



МОЩНОСТ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ ТРАКТОР ПРИ ТЕГЛИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ FARM TRACTOR POWER IN TRACTION OPERATIONS

Димитър Иринчев
Dimitar Irinchev

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

E-mail: d_irinchev@au-plovdiv.bg

Резюме

Мощността на трактора зависи от вида на земеделската операция. Статията анализира необходимата мощност главно при теглителни операции. Определено е теоретично, че теглителната мощност представлява приблизително 65% от разходваната пълна мощност на трактора.

Abstract

A tractor engine is defined by the type of tractor operation in general. The article analyses the necessary power mainly needed in soil treatment. It has been theoretically found out that the traction power at the hitch of the tractor is approximately 65% of the total engine power needed.

Ключови думи: теглителни земеделски операции, тракторна мощност.

Key words: traction farm operations, tractor power.

ВЪВЕДЕНИЕ

Земеделският трактор извършва предимно теглителни и транспортни операции. Най-енергоемки са почвообработките. В голяма степен те зависят от специфичното съпротивление на почвата. Изборът на трактор за извършване на операцията изисква определяне на теглителната мощност. Теглителната мощност на трактора е пропорционална на теглителната сила и технологичната скорост на операцията. Пълната ефективна мощност на трактора включва освен теглителна мощност и загуба на мощност за придвижване на машинно-тракторния агрегат (МТА). Тя може да се определи ориентировъчно теоретично по литературни данни при конкретизиране на условията за работа на МТА.

Представената работа цели да определи теоретично необходимата теглителна мощност за някои земеделски операции, най-вече основни почвообработващи операции, и съответната ефективна мощност на трактора.

ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

Специфичното съпротивление при оран на почви се дава в kN/m^2 . По литературни данни за леки почви то е 20 kN/m^2 , за средни – 40 kN/m^2 , за тежки – 60 kN/m^2 , и за много тежки – 80 kN/m^2 . Специфичното съпротивление при повърхностни обработки на почви

се дава в kN/m . За да се внесе сравнимост между оранта и повърхностните обработки в изследването, специфичното съпротивление на оранта за различни дълбочини на обработка на почвата се преизчислява, отнесено също към единица работна ширина – kN/m . Изходните данни за изследването и пресметнатите стойности на теглителната мощност са представени в таблица 1.

Основните теглителни земеделски операции в практиката се извършват при определени средни технологични скорости (Palevski, 1990). Тези скорости са изходни за пресмятане на теглителната мощност. При леки и средни почви се приема работна скорост V_p – 10 km/h , а при тежки и много тежки – 5 km/h . Теглителна мощност P_T за единица работна ширина в статията се нарича *специфична теглителна мощност*. Тя се намира от израза

$$P_T = k \cdot V_p, \quad (1)$$

където: k е специфичното съпротивление на почвообработката (kN/m);

V_p – работната скорост при теглителната операция (m/s).

Мощностният баланс при равномерно движение на трактор се представя с уравнението (Velev, 1984; Dimitrov, 1991)

$$P_E = P_n + P_f + P_\delta + P_T + P_\alpha + P_M \quad (2)$$

където: P_E е ефективната мощност на тракторния двигател;

P_n – разходът на мощност в предавателната система на трактора;

P_f – мощността за самопридвижване на трактора по полето;

P_δ – мощността, изразходвана от трактора за буксуване;

P_T – теглителната мощност на трактора;

P_α – мощността за преодоляване на наклон на МТА;

P_M – мощността за задвижване на машини с активни работни органи.

В трансмисията на трактора загубата на мощност е

$$P = P_E (1 - \eta), \quad (3)$$

където η е механичният КПД на трансмисията.

При мощност на двигателя P_E , близка до номиналната, коефициентът η е равен на 0,9. При това до тракторните колела достига мощност 0,9 P_E .

Необходимата мощност за самопридвижване на трактора е

$$P_f = f \cdot G_T \cdot \cos \alpha \cdot V_p, \quad (4)$$

където G_T е теглото на трактора;

f – коефициентът на съпротивление за придвижване;

V_p – работната скорост.

