

EXPERIMENTALLY DETERMINATION OF U-650 TRACTOR TRACTION PERFORMANCES EQUIPPED WITH SUPPLEMENTARY HYDROSTATIC TRANSMISSION

DETERMINAREA PE CALE EXPERIMENTALĂ A PERFORMANTELOR DE TRACȚIUNE ALE TRACTORULUI U-650 ECHIPAT CU TRANSMISIE HIDROSTATICĂ SUPLIMENTARĂ

Lect. Ph.D. Eng. Popa Gh., Lect. Ph.D. Eng. Buculei M.

University of Craiova, Faculty of Mechanics / Romania

Tel: 0743 932 166; Fax: 0251 416630; E-mail: g.popa96@yahoo.ro

Abstract: In this paper are presented and analyzed the experimental test results for tractor U 650 - braking system, in INMA Bucharest laboratory. We determined the torque for the drive wheels of the tractor (M_r), the hydrostatic motor shaft torque (M_{MH}) tangential traction forces (F_m) and braking carriage thrust (F_f).

Keywords: traction performances, tractor, hydrostatic transmission, braking car

INTRODUCTION

There are a number of technological works executed by aggregates of mechanization at very small speeds-less than 1 km/h, for example, machines designed to load the sugar beet, dig ditches (trenches), machines for planting seedlings, machines for digging the soil in greenhouses, etc.

Typically, the running speed of these machines is included in the range 15 ... 300 m/h [9], range of speed that cannot be provided by agricultural tractors with mechanical transmission.

Agricultural tractors equipped with mechanical transmission design (steps) are not appropriate for very low speeds (slow), because they cannot achieve speed of displacement constant and stable at low rotative speed functioning of internal combustion engines [6, 8, 9, 10].

A solution to this problem could be to use a hydrostatic transmission as further transmission.

Among tractor constructions that can be used for this purpose are wheeled tractors that, by mechanical transmission allow mechanical synchronous PTO performing (at which PTO shaft speed is proportional to the speed of movement of the tractor) [4, 10].

MATERIALS AND METHOD

650 M tractor was submitted to experimental test, being equipped with supplementary hydrostatic transmission to obtain low travel speed. Additional hydrostatic transmission used is formed of tractor hydraulic pump and a low-speed hydrostatic engine, coupled to the additional shaft of the gearbox side of the tractor by cardan drive and an extra gear, placed on a side of gearbox. [2, 3, 7] (fig.1).

Rezumat: În lucrare sunt prezentate și analizate rezultatele încercărilor experimentale realizate de sistemul tractor U 650 - car de frânare, în laboratorul INMA București. S-au determinat momentele de torsiune la roțile motoare ale tractorului (M_r), momentul de torsiune la arborele motorului hidrostatic (M_{MH}), forțele tangențiale de tracțiune (F_m) și forța de tracțiune la carul de frânare (F_f).

Cuvinte cheie: performanțe de tracțiune, tractor, transmisie hidrostatică, car de frânare

INTRODUCERE

Există o serie de lucrări tehnologice executate de agregatele de mecanizare la viteze deosebit de mici - mai mici de 1 km/h, de exemplu, mașini de încărcat sfeclă de zahăr, mașini de săpat șanțuri (tranșee), mașini pentru plantat răsaduri, mașini pentru săpat solul în sere, etc.

În mod obișnuit viteza de deplasare a acestor utilaje este cuprinsă în intervalul 15...300 m/h [9], domeniu de viteze care nu poate fi asigurat de tractoarele agricole cu transmisii mecanice obișnuite.

Tractoarele agricole echipate prin construcție cu transmisii mecanice (în trepte) nu sunt adecvate realizării vitezelor foarte reduse (lente), deoarece nu pot realiza viteze de deplasare constante și stabile la turații reduse de funcționare a motoarelor cu ardere internă [6, 8, 9, 10].

O soluție la această problemă ar putea fi utilizarea unei transmisii hidrostatice ca transmisie suplimentară.

