

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТЛАР УНИВЕРСИТЕТИ**

«МЕХАНИКА ВА КОМПЬЮТЕРЛИ МОДЕЛЛАШТИРИШ» КАФЕДРАСИ

**ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИНИНГ ДИНАМИКАСИ ВА
ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИ ФАНИ**

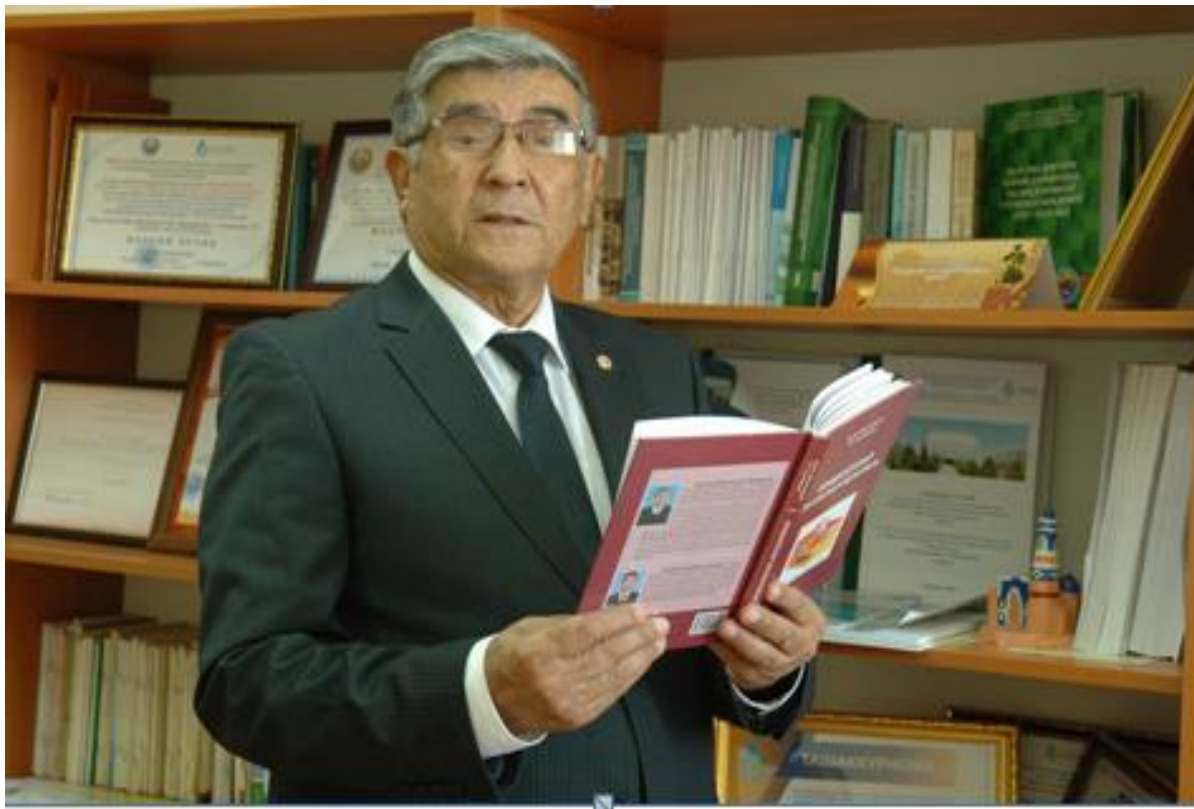
МИРСАИДОВ МИРЗИЁД МИРСАИДОВИЧ

**МАВЗУ-1 , 2: ДИНАМИК ЮКЛАРНИНГ ТУРЛАРИ. ДИНАМИКАДА ҚАБУЛ ҚИЛИНГАН
АСОСИЙ ФАРАЗЛАР. ЭРКИНЛИК ДАРАЖАСИ БИРГА ТЕНГ БЎЛГАН СИСТЕМАЛАРНИНГ
ЭРКИН ТЕБРАНИШИ.**

ТОШКЕНТ-2023



TIQXMMI
"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI"
MTU
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI



МИРСАИДОВ МИРЗИЁД МИРСАИДОВИЧ
т.ф.д., профессор, ЎзР ФА академиги

• 4-МАЪРУЗА

• РЕЖА:

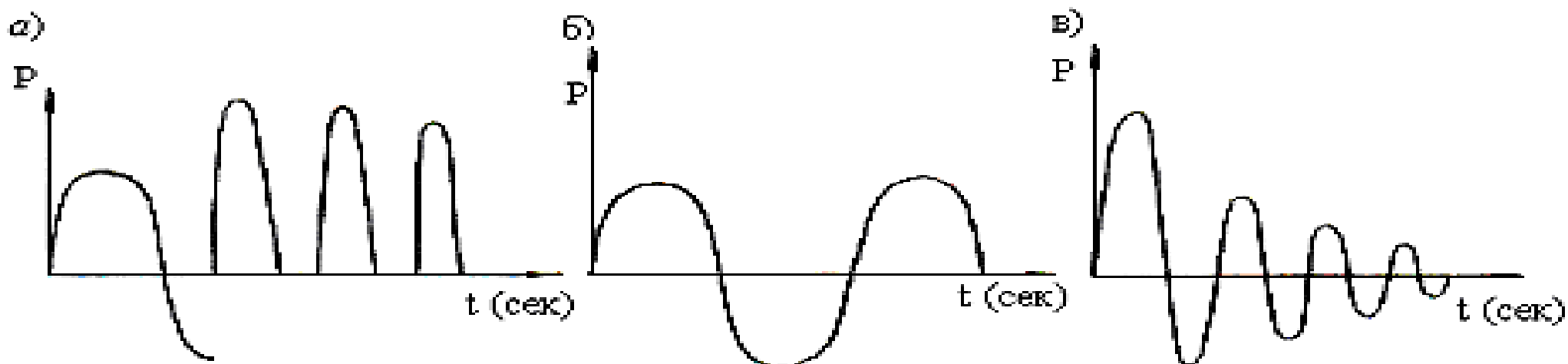
1. **Статик ва динамик кучлар тўғрисида тушунча.**
2. **Титраш ходисасининг фойдали ва зарарли томонлари.**
3. **Иншоотлар динамикасининг гипотеза ва фаразлари.**
4. **Иншоотларнинг ҳисоб схемалари тўғрисида тушинча.**
5. **Иншоотлар динамикасининг тенгламаларини тузишдаги принциплар.**
6. **Иншоотларнинг эркинлик даражаси ҳақида тушинча.**
7. **Иншоотлар динамикасида куриладиган ҳаракат турлари.**
8. **Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган системаларнинг эркин тебраниши (суниш ҳисобга олинган ҳол).**
9. **Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган системаларнинг эркин тебраниши (суниш ҳисобга олинмаган ҳол).**

4.1. Статик ва динамик кучлар тўғрисида тушунча.

