

# STUDY CONCERNING THE MODERNIZATION OF THE MAC – 3 MACHINES BY SUBSTITUTING THE MECHANISM OF THE PRESSING ROOM

## STUDIU REFERITOR LA MODERNIZAREA MAȘINII MAC – 3 PRIN ÎNLOCUIREA MECANISMULUI CAMEREI DE PRESARE

Prof. Ph.D. Eng. Dinu I, Lect. Ph.D. Eng. Popa C., Lect Ph. D. Eng. David M.F.

P.U. Bucharest / Romania

Tel: 021-4029250; E-mail: dinuion1939@yahoo.com

**Abstract:** In this paper is presented the press room of the MAC – 3 machine endowed with two pressing mechanisms, while also showing the advantages of the new system. Also the diagram of the two pressing mechanisms is given, while equations are established for determining the speed distribution by using the independent cycle method.

**Keywords:** pressing room, MAC – 3 machine, pressing mechanism.

### INTRODUCTION

MAC – 3 machines works in agregate with U – 650 M tractor and is designed to harverst the stems of corn and sunflower, dry hay put in furrow, creeping stalks of beans, pea, etc [2, 3, 11]. The machine works on the plane fields or on slopes with inclination until  $10^\circ$  [2, 3, 11]. The material that was added is pressed and unloaded as hayrick at the extremities of the plots.

MAC – 3 machines had a mechanism for feeding the pressing room, a mechanism with gear quadrant.

Instead of this mechanism is introduced a new mechanism formed by articulated beams, replacing the gear quadrants of the old mechanism [1, 7, 8, 13, 18, 23].

### THEORETICALS ASPECTS OF CALCULUS

In figure 1 is presented the old pressing mechanism which is formed from nine mobile elements ( 3 and 4 elements had two notched semi-crowns with contact in point N), 12 inferior kinematics couples and two superior kinematics couples [1, 7, 8, 13, 18, 23]:

- inferior couples  $i \Rightarrow A, B, C, D, E, F, H, L, K, M, R, P$
- superior couples  $\Rightarrow N, G$

$i=12$  – superior couples;

$s=2$  – inferior couples;

$m=9$  – mobile elements.

The mobility degree of the mechanism is calculated with the relation (1):

$$M = 3m - 2i - s \quad (1)$$

Therefore:  $M = 3 \cdot 9 - 2 \cdot 12 - 2 = 1$

The old mechanism of pressing has a single degree of freedom, therefore is a desmodromic mechanism.

In figure 2 is presented the scheme of the new pressing mechanism, in which componence intervene the 4' and 7' elements, also N',  $G_{CR}^1$  rotation couples and G(t) translation couples.

At the new mechanism we have a number of 11 mobile elements and 16 inferior kinematics couples.

$i \Rightarrow A, B, C, D, E, F, G(t), G_{(R)}^1, H, L, K, M, N, N', P, R$

**Rezumat:** Lucrarea prezintă camera de presare a mașinii MAC – 3, dotată cu două mecanisme de presare, și de asemenea sunt arătate avantajele noului sistem. De asemenea este prezentată și diagrama mecanismului de presare, fiind stabilite ecuațiile pentru determinarea distribuției de viteze utilizând metoda ciclurilor independente.

**Cuvinte cheie:** cameră de presare, mașina MAC – 3, mecanism de presare.

### INTRODUCERE

Mașina MAC – 3, lucrează în agregat cu tractorul U – 650 M și este destinată recoltării tulpinelor de porumb, floarea soarelui, a fânului uscat așezat în brazdă, vrejurilor de soia, mazăre, etc [2, 3, 11]. Mașina lucrează pe terenuri plane, sau pe pante cu înclinare de până la  $10^\circ$  [2, 3, 11]. Materialul adunat este presat și descărcat sub formă de căpițe la capetele parcelelor.

Mașina MAC – 3 avea ca mecanism pentru acționarea camerei de presare un mecanism cu sector dințat.

În locul acestui mecanism s-a introdus un mecanism nou format din bare articulate, înlocuindu-se sectoarele dințate ale vechiului mecanism [1, 7, 8, 13, 18, 23].

### ASPECTE TEORETICE DE CALCUL

În figura 1 se prezintă schema vechiului mecanism de presare care este format din nouă elemente mobile, (elementele 3 și 4 având două semicoroane dințate cu contact în punctul N), 12 cuple cinematice inferioare și două cuple cinematice superioare [1, 7, 8, 13, 18, 23]:

- cuple inferioare  $i \Rightarrow A, B, C, D, E, F, H, L, K, M, R, P$
- cuple superioare  $\Rightarrow N, G$

$i=12$  – cuple superioare;

$s=2$  – cuple inferioare;

$m=9$  – elemente mobile.

Gradul de mobilitate al mecanismului se calculează cu relația (1):

Deci:  $M = 3 \cdot 9 - 2 \cdot 12 - 2 = 1$

Vechiul mecanism de presare are un singur grad de libertate, deci este un mecanism desmodrom.

În figura 2 este prezentată schema noului mecanism de presare, în componența căruia mai intervin elementele 4' și 7', de asemenea cuplele N',  $G_{CR}^1$  de rotație și respectiv G(t) de translație.

La noul mecanism avem un număr de 11 elemente mobile și 16 cuple cinematice inferioare.

$i \Rightarrow A, B, C, D, E, F, G(t), G_{(R)}^1, H, L, K, M, N, N', P, R$



The mobility degree of the new mechanism is:  
 $G(t) - 7' - G'(R) - 7 - H - 6 - L - 3 - K$

We may notice that the new mechanism has mobility degree equal to one, just like the old mechanism, therefore this mechanism is a desmodromic mechanism too.

The graph associated to new mechanism is presented in figure 3. We may notice that it is a planar graph with five independent cycles.

It is considered the outlines of the disjoint interior domains of the graph, as bases of independent cycles, therefore we have:

- cycle I: P - 1 - R - 2 - M - 3 - K;
- cycle II: P-1-R-2-M-3-N-4-N-4-D ;
- cycle III : D - 4 - C - 8 - B - 9 - A ;
- cycle IV:A-9-B-8-C-4-E-5-F-7-G'(R)-7'-G(t);
- cycle V: G(t) - 7 - G'(R) - 7 - H - 6 - L - 3 - K.

Gradul de mobilitate al noului mecanism este:  
 $G(t) - 7' - G'(R) - 7 - H - 6 - L - 3 - K$

Se observă că noul mecanism are grad de mobilitate unitar, la fel ca noul mecanism, deci și acesta este un mecanism desmodrom.

Graful asociat noului mecanism este prezentat în figura 3. Se observă că este un graf planar cu cinci cicluri independente.

Se consideră ca bază de cicluri independente contururile domeniilor interioare disjuncte ale grafului, deci avem:

- ciclul I: P - 1 - R - 2 - M - 3 - K;
- ciclul II: P-1-R-2-M-3-N-4-N-4-D ;
- ciclul III : D - 4 - C - 8 - B - 9 - A ;
- ciclul IV:A-9-B-8-C-4-E-5-F-7-G'(R)-7'-G(t);
- ciclul V: G(t) - 7 - G'(R) - 7 - H - 6 - L - 3 - K.

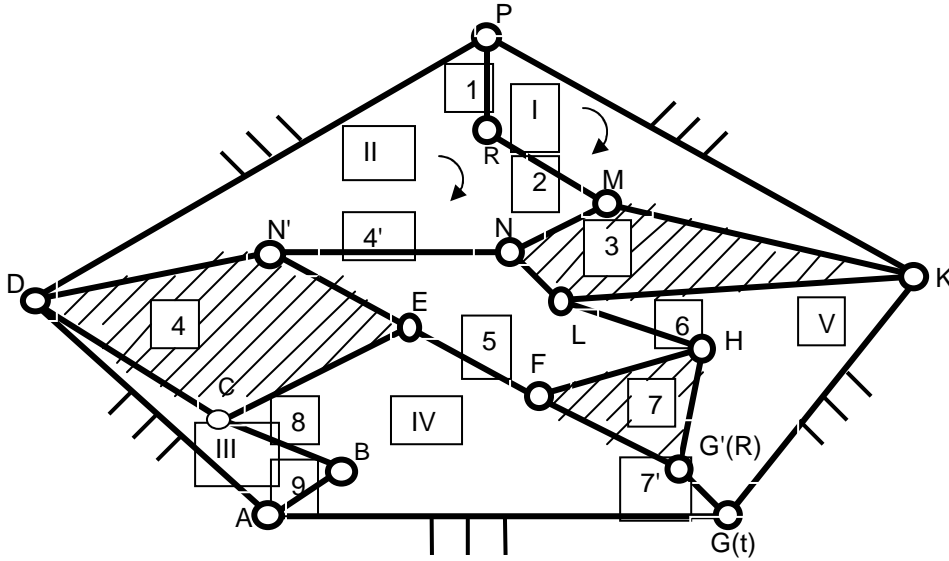


Fig. 3 -The graph associated to the new pressing mechanism/  
 Graful asociat noului mecanism de presare

Considering an axis system  $x_0y$  in the plane of mechanism, with the origin in P and knowing the x and y coordinates of the kinematics couples is obtained the equations system (2) [4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24].

Luând un sistem de axe  $x_0y$  în planul mecanismului, cu originea în P și cunoscându-se coordonatele x și y ale cuplurilor cinematice se obține sistemul de ecuații (2) [4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24].

$$\begin{cases}
 v_{R21}^x + v_{M32}^x - \omega_1(y_R - y_P) - \omega_2(y_M - y_R) - \omega_3(y_K - y_M) = 0 \\
 v_{R21}^y + v_{M32}^y + \omega_1(x_R - x_P) + \omega_2(x_M - x_R) + \omega_3(x_K - x_M) = 0 \\
 v_{R21}^x + v_{M32}^x + v_{N'4'3}^x + v_{N'4'4'}^x - \omega_1(y_R - y_P) - \omega_2(y_M - y_R) - \omega_3(y_N - y_M) - \omega_4(y_{N'} - y_N) - \omega_4(y_D - y_{N'}) = 0 \\
 v_{R21}^y + v_{M32}^y + v_{N'4'3}^y + v_{N'4'4'}^y + \omega_1(x_R - x_P) + \omega_2(x_M - x_R) + \omega_3(x_N - x_M) - \omega_4(x_{N'} - x_N) - \omega_4(x_D - x_{N'}) = 0 \\
 v_{C84}^x + v_{B98}^x - \omega_4(y_C - y_D) - \omega_8(y_B - y_C) - \omega_9(y_A - y_B) = 0 \\
 v_{C84}^y + v_{B98}^y + \omega_4(x_C - x_D) + \omega_8(x_B - x_C) + \omega_9(x_A - x_B) = 0 \\
 v_{B89}^x + v_{C48}^x + v_{E54}^x + v_{F75}^x + v_{G'7'7}^x - \omega_9(y_B - y_A) - \omega_8(y_C - y_B) - \omega_4(y_E - y_C) - \omega_5(y_F - y_E) - \omega_7(y_G - y_{G'}) = 0 \\
 v_{B89}^y + v_{C48}^y + v_{E54}^y + v_{F75}^y + v_{G'7'7}^y + \omega_9(x_B - x_A) + \omega_8(x_C - x_B) + \omega_4(x_E - x_C) + \omega_5(x_F - x_E) - \omega_7(x_G - x_{G'}) = 0 \\
 v_{G'7'0}^x + v_{G'7'7}^x + v_{H67}^x + v_{L36}^x - \omega_7(y_{G'} - y_G) - \omega_7(y_H - y_{G'}) - \omega_6(y_L - y_H) - \omega_3(y_K - y_L) = 0 \\
 v_{G'7'0}^y + v_{G'7'7}^y + v_{H67}^y + v_{L36}^y + \omega_7(x_{G'} - x_G) + \omega_7(x_H - x_{G'}) + \omega_6(x_L - x_H) + \omega_3(x_K - x_L) = 0
 \end{cases} \quad (2)$$

The kinematics conditions from bundles are presented in the form (3) [4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24]

Condițiile cinematice din legături sunt prezentate sub forma (3) [4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24]

$$\begin{aligned}
\frac{v_{R21}^y}{v_{R21}^x} &= -tg\alpha & v_{E54}^x &= v_{E54}^y = 0 \\
v_{M32}^x &= v_{M32}^y = 0 & v_{F75}^x &= v_{F75}^y = 0 \\
v_{N4'3}^x &= v_{N4'3}^y = 0 & v_{G77'}^x &= v_{G77'}^y = 0 \\
v_{N'44'}^x &= v_{N'44'}^y = 0 & v_{G70}^x &= 0 \\
v_{C48}^x &= v_{C48}^y = 0 & v_{H67}^x &= v_{H67}^y = 0 \\
v_{B98}^x &= v_{B98}^y = 0 & v_{L36}^x &= v_{L36}^y = 0
\end{aligned} \tag{3}$$

Introducing the conditions (3) in the equations system (2) is obtained the equations system (4) [4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24]:

Introducând condițiile (3) în sistemul de ecuații (2) se obține sistemul de ecuații (4) [4, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 20, 22, 24]:

$$\begin{cases}
v_{R21}^x - \omega_1(y_R - y_P) - \omega_1(y_M - y_R) - \omega_3(y_K - y_M) = 0 \\
-v_{R21}^x tg\alpha + \omega_1(x_R - x_P) + \omega_1(x_M - x_R) + \omega_3(x_K - x_M) = 0 \\
v_{R21}^x - \omega_1(y_R - y_P) - \omega_1(y_M - y_R) - \omega_3(y_N - y_M) - \omega_{4'}(y_{N'} - y_N) - \omega_4(y_D - y_{N'}) = 0 \\
-v_{R21}^x tg\alpha + \omega_1(x_R - x_P) + \omega_1(x_M - x_R) + \omega_3(x_N - x_M) + \omega_{4'}(x_{N'} - x_N) + \omega_4(x_D - x_{N'}) = 0 \\
-\omega_4(y_C - y_D) - \omega_8(y_B - y_C) - \omega_9(y_A - y_B) = 0 \\
\omega_4(x_C - x_D) + \omega_8(x_B - x_C) + \omega_9(x_A - x_B) = 0 \\
-\omega_9(y_B - y_A) - \omega_8(y_C - y_B) - \omega_4(y_E - y_C) - \omega_5(y_F - y_E) = 0 \\
\omega_9(x_B - x_A) + \omega_8(x_C - x_B) + \omega_4(x_E - x_C) + \omega_5(x_F - x_E) = 0 \\
-\omega_7(y_H - y_{G'}) - \omega_6(y_L - y_H) - \omega_3(y_K - y_L) = 0 \\
\omega_7(x_H - x_{G'}) + \omega_6(x_L - x_H) + \omega_3(x_K - x_L) = 0 \\
-\omega_6(y_L - y_H) - \omega_3(y_K - y_L) = 0 \\
\omega_6(x_L - x_H) + \omega_3(x_K - x_L) = 0
\end{cases} \tag{4}$$

The constructive conditions are:

Condițiile constructive sunt date sub forma:

$$\begin{aligned}
\omega_1 &= \omega_2 = \dots \\
\omega_{7'} &= 0 \\
\omega_7 &= \omega_{4'} = 0
\end{aligned} \tag{5}$$

Introducing in system (4), the constructive conditions, the equations system is obtained(6):

Introducând în sistemul (4), condițiile constructive se obține sistemul de ecuații (6):

$$\begin{cases}
v_{R21}^x - \omega_1(y_M - y_P) - \omega_3(y_K - y_M) = 0 \\
-v_{R21}^x tg\alpha + \omega_1(x_M - x_P) + \omega_3(x_K - x_M) = 0 \\
v_{R21}^x - \omega_1(y_M - y_P) - \omega_3(y_N - y_M) - \omega_4(y_D - y_{N'}) = 0 \\
-\omega_4(y_C - y_D) - \omega_8(y_B - y_C) - \omega_9(y_A - y_B) = 0 \\
\omega_4(x_C - x_D) + \omega_8(x_B - x_C) + \omega_9(x_A - x_B) = 0 \\
-\omega_9(y_B - y_A) - \omega_8(y_C - y_B) - \omega_4(y_E - y_C) - \omega_5(y_F - y_E) = 0 \\
\omega_9(x_B - x_A) + \omega_8(x_C - x_B) + \omega_4(x_E - x_C) + \omega_5(x_F - x_E) = 0 \\
\omega_6(x_L - x_H) + \omega_3(x_K - x_L) = 0
\end{cases} \tag{6}$$

The equations system (6) is a homogeneous system of eight equations with eight kinematic unknowns which can be determined.

Sistemul de ecuații (6) este un sistem omogen de opt ecuații cu opt necunoscute cinematice, care se pot determina.

The kinematic unknowns are:  $v_{R21}^x, \omega_1, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_8, \omega_9$ . These unknowns can be determined from the equations system (6) which is a homogeneous system of eight equations with eight unknowns.

Having known the angular speeds and translation speeds of the mechanism with the help of the principle of the virtual speeds the maximum value of the pressing force may be determined.

## CONCLUSIONS

Replacing of the old mechanism of the machine, leads to a better working process, by removing the frictions and vibrations from gear quadrants to a metal economy and a more simple constructive achievement.

## REFERENCES

- [1]. Antonescu P. (2003) – *Mechanisms*, Printech Publishing, Bucharest, ISBN 973 – 652 – 788 – 3;
- [2]. David M.F., Dinu I., Popa C. (2008) – „*Contributions to the modernisation of the mechanism of the balling press pressing room*”, Symposium „Engineering and management of sustainable development in agriculture, transports and food industry”, INMATEH 2008 – II, National Institute of Research – Development for Machines and Installations designed to Agriculture and Food Industry, Bucharest, July, no 25, pg 96 – 100, ISSN 1583 – 1019;
- [3]. David M.F., Rusănescu C.O., David L., Dinu I. (2010) - The modernization of the MAC – 3 machines by substituting the mechanism of the pressing room, Bulletin of the Petroleum – Gas University of Ploiești, Technical Series, Vol. LXII, Nr. 4B, pages 41 – 46, ISSN 1224 – 8495;
- [4]. Dinu I. (1999) – *Theoretical Mechanics*, Printech Publishing, Bucharest;
- [5]. Iacob C. (1980) – *Theoretical mechanics*, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;
- [6]. Magheți I., Voiculescu L. (2000) – *Elements of applied mechanics*, Printech Publishing, Bucharest;
- [7]. Manolescu N., Kovacs Fr., Orănescu A. (1972) – *Theory of mechanisms and machinery*, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;
- [8]. Pelecudi Chr, Maroș D., Merticaru V., Pandrea N., Simionescu I. (1985) – *Mechanisms*, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;
- [9]. Rădoi M., Deciu E. (1993) – *Mechanics*, C, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;
- [10]. Roșca I. (1998) – *Mechanics for engineers*, Matrix Rom Publishing, Bucharest;
- [11]. Scripnic V., Babiciu P. (1979) – *Agricultural machinery*, Ceres Publishing, Bucharest;
- [12]. Sedov L. – *Mechanics of continuous mediums* (Bbooks I and II), Mir Publishing, Moscow, 1975;
- [13]. Simionescu I., Moise V. (1999) – *Mechanisms*, Technical Publishing Bucharest;
- [14]. Staicu Șt. (1998) – *Theoretical mechanics*, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;
- [15]. Staicu Șt., Voiculescu L. (2010) – *Mechanics*, Bren Publishing, Bucharest;
- [16]. Staicu Șt., Voiculescu L. (2006) – *Lessons of theoretical mechanics*, Bren Publishing, Bucharest;
- [17]. Targ S. (1975) – *Elements of rational mechanics*, Mir Publishing, Moscow;
- [18]. Tutunaru D. (1969) – *Planar mechanisms*, Technical Publishing, Bucharest;
- [19]. Vălcovici V., Bălan Șt., Voinea R. (1968) – *Theoretical mechanics*, Technical Publishing Bucharest;
- [20]. Voiculescu L., Busuiocanu I., Magheți I. (2004) – *Mechanics: theory and applications*, Bren Publishing, Bucharest;
- [21]. Voinea R., Voiculescu D., Ceașu V. (1983) – *Mechanics*, Didactical and Pedagogical Publishing, Bucharest;

Necunoscutele cinematice sunt:  $v_{R21}^x, \omega_1, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_8, \omega_9$ . Aceste necunoscute pot fi determinate din sistemul de ecuații (6) care este un sistem omogen de opt ecuații cu opt necunoscute.

Având cunoscute vitezele unghiulare și de translație ale mecanismului cu ajutorul principiului vitezelor virtuale se poate determina valoarea maximă a forței de presare.