Dintre construcțiile de tractoare ce pot fi folosite în acest scop sunt și tractoarele pe roți care prin transmisia mecanică permit realizarea prizei de putere sincrone (la care turația arborelui prizei este proporțională cu viteza de deplasare a tractorului) [4, 10].

MATERIALE ȘI METODĂ

Obiectul supus încercării experimentale l-a constituit tractorul U 650 M, echipat cu transmisia hidrostatică suplimentară pentru obținerea vitezelor reduse de deplasare. Transmisia hidrostatică suplimentară utilizată este formată din pompa instalației hidraulice a tractorului și un motor hidrostatic cu turație redusă, care s-a cuplat la arborele secundar al cutiei de viteze a tractorului prin intermediul unei transmisii cardanice și a unui reductor suplimentar, plasat lateral cutiei de viteze [2, 3, 7] (fig.1).



Fig. 1 – Setting the hydrostatic engine and extra gear on the tractor / Amplasarea pe tractor a motorului hidrostatic și a reductorului suplimentar
1 - hydrostatic motor / motor hidrostatic; 2 - extra gear / reductor suplimentar; 3 - tractor gear box / - cutia de viteze a tractorului; 4 - universal transmission / transmisie cardanică; 5 - collector for torque transducer mounted on the drive shaft / colectorul pentru tractorul de cuplu montat pe arborele cardanic

Experimental determinations of the traction and energy parameters of the experimental model of the tractor U 650 M were performed by loading the tractor with the traction bar (hook), made with a braking carriage on a concrete road (fig. 2).

Determinările experimentale referitoare la parametrii de tracțiune și energetici ai modelului experimental al tractorului U 650 M s-au efectuat prin încărcarea tractorului cu forță de tracțiune la bară (cârlig), realizată cu ajutorul unui car de frânare pe o pistă de beton (fig. 2)

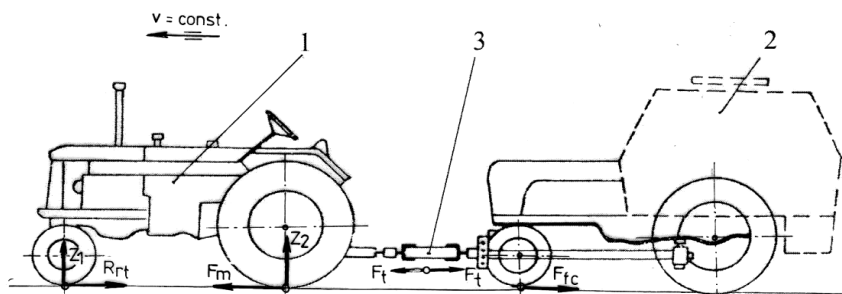


Fig. 2 - Scheme of tractor-braking carriage system used in tensile tests on concrete runway / Schema sistemului tractor-car de frânare utilizat la încercările de tracțiune pe pista de beton:

1 - tractor / tractor; 2 – braking carriage with hydrostatic brake / car de frânare cu frână hidrostatică, 3 - Force transducer for measuring traction / traductor pentru măsurarea forței de tracțiune; F_m - tangential force of traction wheels / F_m - forța tangențială de tracțiune la roțile motoare; F_t – tractor thrust (equal to braking force of the braking carriage, F_{fc}) / F_t - forța de tracțiune a tractorului (egală cu forța de frânare a carului de frânare, F_{fc}); R_{rt} - rolling resistance of tractor / R_{rt} - rezistența la rulare a tractorului; Z_1 and Z_2 - axle load tractor (front and rear) / Z_1 și Z_2 - sarcinile pe punțile tractorului (față și spate)

Parameters of tractor and braking carriage

a) Basic parameters of the tractor used

For achieving the tests was used U650M tractor with two-wheel drive (rear axle drive). By adjustments and modifications it was equipped with an additional hydrostatic drive getting slow speed [3, 6, 10].