Статик кучлар вақт бўйича узгармайди еки нолдан бошлаб, вақт бўйича аста-секин ўзгариб боради ва ўзининг охириги қийматига эришгач, ўзгармас бўлиб қолади.

Динамик кучларнинг статик кучлардан фарқи шундаки, динамик кучлар вақт бўйича тез ўзгариб, иншоот нуқталарида маълум тезланишларни вужудга келтиради ва иншоот элементларида, массаларида инерция кучларини ҳосил қилади. Динамик кучлар таъсирида иншоотда вужудга келадиган деформациялар ва кучланишлар вақтнинг функцияси ҳисобланади. Бундай кучлар таъсирида иншоот қисмларида вужудга келган ҳаракатлар кучларнинг таъсири тўхтагандан кейин ҳам давом этиши мумкин.

4.1-расмда динамик юкларнинг вақт бўйича ўзгаришини ифодаловчи графиклар келтирилган. 4.1а-расмда, жуда қисқа вақт ичида таъсир этувчи **зарба кучи** графиги тасвирланган.

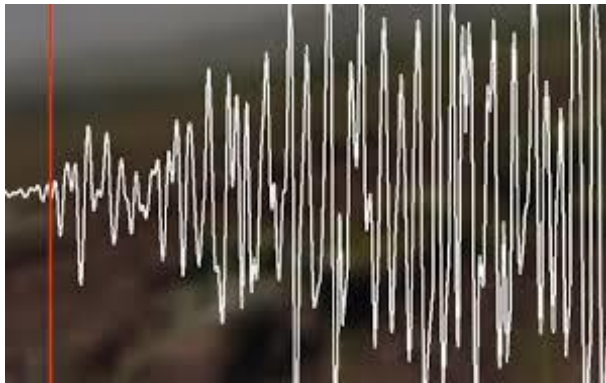


4.1-расм. Динамик кучларнинг вақт бўйича ўзгариши

Мувозанатлашмаган массага эга бўлган машина қисмларининг бир маромда айланиши натижасида гармоник деб аталувчи **вибрацион ёки микросейсмик куч** ҳосил бўлади. Унинг вақт бўйича ўзгариш графиги 4.1б-расмдаги кўринишга эга бўлади. Сейсмик таъсирлар натижасида **сейсмик кучнинг ўзгариш графиги** 4.1в-расмда ўз ифодасини топган.

4.2. Титраш ходисасининг фойдали ва зарарли томонлари.

Титраш (вибрация) ходисаси пайдо бўладиган ва қўлланиладиган жойига қараб, салбий ёки ижобий ходиса сифатида қаралиши мумкин. Масалан, бетон массасини зичлаштиришда, сочилувчан материалларни бир жойдан иккинчи жойга кўчиришда, свай қозикларни ўрнатишда вибрация ходисасидан ижобий ходиса сифатида кенг фойдаланилади. Қолган ҳолларда бу ходиса кўп салбий оқибатларга олиб келиши мумкин. Қолган барча ҳолларди-зарарли ҳисобланади.



4.3. Иншоотлар динамикасининг гипотеза ва фаразлари.

Иншоотларни ҳисоблашда ҳақиқий объектнинг ўзидан эмас, балки унинг идеаллаштирилган (шартли) схемасидан фойдаланилади. Объект идеаллаштирилганда, биринчидан унинг барча хусусиятларини тўлиқ ҳисобга олиш лозим бўлади, иккинчидан ҳисоб ишларининг техник имкониятлари ҳам инобатга олинади.

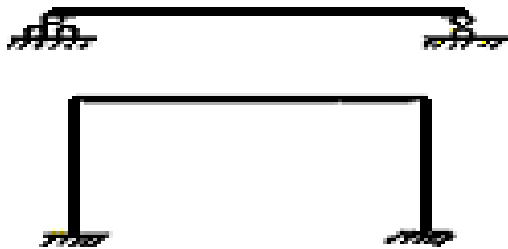
I. Ҳисоб ишларини амалга оширишда бир нечта гипотеза ва фаразлардан фойдаланилади, яъни:

1. Материаллар яхлит, бир жинсли ва изотроп деб қаралади.
2. Деформациялар конструкцияларнинг ўлчамларига нисбатан кичик деб фараз қилинади (суперпозиция принципи фойдаланиш).
3. Иншоот материали идеал-эластик жисм, яъни материал Гук қонунига бўйсунди деб фараз қилинади (суниш эътиборга олинмайди).

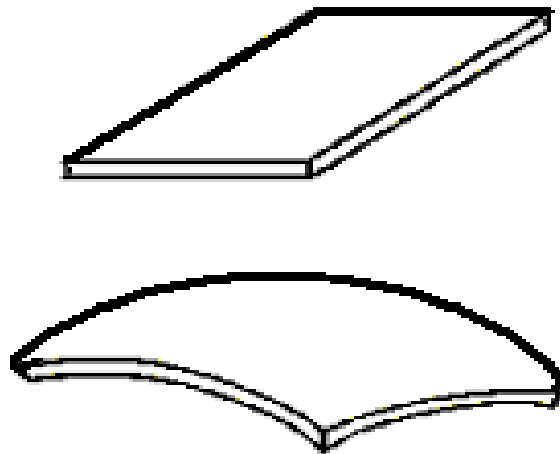
4.4. Иншоотларнинг ҳисоб схемалари тўғрисида тушинча.

Ҳисоблаш схемаларини тузишда, барча муҳандислик иншоотлари уч асосий турга ажратилади (4.2-расм): а) стерженли системалар (балка, рама, арка, ферма), б) пластина ва қобиклар, в) массив иншоотлар.

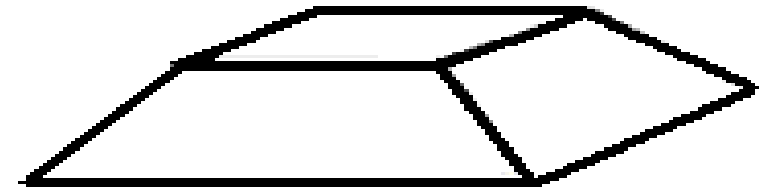
а)



б)



в)



4.2-расм. Ҳисобий схемаларининг турлари

4.5. Иншоотлар динамикасининг тенгламаларини тузишдаги принциплар.

