



Î ĀĪ ĀĪ Ī Ī Ī ĐĒĒĒĀĀĪ Ī Ī Ī ĀŌĪ ĀĀ ĀĒĪ ĀĪ ĒĒĒ ĒĪ Ī ĐŌĀĪ ĒĒ

Đ. Ō. × āāī ā (Ī ĀŌŌ)

Ī āđāāāōī ÷ī ū ā (Ī Ō) ě ěī ī ōēūñēāī ū ā ī āđāōī āī ū ā (ĒĪ Ō) ō ōī ēōēē ěēī āēī ū ō āēī āī ě ÷āñēēō ñēñōāī ∅ ě đī ēī ěñī ī ēūçŏāōñŷ ā çāā÷āō đāñ÷āōā ě ñēī ōāçā ñēñōāī ōī đāāēāī ēŷ, āāōī ā đōē ÷āñēī āī đāāōēēđī āāī ēŷ ě ī ī ī āēō āđōāēō.

Ā ī đāēōēēā đāñ÷āōā ñōđī ēōāēūī ū ō ēī ī ñōđōēōēē ī āōī āū, ī ñī ī āāī ī ū āī ā ěñī ī ēūçī āāī ēē ī āđāāāōī ÷ī ū ō ě ěī ī ōēūñēāī ū ō ī āđāōī āī ū ō ō ōī ēōēē, đāñī đī ñōđāī āī ū ī ōī ī ñēōāēūī ī ī ñēāāī, ā ÷āñōī ī ñōē, ī ī ñōāāī āī ēŷ ñī āōī āī ī «ī ī đī āēūī ū ō ōī đī». Ēñēēŷ ÷āī ēā, ā ī ī ÷āāāēāī ī ī ñī ū ñēā, ñī ñōāāēŷŷ ō çāā÷āē đāñ÷āōā ēī ī ñōđōēōēē (āāēī ē, ī ēēō, ∅ đāī ī ī ā), āçāēī ī āāēñōāōŷ ū ēō ñ ōī đōāī ē ñōāāī ē (đāāī ōū Ā.ĀĒī đāī āāā, Ī. Ī. Āī đī āā÷āāā, Ā.Ē. Ōāēōēēī ā, Ā.Ā.Ē ēūē÷āāā ě āđ.). Ī āī āēī, āēŷ ōāēī āī đŷāā đāñ÷āōī ū ō ñōāī, ā ōī ī ÷ēñēāī ōī ī ñŷŷ ē ōñŷ ē đōāāēōēēī ī ī ū ī çāā÷āī đāñ÷āōā ñōđī ēōāēūī ū ō ēī ī ñōđōēōēē, āī ñōāōī ÷ī ī ī đī ñōī ī ī āōō āū ōū ī ī ñōđī āī ū Ī Ō ě ĒĪ Ō ě ī ā ēō ī ñī ī āā çāī ēñāī ū ō ī đī ōēū đāñ÷āōā ēī ī ñōđōēōēē ī ā ī āđēī āē÷āñēēā, ě ī ōēūñī ū ā ě (ā āēāā ēī đāāđāēā Āŷ āī āēŷ) ī đī ēçāī ēūī ū āī çāāēñōāēŷ.

Ē ī ī āī āī ū ī çāā÷āī ī ī āōō āū ōū ī ōī āñāī ū çāā÷āē đāñ÷āōā ī ī ī đī ū ō ēī ī ñōđōēōēē ñī āī āñōī ī ñī ī āññēāī ū ī ī āī đōāī āāī ēāī, ōā. ēī ī ñōđōēōēē, ī đē ēī ēāāāī ēŷŷ ēī ōī đī ō ēī āđōēī ī ī ū ā ñēēū, ā ī ñī ī āī ī ī, ī ī đāāāēŷŷ ōñŷ ī āññī ē ī āī đōāī āāī ēŷ, ā ēī āđōēī ī ī ū ā ñēēū, āī çāōāēāāī ū ā ī đē ēī ēāāāī ēŷŷ ī ī ī đī ū ō ēī ī ñōđōēōēē, ī ī āōō ī ōāī ēāāōñŷ ī đēāēēāēāī ī ī.

Ā ŷōī ē ñōāōūā ī ū ī ñōāī ī āēī ñŷ ī ā ī āū ēō ñōāī āō đāŷ āī ēŷ çāā÷āē đāñ÷āōā ēī ī ñōđōēōēē, Ī Ō ě ĒĪ Ō ēī ōī đī ō ī ī āōō āū ōū ī ī ēō÷āī ū āī ñōāōī ÷ī ī ī đī ñōī – āāēī ÷ī ū ō ēī ōī ēēō ō ōī āāī āī đōāēūī ū ō ī ēēō ñī āī āñōī ī ñī āī đōāī āāī ēāī, ā đāēāāī ā ī đāñ÷āōā ī ēī ñēēō ēī ēāāāī ēē ē ēī āññēāī ū ō đāē ī đē āāđī ī ī ē÷āñēēō ě ě ī ōēūñēāī ū ō āī çāāēñōāēŷŷ. Ī ī ñēāāī ŷŷ đāñ÷āōī āŷ ñōāī ā ŷāēŷāōñŷ ī ñī ī āī ī ē ī đē đāñ÷āōā ī āññēāī ū ō ō ōī āāī āī ōī ā ī āŷ ēī ē āēāđī–ēçī ēēđī āāī ī ī āī ī āī đōāī āāī ēŷ.

