

## VERIFICAREA UNGHIIULUI DE POZIȚIE A CUPEI ÎN FAZA DE RIDICARE LA ÎNCĂRCĂTOARE CU MECANISM DE BASCULARE TIP Z

Vlădeanu Alexandru, prof. univ.dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București  
Vlădeanu Gabriela, cercetător științific ing., Institutul de Mecanica Solidelor al Academiei Române

### Abstract

#### The verification of the bucket position angle in the rising stage at loaders with dumping mechanism type Z

In this paper an analytical method for determination of the bucket position angle in the rising stage of the loader equipment in function of the boom position angle towards to horizontal was presented. Further case study was performed and variation graphic of the bucket position angle in a real case was traced. The presented method allows the optimization of the bucket dumping mechanism type Z for loaders .

### 1.INTRODUCERE

Mecanismele de basculare a cupei la încărcătoare trebuie să asigure cerința ca la ridicarea brațului cupa să-și păstreze poziția față de orizontală (fig.1) fără a fi necesare corecții ale poziției cupei realizate cu ajutorul mecanismului de basculare a cupei. Această cerință se poate realiza prin alegerea corespunzătoare a lungimilor barelor articulate, precum și a pozițiilor articulațiilor elementelor mecanismului, efectuându-se un studiu cinematic al mecanismului de basculare a cupei. O altă posibilitate este corecția hidraulică a poziției cupei cu ajutorul unui cilindru suplimentar ce joacă rol de pompă la manevrarea brațului sau corecția automată a poziției cupei cu ajutorul unor sisteme electrohidraulice.

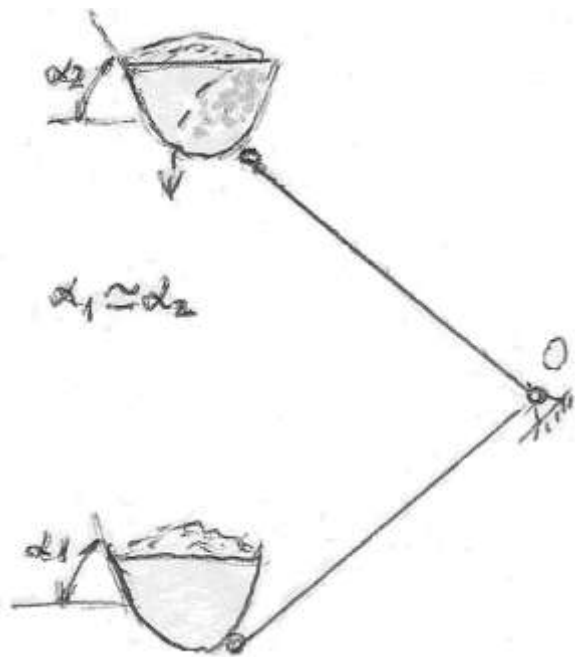
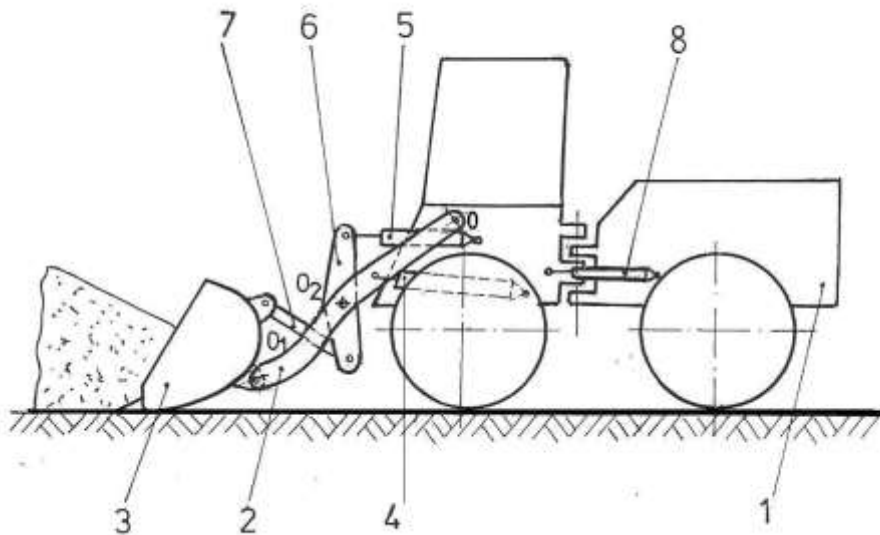


Fig.1



Fig.2

Se analizează în continuare posibilități de optimizare a unui mecanism de basculare a cupei tip Z (fig.2), format din cilindru hidraulic 5, pârghie 6 articulată pe braț și tija 7 de manevrare a cupei (fig.3).



**Fig.3**

Se presupun cunoscute (fig.4):

- dimensiunile cupei și poziția articulațiilor cupei ( $G_1A_1$ ,  $A_1D_1$ , unghiul  $\delta$ , unghiul  $\psi$ );
- lungimea brațului ( $OA_1$ ) și poziția articulației brațului la mașina de bază;
- unghiul de basculare a brațului.

Aceste mărimi se determină din condiția de stabilitate a mașinii și din condiția realizării principalilor parametri tehnologici ai încărcătorului (înălțimea de descărcare, distanța de descărcare).

Se adoptă o variantă de mecanism de basculare a cupei alegându-se poziția articulației B a pârghiei la braț, poziția articulației  $O_1$  a cilindrului de basculare a cupei la mașina de bază, dimensiunile pârghiei ( $E_1B$ ,  $BC_1$  și unghiul  $\gamma$ ), lungimea tijei de basculare a cupei  $C_1D_1$  (fig.4) și se verifică dacă îndeplinește următoarele cerințe:

- o variație redusă a unghiului de poziție a cupei pline în faza de ridicare a echipamentului, pentru a evita căderea materialului din cupă;
- în poziția inferioară a brațului cupa nu trebuie să lovească pârghia EBC (fig.5);
- lungimea cilindrului de basculare a cupei trebuie să rămână constantă în faza de ridicare a echipamentului cu cupa plină ( $O_1E = O_1E_2 = O_1E_3$ , vezi figurile 5,6,7);
- unghiul de descărcare a cupei trebuie să asigure descărcarea completă a cupei (fig.7);
- evitarea pozițiilor de "punct mort" la mecanismul de basculare a cupei astfel:
  - tija de manevrare a cupei trebuie să rămână de aceeași parte a articulației A în faza de basculare a cupei din poziția de încărcare în poziția de ridicare (fig.5, fig.6);
  - în faza de basculare a cupei în vederea descărcării tija de manevrare a cupei trebuie să rămână de aceeași parte a articulației cupei la braț (fig.7);
  - în faza de basculare a cupei în vederea descărcării axa cilindrului de basculare să rămână de aceeași parte a dreptei  $O_1B_3$  (fig.7).

Verificările indicate mai sus se pot face prin mai multe metode:

a)metoda grafică care necesită reprezentarea la scară a echipamentului în poziția de încărcare a cupei, în faza de ridicare a cupei pline la diferite unghiuri de înclinare a brațului față de orizontală, precum și în poziția de descărcare

b) metoda analitică care constă în determinarea prin calcul a unghiului de poziție a cupei pline în funcție de unghiul de poziție al brațului

Se prezintă în continuare metoda analitică, parcurgându-se următoarele etape:

## 2. CALCULUL UNGHIULUI DE ÎNCLINARE A BRAȚULUI FAȚĂ DE ORIZZONTALĂ ÎN POZIȚIA DE UMLERE A CUPEI

În figura 4 s-a reprezentat schematic echipamentul de încărcător în poziția de umplere a cupei. Din figură rezultă relația:

$$\alpha_0 = \arcsin\left[\frac{h_0 - G_1 A_1 \cdot \sin(\delta + \varepsilon)}{O A_1}\right] \quad (1)$$

în care:  $O A_1$  este distanța între articulația brațului la mașina de bază și articulația brațului la cupă,  $\alpha_0$  – unghiul dintre axa brațului  $O A_1$  și orizontală,  $G_1 A_1$  - distanța de la articulația cupă-braț la mușea tăietoare a cuțitului cupei,  $h_0$  – distanța de la articulația  $O$  a brațului la mașina de bază până la nivelul terenului,  $\delta$  – unghiul dintre axa  $G_1 A_1$  și peretele cupei pe care este montat cuțitul,  $\varepsilon$  – unghiul de așezare a cupei în poziția de umplere.

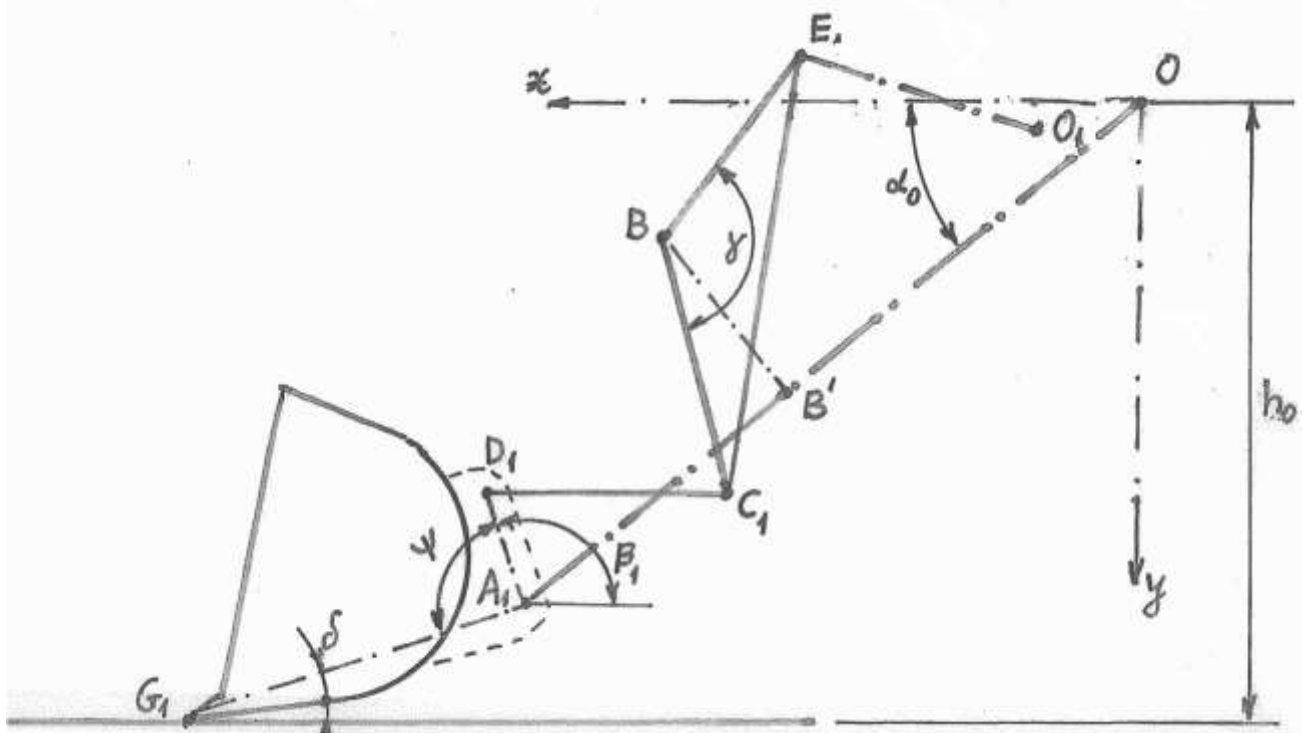


Fig.4

Din figura 4 rezultă și unghiul  $\beta_1$ :

$$\beta_1 = \pi + \delta + \varepsilon - \psi \quad (2)$$

## 3. CALCULUL LUNGIMII MAXIME A CILINDRULUI DE BASCULARE A CUPEI

În figura 5 s-a reprezentat schematic echipamentul de încărcător cu cupa plină basculată înainte de începerea ridicării brațului, poziție în care cilindrul de basculare a cupei are lungimea maximă.

Unghiul de basculare a cupei  $\theta$  din poziția de umplere a cupei în poziția de ridicare a cupei pline se calculează cu relația:

$$\theta = \varphi_0 + \varepsilon = \beta_1 - \beta_0 \quad (3)$$

în care  $\varphi_0$  este unghiul de poziție a cupei după basculare indicat în figura 5 (se definește unghiul de poziție a cupei în faza de ridicare ca unghiul format de peretele din față al cupei cu orizontala),  $\beta_1$ ,  $\beta_0$  – unghiuri formate cu orizontala de către linia ce unește articulațiile cupei la braț și la tija de manevrare a cupei în poziția de umplere a cupei (fig.4), respectiv în poziția cu cupa basculată înainte de ridicare (fig.5).

Din relația (3) rezultă:

$$\beta_0 = \beta_1 - \varphi_0 - \varepsilon \quad (4)$$

Pentru calculul lungimii cilindrului de basculare a cupei se parcurg următorii pași:

-se determină coordonatele articulațiilor A, B, D față de sistemul de coordonate xOy (fig.5):

$$x_A = OA_1 \cdot \cos \alpha_0; y_A = OA_1 \cdot \sin \alpha_0 \quad (5)$$

$$x_B = OB \cdot \cos \alpha_0 + BB' \cdot \sin \alpha_0; y_B = OB \cdot \sin \alpha_0 - BB' \cdot \cos \alpha_0 \quad (6)$$

$$x_D = x_A - AD \cdot \cos \beta_0; y_D = y_A - AD \cdot \sin \beta_0 \quad (7)$$

în care unghiul  $\beta_0$  se determină din relația (4)

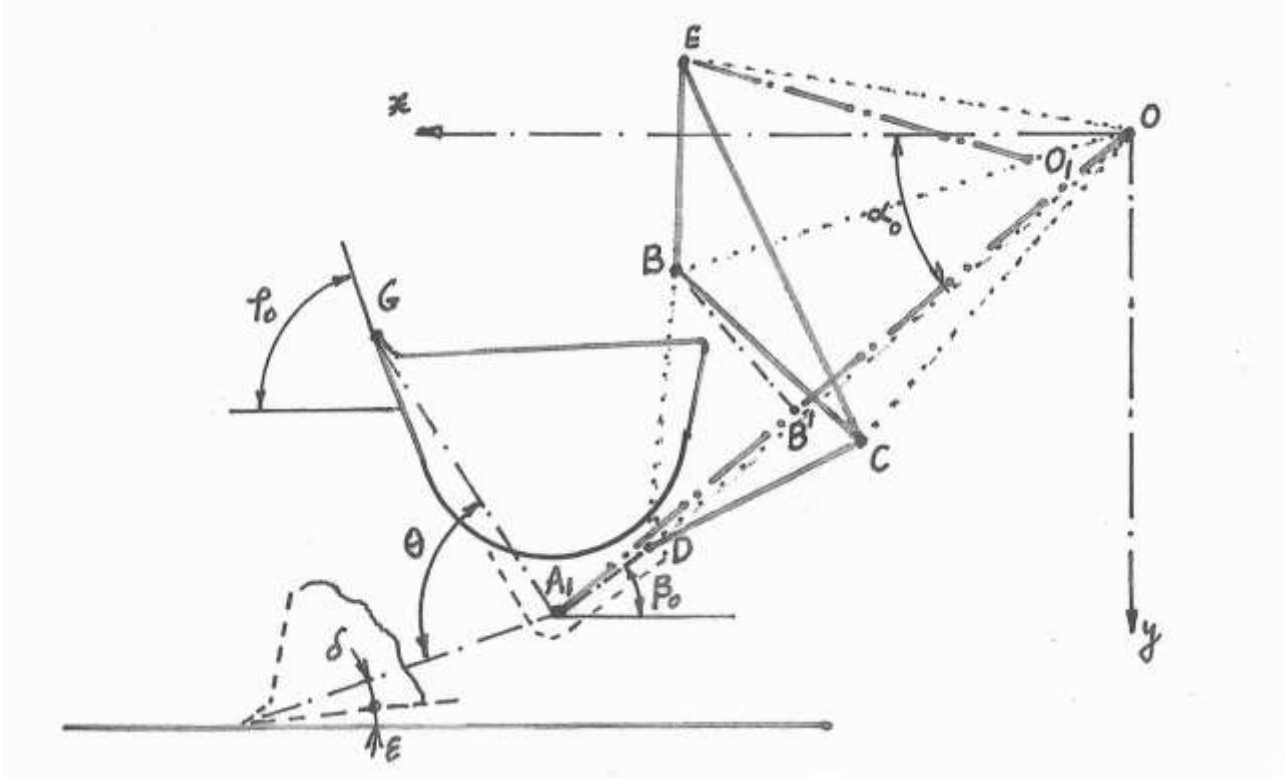


Fig.5

-din triunghiul BDC se obține:

$$\sphericalangle BDC = \arccos \frac{BD^2 + CD^2 - BC^2}{2 \cdot BD \cdot CD} \quad (8)$$

în care :

$$BD = \sqrt{(x_D - x_B)^2 + (y_D - y_B)^2} \quad (9)$$

-din triunghiul OBD se obține:

$$\sphericalangle BDO = \arccos \frac{BD^2 + OD^2 - OB^2}{2 \cdot BD \cdot OD} \quad (10)$$

în care :

$$OB = \sqrt{x_B^2 + y_B^2}; OD = \sqrt{x_D^2 + y_D^2} \quad (11)$$

-din triunghiul ODC se obține:

$$OC = \sqrt{OD^2 + CD^2 - 2 \cdot OD \cdot CD \cdot \cos(\sphericalangle ODC)} \quad (12)$$

în care :

$$\sphericalangle ODC = \sphericalangle BDC - \sphericalangle BDO \quad (13)$$

-din triunghiul OBC se obține:

$$\sphericalangle BOC = \arccos \frac{OB^2 + OC^2 - BC^2}{2 \cdot OB \cdot OC} \quad (14)$$

-se determină unghiul  $\sphericalangle xOC$  cu relația:

$$\sphericalangle xOC = \sphericalangle BOC + \sphericalangle xOB \quad (15)$$

în care :

$$\sphericalangle xOB = \arctg \frac{y_B}{x_B} \quad (16)$$

-se determină coordonatele articulației C:

$$x_C = OC \cdot \cos(\sphericalangle xOC); y_C = OC \cdot \sin(\sphericalangle xOC) \quad (17)$$

-din triunghiul OBC rezultă:

$$\sphericalangle OBC = \arcsin\left(\frac{OC \cdot \sin(\sphericalangle BOC)}{BC}\right) \quad (18)$$

în care OC este dat de relația (12), iar unghiul BOC este dat de relația (14).

-din triunghiul OBE rezultă:

$$OE = \sqrt{OB^2 + BE^2 - 2 \cdot OB \cdot BE \cos(\sphericalangle EBO)} \quad (19)$$

în care:

$$\sphericalangle EBO = \sphericalangle EBC - \sphericalangle OBC \quad (20)$$

-se determină unghiul  $\sphericalangle xOE$  prin diferență:

$$\sphericalangle xOE = -\sphericalangle EOB + \sphericalangle xOB \quad (21)$$

în care unghiul  $\sphericalangle xOB$  este dat de relația (16), iar unghiul EOB rezultă aplicând teorema sinusurilor în triunghiul EOB:

$$\sphericalangle EOB = \arcsin\left(\frac{BE \cdot \sin(\sphericalangle EBO)}{OE}\right) \quad (22)$$

-se determină coordonatele articulației E cu relațiile:

$$x_E = OE \cdot \cos(\sphericalangle xOE); y_E = OE \cdot \sin(\sphericalangle xOE) \quad (23)$$

-rezultă lungimea maximă a cilindrului de basculare a cupei:

$$O_1E = \sqrt{(x_E - x_{O_1})^2 + (y_E - y_{O_1})^2} \quad (24)$$

în care  $x_{O_1}, y_{O_1}$  sunt coordonatele articulației cilindrului de basculare a cupei la mașina de bază.

Se verifică ca mecanismul să nu treacă prin punctul mort la sfârșitul fazei de basculare a cupei pline (fig.5). Pentru acesta se determină unghiul  $\omega$ , format de tija CD cu orizontala:

$$\omega = \arctg \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C} \quad (25)$$

Condiția ca tija de manevrare a cupei să rămână de aceeași parte a articulației A este:

$$\omega < \beta_0 \quad (26)$$

#### 4.CALCULUL UNGHIULUI DE POZIȚIE A CUPEI ÎN FUNCȚIE DE UNGHIUL DE ÎNCLINARE A BRAȚULUI ÎN FAZA DE RIDICARE A CUPEI PLINE

În faza de ridicare a cupei pline, cilindrul de basculare a cupei nu este acționat, astfel că lungimea sa rămâne la valoarea dată de relația (24). Pornind de la această condiție se determină din condiții geometrice unghiul  $\beta$  format de linia ce unește articulațiile  $A_2$  și  $D_2$  cu orizontala (fig.6) pentru o valoare oarecare a unghiului  $\alpha$  de înclinare a brațului față de orizontală și apoi se determină unghiul de poziție  $\varphi$  al cupei în faza de ridicare. Pentru aceasta se parcurg următorii pași:

- se determină coordonatele articulațiilor braț-cupă ( $A_2$ ) și braț-pârghie ( $B_2$ ):

$$x_{A_2} = OA_2 \cos \alpha; y_{A_2} = OA_2 \sin \alpha \quad (27)$$

$$x_{B_2} = OB_2' \cdot \cos \alpha + B_2' B_2 \cdot \sin \alpha; y_{B_2} = OB_2' \cdot \sin \alpha - B_2' B_2 \cdot \cos \alpha \quad (28)$$

-din triunghiul  $O_1B_2E_2$  rezultă:

$$\sphericalangle O_1B_2E_2 = \arccos \frac{(O_1B_2)^2 + (B_2E_2)^2 - (O_1E_2)^2}{2 \cdot O_1B_2 \cdot B_2E_2} \quad (29)$$

în care  $O_1E_2 = O_1E$  (lungime constantă a cilindrului de basculare a cupei în faza de ridicare a cupei pline), iar  $O_1B_2$  se calculează cu relația:

$$O_1B_2 = \sqrt{(x_{B_2} - x_{O_1})^2 + (y_{B_2} - y_{O_1})^2} \quad (30)$$

- din triunghiul  $OO_1B_2$  rezultă:

$$\sphericalangle OB_2O_1 = \arccos \frac{OB_2^2 + O_1B_2^2 - OO_1^2}{2 \cdot OB_2 \cdot O_1B_2} \quad (31)$$

