



АПСЕМЕТОВ М.Ч., МУКТАРОВ Т.К., ТОНУЕВА Г.И., ТАШБАЕВА А.А.
¹КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

APSEMETOV M.CH., MUKTAROV T.K., TONUEVA G.I., TASHBAEVA A.A.
¹KSUCTA n.a. N. Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic
muhtar.ap@mail.ru, muktarov.tologon@mail.ru

БАСАНДОО КОЭФФИЦИЕНТИНИН ИМАРАТТАРДЫ ЖАНА КУРУЛМАЛАРДЫ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯЛООДОГУ ТААСИРИ

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАТУХАНИЯ ПРИ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

DAMPENING FACTOR FOR SEISMIC ISOLATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

В работе рассматривается влияние коэффициента затухания на сооружение при колебаниях и раскрывается физический смысл коэффициента затухания и логарифмического декремента.

Ключевые слова: колебание, период, коэффициент затухание, логарифмический декремент, сейсмоизоляция, расчетная схема, динамический коэффициент, собственное колебание, вынужденное колебание.

Бул иште термелүү учурунда басаңдоо коэффициенттин курулмага тийгизген таасири каралып, басаңдоо коэффициенттин жана логарифмалык декременттин физикалык мааниси каралат.

Өзөк сөздөр: термелүү, мезгил, басаңдатуу коэффициенти, логарифмикалык декремент, сейсмоизоляция, эсептөө схемасы, динамикалык коэффициент, өздүк термелүү, мажбурлаган термелүү.

The influence of the reducing coefficient to structure during swining is considered and the physical meaning of the reducing coefficient and logarithmic decrement is discovered in this work.

Key words: oscillation, period, attenuation coefficient, logarithmic decrement, seismic isolation, design scheme, dynamic coefficient, natural oscillation, forced oscillation.

Азыркы учурда жер титирөөгө туруктуу курулушта тышкы динамикалык күчтөрдүн конструкцияларына тийгизген таасирин азайтуу үчүн резинадан жасалган амортизаторлор, жылма төшөгүчтөр, кинематикалык тирөөчтөр, диссипативдик касиеттери бар ийкемдүү тирөөчтөр кеңири колдонулат. Жер титирөөгө туруктуу курулушта курулмаларга сейсмикалык таасирди азайтуунун мындай ыкмасы курулуштарды сейсмикалык коргоонун активдүү ыкмасы деп аталат /1, 2, 3, 4/.

Бул конструкциялардын бардыгы төмөнкү себептердин натыйжасында курулмаларга сейсмикалык таасирлерди азайтат:

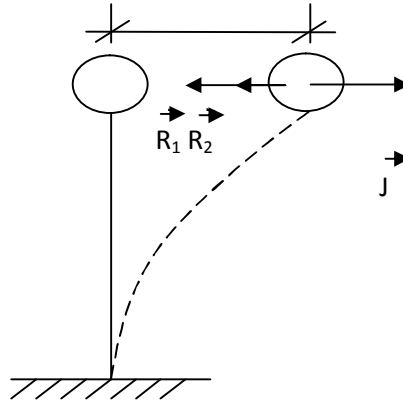
1. Курулмалардын өздүк термелүү мезгилдерин көбөйтөт.
2. Курулмаларда термелүүсүн басаңдатуу коэффициенти жогорулатат.
3. Курулмалардын өздүк термелүү формасын өзгөртөт.

Иштерде /1, 3, 4/ сейсмикалык таасирлердин азайышына курулмалардын өздүк термелүүнүн мезгилинин жана формаларынын таасири каралган.

Бул иште сейсмикалык таасирлер астында басаңдоо коэффициентинин курулмаларга тийгизген таасири каралып, ε басаңдоо коэффициентинин жана δ логарифмалык декременттин физикалык мааниси ачылган.

Алынган натыйжалар эксперименталдык изилдөөлөрдү жүргүзгөндө колдонулушу мүмкүн.

Айрым бир маселелерди чечүү үчүн сейсмикалык туруктуулук теориясында жасалгандай, 1-сүрөттө топтолгон массасы m болгон консоль түрүндөгү эсептик схемасын карап көрөлү /5, 7/.



1-сүрөт. «Топтолгон массасы m менен консоль» эсептик схемасы

Реалдуу курулмалардын эркин термелүүсү менен кыймыл процессинин аздыр-көптүр тез басаңдоосу жүрүп турат. Резинадан жасалган амортизаторлор (демперлер) басаңдоо коэффициенттерин ε жогорулатуу менен тез басаңдоого түрткү болот.

Системага (1-сүр.) $R_1 = ky$, серпилгич каршылык күчү, басаңдоо каршылык күчү $R_2 = \mu\dot{y}$ жана инерция күчү $J = m\ddot{y}$, таасир этет, мында k – катуулук коэффициенти, Н/м, система $y = 1$ м кыймылдаганда серпилгич каршылык күчүн мүнөздөйт; μ - басаңдоо каршылык күчүнүн коэффициенти, Н/м·с, системанын ылдамдыгы $\dot{y} = 1$ м/с болгон басаңдоо каршылык күчүн мүнөздөйт; m - телонун салмагы, кг; \ddot{y} - системанын ылдамдануусу, м/с².