Çāāēñēī ī ñōū ī āāāō Ī Ō ě ĒĪ Ō āēŷ ēēī āēī ū ō āēī āī ē ÷āñēēō ñēñōāī, ōđāāī āī ēŷ āāēāāī ēŷ ēī ōī đī ō çāī ēñāī ū ā āēāā ñēñōāī ū ēēī āēī ū ō āēō ō āđāī ōēāēūī ū ō ōđāāī āī ēē ñī ī ī ñōī ŷī ī ū ī ē ēī ŷō ō ēōēāī đāī ē, ōā. ī ī ñōū āñōāō āēŷ ñēñōāī ñēī ī ÷ī ū ī ÷ēñēī ī ñōāī āī āē ñāī āī āū ī ī ēō÷āī ū ā [1]. Ī āđāāāōī ÷ī ū ā ō ōī ēōēē đāēēō ñēñōāī, ōā. đāāēōēē ī ā āāēī ē÷āñēēōēēāī ū ā āēāā ñōī ī ū ī đī ñōū ō āđī āāē:

ī ōŷ ī āāđōçēō $1 \cdot e^{i\omega t}$, çāī ēñāī ī ū ā āēāā $\Phi(s) = \frac{M(s)}{D(s)}$, āāā $s = i\omega$, ī ī āōō āū ōū ī đāāñōāēāī ū ā āēāā ñōī ī ū ī đī ñōū ō āđī āāē:

$$\Phi(s) = \sum_{j=1}^n \frac{M(\lambda_j)}{D'(\lambda_j)} \cdot \frac{1}{s - \lambda_j}, \quad (1)$$

āāā λ_i – ēī đī ē ōđāāī āī ēŷ $D(p^2) = 0$.

Ī āđāāāōī ÷ī ēī ō ōī ēōēē, çāī ēñāī ī ēī ā āēāā [1], ñī ī đāāñōāōāō ēī ī ōēūñī āŷ ī āđāōī āī ē ŷŷ ō ōī ēōēēŷ

$$k_e(t) = \sum_{j=1}^n \frac{M(\lambda_j)}{D'(\lambda_j)} e^{i\lambda_j t}. \quad (2)$$

À ÷àñòí î ñòè á [2] î î êàçáí î, ÷òí î äðááàðò ÷í í é ó óí êòèè

$$\bar{H}(\omega) = \sum_{k=1}^n \frac{F_k}{m_k p_k^2 \left[1 - \frac{\omega^2}{p_k^2} + i2v_k \omega \right]} \quad (3)$$

ñ î òààðòñòàóòò è ì î óèñí àý î äðáòí áí àý ó óí êòèý:

$$k_u(t) = \sum_{k=1}^n \frac{F_k}{m_k p_k^*} e^{-v_k p_k^2 t} \sin(p_k^* t). \quad (4)$$

$$\bar{a} \bar{a} \bar{a} \quad p_k^* = p_k (1 - v_k^2 p_k^2)^{\frac{1}{2}}.$$

Ì ðè $n = 1$ óí ðí óèó (3) è (4) î î äááäèýð ò Ì Õ è È Ì Õ á ñèñòáí á ñ î áí í é ñòáí áí ùð ñáí áí áü. Ì äðáí áü áí èý á ñèñòáí á î ðè ááèñòàèè ááèí è÷í í é í äðóçèè $1 \cdot \cos \omega t$ î î äá-äèýð òñý ááèñòàèòàèèí í é ÷àñòóð ðáð áí èý (3)

$$y(t) = \operatorname{Re} \{ H(\omega) e^{i\omega t} \}, \quad (5)$$

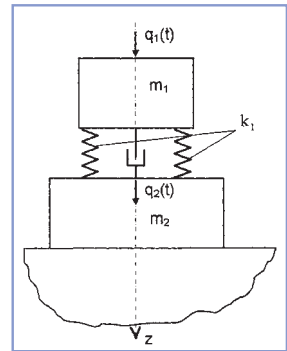
à î ðè í äðóçèá $1 \cdot \sin \omega t$ - ì í è ì í é.

Õí ðí óèó (3), (4), (5) î î ñóó áñòáð ýäèýð òñý ðáð áí è-áí óðááí áí è è èí è áááí è è ñèñòáí ñ èí í á÷í ù ì ÷èñíèí ñòá-í áí áé ñáí áí áü, çàí èñáí í ù á á èèáá ðàçèí æáí èý î î óí ðí àí ñí áñòááí í ù ò èí è áááí è è. Í áí áèí î ðè òàèí î î í äðí áá í òí à-äáðò í áí áóí áèí î ñóó á î î ñòðí áí è è ñí áñòááí í ù ò óí ðí è è è ò í î ðí è ðí ááí è è.