Иншоотлар динамикасининг тенгламалар тузишда Ньютонни иккинч конуни еки Даламбер принциpidан фойдаoанилади. Бу иккита йул билан тенглама тузилса албатта инерция кучлари эътиборга олинади.

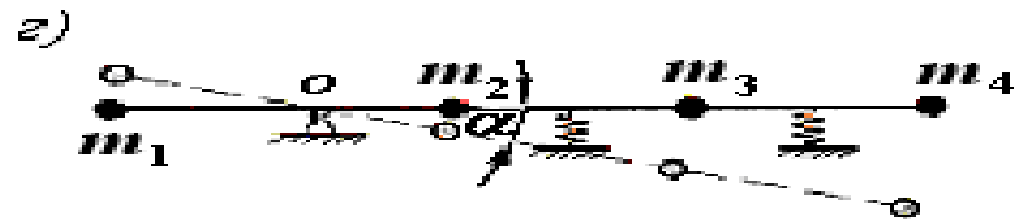
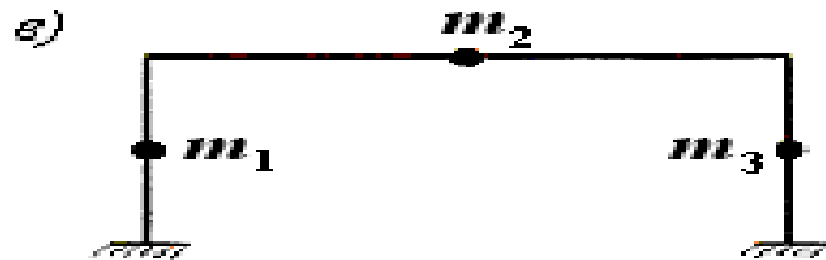
Эслатиб ўтамиз: Вақт бўйича биринчи ҳосила тезликни, иккинчи ҳосила тезланишни беради. Инерция кучи эса масса билан тезланишнинг кўпайтмасига тенг.

4.6. Иншоотларнинг эркинлик даражаси ҳақида тушинча.

Эркинлик даражаси деганда система тебранганида исталган вақт оралиғида массаларнинг ҳолатини белгиловчи геометрик параметрлар, яъни мумкин бўлган ихтиёрий кўчишлар сони тушунилади. Бу тушунча статикадаги тушинча билан бир хил эмас, чунки статикада жисм абсолют каттик деб каралади.

Иншоотлар динамикасида эса, системанинг эркинлик даражасини аниқлашда, айнан унинг эластик ёки эластик-пластик деформациялари кўрилади.

Масалан, 4.3а-расмда битта тўпланган m_1 массали вазнсиз балканинг эркинлик даражасини бирга тенг деб қараш мумкин, чунки бу массанинг ҳолати биргина параметр y_1 билан аниқланади. 4.3б-расмда кўрсатилган учта тўпланган (m_1, m_2, m_3) массали балканинг эркинлик даражаси учга тенг, чунки m_1, m_2, m_3 массаларнинг ҳолати y_1, y_2, y_3 солқиликлар орқали аниқланади.



4.3-расм. Ҳар хил эркинлик даражасига эга бўлган системалар

4.3в-расмда, тасвирланган тўпланган уч (m_1, m_2, m_3) массали раманинг эркинлик даражаси тўртга тенг, сабаби m_1 ва m_3 массаларнинг ҳолати фақат горизонтал йўналишдаги кўчишлар орқали, m_2 массанинг ҳолати эса ҳам горизонтал, ҳам вертикал кўчишлар орқали ифодаланади.

Агар стерженларнинг бўйлама деформациялари ҳам ҳисобга олинса, 4.3в-расмда кўрсатилган раманинг эркинлик даражаси олтига тенг бўлади, чунки бунда m_1 , m_2 ва m_3 массалар фақат горизонтал эмас, балки вертикал кўчишларга ҳам эга бўлади.

Чексиз катта бикирликка эга бўлган балканинг эркинлик даражаси массаларининг сони қанча бўлишидан қатъий назар, бирга тенг бўлади (4.3г-расм). Чунки барча массаларнинг ҳолати биргина параметр, яъни системанинг 0 (ноль) нуқтасига нисбатан айланиш бурчаги α билан аниқланади.

Агар эластик система ёйилган массали деб қаралса, у ҳолда бундай системанинг эркинлик даражаси чексиз кўп бўлади.

4.7. Иншоотлар динамикасида куриладиган ҳаракат турлари.

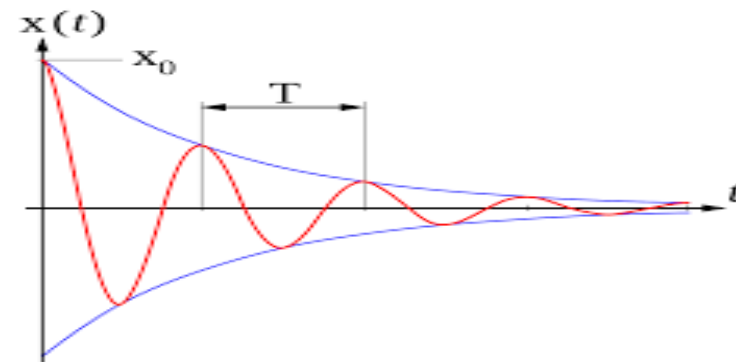
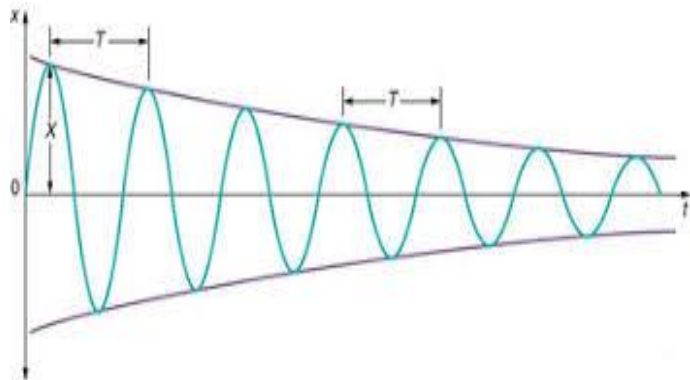
Хусусий тебранишлар, бу энг тартибли ҳаракатлар бўлиб, ташқи таъсирларсиз содир бўлади.

Барқарорлашган (турғун) мажбурий тебранишлар ташқи даврий таъсирлардан вужудга келувчи тебранишлар бўлиб, бу ҳолда системанинг ҳаракати жуда узок вақт давом этади, деб қаралади. Шунинг учун бошланғич шартлар система ҳаракатига таъсир этмайди.