1-сүрөт үчүн термелүү учурунда системанын вектордук теңдемеси төмөнкүдөй болот

$$\vec{J} = \vec{R}_1 + \vec{R}_2, \quad (1)$$

же скалярдык түрдө у огуна проекция

$$m\ddot{y} = -ky - \mu\dot{y};$$

$$m\ddot{y} + \mu\dot{y} + ky = 0. \quad (2)$$

Теңдеменин эки жагын m ге кыскартып, төмөнкүнү алабыз

$$\ddot{y} + 2\varepsilon\dot{y} + \omega^2 y = 0. \quad (3)$$

Дифференциалдык теңдеме (3) системанын эркин термелүүсүн басаңдоо менен эркиндиктин бир

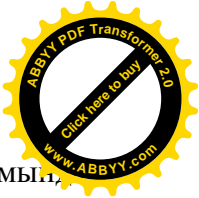
даражасы менен сүрөттөйт. Мында $\varepsilon = \frac{\mu}{2m}$ - басаңдоо коэффициенти (илээшкек каршылык,

демпфирлөө), 1/с; $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ - системанын өздүк термелүүсүнүн айланма жыштыгы, 1/с.

Дифференциалдык теңдеменин чыгарылыш (3) төмөнкүдөй болот /5, 7/:

$$y = e^{-\varepsilon t}(c_1 \cdot \sin \omega_1 t + c_2 \cos \omega_1 t). \quad (4)$$

(4) туюнтма (3) теңдеменин жалпы чыгарылышы болуп саналат, анда c_1, c_2 – баштапкы шарттар менен аныкталуучу ар кандай туруктуулар (константалар); $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - \varepsilon^2}$ - басаңдоону эске алуу менен өздүк термелүүнүн айланма жыштыгы, 1/с; t – убактысы, с.



Эгерде c_1 жана c_2 туруктуулардын ордуна туруктуу A жана α киргизилсе, мында $c_1 = A \cdot \cos \alpha$, $c_2 = A \cdot \sin \alpha$, анда $y = A \cdot e^{-\varepsilon t} (\sin \omega_1 t \cdot \cos \alpha + \cos \omega_1 t \cdot \sin \alpha)$ алабыз же $y = A \cdot e^{-\varepsilon t} \sin(\omega_1 t + \alpha)$, (5)

мында A –термелүү амплитудасы, м; α -термелүүнүн баштапкы фазасы, рад.

Туюнтма (5) синусоид менен жазылат, демек, гармоникалуу термелүү, термелүү мезгили менен T_1 :

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}, \quad (6)$$

Мезгилге тескери f_1 чоңдук жана бир секунд ичинде термелүүнү аныктоочу сан, термелүүнүн жыштыгы деп аталат, $1/c$.

$$f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{\omega_1}{2\pi}, \quad (7)$$

мында $\omega_1 - 2\pi f_1$, ичинде термелүүнүн санын мүнөздөйт

$$\omega_1 = 2\pi f_1.$$

Сейсмотуруктуу курулушта басаңдоо коэффициенти ε өздүк термелүүнүн ω айланма жыштыгынан бир аз азыраак деп эсептелет, жана эсептөөлөрдө $\omega_1 \approx \omega$, $T_1 \approx T$ деп кабыл алынат. Мындайча теңдөөнү курулмаларды сейсмоизоляциялоодо жүргүзүүгө болбойт, анткени резина амортизаторлор басаңдоо коэффициентин ε жана өздүк термелүүлөрүнүн мезгилин T_1 жогорулатат.

