

KAZIMIERZ GOĆ

**Efektywność wykorzystania
siły uciągu ciągników rolniczych
stosowanych do prac odnowieniowych¹⁾**

Эффективность использования силы тяги сельскохозяйственных тракторов применяемых для лесовозобновительных работ

The farm tractor pull force effectivity in forest stand

W zagospodarowaniu lasu szerokie zastosowanie znajdują kołowe ciągniki rolnicze (przygotowanie gleby, sadzenie, pielęgnacja upraw itp.). Charakterystyka gleb rolniczych pod względem cech fizycznych (skład mechaniczny, zwięzłość, wilgotność, pokrywa roślinna itp.) wykazuje znaczne różnice z punktu widzenia właściwości trakcyjnych. Gleby leśne, po uwzględnieniu różnorodności roślinności dna lasu oraz ściółki leśnej, wykazują znacznie większe zróżnicowanie tych cech (1, 5). Uwzględnienie wpływu tak różnorodnych i zmiennych parametrów na pracę agregatu ciągnikowo-maszynowego w lesie powinno być punktem wyjścia do racjonalnego wyboru typu ciągnika do wykonania określonego zabiegu w konkretnych warunkach pracy. Zagadnienia te są poruszane w literaturze fachowej sporadycznie (2, 3, 4, 6).

Celem pracy było ustalenie zasad prawidłowego stosowania ciągników rolniczych w pracach odnowieniowych i doboru do nich maszyn dla zwiększenia wydajności pracy agregatów i lepszego wykorzystania mocy. Celem dodatkowym było określenie wielkości i zmienności sił oporów pracy narzędzi i maszyn odnowieniowych na zrębach nie karczowanych, potrzebnych do obliczeń wytrzymałościowych przy ich konstrukcji oraz ocenie trwałości i niezawodności.

Przedmiotem badań były ciągniki rolnicze powszechnie stosowane w leśnictwie: klasy 0,9 (Ursus C-360) i klasy 1,4 (U-904) oraz podstawowe narzędzia i maszyny odnowieniowe: pług dwuodkładnicowy LPz-75, sadzarka do upraw L-76 i opielacz upraw L-75, agregatowane z jednym lub drugim ciągnikiem.

Podstawowymi parametrami charakterystyki warunków pracy ciągników i maszyn stosowanych do prac odnowieniowych są: średnica, wy-

¹⁾ Referat wygłoszony 26 XI 1986 r. na ogólnopolskim seminarium zorganizowanym przez Sekcję Użytkowania Lasu i Techniki w Leśnictwie Komitetu Nauk Leśnych PAN.

sokość, liczba pniaków (szt/ha) i ich skład gatunkowy: ilość pozostałości zrębowych, długość przejazdu, spadek terenu, typ i skład mechaniczny gleby, jej wilgotność i rodzaj pokrywy roślinnej. Dane te określano opierając się na metodyce opracowanej i uzgodnionej w ramach współpracy wielostronnej w Ośrodku Koordynacyjnym RWPG ds. problemu „Kompleksowa mechanizacja prac w zagospodarowaniu lasu” w Puszkino (ZSRR).

Oporę pracy narzędzi mierzono metodą tensometryczną przy wykorzystaniu uniwersalnej tensoramy, dostosowanej do układu zawieszania obydwu ciągników i badanych maszyn.

Badania laboratoryjno-terenowe przeprowadzone w nadl. Skierniewice, leśn. Ruda, oddz. 105 (seria I) i 102 (seria II), na zrębie zupełnym, siedlisko Bśw. Liczba pniaków na 1 ha zrębu wynosiła odpowiednio 650 i 825, w tym 375 i 325 sosnowych piętra górnego oraz 275 i 500 dębowych piętra dolnego i podszytu.

Średnica pniaków w oddziale 105 wynosiła od 10 do 90 cm (średnio 33,3 cm), a w oddz. 102 — od 7 do 54 cm (średnio 26,5 cm); ich wysokość odpowiednio od 10 do 24 cm (średnio 17,1 cm) i od 10 do 26 cm (średnio 18,0 cm).

Gleba w oddz. 105 — bielkowa właściwa, słabo zbielicowana, piaski luźne głębokie, świeże, wilgotność gleby na głębokości 5, 10 i 20 cm odpowiednio 10, 8 i 8%; w oddz. 102 — bielkowa właściwa, silnie zbielicowana, piaski słabo gliniaste, płytka, na piaskach luźnych słabo wilgotnych, wilgotność gleby na głębokości 5, 10 i 20 cm odpowiednio 38, 15 i 15%.