Барқарорлашмаган (нотурғун) мажбурий тебранишлар нодаврий таъсирлар натижасида вужудга келади. Бу ҳолда қаралаётган нотурғун тебранишлар қисқа муддатли бўлади, шунинг учун ҳам системанинг ҳолати унинг бошланғич кўчиши ва тезлигига боғлиқ бўлади.

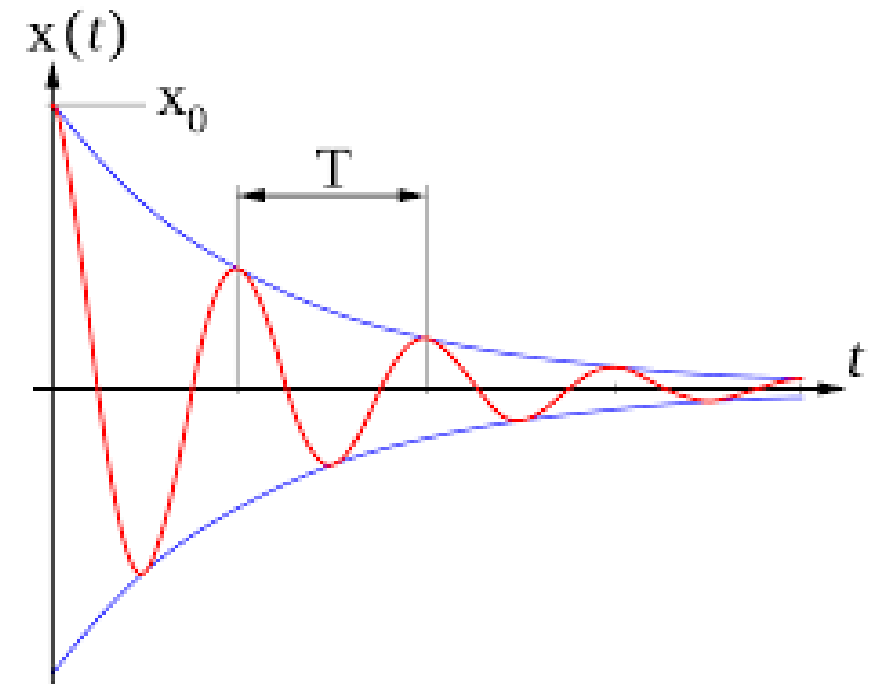
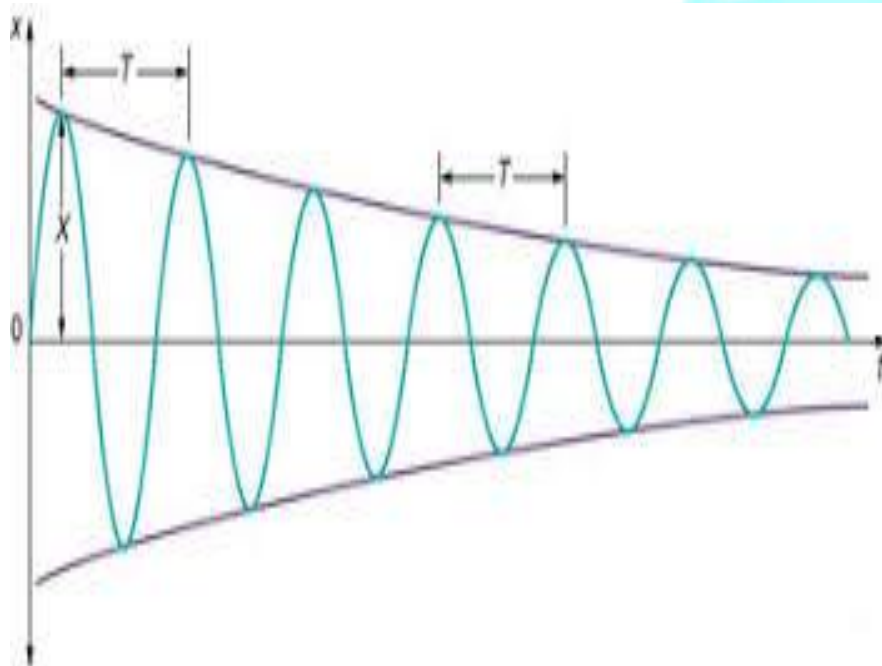
Эркин тебранишларни нотурғун мажбурий тебранишларнинг хусусий ҳоли сифатида қараш мумкин, чунки улар $t=t_0$ дақиқадаги бошланғич таъсир натижасида вужудга келади, кейин эса ташқи таъсирлардан холи бўлади.

Хусусий ва эркин тебраниш тушунчалари бир-биридан фарқланади. Эркин тебранишлар хусусий тебранишларнинг суперпозицияси (йиғиндиси) ҳисобланади. Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган системалардагина бу тушунчалар ўзаро мос тушади.



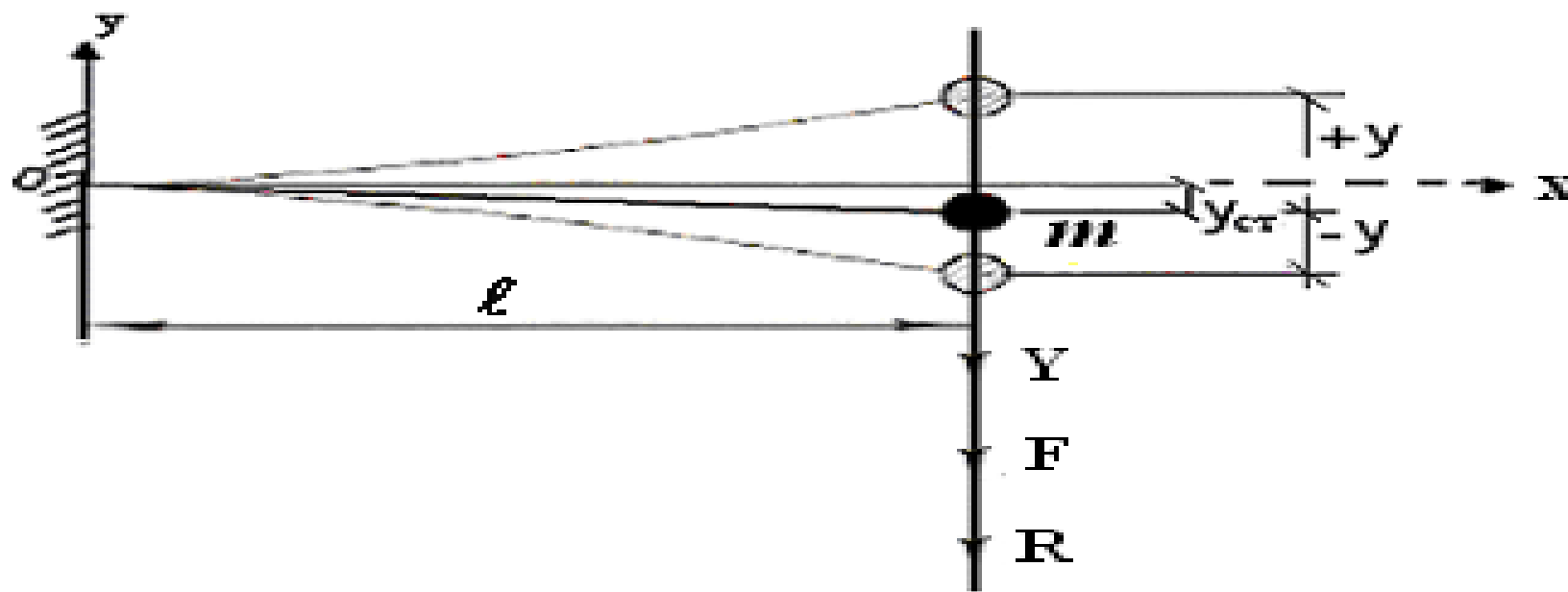
4.8. Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган системаларнинг эркин тебраниши (суниш ҳисобга олинган ҳол).