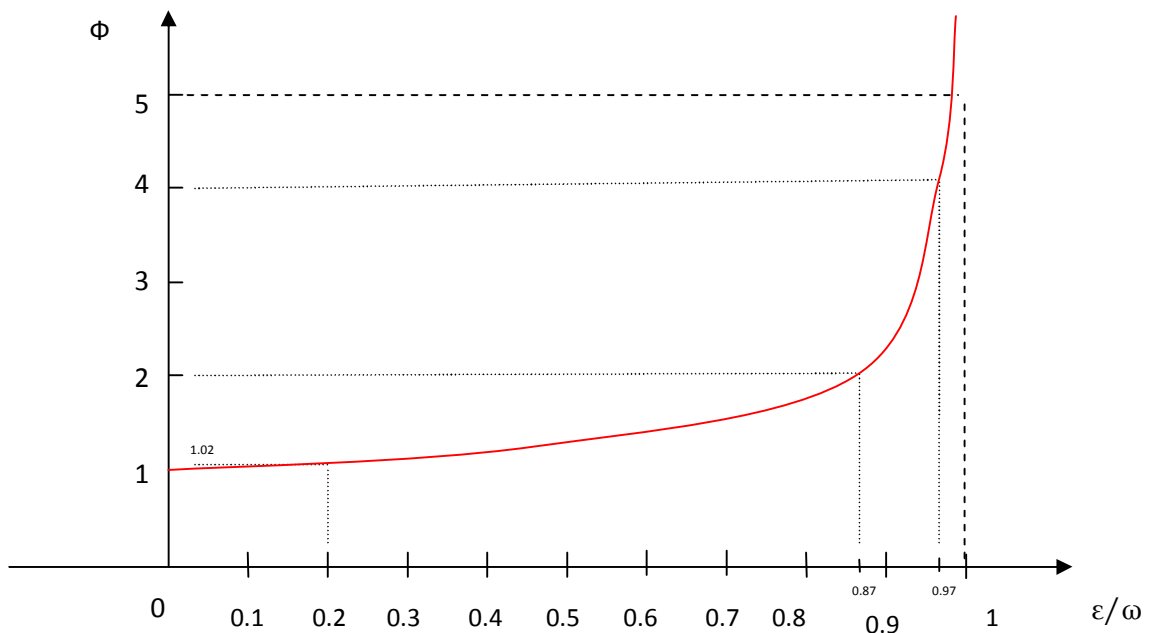
ε нин T_1 га болгон таасирин анализдейбиз, (6) дан ээ болобуз

$$T_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - \varepsilon^2}} = \frac{2\pi}{\omega \sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{\omega^2}}} = \frac{T}{\sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{\omega^2}}}. \quad (8)$$

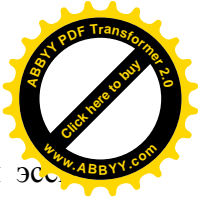
Бул формула, эгерде $1 - \frac{\varepsilon^2}{\omega^2} > 0$ болгондо, же $|\frac{\varepsilon}{\omega}| < 1$, туура болот, анткени $\varepsilon > 0$, анда биз $\frac{\varepsilon}{\omega} < 1$ же $\varepsilon < \omega$. Биз (8) белгилейбиз $\frac{T_1}{T} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{\omega^2}}} = \Phi$ жана аны мезгилдин чоңоюу коэффициенти деп атайбыз.

$$\Phi = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\varepsilon^2}{\omega^2}}}. \quad (9)$$

2-сүр. мезгилдин чоңоюу коэффициентинин $\frac{\varepsilon}{\omega}$ көз каранды графиги берилген.



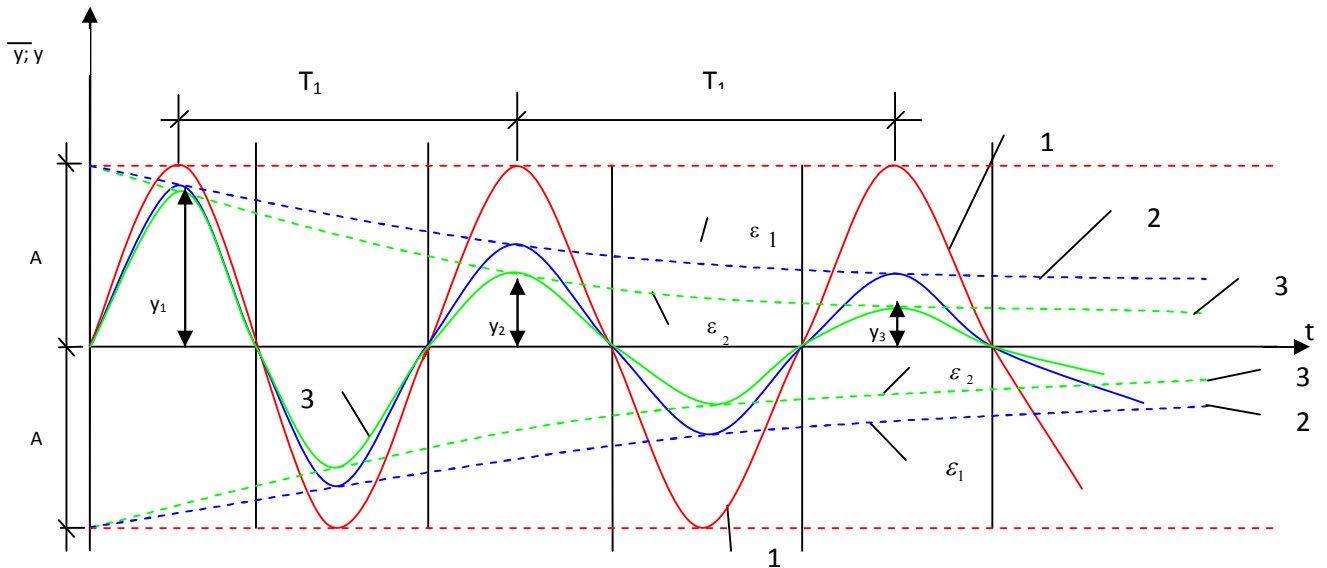
2-сүрөт. Мезгилдин чоңоюу коэффициентинин графиги



