

STANISŁAW ROSOWSKI

Instytut Ekonomiki Rolnej

Warszawa

ZAGADNIENIA OBLICZANIA JEDNOSTKOWYCH KOSZTÓW EKSPLOATACJI CIĄGNIKÓW

Poniesiony w danym okresie przez gospodarstwo ogół kosztów wynikających z faktu posiadania i używania ciągnika jest kosztem całościowym jego eksploatacji.

Ustalenie (obliczenie) kosztów całościowych jest podstawowym, lecz nie ostatecznym etapem rachunku kosztów. Interesuje nas bowiem odpowiedź, jak wielka część całościowych kosztów eksploatacji ciągnika przypada na jednostkę wykonanych prac. Ściślej mówiąc chodzi o obliczenie udziału kosztów eksploatacji ciągnika w jednostkowych kosztach produkcji wytwarzanej w gospodarstwie. Sumę kosztów całościowych można względnie łatwo obliczyć. Trudności zaczynają się dopiero wówczas, gdy koszty te chcemy odnieść do jednostki wykonanej pracy. Wymaga to ustalenia ilości wykonanych ciągnikiem usług (prac) dla różnych potrzeb gospodarstwa. Usługi te mierzy się za pomocą różnych jednostek wydajności roboczej agregatu ciągnika. Jednostkami tymi mogą być: przy pracach polowych — hektar rzeczywisty, przy omłotach tona, w transporcie zaś — tonokilometr lub ciężar przewiezionych ładunków.

Gdyby w gospodarstwie rolnym ciągnik używany był tylko do jednego rodzaju pracy, wówczas koszt jednostkowy byłby ilorazem z podzielenia całościowych kosztów eksploatacji przez ilość jednostek danej pracy, np. transportu. Prawie zawsze jednak ciągnik używany jest w gospodarstwie do różnych prac, jak orka, bronowanie, koszenie, napęd młocarni, transport i inne.

Obliczenia kosztu użycia ciągnika na wykonanie 1 ha orki, bronowania, koszenia itp., nie można dokonać wprost dzieląc całościowe koszty eksploatacji ciągnika przez sumę (nawet takich samych) jednostek rzeczywistych poszczególnych prac. Ta sama bowiem jednostka, np. 1 ha w odniesieniu do różnych robót przedstawia pod względem nakładu pracy, a więc i kosztów wykonania, inną wielkość. Z tych to względów rozliczenia całościowych kosztów eksploatacji ciągnika na jednostkę każdej pracy można dokonać jedynie drogą pośrednią, która prowadzi poprzez obliczenie kosztu jednostki zużycia pracy pociągowej lub napędowej ciągnika.

Każda pośrednia droga obliczania kosztów sprawia, że uzyskane wyniki obliczeń nie są wiernym, lecz jedynie przybliżonym odbiciem rzeczywistych kosztów wykonania danej pracy. Uzyskanie dokładniejszych wyników byłoby teoretycznie możliwe pod warunkiem takiej dokumentacji kosztów całościowych, przy której poszczególne ich elementy byłyby zaliczane bezpośrednio na rachunek każdej pracy wykonywanej ciągnikiem. Niestety praktycznie, poza kosztami paliwa (a i to nie jest łatwe) dokumentacji takiej zastosować nie można.

Powszechnie stosowany u nas dotychczas miernik kosztu jednostki zużycia siły pociągowej ciągnika, jakim jest koszt 1 ha orki średniej, ma zasadniczą wadę, gdyż wadliwy jest cały system przeliczenia różnych prac na hektary orki średniej. Wykonane ciągnikiem różne prace przelicza się za pomocą odpowiednich współczynników przeliczeniowych na hektary orki średniej wg wzoru:

$$Ośr = P \cdot w \quad (1)$$

gdzie:

$Ośr$ — oznacza ilości przeliczeniowej orki średniej,

P — rzeczywistą ilość wykonanej pracy w ha, tonach lub tonokilometrach,

w — współczynnik przeliczeniowy na orkę średnią.

Współczynniki przeliczeniowe dla poszczególnych prac ustalane są jako zaokrąglone ilorazy z podzielenia wydajności roboczej ciągnika przy orce średniej, przez wydajność roboczą ciągnika przy danej pracy. Są więc one rezultatem stosunku normy zmianowej ustalonej dla orki średniej do norm zmianowych (taki sam czas pracy) poszczególnych prac.

W systemie tym, jak sama nazwa wskazuje, za podstawę do przeliczenia różnych rodzajów prac wykonywanych ciągnikami przyjęto tzw. orkę średnią. Jest to oczywiście umowny rodzaj orki i z tego względu istnieje pewna dowolność w wyborze rodzaju orki jako wzorca nakładów pracy. W Związku Radzieckim¹ za orkę średnią uważa się np. orkę z przedpluźnikiem na glebach od dawna już uprawianych, wykonywaną na głębokości 20—22 cm. Natomiast według obowiązującej u nas tabeli współczynników przeliczeniowych², w Państwowych Ośrodkach Maszynowych i Państwowych Gospodarstwach Rolnych za orkę średnią uważa się orkę wykonaną bez przedplużków na głębokości 18—20 cm. Jest rzeczą całkiem zrozumiałą, że jeśli za orkę średnią przyjęta zostanie orka wykonywana w łatwiejszych warunkach (np. mniejsza głębokość) to ogólna ilość pracy wykonanej ciągnikiem wyrażona w hektarach orki średniej za pomocą odpowiednich, zawyżonych, w tym wypadku, współczynników przeliczeniowych, będzie zwiększona niejako w sposób sztuczny.