Агар эластик система бирор ташқи таъсир натижасида мувозанатдан чиқарилса, ташқи таъсир олингач, система сўнувчи эркин тебранма ҳаракат қилади.



Бир учи бикир маҳкамланган, иккинчи учига тўпланган масса m қўйилган балканинг (яъни эркинлик даражаси бирга тенг бўлган системанинг) эркин тебранишини кўриб ўтамиз (4.4- расм).

Бу ҳолда куч $Q=mg$ ($g=981$ см/сек²) қўйилган нуқта шу куч таъсирида $u_{ст}$ масофага кўчади. Статик куч Q таъсирида ҳосил бўлган балканинг эластик чизиғи 4.4-расмда туташ чизиқ билан тасвирланган.



4.4-расм. Бир массали системанинг эркин тебраниши

Балканинг эркин тебранишида вақтнинг исталган дақиқасида статик мувозанат ҳолатидан “ y ” масофага кўчган m массага тикловчи куч R , қаршилик кучи F ва инерция кучи Y таъсир қилади.

Эслатма: Пастга йўналган кучларни, кўчишни, тезликни ва тезланишларни мусбат деб қабул қилиб, ҳар бир кучни алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

Тикловчи куч R - балканинг эластик реакцияси бўлиб, m масса статик мувозанат ҳолатидан кўчганда вужудга келади. Бу куч **массани статик мувозанат ҳолатига қайтаришга интилиб, кўчишга қарама-қарши томонга йўналади** ва қабул қилинган ишора қоидасига кўра манфий ишорада олинади. Тикловчи куч тўпланган масса қўйилган нуқтанинг кўчиш масофаси “ y ” га тугри пропорционал бўлади, яъни

$$R = -ry \quad (4.1)$$

Пропорционаллик коэффиценти - r масса қўйилган нуқта бирга тенг масофага кўчганда, балкада ҳосил бўладиган реакция кучи $r = \frac{1}{\delta_{11}}$ тенг булади.

Бу ерда δ_{11} Q кучи қўйилган нуқтанинг бирлик куч $\bar{Q} = 1$ таъсирида ҳосил бўлган кўчиши.

Материаллар қаршилиги ва қурилиш механикаси курсларидан биламизки, узунлиги l ва эгилишдаги бикирлиги EI_x бўлган консол балканинг максимал

солқилиги $\delta_{11} = \frac{Ql^3}{3EI_x} = \frac{l^3}{3EI_x}$ тенг булар эди.

Демак $r = 1/\delta_{11} = \frac{3EI_x}{l^3}$ бўлади.

Қаршилик кучи F - материалдаги ички ишқаланиш, конструкция элементларининг бирикма ва таянч қурилмаларидаги ишқаланиш, шунингдек ташқи муҳит (ҳаво ва сув) қаршиликларидан ҳосил бўладиган куч бўлиб, ноэластик қаршиликларни пайдо қилади ва у энергиянинг сўнишига олиб келади.

Қаршилик кучи F ҳаракат тезлиги $v = \dot{y}$ га пропорционал бўлиб, **ҳаракат йўналишига қарама-қарши йўналади**, яъни:

$$F = -\frac{kdy}{dt} = -k\dot{y} \quad (4.2)$$

Бу ерда k -пропорционаллик коэффиценти бўлиб, унинг физик маъносига кейинроқ тўхталамиз; t -вақт.

Инерция кучи Y - масса m билан тезланишнинг (яъни кўчишдан вақт бўйича олинган иккинчи тартибли ҳосиланинг), кўпайтмасига тенг бўлиб (Ньютонни 2-конунига асосан), тезланишга нисбатан қарама-қарши томонга йўналади:

$$Y = -\frac{md^2 y}{dt^2} = -m\ddot{y} \quad (4.3)$$

У ҳолда Даламбер принципига кўра m массага таъсир этувчи барча кучларнинг динамик мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\sum Y = Y + F + R = 0 \quad (4.4)$$

Q куч эса бу тенгламага кирмайди, чунки кўчишлар нолдан эмас, статик мувозанат ҳолатидан бошлаб ҳисобланади.

(4.4) тенгламадаги R , F ва Y кучларнинг ўрнига (4.1)-(4.3) ифодаларни қўйиб, **чизиқли бир жинсли бўлган иккинчи тартибли оддий дифференциал тенгламага** эга бўламиз:

$$\ddot{y} + \frac{k}{m} \dot{y} + \frac{r}{m} y = 0 \quad (4.5)$$

Мазкур дифференциал тенгламанинг ечими қуйидаги кўринишда изланади (**Олий математикадан**):

$$y = a_0 e^{-\frac{kt}{2m}} \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (4.6)$$

Бу ерда: e - натурал логарифм асоси ($e = 2,714$);

ω - эркин тебранишнинг доиравий частотаси, яъни 2π секунд давомидаги тебраниш цикллари сони

$$\omega = \sqrt{(r/m) - [k/(2m)]^2} \quad (4.7)$$

a_0 - эркин тебранишнинг бошланғич амлитудаси

$$a_0 = \sqrt{y_0^2 + \left(\frac{V_0 + y_0 k / (2m)}{\omega} \right)^2} \quad (4.8)$$

