

CRITERII DE EVALUARE ALE PERFORMANTELOR TEHNOLOGICE, FUNCȚIONALE ȘI DINAMICE ALE ÎNCĂRCĂTOARELOR RAPIDE

CRITERIA TO EVALUATION OF THE TECHNOLOGICAL, FUNCTIONAL AND DYNAMIC PERFORMANCES OF THE HIGH SPEED LOADERS

Debeleac Carmen, Conf. Dr. Habil. Ing.
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați,
Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Romania
carmen.debeleac@ugal.ro

***Rezumat:** În lucrare autoarea identifică pentru o largă gamă constructivă de încărcătoare rapide de putere mică performanțele lor tehnologice, funcționale și dinamice evaluate pe baza unor criterii cuantificate prin indici de performanță.*

***Cuvinte cheie:** încărcător, performanțe, criterii evaluare, indici de performanță*

***Abstract:** In the paper the author identifies for a wide range of low power high speed loaders their technologic, functional and dynamic performances evaluated on the basis of criteria quantified by performance indices.*

***Keywords:** loader, performance, criteria, performance indices*

1. INTRODUCERE

În ansamblu, conceptul de performanță al unui utilaj de construcții [1], se identifică prin:

- a. exigențele de performanță* care reprezintă cerințe calitative formulate în exprimare de către beneficiari, care se referă la totalitatea parametrilor constructivi, funcționali, tehnologici, economici, psiho-senzoriali și ecologici, cu ajutorul cărora se definește valoarea de întrebuințare a utilajului sau echipamentului tehnologic;
- b. nivelul de performanță* care reprezintă cuantificarea exigențelor de performanță în exprimare valorică a tuturor parametrilor care caracterizează produsul;
- c. evaluarea și controlul* prin care se înțelege totalitatea metodelor și tehnicilor specifice pentru stabilirea gradului de conformanță a sistemului realizat în conformitate cu realitatea.

Pornind de la aceste afirmații, exprimarea nivelului de performanță a încărcătoarelor prin indici reprezintă de fapt o traducere a performanței utilajului într-o expresie cantitativă [2]. În consecință, indicii sunt mărimi rezultate din raportarea unor parametri esențiali ai utilajului, precum: masa, puterea, viteza, capacitatea cupei etc.

2. CRITERII DE IDENTIFICARE A PERFORMANȚEI OPERAȚIONALE

În general, *criteriile de performanță ale utilajelor de construcții* [3] se stabilesc pe baza celor doi parametri de identificare a utilajului, precum: puterea motorului de acționare și masa totală.

Concret, în lucrare se vor enumera criteriile de performanță raportate la puterea motorului de acționare pentru încărcătoarele rapide.

- criteriul capacității cupei* obținut ca raport între capacitatea cupei și puterea motorului încărcătorului;
- criteriul mobilității* este raportul dintre viteza maximă de deplasare a încărcătorului și puterea acestuia;
- criteriul forței de smulgere* dat de raportul dintre forța de smulgere și puterea motorului încărcătorului;
- criteriul înălțimii de basculare a cupei* dat de raportul dintre înălțimea maximă de ridicare și basculare a cupei și puterea motorului.

În urma unei vaste activități de prospectare a produselor firmelor constructoare de încărcătoare frontale rapide cu o cupă din întreaga lume autoarea a creat o bază de date cu ajutorul căreia a întocmit tabelele 1, 3, 5, 7.

2.1. Capacitatea cupei

Pentru un încărcător frontal rapid, capacitatea cupei se înscrie într-o plajă largă de valori, începând de la 0,16 m³ corespunzătoare unei puteri a motorului de 14,7 kW și ajungând până la 1,4 m³ pentru o putere a motorului de 70 kW, conform datelor prezentate în tabelul 1, care au ajutat la întocmirea criteriului de performanță pe baza relației din tabelul 2.

Tabelul 1. Valori ale capacității cupei în funcție de puterea motorului

Putere, N în kW	14,7	29	33	37	42,5	44	51	55	66	70
Capacitate cupă, q în m ³	0,16	0,36	0,6	0,7	0,85	0,8	0,45	1,1	1,3	1,4

Tabelul 2. Calculul indicelui de performanță care ține seama de capacitatea cupei

Criteriul de performanță	Indice	Relație de calcul
Capacitatea cupei	i_{qN}	$i_{qN} = \frac{q}{N}$

Criteria de evaluare ale performanțelor tehnologice, funcționale și dinamice
ale încărcătoarelor rapide

2.2. Mobilitatea

Încărcătoarele frontale cu o cupă se deplasează cu viteze diferite în funcție de specificul operațiilor tehnologice pe care le au de făcut. Se identifică astfel, două regimuri de lucru caracterizate prin:

- deplasare în frontul de lucru cu viteze cuprinse între $0 \div 20$ km/h;
- deplasare între punctele de lucru cu viteze între $20 \div 40$ km/h.

În tabelul 3 sunt exemplificate tipuri de încărcătoare cu vitezele lor maxime de deplasare în funcție de puterea motorului de acționare. Pentru încărcătoarele frontale rapide mobilitatea este un important criteriu de performanță, valorile se calculează pe baza relației din tabelul 4.

Tabelul 3. Valori ale vitezei de deplasare în funcție de putere

Putere, N în kW	14,7	29	33	37	42,5	44	51	55	66	70
Viteza maximă de deplasare, v în km/h	9,1	10	24	24	27	20	35	33,9	35	35,3

Tabelul 4. Calculul indicelui de performanță care ține seama de viteza de deplasare

Criteriul de performanță	Indice	Relația de calcul
Mobilitate	i_v	$i_v = \frac{v}{N}$

2.3. Forța de smulgere

Forța de dislocare/smulgere a materialului din gramadă este un parametru foarte important ce caracterizează performanța unui încărcător frontal. Având baza de date din tabelul 5 se definește un nou criteriu de performanță în tabelul 6.

Tabelul 5. Valori ale forței de smulgere în funcție de putere

Putere, N în kW	14,7	29	37	42,5	51	53
Forța de smulgere, F_S în kN	17	21,8	35,7	60,5	24	37,7

Tabelul 6. Calculul indicelui de performanță care ține seama de forța de smulgere

Criteriul de performanță	Indice	Relația de calcul
Forța de smulgere	i_{FS}	$i_{FS} = \frac{F_S}{N}$

2.4.Înălțimea maximă de basculare a cupei

Un alt parametru definitoriu al performanței unui încărcător frontal este înălțimea maximă de basculare a cupei cu material. Aceasta trebuie să fie mai mare decât înălțimea benei mijlocului de transport al materialului. În tabelul 7 sunt date valorile maxime ale înălțimii de descărcare a cupei pentru o gamă de astfel de utilaje, în funcție de puterea motorului de acționare a acestuia. Criteriul care oferă informații despre performanțele la bascularea cupei în funcție de puterea motorului este prezentat în tabelul 8.

Tabelul 7 Valori ale capacității înălțimii de basculare a cupei în funcție de putere

Putere, N în kW	14,7	29	33	37	42,5	44	51	53	55	66	70
$H_{\text{basculare}}^{\text{max}}$, [m]	1,9	2,2	2,3	3,4	4,1	2,4	2,4	2,7	4,3	2,6	4,6

Tabelul 8. Calculul indicelui de performanță care ține seama de înălțimea de basculare a cupei

Criteriul de performanță	Indice	Relația de calcul
Înălțime maximă de basculare cupă	i_H	$i_H = \frac{H}{N}$

Criteriile de performanță având ca mărime de referință masa totală a încărcătorului se structurează astfel:

- criteriul puterii specifice* este raportul dintre puterea încărcătorului și masa netă a acestuia;
- criteriul capacității specifice a cupei* reprezintă raportul dintre volumul cupei încărcătorului și masa acestuia;
- criteriul mobilității* este raportul dintre viteza maximă de deplasare a utilajului și masa sa.

Tabelele 9, 11, 13 conțin parametrii tehnici pentru o gamă largă de încărcătoare frontale rapide, iar în tabelele 10, 12, 14 este precizat principiul de calcul al criteriilor de performanță raportate la masa totală a utilajului.

Tabelul 9. Valori ale puterii în funcție de masa totală

Masa totală $\times 10^3$, m în kg	1.3	2.3	4.5	3.7	5.6	5.1	7	7	7	7.2
Putere, N în kW	14.7	29	33	37	42.5	44	51	53	55	66

Tabelul 10. Calculul indicelui de performanță care ține seama de puterea specifică

Criteriul de performanță	Indice	Relația de calcul
Putere specifică	i_N	$i_N = \frac{N}{m}$

Criteria de evaluare ale performanțelor tehnologice, funcționale și dinamice ale încărcătoarelor rapide

Tabelul 11. Valori ale capacității cupei în funcție de masa totală

Masa totală $\times 10^3$, m în kg	1,3	2,3	4,5	3,7	5,6	5,1	7	7	7	7,2
Capacitate cupă, q în m^3	0,16	0,36	0,6	0,55	0,85	0,8	0,45	1	1,1	1,3

Tabelul 12. Calculul indicelui de performanță care ține seama de capacitatea specifică a cupei

Criteriul de performanță	Indice	Relație de calcul
Capacitate specifică a cupei	i_{qm}	$i_{qm} = \frac{q}{m}$

Tabelul 13. Valori ale vitezei de deplasare în funcție de masa totală

Masa totală $\times 10^3$, m în kg	1,3	2,3	4,5	3,7	5,6	5,1	7	7	7	7,2
Viteza maximă de deplasare, v în m/s	2,45	2,7	6,5	6,5	7,3	5,4	9,4	9,4	9,15	9,4

Tabelul 14. Calculul indicelui de performanță care ține seama de mobilitatea specifică

Criteriul de performanță	Indice	Relație de calcul
Mobilitate specifică	$i_v^* \times 10^{-3}$	$i_v^* = \frac{v}{m}$

3.CRITERIU DE EVALUARE A PERFORMANȚEI GLOBALE (DINAMICE) A UNUI ÎNCĂRCĂTOR

Prin evaluarea și analiza evoluției și a valorilor medii ale puterii totale din sistemul de acționare, sunt create condițiile introducerii și utilizării noțiunilor de performanță la nivel global, pentru o gamă de încărcătoare rapide.

Pornind de la acest principiu, autoarea propune patru indici pentru evaluarea performanței globale (dinamice) a încărcătoarelor cuantificați în timpul desfășurării regimului de lucru (caracterizat prin acțiuni dinamice intense și variate), definiți astfel [1]:

⇒ *indicele mediu de utilizare statică a puterii*, i_1 - definit ca raport între componenta statică a puterii medii necesară pe o fază de lucru și puterea maximă a echipamentului tehnologic:

$$i_1 = \frac{P_{static}}{P_{max}} ; \quad (1)$$

⇒ *indicele mediu de utilizare dinamică a puterii*, i_2 - definit ca raport între componenta dinamică a puterii medii necesară pe o fază de lucru și puterea maximă a echipamentului tehnologic:

$$i_2 = \frac{P_{dinamic}}{P_{max}} ; \quad (2)$$

⇒ *indicele mediu real de utilizare a puterii*, i_3 - definit ca raport între valoarea totală a puterii medii necesară pe o fază de lucru și puterea maximă a echipamentului tehnologic:

$$i_3 = \frac{P_{real}}{P_{max}} ; \quad (3)$$

⇒ *indicele mediu de multiplicare dinamică a puterii*, i_4 - definit ca raportul dintre valoarea totală a puterii medii și componenta statică a acesteia, necesare pe o fază de lucru

$$i_4 = \frac{P_{real}}{P_{static}} , \quad (4)$$

unde P_{static} reprezintă puterea în regim stabilizat de funcționare și se evaluează pe baza mediei statistice a tuturor valorilor instantanee achiziționate pentru faza respectivă de lucru; $P_{dynamic}$ – puterea suplimentară necesară în regimurile tranzitorii ale echipamentului tehnologic; P_{real} – puterea reală necesară în condiții reale de funcționare ale echipamentului; P_{max} – puterea maximă instalată a echipamentului. Valoarea indicilor de performanță ai încărcătorului analizat, enumerați anterior, este dată în graficele din figura 1 pentru fiecare fază de lucru analizată.

Prelucrarea statistică și analiza datelor experimentale ale parametrilor monitorizați (presiune și debit) s-au efectuat cu ajutorul următorilor operatori statistici: variabila aleatoare, x_i ; media, \bar{x} ; abaterea medie pătratică, σ^2 ; abaterea standard, σ . Pe baza acestor operatori statistici se pot enunța următoarele ipoteze necesare formulării criteriilor suplimentare de performanță în regim dinamic intens ale unui încărcător rapid:

- *variația valorii medii (\bar{x})* a mărimii fizice considerate, la trecerea de la o fază tehnologică la următoarea, conduce la evidențierea solicitărilor dinamice instantanee, cu efect negativ asupra necesarului de putere instalată, a fiabilității și a rezistenței la oboseală. Prin evaluarea acestui operator statistic se cuantifică puterea reală a utilajului;
- *abaterea standard (σ)* a valorilor parametrului respectiv, pe fiecare fază tehnologică separat, pune în evidență caracterul dinamic al evoluției acestuia. Prin evaluarea acestui operator statistic se cuantifică puterea statică a utilajului;
- *abaterea medie pătratică (RMS)* este o măsură a energiei necesare evoluției sistemului analizat. Prin evaluarea acestui operator statistic se cuantifică puterea dinamică a utilajului.

Criteria de evaluare ale performanțelor tehnologice, funcționale și dinamice ale încărcătoarelor rapide

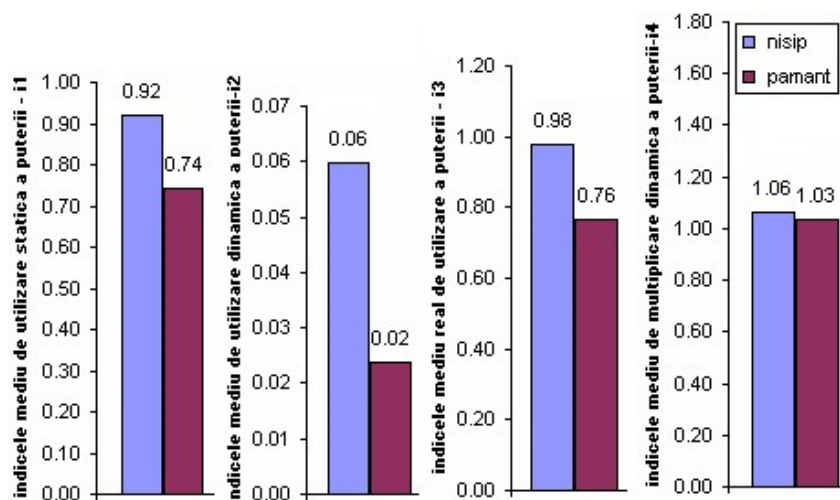


Fig. 1 Valoarea indicilor de performanță în regim dinamic ai încărcătorului MMT 45 la încărcarea cupei

Astfel, în mod concret, pe baza valorilor măsurate ale presiunii și debitului din instalația hidraulică de acționare a încărcătorului MMT 45 (fabricație Promex S. A. Brăila), s-a calculat necesarul de putere al utilajului corespunzător fiecărei faze a ciclului de lucru la încărcarea cupei cu nisip ud și apoi cu pământ. Spre exemplificare, în figura 1 s-au reprezentat cei patru indici de identificare a performanței dinamice a unui încărcător, dar numai pentru faza de încărcare a cupei.

4.CONCLUZII

În tabelul 15 s-au sistematizat și centralizat criteriile de performanță tehnologică și funcțională ale încărcătoarelor frontale rapide.

Tabelul 15 Valori centralizate ale indicilor de performanță operațională

Mărimea de referință	Criteriul de performanță	Indice, [U.M.]	Valoare
Puterea motorului de acționare a încărcătorului	Capacitate cupă	i_{qN} , [m ³ /kW]	0,01...0,02
	Mobilitate	i_v , [m/skW]	0,6...0,7
	Forța de smulgere	i_{FS} , [N/kW]	0,7...1,4
	Înălțime max. de basculare a cupei	i_H , [m/kW]	0,07...0,1
Masa totală a încărcătorului	Putere specifică	$i_N \times 10^{-3}$, [kW/kg]	8...11
	Capacitate specifică a cupei	$i_{qm} \times 10^{-3}$, [m ³ /kg]	0,14...0,18
	Mobilitate specifică	$i_v^* \times 10^{-3}$, [m/skg]	1,3...1,8

Informațiile furnizate în tabelul 15 sunt utile inginerilor proiectanți specialiști, în etapa de concepție și proiectare a unui nou încărcător frontal rapid cu o cupă, prin raportarea la indicii de performanță existenți. În acest sens, pentru proiectarea și realizarea unui produs foarte competitiv, indicii specifici de caracterizare a performanțelor tehnologice și funcționale ale utilajului trebuie să tindă spre limita superioară a intervalelor stabilite sau chiar să o depășească.

Pe de altă parte, ca direcție viitoare de cercetare, este posibil ca modalitatea de identificare globală a performanței unui utilaj să fie generalizată (prin monitorizarea unuia sau mai multor parametri de referință) și prin particularizare pe tipuri de utilaje să se elaboreze normative de referință în domeniul utilajelor de construcții care au un regim de lucru dinamic intens și variat.

În acest sens, în studiul de caz prezentat în lucrare s-au conturat următoarele concluzii:

- indicele i_1 (static) are rolul de a indica cât din puterea utilajului este necesară pentru funcționarea acestuia în regim stabil de lucru;
- indicele i_2 (dinamic) este suplimentul de putere necesară pentru învingerea regimurilor tranzitorii (dinamice). Acesta are importanță majoră în evaluarea efectelor dinamice provenite din procesul tehnologic de lucru cu încărcăturile frontale rapide;
- indicele i_3 (real) oferă informații calitative și cantitative cu privire la rezerva de putere și utilizarea ei judicioasă de către utilaj.

Aspectele abordate se pot constitui ca elemente de referință în domeniul utilajelor de construcții caracterizate prin regimuri caracterizate prin dinamicitate însemnată, în vederea unei caracterizări individuale, dar și globale a performanței de lucru.

BIBLIOGRAFIE

- [1] C. Debeleac, *Analiza regimului dinamic la încărcăturile frontale rapide în vederea stabilirii performanțelor de calitate*, Teză de doctorat, Univ. „Dunărea de Jos” din Galați, Facultatea de Inginerie din Brăila, mai 2005.
- [2] Șt. Mihăilescu, P. Bratu, V. Goran, A. Vlădeanu, Șt. Aramă, *Mașini de construcții, Vol. 2, Construcția și încercarea mașinilor pentru lucrări de pământ*, Editura Tehnică, București, 1985
- [3] P. Bratu, *Proiectarea tehnologică și funcțională a mașinilor de construcții*, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, 1997.