în care:

$$OO_1 = \sqrt{x_{O_1}^2 + y_{O_1}^2}; OB_2 = \sqrt{x_{B_2}^2 + y_{B_2}^2} \quad (32)$$

-din triunghiul  $OB_2E_2$  se obține:

$$OE_2 = \sqrt{(B_2E_2)^2 + (OB_2)^2 - 2 \cdot B_2E_2 \cdot OB_2 \cdot \cos(\sphericalangle OB_2E_2)} \quad (33)$$

în care:

$$\sphericalangle OB_2E_2 = \sphericalangle O_1B_2E_2 - \sphericalangle O_1B_2O \quad (34)$$

-aplicând teorema sinusurilor în triunghiul  $OB_2E_2$  se obține:

$$\sphericalangle B_2OE_2 = \arcsin\left(\frac{B_2E_2 \cdot \sin \sphericalangle OB_2E_2}{OE_2}\right) \quad (35)$$

-se determină unghiul  $E_2Ox$  cu relația:

$$\sphericalangle E_2Ox = -\sphericalangle B_2OE_2 + \sphericalangle B_2Ox \quad (36)$$

în care:

$$\sphericalangle B_2Ox = \arctg \frac{y_{B_2}}{x_{B_2}} \quad (37)$$

-se obțin coordonatele articulației  $E_2$  cu relațiile:

$$x_{E_2} = OE_2 \cdot \cos(\sphericalangle E_2Ox); y_{E_2} = OE_2 \cdot \sin(\sphericalangle E_2Ox) \quad (38)$$

în care  $OE_2$  este dat de relația (33), iar unghiul  $E_2Ox$  este dat de relația (36).

-din triunghiul  $OB_2C_2$  rezultă:

$$OC_2 = \sqrt{(OB_2)^2 + (B_2C_2)^2 - 2 \cdot OB_2 \cdot B_2C_2 \cdot \cos(\sphericalangle C_2B_2O)} \quad (39)$$

în care unghiul  $C_2B_2O$  se determină cu relația:

$$\sphericalangle C_2B_2O = \sphericalangle C_2B_2E_2 - \sphericalangle OB_2E_2 \quad (40)$$

-aplicând teorema sinusurilor în triunghiul  $OB_2C_2$  se obține:

$$\sphericalangle B_2OC_2 = \arcsin\left(\frac{B_2C_2 \cdot \sin(\sphericalangle C_2B_2O)}{OC_2}\right) \quad (41)$$

-se determină unghiul  $C_2Ox$  cu relația:

$$\sphericalangle C_2Ox = \sphericalangle B_2OC_2 + \sphericalangle B_2Ox \quad (42)$$

în care unghiul  $B_2Ox$  este dat de relația (37).

-se obțin coordonatele articulației  $C_2$  cu relațiile:

$$x_{C_2} = OC_2 \cdot \cos(\sphericalangle C_2Ox); y_{C_2} = OC_2 \cdot \sin(\sphericalangle C_2Ox) \quad (43)$$

în care  $OC_2$  este dat de relația (39), iar unghiul  $C_2Ox$  este dat de relația (42).

-din triunghiul  $A_2D_2C_2$  rezultă:

$$\sphericalangle D_2A_2C_2 = \arccos\left(\frac{(A_2D_2)^2 + (A_2C_2)^2 - (C_2D_2)^2}{2 \cdot A_2D_2 \cdot A_2C_2}\right) \quad (44)$$

în care  $A_2C_2$  se determină cu relația:

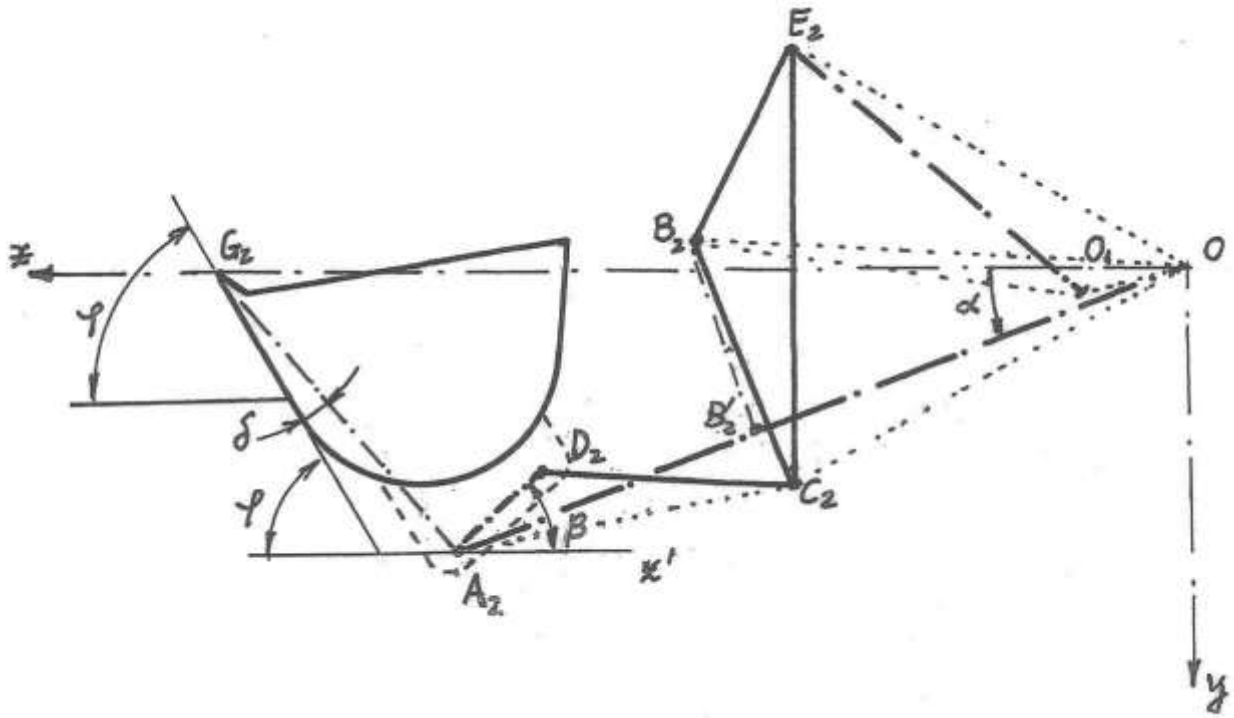


Fig.6

$$A_2C_2 = \sqrt{(x_{A_2} - x_{C_2})^2 + (y_{A_2} - y_{C_2})^2} \quad (45)$$

-se determină unghiul  $\beta$  cu relația:

$$\beta = \sphericalangle D_2A_2C_2 + \sphericalangle C_2A_2x' \quad (46)$$

-se determină unghiul de poziție a cupei  $\varphi$  corespunzător unghiului  $\alpha$  de înclinare a brațului:

$$\varphi = \pi - \beta - (\sphericalangle G_2A_2D_2) + \delta \quad (47)$$

în care unghiul  $G_2A_2D_2$  se obține aplicând teorema cosinusului în triunghiul  $G_2A_2D_2$ :

$$\sphericalangle G_2A_2D_2 = \arccos\left(\frac{(G_2A_2)^2 + (A_2D_2)^2 - (G_2D_2)^2}{2 \cdot G_2A_2 \cdot A_2D_2}\right) \quad (48)$$

## 5. VERIFICAREA POZIȚIEI DE DESCĂRCARE A CUPEI

Cu metodica indicată la paragraful precedent se determină coordonatele articulațiilor echipamentului pentru poziția limită superioară a brațului (unghiul de înclinare a axei brațului  $\alpha_1$  se consideră negativ). De asemenea se obține unghiul de poziție a cupei pline  $\varphi_1$ .

În această poziție (fig.7) se impune ca unghiul de descărcare a cupei  $\rho$  să asigure descărcarea completă a cupei (de regulă se adoptă  $40^\circ - 50^\circ$ ). La valoarea aleasă a unghiului  $\rho$  corespunde un unghi  $\beta_2$  între linia  $A_3D_3'$  ce unește articulațiile cupei și orizontală. Acest unghi se determină cu relația (fig.7):

$$\beta_2 = \pi + \rho + \delta - (\sphericalangle G_3A_3D_3') \quad (49)$$

în care  $\sphericalangle G_3A_3D_3'$ ,  $\delta$  sunt stabilite prin construcția cupei.

Pentru descărcarea cupei este necesar să se realizeze o basculare a cupei cu unghiul  $(\varphi_1 + \rho)$ . La sfârșitul operației de descărcare a cupei, cilindrul de basculare a cupei are lungimea minimă  $O_1E'_3$  (fig.7). Această lungime se determină din condiții geometrice, prin rezolvarea unor triunghiuri, parcurgând aceiași pași ca în paragraful 3, în care s-a calculat lungimea maximă a cilindrului de basculare a cupei.

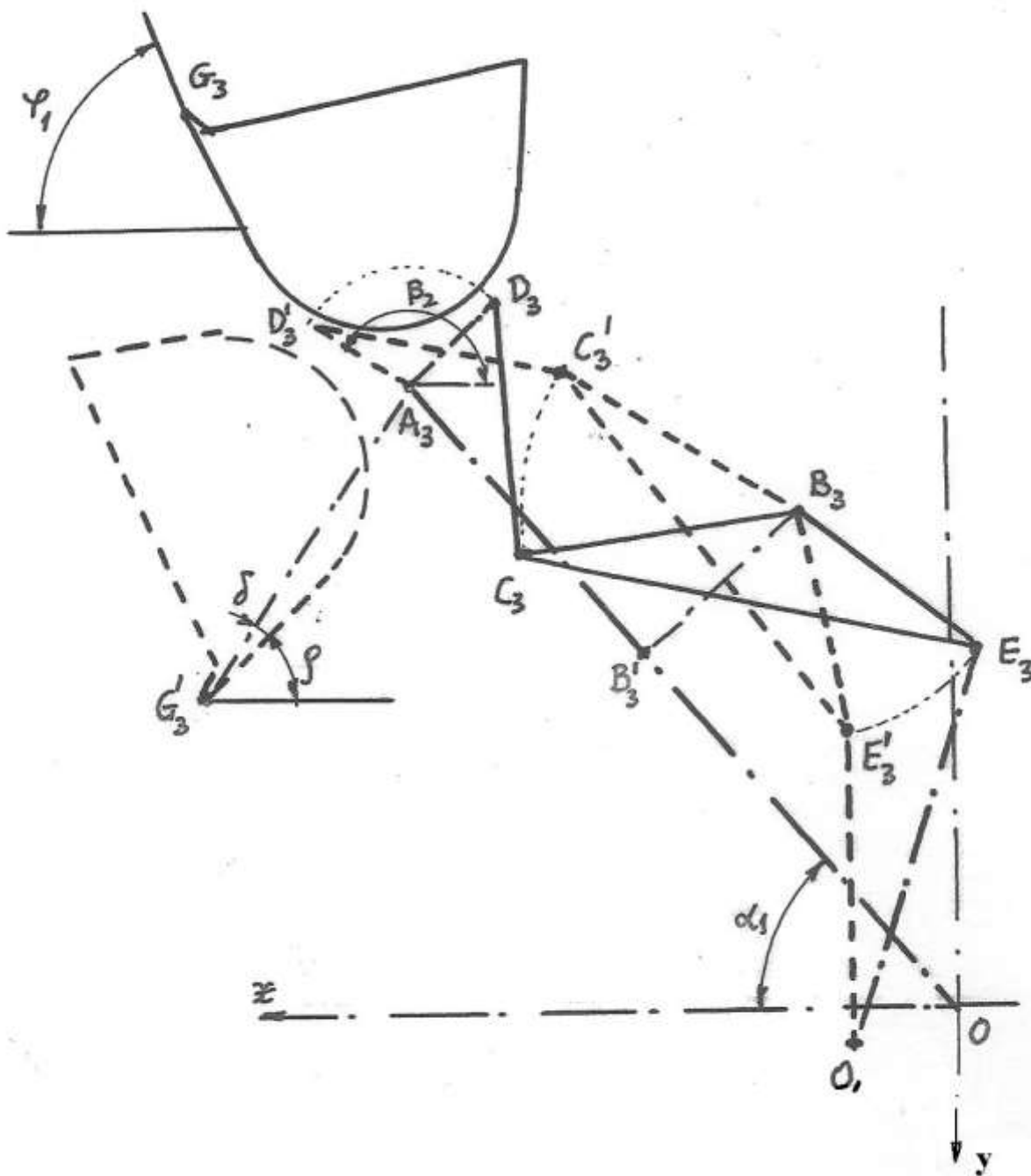


Fig.7

Se verifică ca mecanismul să nu treacă prin punctul mort în cursul fazei de descărcare a cupei. Pentru acesta se determină distanța de la articulația cupei  $A_3$  la tija de manevrare a cupei  $C'_3D'_3$ , care nu trebuie să scadă sub o valoare minimă (circa 50 – 100 mm). De asemenea se verifică ca parcursul fazei de basculare a cupei în vederea descărcării, cilindrul de basculare să rămână de aceeași parte a dreptei  $O_1B_3$ , ce unește articulația cilindrului de basculare la



mașina de bază și articulația pârghiei la braț. Pentru aceasta măsura unghiului  $O_1E_3B_3$  nu trebuie să fie prea apropiat de  $180^0$  (de regulă se pune condiția ca acest unghi să fie  $170^0$ ).

## 5.STUDIUL DE CAZ

Relațiile de calcul prezentate mai sus s-au aplicat într-un caz concret, pentru care se indică datele numerice în tabelul 1.

Tabel 1

	a	b	c	d	e	f	g	h	h <sub>o</sub>	$\gamma$	$\delta$	$\varepsilon$	$\psi$	$\varphi_0$	$\rho$	$x_{O_1}$	$y_{O_1}$
UM	metru									grad						metru	
	2	1.16	0,5	0,3	0,9	0,56	0,66	0,62	1,58	132	14	5	86	68	45	0,26	0,08

în care a este lungimea brațului ( $OA_1$ );  $b = OB_1$ ; c – perpendiculara pe axa brațului din articulația pârghiei la braț ( $BB_1$ ); d – distanța între articulația cupei la braț și articulația tijei la cupă ( $A_1D_1$ ); e – distanța de la articulația cupă- braț la muchea tăietoare a cupei ( $A_1G_1$ ); f, g – brațele pârghiei ( $BE_1, BC_1$ );  $\gamma$  – unghiul dintre brațele pârghiei; h – lungimea tijei ( $C_1D_1$ );  $h_o$  – distanța de la articulația brațului la mașina de bază până la nivelul terenului;  $\delta$  – unghiul dintre linia ce unește articulația cupă-braț cu muchea tăietoare a cuțitului cupei ( $A_1G_1$ ) și peretele pe care este montat cuțitul cupei;  $\psi$  – unghiul dintre linia ce unește articulația cupă-braț cu muchea tăietoare a cuțitului cupei și linia ce unește articulațiile cupei ( $\sphericalangle G_1A_1D_1$ );  $\varepsilon$  – unghiul de așezare a cupei în faza de umplere (fig.4);  $\varphi_0$  – unghiul de poziție a cupei la începutul fazei de ridicare a cupei pline (fig.5);  $\rho$  – unghiul de poziție a cupei la sfârșitul fazei de descărcare (fig.7);  $x_{O_1}, y_{O_1}$  – coordonatele articulației cilindrului de basculare a cupei la mașina de bază ( $O_1$ ).

Utilizând programe MATLAB se efectuează următoarele calcule:

a)Calculul unghiului de înclinare a axei brațului față de orizontală în poziția de umplere a cupei (fig.4). Se utilizează relația (1) și se obține  $\alpha_0 = 40,05$  grad.

b)Calculul lungimii maxime a cilindrului de basculare a cupei pentru a realiza bascularea cupei pline până se ajunge la unghiul de poziție a cupei  $\varphi_0$  (fig.5). Se utilizează relațiile (2)-(24) și se obține lungimea maximă a cilindrului de basculare a cupei  $O_1E = 0,9631$  m

c)Calculul unghiului de poziție a cupei ( $\varphi$ ) în faza de ridicare a cupei pline pentru diferite valori ale unghiului de înclinare a brațului față de orizontală ( $\alpha$ ).Se utilizează relațiile (27)-(47) și se obțin valorile din tabelul 2. În cazul în care axa brațului se află deasupra orizontalei ce trece prin articulația O, valoarea unghiului  $\alpha$  este negativă, iar în cazul în care axa brațului se află sub orizontala ce trece prin articulația O, valoarea unghiului  $\alpha$  este pozitivă.

Tabel 2

$\alpha$ (grad)	40	37,5	35	32,5	30	25	20	15	10	5	0
$\varphi$ (grad)	67,94	65,71	64,43	63,60	63,02	62,35	62,05	61,96	62,0	62,10	62,23

$\alpha$ (grad)	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	
$\varphi$ (grad)	62,35	62,42	62,41	62,31	62,07	61,67	61,09	60,29	59,23	57,89	

d) Se verifică ca în nicio poziție a mecanismului de basculare a cupei să nu apară situații de “punct mort”. Pentru aceasta se fac următoarele calcule:

-după bascularea cupei pline din poziția de umplere în poziția de ridicare (fig.5), unghiul  $CDA_1$  nu trebuie să se apropie de  $180^0$ ; în cazul studiat s-a obținut valoarea :

$$m(\sphericalangle ADC) = 165,39^0 < 180^0 \quad (50)$$

-la sfârșitul fazei de descărcare a cupei (fig.7), unghiul  $C_3'D_3'A_3$  nu trebuie să se apropie de  $0^0$ , iar unghiul  $O_1E_3'B_3$  nu trebuie să se apropie de  $180^0$ ; în cazul studiat s-au obținut valorile:

$$m(\sphericalangle C_3'D_3'A_3) = 22^0; m(\sphericalangle O_1E_3'B_3) = 167,5^0 \quad (51)$$

e) Se trasează graficul de variație a unghiului de poziție a cupei  $\varphi$  în funcție de unghiul de înclinare a brațului față de orizontală  $\alpha$  (fig.8)

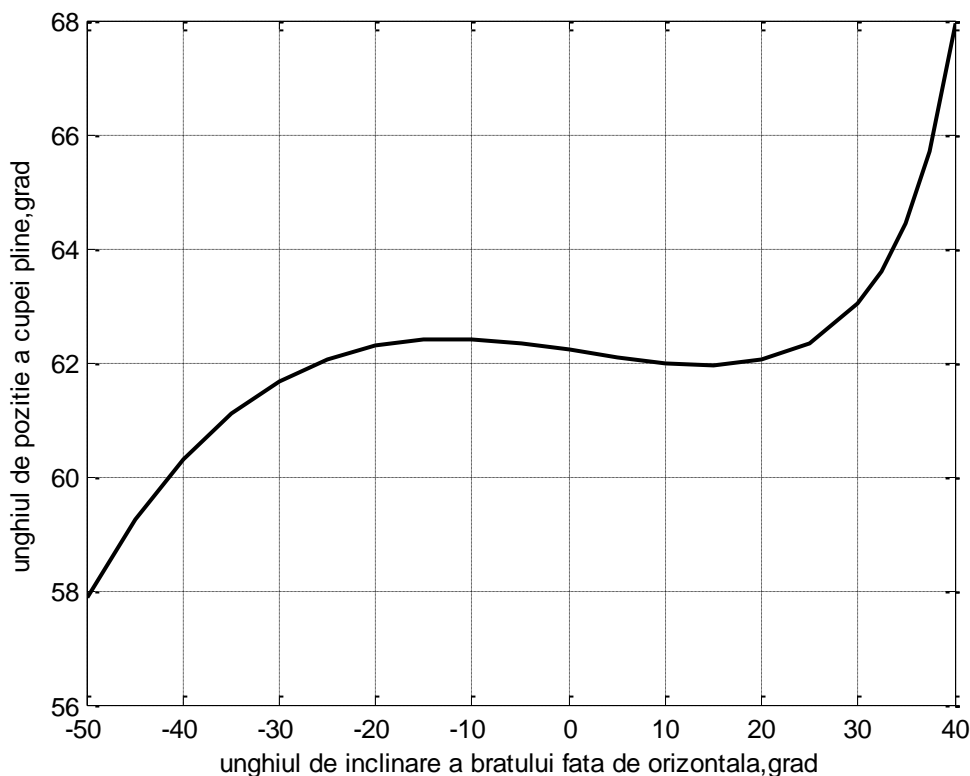


Fig.8

## 6. CONCLUZII

În cazul studiat, la un unghi de basculare a brațului de 50 grade, unghiul de poziție a cupei în faza de ridicare are o variație doar circa zece grade, variație acceptabilă, care nu provoacă căderea materialului din cupă. Se îndeplinește astfel cerința ca în faza de ridicare a cupei pline să nu se efectueze corecții ale poziției cupei cu ajutorul cilindrului de basculare.

Se constată că la valori ale unghiului de înclinare a brațului între  $-30^0$  și  $25^0$ , variația unghiului de poziție a cupei este foarte mică (sub 1 grad).

Utilizând relațiile și programele de calcul stabilite mai sus, se poate realiza cu ușurință optimizarea mecanismului de basculare a cupei, obținându-se variații minime ale unghiului de poziție a cupei, precum și forțe minime în cilindrul mecanismului de basculare a cupei.

### Bibliografie

- [1] Curteanu S., Inițiere în Matlab, Editura Polirom, Iasi, 2008
- [2] Mihăilescu Șt., Mașini de construcții și pentru prelucrarea agregatelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
- [3] Mihăilescu Șt., Bratu P., Goran V., Vlădeanu A., Mașini de construcții vol.2. Construcția, calculul și încercarea mașinilor pentru lucrări de pământ, Editura Tehnică, București, 1985
- [4] Vlădeanu A., Mașini de terasamente, fundații și betoane. Partea I: Construcția și funcționarea mașinilor, Editura Conspress, București, 2011