φ_0 - эркин тебранишнинг бошланғич фазаси бўлиб, массанинг ҳаракат бошидаги оғишини ифодалайди

$$\varphi_0 = \arcsin (y_0 / a_0) \quad (4.9)$$

y_0 - массанинг бошланғич кўчиши

$$y_0 = a_0 \sin(\varphi_0) \quad (4.10)$$

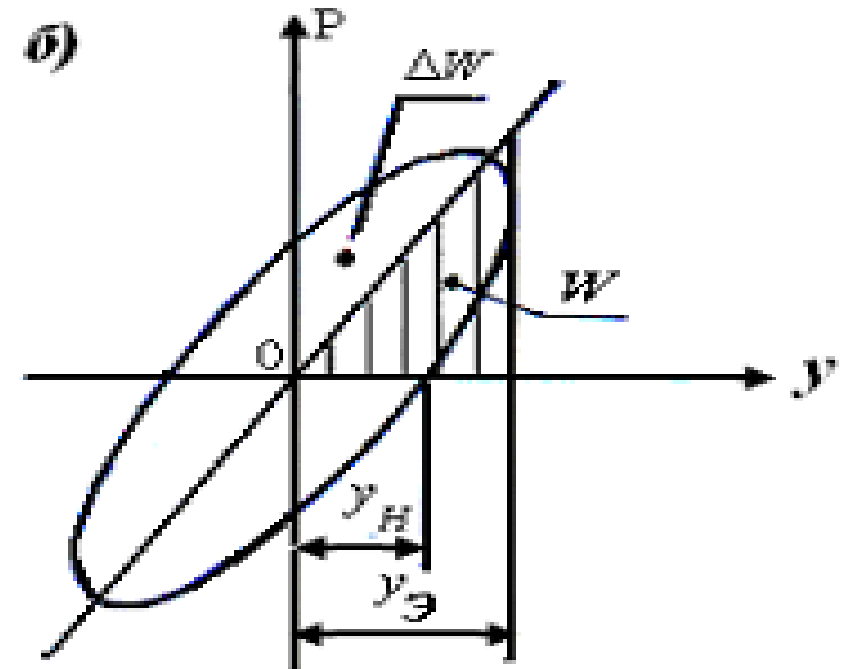
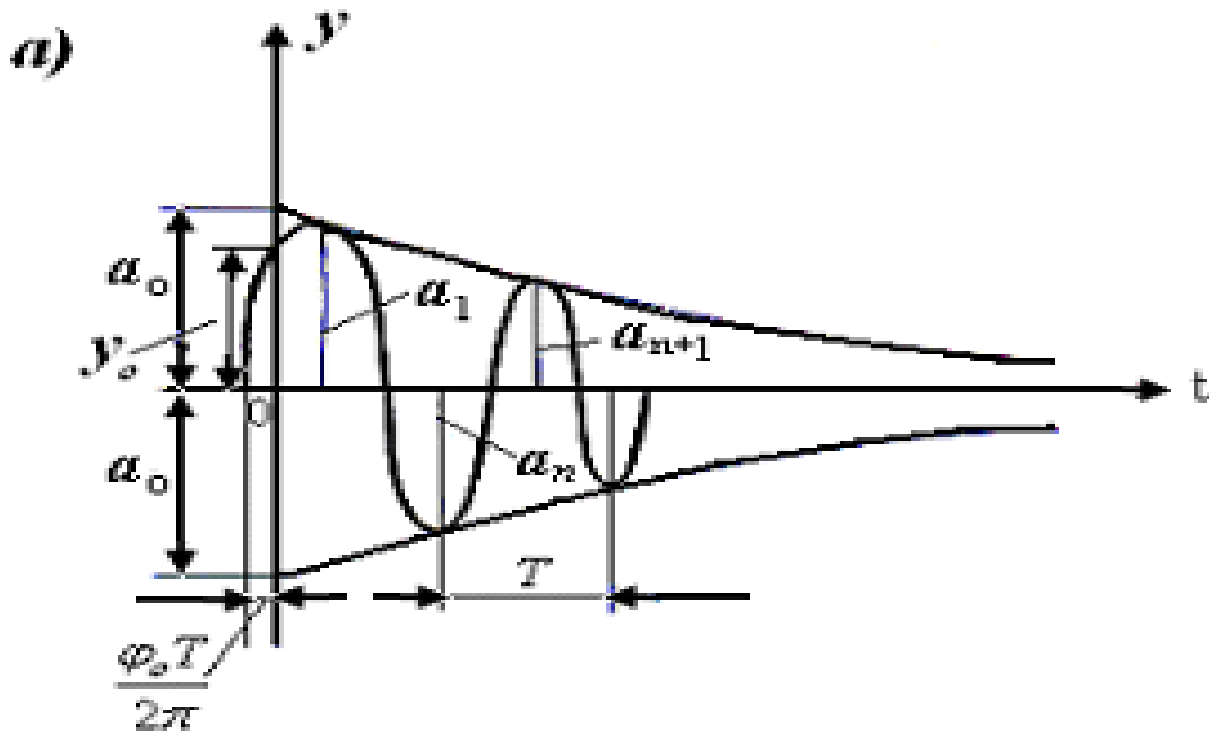
V_0 -массанинг бошланғич тезлиги.

Аниқ масалаларни ечишда бошланғич шартлар (y_0 ва V_0 лар) берилган булади еки каралаётган масаладаги шароитдан келиб чикиб куйилади).

Сўниш ҳисобга олинган ҳолда бир массали системанинг эркин тебраниш графиги (4.6) ечимга асосан, 4.5а-расмда тасвирланган.

Тўлиқ тебраниш циклига кетган вақт (сек) тебраниш даврини ифодалаб, қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$T = 2\pi / \omega \quad (4.11)$$



4.5. расм. Бир массали системанинг сўнувчи эркин тебраниши (а) ва гистерезис сиртмоғи (б)

Тебраниш сўнишини ифодаловчи биринчи катталиқ, бу эркин тебранишнинг иккита кетма-кет амплитудалари нисбатининг натурал логарифми бўлиб, у тебранишнинг логарифмик декременти деб аталади, яъни:

$$\begin{aligned} \delta &= \ln \frac{a_n}{a_{n+1}} = \ln \frac{e^{-kt_n/(2m)}}{e^{-kt_{n+1}/(2m)}} = \ln e^{k(t_{n+1}-t_n)/(2m)} = \\ &= \ln e^{kT/(2m)} = kT/(2m) = \alpha T \end{aligned} \quad (4.12)$$

$\alpha=k/(2m)$ - миқдор сўниш коэффициентини дейилади.