Загубата на мощност за буксуване P_δ се изразява с формулата

$$P_\delta = (T + f) \cdot G_T \cdot \cos \alpha \cdot V_p \cdot \delta / (1 - \delta), \quad (5)$$

където: T е теглителният фактор (Velev, 1984; Irinchev, 2011);

δ – коефициентът на буксуване при дадения теглителен фактор.

Необходимата мощност за преодоляване на наклона е

$$P_\alpha = G_T \cdot \sin \alpha \cdot V_p \quad (6)$$

Теглителната мощност при цялостно използване на теглото като сцепно е

$$P_T = T \cdot G_T \cdot \cos \alpha \cdot V_p \quad (7)$$

Изразходваната мощност към механизма за отнемане на мощност P_M варира от 0 до 80% от P_E в зависимост от агрегатираните машини.

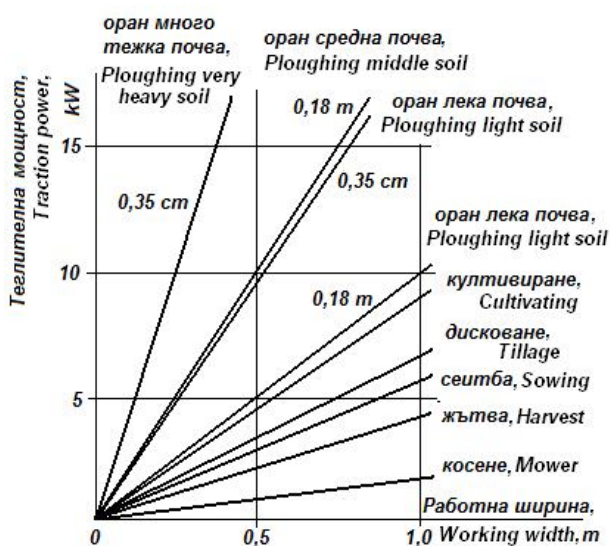
ИЗЧИСЛЕНИ ДАННИ

Необходимата специфична теглителна мощност (kW/m) за операциите е пресметната според препоръчаната технологична работна скорост V_p . С изчислените данни от таблица 1 е построен график на фиг. 1. От графика лесно може да се определи нужната теглителна мощност за дадена операция според работната ширина на машината.

За определяне на нужната ефективна мощност на тракторния двигател по формула (2) са приети

Таблица 1. Данни за теглителни земеделски операции и изчислена теглителна мощност за извършването им
Table 1. Type of traction farm operations and values of found out traction power

Операция Operation	Вид почва, специфично съпротивление Type of soil, resistivity, MPa	Дълбочина Depth, m	Специфично съпротивление Resistivity, k, kN/m	Техноло- гична работна скорост Technological velocity V_p , m/s	Специфична теглителна мощност, P_T Specific traction power, kW/m
Оран Ploughing	Леки Light, 0,02	0,18	3,6	2,8	10
		0,25	5,0	2,8	14
		0,35	7,0	2,8	19
	Средни Middle, 0,04	0,18	7,2	2,8	20
		0,25	10,0	2,8	28
		0,35	14,0	2,8	39
	Тежки Heavy, 0,06	0,18	10,8	1,4	15
		0,25	15,0	1,4	21
		0,35	21,0	1,4	30
	Много тежки Very heavy, 0,08	0,18	14,4	1,4	20
		0,25	20,0	1,4	28
		0,35	28,0	1,4	39
Дискуване Tillage	–	0,15	2,2	2,8	7
Култивиране Cultivating	–	0,10	2,5	3,4	9
Сеитба/Sowing	–	0,06	1,4	3,9	6
Жътва/Harvest	–	–	2,0	2,0	4
Косене/Mowing	–	–	2,8	2,8	2



Фиг. 1. График на теглителната мощност при някои операции според работната ширина
 Fig. 1. Graph of traction power by some operations, dependent on working width

следните изходни данни: движение на колесен трактор по равнинно поле, стърнище с наклон $\alpha = 5^\circ$, $\eta = 0,9$, $f = 0,1$, оптимален теглителен фактор $T = 0,4$ (Irinchev, 2011), оптимално буксуване $\delta = 0,05$. Приема се $\cos\alpha = 1$.