Pokrywa roślinna w oddz. 105 — mszysta, miejscami zadarniona, rokit, widłak, modrzaczek, chrobotek, czernica, brusznica, wrzos; w oddz. 102 — zadarniona, czernica, orlica, brusznica, turzyce.

Głębokość pracy pługa dwuodkładnicowego LPz-75 wynosiła 10—13 cm w oddz. 105 i 12—15 cm w oddz. 102. Głębokość pracy sadzarki zmieniała się w granicach 18—25 cm przy pracy ciągnikiem C-360 i 25—30 cm przy pracy ciągnikiem U-904. Głębokości pracy opielacza upraw nie określono (praca powierzchniowa).

Przy wyborze prędkości roboczej agregatu kierowano się dwoma podstawowymi względami: jakością pracy maszyny zagregatowanej z ciągnikiem oraz możliwościami uciągu ciągnika w danych warunkach pracy.

Badania wykazały, że przekroczenie prędkości roboczej 2,5 km/h powodowało pogorszenie pracy maszyn, polegające głównie na zwiększającej się niestabilności założonej głębokości pracy z powodu braku możliwości dostosowania się elementów roboczych do nierówności terenu. Koła napędowe ciągnika Ursus C-360 nawet przy prędkości o ponad 1/3 mniejszej niż prędkość ciągnika U-904 bardzo często wpadały w poślizg. Przy pracy ciągnika U-904 przypadki pełnego poślizgu kół napędowych zdarzały się znacznie rzadziej i pokonywał on przeszkody znacznie łatwiej i płynniej niż ciągnik C-360.

Można ogólnie stwierdzić, że zmienność oporów przy pracy maszyn jest bardzo duża (tab. 1). Częstotliwość tych zmian jest również bardzo duża. Oznacza to, że składowe i wypadkowe siły oporów, a więc i siły występujące w elementach podnośnika ciągnika (ryc. 1) mają charakter uderzeniowy.

Zmienność oporów przy pracy ciągników

Typ maszyny	Pług LPz-75				Sadzarka L-76			
Typ ciągnika	C-360		U-904		C-360		U-904	
Seria pomiarów	I	II	I	II	I	II	I	II
Opór $R_{sr\min}$ (kN)	400	5560	3200	5500	7860	2030	3370	5160
$R_{sr\max}$ (kN)	5160	9970	5570	10460	14960	8380	9550	11490

Współczynnik

nierównomierności

γ_{\min} .	1,29	1,16	1,23	1,86	0,36	0,74	0,40	1,20
γ_{\max} .	13,92	2,57	5,39	4,33	3,75	3,72	5,52	3,60

W serii pomiarów oporów pługa przy glebie bardzo suchej (po dwuletniej suszy) okazało się, że praca ciągnikiem C-360 była bardzo trudna. Powodowało to konieczność spływania orki, pełny poślizg kół napędowych również poza przeszkodami, konieczność włączania blokady mechanizmu różnicowego itp. Efektem była duża rozpiętość średnich sił oporów (R_{sr}) oraz czynnika nierównomierności (γ), gdzie:

$$\gamma = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{sr}}$$

Taka praca agregatu nie gwarantuje prawidłowej jakości i wydajności orki, a prowadzi w szybkim tempie do uszkodzenia ciągnika.

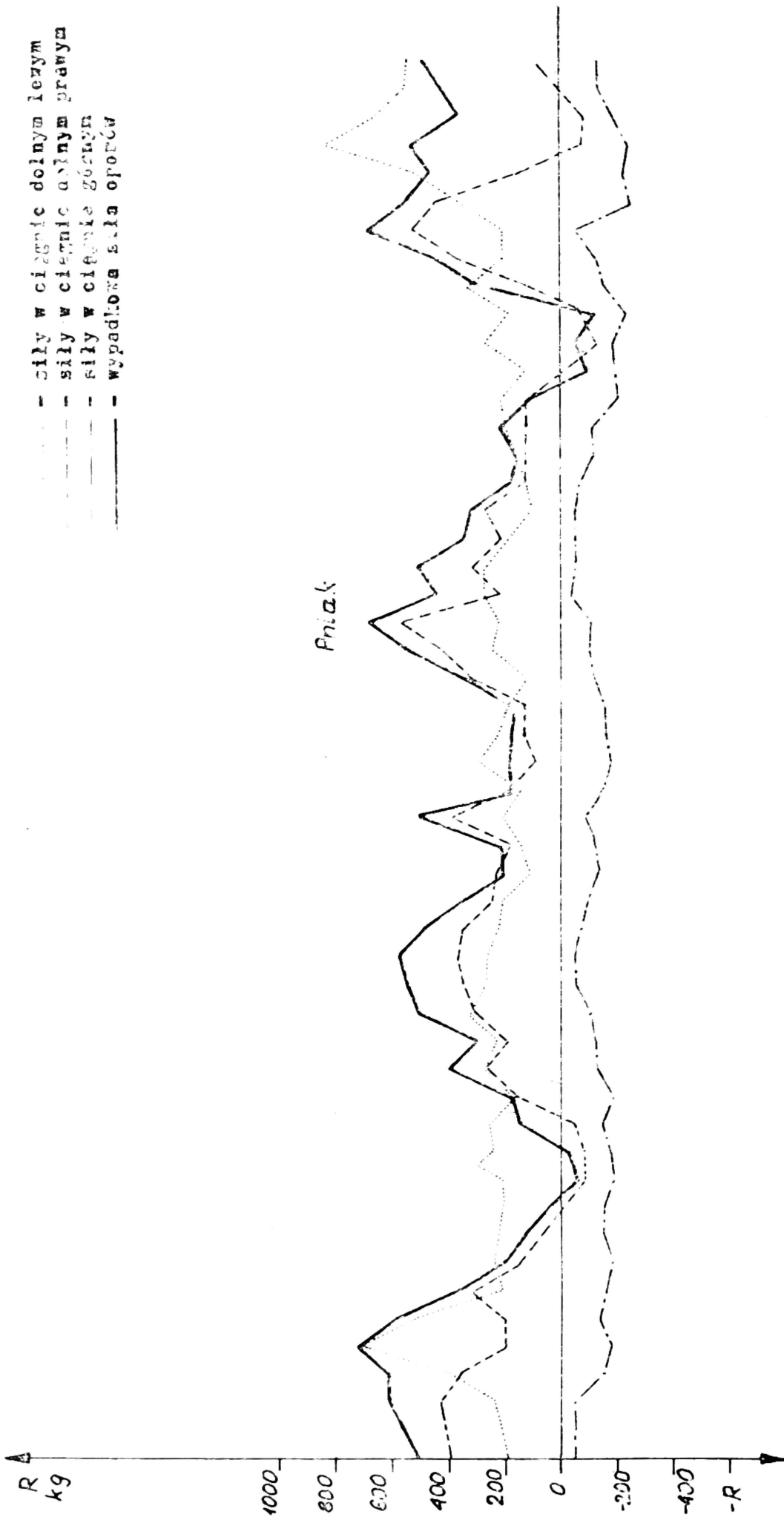
W tych samych warunkach praca pługiem z ciągnikiem U-904 była znacznie lepsza i wydajniejsza, a siły oporów mniej zróżnicowane.

W serii II pomiarów, przy normalnej wilgotności wierzchniej warstwy gleby, siły oporów pługa były bardziej wyrównane.

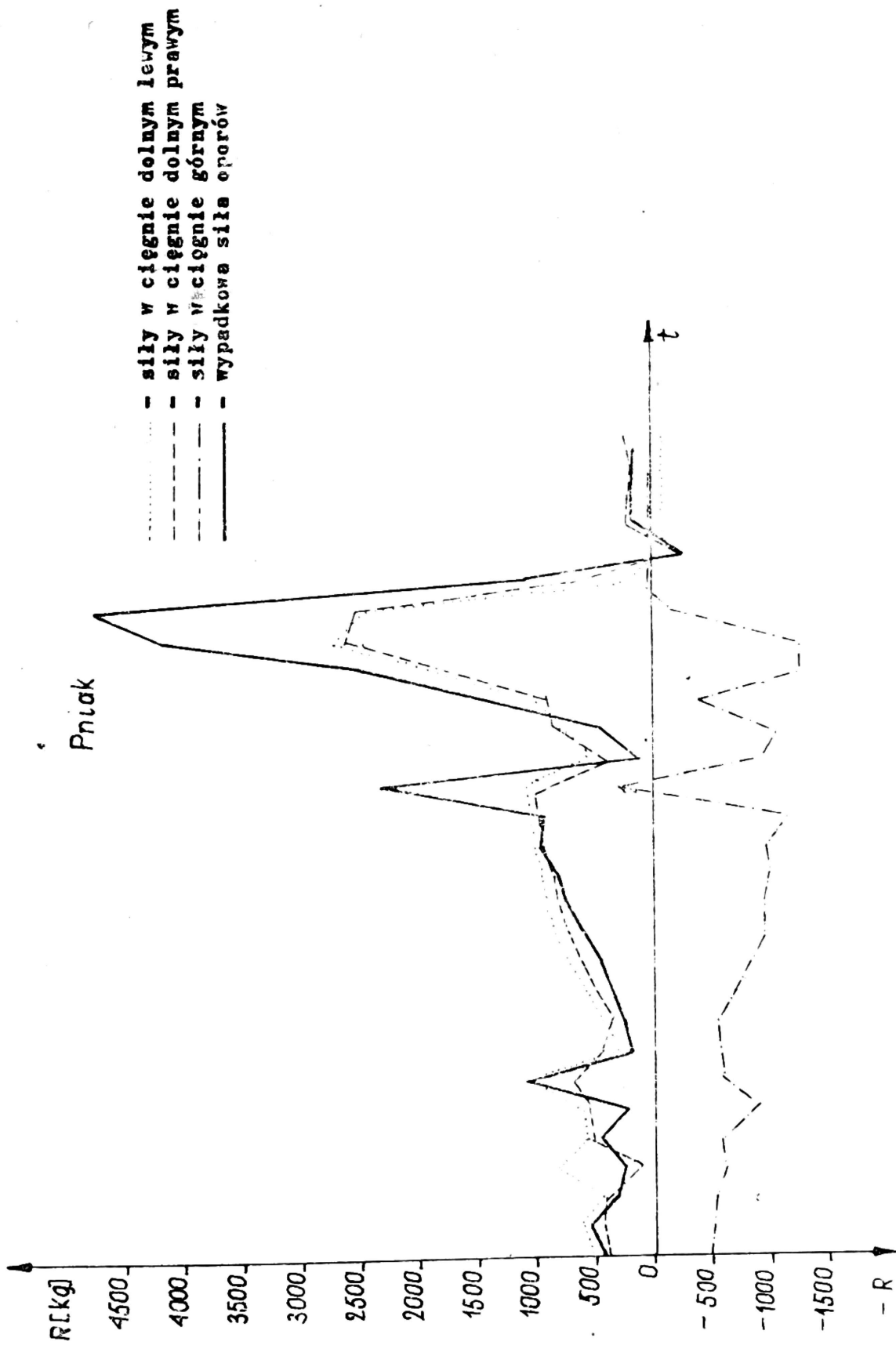
W I serii pomiarów oporów sadzarki pewne zjawiska powtórzyły się jak przy badaniach pługa, wystąpiły jednak i nowe. Przy pracy ciągnikiem C-360 uzyskano większe średnie siły oporu niż przy pracy ciągnikiem U-904; współczynniki nierównomierności były jednak nieco mniejsze przy ciągniku C-360 niż przy ciągniku U-904. Wyraźnie większe siły oporu sadzarki przy pracy ciągnikiem C-360 należy tłumaczyć m.in. następującymi przyczynami:

— ciągnik C-360 pracował na granicy zatrzymania się, tzn. z chwilowymi dużymi poślizgami kół napędowych, zakopywaniem się ich, unoszeniem sadzarki podnośnikiem, ściąganiem ciągnika w bok, odrywaniem przednich kół od ziemi itp.;

— poślizg i zakopywanie się ciągnika automatycznie zwiększało miejscowo głębokość pracy sadzarki, zwiększając jednocześnie jej siły oporu oraz powodując konieczność jej podnoszenia podnośnikiem;



Ryc. 1. Przebieg sil oporow pluga na odcinku pomiarowym



Ryc. 2. Przebieg sił oporów sadzarki na odcinku pomiarowym
 Przeciętne krzywe wzrostu jodełek: a) z warstwy górnej w zależności od warunków
 rozwoju w wyróżnionych grupach odnowień, b) z drzewostanów jednopiętrowych
 w zależności od warstwy wysokościowej

— zakłócenia w prostoliniowości pracy agregatu przy równoczesnych bocznych uderzeniach o przeszkody powodowały asymetryczność sił oporów składowych, a przez to i wzrost sił oporów wypadkowych.

Ciągnik U-904 z sadzarką w omawianych warunkach — podobnie jak z pługiem — pracował przy bardziej stabilnej głębokości pracy, co w konsekwencji powodowało mniejsze siły oporu, przy nieco większych wartościach współczynnika ich nierównomierności.

W serii II pomiarów opory sadzarki przy pracy ciągnikiem C-360 były mniejsze niż przy pracy ciągnikiem U-904. Różnice te wynikały głównie z niejednorodnych przeszkód i nierównomierności terenu na poszczególnych odcinkach pomiarowych.