Сўнувчи системада ташқи куч « P » билан кўчиш « y » орасидаги боғланиш чизиқсиздир, шунинг учун тебранишнинг ҳар бир циклида $P \sim y$ диаграммасида гистерезис сиртмоғи деб аталувчи ёпиқ эгри чизиқ ҳосил бўлади (4.5б-расм). Гармоник тебранишда гистерезис сиртмоғининг маркази координата бошида бўлиб, эллипс кўринишига эга бўлади.

Бир цикл мобайнидаги ноэластик қаршиликларга сарфланган ишни ΔW деб, чорак цикл мобайнида эластик кучларнинг бажарган ишини W десак, у ҳолда қуйидаги катталик **энергиянинг ютилиш коэффициентини** ифодалайди:

$$\psi = \frac{\Delta W}{W} \quad (4.13)$$

Маълумки, ΔW , W ишлар $P \sim y$ координаталарида тегишли шаклларнинг юзалари орқали ифода этилади. Масалан, 4.5б-расмдаги, ΔW - иш эллипс юзаси, W эса штрихланган учбурчак юзаси орқали ифодаланади, яъни:

$$W = Py/2 = y^2 / 2\delta_{11} \quad \text{бундан} \quad dW = (y / \delta_{11}) dy \quad (4.14)$$

Амплитудаси ўзгарувчан бўлган сўнувчи эркин тебранишда **энергиянинг ютилиш коэффициентининг** қийматини (циклнинг T даври учун) (4.13) формулага асосан қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\psi = \Delta W / W = - \int_t^{t+T} dW / W = -2 \int_t^{t+T} dy / y = 2 \ln(a_n / a_{n+1}) = 2\delta \quad (4.15)$$

Баъзи бир конструкция элементлари учун тажрибада аниқланган энергиянинг ютилиш коэффициенти ψ нинг ўртача қийматлари 4.1 – жадвалда келтирилган.

ψ коэффициенти нинг ўртача қийматлари

4.1 – жадвал

Темирбетон балкалар	Темирбетон рамалар	Гиштли деворлар	Цемент билан қотирилган тошли деворлар
0.35-0.60	0.25-0.38	0.24-0.37	0.19-0.33

Ўтказилган тажрибаларнинг кўрсатишича материаллар учун ψ нинг қиймати шу материаллардан қурилган конструкцияларникидан анча кичик бўлади.

Ҳисоб ишларини бажаришда кўпроқ конструкция материалларининг ноэластик қаршилик коэффиценти γ дан фойдаланилади, яъни:

$$\gamma = y_H / y_E = \psi / (2\pi) = \delta / \pi = kT / (2\pi m) = k / (m\omega) \quad (4.16)$$

бу ерда; y_H - ноэластик деформация амплитудаси; y_E -эластик деформация амплитудаси.

Турли материаллар учун тажрибада аниқланган γ коэффицентининг қийматлари 4.2 жадвалда берилган.

4.2-жадвал

Инерция кучининг қиймати, кгк	Ноэластик қаршилик коэффиценти - γ				
	Темирбетон		Ғишт	Ёғоч	Пўлат прокат
	Олдиндан зўриқтирилган	Зўриқтирилмаган	Девор		
<100	0,025	0,05	0,04	0,03	0,01
≥100	0,05	0,1	0,08	0,05	0,025

Бу ерда кўриб чиқилган сўнишни ифодаловчи катталиклар билан, (4.5) тенгламадаги **пропорционалик коэффиценти k** ўртасида қуйидагича боғланиш мавжуддир:

$$k = 2m\delta / T = m\psi / T = m\gamma\omega = 2m\alpha = \gamma\sqrt{rm} \quad (4.17)$$

Шундай қилиб, (4.17) ифодадан кўринадики **k коэффиценти фақат материалнинг физик хоссасига боғлиқ бўлмасдан, у конструкциянинг массаси ва бикирлигига ҳам боғлиқ бўлган катталик экан.**

Кўп ҳолларда мураккаб системалар учун ҳисоб ишларини бажаришда қаршилик кучи **F** ни системанинг массаси ёки бикирлигига пропорционал деб қабул қилинади.

4.9. Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган системаларнинг эркин тебраниши (суниш ҳисобга олинмаган хол).

Агар тебранишнинг сўниши ҳисобга олинмаса, яъни $k=0$ деб олинса, (4.5) тенгламанинг ечими қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$y = a_o \sin(\omega t + \varphi_o) \quad (4.18)$$

$$\omega = \sqrt{r/m} = 1/\sqrt{\delta_{11}m} = \sqrt{g/y_{cm}} \quad (4.19)$$

$$a_o = \sqrt{y_o^2 + (V_o/\omega)^2} \quad (4.20)$$

$$\varphi_o = \arcsin(y_o/a_o) \quad (4.21)$$

Бу ерда $y_{cm} = \delta_{11}Q$ статик куч $Q = mg$ таъсиридан вужудга келган кўчиш.

(4.18) ифодани дифференциаллаш орқали гармоник тебранишнинг тезлиги ва тезланишини аниқлайдиган формулаларга эга бўламиз:

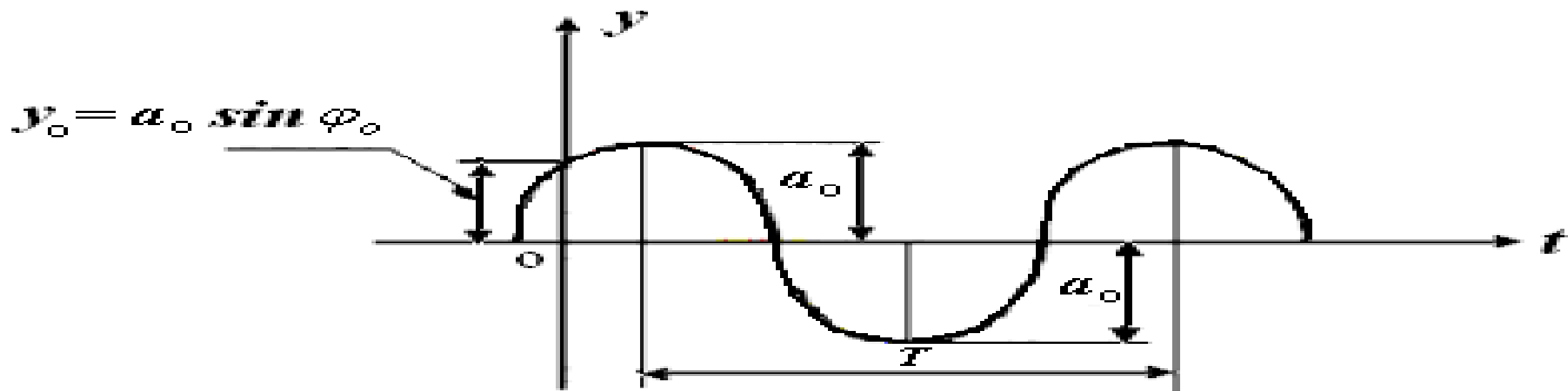
$$V = \dot{y} = a_0 \omega \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (4.22)$$

$$W = \ddot{y} = -a_0 \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (4.23)$$

4.6- расмда сўниш ҳисобга олинмаган бир массали системанинг эркин тебраниш графиги 4.18 ечимга асосан тасвирланган.