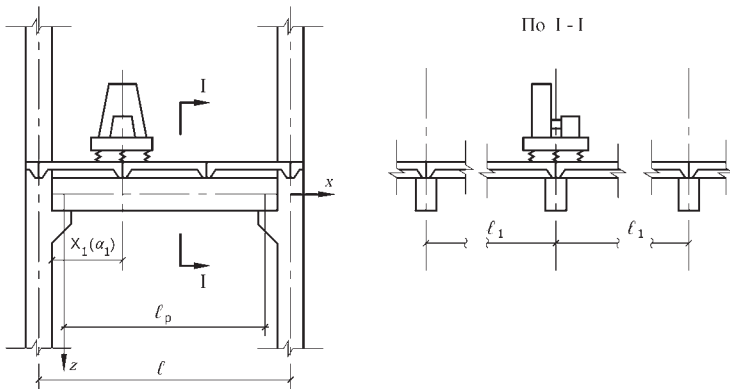
Á [2] î ðèááááí ù óí ðí óèó äèý èí î í èáèñí ù ò àí í èèðá èí è áááí è è ñèñòáí, áèèð ÷àð ù è ò î î í ðí óð èí í ñòðóèèè, î äðááàðò ÷í àý ó óí êòèè èí òí ðí é ($H_0(\omega)$) á î áñòá èðáí èáí èý áí î í èí èòàèí ù ò ì áññ èçááñòí è, è ááóð ì áññ, í áí à èç èí òí-ðóò (m_2) ñí ááèí áí à ñ èí í ñòðóèèèáè æáñòèè è ñáýçü è, à áòí äàý óí ðóàè è (ðèñ.1).

Ì ðèááááí è ò ááç áü áí àà:

$$Z_1(\omega) = \frac{Q_1 \left(\frac{H_0^{-1}}{k_1} - \varphi_2^2 + 1 + 2\omega v_1 \right) + Q_2 \theta_1}{(H_0^{-1} - m_2 \omega^2) \theta_0 - m_1 \omega^2 \theta_1} \quad (6)$$



Ðèñ. 1



Дèñ.3

À òäò ñåó÷àÿ, èé äàà ííí ðí àÿ í í ääððí í ñòó í áí ðóáí äàí èÿ í àèà, à äàí ì àññó í ðèáèè-æáí í í í áí ðàññí àððèäàòó èàè ñí ñðááí òí ÷áí í óð à ò x_1 , í äðáààòí ÷í óð ò óí èøèð àèÿ í í ðí í é èí í ñððóèè è è í áí í çàí è ñàòó à àèäà:

$$H_0(\omega, \alpha_1) = \frac{1}{m_8} \sum_{r=1}^2 \frac{X_r^2(\alpha_1)}{p_r^2 - \omega^2} = \frac{1}{m_8} \left[\frac{X_1^2(\alpha_1)(p_2^2 - \omega^2) + X_2^2(\alpha_1)(p_1^2 - \omega^2)}{(p_1^2 - \omega^2)(p_2^2 - \omega^2)} \right], \quad (11)$$

äàä $\alpha_1 = \frac{X_1}{\ell}$; $m_8 = \ell \mu$; ℓ – äèèí à äàèèè, μ – ì àññà 1 í í ä ì, $p_1(2)$ – í äðäó à äàä ÷àññí - òó ñí àñòäáí í ù ò èí èäááí è è äàèí ÷í é í èèòó, $X_1(\alpha_1), X_2(\alpha_1)$ – çí à ÷áí èÿ ääóð í äðäó ò í í ð-ì èðí äàí í ù ò òí ðí èí èäááí è è à ò $\alpha = \alpha_1$.

Í à ÿòí ì ÿòàí à çàðóðàí èÿ í á ó÷èòó äàäí .

Í í àñòäàè (11) à (7) è í í ñèá í äèí òí ðó ò í ðáí áðàçí äàí è è, çàí èø äí :

$$Z_2(\omega, \alpha_1) = Q_2 H_2(\omega, \alpha_1) = \frac{Q_2 \left[X_1^2(p_2^2 - \omega^2) + X_2^2(p_1^2 - \omega^2) \right]}{m_8 N_1 \left(\omega^4 - \frac{N_2}{N_1} \omega^2 + \frac{p_1^2 p_2^2}{N_1} \right)}, \quad (12)$$

$$\text{äàä } N_1 = 1 + \frac{m_2}{m_8} (X_1^2 + X_2^2); \quad N_2 = p_1^2 + p_2^2 + \frac{m_2}{m_8} (X_1^2 p_2^2 + X_2^2 p_1^2). \quad (13)$$

Í í ðáàäèè ÷àññí òó ñí àñòäáí í ù ò èí èäááí è è ñèòäí ù (p_{n1}, p_{n2}), í ðèðááí ÿà çí äí áí à-ðàèó à (12) í óèð, í í ñèá ÷äñí í äðáí èø äí äàñ à àèäà:

$$D(\omega) = m_8 N_1 (\omega^2 - p_{c1}^2) (\omega^2 - p_{c2}^2). \quad (14)$$

Ààèää, ñèääóý í áú àé ñòàí à, çàì èø àì ôî òì óéó àëý ì äðääàðí ÷ í í é ô óí èòèè

$$\begin{aligned} Z_2(\omega) &= Q_2 H_2(\omega) = \frac{Q_2}{N_1 m_8} \sum_{s=1}^2 \frac{F_s}{D'(p_{cs}^2)} \cdot \frac{1}{\omega^2 - p_{cs}^2} = \\ &= \frac{Q_2}{N_1 m_8 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{F_s}{p_{cs}^2 - \omega^2}, \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \tilde{a} \tilde{a} \tilde{a} \quad F_s &= X_1^2 (p_2^2 - p_{cs}^2) + X_2^2 (p_1^2 - p_{cs}^2); \\ D' &= \frac{dD}{d\omega^2} = N_1 m_8 \left[(\omega^2 - p_{c2}^2) (\omega^2 - p_{c1}^2) \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