Ze względu na stwierdzone małe wartości oporów opielacza w porównaniu z oporami pługa i sadzarki pomiary w tym zakresie ograniczono.

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków i propozycji:

1. Typowe kołowe ciągniki rolnicze nie są dostosowane do pracy na zrębie nie karczowanym, tzn. w warunkach, które w pracach odnowieniowych spotyka się najczęściej. Dotyczy to zwłaszcza ciągników niższych klas, do 0,9 (Ursus C-360) włącznie. Do tych prac w warunkach lekkich i średnich może być przejściowo stosowany ciągnik rolniczy klasy 1,4, najlepiej z napędem na 4 koła (U-904, C-385 itp.).

2. Ograniczone zastosowanie ciągników rolniczych do prac odnowieniowych nie wynika z za małej nominalnej siły uciągu, lecz z braku możliwości uzyskania w miarę stabilnej jej wielkości przez koła napędowe na bardzo zmiennym podłożu, jaki stanowi powierzchnia zrębu nie karczowanego.

3. Wiele zespołów ciągników rolniczych, zwłaszcza przedni i tylny most, podnośnik itp., nie jest przewidzianych konstrukcyjnie do tak dynamicznego charakteru obciążeń, jakie występują przy pracy na zrębie, co prowadzi do znacznego obniżenia trwałości tych zespołów, a więc i całych ciągników.

4. Małe wykorzystanie teoretycznej siły uciągu ciągników rolniczych przy pracach odnowieniowych, wykonywanych z konieczności przy małych prędkościach agregatów, wynika głównie z niedostosowania układu jezdnego tych ciągników do niekorzystnego pod względem trakcyjnym podłoża. W perspektywie jest więc konieczne wprowadzenie do prac odnowieniowych specjalistycznego ciągnika leśnego.

LITERATURA

1. Filin A. J.: K voprosu o prochodimosti traktorov po vyrubkam. Zbiór prac VNIILM, Moskva 1976.
2. Kuczewski J.: Podstawy eksploatacji agregatów rolniczych. Warszawa: PWRiL 1974.
3. Raczyński W. i in.: Modelowe własności mechaniczne gleby. Biul. Inf. IBMER nr 9/184/79.
4. Sołtyński A.: Mechanika układu pojazd-teren. Warszawa: Wyd. MON 1966.
5. Šalátov V. G. i in.: Analiza tajgovogo soprotivlenija desochoziajastvennych mašin na nierazkorčovannych vyrubkach. Zbiór prac VNIILM, Moskva 1979.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 10 marca 1987 r.

Краткое содержание

На основе теоретического анализа факторов влияющих на имеющуюся и используемую силу тяги сельскохозяйственных тракторов в лесных условиях, экспериментальные исследования ограничены к наиболее существенным элементам. Особое внимание уделялось факторам решающим о величине и изменчивости сил сопротивления лесовозобновительных машин (число и характеристика пней, корни, неровность поверхности, итп.) а также тракционным условиям тракторов (тип и влажность почвы, вид покрова, итп.).

Исследования показали ограниченную пригодность типичных колесных сельскохозяйственных тракторов класса 0,9 (Урсус-360) для лесовозобновительных работ. В легких и средних условиях временно может применяться сельскохозяйственный трактор класса 1,4 лучше всего с приводом на все 4 колеса (типа Ц-385А, У-904, итп.). Причиной этого является непригодность тракционной системы сельскохозяйственных тракторов к условиям работы на лесосеке.

Рекомендуется внедрение в будущем для лесовозобновительных работ специализированного лесохозяйственного трактора.

Summary

Basing on theoretical analysis of factors influencing so-called produced and usable pull force developed by farm tractors in forest conditions, the investigations have been limited to the most important ones. A special attention has been payed to these factors which determine the values and variability of resisting forces to be overcome by reforestation machines (e.g. number and characteristic of stumps, roots, felling debris, terrain conditions etc.). Soil conditions important from traction point of view also have been taken into consideration.

The usability of typical farm wheeled tractor belonging to 0,9 class (Ursus 360) for reforestation operations was indicated as limited. As far as good and average terrain conditions are considered, one can find out, that farm four-wheel-drive tractor belonging to 1,4 class (C-385A, U-904) can be used only in temporary way. The main reason of this limitation is misfit of power transmission of typical farm tractor to felling site conditions.

In future, the specialized forest tractor is foreseen to be used in forest stand establishment operations.