Бу ерда статик мувозанат ҳолатда максимал оғишни ифодаловчи a_0 миқдор тебраниш амплитудаси деб аталади. φ_0 миқдор эса **тебранишнинг бошланғич фазаси** ҳисобланади.

Бу ҳолда (4.5) тенгламанинг ечими (4.18) даври T бўлган даврий функция бўлиб, вақтнинг барча қийматларида, яъни $t=t_1, t=t_1+2/\omega, \dots, t=t_1+2n/\omega$ да бир хил қийматга эга бўлади. Шунинг учун давр T , яъни тўлиқ тебраниш цикли учун кетган вақт (4.11) формула орқали ифодаланади. Бу катталиқ 4.6-расмда, иккита ёнма-ён амплитудалар орасидаги вақт кесмаси шаклида кўрсатилган бўлиб, у вақт ўлчов бирлигида яъни секундларда ўлчанади.



4.6-расм. Сўниш ҳисобга олинмаган бир массали системанинг эркин тебраниш графиги

Тебраниш частотаси f бир сек вақт ичидаги тўлиқ тебранишларни сони бўлиб, у герцларда (Гц) ўлчанади ва қуйидаги формула ёрдамида аниқланади

$$f = 1/T = \omega / (2\pi) \quad (4.24)$$

(4.19) ифодадан кўринадики, эластик системанинг **солқилигининг ортиши** билан (яъни бикирликнинг камайиши билан), тебраниш частотаси камаяди. **Массанинг ортиши ҳам частотанинг камайишига олиб келади.**

Бир минутдаги тебранишлар сони **“n”** **техник частота** деб аталади. Техник частота **“n”** тебранишнинг бошқа параметрлари билан қуйидагича боғланган:

$$\begin{aligned} n &= 60f = 60/T = 60\omega / 2\pi = 30\omega / \pi = \\ &= (30 / \pi) \sqrt{981 / y_{\text{ст}}} \approx 300 / \sqrt{y_{\text{ст}}} \end{aligned} \quad (4.25)$$

Келтирилган натижалардан кўринадики:

- **сўнишни ҳисобга олиш, яъни (4.7) га асосан, эркин тебраниш частотаси қийматининг камайишига олиб келади.** Аммо илдиз остидаги иккинчи ҳад, одатда, биринчисига нисбатан анча кичик бўлади, шунинг учун бу таъсир унча аҳамиятли бўлмайди;
- эркин тебраниш частотаси нинг қиймати (4.7) ёки (4.19) га асосан кўпроқ масса ўрнатилган эластик система нуқтасининг кўчиши «уст» га боғлиқдир.

- ВИДЕО МАТЕРИАЛ

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Динамик кучларни статик кучлардан фарқи нимадан иборат?
2. Динамик кучларни қайси турларини биласиз?
3. Вибрация қандай ҳолларда ижобий ҳодиса ҳисобланади?
4. Динамика ҳодисасини қарашда қанда гипотезалардан фойдаланилади?
5. Иншоотлар динамикасида қандай ҳисоб схема турларидан фойдаланилади?
6. Динамик системанинг эркинлик даражаси деганда нимани тушинасиз?
7. Иншоотлар динамикасида қандай ҳаракат турлари қурилади?
8. Динамик системада тикловчи куч R қандай вазифани бажаради ва у қандай йуналган бўлади?
9. Динамик системада қаршилик кучи F қандай вазифани бажаради ва у қандай йуналган бўлади?
10. Динамик системада инерция кучи нимага асосан олинади ва у қандай йуналган бўлади?

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

11. Бир массали системанинг эркин тебранишини ифодаловчи тенглама кандай принцип асосида курилади?
12. Эркин тебранишнинг доиравий частотами нима?
13. Тебраниш даври нима?
14. Тебранишнинг логарифмик декременти кандай аникланади?
15. Кайси материал учун энергиянинг ютилиш ψ коэффиценти энг катта кийматга эга?
16. Энергиянинг ютилиш ψ коэффиценти билан тебранишнинг логарифми декременти δ орасида кандай боғланиш бор?
17. Материалнинг ноэластик қаршилиқ γ коэффиценти кайси материал учун энг катта кийматга эга?
18. Тебраниш частотаси f кандай аникланади?
19. Техник частота “ n ” кандай аникланади?
20. Сўнишни ҳисобга олиш, эркин тебраниш частота ω қийматини кандай узгартиради?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Мирсаидов М.М., Султанов Т.З. Иншоотлар зилзилабардошлиги. Тошкент, “Фан”.- 2012. - 240 бет. (Монография).
2. Мирсаидов М.М., Годованников А.М. Сейсмостойкость сооружений. Ташкент: «Узбекистан», 2008. - 220 стр. (Учебное пособие).
3. Mirsaidov M.M., Sultanov T.Z. Inshootlar zilzilabardoshligi (O'quv qo'llanma). Toshkent, “Shams”.- 2013. - 244 бет. (O'quv qo'llanma).
4. Мирсаидов М.М. Теория и методы расчета грунтовых сооружений на прочность и сейсмостойкость. Ташкент: «Фан», 2010.- 312 стр. (Монография).
5. Бестужева А.С. Расчет сейсмостойкости сооружений. М.: Изд-во МИСИ-МГСУ. 2020. – 55 с.
6. Саркисов Д.Ю. Сейсмостойкость зданий и сооружений. Томск: Изд-во Том.гос.архит.-строит.ун-та. 2021. -364 с.
7. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. Киев: 2008. – 480 с.
8. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978. 311с.
9. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. М.: Высшая школа, 1983.304 с.



TIQXMMI
"TOSHIKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI"
MTU
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI



ЭЪТИБОРИНГИЗ УЧУН РАХМАТ!



МИРСАЙДОВ МИРЗИЁД МИРСАЙДОВИЧ



 + 998 71 237 09 81

 theormir@mail.ru

**ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИНИНГ
ДИНАМИКАСИ ВА ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИ**