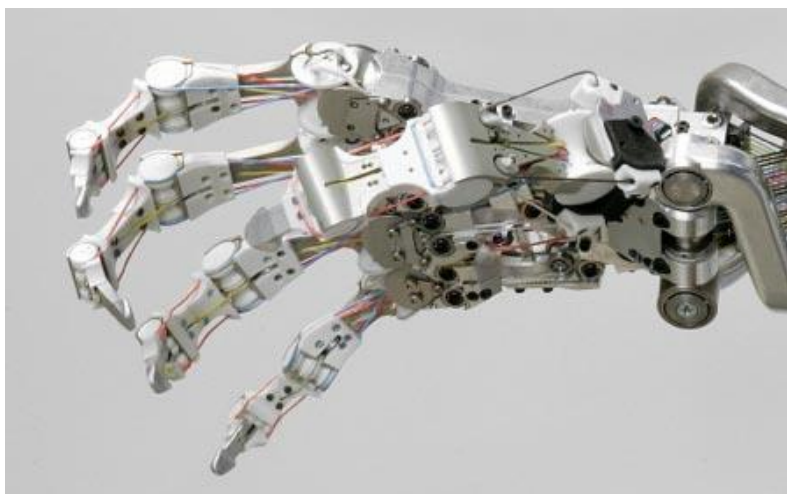


Ж. М. Мухамедов., А.Х. Умурзаков., А.А.Қосимов., И.Р.Мамадалиев

Машина ва механизмлар назарияси



Маърузалар матни



Наманган-2015

Ушбу маърузалар матнидан "Машина ва механизмлар назарияси" фанидан куйидаги 5520600-"Машинасозлик технологияси, машинасозлик ишлаб чиқариш жихозлари ва уларни автоматлаштириш", 5521200-"Транспорт воситаларини ишлатиш ва тахмирлаш", 5520700 "Технологик машиналар ва жихозлар", 5630100-"Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш" ва касб таълими: 5140927-"Машинасозлик технологияси, машинасозлик ишлаб чиқариш жихозлари ва уларни автоматлаштириш", 5140940-"Транспорт воситаларини ишлатиш ва тахмирлаш", 5140938-"Технологик машиналар ва жихозлар", 5140919-"Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш" таълим йўналишлари талабалари фойдаланишлари мумкин.

Тузувчи(лар):

доц. Мухамедов Ж. М.,

доц. Умурзаков А. Х.,

асс. Қосимов А.А.,

асс. Мамадалиев И.Р

Такризчи:

т.ф.д. проф. Бойбобоев Н.

Ушбу услубий кўрсатма " Касб таълими Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш " кафедрасининг «26» «август» 2015 йилдаги №1- сонли баённомаси билан муҳокама қилинган ва тавсия қилинган.

Услубий кўрсатма Наманган муҳандислик-педагогика институти илмий-услубий кенгашида кўриб чиқилган ва мувофиқлаштирувчи кенгашга тавсия қилинган «30» «август» 2015 й. №1-сонли мажлис баёни. Т/р № 161.

**©НамМПИ , КАСБ ТАЪЛИМИ ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШТИРИШ кафедраси**

**1-МАЪРУЗА: МЕХАНИЗМЛАРНИ ҲАРАКАТ РЕЖИМИ.
МЕХАНИЗМЛАР ҲАРАКАТИНИ НОТЕКИСЛИГИ. МАХОВИК ИНЕРЦИЯ
МОМЕНТИНИ АНИҚЛАШ. ҲАРАКАТ ҚОНУНИНИ БЕРИЛГАН КУЧЛАР
ТАЪСИРИДАГИ ЕЧИМИ. АЙЛАНУВЧИ МАССАЛАРНИ МУВОЗАНАТЛАШ.**

Ўқув модул бирликлари

- 1.Келтирилган кучлар таъсирида механизмларнинг ҳаракатини тадқиқ этиш
- 2.Моховикни инерция моментини аниқлаш
- 3.Айланувчи массаларни мувозанатлаш

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини ўқиб ўзлаштиргандан сўнг:

- 1.Системага таъсир этувчи кучлар билан моментларни тенглаштириш йўли билан тенгламани ҳисоблай олади
- 2.Ҳаракат тенгламаларига асосланиб системанинг параметрларини ўрганади
- 3.Махсус моделда синов ишлари ўтказилади ва олинган натижалар олинган параметрлар билан таққослай олади
4. Маховикни инерция моментини аниқлаш ифодасини билади
- 5.Айланувчи массаларни мувозанатлай олади

Механизмларни ҳақиқий ҳаракат қонунини аниқлаш.

Ҳаракат тенгламасини дифференциал кўринишда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$M_g(\varphi) - M_c(\varphi) = J_k \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi}$$

$$M_g(\omega) - M_c(\omega) = J_k \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi}$$

$$M_g(t) - M_c(t) = J_k \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi}$$

Кўп ҳолларда M_g ва M_c ҳар хил ўзгарувчилар функциясига боғлиқ бўлади, масалан:

$$M_g(\varphi) - M_c(t) = J_k \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi}$$

Бу тенгламалар чизиқсиз дифференциал тенгламалар бўлади ва уларни ечишни тақрибан топиш мумкин.

$$(M_g - M_c)d\varphi = d\left(\frac{J_k \omega^2}{2}\right)$$

интегралласак

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_i} (M_g - M_c)d\varphi = \frac{J_k \omega_i^2}{2} - \frac{J_{k_0} \omega_0^2}{2}$$

$J_k \omega_i$, $J_{k_0} \omega_0$ - барқарор ва бошлагич ҳаракатдаги келтирилган момент инерция ва бурчак тезликлар.

Бу тенгламадан ω_i ни топсак:

$$\omega_i = \sqrt{\frac{1}{J_k} \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} (M_g - M_c) d\varphi + \frac{J_{k_0}}{J_k} \omega_0^2}$$

Формуладан кўриниб турибдики $M_d=M_d(\varphi), M_c=M_c(\varphi)$ ва $J_k=J_k(\varphi)$ лар топилган бўлса ва ω_0 ни ўзимиз берсак у ҳолда ечиш мумкин.

Агарда барқарорлик ҳолатини ўрганадиган бўлсак, у ҳолда

$$\omega_i = \sqrt{\frac{1}{J_k} \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} (M_g - M_c) d\varphi} \text{ бўлади.}$$

Вақтни топиш учун $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ дан

$$\int_{t_0}^t dt = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} \frac{d\varphi}{\omega(\varphi)}; \quad t_i - t_0 = \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} \frac{d\varphi}{\omega(\varphi)}; \quad \text{ёки} \quad t_i = t_0 + \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} \frac{d\varphi}{\omega(\varphi)}; \text{ бўлади.}$$

Бурчак тезланиш

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} \quad \text{ёки} \quad \varepsilon = \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\varphi}.$$

Баъзи ҳолларда J_k ўзгармас бўлса

$$\int_{\varphi_0}^{\varphi_i} (M_d - M_c) d\varphi = \frac{J_k}{2} (\omega_i^2 - \omega_0^2); \quad \omega_i = \sqrt{\frac{2}{J_k} \int_{\varphi_0}^{\varphi_i} (M_d - M_c) d\varphi + \omega_0^2}$$

Агарда моментлар ўрнида кучлар берилган ёки топиш имконияти бўлса тенглама қуйидаги кўринишда бўлади

$$V_i = \sqrt{\frac{2}{m_k} \int_{S_0}^{S_i} (P_d - P_c) dS + \frac{m_{k_0}}{m_k} V_0^2}; \quad t_i = t_0 + \int_{S_0}^{S_i} \frac{dS}{V(S)}$$

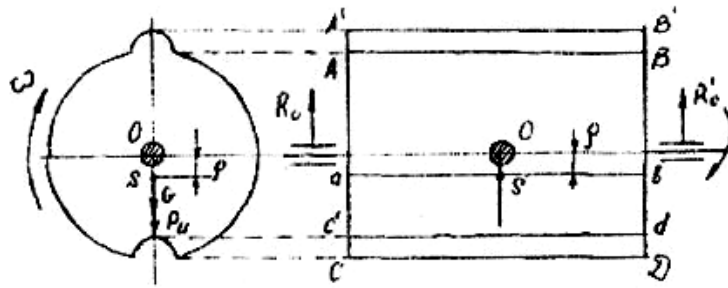
Айланувчи массаларни мувозанатлаш.

Ҳаракат давомида инерция кучлари ҳисобига кинематик жуфтларда қўшимча кучлар пайдо бўлади.

Бундай инерция кучлари динамик кучлар дейилади, бу кучлар механизм ёки машинани бир текисдаги ҳаракатини бузади.

Бунинг сабаблари қуйидагилардир:

- 1) Машина ва механизм таркибидаги звеноларнинг аниқ ўлчамли қилиб тайёрланмаганлиги;
- 2) звено массаси зичлигининг шу звено ҳажмига бир текис тарқалмаганлиги;
- 3) айланувчи звеноларнинг валга нотўғри ўрнатилиши;
- 4) кинематик жуфт элементлари орасидаги оралиғни мавжудлиги;
- 5) машина қисмларидаги аниқ ҳисобга олиб бўлмайдиган деформацияларнинг звено ҳаракати вақтида пайдо бўлиши.



8.1- расм.

Цилиндрни оғирлик маркази S бўлиб, айланиш ўқи O нуқтадан ўтади $OS=r$ бўлсин.

$$P_u = \frac{G}{g} \omega^2 \cdot r = \frac{G \cdot r \cdot n^2}{900}$$

Айланиш ўқи C нуқтадан ўца $r=0$, $P_u=0$ бўлади.

Агар $r=1$; $G=900$; $n=1000$ айл/мин

$$P_u = \frac{900 \cdot 0,001 \cdot 1000^2}{900} = 10^5; \quad \frac{P_u}{G} = 111, \text{ яъни инерция кучи звено оғирлигидан 111 марта}$$

ортиқдир. $\omega=\text{const}$ бўлса $P_u=\text{const}$, аммо ўз йўналишини 1 минутда 10000 марта ўзгартиради. Бунинг натижасида $P_0=P'_0=5000$ кг дан қўшимча реакциялар пайдо бўлади.

$P'_u = P_u \pm G$ куч таъсирида цилиндрнинг айланиш ўқи эгилиши мумкин. P'_u кучни мувозанатлаш учун цилиндрнинг пастки қисмидаги CC_1Dd қисмини олиб ташлаш керак ёки юқориги томонга AA_1B_1B қисм қўшиш керак. Шу қўшимча оғирликни куйидагича топилади.

$$\frac{G'}{g} \omega^2 \cdot r' = \frac{G}{g} \omega^2 \cdot r \quad \text{ёки} \quad G' = \frac{G \cdot r}{r'}$$

тенгликни чап томонидаги G' билан r' ни ихтиёрий равишда танлаб оламиз. Агар $r'=90$ мм деб қабул қилинса, $G'=10$ кг бўлади. Шундай қилиб $r'=90$ мм юқорига 10 кг оғирликдаги металл қавати AA_1B_1B қўшилади ёки пастки қисмдан 10 кг оғирликдаги металл қават CC_1Dd олинади. Шунда цилиндр тўла мувозатланади.

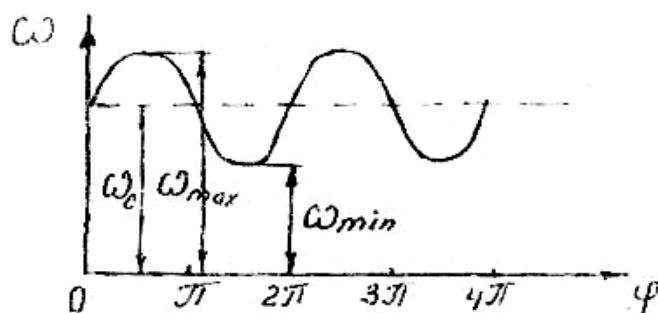
Хулоса. Динамик мувозанатда бўлмаган айланувчи система массаларининг тўла мувозанатда бўлиши учун барча инерция кучларининг йиғиндиси билан барча инерция кучларининг статик моментлари йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак.

$$\sum_{i=1}^n P_{u_i} = 0; \quad \sum_{i=1}^n M_{u_i} = 0$$

Механизмлар ҳаракатининг нотекислиги.

Барқарор ҳаракатда ҳам тезлик нотекис бўлади. Машинанинг асосий вали нотекис айланганда кинематик жуфтларда қўшимча кучлар пайдо қилади. Чизмадаги графикда курсатилгандай 4π ичида $\omega=\omega(\varphi)$ ни ўзгариши берилган. Бунда ўртача тезлик

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2} \quad \text{ёки} \quad \omega = \frac{\int_0^{4\pi} \omega d\varphi}{4\pi} \quad \text{бўлади}$$



8.2. расм.

Шу нотекислик айланишни ёки ҳаракатни қандайдир ўлчам билан белгиланса мақсадга мувофиқ бўлади. Мана шу бирлик машинанинг нотекис айланиш коэффициенти деб аталади ва у максимал ҳамда минимал бурчак тезликлари айирмасининг ўртача бурчак тезлигига нисбати билан характерланади, яъни

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega}$$

Машинанинг нотекис айланиш коэффициенти технологик жараённинг бажарилиши талабига қараб, турли машиналар учун турлича бўлади ва олдиндан берилади.

Тезликни ичидаги ўзгаришни нотекис айланиш коэффициенти тўла характерлай олмайди. Шунинг учун динамик нотекислик коэффициенти киритилган

$$\chi = \frac{\varepsilon_{\text{ext}}}{\omega_{\text{cp}}^2} = \frac{J_{\text{п.ср}} \cdot \varepsilon_{\text{ext}}}{J_{\text{п.ср}} \cdot \omega_{\text{cp}}^2} = \frac{M_{\text{ext}}}{2T_{\text{cp}}}$$

Ҳаракатнинг динамик нотекислик коэффициенти экстремал моментни, ўртача кинетик энергияни иккиланганлигига бўлинганига тенг.

Маховик инерция моментини аниқлаш

Машина ҳаракати вақтидаги ортиқча ёки етишмайдиган ишни A_0 билан белгиласак, энергиянинг ўзгариш қонунига кўра қуйидаги тенгликни ёза оламиз

$$A_0 = \frac{1}{2} J_0 (\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2)$$

Қавслар ичидагини қуйидагича ўзгартирамиз:

$$\frac{(\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2)}{2} = \frac{(\omega_{\max} + \omega_{\min})(\omega_{\max} - \omega_{\min})}{2}$$

Агар келтириш звеносининг инерция моменти ўзгарувчан бўлса, у ҳолда тенгликни қуйидагича ёзамиз:

$$A_0 = E_{i+1} - E_i = \frac{J_{(i+1)}(\varphi) \omega_{\max}^2}{2} - \frac{J_i(\varphi) \omega_{\min}^2}{2}$$

$$J_{(i+1)}(\varphi) = J_m + \Delta J_{(i+1)}(\varphi); \quad J_i(\varphi) = J_m + \Delta J_i(\varphi);$$

$$\omega_{\max} = \omega_{\text{yp}} \left(1 + \frac{\delta}{2} \right); \quad \omega_{\min} = \omega_{\text{yp}} \left(1 - \frac{\delta}{2} \right).$$

Буларни тенгламага қўйиб, у ердан J_m ни топсак:

$$J_m = \frac{A_0 - \frac{\omega^2}{2} \left\{ [\Delta J_{i+1}(\varphi) - \Delta J_i(\varphi)] \cdot \left(1 + \frac{\delta^2}{4} \right) + [\Delta J_{i+1}(\varphi) + \Delta J_i(\varphi)] \cdot \delta \right\}}{\omega^2 \delta}$$

Суратдаги ҳадлар ичида катта қавс ичидагилар баъзи ҳоллар учун маховикнинг инерция моменти J_m га қараганда кичик сон бўлганлигидан ташлаб юборсак:

$$J_m = \frac{A_0}{\omega^2 \delta}$$

$$J(\varphi) = J_3 + J_1 + J_m = \Delta J + J_m \text{ бўлади.}$$

Бу ерда: J_3 - механизм звеноларининг келтирилган инерция моменти;

J_1 - келтирилган звенонинг инерция моменти;

J_m - маховик инерция моменти.

Асосан машинанинг бир давр ичидаги ортиқча иш A_0 ни топишдан иборат. A_0 ни топишни ҳар хил усуллари бор.

2-МАВЗУ: КИНЕМАТИК ЖУФТ ЭЛЕМЕНТЛАРИДАГИ ИШҚАЛАНИШ КУЧЛАРИ. ИЛГАРИЛАНМА ҲАРАКАТДА ИШҚАЛАНИШ. АЙЛАНМА КИНЕМАТИК ЖУФТЛАРДА ИШҚАЛАНИШ. ЭГИЛУВЧИ ЗВЕНОЛАРДАГИ ИШҚАЛАНИШ.

Ўқув модул бирликлари

1. Кинематик жуфт элементлардаги ишқаланиш кучлари
2. Илгариланма ҳаракатда ишқаланиш
3. Айланма кинематик жуфтларда ишқаланиш
4. Эгилувчан звенолардаги ишқаланиш

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Ишқаланиш кучи ҳақида билади
2. Ишқаланишни ҳосил бўлиш шароитларини тушунади
3. Ишқаланишни қаерларда фойдали ва қачон зарарли эканлигини билиб олади
4. Илгариланма ҳаракатдаги ва айланма ҳаракатдаги ишқаланиш кучларини таъсирини фарқлай олади
5. Эгилувчан звенолардаги ишқаланишни кўпайтириб юк кўтариш қобилиятини оширишни тадқиқ эта олади
6. Ишқаланиш кучи машина ва механизмларни ишлаш жараёнига таъсир этишини билади

Кинематик жуфт элементларининг нисбий ҳаракатига кўрсатиладиган қаршилик кучи **ишқаланиш кучи** деб аталади.

Ишқаланиш кучининг зарарли ва фойдали томонларини кўрсатувчи қуйидаги маълумотларин келтирамиз.

Айрим саноат тармоқларида ишқаланиш кучларини камайтириш устида иш олиб бормоқдалар. Масалан, нефт ишлаб чиқарувчи заводлар ишқаланиш кучини камайтириш учун 10000 тонналаб ҳар қил мой ишлаб чиқаришмоқда.

Бу мойлар машина ва механизмлардаги, подшипниклар, ползунлар ва бир-бирига тегиб ҳаракатланувчи кинематик жуфт элементлари орасидаги ишқаланиш кучларини камайтириш учун ишлатилади.

Агар кинематик жуфт элементлари яхши мойланса, ишқаланиш 8 - 10 марта камаяди. Шунингдек, ишқаланишни камайтириш учун шарикли подшипниклардан фойдаланилади. Думалаб ишқаланишда ишқаланиш тахминан 50 марта камаяди. Ишқаланиш камайган сари машина ва механизмларни ишлаш муддати узаяди.

Лекин, ишқаланиш бўлмаса, кишилар, автомобиллар ва бошқалар юра олмас, машиналарни тўхтатиб бўлмас, ҳатто хоналардаги асбоблар ўз жойида тура олмас эди.

Шунинг учун ҳозирги замон фани ишқаланишнинг камайтириш ва кўпайтириш йўларини ҳам ўрганиб боради.

Агар биз энг яхши энг силлиқланган юзаларни катталаштирувчи асбоб орқали карасак, унинг юзасида ғадир будурлик борлигини кўрамиз. Токарлик ва рандалаш

станокларида ишланган юзадаги ғадир - будурликларнинг баландлиги 100 микронга (1 - микрон миллиметрнинг 1000 дан бири), тоза ишланган юзалардаги ғадир - будурликларнинг баландлиги 25 микронга, силлиқланган юзалардаги ғадир - будурлик баландлиги 4 - 5 микронга, жуда яхши ялтиратилгандан 2 микронга ва махсус ишланган юзалардаги ғадир - будурлик баланлиги эса 0,5 микронга етади.

Шундай қилиб, ишқаланиш кучи, яъни ҳаракатга кўрсатиладиган қаршилик ана шу ғадир - будурликдан келиб чиқар экан.

Кинематик жуфт элементларининг ҳолатига қараб, ишқаланиш қуйидаги турларга бўлинди.

Куруқ ишқаланиш - бунда кинематик жуфт элементларида мой ёки бошқа суяқлик бўлмайди;

Чегарали ишқаланиш - бунда кинематик жуфт элементлари жуда оз мойланган бўлади, жуфт элементлардаги мой қалинлиги 0,1 микрон ва ундан ҳам кам бўлади;

Суюқ ишқаланиш - бундай ишқаланишда кинематик жуфт элементлари мой пардалари билан қопланган бўлиб, жуфт элементлари бир - биридан ана шу мой қатлами билан ажралган бўлади. Ишқаланиш фақат мой қатламлари орасида боради;

Ярим куруқ ишқаланиш - бунда айна бир вақтда куруқ ва чегарали ишқаланиш бўлади;

Ярим суюқ ишқаланиш - бунда айна бир вақтда суюқ ишқаланиш билан чегарали ишқаланиш ёки суюқ ва куруқ ишқаланиш бўлади;

Илгариланма ҳаракатланувчи кинематик жуфт элементлари орасидаги ишқаланиш кучини кўриб чиқамиз. Бундай жуфтлар ҳозирги замон машина ва механизмларида жуда кўп учрайди.

G оғирликдаги A жисм (ёки звено) текислик устида турибди. (9.1 -расм).

Жисм оғирлигига тенг N реакция кучи борлиги расмдан кўриниб турибди.

Агар жисм P куч билан ўнг томонга сирғантирилса, унинг ҳаракатига тескари йўналган F қаршилик, яъни ишқаланиш кучи вужудга келади. F билан N кучларни геометрик қўшиб қуйидагини ҳосил қиламиз.

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}$$

бу ерда; $\vec{R}$ - тўла реакция.

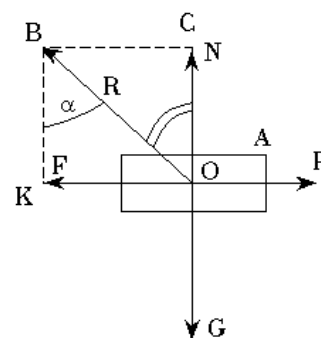
Шаклдаги ΔOBK дан қуйидаги тенгламани чиқарамиз;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{OK}{KB} = \frac{F}{N}$$

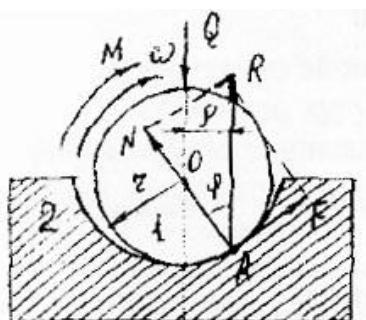
формуладаги $\frac{F}{N} = f$ - ишқаланиш коэффициенти.

Вал ва ўқларнинг таянчларга мўлжалланган қисми **цапфа** дейилади.

Цапфа жуда катта бурчак тезлик билан айланган вақтда, ўзининг устиворлик ҳолатидан айланиш томонга қараб бир оз кўтарилади ва кинематик жуфт элементлари с нуктада боғланади (9.2-расм).



9.1-расм



9.2- расм

Бундай вазият учун тўла реакция қуйидаги формуладан аниқланади.

$\vec{R} = \vec{F} + \vec{N}$ унинг скаляр қиймати эса;

$$R = \sqrt{F^2 + N^2} = N = \sqrt{1 + f^2} = \frac{N}{\cos \alpha};$$

Бу ерда; $f = \tan \alpha$; N – нормал реакция

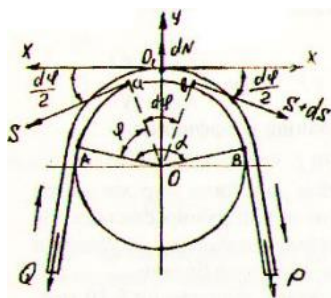
Бу реакция контакт нуқтасининг эгрилик радиуси бўйлаб йўналган бўлади, унинг учи цапфанинг марказидан ўтиши керак.

Ишқаланиш кучининг моменти қуйидагича топилади;

$M_F = F \cdot r = R \cdot \rho$ цапфага қўйилган M моментни ишқаланиш кучининг моменти билан мувозанатлантириш керак. Шу вазиятдагина тўла реакция ρ радиуси билан ўтказилган айланага уринма бўлади. Агар валга қўйилган кучларнинг тенг таъсир этувчиси R ρ радиусли айлананинг ташқарисидан вал тезланиш билан айланган бўлади.

Агар валга таъсир қилувчи кучларнинг тенг таъсир этувчиси ρ радиусли айланага уринма бўлиб ўца, вал тезланишсиз бир текис айланган ёки тинч турган бўлади.

Агар валга таъсир қилувчи кучларнинг тенг таъсир этувчиси ρ радиусли айлана ичкарасидан ўца, вал секинлашаётган ёки ўз жойида тинч турган бўлади. Бундай хоссали доира ишқаланиш доираси деб аталади.



9.3- расм

Эгилувчи звенолардаги ишқаланиш

Эгилувчан звенолардаги ишқаланишни ва ҳаракатни текшираемиз (9.3- расм). расмда 1 цилиндр қўзғалмас бўлиб, унга 2 тасма ярим ўралган. Тасманинг чап учида қаршилик кучи бор, шу Q кучни тасманинг ўнг учидаги P куч воситасида ўзгармас тезлик билан тортиш керак. Масалани ечиш учун тасмадан ab элементар кесманинг чап томонида S куч тортиб турса, ўнг томонидан $(S + dS)$ куч билан тортиш керак, чунки тасма билан цилиндр кинематик жуфт ташкил этганлигидан, уларнинг элементлари орасида ишқаланиш кучи ҳосил бўлади. Координаталар системасининг бошини O_1 нуқтада қилиб оламиз. Элементар тасмага таъсир этувчи кучларни x ва y ўқларига проекциялаб, қуйидаги мувозанат тенгламаларни ҳосил қиламиз.

$$\sum x = -dF - S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} + (S + dS) \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} = 0$$

$$\sum y = dN - S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} - (S + dS) \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} = 0$$

Биринчи тенгламада $dF = S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} \approx dS$, иккинчи тенгламада $dN = 2S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} + dS \cdot \sin \frac{d\varphi}{2}$ ни оламиз. $d\varphi$ бурчак жуда ҳам кичик бўлганлигидан, уни $\sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2}$ билан алмаштириш мумкин.

Икки сонни кўпайтмаси $\left(dS \cdot \frac{d\varphi}{2} \right)$ ни ташлаб юборсак, қуйидаги тенглама чиқади.

$$dN = S \cdot d\varphi$$

Кулон-Амонтон қонунига биноан, қуйидаги тенгламани ёзамиз:

$dF = f \cdot dN = f \cdot S \cdot d\varphi$; $dF = dS$ эканлигини эҳтиборга олсак, қуйидаги биринчи тартибли дифференциал тенглама чиқади:

$$dS = f \cdot S \cdot d\varphi \quad \text{ёки} \quad \frac{dS}{S} = f d\varphi; \quad \int_{S=Q}^{S=P} \frac{dS}{S} = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\alpha} \frac{dS}{S} f d\varphi$$

бу аниқ интегралларда қуйидагини чиқарамиз:

$\ln S \Big|_Q^P = f \cdot \alpha = \ln e^{f\alpha}$ бундан $P = Qe^{f\alpha}$ келиб чиқади.

