1.2. Експлуатаційні властивості тракторів

Зміст

- ☐ 1. Експлуатаційні властивості двигунів
- ☐ 2. Експлуатаційні режими роботи двигуна
- ☐ 3. Регуляторна характеристика двигуна та її використання
- ☐ 4. Ефективна потужність двигуна та її зміни в період експлуатації
- ☐ 5. Годинна та питома витрата палива двигуном
- ☐ 6. Основні експлуатаційні властивості тракторів. Баланс потужності трактора та її аналіз. Коефіцієнт корисної дії трактора
- ☐ 7. Використання вала відбору потужності (ВВП) трактора, навісної і причіпної системи трактора
- ☐ 8. Шляхи поліпшення експлуатаційних властивостей тракторів
- ☐ Питання для самоконтролю

1. Експлуатаційні властивості двигунів

Основні показники експлуатаційних властивостей тракторних двигунів поділяють на технічні і економічні (рис. 1.2.1).

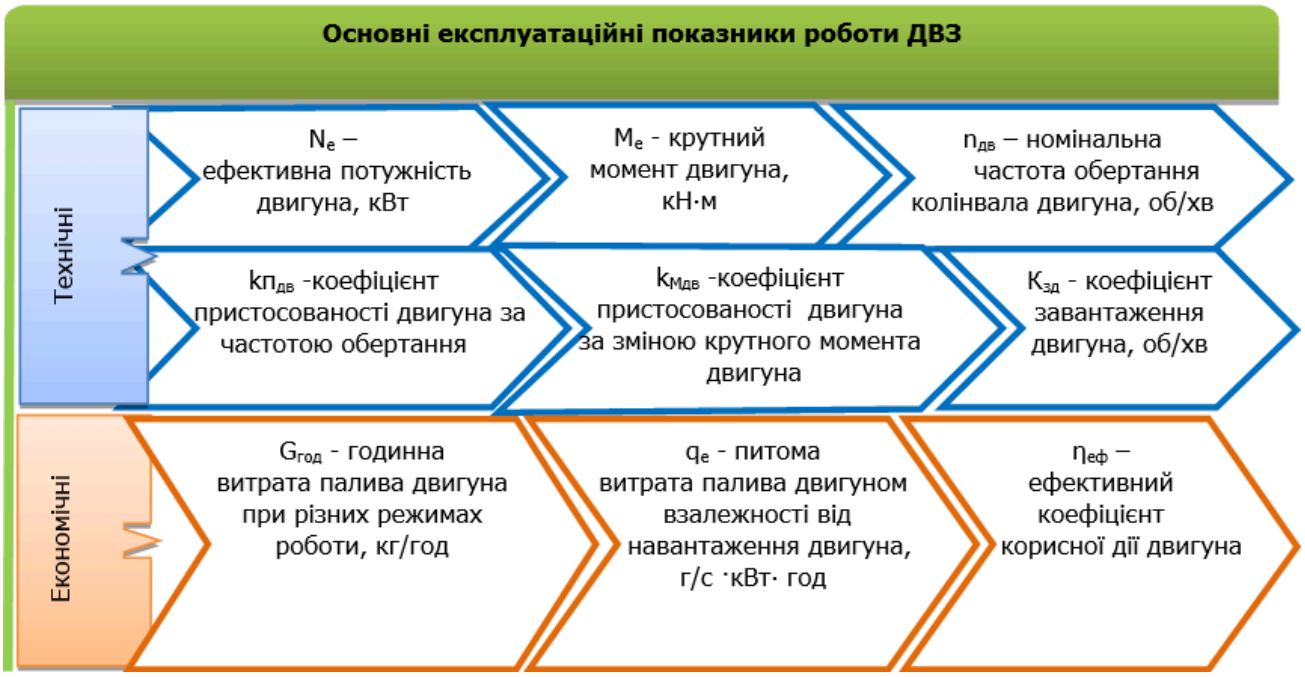

Рис. 1.2.1. Основні експлуатаційні показники роботи ДВЗ

Між експлуатаційними показниками двигуна існують такі співвідношення:

$$N_e=R\cdot M_к\cdot n\ ,$$

де R=6,28 при nв c^{-1}, і R=0,105 при nв $хв^{-1}$;

$$ge=\frac{1000\times Gт}{Ne}$$

Ефективна потужність **(номінальна)** – потужність, яку створює двигун на колінчастому валу і яку можна використовувати для корисної роботи.