The traction and operation performances (obtained by tractor normal transmission) [8], are data summarized in table 1.

b) Parameters of braking carriage

Performances of braking carriage used in the test are:

- continuous adjustment of braking force, manually controlled by changing hydraulic resistance section(throttle);
- braking force measurement using a drawbar equipped with strain gauge, interposed between tractor and carriage;
- measuring system with automatic data acquisition;
- The maximum braking force performed on the track made of concrete (dry): 20000 N;
- measurement accuracy of braking force: 1%
- maximum speed of braking carriage 36 km/h (10 m/s).

Parametrii tractorului și carului de frânare

a) Parametrii de bază ai tractorului utilizat

Pentru executarea încercărilor s-a folosit tractorul U 650 M cu două roți motoare (puntea din spate motoare). Prin adaptări și modificări a fost echipat cu o transmisie hidrostatică suplimentară pentru obținerea vitezelor lente de deplasare [3, 6, 10].

Performanțele de tracțiune și exploatare (obținute cu transmisia obișnuită a tractorului) [8], sunt date sintetizat în tabelul 1.

b) Parametrii carului de frânare utilizat

Performanțele carului de frânare utilizat la încercări sunt:

- reglarea continuă a forței de frânare, cu comandă manuală, prin modificarea secțiunii rezistenței hidraulice (droselului);
- măsurarea forței de frânare cu ajutorul unei bare de tracțiune echipată cu traductor tensometric, intercalată între tractor și carul de frânare;
- sistem de măsurare cu achiziție automată a datelor;
- forța maximă de frânare realizată pe pistă de beton (uscată): 20000 N;
- precizia de măsurare a forței de frânare: 1 %;
- viteza max. de deplasare a carului de frânare: 36 km/h (10 m/s).

Table 1 / Tabelul 1

Type of the field / Felul terenului	Gear / Treapta de Viteză	Working Indices at maximum tensile strength / Indici de lucru la puterea de tracțiune maximă		
		Thrust / Forța de tracțiune [N]	Slip / Patinarea [%]	Work speed / Viteza de lucru [km/h]
Compacted soil / Sol tasat	I R	21000	24	3
	II R	19000	21	5
	III R	14750	12	7.3 / 7,3
	IV R	11600	6	10
Loosen soil / Sol afânat	I R	15000	21	3
	II R	15000	21	5
	III R	13000	14	7
	IV R	9500	8	9.8 / 9,8

RESULTS

The values were directly measured or recorded as variation diagrams, which have constituted the primary data of experiments [1,5].

The following graphs show, for example, records obtained for the time variation of the following directly measured parameters: torque, M_{rs} at the left drive wheel (figure 3) respectively M_{rd} for right drive wheel (figure4), w the hydrostatic motor shaft torque M_{Mh} (figure 5) thrust to the rear axle (drive) F_m (figure 6) and thrust F_t to braking carriage (fig. 7).

REZULTATE

Valorile parametrilor au fost măsurate direct sau înregistrate sub formă de diagrame de variație, care s-au constituit în date primare ale experimentărilor [1, 5].

În graficele următoare sunt date, pentru exemplificare, înregistrări obținute pentru variația în timp a următorilor parametri măsurați direct: momentul la roata motoare stânga M_{rs} (fig. 3), respectiv dreapta M_{rd} (fig. 4), momentul la arborele motorului hidrostatic M_{Mh} (fig. 5), forța de tracțiune la puntea din spate (motoare) F_m (fig. 6) și forța de tracțiune la carul de frânare F_t (fig. 7).

Figure 8 presents the variations of the tangential force of the tractor wheels at different flows of hydrostatic engine, the flow adjustment being made by variable speed of hydraulic pump, including tractor engine speed. The stabilizing process of average values has registered during of approx. 2...4 sec.

Average steady measured parameters were performed after 5 ... 6 seconds after leaving the place of the tractor under load (with traction). The average values of the parameters were determined by existing processing algorithm of acquisition system and data processing DAP type MICROSTAR LABORATORIES 1200.