2-сүр. графикте эгерде $\frac{\varepsilon}{\omega} = 0,87$ эркин термелүүнүн өздүк мезгили T_1 эки эсе жогорулайт, $\Phi = 2$ жана эгерде $\frac{\varepsilon}{\omega} = 0,97$, болсо, T_1 төрт эсе жогорулайт, $\Phi = 4$, термелүүлөрдү басаңдатууда резиналуу демферелер үчүн мүнөздүү экендиги көрүнүп турат.

3-сүр. (5) формуланын графиги берилген /5, 7/. Эгерде $\varepsilon = 0$ болсо, гармоникалык басаңдабаган термелүү бар болгондугун далилдейт (ийри сызык 1, сүр.3). Басаңдоочу термелүүлөрдүн ийри сызыктарын ийүүчү максимумдарынын үзүк сызыктары төмөнкү формула менен сүрөттөлөт

$$\bar{y}(t) = \pm A \cdot e^{-\varepsilon t}, \quad (10)$$



3-сүрөт. Басаңдоо менен гармоникалык термелүүнүн графиги: 1 – басаңдоосуз термелүү, $\varepsilon = 0$; 2 – басаңдоо менен термелүү ε_1 , 3 – басаңдоо менен термелүү ε_2 , $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$

Бир белгидеги эки ырааттуу амплитуданын катышын алабыз

$$\begin{aligned} \frac{y_n}{y_{n+1}} &= \frac{A \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot \sin(\omega_1 t + \alpha)}{A \cdot e^{-\varepsilon(t+T_1)} \cdot \sin[\omega_1(t+T_1) + \alpha]} = \\ &= \frac{A \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot \sin(\omega_1 t + \alpha)}{A \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot e^{-\varepsilon T_1} \cdot \sin(\omega_1 t + \omega_1 T_1 + \alpha)} = \\ &= \frac{A \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot \sin(\omega_1 t + \alpha)}{A \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot \sin(\omega_1 t + \alpha)} = \frac{1}{e^{-\varepsilon T_1}} \end{aligned}$$

Мында $\omega_1 \cdot T_1 = 2\pi$ - гармоникалык функциянын мезгилин эске алып,

$$\frac{y_n}{y_{n+1}} = \frac{1}{e^{-\varepsilon T_1}} = e^{\varepsilon T_1} \quad \text{ээ болобуз.} \quad (11)$$

Туюнтманын эки бөлүгүн логарифмдеп (11) жана δ белгилеп,

$$\delta = \ln \frac{y_n}{y_{n+1}} = \varepsilon T_1 \quad \text{алабыз} \quad (12)$$

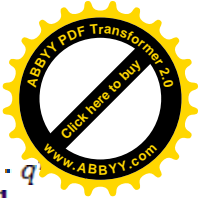
Ошентип, (11) боюнча азаюу чексиз азаюучу геометриялык прогрессиянын мыйзамына туура келет. $\delta = \varepsilon T_1$ чоңдугу термелүүнүн логарифмикалык декременти деп аталат.

δ жана ε коэффициенттеринин физикалык маанисин аныктайбыз. Эгерде термелүүнүн басаңдоосу чексиз азаюучу геометрикалык прогрессиянын q бөлүмү боюнча жүрсө, анда төмөнкү шарт туура келет

$$q = \frac{y_2}{y_1} = \frac{y_n}{y_{n-1}} = \frac{y_{n+1}}{y_n} < 1 \Rightarrow \frac{1}{q} = \frac{y_n}{y_{n+1}} \Rightarrow \ln \frac{1}{q} = \ln \frac{y_n}{y_{n+1}} \quad (13)$$

$$\text{Анда (12)ден жана (13) төн} \quad \delta = \ln \frac{1}{q} \quad (14)$$

ээ болобуз.



Математика курсунан n-дик геометрикалык прогрессиянын мүчөсүн $y_n = y_1 \cdot q$ формуласы боюнча табууга мүмкүн экендиги белгилүү, мындан $\frac{y_1}{y_n} = \frac{1}{q^{n-1}} = \left(\frac{1}{q}\right)^{n-1}$ жана, туюнтманын эки бөлүгүн логарифмдеп, $\ln \frac{y_1}{y_n} = (n-1) \ln \frac{1}{q}$ ээ болобуз жана (14) формула менен алабыз $(n-1) = \frac{1}{\delta} \cdot \ln \frac{y_1}{y_n}$. (15)

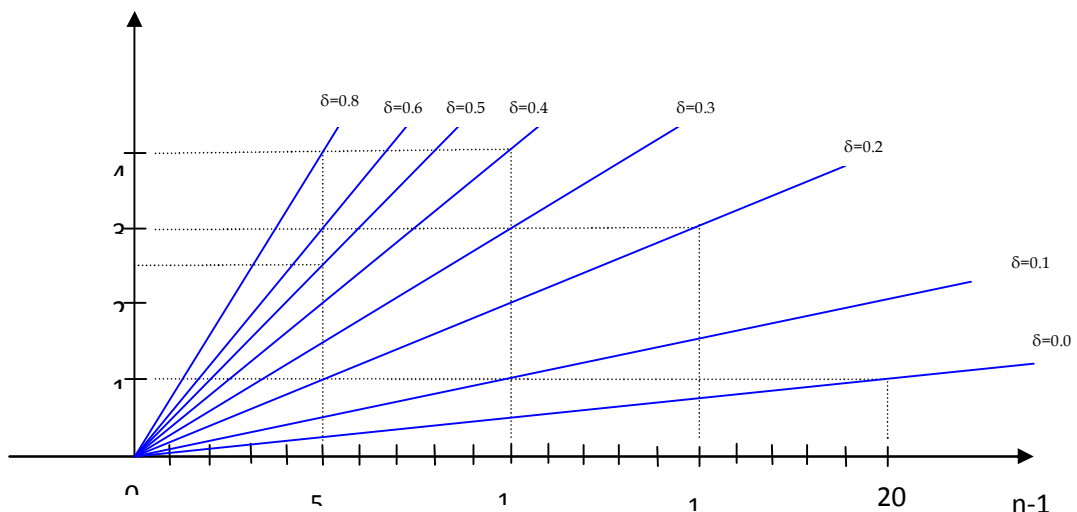
3-сүр. n амплитудалардын санында, термелүүлөрдүн саны (n - 1) боло тургандыгы көрүнүп турат. Андыктан формула (15) δ , y_1 жана y_n берилиштеринде термелүүнүн саны аныкталат. Формуланын (15) маңызын тактайбыз. Эгерде $\frac{y_1}{y_n} = e$, анда $(n-1) = \frac{1}{\delta}$, мындан термелүүнүн амплитудасынын азайышында $e = 2,71$ эсе, логарифмикалык декременттин тескери чоңдугу $\frac{1}{\delta}$ термелүүнүн санына барабар (n - 1). Мисалы, $\delta = 0,1$ -болсо, анда $(n-1) = \frac{1}{0,1} = 10$ термелүүлөрдө термелүү амплитудасы $y = 2,71$ эсе азаят же $\delta = 0,5$ эгерде $(n-1) = \frac{1}{0,5} = 2$ термелүүлөрдө термелүү амплитудасы $y = 2,71$ эсе азаят. Мындан логарифмикалык декременттин тескери чоңдугу $\frac{1}{\delta}$ да n - 1 термелүүнүн санын мүнөздөйт. δ чоңураак болгондо, ошончолук курулмалардын термелүүлөрдө басандоо тез жүрөт.

Эми формуласын (12) төмөндөгүдөй түрдө жазабыз: $\varepsilon = \frac{\delta}{T_1}$, мындан (15) эске алуу менен $\frac{1}{\varepsilon} = \frac{1}{\delta} T_1 = \frac{n-1}{\ln \frac{y_1}{y_n}} \cdot T_1 = \frac{t_1}{\ln \frac{y_1}{y_n}}$ ээ болобуз. (16)

3-сүр. $(n-1) \cdot T_1 = t_1$ - термелүүнүн убактысы секундларда көрүнүп турат, анда $\frac{y_1}{y_n} = e$ шартында (16) ээ болобуз $\frac{1}{\varepsilon} = t_1$. (17)

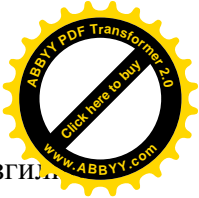
Мындан басандоо коэффициентинин (демпфирлөө коэффициентинин) тескери чоңдугу термелүүнүн амплитудасынын $e = 2,71$ эсе азайышында термелүүнүн мезгилин мүнөздөй тургандыгы белгилөөгө болот. Мисалы, эгерде $T_1 = 0,8$ с $\delta = 0,1, \frac{1}{\varepsilon} = 8$ с. бул болсо, 8 с ичинде термелүүдө термелүүнүн амплитудасы $e = 2,71$ эсе азайган, же $T_1 = 0,8$ с, $\delta = 0,5$ түзгөн. Мындан (16): $\frac{1}{\varepsilon} = 1,6$ с. ээ болобуз. Бул болсо, 1,6 с ичинде термелүүдөгү термелүүнүн амплитудасы $e = 2,71$ эсе азайган.

4-сүр. көз карандылык графиги көрсөтүлгөн $\ln \frac{y_1}{y_n}$ термелүүнүн санынан (n - 1) ар түрдүү δ мааниде.