Індикаторна потужність – потужність, яку створюють гази в циліндрах двигуна.

2. Експлуатаційні режими роботи двигуна

Враховуючи особливості експлуатації машинно-тракторного агрегату, для дизеля можна виокремити три основних навантажувальних режими роботи двигуна:

- на робочому ходу агрегату під час виконання конкретної технологічної операції;
- на холостому ходу агрегату (холості заїзди під час поворотів на кінцях загінки, переїзд з однієї загінки на іншу);
- робота вхолосту в разі короткочасної зупинки.

Двигун трактора може мати також інші навантажувальні режими, наприклад, у разі рушання агрегату з місця, подолання короткочасних перевантажень на робочому ходу.

Найбільш ефективний і економічний режим роботи двигуна такий, коли його завантаження наближається до номінального.

3. Регуляторна характеристика двигуна та її використання

Названі раніше режими роботи двигуна в різних експлуатаційних умовах легко простежити на регуляторній характеристиці.

Регуляторна характеристика, або швидкісна характеристика – це залежність крутного моменту, ефективної потужності, годинної та питомої витрати палива від частоти обертання колінчастого вала в разі роботи двигуна на регуляторі. За допомогою регуляторної характеристики можна оцінити економічність та ефективність режимів роботи двигуна на регуляторі.

Швидкісна характеристика двигуна – це графік залежності ефективної потужності і крутного моменту двигуна, годинної і питомої витрати палива від режиму завантаження двигуна.

Характеристику визначають послідовним збільшенням навантаження від нульового до повного, що відповідає максимальному крутному моменту. Частота обертання за повного подання палива і відсутності навантаження – максимальна частота холостого ходу. Це максимально можлива частота обертання колінчастого вала двигуна. Номінальну частоту обертання для двигуна призначає завод-виготовлювач. Це частота, яка відповідає максимальній потужності двигуна під час зняття характеристики. Частота обертання колінчастого вала двигуна, яка відповідає максимальному крутному моменту, значно менша від номінальної. Отримати її можна в разі перевантаження двигуна. Характеристику визначають за повного подання палива (граничного положення важеля керування регулятором). Характеристику визначену за неповного подання палива (проміжного положення важеля керування регулятором) називають частковою регуляторною характеристикою.

Будують регуляторну характеристику в прямокутній системі координат.

Регуляторна характеристика побудована у функції від частоти обертання колінчастого вала, зручна для аналізу показників роботи двигуна в області перевантаження і на різних швидкісних режимах, які встановлює всережимний регулятор.

Вихідними даними для побудови регуляторної (швидкісної) характеристики є одержані для конкретного двигуна (на основі його випробувань) значення ефективних крутних моментів **Me**, годинної витрати пального **Gт**, для низки значень частоти обертання колінчастого вала **n**. Потужність **Ne** та питому витрату палива **g** визначають за вищенаведеними формулами.

Регуляторну характеристику подано на рис. 1.2.2 (для спрощеного розуміння на рисунку криву потужності не показано). Ділянку АВ характеристики називають регуляторною гілкою, ділянку ВС – безрегуляторною, або перевантажувальною. Характер протікання безрегуляторної гілки визначає особливість будови коректора.

На характеристиці можна виокремити точки, які відповідають таким режимам роботи двигуна: А – максимальній частоті обертання колінчастого вала двигуна на холостому ходу nmaxnmax;В – на кривій крутного моменту проти nнnн (номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна) – номінальному крутному моменту під час роботи на регуляторі, номінальній потужності і найбільшій годинній витраті палива; С – на кривій крутного моменту проти nminnmin (мінімальна частота обертання колінчастого вала двигуна на безрегуляторній гілці характеристики) – максимальному крутному моменту.