Ï ðè ðàñ÷àòà í á àðòí î í è÷àñèèà àì çàéñòàèý $q_2(t) = Q_2 \cos \omega t$ àèññèí àèèáí ù à ñèèù ì í æí î ó÷àñòù, àí áààèà á çí àì áí àòàèù á (15) ñèààààí î á γp_{cs}^2 , ààà γ – èí ýò ô èòèáí ò áí ó-òðáí í àì òðáí èý.

Ï äðàí àù áí èà ì àññù m_2 áóáóò î ì äääàèýòüñý î î ôî òì óéà:

$$z_2(t) = \frac{Q_2}{N_1 m_8 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{F_s}{p_{cs}^2 A_s} \cos(\omega t - \varphi_s), \quad (17)$$

$$\tilde{a} \tilde{a} \tilde{a} \quad A_s = \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{p_{cs}^2}\right)^2 + \gamma^2} \quad \text{tg} \varphi_s = \frac{\gamma_s}{1 - \frac{\omega^2}{p_{cs}^2}}. \quad (18)$$

Èç çààèèè ì ñòàé (3), (4), (15) ñèääóàò òàèàý ôî òì óéà àëý ÈÏ Õ

$$k_{u2}(t) = \frac{1}{N_1 m_8 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{F_s}{p_{cs}} e^{-\frac{\gamma_s}{2} p_{cs} t} \sin(p_{cs}^* t). \quad (19)$$

ä. Ààèèà ñ ì ðèñ äàèí áí í é àèóðí èçí èèðí äàí í í é ì àññ è.

Ï í èààý á (7) $m_2 = 0$, $Q_2 = 0$ è, ó÷èòù ààý òí èüèí ì äðáðî ôî òì ó èí èääáí èé, î ì äääà-èè ì àì ì èèðóáó èí èääáí èé ì àññù m_1 (í áí ðóáí ààí èý) è ààèèè á ì àñòà èðáí èáí èý óí ðóáí é ñäýçè $Z_2(\omega)$. Òàèèà è á ýòí ì ñéó÷àà çàòóðáí èá í á ýòí è ñòààèè í á ó÷èòù àààí .

$$Z_1(\omega) = \frac{Q_1 (p_1^2 - \omega^2 + p_{np}^2 X_1^2)}{m_1 (\omega^4 - P \omega^2 + p_1^2 p_{01}^2)}; \quad (20)$$

$$Z_2(\omega) = \frac{Q_1 p_{np}^2 X_1^2}{m_1 (\omega^4 - P\omega^2 + p_1^2 p_{01}^2)} ; \quad (21)$$

äää

$$P = p_{01}^2 + p_1^2 + p_{np}^2 X_1^2 \quad p_{01}^2 = \frac{k_1}{m_1} \quad p_{np}^2 = \frac{k_1}{m_g} . \quad (22)$$

×āñōī ōū ñī āñōāāī í ū ō ēī ēāāī ē ē ē ñēñōāī ū p_{c1}^2 , p_{c2}^2 ī ī ðāāāēēī , çàī āī ēā ω² í à p_c^2 ā çī àī āī āōāēā ā ôī ðī ôēāō (20), (21) ē ī ðēðāāī yā āāī í ôēþ .

Ī ī ñēā yōī āī , ðāēæā ñēāāōý ī áú āē ñōāī ā , ī āðāī èø āī ôī ðī ôēū āēý ī āðāāōī ÷ī ū ō ôōī ēōēē :

$$\begin{aligned} Z_1(\omega) &= Q_1 H_1(\omega) = \frac{Q_1}{m_1} \sum_{s=1}^2 \frac{F_{0s}}{D'(p_{cs}^2)} \cdot \frac{1}{\omega^2 - p_{cs}^2} = \\ &= \frac{Q_1}{m_1 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{F_{0s}}{p_{cs}^2 - \omega^2} ; \end{aligned} \quad (23)$$

$$Z_2(\omega) = Q_1 H_2(\omega) = \frac{Q_1 p_{np}^2 X_1^2}{m_1 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{1}{p_{cs}^2 - \omega^2} ; \quad (24)$$

$$\text{äää } F_{0s} = p_1^2 + p_{cs}^2 + p_{np}^2 X_1^2 .$$

Ī āðāī āū āī ēā ī āññū m_1 ē ī ēēōū ā çī í ā ēðāī ēāī ēý ôī ðōāēō ñāýçāē ī ðē í āāðōçēā Q_1 cosωt ī ī ðāāāēýþ ðñý ēç āū ðāæāī ēē :

$$Z_{1(2)}(t) = Q_1 \operatorname{Re} \{ H_{1(2)}(\omega) e^{i\omega t} \} . \quad (25)$$