4-сүрөт. көз карандылык графиги $\ln \frac{y_1}{y_n}$ термелүүнүн санынан (n - 1) ар түрдүү δ мааниде.

Графиктердин δ башка маанилери үчүн колдонулушун карап көрөлү. Мисалы, $\delta = 0,2$ термелүүнүн сандардары $(n-1) = 15$ болгондо, термелүүнүн амплитудасы e^3 эсе азайган, б.а. $\ln \frac{y_1}{y_n} = 3$ же $\frac{y_1}{y_n} = e^3$.



Жогоруда айтылгандан басаңдоо менен өздүк термелүүнүн мезгили байланыштырууга болот. Эгерде t_1 убактысынын ичинде система $(n-1)$ термелет, мында n – бирдей белгидеги амплитудалар менен чекиттердин саны (3-сүр. кара) $y_1, y_2, y_3 \dots y_n$, анда термелүүнүн мезгили $T_1 = \frac{t_1}{n-1}$. (16), (17) жана (15) эске алуу менен $T_1 = \frac{1/\varepsilon}{1/\delta} = \frac{\delta}{\varepsilon}$ же $\delta = \varepsilon T_1$, ээ болобуз, (12) формуласы менен дал келет.

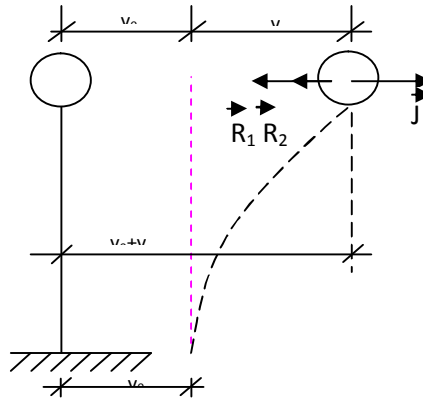
Графиктерден 2-сүр. жана 4-сүр. ε басаңдоонун чакан коэффициенттеринде өздүк термелүүлөрдүн жыштыгын аныктоодо $\omega_1 = \omega$ деп кабыл алына тургандыгы көрүнүп турат, эгерде резина демпферлер ω_1 , басаңдоону эске алуу менен төмөндөгү формула менен аныкталат $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - \varepsilon^2}$.

Эми басаңдоо менен мажбурланган термелүүлөрдү карайбыз. Эсептик схема 5-сүр. көрсөтүлгөн.

Термелүү системасынын теңдемеси (1)дей $\vec{f} = \vec{R}_1 + \vec{R}_2$ болот же скалярдык түрдө $m(\ddot{y}_0 + \ddot{y}) = -ky - \mu\dot{y}$ же, аны m кыскартып,

$$\ddot{y} + 2\varepsilon\dot{y} + \omega^2 y = -\ddot{y}_0, \text{ ээ болобуз} \quad (18)$$

мында ε, ω - басаңдоо коэффициенти, системанын өздүк термелүүсүнүн айланма жыштыгы; \ddot{y}_0 - негиздин ылдамдануусу; y, \dot{y}, \ddot{y} - m массасынын жылышуусу, ылдамдыгы.



5- сүрөт. Системанын басаңдоо менен мажбурланган термелүүлөрүнүн эсептик схемасы: y – массанын жылышуусу; y_0 – негиздин жылышуусу; $(y_0 + y)$ – массанын абсолюттук жылышуусу; y – массанын салыштырмалуу жылышуусу; \ddot{y}_0 - негиздин ылдамдануусу

Ыңгайлуулук үчүн белгилейбиз $-\ddot{y}_0 = f(t)$, мында $f(t)$ – убакыттан функция, акселерограмма, катар же аналитикалык туюнтмалар түрүндө берилиши мүмкүн, анда туюнтма (1) түргө ээ болот /5, 7/:

$$\ddot{y} + 2\varepsilon\dot{y} + \omega^2 y = f(t). \quad (19)$$

Чыгарылыш (19) болот /5, 7/:

$$y = A \cdot e^{-\varepsilon t} (\sin \omega_1 t + \alpha) + \frac{1}{\omega_1} \int_0^t f(\tau) e^{-\varepsilon(t-\tau)} \cdot \sin \omega_1(t-\tau) d\tau, \quad (20)$$