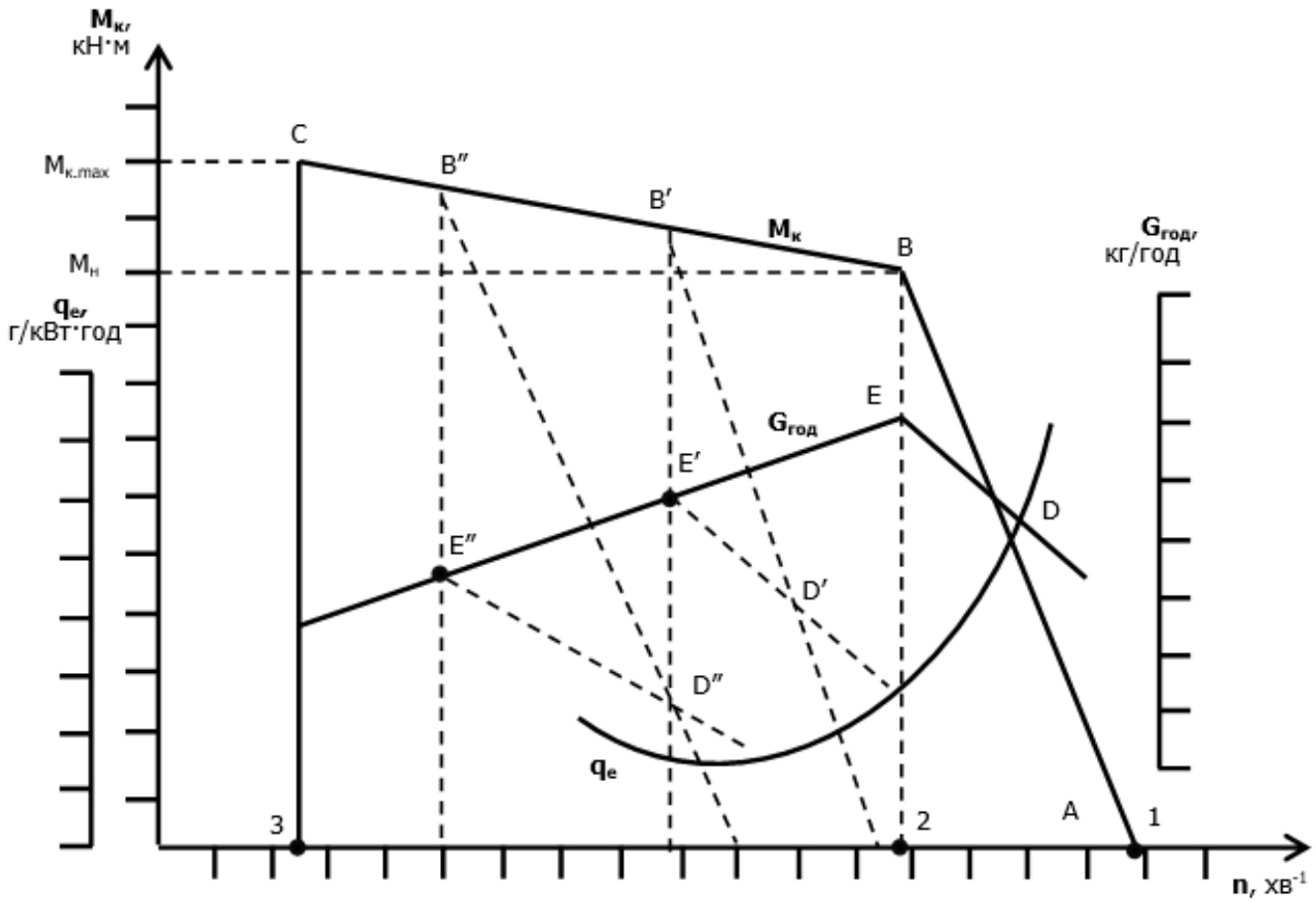

Рис. 1.2.2. Регуляторна характеристика двигуна

Оскільки на двигунах сучасних тракторів встановлено всережимні регулятори, то практично, крім основного режиму, що відповідає повному поданню палива (ділянка графіка ВА по Мк і ED поGт), можна мати проміжні режими, яких для прикладу на графіку показано два – за крутним моментом В′А′ і В′′А′′ і за годинною витратою палива Е′D′ і Е′′D′′.

Кількість проміжних режимів визначаютьза кількістю можливих положень важеля подання палива, а за плавного регулювання подання таких режимів багато.

Застосування всережимного регулятора сприяє економії палива, особливо під час роботи з недовантаженням. Якщо, наприклад, під час руху на встановленій передачі на якійсь ділянці загінки навантаження зменшується, а підвищення швидкості обмежене кількістю роботи, то тракторист переходить на проміжний режим, досягаючи зменшення витрати палива.

Коефіцієнт пристосованості двигуна, який характеризує його властивість переборювати короткочасні перенавантаження, визначають за формулою:

$$Kn=\frac{Mmax}{M_н},$$

де M_{max} –максимальнийкрутний момент двигуна, кН·м;

$M_н$ – номінальний крутний момент двигуна,кН·м.

Для дизельних двигунів коефіцієнт пристосованості знаходиться в межах **Kn=1,05…1,2**, а для карбюраторних двигунів – **1,05…1,09.**

Коефіцієнт пристосованості двигуна за частотою обертання:

$$Kn.ч=\frac{n_н}{nmin},$$

де **nн** – номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, хв−1;

nmin – мінімальна частота обертання колінчастого вала двигуна, хв−1.

Коефіцієнт пристосованості двигуна за частотою обертання для дизеля знаходиться в межах Kn.ч=1,3…1,6.

Що більший коефіцієнт пристосованості двигуна за частотою обертання, то краще двигун долає перевантаженості більшої тривалості.

Важливим економічним показником є ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна – для дизельних двигунів він становить 0,31…0,400,31…0,40; для карбюраторних – 0,23…0,290,23…0,29.

4. Ефективна потужність двигуна та її зміни в період експлуатації

Індикаторна потужність – потужність, яку створюють гази в циліндрах двигуна.

Ефективна потужність (номінальна) – потужність, яку створює двигун на колінчастому валу і яку можна використовувати для корисної роботи.

Ефективна потужність менша від індикаторної на величину потужності, затраченої на тертя поршнів об стінки циліндрів, шийок колінчастого вала об вальниці, на урухомлення газорозподільного механізму, водяного, масляного і паливного насосів, вентилятора, генератора тощо.

Відношення ефективної потужності до індикаторної називають механічним коефіцієнтом корисної дії. Для чотиритактних дизельних двигунів величина механічного коефіцієнта становить 0,7…0,820,7…0,82.

В умовах експлуатації залежно від завантаження двигуна показники його змінюються, в т.ч. і ефективна потужність двигуна. Це добре видно на регуляторній характеристиці. Ефективна потужність змінюється залежно від числа обертів колінчастого вала. За збільшення числа обертів потужність двигуна теж збільшується. Проте збільшувати оберти колінчастого вала можна до певної величини, залежно від конструкції двигуна. У разі перевищення цієї кількості обертів потужність двигуна знижується, бо зменшується наповнення циліндра повітрям, а також погіршується процес згорання палива і зростають механічні втрати. Тому в разі зазначення потужності двигуна завжди вказують число обертів колінчастого вала, якому ця потужність відповідає. Ефективна потужність дизеля залежить від кількості впорскуваного палива й моменту початку вприскування, тому потрібно велику увагу приділяти регулюванню паливної апаратури.

Вплив на ефективну потужність має також температура навколишнього середовища. Як результат підвищення температури навколишнього середовища до циліндра надходить менше повітря, що призводить до неповного згоряння паливо-повітряної суміші – до зменшення ефективної потужності двигуна. У разі збільшення температури повітря навколишнього середовища для двигуна ЯМЗ-236Д-3 спостерігається зниження ефективної потужності двигуна в середньому на 1 % на кожні 5 °С. Таким чином, підвищення температури навколишнього середовища з 15 до 40 °С призводить до зменшення ефективної потужності двигуна на 5 %, що, згідно з ГОСТ 18509-88, вважається відказом двигуна, за якого подальша його експлуатація неприпустима.

Дослідження, проведені науковцями ГОСНИТИ, показують, що дизельні двигуни тракторів, комбайнів, інших мобільних машин є одним із найнизьконадійних агрегатів.

Під час експлуатації двигуна ефективна потужність поступово спадає. Уже після 1200…1500 год роботи цей показник може погіршитися на 6…10 %. Як показує виробничий досвід, основні причини цих змін – розрегулювання паливної системи, механізму газорозподілу, засмічення системи подання повітря, зношення кілець.

У більшості випадків тільки якісне виконання операцій технічного обслуговування і заміна кілець відновлюють потужність двигуна до номінального значення.

Зниження потужності двигунів має два негативних наслідки: перший – зниження продуктивності через зниження робочих швидкостей; другий – перевитрата палива через зниження потужності двигунів.

5. Годинна та питома витрата палива двигуном

Економічність роботи двигуна оцінюється питомою витратою палива – кількість палива в грамах, що витрачається на одиницю ефективної потужності двигуна за годину роботи (г/кВт·год).

Годинна витрата палива – це кількість палива, яку витрачає двигун за годину безперервної роботи, кг/год.