## CONCLUZII

Înlocuirea vechiului mecanism al mașinii conduce la o funcționare mai bună, prin înlăturarea frecărilor și a vibrațiilor din sectoarele dințate, la o economie de metal și la o realizare constructivă mult mai simplă.

## BIBLIOGRAFIE

- [1]. Antonescu P. (2003) – *Mecanisme*, Editura Printech, București, ISBN 973 – 652 – 788 – 3;
- [2]. David M.F., Dinu I., Popa C. (2008) – *Contribuții la modernizarea mecanismului camerei de presare la presele de balotat*, Simpozionul „Inginerie și management la dezvoltarea sustenabilă a agriculturii, transporturilor și industriei alimentare”, INMATEH 2008 – II, Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru mașinile și instalațiile destinate agriculturii și industriei alimentare, București, iulie, nr. 25, pag. 96 – 100, ISSN 1583 – 1019;
- [3]. David M.F., Rusănescu C.O., David L., Dinu I. (2010) – *Modernizarea mașinii MAC – 3 prin înlocuirea mecanismului camerei de presare*, Buletinul Universității Petrol – Gaze din Ploiești, Seria tehnică, Vol. LXII, Nr. 4B, pag. 41 – 46, ISSN 1224 – 8495;
- [4]. Dinu I. (1999) – *Mecanică Teoretică*, Editura Printech, București;
- [5]. Iacob C. (1980) – *Mecanică teoretică*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
- [6]. Magheți I., Voiculescu L. (2000) – *Elemente de mecanică aplicată*, Editura Printech, București;
- [7]. Manolescu N., Kovacs Fr., Orănescu A. (1972) – *Teoria mecanismelor și a mașinilor*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
- [8]. Pelecudi Chr, Maroș D., Merticaru V., Pandrea N., Simionescu I. (1985) – *Mecanisme*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
- [9]. Rădoi M., Deciu E. (1993) – *Mecanică*, Editura Didactică și Pedagogică R.A., București;
- [10]. Roșca I. (1998) – *Mecanica pentru ingineri*, Editura Matrix Rom, București;
- [11]. Scripnic V., Babiciu P. (1979) – *Mașini agricole*, Editura Ceres, București;
- [12]. Sedov L. – *Mecanica mediilor continue* (volumele I și II), Editura Mir, Moscova, 1975;
- [13]. Simionescu I., Moise V. (1999) – *Mecanisme*, Editura Tehnică, București;
- [14]. Staicu Șt. (1998) – *Mecanica teoretică*, Editura Didactică și Pedagogică R.A. București;
- [15]. Staicu Șt., Voiculescu L. (2010) – *Mecanică*, Editura Bren, București;
- [16]. Staicu Șt., Voiculescu L. (2006) – *Lecții de mecanică teoretică*, Editura Bren, București;
- [17]. Targ S. (1975) – *Elemente de mecanică rațională*, Editura Mir, Moscova;
- [18]. Tutunaru D. (1969) – *Mecanisme plane*, Editura Tehnică București;
- [19]. Vălcovici V., Bălan Șt., Voinea R. (1968) – *Mecanică teoretică*, Editura Tehnică București;
- [20]. Voiculescu L., Busuiocanu I., Magheți I. (2004) – *Mecanică: teorie și aplicații*, Editura Bren, București;
- [21]. Voinea R., Voiculescu D., Ceașu V. (1983) – *Mecanică*, Editura Didactică și Pedagogică București;

[22]. Voinea R., Voiculescu D., Simion F.P. (1989) – *Introduction in mechanics of body with applications in engineering*, Academy of S.R.R. Publishing, Bucharest;  
[23]. Voinea R., Atanasiu M. (1964) – *New analytical methods in the theory of mechanisms*, Technical Publishing, Bucharest;  
[24]. Voinea R., Stroe I., Predoi M.V. (2010) – *Technical Mechanics*, Politehnica Press Publishing, Bucharest.

[22]. Voinea R., Voiculescu D., Simion F.P. (1989) – *Introducere în mecanica solidului cu aplicații în inginerie*, Editura Academiei R.S.R., București;  
[23]. Voinea R., Atanasiu M. (1964) – *Metode analitice noi în teoria mecanismelor*, Editura Tehnică, București;  
[24]. Voinea R., Stroe I., Predoi M.V. (2010) – *Mecanică tehnică*, Editura Politehnica Press, București.