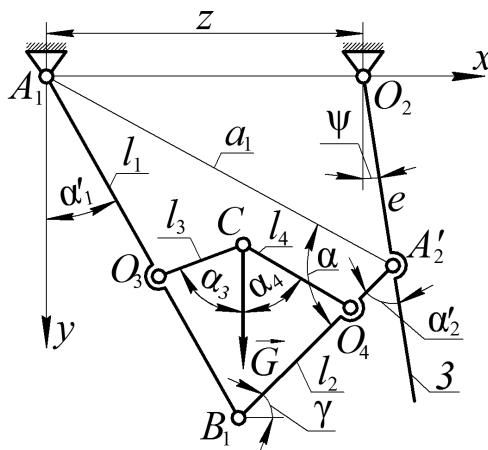


здавальняючым пры нязначным нападуненні аб'ёму рабочей камеры матэрыялам [3], але яго нельга выкарыстоўваць для аналізу сіл узаемадзеяння, што ўзнікаюць паміж часцінкамі (ці структурнымі элементамі) матэрыялу.

Тут, ва ўдасканаленай мадэлі, на прыкладзе левай паловы рабочей камеры, пункт прыкладання сілы G сумяшчаецца з цэнтрам мас C матэрыялу (рысунак 2).



Рысунак 2. – Удасканаленая мадэль левай паловы рабочей камеры

Становішча пункта C вызначаецца двума бязважкімі стрыжнямі l_3, l_4 . Іх даўжыні і становішчы пунктаў O_3, O_4 прымаюцца набліжана ў залежнасці ад нападунення камеры матэрыялам і прынятым размахам ваганняў каромысла.

Вызначэнне каардынат цэнтра мас C . Пачатак восей каардынат сумясцім з апорай A_1 (рысунак 2). Пункт C знаходзіцца на перасячэнні акружнасцей радыусаў l_3, l_4 з цэнтрамі O_3, O_4 . Каардынаты цэнтраў абазначым літарамі x_3, y_3, x_4, y_4 ; іх велічыні ўстанавім пазней. Запісваем ураўненні акружнасцей у параметрычнай форме:

$$x_C = x_3 + l_3 \sin \alpha_3, \quad y_C = y_3 - l_3 \cos \alpha_3; \quad (1)$$

$$x_C = x_4 - l_4 \sin \alpha_4, \quad y_C = y_4 - l_4 \cos \alpha_4, \quad (2)$$

дзе α_3, α_4 – параметрычныя вуглы, якія належыць вызначыць.

Выключаем з ураўненняў (1), (2) каардынаты x_C, y_C ; атрымаем:

$$\left. \begin{aligned} x_3 + l_3 \sin \alpha_3 &= x_4 - l_4 \sin \alpha_4; \\ y_3 - l_3 \cos \alpha_3 &= y_4 - l_4 \cos \alpha_4 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Перапісваем (3) у выглядзе:

$$\left. \begin{aligned} (l_3 \sin \alpha_3)^2 &= [(x_4 - x_3) - l_4 \sin \alpha_4]^2; \\ (l_3 \cos \alpha_3)^2 &= [(y_3 - y_4) + l_4 \cos \alpha_4]^2 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Каб выключыць α_3 , складваем роўнасці (4) паміж сабою; знаходзім:

$$l_3^2 = l_{34}^2 + 2l_4 [(y_3 - y_4) \cos \alpha_4 - (x_4 - x_3) \sin \alpha_4] + l_4^2$$

$$\text{ці } (\Delta_y \cos \alpha_4 + \Delta_x \sin \alpha_4) = l, \quad (5)$$

дзе $l = (l_3^2 - l_4^2 - l_{34}^2) / 2l_4$, $l_{34}^2 = \Delta_x^2 + \Delta_y^2$, $\Delta_x = x_3 - x_4$, $\Delta_y = y_3 - y_4$.

Пераўтварым роўнасць (5) пры $\cos \alpha_4 = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_4}$. Канчаткова атрымліваем:

$$a \sin^2 \alpha_4 - b \sin \alpha_4 + c = 0, \quad (6)$$

дзе $a = 1 + (\Delta_x / \Delta_y)^2$; $b = 2l(\Delta_x) / (\Delta_y)^2$; $c = (l / \Delta_y)^2 - 1$.

Знаходзім карані квадратнага ўраўнення (6):

$$\sin \alpha_4 (\sin \alpha_4)' = \left[b \pm \sqrt{b^2 - 4ac} \right] / 2a.$$

Аналагічна знаходзім вугал α_3 ; атрымліваем:

$$a \sin^2 \alpha_3 - p \sin \alpha_3 + q = 0, \quad (7)$$

дзе $p = 2m(\Delta_x)/(\Delta_y)^2$; $q = (m/\Delta_y)^2 - 1$; $m = (l_4^2 - l_3^2 - l_{34}^2)/2l_3$.

Карані ўраўнення (7):

$$\sin \alpha_3 (\sin \alpha_3)' = \left[p \pm \sqrt{p^2 - 4aq} \right] / 2a.$$

Каардынаты цэнтра C вылічваем па формулах (1), (2).

Вызначэнне каардынат x_3, y_3, x_4, y_4 пунктаў O_3, O_4 . Каардынаты пунктаў O_3, O_4 (рысунак 2) вызначаюцца па формулах:

$$x_3 = A_1 O_3 \sin \alpha_1', \quad x_4 = l_1 \sin \alpha_1' + B_1 O_4 \sin (\alpha_2' - \psi);$$

$$y_3 = A_1 O_3 \cos \alpha_1', \quad y_4 = l_1 \cos \alpha_1' - B_1 O_4 \cos (\alpha_2' - \psi),$$

дзе $A_1 O_3, B_1 O_4$ – даўжыні адрэзкаў, якія вызначаюць становішча пунктаў O_3, O_4 на стрыжнях l_1, l_2 ; α_1', α_2' – вуглы іх павароту; ψ – вугал павароту каромысла.

Алгарытм знаходжання вуглоў α_1', α_2' апісаны ў артыкуле [4]. Запыхнем адтуль адпаведныя формулы

$$\sin \alpha_1' = (x_{A_2} - l_2 \cos \gamma) / l_1, \quad (8)$$

дзе $x_{A_2} = z + e \sin \psi$; $e = O_2 A_2'$ – даўжыня каромысла ад восі яго вярчэння O_2 да месца замацоўкі стрыжня l_2 ; z – шырыня левай паловы рабочай камеры.

У формуле (8) вызначаем патрэбны вугал γ :

$$\gamma = \arccos t_1 - \arcsin t_2,$$

дзе $t_1 = \cos \alpha = (a_1^2 + l_2^2 - l_1^2) / 2a_1 l_2$; $t_2 = e \cos \psi / a_1$; $a_1^2 = z^2 + e^2 - 2ze \cos (\pi/2 + \psi)$.

$$\alpha_2' = \pi/2 + \psi - \gamma.$$

Вызначэнне скорасці і паскарэння цэнтра мас C . Для вызначэння скорасцей і паскарэнняў пункта C уздоўж восей каардынат выкарыстаем формулы (1). Прадставім іх у наступным выглядзе:

$$x_C = A_1 O_3 \sin \alpha_1' + l_3 \sin \alpha_3; \quad (9)$$

$$y_C = A_1 O_3 \cos \alpha_1' - l_3 \cos \alpha_3. \quad (10)$$

Для вызначэння скорасцей v_C^x, v_C^y уздоўж восей каардынат прадыверэнцыруем формулы (9), (10) па вуглу паварота каромысла. Паўторным дыферэнцыяваннем знойдзем паскарэнне a_C^x, a_C^y цэнтра мас C .

Раўнадзейныя велічыні шукаемых характарыстык вызначаем па формулах: $v_C = \sqrt{(v_C^x)^2 + (v_C^y)^2}$,

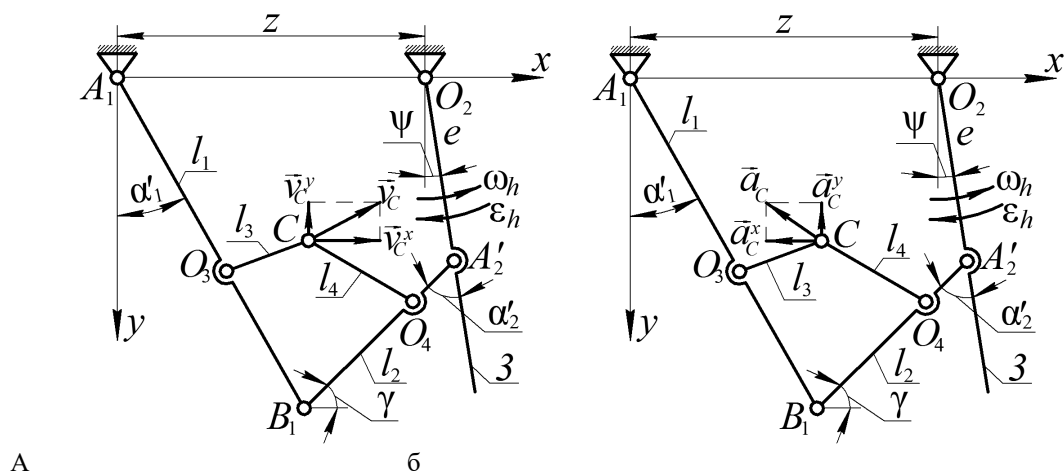
$$a_C = \sqrt{(a_C^x)^2 + (a_C^y)^2} \quad (\text{рысунак 3}).$$

Скорасці пункта C уздоўж восей каардынат знаходзім шляхам дыферэнцыявання функцый (9), (10):

$$v_C^x = \left(A_1 O_3 \cos \alpha_1' \frac{d\alpha_1'}{d\psi} + l_3 \cos \alpha_3 \frac{d\alpha_3}{d\psi} \right) \omega_h; \quad (11)$$

$$v_C^y = \left(-A_1 O_3 \sin \alpha_1' \frac{d\alpha_1'}{d\psi} + l_3 \sin \alpha_3 \frac{d\alpha_3}{d\psi} \right) \omega_h, \quad (12)$$

дзе ω_h – вядомая вуглавая скорасць каромысла [5; 6].



а – скорасць пункта *C*; *б* – яго паскарэнне

Рысунак 3. – Кінаматычныя характарыстыкі цэнтра мас *C*

У формулах (11), (12):

$$d\alpha'_1/d\psi = \frac{e \cos \psi + l_2 \sin \gamma (d\gamma/d\psi)}{l_1 \cos \alpha'_1},$$

$$\frac{d\gamma}{d\psi} = \frac{d(\arccos t_1)}{d\psi} - \frac{d(\arcsin t_2)}{d\psi} = -\frac{t'_1}{\sqrt{1-t_1^2}} - \frac{t'_2}{\sqrt{1-t_2^2}},$$

$$\text{дзе } t'_1 = dt_1/d\psi = \frac{ze \cos \psi (a_1^2 - l_2^2 + l_1^2)}{2a_1^3 l_2}, \quad t'_2 = dt_2/d\psi = -\frac{e \sin \psi}{a_1} - \frac{ze^2 \cos^2 \psi}{a_1^3}, \quad a_1 = \sqrt{z^2 + e^2 + 2ze \sin \psi}.$$

Перапісваем ураўненне (7) у наступным выглядзе:

$$as^2 - ps + q = 0,$$

дзе $s = \sin \alpha_3$.

Дыферэнцыруем s па ψ :

$$\frac{ds}{d\psi} = -\frac{(da/d\psi)s^2 - (dp/d\psi)s + (dq/d\psi)}{2as - p}.$$

Атрыманую велічыню $ds/d\psi$ пры разліках падстаўляем у формулу

$$\frac{d\alpha_3}{d\psi} = \frac{1}{\cos \alpha_3} \frac{ds}{d\psi}.$$

Знаходзім вытворныя каэфіцыентаў a, p, q квадратнага ўраўнення (7)

$$\frac{da}{d\psi} = 2k \frac{dk}{d\psi},$$

дзе $k = \Delta_x / \Delta_y$.

$$\frac{dk}{d\psi} = \frac{(d\Delta_x/d\psi)\Delta_y - \Delta_x(d\Delta_y/d\psi)}{\Delta_y^2}; \quad \frac{dm}{d\psi} = -\frac{\Delta_x(d\Delta_x/d\psi) + \Delta_y(d\Delta_y/d\psi)}{l_3};$$

$$\frac{dp}{d\psi} = 2 \left[\frac{dm}{d\psi} \cdot \frac{\Delta_x}{\Delta_y^2} + m \left(\frac{(d\Delta_x/d\psi)}{\Delta_y^2} - 2 \frac{\Delta_x(d\Delta_y/d\psi)}{\Delta_y^3} \right) \right]; \quad \frac{dq}{d\psi} = 2 \frac{m}{\Delta_y} \left(\frac{(dm/d\psi)}{\Delta_y} - \frac{m(d\Delta_y/d\psi)}{\Delta_y^2} \right).$$

Далей знойдзем: $\frac{d\Delta_x}{d\psi} = \frac{dx_3}{d\psi} - \frac{dx_4}{d\psi}$; $\frac{d\Delta_y}{d\psi} = \frac{dy_3}{d\psi} - \frac{dy_4}{d\psi}$.

Вытворныя каардынаты O_3 :

$$\frac{dx_3}{d\psi} = A_1 O_3 \cos \alpha'_1 \frac{d\alpha'_1}{d\psi}; \quad \frac{dy_3}{d\psi} = -A_1 O_3 \sin \alpha'_1 \frac{d\alpha'_1}{d\psi}.$$

Вытворныя каардынаты O_4 :

$$\frac{dx_4}{d\psi} = l_1 \cos \alpha'_1 \frac{d\alpha'_1}{d\psi} + B_1 O_4 \cos \theta \frac{d\theta}{d\psi}; \quad \frac{dy_4}{d\psi} = -l_1 \sin \alpha'_1 \frac{d\alpha'_1}{d\psi} + B_1 O_4 \sin \theta \frac{d\theta}{d\psi},$$

дзе $\theta = \alpha'_2 - \psi$, $d\theta/d\psi = -d\gamma/d\psi$.

Для вызначэння паскарэнняў пункта C уздоўж восей каардынаты дыферэнцыруем функцыі (11), (12):

$$a_C^x = \left[A_1 O_3 \left(\cos \alpha'_1 \frac{d^2 \alpha'_1}{d\psi^2} - \sin \alpha'_1 \cdot \left(\frac{d\alpha'_1}{d\psi} \right)^2 \right) + l_3 \left(\cos \alpha_3 \frac{d^2 \alpha_3}{d\psi^2} - \sin \alpha_3 \cdot \left(\frac{d\alpha_3}{d\psi} \right)^2 \right) \right] \omega_h^2 +$$

$$+ \left(A_1 O_3 \cos \alpha'_1 \frac{d\alpha'_1}{d\psi} + l_3 \cos \alpha_3 \frac{d\alpha_3}{d\psi} \right) \varepsilon_h; \quad (13)$$

$$a_C^y = \left[-A_1 O_3 \left(\sin \alpha'_1 \frac{d^2 \alpha'_1}{d\psi^2} + \cos \alpha'_1 \cdot \left(\frac{d\alpha'_1}{d\psi} \right)^2 \right) + l_3 \left(\sin \alpha_3 \frac{d^2 \alpha_3}{d\psi^2} + \cos \alpha_3 \cdot \left(\frac{d\alpha_3}{d\psi} \right)^2 \right) \right] \omega_h^2 +$$

$$+ \left(-A_1 O_3 \sin \alpha'_1 \frac{d\alpha'_1}{d\psi} + l_3 \sin \alpha_3 \frac{d\alpha_3}{d\psi} \right) \varepsilon_h, \quad (14)$$

дзе ε_h – вядомая велічыня вуглавога паскарэння каромысла [5; 6].

Знаходзім вытворныя, што ўваходзяць у формулы (13), (14):

$$\frac{d^2 \alpha'_1}{d\psi^2} = \frac{(dM/d\psi)K - M(dK/d\psi)}{K^2},$$

дзе $M = e \cos \psi + l_2 \sin \gamma \cdot (d\gamma/d\psi)$; $K = l_1 \cos \alpha'_1$; $dK/d\psi = -l_1 \sin \alpha'_1 (d\alpha'_1/d\psi)$;

$$dM/d\psi = -e \sin \psi + l_2 \left(\cos \gamma \cdot (d\gamma/d\psi)^2 + \sin \gamma \cdot (d^2 \gamma/d\psi^2) \right).$$

$$\frac{d^2 \gamma}{d\psi^2} = - \frac{(d^2 t_1/d\psi^2)(1-t_1^2) + t_1 (dt_1/d\psi)^2}{(1-t_1^2)^{3/2}} - \frac{(d^2 t_2/d\psi^2)(1-t_2^2) + t_2 (dt_2/d\psi)^2}{(1-t_2^2)^{3/2}}.$$

$$\frac{d^2 t_1}{d\psi^2} = \frac{z^2 e^2 \cos^2 \psi}{l_2 (z^2 + 2ez \sin \psi + e^2)^{3/2}} - \frac{3z^2 e^2 \cos^2 \psi (l_1^2 - l_2^2 + z^2 + 2ez \sin \psi + e^2)}{2l_2 (z^2 + 2ez \sin \psi + e^2)^{5/2}} -$$

$$- \frac{ze \sin \psi (l_1^2 - l_2^2 + z^2 + 2ez \sin \psi + e^2)}{2l_2 (z^2 + 2ez \sin \psi + e^2)^{3/2}}.$$

$$\frac{d^2 t_2}{d\psi^2} = \frac{e(-e^4 - e^3 z \sin \psi + e^2 z^2 \cos^2 \psi - ez^3 \sin \psi - z^4) \cos \psi}{(e^2 + 2ez \sin \psi + z^2)^{5/2}}.$$

$$\frac{d^2 \alpha_3}{d\psi^2} = \frac{(d^2 s/d\psi^2) \cos \alpha_3 + (ds/d\psi) \sin \alpha_3 \cdot (d\alpha_3/d\psi)}{\cos^2 \alpha_3}.$$

$$\frac{d^2 s}{d\psi^2} = \frac{(dP/d\psi)Q - P(dQ/d\psi)}{Q^2},$$

$$\text{дзе } Q = 2as - p; \quad P = -\left(\frac{da}{d\psi}s^2 - \frac{dp}{d\psi}s + \frac{dq}{d\psi}\right); \quad dQ/d\psi = 2\left(\frac{da}{d\psi}s + a(ds/d\psi)\right) - \frac{dp}{d\psi};$$

$$dP/d\psi = -\left(\frac{d^2 a}{d\psi^2}s^2 + 2\frac{da}{d\psi}s \cdot (ds/d\psi) - \frac{d^2 p}{d\psi^2}s - \frac{dp}{d\psi}(ds/d\psi) + \frac{d^2 q}{d\psi^2}\right).$$

$$\frac{d^2 a}{d\psi^2} = 2\left(\frac{dk}{d\psi}\right)^2 + 2k \frac{d^2 k}{d\psi^2},$$

$$\text{дзе } \frac{d^2 k}{d\psi^2} = \frac{\Delta_y^2 (d^2 \Delta_x / d\psi^2) - \Delta_x \Delta_y (d^2 \Delta_y / d\psi^2) - 2\Delta_y (d\Delta_x / d\psi)(d\Delta_y / d\psi) + 2\Delta_x (d\Delta_y / d\psi)^2}{\Delta_y^3}.$$

Знаходзім астатнія вытворныя для вызначэння $d^2 s / d\psi^2$:

$$\frac{d^2 p}{d\psi^2} = 2 \left[\begin{aligned} & \left((d^2 m / d\psi^2) \frac{\Delta_x}{\Delta_y^2} + 2(dm/d\psi) \left(\frac{(d\Delta_x / d\psi)}{\Delta_y^2} - 2 \frac{\Delta_x (d\Delta_y / d\psi)}{\Delta_y^3} \right) + \right. \\ & \left. + m \left(\frac{(d^2 \Delta_x / d\psi^2)}{\Delta_y^2} - 4 \frac{(d\Delta_x / d\psi)(d\Delta_y / d\psi)}{\Delta_y^3} - 2 \frac{\Delta_x (d^2 \Delta_y / d\psi^2)}{\Delta_y^3} + \right. \right. \\ & \left. \left. + 6 \frac{\Delta_x (d\Delta_y / d\psi)^2}{\Delta_y^4} \right) \right]; \end{aligned} \right];$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2 q}{d\psi^2} = & \frac{2}{\Delta_y^3} \left[\Delta_y (dm/d\psi)^2 + m\Delta_y (d^2 m / d\psi^2) - m(dm/d\psi)(d\Delta_y / d\psi) - m^2 (d^2 \Delta_y / d\psi^2) \right] - \\ & - \frac{6m(\Delta_y (dm/d\psi) - m(d\Delta_y / d\psi))(d\Delta_y / d\psi)}{\Delta_y^4}; \end{aligned}$$

$$\frac{d^2 m}{d\psi^2} = - \frac{(d^2 \Delta_x / d\psi^2) \Delta_x + (d^2 \Delta_y / d\psi^2) \Delta_y + (d\Delta_x / d\psi)^2 + (d\Delta_y / d\psi)^2}{l_3};$$

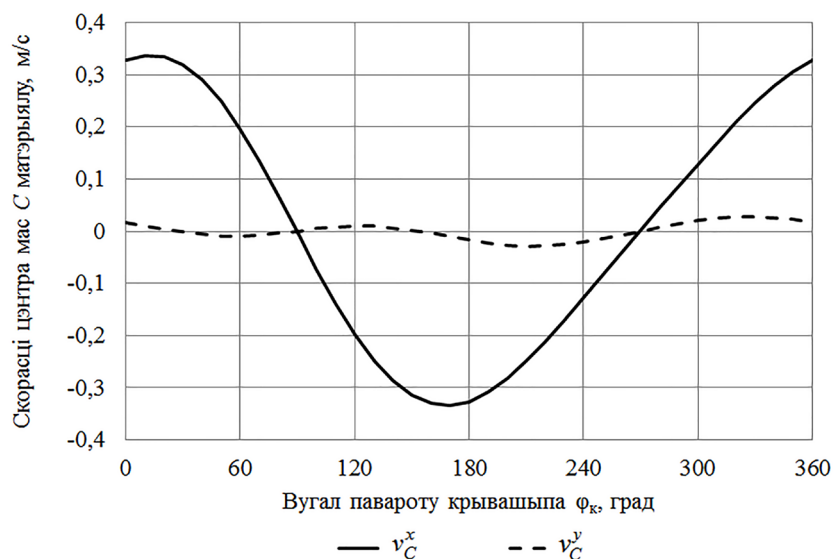
$$\frac{d^2 \Delta_x}{d\psi^2} = (A_1 O_3 - l_1) \left(\cos \alpha'_1 \frac{d^2 \alpha'_1}{d\psi^2} - \sin \alpha'_1 \left(\frac{d\alpha'_1}{d\psi} \right)^2 \right) - B_1 O_4 \cos \theta \frac{d^2 \theta}{d\psi^2} + B_1 O_4 \sin \theta \left(\frac{d\theta}{d\psi} \right)^2;$$

$$\frac{d^2 \Delta_y}{d\psi^2} = (l_1 - A_1 O_3) \left(\sin \alpha'_1 \frac{d^2 \alpha'_1}{d\psi^2} + \cos \alpha'_1 \left(\frac{d\alpha'_1}{d\psi} \right)^2 \right) - B_1 O_4 \cos \theta \left(\frac{d\theta}{d\psi} \right)^2 - B_1 O_4 \sin \theta \frac{d^2 \theta}{d\psi^2},$$

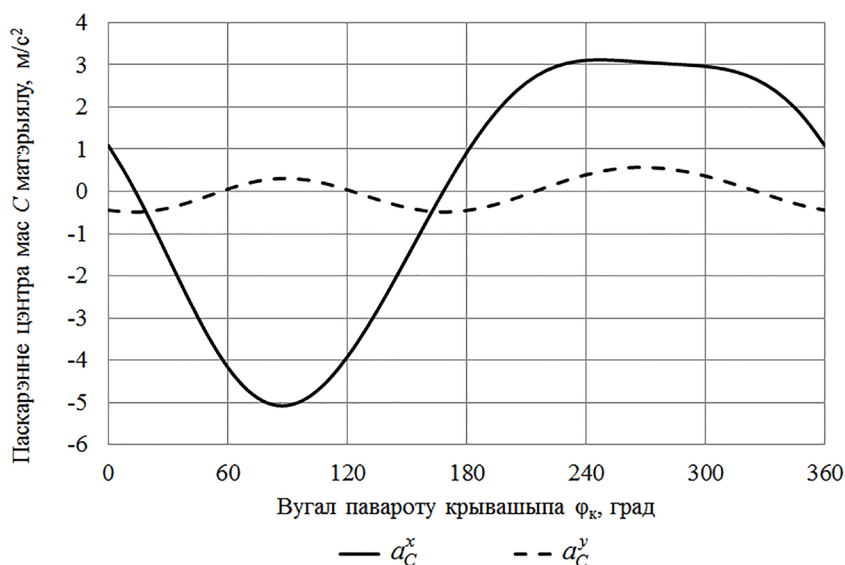
$$\text{дзе } \frac{d^2 \theta}{d\psi^2} = - \frac{d^2 \gamma}{d\psi^2}.$$

Выкарыстоўваючы геаметрычныя параметры і кінематычныя характарыстыкі эксперыментальнага ўзора ланцужага тэхналагічнага агрэгата, пабудуем графікі скорасцей і паскарэнняў цэнтра мас C матэрыялу ў выглядзе функцый вугла павароту φ_k крывашыпа (рысункі 4, 5).

З рысунка 4 відаць, што падчас руху матэрыялу дамінуе гарызантальны кампанент скорасці v_C^x . Найбольшыя значэнні ён набывае пры вуглах ψ павароту каромысла, блізкіх да нуля (пры $\varphi_k \approx 0, 180, 360$ градусаў). Атрыманая інфармацыя аб скорасці v_C улічваецца пры аналізе ўдарных эфектаў у рабочай камеры.



Рысунк 4. – Графік змiнення скорасцей цэнтра мас C матэрыялу ўздоўж восей каардынат



Рысунк 5. – Графік змiнення паскарэнняў цэнтра мас C матэрыялу ўздоўж восей каардынат

Сілавое ўзаемадзеянне часцінак рэчыва, як вядома, вызначаецца велічыняй іх паскарэнняў. З графікаў на рысунку 5 відаць, што прэваліруе складальная a_C^x . Значыць, часцінкі матэрыялу (ці яго структурныя элементы) сціскаюцца пераважна гарызантальнымі сіламі ўзаемадзеяння.

Заклучэнне. На падставе формул (11)–(14) пабудаваны графікі скорасцей і паскарэнняў у выглядзе функцый вугла павароту φ_k крывашыпа (рысункі 4, 5). Яны набліжана апісваюць і рух асобных структурных элементаў перапрацоўваемага матэрыялу. У разліках прыняты параметры эксперыментальнага ўзора ланцужнага аграгата [3]: вуглавая скорасць крывашыпа – $\omega_k = 12,566$ рад/с, даўжыні крывашыпа, шатуна і каромысла: $r = 0,08$ м, $l = 0,5459$ м і $h = 0,585$ м. Геаметрычныя параметры мадэлі рабочай камеры: $z = 0,205$ м, $l_1 = 0,455$ м, $l_2 = 0,175$ м, $e = 0,28$ м. Адвольна прыняты даўжыні звяняў для мадэліравання становішча матэрыяла ў рабочай камеры: $l_3 = 0,0567$ м, $l_4 = 0,058$ м, $A_1O_3 = 0,355$ м, $B_1O_4 = 0,1$ м.

З дапамогай распрацаванага алгарытму магчыма аналізаваць уплыў геаметрычных параметраў звяняў мадэлі рабочай камеры і ступень яе напоўненасці на кінематычныя характарыстыкі руху матэрыяла, што дазваляе ў далейшым аптымізаваць тэхналагічны працэс, а таксама ўдакладніць разлік неабходнай магутнасці рухавіка.

ЛІТАРАТУРА

1. Интенсификация технологических процессов в аппаратах адаптивного действия / Л.А. Сиваченко, Л.Л. Сотник, Т.Л. Сиваченко и др.; под науч. ред. Л.А. Сиваченко. – Барановичи: Баранович. гос. ун-т, 2020. – 359 с.
2. Цепной агрегат в технологии сортировки твердых коммунальных отходов / В.А. Потапов, Л.А. Сиваченко, В.О. Китиков и др. // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве: сб. тр. / Ин-т жилищ.-коммун. хоз-ва НАН Беларуси; под общ. ред. В.О. Китикова. – Минск: БГУИР, 2025. – С. 160–166.
3. Сиваченко Л.А., Потапов В.А., Русан С.И. Цепные технологические агрегаты: монография. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2025. – 164 с.
4. Патапаў У.А., Русан С.І., Сівачэнка Л.А. Мадэліраванне і аналіз сілавого ўзаемадзеяння звянаў у рабочай камеры ланцужага аграгата // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Машиностроение. – 2023. – № 1(130). – С. 95–108. DOI: 10.36773/1818-1112-2023-130-1-95-108
5. Распрацоўка алгарытму аналітычнага метаду кінематычнага аналізу чатырохзвеннага механізма ланцужага аграгата / У.А. Патапаў, С.І. Русан, Л.А. Сівачэнка і інш. // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Машиностроение. – 2022. – № 2(128). – С. 105–112. DOI: 10.36773/1818-1112-2022-128-2-105-112
6. Агляд аналітычных метадаў кінематычнага аналізу прываднага механізма ланцужага аграгата / У.А. Патапаў, С.І. Русан, Л.С. Сідор і інш. // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2025. – № 2. – С. 8–17. DOI: 10.52928/2070-1616-2025-52-2-8-17

Поступила 19.05.2026

УТОЧНЕНИЕ МОДЕЛИ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ ЦЕПНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АГРЕГАТА

В.А. ПОТАПОВ, канд. техн. наук, доц. **С.И. РУСАН**
(Барановичский государственный университет)
д-р техн. наук, проф. **Л.А. СИВАЧЕНКО**
(Белорусско-Российский университет, Могилев)

Выполненное уточнение структуры заполненной рабочей камеры цепного технологического агрегата приближает ее модель к реальной конструкции и, таким образом, позволяет более точно исследовать технологический процесс в ней. В статье изложены алгоритмы приближенного определения координат центра масс материала, заполняющего рабочую камеру, его скорости и ускорения. Построены графики изменения кинематических характеристик центра масс в виде функций угла поворота кривошипа. Для их построения выбраны геометрические параметры и кинематические характеристики, соответствующие экспериментальному образцу цепного агрегата. Полученные результаты в виде графиков позволяют анализировать движение частиц материала, их скорости и ускорения, необходимые для анализа ударных эффектов в рабочей камере, а также для подбора ее геометрических параметров. Разработанный алгоритм может быть использован для уточнения расчета необходимой мощности двигателя.

Ключевые слова: цепной агрегат, рабочая камера, модель, кинематические характеристики, анализ.

IMPROVEMENT OF THE WORKING CHAMBER MODEL OF A CHAIN TECHNOLOGICAL AGGREGATE

V. POTAPOV, S. RUSAN
(Baranavichy State University)
L. SIVACHENKO
(Belarusian-Russian University, Mogilev)

The improvement made to the structure of the filled working chamber of the chain technological aggregate brings its model closer to the actual design and, thereby, enables a more accurate investigation of the technological process occurring within it. The article presents algorithms for the approximate determination of the coordinates of the center of mass of the material filling the working chamber, as well as its velocity and acceleration. Graphs of the changes in the kinematic characteristics of the center of mass are constructed as functions of the crank rotation angle. Geometric parameters and kinematic characteristics corresponding to the experimental prototype of the chain aggregate were selected for plotting these graphs. The obtained results in the form of graphs allow analyzing the motion of substance particles, their velocities and accelerations, which are necessary for the analysis of impact effects in the working chamber, as well as for selecting its geometric parameters. The developed algorithm can be used to refine the calculation of the required engine power.

Keywords: chain aggregate, working chamber, model, kinematic characteristics, analysis.