6. Основні експлуатаційні властивості тракторів. Баланс потужності трактора та її аналіз. Коефіцієнт корисної дії трактора

Рис. 1.2.3. Основні експлуатаційні властивості МТА

Головні експлуатаційні властивості тракторів – потужність двигуна і потужність, яка витрачається на тягу сільськогосподарських машин і урухомлює їх робочі органи; діапазон робочих швидкостей руху; витрата палива на одиницю роботи; маневреність і стійкість руху; зручність агрегатування і технічного обслуговування; надійність і довговічність основних деталей і складаних одиниць та ремонтопридатність їх; ступінь уніфікації складаних одиниць з іншими тракторами, самохідними шасі, комбайнами.

Під час роботи трактора на польових роботах не вся ефективна потужність двигуна затрачається на корисну роботу. Значна її частина затрачається на подолання різних опорів.

Якщо трактор рухається рівномірно, мають місце такі втрати потужності:

1. на подолання тертя в трансмісії, $N_{тр}$;
2. на подолання узвозу, N_i;
3. на самопересування, N_f;
4. на буксування, N_δ.

Решта потужності витрачається на корисну роботу, $N_{гак}$ та $N_{ВВП}$ (втрати потужності на вал відбору потужності, кВт).

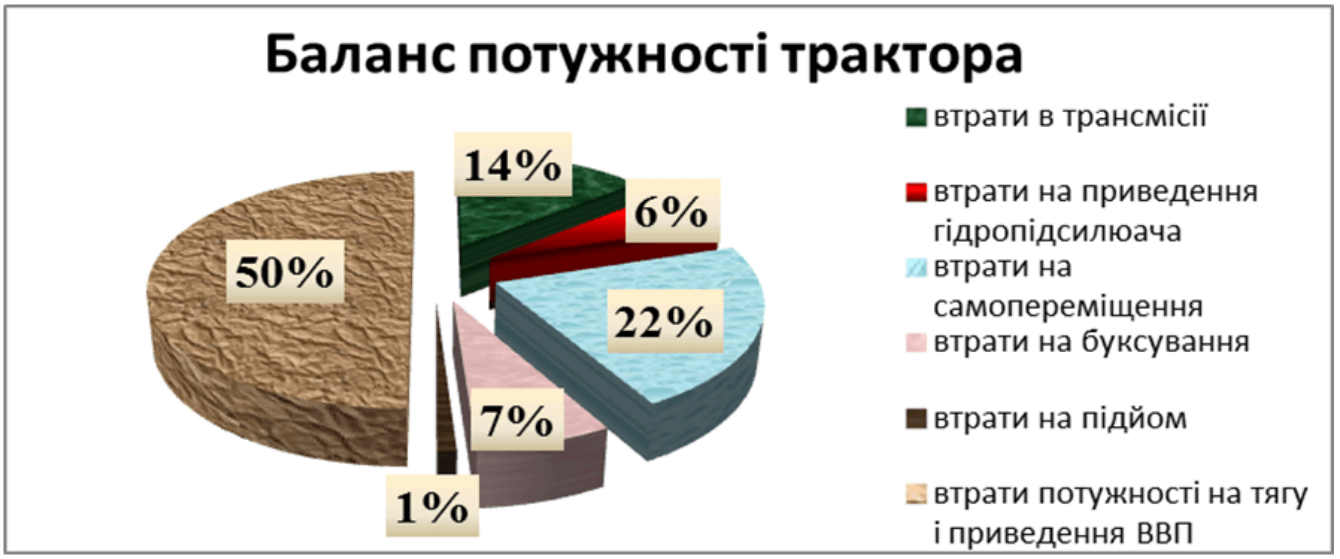

Рис. 1.2.4. Баланс потужності трактора

Величина ефективної потужності двигуна має дорівнювати сумі всіх опорів, тобто:

$$N_e=N_{тр}+N_\delta+N_i+N_f+N_{гак}+N_{ВВП},кВт.$$

Це рівняння називають рівнянням робочого балансу потужності за сталого руху.

Розглянемо складові балансу потужності

1. Втрати потужності в трансмісії виникають внаслідок тертя між зубами шестерень і у вальницях; частина енергії витрачається на переміщення масла в картерах, а також на подолання тертя в механізмах гусеничного ходу:

$$N_{тр}=N_e\cdot(1-\eta_{тр}),кВт$$

де **ηтр**-ККД трансмісії

ηтр=0,90…0,92ηтр=0,90...0,92 –дляколісних тракторів;

ηтр=0,86…0,88ηтр=0,86...0,88 – для гусеничних тракторів.