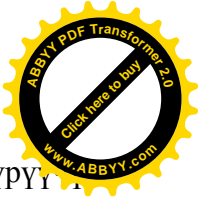
мында τ - интегрирлөө убактысы. Эгерде $f(t) = A_0 \cdot \sin(\theta t + \beta)$ болсо, анда A_0 – мажбурланган термелүүлөрдүн амплитудасы; θ - мажбурланган термелүүлөрдүн айланма жыштыгы; β - мажбурланган термелүүлөрдүн баштапкы фазасы, (20) ны чыгаруу төмөндөгүдөй формулага алып келет /5, 7/:

$$y = A \cdot e^{-\varepsilon t} \sin(\omega_1 t + \alpha) + B \cdot e^{-\varepsilon t} [\sin(\beta - \vartheta) \cdot \cos \omega_1 t + \frac{\theta}{\omega_1} [\cos(\beta - \vartheta) + \frac{\varepsilon}{\theta} \sin(\beta - \vartheta)] \sin \omega_1 t] + B \cdot \sin(\theta t + \beta - \vartheta), \quad (21)$$

$$\text{мында} \quad B = \frac{A_0}{L}; \quad \sin \vartheta = \frac{2\varepsilon\theta}{L}; \quad \cos \vartheta = \frac{\omega^2 - \theta^2}{L};$$

$$L = \frac{2\varepsilon\theta}{\omega^2 - \theta^2}; \quad L = \sqrt{(\omega^2 - \theta^2)^2 + 4\varepsilon^2\theta^2}. \quad (22)$$

(21) формуладагы биринчи мүчө y_0 баштапкы четтен чыгуу жана V_0 ылдамдык менен басаңдоочу эркин термелүүлөрдү $\omega_1 < \omega$ жыштык менен берет; экинчи мүчө ω_1 жыштык менен жүрүүчү басаңдоочу коштогон термелүүлөрдү жана $f(t)$ тышкы таасир



астында жүргөнүн сүрөттөйт, жана, албетте, үчүнчү мүчө θ жыштыгы менен жүрүү мажбурланган гармоникалуу термелүүлөрдү аныктайт.

Бир аз убакыт өткөндөн кийин алгачкы эки кошулган термелүүлөр у жана мажбурланган термелүүлөр гана калат, алар туруктуу амплитуда B жана θ термелип турат, б.а. система орнотулган режимде термеле баштайт.

Баштапкы мезгил ω_1 жыштыгы менен термелүүнүн жоголгонуна чейинкисин орнотула элек термелүүлөр же өткөөл термелүүлөр деп аталат.

Нөлдүк баштапкы маанилерде $y_0, V_0, \alpha = 0, \beta = 0$ формула (21) жөнөкөйлөнөт жана төмөндөгүдөй түрдө берилет:

$$y = \frac{A_0}{L} \left\{ \frac{\theta}{L} e^{-\varepsilon t} \left[2\varepsilon C \cos \omega_1 t - \frac{1}{\omega_1} (\omega^2 - \theta^2 - 2\varepsilon^2) \cdot \sin \omega_1 t \right] + \sin(\theta t - \vartheta) \right\}. \quad (23)$$

Термелүүлөрдүн аныкталган бөлүгү (ω_1 жыштыгы менен термелүүнүн басаңдоосунан кийин) амплитудага ээ /5, 7/:

$$y_D = \frac{A_0}{\sqrt{(\omega^2 - \theta^2)^2 + 4\varepsilon^2 \theta^2}} = \frac{y_C}{\sqrt{(1-z^2)^2 + 4\eta^2 z^2}}, \quad (24)$$

мында A_0 – ылдамдануунун максималдуу амплитудасы, $z = \frac{\theta}{\omega}$; $\eta = \frac{\varepsilon}{\omega}$; $y_C = \frac{A_0}{\omega^2}$ – статикалык жылышуу.

(24) дан динамикалуулуктун коэффициентинин чоңдугун табабыз $1 + \mu = \frac{y_D}{y_{cm}}$.

$$1 + \mu = \left| \frac{1}{\sqrt{(1-z^2)^2 + 4\eta^2 z^2}} \right|. \quad (25)$$

6-сүр. ар түрдүү η маанисинде формуланын (25) графиги берилген.

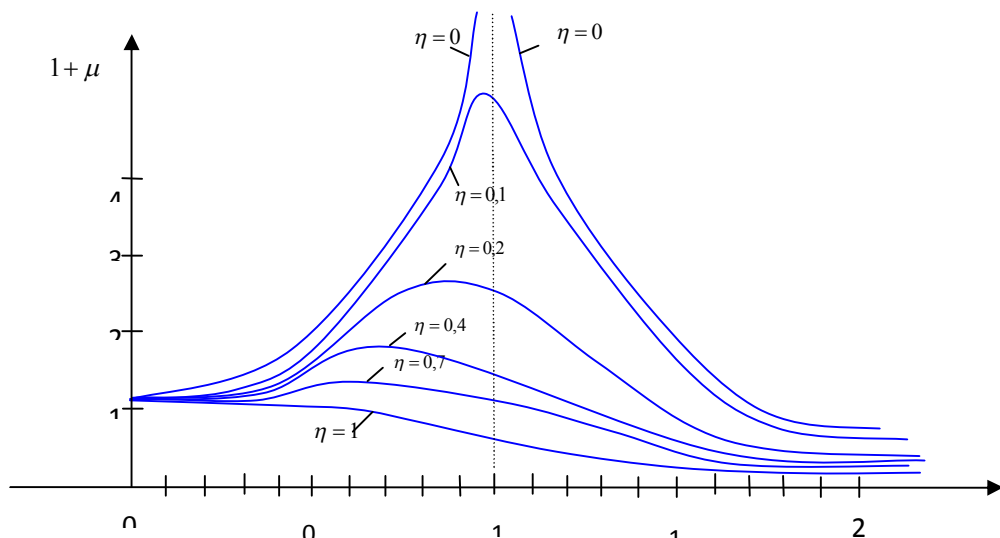
Формуланын анализи (25) төмөндөгүдөй жыйынтык чыгарууга мүмкүндүк берет:

1. Чоңдук $(1 + \mu)$ кандай гана мааниде болбосун $z \rightarrow \infty$ ге умтулбайт.
2. Максимум $(1 + \mu)$ маанисине туура келет $z = \sqrt{1 - 2\eta^2}$, $z = 1$ эмес, жана барабар

$$(7\text{-сүр. кара}) \quad 1 + \mu = \frac{1}{2\eta(1-\eta^2)^{0.5}}. \quad (26)$$

Формула (26) функцияны экстремумду изилдөө менен (25) формуладан алынат.

Ал үчүн биринчи туундуну $(1 + \mu)$ функциясынан z боюнча нөлгө теңейбиз жана $z = \sqrt{1 - 2\eta^2}$. критикалык чекитти табабыз. Андан соң бул маанисин z формулага коюп (25), функция максимум мааниге ээ формуланы (26) табабыз.



6- сүрөт. Ар түрдүү η дагы динамикалуулук коэффициенттин графиги

3. η чоң эмес маанилеринде чоңдук $z \approx 1$. Адатта резонанс катарында, эгерде $z = 1$, жана анда $1 + \mu = \frac{1}{2\eta} = \frac{\omega}{2\varepsilon} = \frac{2\pi}{T \cdot 2\varepsilon} = \frac{\pi}{\delta}$, учурду карашат. Ошентип, эгерде системаны сыноонун жыйынтыгында чоңдук белгилүү $(1 + \mu)$, анда термелүүнүн логарифмикалык



декременттин чоңдугун табууга болот $\delta = \frac{\pi}{1+\mu}$

(27)

4. 6-сүр. динамикалууулук коэффициенттин ийри максимумдары $\eta = \frac{\pi}{\epsilon}$ (басаңдоо коэффициентин) коэффициенттин чоң маанилери үчүн бирден солуураак жайгашкандыгы:

$z = 1$ көрүнүп турат. η аз маанилеринде максимум маанилерине туура келет $z \approx 1$, ал эми $\eta = 0$, $z = 1$ динамикалык коэффициент чексиздикке умтулат.

5. Сеймотуруктуу курулушта сейсмоизоляция үчүн резина демпферлерди колдонууда сейсмикалык жүктөмгө болгон эсептөөлөрдү аныктоодо анык басаңдоо коэффициентин жана курулмалардын өздүк термелүүлөрүнүн мезгилин табыш керек, себеби салтуу конструкциялары менен курулмалардагы басаңдоо коэффициенттеринен жана өздүк термелүүдөрдүн мезгилинен чоңураак болот.

Адабияттардын тизмеси

1. Апсеметов М.Ч. Характерные повреждения дорожных сооружений при землетрясениях [Электронный ресурс] / М.Ч. Апсеметов, А.Б. Курбанбаев, Н.А.Осмонканов, К.Ж. Калыков Амирали уулу М. // Вестник КГУСТА. - 2020. - № 1 (67). - Режим доступа: <https://vestniksucta.kg/wp-content/uploads/2020/1/Vestnik-167-2020.pdf>

2. Жунусов Т.Ж. О возможности применения амортизирующих опорных частей в балочных автодорожных мостах [Текст] / Т.Ж.Жунусов, М.Ч.Апсеметов // Труды межд. конф. «Проблемы механики». – Бишкек: 1994.

3. Сейсмоизоляция и адаптивные системы сейсмозащиты [Текст]. - М.: Наука, 1983.

4. Чуднецов В.П., Апсеметов М.Ч. А.с. СССР № 160989, А.с. СССР № 1717694, а.с.СССР № 1912264, а.с. СССР № 160980.

5. Черепинский Ю.Д. Сейсмоизоляция жилых зданий [Текст] / Ю.Д. Черепинский. – Алматы: 2003.

6. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий [Текст] / С.В.Поляков. - М.: Высшая школа, 1983. - 304 с.

7. Пискунов Н.С. Дифференциальные и интегральные исчисления [Текст] / Н.С.Пискунов. - М.: Наука, Т.2.- 1985. - 560 с.

8. Жунусов Т.Ж. Основы сейсмостойкости сооружений [Текст] / Т.Ж.Жунусов. - Алма-Ата: Рауан, 1990.–70 с.

9. Тарг С.М. Краткий курс теоретический механики [Текст] / С.М. Тарг. - М.: Высшая школа, 1986.– 416 с.