Na ilość pracy wykonanej agregatem ciągnikowym w określonym czasie (u nas 8 godzin), nazywanej normą zmianową, wpływają między innymi takie czynniki jak: gleba, rzeźba terenu, wielkość zagonów, konstrukcja i stan maszyn, organizacja pracy itp. Wpływ tych czynników na ilość wykonywanej pracy znajdował swoje odbicie w ustalanych dla różnych miejscowych warunków tzw. zróżnicowanych normach pracy. Dostosowaną do konkretnych warunków normę zmianową (norma zróżni-

¹ S. P. Puryszew. Sbornik rasczetyh tablic dla Maszinno-Traktornyh Stancji Moskwa 1954.

² Zarządzenie Ministra Rolnictwa z dnia 24 lutego 1955 r.

cowana) ustala się przez zastosowanie odpowiednich współczynników różnicowania normy podstawowej.

Ustalanie różnicowanych norm opiera się na zasadzie, że każdą z nich wyrazić można w funkcji mocy uciągu ciągnika. Jeśli więc założymy, że przy pracy na różnych zagonach moc ciągnika będzie jednakowa, to ilość wykonanej w określonym czasie pracy będzie w konkretnym przypadku zależna od stopnia trudności warunków, w jakich praca jest wykonywana. Jeśli zatem warunki wykonywania konkretnej pracy są cięższe (np. wzniesienie terenu) od warunków przyjętych za przeciętne (dla których określona była norma podstawowa), to ilość pracy wykonanej w tych warunkach będzie mniejsza. Wykonanie tej samej ilości pracy w cięższych warunkach wymagać będzie większego nakładu energii, czyli większego nakładu mierzonej w kGm pracy ciągnika, co uzyskać można niekiedy przedłużeniem czasu pracy. Ponieważ ustalanie norm pracy polega na określeniu jej ilości w określonym czasie, stąd też czas pracy jest tu wielkością stałą, a zmienną jest ilość pracy. Zatem jeśli weźmiemy pod uwagę np. kilka prawidłowo ustalonych różnicowanych norm zmianowych konkretnej pracy, to każda z nich reprezentować będzie jednakową w przybliżeniu ilość wyłożonej na jej wykonanie pracy mechanicznej. Podkreślamy przy tym słowo w „przybliżeniu”, gdyż w zależności od charakterystyki zagonu, wartość maksymalnej mocy uciągu ciągnika może ulegać zmianom.

Jeśli hektar orki średniej ma być jednostką zużycia pracy siły pociągowej, to współczynniki przeliczeniowe dla różnych prac powinny być różnicowane, w zależności od konkretnych warunków, w jakich prace są wykonywane. Przedstawione w skrócie założenia przy ustalaniu różnicowanych norm zmianowych, należałoby przetransponować na zasady obliczania różnicowanych wartości liczbowych współczynników przeliczeniowych przynajmniej w zależności od rodzaju gleb, ukształtowania terenu i długości zagonów.

Stosowane w praktyce współczynniki przeliczeniowe jednakowe dla wszystkich warunków są często przyczyną poważnych błędów przy ocenie wykorzystania i kosztów eksploatacji ciągników oraz ocenie pracy traktorzystów. Na przykład obowiązująca w POM tabela norm zmianowych podaje rozpiętość norm kultywatorowania przy pomocy ciągnika Zetor w ciągu jednej zmiany (8 godz) od 7,4 ha w warunkach pierwszego stopnia trudności do 5,4 ha w warunkach trzeciego stopnia trudności.

Posługując się obowiązującym dla kultywatorowania (tym samym dla wszystkich warunków) współczynnikiem przeliczeniowym, którego wartość liczbową dla kultywatorowania wynosi 0,30, w pierwszym wypadku otrzymamy 2,22, w drugim natomiast tylko 1,62 ha orki średniej. W obu wypadkach nakład energii na wykonanie normy zmianowej (taki sam czas) powinien być w zasadzie jednakowy, w przedstawionym obliczeniu natomiast różnica wynosi 0,60 ha orki średniej.

Różnica ta powoduje również fałszywy obraz kosztów. Jeżeli mianowicie (uznając słuszność norm) przyjmiemy, że w jednostce czasu (godzina) ciągnik pracujący (przy tej samej mocy) zużywa środków produkcji wartości 40 zł, to koszt pracy w każdym wypadku powinien wynosić 320 zł. Koszty zaś na 1 ha orki średniej w pierwszym wypadku wyniosą około 144 zł a w drugim około 197 zł. Oczywiście, że obie te liczby są

falszywe. Przy prawidłowym ustaleniu współczynników przeliczeniowych, koszt 1 ha orki średniej, zakładając że wyraża on rzeczywiste nakłady pracy, powinien być w przybliżeniu jednakowy (około 160 zł). Aby uzyskać prawidłowy wynik rachunkowy, odzwierciedlający rzeczywiste nakłady, należałoby zastosować dla podanego w przykładzie kultywowania dwa różne współczynniki przeliczeniowe. Dla warunków pierwszego stopnia trudności, wartość liczbowa współczynnika¹ powinna wynosić 0,27, a dla trzeciego stopnia trudności 0,37.

Potrzebę zróżnicowania współczynników przeliczeniowych dla różnych warunków uzasadnia zależność zużycia siły pociągowej ciągnika od rodzaju gleb. W opracowaniu IMER² podzielono gleby pod względem ich oporu jednostkowego (k) na:

lekkie	o oporze przy orce	20—35 kg/dcm ²
średnie	" "	36—50 "
ciężkie	" "	51—65 "
b. ciężkie	" "	ponad 65 kg/dcm ²

Ilość włożonej energii będzie różna w zależności od rodzaju gleby i proporcjonalna do oporu uprawianej gleby. Na przykład, przy orce pługiem dwuskbowym o szerokości roboczej $b = 50$ cm i głębokości $a = 20$ cm, przy oporze jednostkowym gleby $k = 30$ kg/dcm², opór stawiany przez pług wynosić będzie $P = k \cdot a \cdot b = 30 \cdot 2 \cdot 5 = 300$ kg, a na glebie średniej, gdzie wartość $k = 45$ kg/dcm², opór pługa wynosić będzie 450 kg. Ponieważ szerokość robocza pługa wynosi 0,5 m, to (teoretycznie) podczas przebytej drogi np. 1000 m praca na glebie lekkiej wyniesie 300 000 kGm, a na glebie średniej 450 000 kGm. Przy przyjęciu ilości włożonej pracy na glebie średniej za 1, wartość odpowiedniego współczynnika dla gleby lekkiej powinna wynosić około 0,67 (30:45).

Przyjmując dalej w naszym przykładzie, że rozwijana maksymalna moc uciągu ciągnika wynosi 12KM, możemy obliczyć z wzoru $N = \frac{P \cdot V}{75}$ że pokonując opór $P = 300$ kg, ciągnik może się poruszać z prędkością $v = 3$ m/sec $\left(\frac{75 \times 12}{350} = 3 \right)$. Stąd też w ciągu 1 godziny ciągnik na glebie lekkiej wykona teoretycznie 0,54 ha orki ($0,36 \cdot b \cdot v$), na glebie natomiast średniej, w związku z mniejszą prędkością poruszania się ciągnika, która wynosić będzie $v = 2$ m/sec $\left(\frac{75 \cdot 12}{450} = 2 \right)$, zmniejszy się również wydajność robocza agregatu. W ciągu 1 godziny ciągnik wykona teoretycznie tylko 0,36 ha orki ($0,36 \cdot b \cdot v$). Z omówionego przykładu wynika więc, że jeśli za orkę wzorcową przyjmiemy orkę wykonywaną na glebie średniej (w omawianym przykładzie na glebie, której opór jednostkowy wynosi 45 kg/dcm²), to współczynnik przeliczeniowy dla orki na glebie lekkiej powinien wynosić około 0,67 (0,36:0,54).

Wielkość tego współczynnika jest więc równa współczynnikowi obliczonemu poprzednio drogą porównania ilości zużytej pracy mechanicznej

¹ Współczynniki te obliczono przyjmując za podstawę ustaloną normę 2 ha orki wykonywanej w warunkach średnich.

² Z. Kunczyński. Projekt zróżnicowania norm wydajności pracy i zużycia paliwa dla POM. Maszynopis. Archiwum IMER. Warszawa 1953.

ciągnika. Stąd też można uznać, że obliczony współczynnik odzwierciedla rzeczywiste stosunki, jakie przy omówionej przykładowo orce zachodzą w zużyciu pracy siły pociągowej ciągnika. Ilość ha orki średniej obliczona więc przy pomocy takiego współczynnika może być miernikiem pracy siły pociągowej ciągnika.

Zróżnicowanie współczynników przeliczeniowych konieczne jest dla wszystkich prac. Dla każdego odmiennych warunków terenowych i glebowych należałoby, w porównaniu do przyjętej za wzorzec orki średniej, ustalić inne współczynniki przeliczeniowe. Każdej pracy odpowiadałoby zatem kilka współczynników.

Niejednokrotnie podejmowane były już w tym kierunku wysiłki. Istniał np. w Ministerstwie Rolnictwa projekt, aby za orkę przeliczeniową (wzorcową) przyjąć orkę wykonywaną w określonych warunkach glebowych (gleba średnio zwięzła o oporze jednostkowym 35—50 kg/dcm²), terenowych (teren równy) i przy określonej długości pola. Projekt takich współczynników obejmujących tylko orki zamieszczony jest w tabeli 1. Istniał też inny projekt zróżnicowania współczynników przeliczeniowych, który przewidywał zróżnicowanie ich dla prac wykonywanych różnymi typami ciągników w stosunku do ciągnika Zetor.

Niejednokrotnie spotykamy się z poglądem, że szczegółowe zróżnicowanie współczynników do przeliczenia różnych prac na ha orki średniej, uwzględniające również zależności między poszczególnymi typami ciągników, pozwoliłoby usunąć braki tego systemu. Jednak wskazane tu mankamenty systemu posługiwania się hektarem orki średniej można tą drogą jedynie zmniejszyć, lecz praktycznie nie można ich usunąć.

Wahania oporu gleb przy wzorcowej orce średniej nie wyczerpują bowiem wszystkich zastrzeżeń, jakie nasuwają się w stosunku do zróżnicowanej tabeli współczynników przeliczeniowych. Nie mogą one odzwierciedlać rzeczywistych nakładów pracy siły pociągowej ciągników, gdyż na jej ilość, a zatem i na wydajność roboczą agregatu ciągnikowego, wpływają również rodzaj, jakość i stan techniczny maszyn, lub narzędzi towarzyszących. Jeśli zmienia się wydajność roboczą, wówczas ulega również zmianom stosunek tej wydajności do wydajności roboczej agregatu przy orce wzorcowej. Pomiedzy przyjętymi współczynnikami a rzeczywistymi wynikami będą więc zawsze zachodziły odchylenia. Współczynniki przeliczeniowe będą słuszne tylko wtedy, gdy stosowane będą te same typy maszyn, które były użyte do badań przy ustalaniu danych współczynników przeliczeniowych. Najbardziej nawet szczegółowo opracowana tabela współczynników nie może wyczerpać wszystkich możliwości zmiany warunków pracy.

Oceniając przydatność opracowywania szczegółowych tabel zróżnicowanych współczynników przeliczeniowych, należy wziąć pod uwagę również fakt, że ustalone współczynniki przeliczeniowe dla poszczególnych prac, wyrażające stosunek wydajności roboczej agregatów ciągnikowych przy orce średniej do innych prac, najczęściej nie uwzględniają odpowiednich stosunków w zużyciu paliwa.

Faktyczna ilość paliwa zużywanego na 1 ha orki średniej danej pracy jest inna niż na 1 ha orki średniej wzorcowej. Okoliczność ta ma miejsce szczególnie przy pracach transportowych, a te stanowią w gospodarstwie poważną część ogólnego nakładu pracy. Obliczanie kosztów użycia ciągni-

Tabela 1

Projekt współczynników do przeliczenia prac ciągnikowych na hektary orki
średniej w celu obliczenia wykonania zadań rocznych w PGR

Rodzaj pracy	I stopień trudności			II stopień trudności			III stopień trudności			IV stopień trudności		
	rów- ninny	fa- listy	gó- rzysty	rów- ninny	fa- listy	gó- rzysty	rów- ninny	fa- listy	gó- rzysty	rów- ninny	fa- listy	gó- rzysty
Orka poniżej 18 cm	0,82	0,97	1,16	0,90	1,07	1,27	1,12	1,32	1,55	1,35	1,59	1,93
Orka 18,1—21 cm bez przedpłużków	0,91	1,07	1,29	1,00	1,18	1,41	1,25	1,47	1,76	1,43	1,69	2,05
Orka 18,1—21 cm z p. lub 21,1—25 cm bez p.	1,00	1,18	1,41	1,10	1,30	1,55	1,37	1,60	1,90	1,63	1,93	2,25
Orka 21,1—25 cm z p. lub 25,1—30 cm bez p.	1,18	1,39	1,66	1,30	1,53	1,83	1,62	1,93	2,28	1,86	2,20	2,62
Orka 25,1—30 cm z p. lub ponad 30 cm z p.	1,59	1,92	2,30	1,80	2,12	2,51	2,25	2,66	3,17	2,65	3,33	3,69
Orka ponad 30 cm z przedpłużkiem	2,08	2,45	2,98	2,25	2,68	3,18	2,81	3,32	3,96	3,34	3,87	4,54
" " ponad 21 cm z p.	1,54	1,82	2,17	1,70	2,01	2,40	2,18	2,50	2,97	2,47	2,97	3,43
Orka łąk pługiem łąkowym	1,50	1,70	2,05	1,60	1,89	2,26	2,00	2,42	2,85	2,31	2,70	3,23
Orka odługów i upraw wielol. do 21 cm z p.	1,18	1,39	1,66	1,30	1,53	1,83	1,62	1,95	2,28	1,86	2,20	2,62
Podorywka pługiem	0,50	0,60	0,72	0,56	0,67	0,80	0,69	0,87	1,00	0,80	0,96	1,18
Podorywka bronami talerzowymi	0,25	0,30	0,35	0,26	0,31	0,36	0,35	0,59	0,45	0,37	0,43	0,72

ków na poszczególne prace drogą przeliczenia ich na hektar orki średniej obarczone jest i z tego tytułu poważnym błędem.

Jednostkowe koszty eksploatacji ciągników obliczamy, między innymi, w celu uzyskania klucza podziału całościowych kosztów eksploatacji na wytworzoną przy udziale ciągników produkcję. Jeżeli za taki klucz przyjęlibyśmy hektary orki średniej, to nie trudno zauważyć, że koszty eksploatacji ciągnika przypadające na jednostkę uprawnej powierzchni danego ziemiopłodu będą stale jednakowe, niezależnie od wydajności roboczej ciągnika. Przyjmijmy np., że koszt 1 ha orki średniej wynosi 200 zł, a wartość współczynnika przeliczeniowego danej pracy 0,5. Jeśli praca ta wykonana zostanie na powierzchni np. 5 ha, to jej ilość wyrażona w ha orki średniej wynosić będzie 2,5. Koszt więc wykonania 1 ha danej pracy (produkt pracy ciągnika) wynoszący 100 zł będzie zawsze jednakowy, niezależnie od wydajności pracy. Wynika to stąd, że wydajność pracy w systemie współczynników przeliczeniowych jest dla każdej pracy z góry założoną wielkością stałą. Okoliczność ta jest oczywiście również poważną wadą systemu. Nie pozwala uwypuklić znaczenia konkretnej wydajności pracy, która przez fakt swej zmienności jest czynnikiem decydującym o wysokości kosztów jednostkowych. System więc współczynników przeliczeniowych, w którym wydajność pracy wyraża się jedynie w mniejszej lub większej ogólnej ilości hektarów orki średniej, nie powinien służyć za podstawę do rozliczenia kosztów eksploatacji ciągników na poszczególne wytworzone w gospodarstwie produkty. Rozliczenia te bowiem powinny przynajmniej w przybliżeniu odzwierciedlać rzeczywiste koszty, czego hektary orki średniej jako nośniki kosztów zapewnić nie mogą. Z przeprowadzonych rozważań wynika, że hektara orki średniej nie można uznać za właściwy miernik zużycia pracy siły pociągowej ciągników. Nie można go uznać za taki miernik nawet przy rozbudowanym systemie zróżnicowanych współczynników przeliczeniowych i miernik hektara orki średniej powinien być, naszym zdaniem, jak najszybciej zarzucony.

Głosy krytykujące słuszność mierzenia nakładów pracy w ha orki średniej pojawiają się nie tylko u nas. Również w Związku Radzieckim¹, a więc i tam, gdzie system ten się zrodził, wysuwane są poważne zastrzeżenia.

Powstaje więc pytanie, na jakiej drodze szukać należy właściwego rozwiązania, takiego, aby jednostkowy koszt eksploatacji ciągnika odnosił się rzeczywiście do jednostki jego pracy. Rozwiązanie takie uzyskać można tylko wówczas, jeśli pracę ciągnika rozumieć będziemy jako zużycie przez jego silnik określonej energii.

Wg B. Świerczewskiego² ilość pracy wykonanej agregatem ciągnikowym można wyrazić w funkcji mocy silnika następującym wzorem:

$$W_{zm} = \frac{27}{K} (N_{nom} \cdot \eta_n \cdot \eta_u \cdot T_c \cdot \tau \cdot \beta \text{ ha/zm}) \quad (2)$$

¹ N. Jakowlew i N. Tjuliajew. Energetičeskaja sistema normirovanija traktornych robot. Mechanizacija i Elektryfikacija socjalistycznego sielskogo chozajstwa nr 4, 1957.

² B. Świerczewski. Eksploatacja parku ciągnikowo-maszynowego. PWRiL, Warszawa 1952.

- gdzie: W_{zm} — oznacza ilość wykonywanych hektarów danej pracy w ciągu zmiany,
 K — jednostkowy opór maszyny lub narzędzi w kg/m szer. rob.
 N_{nom} — nominalna moc silnika w danym ciągniku,
 η_n — współczynnik wykorzystania mocy nominalnej,
 η_u — współczynnik wykorzystania mocy efektywnej na pracę użyteczną,
 T_c — całkowity czas pracy w godzinach,
 τ — współczynnik wykorzystania czasu na pracę użyteczną,
 β — współczynnik wykorzystania szerokości roboczej maszyny.

Z przytoczonego wzoru (2) wynika, że ilość wykonanej przez agregat ciągnikowy pracy zależy (w odwrotnym stosunku) tylko od wielkości jednostkowego oporu maszyny lub narzędzia. Im większy jest ten opór, tym ilość pracy jest mniejsza.

Natomiast wzrost wartości wszystkich pozostałych czynników tzn. mocy nominalnej silnika i stopnia jej wykorzystania (wyrażenie $\eta_n \cdot \eta_u$), czasu pracy i stopnia jego wyzyskania, oraz szerokości roboczej maszyny, powoduje zwiększenie ilości wykonanej pracy.

Wpływające na wydajność roboczą agregatu różnorodne czynniki z punktu widzenia ich funkcji, jaką w procesie pracy spełniają, dadzą się zebrać w 3 podstawowe grupy. Do pierwszej grupy zaliczyć można wszystkie czynniki określające warunki pracy (jak np. gleba, maszyna, teren itp.), do drugiej czas pracy, a do trzeciej wykorzystanie mocy silnika ciągnikowego.

Czynniki pierwszej grupy określające warunki pracy stanowią o wielkości oporu, jaki agregat ciągnikowy napotyka w trakcie pracy. Opór ten, mierzony w kg, przeciwstawia się sile uciągu ciągnika. Agregat ciągnikowy pokonujący ten opór na określonej drodze wykonuje określoną ilość mierzonej w kGm pracy.

Wykonując daną pracę silnik ciągnika wykazywać musi określoną (dla danej pracy i warunków) energię w każdej jednostce czasu. Miernikiem takiej energii jest, jak wiadomo, 1 KM. Przedstawia on pracę równą 75 kGm/sek.

Wykonana więc przez silnik ciągnikowy praca na określonym obszarze, np. 1 ha jest funkcją energii i czasu. Iloczyn tych dwóch wielkości wyrażający pracę silnika będzie zawsze dla danych warunków wielkością stałą. Jeśli za jednostkę czasu przyjmiemy np. 1 godzinę, to ilość tej pracy wynosić będzie $75 \text{ kGm/sek} \times 3600 \text{ sek} = 270\,000 \text{ kGm}$. Wielkość tę, odpowiadającą zużyciu energii 1 KM w ciągu 1 godziny, możemy więc przyjąć za jednostkę energetyczną pracy silnika. Oznaczając tę jednostkę symbolem KMh będziemy ją nazywać koniogodziną mechaniczną. Konio-godzinę mechaniczną można przyjąć zatem jako energetyczny równoważnik mierzonej w kGm pracy mechanicznej silnika.

Z KMh jako energetycznym równoważnikiem pracy mechanicznej silnika ciągnikowego spotykamy się także w literaturze zagranicznej. Świadczy o tym wspomniana już praca N. Jakowlewa i N. Tjulajewa, z której wynika, że omawiany energetyczny miernik pracy (KMh) znalazł już w Związku Radzieckim praktyczne zastosowanie do określania norm pracy i paliwa dla poszczególnych typów ciągników.

Ustalone na nowych podstawach normy, oparte na opracowywanym przez Wszechzwiązkowy Instytut Mechanizacji (WIM) energetycznym systemie normowania, przy opracowywaniu którego — jak piszą autorzy — „specjalna uwaga poświęcona była zbadaniu pojemności energetycznej prac rolnych (ilość KMh na 1 ha danej pracy SR) jako ilościowej charakterystyce trudności uprawy gleb”.

Przytoczone fragmenty prac, które również wskazują na uzasadnioną konieczność oparcia normowania prac ciągnikowych na miernikach energetycznych, utwierdzają nas jeszcze w przekonaniu, że dla celów obliczania jednostkowych kosztów zużycia siły pociągowej ciągników właściwszą i jedynie słuszną podstawę stanowią właśnie energetyczne jednostki pracy.

Dla potrzeb wyrażania pojemności energetycznej poszczególnych prac, czy też zużytej przez silnik ciągnika energii na wykonane prace, co oznacza zresztą to samo, w zupełności właściwą jednostką jest koniogodzina mechaniczna (1 KMh). Natomiast przy obliczaniu kosztów eksploatacji ciągnika koniogodzina, jako miernik jednostkowych kosztów zużycia pracy siły pociągowej wydaje się ze względów praktycznych jednostką zbyt małą. Ponieważ chodzi tu przede wszystkim o taką jednostkę energetyczną, która przedstawiałaby zużycie energii rzeczywistej mocy silnika, może więc nią być po prostu 1 godzina pracy ciągnika.

Godzina pracy ciągnika (tzw. ciągniko-godzina) przedstawia określoną ilość zużytej energii. Jeśli np. nominalna moc silnika ciągnika Zetor wynosi 25 KM, a stopień jej wykorzystania przy danej pracy stanowi np. 60%, to moc efektywna będzie wynosić 15 KM. Wykonana przy takiej efektywnej mocy silnika praca w ciągu jednej godziny (odpowiadająca 15 KM) równa jest $15 \times 270\,000 = 4\,050$ tys. kGm.

Wyrażona w jednej ciągnikogodzinie wielkość energii lub, jak mówimy inaczej, pracy siły pociągowej ciągnika, nie jest jednak (w przeciwieństwie do 1 KMh) zawsze jednakowa. W każdym przypadku może być inna, gdyż zależy ona od efektywnej mocy silnika, czyli od stopnia wykorzystania jego mocy nominalnej. Koszt godziny eksploatacji ciągnika nie może zatem dać wystarczająco pewnych podstaw do porównań poszczególnych typów środków energetycznych. Jedna godzina eksploatacji przedstawiać może różną wielkość zużycia energii, a więc i różne odpowiadające tej energii zużycie środków materialnych i pieniężnych, gdyż koszt ciągnikogodziny odnosi się tylko do określonej mocy efektywnej silnika.

Posługiwanie się omówionymi energetycznymi jednostkami pracy siły pociągowej ciągników, szczególnie dla celów obliczania jednostkowych kosztów eksploatacji wymaga jeszcze pewnego dodatkowego oświeślenia. Otóż potencjał energetyczny mierzony w MKMh wynika z iloczynu, którego jednym z czynników jest mierzony godzinami czas pracy.

Nasuwać się może pytanie, jak czas ten należy rozumieć. Czy godzina pracy ciągnika ma obejmować całkowity czas wykonywania danej pracy, jako konkretnego zabiegu technologicznego (np. orki, bronowania, transportu itp.), a więc wraz z przestojami, czy też tylko czas pracy efektywnej.

Całkowity czas wykonywania danej pracy, agregatem ciągnikowym można przedstawić z punktu widzenia energetycznego jako sumę:

$$T_c = T_e + T_j + T_p + T_o; \quad (3)$$

- gdzie: T_e — oznacza efektywny czas pracy (praca ciągnika pod użytkowym obciążeniem),
 T_j — czas pracy zużyty na jałowe przejazdy, dojazdy i nawroty,
 T_p — czas pracy zużyty na przestoje przy niewyłączonym silniku ciągnika,
 T_o — czas pracy zużyty na przestoje przy wyłączonym silniku ciągnika.

Z punktu widzenia energetycznego agregat wykonuje pracę tylko wówczas, kiedy jest w ruchu jego silnik, a więc z wyjątkiem czasu zużytego na przestoje agregatu z silnikiem wyłączonym. Wielkość czasu ruchu można więc wyrazić wzorem:

$$T_r = T_c - T_o \quad (4)$$

Czas ruchu silnika (czas pracy silnika) jest, naszym zdaniem, najbardziej właściwą i uzasadnioną podstawą odnoszenia kosztów eksploatacji ciągnika. Jednostka tego czasu — godzina ruchu — odniesiona do mocy efektywnej silnika wyraża energię zużytą przez ciągnik. Należy oczywiście pamiętać, że wielkość energii przedstawionej jako ciągnikogodzina może być dla każdego ciągnika i różnych warunków inna, gdyż zależy ona od mocy efektywnej silnika. Godzina ruchu — odniesiona do 1 KM mocy efektywnej silnika oznacza zużytą energię odpowiadającą jednej koniogodzinie. Jednostka ta jest określonej wielkości stałym miernikiem energetycznym pracy siły pociągowej i przy jej pomocy można porównać potencjał energetyczny różnych ciągników. Koszty eksploatacji odniesione do 1 KMh będą się przedstawiały jako iloraz z podzielenia kosztu ciągnikogodziny (godzina eksploatacji ciągnika) przez ilość KM mocy efektywnej silnika. Ten prosty sposób przeprowadzenia rachunku wymaga jednak, aby czas eksploatacji ciągnika odnosił się do czasu ruchu jego silnika.

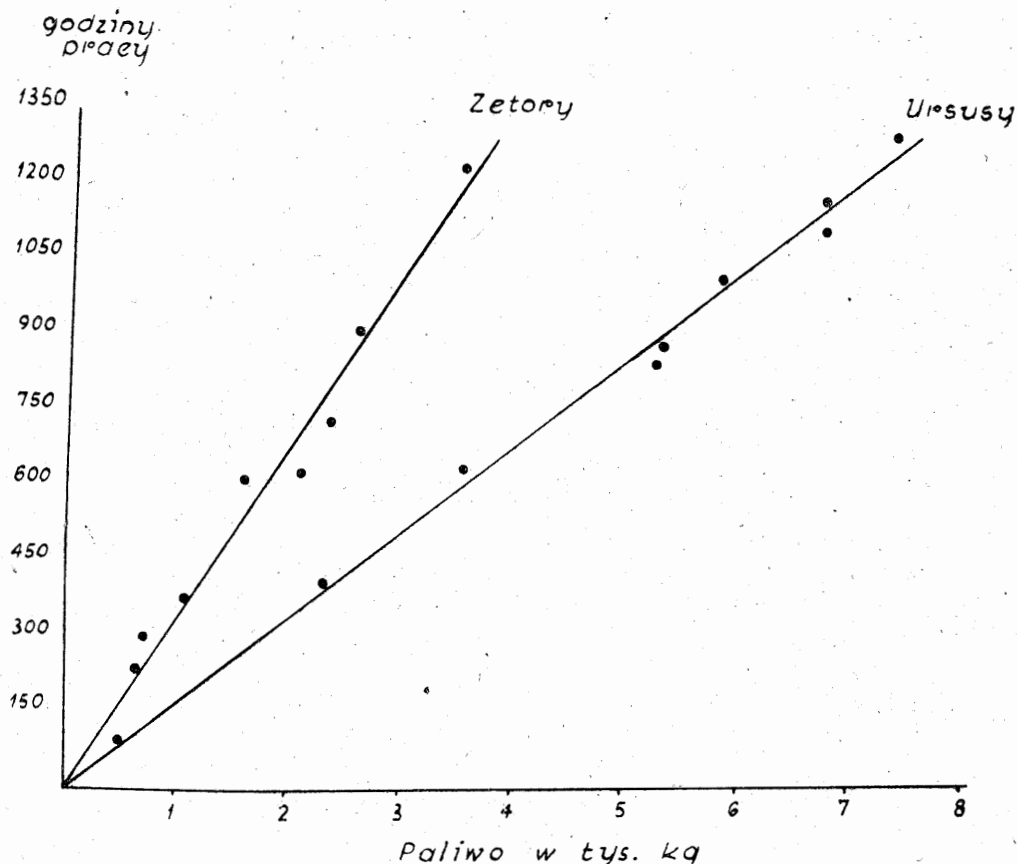
W zasadzie dzienny czas eksploatacji ciągnika powinien być mniejszy od całkowitego czasu dnia pracy o wielkość czasu zużytego na przestoje. Jeżeli jednak z uzasadnionych przyczyn silnik ciągnika w czasie postoju nie może być wyłączony (np. różne względy technologiczne), wtedy ten czas powinien być także wliczany do czasu eksploatacji ciągnika.

Przyjęcie za czas pracy (eksploatacji) ciągnika czasu ruchu jego silnika jest potrzebne głównie ze względu na konieczność powiązania czynnika energetycznego z eksploatacyjno-ekonomicznymi czynnikami pracy ciągników.

Pomiędzy ilością godzin eksploatacji, zużyciem paliwa a całkowitą pojemnością energetyczną danej pracy zachodzą określone współzależności. W odpowiednich badaniach IER współzależności takie zostały potwierdzone. Wykazały też one, że w różnych gospodarstwach średnie zużycie paliwa na godzinę eksploatacji jest bardzo zbliżone (wykres).

Proponowana metoda obliczania kosztów jednostkowych eksploatacji ciągników w stosunku do jednostki czasu (godziny) jest uzasadniona także względami mającymi związek z teorią zużywania się maszyn.

Uszkodzenia maszyn są spowodowane głównie przez zużycie mechaniczne, które objawia się przede wszystkim wyrabianiem się części (zmiana wymiarów, odkształcenie itp.), a w rezultacie rozregulowaniem mechanizmów. Zużycie części powstające głównie na skutek sił tarcia



Współczesność czasu eksploatacji i zużycia paliwa w różnych gospodarstwach

rośnie wraz z okresem użytkowania. W myśl prawa Coulomba, siła tarcia zależy głównie od nacisku jednostkowego. Jeżeli więc przyjmiemy dla określonych warunków siłę tarcia i względną prędkość współpracujących części i ciągnika jako wielkości niezmiennie, to zużycie będzie proporcjonalne do czasu pracy mechanizmu. Możemy to wyrazić wzorem:

$$Z = b \cdot t \quad (5)$$

gdzie Z oznacza zużycie,

b — współczynnik proporcjonalności (*constans*),

t — czas pracy.

Ponieważ w praktyce utrzymanie w przeciągu dłuższego czasu jednokowych (stałych) warunków pracy jest prawie niemożliwe, więc krzywa wzrostu zużycia, zależna od czasu, może ulegać odchyleniom. Niemniej jednak ogólny przebieg krzywej wzrastania zużycia mechanicznego pozostanie w funkcji czasu.