În figura 8 sunt prezentate variațiile forței tangențiale a roților motoare ale tractorului în timp, la diferite debite prin motorului hidrostatic, reglarea debitului făcându-se prin variația turației pompei hidraulice, implicit turația motorul tractorului. Procesul stabilizat al valorilor medii s-a înregistrat pe o durată de cca. 2...4 sec.

Valorile medii ale parametrilor măsurați în regimul stabilizat s-au realizat după 5...6 sec de la plecarea de pe loc a tractorului în sarcină (cu forță de tracțiune). Valorile medii ale parametrilor au fost determinate prin algoritmul de prelucrare existent al sistemului de achiziție și prelucrare a datelor, tip DAP 1200 MICROSTAR LABORATORIES.

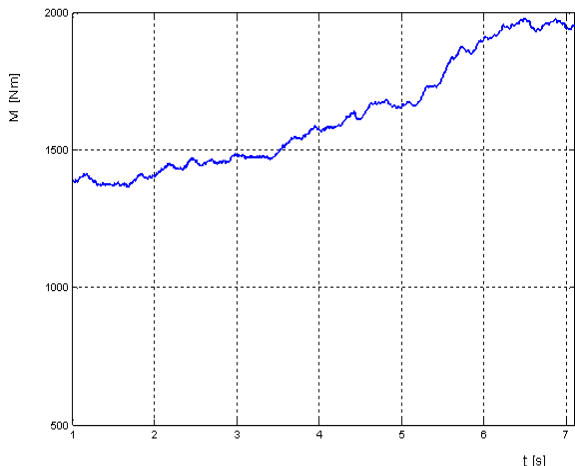


Fig. 3 - Torque variation depending on the time at the right wheel / Variația în funcție de timp a momentului de torsiune la roata din dreapta

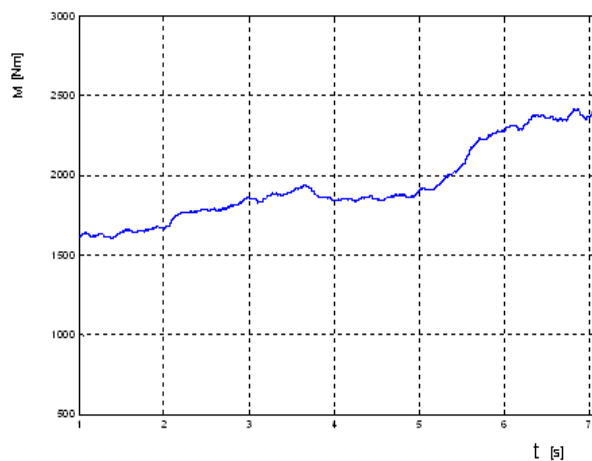


Fig. 4 - Torque variation depending on the time at the left wheel / Variația în funcție de timp a momentului de torsiune la roata din stânga

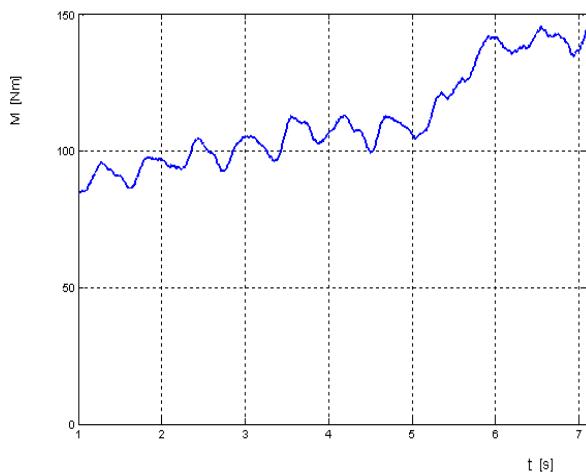


Fig. 5 - The variation of motor hydrostatic shaft torque depending on time / Variația momentului de torsiune la arborele motorului hidrostatic în funcție de timp

