

# DETERMINAREA CAPACITĂȚII DE RIDICARE A MACARALEI

**Prof. Mircea ANDRIUȚĂ, conf. Serghei ANDRIEVSCHI, doctorand Alexandr LOZAN,  
studentul grupei IMC-121 Grigore MUNTEAN**

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Sunt prezentate rezultatele studiului care a permis elaborarea, în baza informației publicate în formă de diagramă, a unui set din două modele statistice pentru determinarea valorilor numerice ale capacității de ridicare a macaralei în funcție de lungimea brațului și de raza de acțiune a cârligului. Rezultatele lucrării vor permite inginerilor mecanici și operatorilor - macaragiști determinarea operativă și cu suficientă precizie a capacității de ridicare a macaralei pentru orice lungimi ale brațelor și raze arbitrare de acțiunea ale cârligului..

**Cuvinte cheie:** macara, capacitatea de ridicare, raza de acțiune a cârligului.

## 1. Analiza informației existente

Macaraua constituită din agregate de tip auto este o mașina universală deoarece îndeplinește un spectru foarte larg de lucrări și anume: deservirea depozitelor și halelor industriale; construcția clădirilor și edificiilor; montarea-demontarea altor instalații de ridicat cum ar fi macarale turn, pe pneuri și pe șenile. Dar cel mai important este faptul ca macaraua auto poate fi folosită pentru efectuarea lucrărilor unicate.

Principalele avantaje ale macaralei sunt deplasarea de sine stătătoare la șantier și instalarea rapidă. Macaraua este dotată cu șasiu propriu pe roți cu pneuri, adaptat la condițiile de trafic rutier prin localități, se montează pe calaje extensibile, acționate hidraulic, care măresc conturul ei de sprijin. Datorită acestui fapt se mărește stabilitatea mașinii contra răsturnării. Macaraua este manipulată de un singur operator care îndeplinește funcția de șofer în timpul deplasării la obiect și funcția de macaragist în timpul lucrului.

În cazul lucrărilor unicate, inginerul mecanic al întreprinderii care exploatează instalațiile de ridicat, merge la șantier pentru efectuarea lucrărilor de logistică. În cadrul lucrărilor de logistică inginerul trebuie să determine următoarele:

- locul de amplasare al macaralei;
- masa și gabaritele sarcinii care trebuie ridicată;
- punctele de agățare a sarcinii și tipul dispozitivului de agățare;
- existența obstacolelor pe traiectoria deplasării sarcinii (linii electrice, conducte de gaz, etc.);

La determinarea locului de amplasare al macaralei inginerul mecanic trebuie să atragă atenția la:

- prezența obstacolelor pentru amplasarea macaralei și a calajelor extensibile;
- prezența obstacolelor pentru platforma turnantă;
- capacitatea portantă a terenului (trebuie să fie nu mai mică decât cea dată în cartea de exploatare a macaralei);
- înclinația terenului (trebuie să fie nu mai mare decât cea dată în cartea de exploatare a macaralei);
- existența gropilor de fundații și a altor săpături, canalelor de canalizare etc. pe teritoriul șantierului în apropierea sarcinii ce trebuie ridicată;
- posibilitatea intrării macaralei la obiect precum și pe terenul adiacent sarcinii ce trebuie manipulată.

După ce inginerul stabilește locul posibil de instalare a macaralei, acesta determină raza de acțiune a cârligului, care-i egală cu distanța de la axa de rotire a platformei turnante până la centrul sarcinii. Deja, știind raza de acțiune și lungimea necesară a brațului telescopic, inginerul determină capacitatea de ridicare a macaralei pentru acești parametri.

În acest scop se utilizează diagrama capacității de ridicare care este dată în cartea de exploatare a macaralei. Ca exemplu concret prezentăm diagrama capacității de ridicare a macaralei de tipul GROVE GMK 5100 (fig. 1) care are capacitatea maximă de ridicare 100 t. Această macara, aflată în gestiunea S.A. „Dimecon-11” este la moment cea mai puternică macara din Moldova.

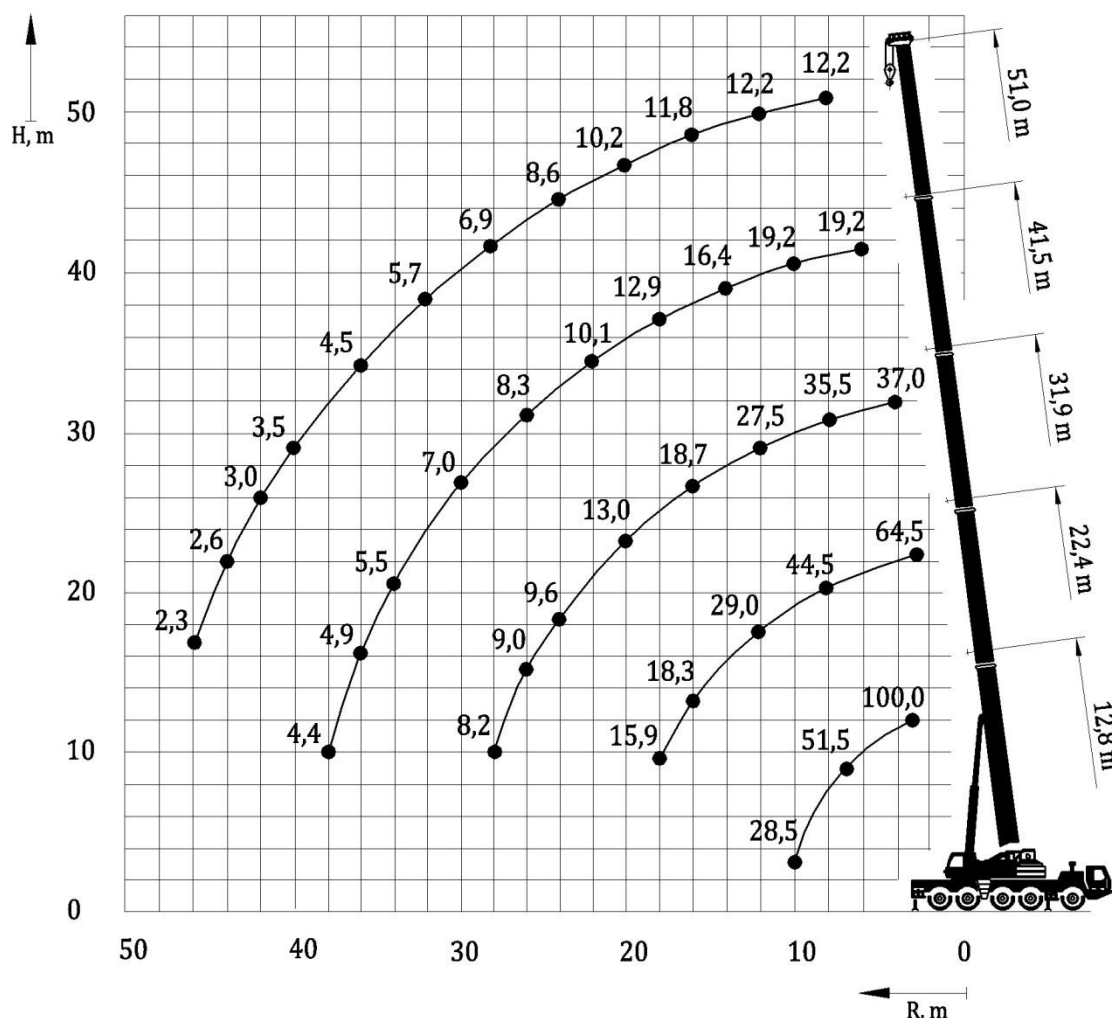


Fig. 1 Diagrama capacității de ridicare a macaralei GROVE GMK 5100

Această diagramă este construită într-un sistem plan de coordonate, în care pe axa  $ox$  avem raza de acțiune a cârligului, iar pe axa  $oy$  avem înălțimea de ridicare a cârligului. Din diagramă se poate determina capacitatea de ridicare a macaralei pentru anumite raze de acțiune, înălțimi de ridicare și lungimi ale brațului telescopic, dar diagramă nu permite determinarea cu suficientă precizie a capacității de ridicare pentru razele de acțiune, care nu-s indicate pe diagramă. De exemplu, pentru brațul extins până la 41,5 m nu se știe, care-i capacitatea de ridicare la raza de acțiune egală cu 32 m. Din diagramă putem afla pentru raza dată doar înălțimea de ridicare a cârligului care este egală cu 24 m. Dar cum de aflat cu o precizie destul de înaltă capacitatea de ridicare pentru acești parametri.

## 2. Elaborarea modelelor statistice universale pentru determinarea capacității de ridicare a macaralei

Rezolvarea acestei probleme s-a exercitat cu metodele cunoscute [1, 2] în două etape.

A. S-a prelucrat după un program special informația extrasă din fig. 1 și prezentată în tabelul 1 (rândurile 1- 30)

În rezultat s-a elaborat modelul matematic pentru determinarea capacității de ridicare a macaralei de tipul GROVE GMK-5100 în funcție de lungimea brațului telescopic și raza de acțiune a cârligului de forma

$$Q = e^{8,8377} L_b^{-0,858} R^{-1,12} \quad (1)$$

unde:  $Q$  – capacitatea de ridicare, în t;

$L_b$  – lungimea brațului, în m;

$R$  – raza de acțiune a cârligului, în m

Tabelul 1. Datele din fig.1 privind capacitatea de ridicare a macaralei în funcție de lungimea brațului și raza de acțiune a cârligului.

Nr. crt.	Lungimea brațului, $L_b$ în m	Raza de acțiune a cârligului, $R$ în m	Capacitatea de ridicare, $Q$ în m	Capacitatea $Q$ calculată cu relația 1, (cu relația 2)	Intervalul de încredere pentru calcule cu relația 1 cu relația 2	
1	2	3	4	5	6	7
1a	12,8	3	100	226 ! (98)	(88,39)	(106,888)
2a	12,8	7	51,5	87 ! (48)	(38,88)	56,03)
3a	12,8	10	28,5	59 ! (35)	(25,99)	(44,07)
4a	22,4	3	64,5	140 ! (77)	(67,989)	(85,879)
5a	22,4	8	44,5	47 (33)	(27,45)	(39,21)
1	22,4	12	29	29,5 (24)	26,8933	32,1408
2	22,4	16	18,3	21,4 (18,5)	18,7699	23,9985
3	22,4	18	15,9	18,7 (16,7)	16,0873	21,3926
4	31,9	8	35,5	34,3 (29)	31,8024	36,8447
5	31,9	12	27,5	22 (20)	19,8030	23,7801
6	31,9	16	18,7	15,8 (16)	14,0084	17,5655
7	31,9	20	13,0	12,3 (13)	10,5419	14,0473
8	31,9	24	9,6	10,0 (11)	8,1964	11,8495
9	31,9	26	9,0	9,16 (10,5)	7,2794	11,0469
10	31,9	28	8,2	8,4 (9,9)	6,4844	10,3816
11	41,5	10	19,0	21,3	18,9480	23,7072
12	41,5	14	16,4	15	12,7306	16,5271
13	41,5	18	12,9	11,0	9,3827	12,6946
14	41,5	22	10,1	9,0	7,2443	10,3876
15	41,5	26	8,3	7,3	5,7220	8,9
16	41,5	30	7,0	6,2	4,5620	7,8938
17	41,5	34	5,5	5,4	3,6387	7,1873
18	41,5	36	4,9	5,0	3,2425	6,9118
19	41,5	38	4,4	4,8	2,8815	6,9118
20	51	8	12,2	23	19,7590	26,1312
21	51	16	11,8	11,0	8,4134	12,6936
22	51	20	10,2	8,2	6,2893	10,1484
23	51	24	8,6	6,7	4,8667	8,5338
24	51	28	6,9	5,6	3,8225	7,4523
25	51	32	5,7	4,9	3,0071	6,7009
26	51	36	4,5	4,3	2,3434	6,1644
27	51	40	3,5	3,8	1,7874	5,7731
28	51	42	3,0	3,6	1,5408	5,6174
29	51	44	2,6	3,4	1,3117	5,4830
30	51	46	2,3	3,2	1,0981	5,3665

Modelul (1) se caracterizează, din punct de vedere statistic, cu devierea medie relativă a rezultatelor calculelor de la datele tabelare  $\varepsilon = 0,1516$  și coeficientul de corelare multiplă  $R = 0,92769$ , ceea ce afirmă,

că relația elaborată este veridică și poate fi utilizată pentru calcule inginerești. Însă această relație nu poate fi utilizată pentru toate lungimile posibile ale brațului macaralei date.

Analiza vizuală a datelor din tab.1 (rândurile 1a...4a) arată, că pentru lungimile brațului 12,8 și 22,4 m valorile calculate ale capacității de ridicare se deosebesc considerabil de cele indicate în diagrama din fig.1. Din această cauză la elaborarea ecuației (1) nici n-a fost utilizată informația conținută în rândurile 1a – 5a ale tab. 1. Deci, relația (1) este elaborată în baza analizei polifactoriale a informației conținute în rândurile 1-30 ale tab.1 și poate fi utilizată numai pentru rezolvarea problemelor legate de exploatarea macaralei în cauză, cu lungimea brațului de la 22,4 până la 51 m. Pentru rezolvarea problemei vizate în întregime s-a efectuat a doua etapă a studiului.

B. Utilizând metoda aproximației pe porțiuni, în baza prelucrării după același program a informației din rândurile 1a...10 ale tab. 1 s-a elaborat relația pentru determinarea capacității de ridicare a macaralei de forma

$$Q = e^{6,6084} L_b^{-0,4282} R^{-0,8514} \quad (2)$$

care permite calculul valorilor numerice ale capacității de ridicare a macaralei pentru diapazonul de lungimi ale brațului între 12,8 și 31,9 m, practic cu aceeași precizie, ca și relația (1) pentru diapazonul de lungimi de brațe de 22,4-51m ( $R = 0,929$  și  $\varepsilon = 0,1609$ ). Rezultatele calculelor sunt prezentate în coloana a 5-a a tab.1 și afirmă, că modelul (2) asigură o înaltă precizie a rezultatelor obținute în diapazonul brațelor cu lungimi de 12,8...22,4 m inclusiv.

Încercăm acum să rezolvăm exemplul de mai sus folosind relația (1) deoarece lungimea brațului este mai mare de 31,9 m. Deci, pentru  $L_b = 41,5$  m și  $R = 32$  m avem  $Q = e^{8,8377} 41,5^{-0,858} 32^{-1,12} = 5,8$  t. Observăm (fig. 1) că valoarea 5,8 t se încadrează în limitele 7 t pentru  $R = 30$  m și 5,5 t pentru  $R = 34$  m. Aceasta înseamnă că rezultatul obținut cu relația (1) este veridic, iar eroarea acestei valori constituie 1,5 %, adică  $\pm 0,087$  t sau 87 kg.

Luăm alt caz pentru calcul cu relația (2). De exemplu, pentru lungimea brațului  $L_b = 22,4$  m și raza de acțiune  $R = 14$  m avem  $Q = e^{6,6084} 22,4^{-0,4282} 14^{-0,8514} = 20,7$  t. Observăm (fig. 1) că valoarea obținută cu relația (2) se găsește în limitele 29,0 t pentru  $R = 12$  m și 18,2 t pentru  $R = 16$  m, ceea ce înseamnă că rezultatul obținut cu relația (2) la fel este veridic, iar eroarea constituie 1,6 %, adică 0,331 t sau 331 kg.

### 3. Constatații și concluzii

În baza analizei multifactoriale a informației din diagrama capacității de ridicare, publicată de firma producătoare, s-au elaborat două modele statistice veridice pentru determinarea capacității de ridicare a macaralei GROVE GMK-5100 în funcție de lungimea brațului telescopic și raza de acțiune a cârligului.

Modelul matematic (1) se recomandă de utilizat pentru calculul capacității de ridicare a macaralei pentru lungimea brațului de la 31 m inclusiv și mai mari și mai mari, iar modelul (2) – pentru lungimea brațului de 12,8 și 22,4 m.

Utilizarea acestor modele va ușura munca și va mări precizia lucrărilor de logistică efectuate de inginerii mecanici responsabili de exploatarea macaralelor.

### Bibliografie

1. L'vovschi E. N. *Statisticeshie metody' postroeniya e'mpiriceschix formul*. Moscva: „Vy'sshaya Shcola”, 1988, 239 pag.
2. Andriuță M. *Rezolvări statistice ale problemelor legate de mecanizarea lucrărilor de terasamente*. UTM: Materialele conferinței Tehnico-Științifice a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților. 15-23 noiembrie 2013. Chișinău, 2014, pag. 360-363.