W oparciu o zasadę, że w określonych warunkach zużycie części rośnie proporcjonalnie do czasu pracy maszyny, ustala się okresy między-naprawcze i okresy wymiany poszczególnych części. Wielkość tych okresów, wyrażona w godzinach pracy, stanowi podstawę dla opracowania

systemu obsługi technicznej maszyn. Skoro więc zasady obsługi technicznej i systemu przeglądów technicznych ciągników oparte są na okresach wyrażonych w godzinach pracy, to wydaje się nawet wprost konieczne, aby koszty eksploatacji, a więc i koszty napraw obliczać również w stosunku do tych godzin.

Przyjęcie tej samej miary porównawczej sprawia, że w odróżnieniu od dotychczasowego stanu, możliwa stanie się, między innymi, rzeczowa kontrola wysokości wydatków poniesionych na naprawy. Jeżeli np. koszty napraw stanowią wyraz zużywania się maszyn, to przebieg krzywej kosztów powinien w zasadzie odzwierciedlać krzywą wzrostu zużycia mechanicznego części tych maszyn. Dopóki praca wykonywana ciągnikami wyrażana będzie w hektarach orki średniej, a ustalone okresy użytkowania części i okresy obsługi technicznej w godzinach pracy, tak długo niemożliwa będzie prawidłowa ocena wysokości kosztów napraw. Określanie okresów użytkowania części do maszyn ilością ha orki średniej (choćby były, a nawet są jeszcze tego rodzaju próby) nie ma, moim zdaniem, żadnego uzasadnienia, gdyż hektar orki średniej, jako jednostka właściwie niewymierna, nie może być obiektywną miarą pracy ciągników lub innych maszyn rolniczych.

Odniesienie kosztów eksploatacji ciągników do czasu ich pracy daje właściwą podstawę do kalkulacji kosztów poszczególnych prac rolnych.

Koszty 1 ha danej pracy obliczyć można wg wzoru:

$$K = \frac{Kc + Km + Ki}{w} \quad (6)$$

gdzie: Kc oznacza koszty na 1 godzinę eksploatacji ciągnika,

Km — koszty maszyny lub narzędzia w agregacie,

Ki — koszty innych urządzeń i różnych nakładów ogólnych,

w — wydajność robocza agregatu w ha/godz.

Zwolennikiem metody obliczania kosztów eksploatacji ciągników w stosunku do godzin ich eksploatacji był M. Sowiński. W jednej ze swych prac pisał on na ten temat następująco...¹ „Za podstawę obliczania kosztów pracy traktorów przyjęto godzinę pracy z uwagi na to, że dzień jest zbyt nieokreśloną wielkością, jego długość zmienia się w ciągu roku, często jest on inny dla pracy traktora, a inny dla pracy sprzężaju.

Obliczenie kosztu pracy wprost w stosunku do hektara danej roboty nie uwypukla znaczenia wydajności pracy, która jest wielkością decydującą dla całej kalkulacji. Koszt godziny pracy z pewnym przybliżeniem można dość dokładnie obliczyć przez zsumowanie poszczególnych pozycji z naszych rachunków. Koszt pracy w stosunku do hektara jest trudniejszy do ujęcia przez to, że sumę kosztów musimy pomnożyć przez wydajność pracy, która nie jest stała i która zależy od wielu zmiennych czynników. Dlatego w naszej kalkulacji — pisze dalej Sowiński — ustalony koszt godziny pracy mnożymy przez 2 lub 3 różne wydajności otrzymując koszt wykonania 1 hektara danej roboty w dość szerokich granicach. Jest to przypuszczalnie jedynie słuszną metodą pozwalającą na łatwe uwzględnienie miejscowych warunków i właściwej dla nich wydajności pracy”.

¹ M. Sowiński. Koszty wykonania różnych prac rolnych traktorem i końmi. Maszynopis, Archiwum IER. Warszawa 1949.

Станислав РОСОВСКИ
В а р ш а в а
Институт Экономики Сельского Хозяйства

ВОПРОС ИСЧИСЛЕНИЯ ЕДИНИЧНЫХ ЗАТРАТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ

С о д е р ж а н и е

Применяемой до сих пор мерой единичных затрат использования сельскохозяйственных тракторов, является величина этих затрат, проходящихся на один га условной средней пахоты. По мнению автора гектары средней пахоты не составляют соответственную меру затрат труда тракторного тягла и поэтому не являются для последнего достаточным основанием отнесения производственных затрат.

В виду того, что работа исполняемая тракторами является функцией энергии и времени, автор считает, что надо в качестве единицы затрат работ тракторного тягла принять лошадиночас или тракторочас эффективной мощности двигателя.

Отнесенные к этой величине затраты связанные с использованием двигателя, автор именует единичными затратами использования двигателя.

STANISŁAW ROSOWSKI
Institute of Agricultural Economics
W a r s a w

PROBLEMS OF CALCULATING TRACTOR OPERATING COST UNIT PRICE

S u m m a r y

So far applied measure of agricultural tractors operating cost unit price is the volume of these costs per 1 hectar of convertible average ploughing.

Hectars of average ploughing are not, according to the author's opinion, proper measure for calculating the rate of wear and tear of working capacity of tractors and therefore can not be considered as adequate measure of computing costs. As the work performed by a given tractor is a function of its energy and time the author accepts HP (hour or tractor) hour of effective engine power as unit-measure of wear and tear of tractors working capacity.

Relation of this measure to engine operating costs the author considers as engine operating costs unit price.