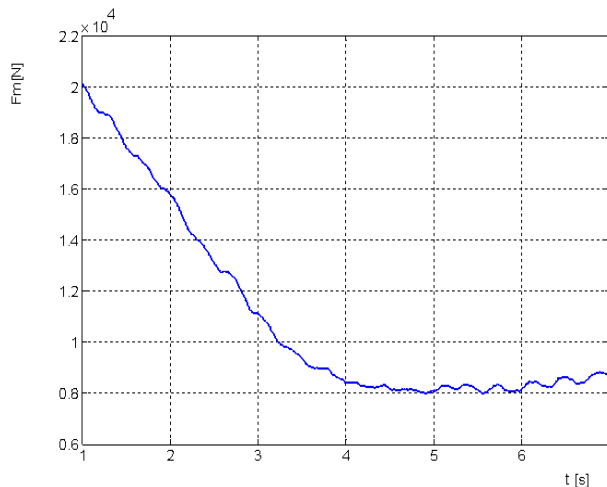


Fig. 6 - Variation of tangential traction force at the wheels depending on time / Variația forței tangențiale de tracțiune la roțile motoare în funcție de timp

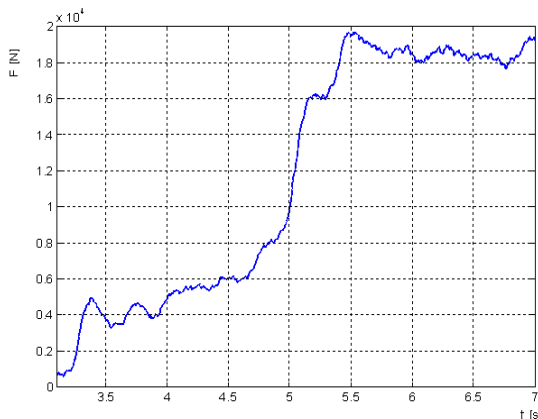


Fig. 7 - Variation of traction force at the braking carriage depending on time / Variația forței de tracțiune la carul de frânare în funcție de timp

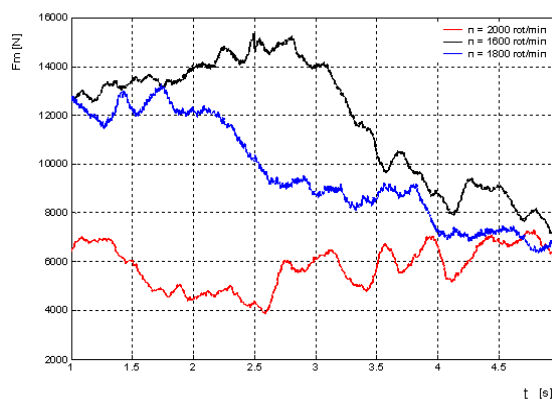


Fig. 8 - Changes in the tensile shear forces to the drive axle depending on time at different speeds of the hydraulic pump / Variația forțelor tangențiale de tracțiune la puntea motoare în funcție de timp, la diferite turații ale pompei hidraulice

CONCLUSIONS

Changes in torque at the driven wheels are approximately the same in the two-wheel carriage, reaching a maximum of 2000 Nm and 2300 Nm wheel left or right side of the tractor.

Hydrostatic shaft torque of the motor has the same allure as that of wheels, reaching the maximum of 150 Nm at the end of the sample.

Tangential traction force increases sharply at the beginning of the sample up to the value of 20,000 N, then decreases gradually and is stabilized around 9000 N.

Thrust produced by braking the braking carriage, increases steadily from the beginning of the sample and is stabilized around 19,000 N at the end of the sample, comparable in strength to that obtained in the II R on compacted soil.