Според формула (3) загубата на мощност в трансмисията $P_{\eta} = 0,1 P_E$

Според формула (4) загубата на мощност за самопридвижване $P_f = 0,1 G_T \cdot V_p$

Приема се, че тракторът работи с максимален теглителен к.п.д. Тогава за колесен трактор оптималният теглителен фактор има стойност, близка до $T = 0,4$.

По формула (5) загубата на мощност за буксуване при същата стойност на T е $P_{\delta} = (0,4 + 0,1) \cdot G_T \cdot V_p \cdot 0,05 / (1 - 0,05) \approx 0,026 G_T \cdot V_p$

По формула (6) загубата на мощност за преодоляване на наклон $\alpha = 5^\circ$ е $P_{\alpha} \approx 0,1 G_T \cdot V_p$

Съгласно с формула (7) оптималната теглителна мощност при $T = 0,4$ е $P_T = 0,4 G_T \cdot V_p$

След заместване на изразите (3), (4), (5), (6) и (7) в уравнението за баланса на мощностите (2) се получава

$$P_E = 0,1 P_E + (0,1 G_T \cdot V_p)^{P_f} + (0,026 G_T \cdot V_p)^{P_{\delta}} + (0,1 G_T \cdot V_p)^{P_{\alpha}} + (0,4 G_T \cdot V_p)^{P_T} + P_M \quad (8)$$

Уравнение (8) дава количествено съотношение на компонентите на мощността, като част от величината

$G_T \cdot V_p$ при оптимален теглителен режим. След сумиране на изразходваната мощност за съпротивление при движение на трактора – $P_{\text{съпр}} = P_f + P_{\delta} + P_{\alpha}$, при $P_M = 0$, уравнението добива вида

$$0,9 P_E = (0,226 G_T \cdot V_p)^{P_{\text{съпр}}} + (0,4 G_T \cdot V_p)^{P_T}$$

или $P_E = (0,25 G_T \cdot V_p)^{P_{\text{съпр}}} + (0,45 G_T \cdot V_p)^{P_T} \quad (9)$

Изразът (9) показва относителния дял на съпротивителната мощност и полезната теглителна мощност като част от произведението $G_T \cdot V_p$. Процентният дял на съпротивителната мощност $P_{\text{съпр}}$ е 35%, а на полезната теглителна мощност P_T – 65% от ефективната мощност на трактора P_E . Следователно, знаейки това съотношение, след определяне на теглителната мощност P_T от фиг. 1 по формула (9) може да се намери пълната (ефективната) мощност на тракторния двигател P_E .

В случай че има разход на мощност за активни работни органи P_M , тя се добавя към така определената ефективна мощност.

ИЗВОДИ

1. Построен е график, позволяващ да се определи специфичната теглителна мощност P_T на трактор за дадена земеделска операция.
2. При основни теглителни земеделски операции по поле стърнище с наклон до 5° оптималната теоретична теглителна мощност P_T на колесен трактор представлява около 65% от разходваната пълна ефективната мощност P_E на трактора.

LITERATURA

Velev, N., 1984. Teoria i izchislenie na traktora i avtomobila, Zemizdat, Sofia.
 Dimitrov, Y., 1991. Teoria na avtomobila, traktora i kara, Sofia.
 Palevski, P., 1990. Metodichesko rakovodstvo za kursovo projektirane po eksploatatsia na mashinno-traktornia park, Zemizdat, Sofia.
 Irinchev, D., 2011. Traction force, weight and traction efficiency of a farm tractor. – Journal of the Technical University Sofia, branch Plovdiv, Fundamental Sciences and Applications, Vol. 16.

Статията е приета на 16.04.2013 г.
 Рецензент – доц. д-р Иван Брайков
 E-mail: iv_braykov@mail.bg