Втрати потужності в трансмісії залежать від правильності і чіткості її складання, якості мащення, її відповідності технічним умовам, від ретельності технічного обслуговування і регулювань.

2. Втрати потужності на подолання опору коченню (на самопересування) витрачаються на утворення колії ходовим апаратом, на подолання сил тертя у вальницях передніх коліс (гусеницях) трактора, на компенсацію ударів, що виникають унаслідок трясіння трактора.

$$N_f=G_{тр}\cdot f\cdot V_p/3,6,кВт$$

де Gтр – вага трактора, кН.

Vр – робоча швидкість руху, км/год.

$$V_p=V_т\cdot(1-\delta/100),км/год.,$$

де VтVт – теоретична швидкість руху, км/год.

3. Втрати потужності на подолання узвозу:

$$N_i=G_{тр}\cdot i\cdot V_p\ /\ 3,6,кВт,$$

де i– нахил поля, соті долі відсотка.

4. Втрати потужності на буксування за формулою:

$$N_\delta=N_e\cdot\eta_{тр}\cdot(\delta/100),кВт,$$

де δ – величина буксування трактора.

Буксування (δ) залежить від типу ходового апарата трактора, механічного стану і вологості ґрунту. За агротехнічними вимогами щодо якості виконання механізованих робіт допустиме буксування для колісних тракторів – до 15%; для гусеничних – до 5%.

Корисну потужність трактора ($N_{гак}$), тобто потужність, що втрачається для тяги і урухомлення робочих органів сільськогосподарських машин, визначають:

$$N_{гак}=N_e-(N_{тр}+N_\delta+N_i+N_f),кВт.$$

Корисна потужність $N_{гак}$ залежить від умов роботи і змінюється у значних межах. Загальну оцінку ефективності використання трактора виражає його коефіцієнт корисної дії:

$$\eta=N_{гак}/N_e.$$

7. Використання вала відбору потужності (ВВП) трактора, навісної і причіпної системи трактора

Потужність трактора передається робочим машинам і знаряддям, які агрегатуються з ним, через вали відбору потужності (ВВП), навіски, причіпні системи трактора і урухомлювальні шківи.

Для з'єднання начіпної машини з трактором і керуванням її роботою служить начіпна система. Трактор, начіпна система і сільськогосподарська машина утворюють начіпний агрегат. Начіпні агрегати мають низку переваг перед причіпними: достатня маневреність, у них більш висока продуктивність, менша витрата палива на одиницю виконаної роботи, відносно мала металомісткість, для обслуговування потрібно меншу кількість персоналу.

Можливі різні варіанти розміщення начіпних машин та їх навіски в тракторному агрегаті: задня, фронтальна, бокова, комбінована.

Причіпний пристрій служить для транспортування причіпних машин і встановлюється, як правило, на начіпному пристрої трактора.

Для роботи з одновісними причепами, трактори обладнують причіпними гідрофікованими гаками.

Урухомлювальні шківи можуть установлювати у колісних універсально-просапних тракторах на ВВП.

Вал відбору потужності (ВВП) призначений для урухомлення робочих органів, приєднаних до трактора сільськогосподарських машин. Використовуючи вали відбору потужності, можна механізувати роботи не тільки в землеробстві, а й під час заготівлі і силосування кормів, навантажувальних та інших сільськогосподарських робіт. Це підвищує завантаження трактора і його річну виробітку.

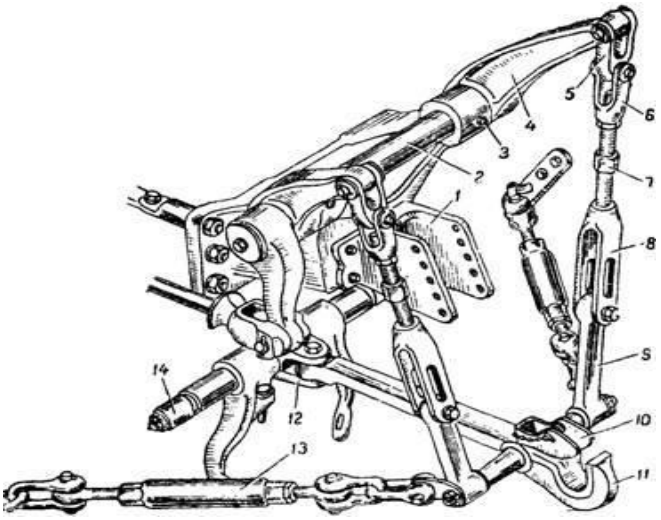

Рис. 1.2.5. Гідрофікований причіпний гак

(http://texnika.megapetroleum.ru/pricepnoe-ustrojstvo-traktorov-t-40-t-40a)