Ôī ðī ôēū āēý ē ī ôēūñēāī ū ō ī āðāōī āī ū ō ôōī ēōēē çāī èø āī āī ñī ī ēūçī āāāø ēñū (23), (24),

$$k_1(t) = \frac{1}{m_1 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{F_{0s}}{p_{cs}^*} e^{-\frac{\gamma_s}{2} p_{cs} t} \sin(p_{cs}^* t) ; \quad (26)$$

$$k_2(t) = \frac{p_{np}^2 X_1^2}{m_1 (p_{c2}^2 - p_{c1}^2)} \sum_{s=1}^2 (-1)^{s+1} \frac{1}{p_{cs}^*} e^{-\frac{\gamma_s}{2} p_{cs} t} \sin(p_{cs}^* t) . \quad (27)$$

3. Ī ēēð à í à ôī ðōāī ī ī ñī í āāī ēē ñ ī ðēñ āāēī āī í ū ī ē ī āññāī è .

Ī ī āī āī āý ðāñ÷āōī āý ñōāī à ī ðēī āī yāðñý , ā ÷āñōī ī ñòē , ī ðē ðāñ÷āōā æāñōēēō ī ī āñòē-eāþ ū èø ñēī āā ī ī ēī ā ī ðīī çāāī ēē í à í āāðōçēē ī ð āēāðī āēðēāī ī āī ī āī ðōāī āāī ēý (ðēñ.4).

Ī āðāāōī ÷ī āý ôōī ēðēý āēý ñðāāī èð ī ī ēāē ī ðī òyæāī í ū ō ī ēèð í à ôī ðōāī ī ñī í āā-í èē , ī ī ēñū āāāī ī ī ī ī āēūþ ñī āī ēī ēī yō ðēðēāī ðīī ī ī ñòāēē , ī ī æāð áú ōū ī ðāāñòāāēā-í à ā àēāā [4]:

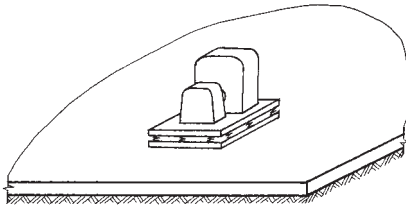


Рис. 4

$$\bar{W}(0) = Q_0 \bar{H}_0(\omega) = \frac{Q_0 V(\alpha_0)}{4k_0 \ell^2 \sqrt{1-\omega^2} (1+i\omega v_{\bar{n}\bar{o}})}, \quad (28)$$

ааа k_0 – еіуооёёаіоіііноаёёііііааіёё; $\ell = \sqrt{\frac{D}{k_0}}$; D – өёёёі äðë÷âñëâý æâñòëî ñòù
іёёòù; $V(\alpha_0)$ – ооіёёёý ðààëòñà ñëääà íääðóçëë íò íáíðóáíääíёý ($V(a_0) = 0,5$;
 $V(0,8) = 0,4$; $V(1,6) = 0,2$); $v_{\bar{n}\bar{o}} = \frac{v_0}{1-\varphi^2} + v_1$; v_0, v_1 – æëññëі äòëáí ùâ êіуôёёёáíòù ííí-
ääíёýёі äòäðëàëàіёёòù; $\varphi^2 = \frac{\omega^2}{p_{i\bar{e}}^2}$; $p_{i\bar{e}} = \left(\frac{k_0}{\rho_0}\right)^{\frac{1}{2}}$; ρ_0 – і àññà äàëіёёòù і êі ù äàëіёёòù.

İ íàñòààëà (28) à (6), і іёó÷ëі òíðі óëù äëý êіі і èâëñí ùò àі іёёòà:

$$Z_1(\omega) = \frac{Q_1 \left[\frac{T_0}{k_1} (i\omega v_{\bar{n}\bar{o}}) - \varphi_2^2 + 1 + i2\omega v_{i\bar{e}} \right] + Q_2 \theta_1}{\left[T_0 (1+i\omega v_{\bar{n}\bar{o}}) - m_2 \omega^2 \right] \theta_0 - m_1 \omega^2 \theta_1}; \quad (29)$$

$$Z_2(\omega) = \frac{Q_1 \theta_1 + Q_2 \theta_0}{\left[T_0 (1+i\omega v_{\bar{n}\bar{o}}) - m_2 \omega^2 \right] \theta_0 - m_1 \omega^2 \theta_1}; \quad (30)$$

$$\text{ääà } T_0 = \frac{4k_0 \ell \sqrt{1-\varphi^2}}{V(\alpha_0)}; \theta_1 = 1 + i2\omega v_1; \theta_0 = 1 - n_1 \varphi^2 + i2\omega v_1; \varphi_2^2 = \frac{\omega^2}{k_1} m_2; n_1 = \frac{m_1}{k_1} \frac{k_0}{\rho_0}. \quad (31)$$

Óðàáí áí èà ÷àñòі ò ñ àñòàáí í ùò êі èääáí èë çàі èø àі, і і èääý çàðóðáí èà ðàáí ùí í ó-
ëþ è і ðëðàáí ýá í óëþ íі ðààæëððëù à (29), (30). Êі èääáí ёý ñëñòáí ù (і àññ m_1 è m_2) і ðë
âі çäâëñòàëýð $Q_1 \cos \omega t$ èëë $Q_1 \sin \omega t$ і íæí í íí ðààæëððëù à ù äàëëà ñí îàâòñòàáí í í äàëëñòàë-
ðàëùí ùâ èëë і і èі ùâ ÷àñòë à à ù ðàæáí ёýð $\bar{Z}_i(\omega) e^{i\omega t}$.

İ ñòáí í àëі ñý èðàðëі í à äàóó í ñí í áí ùò ðàñ÷àðі ùò ñòáí àò.

а. Ы̄ ẽ̀ẽ̀ò ò ñ̃ ï ðẽ̃ ñ̃ ããẽĩ ãĩĩĩĩ ẽ̀ ì ãñ̃ ñ̃ ẽ̀.

Ы̄ ãðããàòĩ ÷ĩ òþ ò óĩ ẽ̀õẽþ çãĩ ẽ̀ø ãĩ , ïĩẽ̀ããÿ ã (30) Q_1 ẽ̀ m_1 ðããĩ ùĩ ẽ̀ ì óẽþ ,

$$\bar{H}_2(\omega) = \frac{1}{m_2 p_{i\bar{e}}^2 \left[T \sqrt{1-\varphi^2} (1+i\omega v_{\bar{n}\bar{o}}) - \varphi^2 \right]} ; \quad (32)$$

$$\tilde{a}\tilde{a}\tilde{a} \quad T = \frac{4\ell^2 \rho_0}{m_2 V(\alpha_0)} .$$

× ãñõ ò ã ñ̃ ãñõãĩ ì ù õ ẽ̀ĩ ẽ̀ããĩ ẽ̀ẽ ì ï ðãããẽÿãðñÿ ẽ̀ç òðãĩ ãĩ ẽ̀ÿ:

$$\varphi_1^2 = \frac{p_1^2}{k_0} \rho_0 = \frac{T}{2} \left(\sqrt{T^2 + 4} - T \right) . \quad (33)$$

Ы̄ ãðããàòĩ ÷ĩ òþ ò óĩ ẽ̀õẽþ ẽ̀ãẽ ì ðĩ ñõõþ ãðĩ áũ ì ì ãĩ ì ì ðããñõããẽ òũ ì ðẽãẽẽããĩ ì ì , çã-
ĩ ẽ̀ñãã ò óĩ ẽ̀õẽþ $\sqrt{1-\varphi^2}$ ã ì ẽ̀ðãñõĩ ì ñõẽ ẽ̀ĩ ðĩ ÿ φ_1 ẽ̀ ñ̃ ì òããðñõããĩ ì ì ì ãðããàòĩ ÷ĩ òþ ò óĩ ẽ̀-
õẽþ ã ãẽãã:

$$\sqrt{1-\varphi^2} \approx \sqrt{1-\varphi_1^2} - \frac{\varphi^2 - \varphi_1^2}{2\sqrt{1-\varphi_1^2}} ;$$

$$\bar{H}_2(\omega) \approx \frac{1}{m_2 p_{i\bar{e}}^2 S_1(\varphi_1^2) (\varphi_1^2 - \varphi^2)} , \quad (34)$$

$$\tilde{a}\tilde{a}\tilde{a} \quad S_1(\varphi_1^2) = \frac{2 - \varphi_1^2}{2(1 - \varphi_1^2)} .$$

Ããẽãã, ñẽããóÿ ì áũ áẽ ñõãĩ ã, çãĩ ẽ̀ø ãĩ ò ì ðĩ óõõ ãẽÿ ẽ̀ì ì óẽũñĩ ì ẽ̀ ì ãðãõĩ ãĩ ì ẽ̀ ò óĩ ẽ̀-
õẽẽ:

$$k_{u2}(t) \approx \frac{e^{-v_{\bar{n}\bar{o}} p_1^2 t}}{m_2 p_1^* S_1(\varphi_1^2)} \sin p_1^* t . \quad (35)$$

а. Ы̄ ẽ̀ẽ̀ò ò ñ̃ ï ðẽ̃ ñ̃ ããẽĩ ãĩĩĩĩ ãẽ̀ãõĩ ẽ̀ç ẽ̀ẽ̀ðĩ ããĩĩĩ ẽ̀ ì ãñ̃ ñ̃ ẽ̀.

Ы̄ ñõãĩ ì ãẽ̀ ñÿ ẽ̀ẽø ù ì ì ì áũ áẽ ñõãĩ ã ì ì ñõðĩ ãĩ ẽ̀ÿ ðãø ãĩ ẽ̀ẽ. Òĩ ðĩ óẽũ ãẽÿ ì ãðããàòĩ ÷-
ĩ ù õ ò óĩ ẽ̀õẽẽ ñẽããóþ ò ẽ̀ç (29), (30).

Ы̄ ðẽ $m_2 = 0$; $Q_2 = 0$

$$\bar{Z}_i(\omega) = Q_1 \bar{H}_i(\omega) = \frac{Q_1 F_i}{m_1 p_{i\bar{e}}^2 \bar{D}(\omega)} ; \quad (36)$$

$$\tilde{a}\tilde{a}\tilde{a} \quad F_1 = n_1 T_1 \sqrt{1-\varphi^2} + \theta_1 ; \quad F_2 = \theta_1 ; \quad \bar{D}(\omega) = T_1 \sqrt{1-\varphi^2} (1 + i 2 \omega v_{\bar{n}\bar{o}}) \theta_0 - \varphi^2 \theta_1 ;$$

$$T_1 = \frac{4\rho_0 \ell^2}{m_1 V(\alpha_0)}; \quad n_1 = \frac{p_{i\bar{e}}^2}{p_{01}^2}; \quad p_{01}^2 = \frac{k_1}{m_1}. \quad (37)$$

Í Á ó÷èòù ààÿ çàòòòàí èà è ì î èààÿ $D(\omega) = 0$, çàì èø àì ì î ñèá í àèí òí ðù ò ì ðáí áðàçí àà-
í èè ÷àñòí òí î á òðàáí áí èà:

$$\varphi_1^2 = \frac{1}{n_1 + \frac{1}{T_1(1-\varphi_1^2)^{\frac{1}{\alpha}}}}. \quad (38)$$

Òàèæá èàè è àèÿ ì èèòñ ì ðèñí ààèí áí í í è ì àññé í ì áðààòí ÷í óþ ò óí èòèþ á àèàá ì ðí-
ñòí è áðí àè ì î áí í çàì èñàòù ì ðèáèèèæáí í î, ì ðááñòààèà çí àí áí àòàèù á (36) á àèàá:

$$D(\omega) \approx S_2(\varphi_1^2) (\varphi_1^2 - \varphi^2);$$

$$S_2(\varphi_1^2) = \frac{2 - \varphi_1^2}{2(1 - \varphi_1^2)} + \frac{\varphi_1^2}{\frac{1}{1 - \varphi_1^2}}. \quad (39)$$

Í Á î ñòàí ààèèààÿñù í á áí ñòàòí ÷í î ì ÷ààèáí ù ò áù èèààèàò, ì ðèááááí èí í á÷í ù á òí ð-
ì óéù àèÿ ÈÍ Ò ñèñòàí ù:

$$k_{ui}(t) = \frac{N_i}{m_1 p_1^* S_2(\varphi_1)} e^{-v_1 p_1^2 t} \sin(p^* t); \quad (40)$$

$$N_1 = n_1 T_1 (1 - \varphi_1^2) + 1; \quad N_2 = 1; \quad p_i^* = p_i (1 - v_i^2 p_i^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Àèÿ ÷àñòí òí î í áçààèèèè ì áí áí óððáí í áñ òðáí èÿ àí áñòí } v_i \text{ ñèááóàò ì î èí æèòù } v_i = \frac{\gamma}{p_1}.$$

Â çàèþ ÷áí èà î ñòàí í àèí ñÿ í á áù á í áí í é ðàñ÷àòí í é ñòàí á îí î ñÿù áéñÿ è ðàñ÷àòó
ì èí ñèèò èí èáááí è è ì àññèáí ù ò óàè, ì î èðàþ ù èòñÿ í á òí ðóàèá ì î ì ðù èèè óí ðóáí á ì ñí î-
ááí èà.

Èàè ì ù óæá í òí á÷àèè, òàèàÿ ðàñ÷àòí àÿ ñòàí á ø èðí èí èñí ì èüçàòñÿ ì ðè ðàñ÷àòà ì àñ-
ñèáí ù ò óóí ààí áí òí á è ñèñòàí àèáðí èçí èÿòèè (ðèñ.5).

Èàè ì ðààèèí, óóí ààí áí òù ì î á í áí ðóáí ááí èà è ñèñòàí ù àèáðí èçí èÿòèè ì ðí àèèèðð-
þ òñÿ òàèèí í áðàçí ì, ÷òí áù ì èí ñèí ñòù xoy ÿàèÿèàñù ì èí ñèí ñòùþ ñèí ì áððèè àèÿ ðààèèèè
ì ñí î ááí èè. Á ÿòí ñèó÷àà ñèñòàí á èç 3-ò òðàáí áí èè ðàñí áààòñÿ í á òðàáí áí èà áàðòè-
èàèù ù ò èí èáááí èè èàè ñèñòàí ù ñí áí í é ñòàí áí ùþ ñáí áí áù è ñèñòàí ó 2-ò òðàáí áí èè -
ì óí î ñèòàèùí î óàè ì î í áí ðí òà áí èððá æàáí í é ì ñè oy è áí ðèçí í òàèùí ì áí ñí áù áí èÿ. Ýðà
ñèñòàí á ì î èñù áààò áí ðèçí í òàèùí ì - áðàù àòàèù ù á èí èáááí èÿ ì àññèáí ù ò óàè.

Ì ðèááááí í ù á è èèððàòòòà, á ÷. ì î ðí àòèáí í é, ðàñ÷àòí ù á òí ðí óéù ì î èó÷áí ù ñí î -
ðàààèáí í ù è áí î ù áí èÿì è.

Â ÷àòí í ñòè, ì ðè ðàñ÷àòá í á è ì óéñí ù á áí çààèèàèÿ áðàù àòàèù ù á èí èáááí èÿ ðàñ-
ñí àððèàþ òñÿ í áçààèèè ì î òðí ðèçí í òàèùí ù ò, ò.á. ñèñòàí á èç 2-ò òðàáí áí èè áù ðí æàááò-
ñÿ á í áí î òðàáí áí èà áðàù àòàèù ù ò èí èáááí èè [5].

Ì àò àù, ì ñí í ààí í ù á í á Ì Ò è È Ì Ò, ì í çàí è ÿ þ ò í ò í í ñ è ò à è ù í í ò í ñ ò í (à ò à í è à ò í ò è í ÿ ò ò ò è ç è ÷ à ñ è è ò à í í ò ù á í è é) í í è ó ÷ è ò ù ò í ÷ í ù á ò í ò í ò è ù ò ò à ñ ÷ à ñ à ñ ñ è á í ù ò ò à è í á í ò è ò è í à è ÷ à ñ è è á è è ò í í ò è ù ñ è á í ù á í à à ò ó ç è è. Ì Ò è È Ì Ò à è ÿ ò à ñ ÷ à ò à à à ò è è à è ù í ù ò è à ñ ò è ç í ò à è ù í í – à ò à ù ò à è ù í ù ò è í è á á á í è é ò à ñ ñ è á í ù ò ò à è í í è ó ÷ á í ù á [6]. Ç à ñ à à í ò è á í à è ò ñ ÿ ÷ è ñ è á í í ù è í ò è ò à ò à ñ ÷ à ñ à ñ ñ è á í í à ñ ò ó í à à í á í ò à í ò è à à è ñ ò à è è ò è á í í à á í í í à ñ à à ò è è à è ù í í à ñ è ò í ò è ù ñ à, è è í è ÿ à à è ñ ò à è ÿ è í ò í ò í à ñ í ò í ò í à è ò ñ ÿ è ñ ò á í ò è ñ è ò à ò í ò í ò í í ñ è ò à è ù í í ò á í ò à à í à ñ ñ.

È è ò à ò à ò ó ò à

1. Ñ í è í á í á í è è í á Á.Á. Ñ ò à è ñ ò è ÷ à ñ è à ÿ à è í à í è è à è è í á é í ù ò ñ è ñ ò à í à à ò í í à ò è ÷ à ñ è í – à ñ ò í ò à à è á è ÿ. Ì .: Ò è ç í à ò à è ç, 1960
2. × à ò í í á Þ .Ò. Í à ò à à à ò í ÷ í ù á è è ò í í ò è ù ñ í ù á í à ò à ò í á í ù á ò ó í è ò è è à ç à à à ÷ à ò à è í à – ÷ à ñ è í à ñ ò à ñ ÷ à ñ ò ò ó è è è, á ñ á. Ý è ñ í à ò è í á í ò à è ù í à ÿ í à ò á í è è à è ò à ñ ÷ à ò ñ í ò ó à à – í è é (È í ñ ò è í ñ è è à ÷ à ò á è ÿ), Ì .: Ì Á Ñ Ó, 2004, ñ.137-143.
3. × à ò í í á Þ .Ò. Í í á í à è è í á Á.È. Í ò á í è à ÿ ò ò à è ò è á í í ñ ò è à è á ò í è ç í è ÿ ò è è ò è ò è í ò à à ò í í à ñ à à è ñ ò à è ÿ, Í à ó ÷ í í – í ò à è ò è ÷ à ñ è à ÿ è í í ò à ò á í ò è ÿ. Á ò í à ñ è í è ñ ò ò í è ò à è ù í ù è è í í – í è à è ñ è á á ç í í à ñ í í ñ ò ù à è ç í á í á á ñ í á ÷ á í è ÿ à ò à à à á í, ñ á. á í è è à á í á, Ì .: Ì Á Ñ Ó, 2005, ñ.183-189.
4. × à ò í í á Þ .Ò. È í è á á á í è á í è è ò ù ñ í ò è ñ í à à è í á í í é ò è ñ ñ í é í á ò í ò ó à ñ í í ñ í í à à – í è è ÷ Ñ ò ò í è ò à è ù í à ÿ í à ò á í è è à è ò à ñ ÷ à ò ñ í ò ó à à í è é, 1983, ¹ 2, ñ.44-48.
5. Ð ò è í á í à ñ ò á í í í í ò í á è ò è ò í á à í è þ ò ó í à à í á í ò í á í à ò è í ñ à è í à í è ÷ à ñ è è ò è í à à ò ó ç – è à í è, Ì .: Ñ ò ò í è è ç à à ò, 1982.
6. × à ò í í á Þ .Ò. Í í á í à è è í á Á.È. Í à ò à à à ò í ÷ í ù á è è ò í í ò è ù ñ í ù á í à ò à ò í á í ù á ò ó í è – ò è è à ç à à à ÷ à ò à è í à í è ÷ à ñ è í à ñ ò à ñ ÷ à ñ ò ò ó è è ò ó ó í à à í ò í à è ñ è ñ ò à í à è á ò í è ç í è ÿ – ò è è // Ñ á è ñ í í ñ ò í è è í á ñ ò ò í è ò à è ù ñ ò á í . Á á ç í í à ñ í í ñ ò ù ñ í í ò ó à à í è é. 2006, ¹ 1, c.55-59.