне переборюватися шляхом підвищення культури ведення виробництва.

Вплив соціально-економічних факторів на показники використання сільськогосподарської техніки проявляється насамперед у вигляді несправедливого відношення до сільських товаровиробників через паритет цін на сільськогосподарську й промислову продукцію, що послабляє їхню зацікавленість у збільшенні товаровиробництва.

Аналіз умов використання сільськогосподарської техніки показує, що проблема підвищення продуктивності праці по виходу сільгосппродукції на одиницю наробітку машин і продуктивності сільгоспвиробництва з мінімально необхідними витратами виробництва може бути вирішена за рахунок:

- адаптації технології механізованих сільськогосподарських робіт, систем сільськогосподарських машин і інженерної діяльності до місцевих ґрунтово-кліматичних і ландшафтних умов регіонів і господарств;
- значного підвищення енергооснащеності праці і якості залишає селу техніки для максимального скорочення строків проведення всіх видів сільськогосподарських робіт (особливо збиральних) і більше якісного виконання їх при найбільш сприятливих погодних умовах з мінімальними якісними й кількісними втратами продукції й витратою нафтопродуктів;
- прискорення створення ремонтно-обслуговуючої бази господарств для технічного й технологічного обслуговування машин, оснащення її й переоснащення підприємств технічного сервісу ремонтно-технологічним устаткуванням, повсюдного застосування принципово нових способів регламентації ремонтно-обслуговуючих впливів залежно від технічного стану машин;
- застосування економічного механізму по збільшенню прибутковості й рентабельності господарств, підвищення відповідальності сервісних служб за виконання договірних зобов'язань, поліпшення матеріального забезпечення виробників сільгосппродукції, умов їхньої праці й відпочинку.

Завдання для с.р.с. по темі №1

1. Приведіть приклади видів с.-г. робіт які охоплює виробнича експлуатація
2. Приведіть приклади етапів технічної експлуатації для:
 - тракторів;
 - комбайнів;
 - сівалок;
 - автомобілів;
 - культиваторів.
3. Приведіть виробничі фактори використання, що впливають на ефективність:
 - тракторів;
 - плугів;
 - комбайнів;
 - сівалок;
 - автомобілів;
 - культиваторів.
4. Проведіть класифікацію ґрунтових умов по міцності несучої поверхні для полів свого господарства.
5. Проведіть аналіз технологічних комплексів (наприклад у період збирання за результатами літньої практики).
6. Приведіть приклади впливу кута схилу для орного агрегату.
7. Приведіть порівняння використання між колісними й гусеничними тракторами при їхньому використанні на полях різні ухили, що мають.
8. Представте експлуатаційно-технологічних показників машин і агрегатів.
9. Які вихідні дані необхідні для визначення продуктивності агрегатів.

* Додаткові завдання

1. Проведіть пошук в Інтернеті короткометражних фільмів пов'язаних з:
 - а) виробничої експлуатації машин і агрегатів;
 - б) технічної експлуатації тракторів, комбайнів, посівних машин, машин для основної обробки ґрунту.

Тема 2. МАШИННІ АГРЕГАТИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ ТА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ.

Зміст і задачі розділу

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

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

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

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

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 культивування, посів...).

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

Поняття про МТА, МТП, система машин

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

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

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

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

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

Система машин - сукупність взаємопогоджених по технологічному процесу і продуктивності різнорідних машин, що забезпечують комплексну

механізацію усіх виробничих процесів.

КОМПЛЕКС - С М ДЛЯ КУЛЬТУРИ

ГАЛУЗЕВІ С М (ТВАРИННИЦТВО, РІЛЬНИЦТВО, САДІВНИЦТВО)

ЗОНАЛЬНІ С М

ЗАГАЛЬНА С М

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.

Експлуатаційні властивості сільськогосподарських агрегатів

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

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

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

4. ТЕХНІЧНІ - надійність машин в агрегаті (довговічність, ремонтнопригідність, безвідмовність, зберігаємость), а також маса або вага машини, ємність кузова, бункера, ширини захвату й ін.

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

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

До основних техніко-економічних показників агрегату відносяться:

- 1) продуктивність агрегату, тобто обсяг роботи визначеної якості, виконаний в одиницю часу (га/год., га/зміну); витрати праці на
- 2) витрати праці на одиницю роботи (люд.-год./га, люд.-год./т);
- 3) витрати палива на одиницю роботи (кг/га, кг/т);
- 4) прямі і приведені експлуатаційні витрати на одиницю роботи (грн./га, грн./т);
- 5) питомі енергетичні витрати (кВт · год/га).

Тема 3. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ АГРОМАШИН

Питомий і повний опір

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

$$R = k \cdot b, \quad (1)$$

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

$$R_{пл} = K_{пл} \cdot B_p \cdot h, \quad (2)$$

де B_p - робоча ширина плуга, м;

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

$K_{пл}$ - питомий опір плуга, віднесений до 1 м² перетини шару, Н/м² (іноді позначають K_o). Часто $K_{пл}$ виражають у Н/см² і позначають K_o .

$$K_{пл} = \frac{R_{пл}}{B_p \cdot h}.$$

Опір плуга можна знайти і по формулі (1), якщо знайти K по формулі

$$K = K_{пл} \cdot h \cdot \beta, \quad (3)$$

де $\beta = \frac{B_p}{B_k}$ - коефіцієнт використання ширини захоплення машини або знаряддя (для плуга $\beta = 1,00 \dots 1,10$)

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

$$R = f_m \cdot G_m, \quad (4)$$

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

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

Випадковий характер опору машин

Тяговий опір машин залежать від типу і стану ґранту (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).

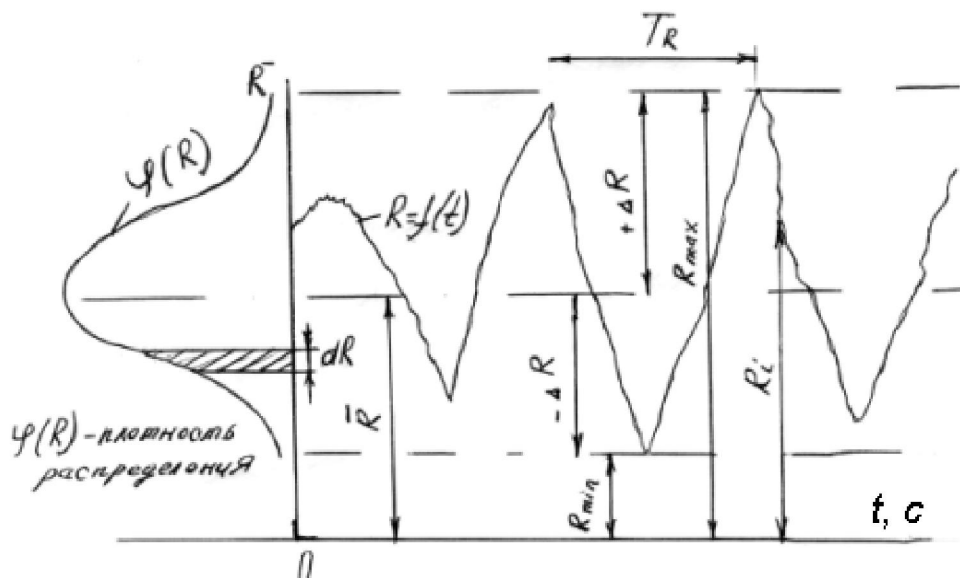


Рис. 1. Характер опоры машин.

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

а) середній розмір опоры машин:

$$\begin{aligned} & - \bar{R}, \text{ Н (кН)}; \\ & - K, \text{ Н/м (кН/м)}; \end{aligned} \quad (5)$$

б) відхилення від середньої

$$\pm \Delta R = R_{max (min)} - \bar{R}; \quad (6)$$

в) середньоквадратичне відхилення

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

де R_i - поточне значення опоры;

n - кількість вимірів

г) коефіцієнт варіацій опорів

$$v_R = \frac{\sigma_R}{\bar{R}}, \quad (8)$$

(чим менше v_R - тим рівномірніше характер тягових опорів при $R = \text{const}$ $\sigma_R = 0$ $v_R = 0$)

д) ступінь нерівномірності тягових опорів

$$\delta_R = \frac{R_{max} - R_{min}}{\bar{R}}, \quad (9)$$

$$\text{відкіля } R_{max} = \bar{R} \left(1 + \frac{\delta_R}{2} \right) \quad (10)$$

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

$$\tau = \frac{1}{T_R}, \quad \frac{1}{c} \quad (11)$$

- при $T_R \leq (1 \dots 2 \text{ с})$ - коливання долаються інерцією мас машини;

• при $T_R \geq (1...2 \text{ с})$ - необхідно мати запас моменту двигуна, що крутить, тобто при комплектуванні агрегату не довантажувати двигун.

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

Опір робочих машин наближається до закону нормального розподілу.

У цьому випадку:

$$\begin{aligned} R_{max} - R_{min} &\approx 6 \sigma_{\bar{R}} \\ \delta_{\bar{R}} &\approx 6\nu_R \end{aligned} \quad (12)$$

Типові значення розмірів ν_R , δ_R і T_R

Технологічний процес	ν_R	δ_R	$T_R, \text{м}$
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 $\delta_R = 0,6$

$$R_{max} = \bar{R} \left(1 + \frac{0,6}{2} \right) = 1,3 \bar{R}, \quad (13)$$

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

Для довідок.

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

$$R_{max} = \bar{R} + \frac{R_{max} - R_{min}}{2} \quad (\text{із рис. 1.}) \quad (14)$$

$$R_{max} - R_{min} = \delta_R \bar{R} \quad (\text{із формули 12}) \quad (15)$$

Тоді

$$R_{max} = \bar{R} + \frac{\delta_R \bar{R}}{2} = \bar{R} \left(1 + \frac{\delta_R}{2} \right) \quad (16)$$

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 $K_{nl} = 40...50 \text{ кН/м}^2$ ($0,40...0,50 \text{ кгс/см}^2$) або $4...5 \text{ Н/см}^2$

Для довідки:

$$\begin{aligned} 0,6 \text{ мПа} &\approx 6 \text{ кгс/см}^2; \quad 1 \text{ мПа} = 10 \text{ кгс/см}^2; \\ 70 \text{ кПа} &\approx 0,7 \text{ кгс/см}^2; \quad 1 \text{ кПа} = 0,01 \text{ кгс/см}^2. \end{aligned}$$

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

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

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

2. Вологість ґрунту.

Мінімальний опір при 18...22% у залежності від типу ґрунту "Спільний ґрунт" механічна "спілість" (рис. 2).

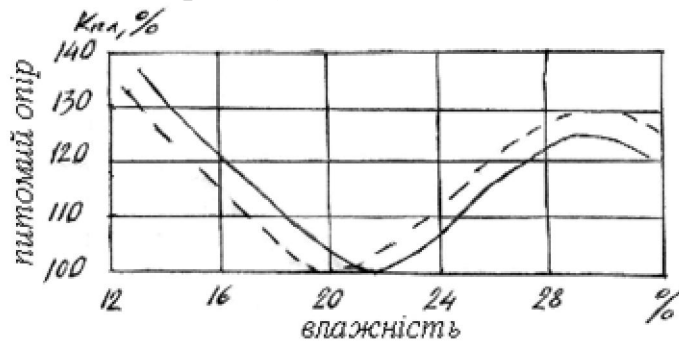


Рис. 2. Залежність питомого опору від вологості ґрунту.

4. Рельєф поля - R підвищується на розмір $\Delta R_m = G_m \sin \alpha$

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 ґрунту при оранці питомий опір віднесені до м^2 (см^2) мало впливає, але значно впливає на 1м ширини захоплення при оранці, культивуванні, садінню картоплі, буряків.

3 - швидкість руху агрегату.

Питомий тяговий опір підвищується зі збільшенням швидкості (рис. 3).

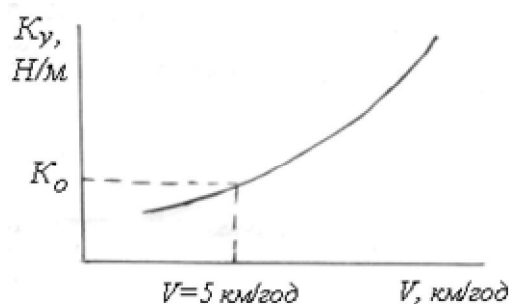


Рис. 3. Залежність тягового опору від швидкості агрегату.

У довідкових джерелах значення K_0 дається при $V = 5 \text{ км/год}$.

Для інших значень швидкостей руху

$$K_v \cong K_o [1 + \Delta K_c (V_i^c - V^c)], \quad (17)$$

де C - показник ступеня, $C = 1 \dots 1,5$.

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

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

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

$\Delta K_c = 0,01 \dots 0,03$ - на посіві;

$\Delta K_c = 0,02 \dots 0,04$ - на культивуванні, боронуванні.

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, кам'янистості, засміченості, оструктурування ґрунту і т.д.

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:

$$R_a = k b n + f_{зч} G_{зч}, \quad (18)$$

або $R_a = k B + f_{зч} G_{зч}, \quad (19)$

де b - ширина захвату однієї машини, м;

n - кількість машин;

$G_{зч}$ - вага зчіпки, Н.

$$G_{зч} = 9,81 M_{зч}, \quad (20)$$

де $M_{зч}$ - маса зчіпки в кг;

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

Опір цього агрегату при його русі на підйом

$$R_a^\alpha = R_a + (G_{ме} + G_{зч}) i, \quad (21)$$

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

$i \approx \sin \alpha$.

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

$$R_a^\alpha = \sum_1^Z K_j B_j + G_{зч} (f_{зч} + 1) + \sum_1^Z G_{меj} i, \quad (22)$$

де Z - кількість типів машин;

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

$\sum_1^Z G_{mej}$ - 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; $B_{бор} = 2 \cdot 1,0 = 2,0$ м.

Тема 4. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

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 детермінованими (не стохастичними, не випадковими) і вони декілька відрізняються від дійсних, що мають місце при експлуатації трактора (рис. 1).

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

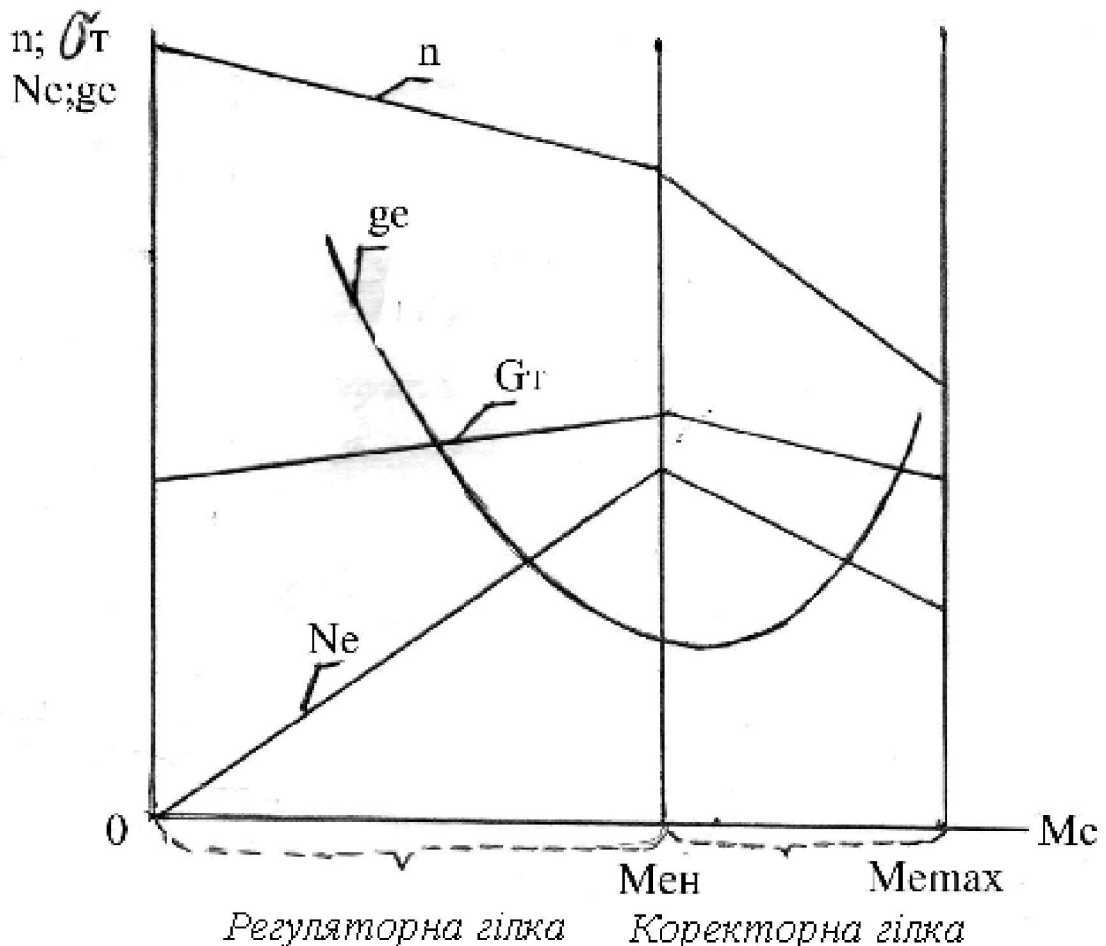


Рис. 1. Регуляторна характеристика двигуна.

Режими роботи двигуна:

- 1) Холостий хід двигуна $M_{ex} = 0$; $n_{xx\ max}$; $N_{ex} = 0$; G_{mx} .
- 2) Номінальний режим M_{en} ; n_n ; $N_{en} = N_{e\ max}$; $G_{m\ max}$; $g_{en} = g_{e\ min}$.
- 3) Режим максимального моменту $M_{e\ max}$; $N_e \angle N_{e\ max}$; $g_e = g_{en}$; 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

$x_a, M_{e x_a}, G_{m x_a}, g_{e x_a}, n_{x_a}$.

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_n, N_e і тем більше, чим вище коефіцієнт варіації v зміни моменту опору

$$v = \frac{\sigma_m}{M_e}, \quad (1)$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum (M_{ei} - M_e)^2}{n-1}}. \quad (2)$$

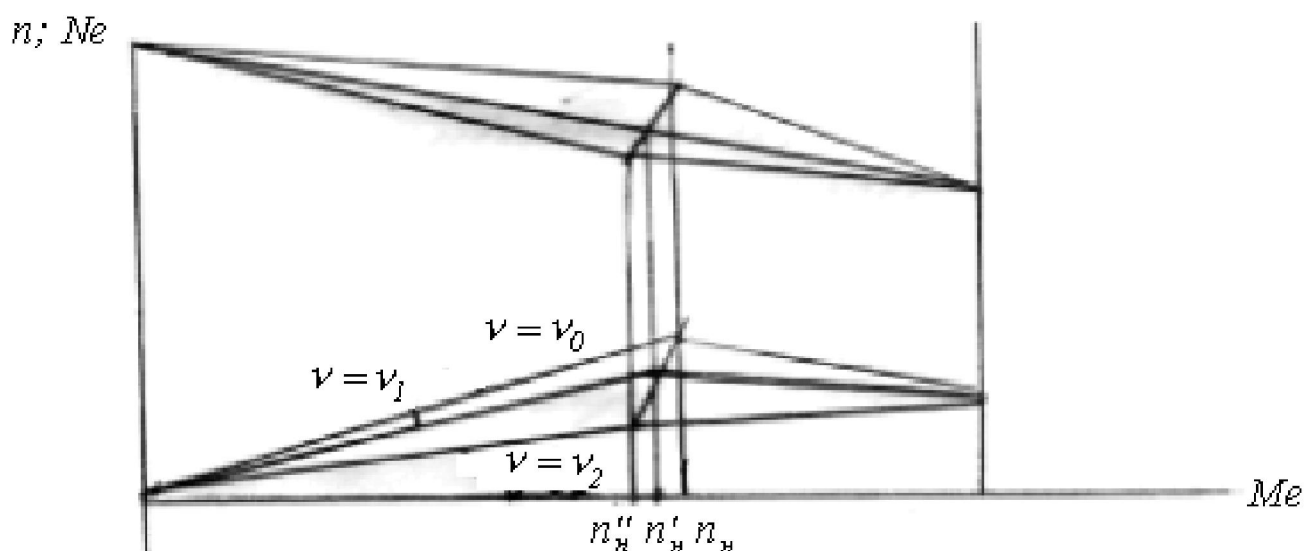


Рис. 2 Залежність частоти обертання та потужності від крутного моменту

Важливими показниками двигуна є:

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

$$K_\delta = \frac{M_{e \max}}{M_{en}}, \quad (3)$$

Навантаження, що відповідає M_{en} приймається за 100%. Чим вище K_δ , тим повніше можна завантажувати двигун і трактор.

Для тракторів Т-150К — $K_\delta = 1,15$; Т-74 — $K_\delta = 1,09$; МТЗ-80 — $K_\delta = 1,16$.

2) Коефіцієнт зниження частоти обертання колінчатого валу двигуна при перевантаженні (рис. 3).

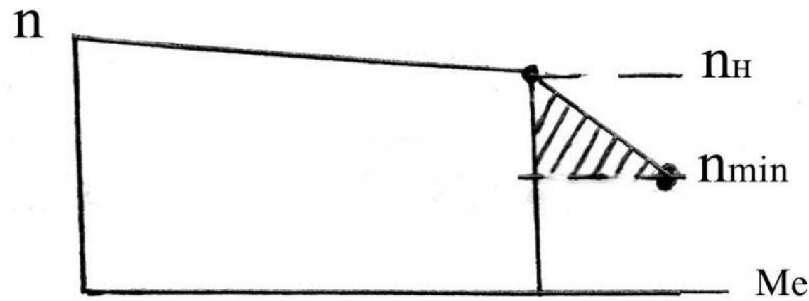


Рис. 3. Залежність частоти обертання від крутного моменту.

$$a = \frac{n_{\min}}{n_n} \quad (4)$$

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

Експлуатаційні властивості тракторів

Експлуатаційні властивості тракторів визначаються його тяговою характеристикою, тобто залежністю V , N_z , G_m і g_z від P_z .

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 ґрунту, 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 перевагу 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_r), типу рушіїв, типу ґрунту 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 ході агрегату.

Під теоретичною швидкістю V_t 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

$$V_m = 3,6 \frac{2\pi r_{k \max} n_n}{60 i_{mp}} \quad (5)$$

$$V_m = 0,377 \frac{r_{k \max} n_n}{i_{mp}}, \quad (6)$$

де V_m - теоретична швидкість, км/год.;

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

n_n - номінальна частота обертання вала двигуна, хв⁻¹;

i_{mp} - 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:

$$V = \frac{S}{t}, \quad (6)$$

або приблизно по формулі.

Для колісного трактора

$$V = 0,377 \frac{r_k n}{i_{mp}} (1 - \sigma), \quad (7)$$

де r_k - радіус колеса, м.

$$r_k = r_o + k_{ш} h_{ш}, \quad (8)$$

тут r_o - радіус металевого обода колеса, м;

$h_{ш}$ - висота шини, м;

$k_{ш}$ - коефіцієнт деформації шини, $k_{ш} = 0,75 \dots 0,80$;

σ - коефіцієнт буксування.

Для гусеничного трактора

$$V = 3,6 \frac{Z t_r n}{60 i_{mp}} (1 - \delta), \quad (9)$$

$$V = 0,06 \frac{Z t_r n}{i_{mp}} (1 - \delta), \quad (10)$$

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_p .

2.2. Баланс потужності трактора і аналіз його складових

Потужність, що розвивається на гаку трактора називається тяговою потужністю.

У системі СИ

$$N_{кр} = \frac{P_z V}{3600}, \quad (11)$$

де P_z у Н; V у км/год.

У системі МКГСС

$$N_z = \frac{P_z V}{270}, \quad (\text{л с}) \quad (12)$$

де P_z у кгс ; V у км/год.

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

$$N_e = N_{кр} + N_{eBBB} + N_f \pm N_\alpha + N_\delta + N_{мг}, \quad (13)$$

де N_e - потужність двигуна, кВт;

N_{eBBB} - потужність, що витрачається на привод робочих органів через ВВП

$$N_{eBBB} = \frac{N_{BBB}}{\eta_{BBB}}, \quad (14)$$

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

η_{BBB} - ККД ВВП, $\eta_{ВОМ} = 0,96 \dots 0,98$

$N_z = \frac{P_z V_p}{3600}$ - тягова потужність у кВт (P_z 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;

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

Якщо N_e невідомо, то

$$N_\delta = \frac{N_z + N_f + N_\alpha}{1 - \delta} \delta, \quad (15)$$

або

$$N_\delta = \frac{P_o (V_m - V_p)}{3600} \quad (16)$$

де $N_{мг} = (N_e - N_{e\text{ВОМ}}) (1 - \eta_{мг})$ - 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 $N_{e\text{ВВП}} = 0$.

Номінальна потужність двигуна $N_{ен}$ буде дорівати

$$N_{ен} = N_e + N_{н.з} + N_{н.зч.}, \quad (17)$$

де N_e - потужність двигуна;

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

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

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

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

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

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

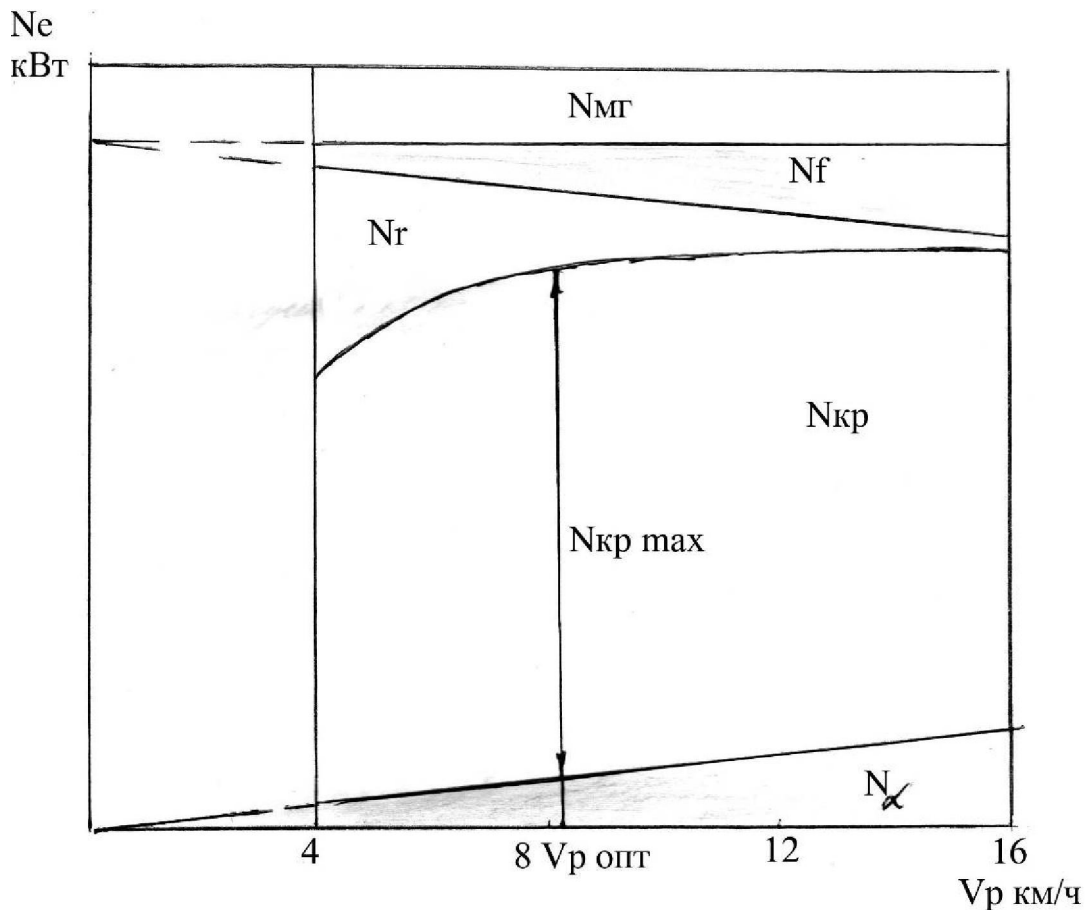


Рис. 4. *Графік балансу потужності трактора*

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

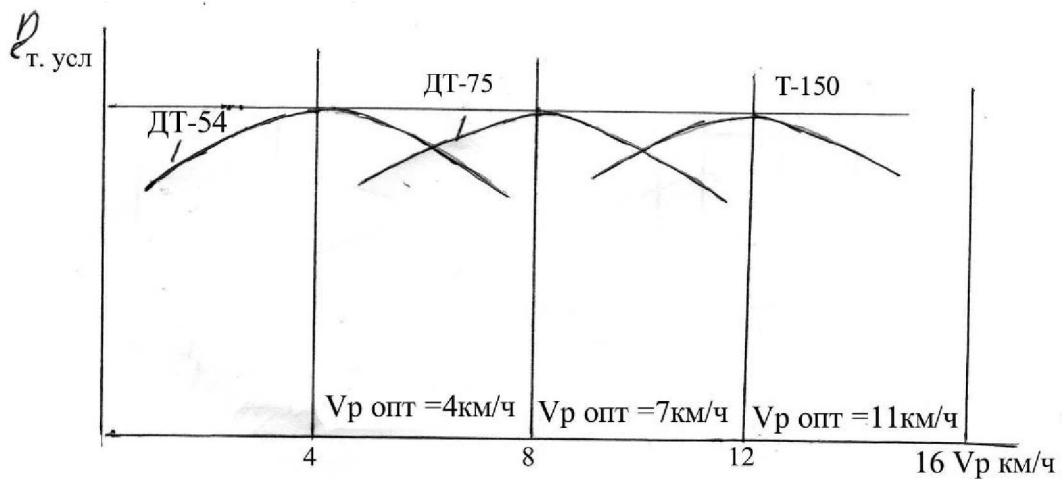


Рис. 5. Оптимальні швидкості, при яких $\eta_{т.у.м. max}$ або $N_{з. max}$ найбільше.

Навантажувальна і потенційна тягові характеристики трактора (ТХТ)

ТХТ являє собою залежність від навантаження на гаку (P_2) швидкості V , тягової потужності N_z , 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).

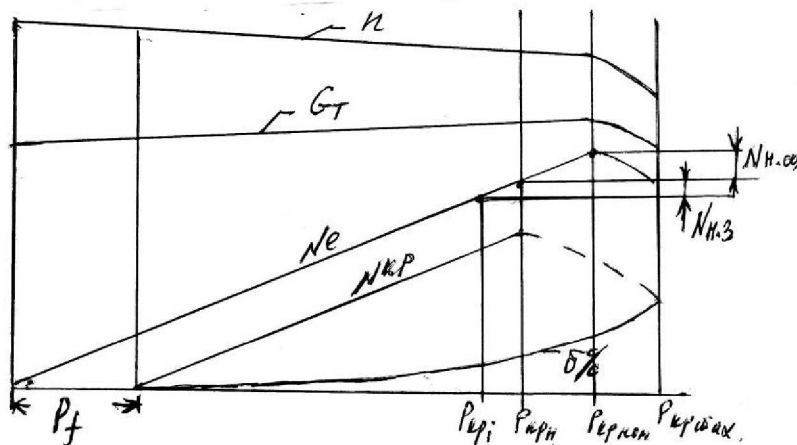


Рис. 6. Тягова характеристика трактора

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

$P_{з.ном}$ - номінальна сила тяги, що відповідає $N_{e max}$ (N_{en}) і n_n .

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

Розрахунок складу агрегату ведуть по $P_{з.н}$.

$N_{н.зч.}$ - 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 $N_{z, max}$ знижується через більші втрати на самопересування трактора.

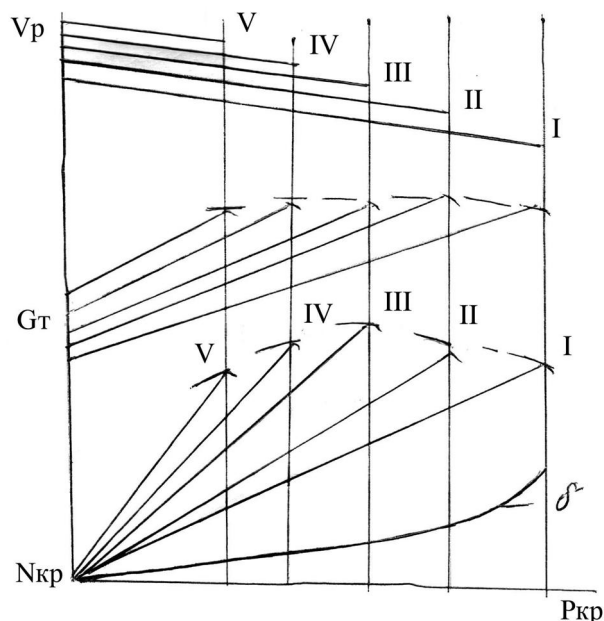


Рис. 7. Тягова характеристика трактора на передачах.

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

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

$$\eta_{т.усл} = \frac{N_{z, max}}{N_{e max}} \quad (18)$$

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) знаходження робочої швидкості агрегату при відомому R_a , а також годинні витрати палива G_m і інших параметрів (δ, N_z, g_z)

Тема 5. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

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_k), 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. 1.

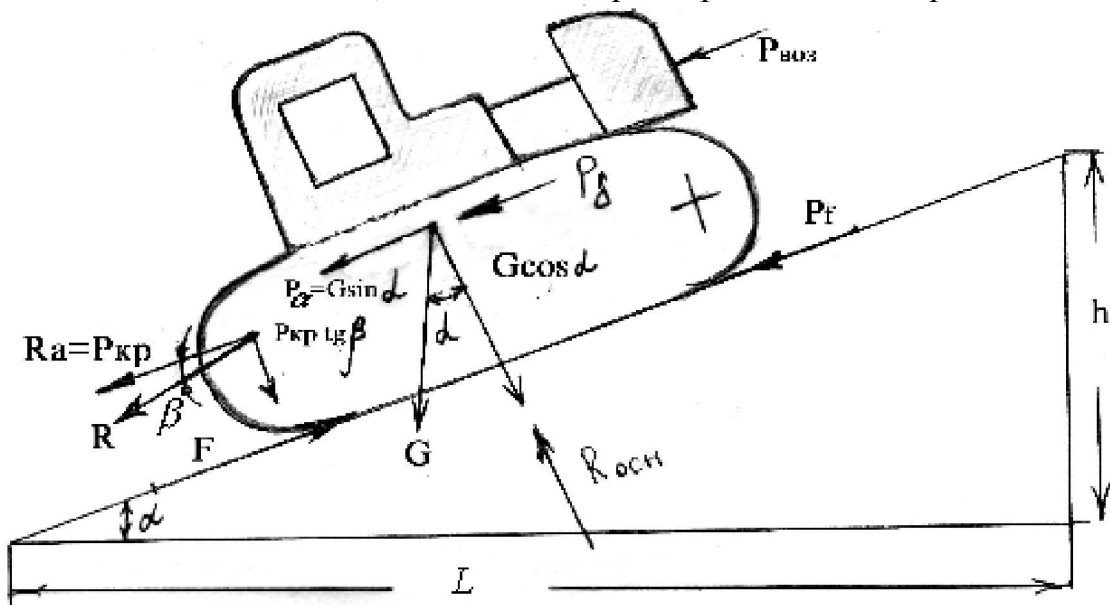


Рис. 1. Схема зовнішніх сил, що діють на трактор

Умовні позначки:

F - рушійна сила агрегату;

$R_a = P_2$ - 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_2 - сила тяги трактора на гаку (крюкове зусилля).

Загальний опір агрегату при сталому русі

$$P_o = R_a + P_f + P_{серед} \pm P_\alpha \quad (1)$$

Рівняння руху агрегату

$$\frac{dV}{dt} = \frac{F - P_o}{m}, \quad (2)$$

де m - приведена маса агрегату, кг

$$m = m_a \delta_\alpha, \quad (3)$$

для тягового агрегату

$$m \approx m_{mp} \delta_{mp} + m_{ce}, \quad (4)$$

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

m_{ce} - маса сільськогосподарської машини, кг;

δ_{mp} - коефіцієнт урахування обертових мас трактора,

Для тракторів

$$\delta_{mp} = 1 + 0,0001 i_{mp}^2; \delta_{mp} = (2 \dots 5), \quad (5)$$

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

$$m \frac{dV}{dt} = P_{ja} - \text{сила інерції агрегату.} \quad (6)$$

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 (2) значення (1) і (5), одержимо тяговий баланс агрегату в загальному виді.

Тяговий баланс агрегату. Аналіз складового тягового балансу

$$F = R_a + P_f + P_{серед} \pm P_\alpha \pm P_j P_j = m \frac{dV}{dt} \quad (7)$$

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

$$F = R_a + P_f \pm P_\alpha, \text{ або } F = P_z + P_f \pm P_\alpha \quad (8)$$

при русі на підйом

$$P_{zp} = F - P_f \pm P_f \quad (9)$$

на рівному полі

$$F = P_z + P_f, P_z = F - P_f \quad (10)$$

Аналіз складових тягового балансу агрегату

$$F = P_z + P_f \pm P_\alpha \pm P_{серед} \pm P_j, \quad (11)$$

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 гільці 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 $F = P_\delta$.

Поточне дійсне значення дотичної сили тяги трактора P_δ знайдеться по

формулі

$$P_{\partial} = \frac{M_e i_{mp}}{r_k} \eta_{m2}, \quad (12)$$

де P_{∂} - дотична сила тяги трактора, Н (кН);

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

i_{mp} - передатне число трансмісії.

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

По системі СІ

$$M_e = \frac{1000 N_e 30}{\pi n}, \quad M_e = 9550 \frac{N_e}{n}, \quad (13)$$

де N_e - ефективна потужність двигуна, кВт;

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

η_{m2} - ККД трансмісії і гусениці трактора:

для колісних $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$,

для гусеничних $\eta_m = 0,85 \dots 0,88$,

Номінальне значення $P_{\partial n}$ дотичної сили тяги в Н визначаються якщо підставити у формулу номінальні потужність і частоту обертання колінчатого валу двигуна N_{en} і n_n

$$P_{\partial n} = 9550 \frac{N_{en} i_{mp} \eta_{m2}}{n_n r_k}. \quad (14)$$

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

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

$$F_{зч} = \mu G_{зч}, \quad (15)$$

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

μ - коефіцієнт зчеплення ведучого агрегату трактора з ґрунтом.

За номінальний (розрахунковий) коефіцієнт μ_n 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 1 (див. Фере с. 36)

Таблиця 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.

$$F = P_{кр} + P_f \pm P_{\alpha} \quad (15)$$

Максимальна рушійна сила на якій-небудь передачі трактора F_{max}

визначається двома умовами:

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

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

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

$$P_{днII} = 9550 \frac{N_{ен} i_{mp} \eta_{м2}}{r_k n_n}; \quad (16)$$

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

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

Отже, дійсна дотична сила тяги на II передачі

$$P_{днIIдійсна} = P_{гII} + G_T f = 14000 + 30000 \cdot 0,1 = 17000 \text{Н} \quad (17)$$

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

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

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

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

Сила опору руху (коченню) трактора P_f

$$P_f = (G + G_m \rho) f \cos \alpha, \quad (18)$$

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

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

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

З огляду на те, що за законом статички $\sum P_y = 0$, на яку величину довантажуються навісною машиною трактор, на таку ж величину розвантажуються сама с.г. машина, загальний опір руху (коченню) агрегату зміниться мало. Тому часто в експлуатаційних розрахунках приймають $G_m \rho \approx 0$, а $\cos \alpha \approx 1$ при $\alpha = 1 \dots 8^\circ$, тоді

$$P_f = G f, \quad (19)$$

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/см² трактора Т-150К;

2. на оранці - 1.2/1.0 кг/см²;

3. на транспорті з причепом - 1.6/1.2 кг/см²;

4. на транспорті з напівпричепом - 1.4/1.8 кг/см² 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 $R_m^{\alpha} = G_m \cdot i$ (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.

Графік тягового балансу трактора

Показники, що характеризують тяговий баланс трактора (рис. 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_{zn} ;
- нормальна сила тяги при русі агрегату на підйом - P_{zn}^{α} .

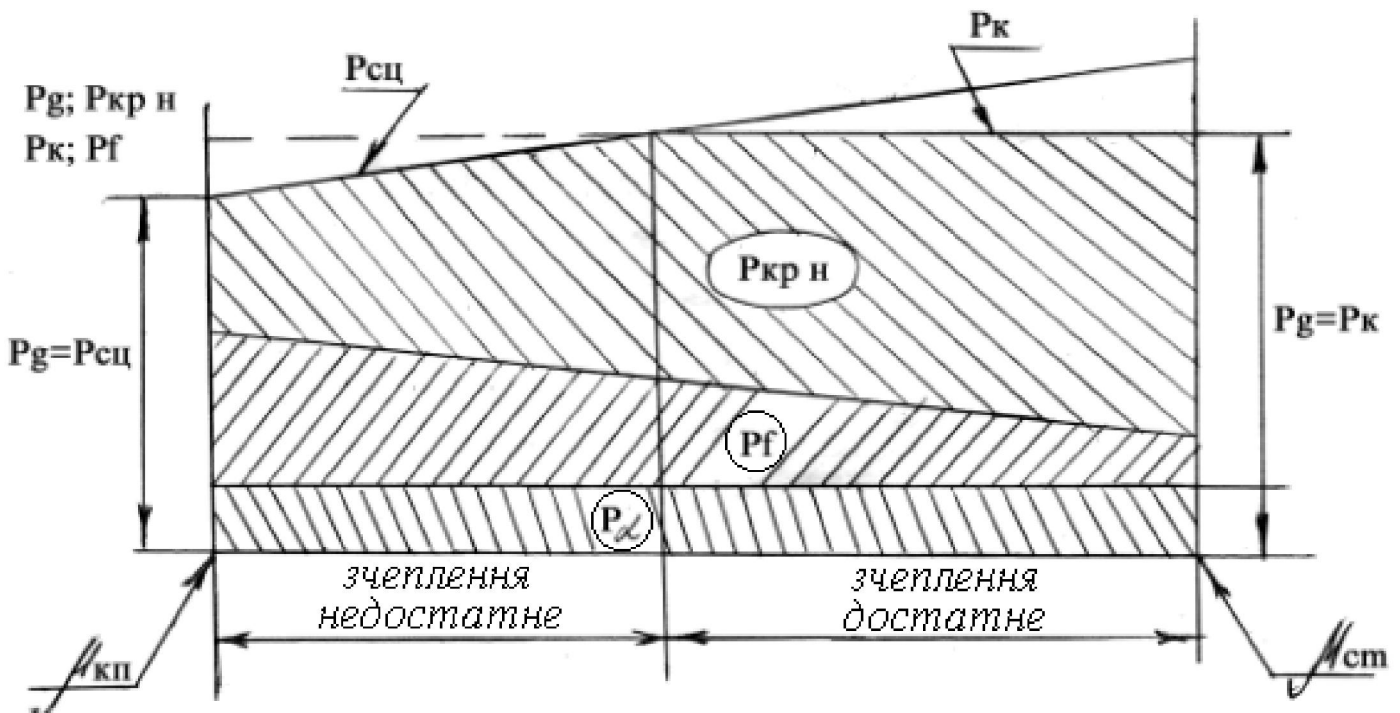


Рис. 2. Графік тягового балансу трактора для двох агрофонів.

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

$$G_c = G \cdot \cos \alpha + P_{кр} \operatorname{tg} \beta \approx (1 \dots 1,05) G \quad (20)$$

б) у колісних тракторів із 2-мя ведучими колесами

$$G_c = \frac{G(Z - a) \cos \alpha + M_o}{Z} \approx \frac{2}{3} G = (0,7 \dots 0,8) G, \quad (21)$$

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

$$G_c = \frac{G(Z - a) \cos \alpha}{Z - \mu \cdot r_k}, \quad (22)$$

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 ΔU_k складає

$$\Delta U_k = \Delta U_o + \Delta U_n, \quad (23)$$

де ΔU_o - величина розвантаження с.г. знаряддя;

ΔU_n - величина розвантаження передніх коліс трактора.

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