Відносно розміщення на тракторі ВВП може бути заднім, боковим і переднім. Відповідно до швидкісного режиму ВВП розрізняють: з постійною і змінною частотою обертання (синхронні).

За способом урухомлення ВВП поділяють на залежні, незалежні і частково залежні. Якщо ВВП урухомлюють від одного з валів трансмісії, які передають рух до ведучих коліс, то робота ВВП залежить від дії зчеплення. Таке урухомлення називають залежним.

Якщо ВВП урухомлює безпосередньо колінчастий вал, тобто має свою трансмісію, незалежну від коробки передач, то його називають незалежним.

Частково незалежні ВВП відрізняють від незалежних тим, що можуть вмикатися і вимикатися за зупиненого трактора, але не допускають перемикання на ходу.

Потужність, яку можна передати на урухомник механізмів робочої машини:

$$N_{еп}=N_e-N_{fa}, кВт,$$

де $N_{еп}$ – ефективна потужність, що йде від двигуна на урухомник робочих органів машини, кВт;

N_{fa} – потужність, яка витрачається на самопересування трактора і тягу робочої машини, кВт.

$$N_{fa}=(R_{коч.тр}+R_{коч.м})\cdot V_р / 3,6\cdot\eta_{тр}\cdot\eta_{б},$$

де $\eta_{тр}$ –коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора;

$\eta_{б}$ – коефіцієнт буксування;

$R_{коч.тр}$ – опір коченню трактора, кН.

$$R_{коч.тр}=G_{тр}\cdot(f+i/100),$$

де $G_{тр}$ – маса трактора, кН;

f – коефіцієнт опору кочення трактора;

i – величина підйому, %.

$$R_{коч.м}=G_м\cdot(f_м+i/100), кН$$

де $G_м$ – маса сільськогосподарської машини, кН;

$f_м$ – коефіцієнт опору кочення сільськогосподарської машини.

$$N_{еп}=N_{ВВП}/\eta_{ВВП}$$

Підставивши значення $N_{еп}$ і N_{fa} у вищевказану формулу, отримаємо:

$$N_{ВВП}\eta_{ВВП}=N_e-(R_{коч.тр}+R_{коч.м})\cdot V_р/3,6\cdot\eta_{тр}\cdot\eta_{б}, кВт.$$

Звідси визначаємо $N_{ВВП}$:

$$N_{ВВП}=N_e\cdot\eta_{ВВП}-(R_{коч.тр}+R_{коч.м})\cdot V_р\cdot\eta_{ВВП}/3,6\cdot\eta_{тр}\cdot\eta_{б}, кВт.$$

8. Шляхи поліпшення експлуатаційних властивостей тракторів

Підвищення експлуатаційних властивостей тракторів має важливе значення для поліпшення структури машинно-тракторного парку, підвищення врожайності, збереження та збільшення обсягів продовольства.

Шляхи підвищення експлуатаційних властивостей тракторів:

- високоякісне і своєчасне обслуговування;
- збільшення коефіцієнта корисної дії трактора через зменшення втрат, які йдуть на подолання різних опорів;
- правильне регулювання паливної системи та застосування якісного палива;
- регулярне і високоякісне змащування двигуна.

Питання для самоконтролю

1. Перерахуйте основні показники, що характеризують експлуатаційні властивості тракторних двигунів.
2. Дайте характеристику режимам роботи двигуна.

3. Як розрахувати питому витрату палива двигуна?
4. Укажіть величину коефіцієнта корисної дії двигуна.
5. З якою метою будують регулярну характеристику двигуна?
6. Які складові має баланс потужності трактора? Проаналізуйте їх.
7. Як розрахувати коефіцієнт корисної дії трактора?
8. Як розрахувати витрати потужності на урухомлення вала відбору потужності?
9. Перелічте шляхи підвищення експлуатаційних властивостей тракторів.