REFERENCES

- [1]. Al-Janobi A. (2000), *A data-acquisition system to monitor performance of a fully mounted implement*, Journal Agricultural Engineering Research, pg. 167-175;
- [2]. Asch G. (1999) - *Les capteurs en instrumentation industrielle*, Dunod, Paris;
- [3]. Babiciu P. (1984)- *Hydraulic systems of tractors and agricultural machinery*, Ceres Publishing House, Bucharest;
- [4]. Dallinger j. K. H. Kromer (1982) - *Schlepperfahrantriebe über die Wegzapfwelle*. Landtechnik (37), 1982, H. 10, p. 462-465;
- [5]. Ghinea M., Fireteanu V. (2006) - *MATLAB-Numerical calculation. Graphics. Applications*, Publishing House Teora, Bucharest;
- [6]. Naghiu Al. (2006) - *Energy base for agriculture and forestry*, Publishing House Risoprint, Cluj-Napoca;
- [7]. Popa Gh., Popescu S. (2007) – *Method and instrumentation for the experimental research regarding the use of supplementary hydrostatic transmissions for obtaining the slow speeds of the agricultural tractor*”, Annals of the University of Craiova, Seles Agriculture, vol. XXXVII/B 2007, Craiova, Romania;
- [8]. Șandru, A. s.a. (1983) - *Exploitation of agricultural machinery*, Didactic and Pedagogic Publishing House, Bucharest;
- [9]. Wieweg F.J. - *Erntehilfen und Erntesysteme - wichtige Voraussetzung für die rationelle Frischgemüseernte*. KTBL Arbeitsblatt Gartenbau No. 677;
- [10]. *** *Note technique of tractor U –650*.

CONCLUZII

Variația momentului de torsiune la roțile motoare are aproximativ aceeași alură la cele două roți, atingând un maxim de 2000 Nm și 2300 Nm la roata din stânga, respectiv roata din dreapta a tractorului.

Momentul de torsiune al arborelui motorului hidrostatic are aceeași alură ca cel al roților motoare, atingând maximul de 150 Nm la sfârșitul probei.

Forța tangențială de tracțiune crește la începutul probei la valoarea de 20000 N, scăzând apoi treptat și stabilizându-se în jurul valorii de 9000 N.

Forța de tracțiune, obținută prin frânarea carului de frânare, crește constant de la începutul probei și se stabilizează în jurul valorii de 19000 N la sfârșitul probei, comparabilă cu forța de tracțiune obținută în treapta II R pe sol tasat.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Al-Janobi A. (2000), *Un sistem de achiziție date pentru a monitoriza performanța unei aplicații implementate*, Jurnal de Cercetare în Inginerie Agricolă, pag. 167-175;
- [2]. Asch G. (1999) - *Senzorii din instrumentele industriale*, Dunod, Paris;
- [3]. Babiciu P. (1984)- *Sisteme hidraulice ale tractoarelor și mașinilor agricole*, Editura Ceres, București;
- [4]. Dallinger j. K. H. Kromer (1982) - *Tractor condus pe calea PTO*, Tehnologie agricolă (37), H. 10, p. 462-465;
- [5]. Ghinea M., Fireteanu V. (2006) - *MATLAB - Calcul numeric. Grafica. Aplicații*, Editura Teora, București;
- [6]. Naghiu Al. (2006) - *Baza energetică pentru agricultura și silvicultura*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca;
- [7]. Popa Gh., Popescu S. (2007) – *Metodă și instrumente de cercetare experimentală cu privire la utilizarea transmisiilor hidrostatice suplimentare pentru obținerea vitezelor reduse ale tractoarelor agricole*, Analele Universității din Craiova, Agricultură, Montanologie, Cadastru, vol. XXXVII/B 2007, Craiova, România;
- [8]. Șandru, A. s.a. (1983) - *Exploatarea utilajelor agricole*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
- [9]. Wieweg F.J. - *Erntehilfen und Erntesysteme - wichtige Voraussetzung für die rationelle Frischgemüseernte*. KTBL Arbeitsblatt Gartenbau Nr. 677;
- [10]. *** *Notița tehnică a tractorului U –650*.