Бу тенгламада f -тасма билан цилиндр элементлари орасидаги ишқаланиш коэффициенти; $\alpha \angle AOB$ -ўралиш бурчаги, у радиан ҳисобидан ифодаланади; $e = 2,718$ - натурал логарифмнинг асоси.

Бу формула Л.Эйлер формуласи деб аталади. $e^{f\alpha}$ -катталиқ α бурчакнинг ошуви билан тез ошиб боради. Бунинг натижасида Q камайиб боради. Бу катталиқни турли α бурчаклар ва ишқаланиш коэффициентлари учун махсус жадвалларда берилади.

Эйлер формуласидан фойдаланиб, темир йўл юзида турган катта составни бир киши маълум оралиққа тортиб келтира олади. Бунинг учун цилиндр тепасида турувчи ишчи вагонга уланган тросни цилиндрга 3-4 марта урайди. Яъни x бурчакни оширади. Бошқача қилиб айтганда, тортувчи P куч ортади ёки цилиндр билан трос орасидаги ишқаланиш кучи сунхйй равишда оширилади.

$$F = P - Q = Q(e^{f\alpha} - 1)$$

Масалан, $f = 0,4$ бўлганда, тросни цилиндрга 2 марта ураб 1 ($P = 1$) куч билан 152 ($Q = 152$) марта кўп юкни ушлаб туриш мумкин.

Машина ва механизмларни ейилиши.

Машина ва механизм звеноларининг эскириши (ейилиши) фақат ишқаланишга боғлиқ эмас.

Машина қисмларининг ейилиши улар ўлчамларининг ишқаланиш жараёнида секин - аста ўзгариб боришдан иборат. Бу ўзгариш ишқаланиш юзаларига (элементларига) кучларнинг таъсиридан келиб чиқади. Ейилишнинг механик, физик химиявий - физик турлари бор.

Эйилиш ходисасини бир неча синфга бўлиш мумкин. Улардан энг муҳимлари;

- 1) Механик ейилиш;
- 2) физик - механик ейилиш;
- 3) химиявий - механик ейилиш

4) комплекс ейилиш - бунда температура, коррозия ва бошқа факторлар бўлади;

Ҳар бир ейилишни ўзига хос қуйидаги белгилари бўлади:

-Ишқаланишнинг хилига қараб ейилиши; (сирғаниб ёки думалаб ишқаланиш);

-ишқаланишнинг турига (куруқ, ярим куруқ, суюқ ва ярим суюқ ишқаланишга) қараб ейилади.

-кинематик жуфт элементлари нисбий ҳаракатнинг характериға (бир текис ёки тезланиш билан бўлган характериға) қараб ейилиш;

-ҳаракат туриға (айланма, илгариланма ёки илгариланма-қайтариланма бўлишиға) қараб ейилиш;

-ейилишнинг характериға (ички ёки сиртқи эканлиғиға) қараб ейилади;

- муҳитга (ҳаво, сув, олов ва ҳоказога) қараб ейилиш;
- ишқаланувчи элементларнинг шаклига (цилиндрик, текис ва бошқа шаклга) қараб ейилиши;
- таъсир этувчи кучнинг характериға (бир текисда таъсир этувчи, доиравий равишда ўзгарувчан эканлигига) қараб ейилиш;
- деформациянинг характериға (сиқилиш, қаватланиш, буралиш ва бошқаларга) қараб ейилиш.

3-МАВЗУ: МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАРНИНГ МЕХАНИК ФОЙДАЛИ ИШ КОЭФФИЦИЕНТИ (ФИК). КЕТМА-КЕТ, ПАРАЛЛЕЛ УЛАШДАГИ ФИК. ТИШЛИ ҒИЛДИРАКЛАРНИНГ ФИК.

Ўқув модул бирликлари

1. Машина ва механизмларнинг механик ФИК
2. Кетма-кет, параллел улашдаги ФИК.
3. Тишли ғилдиракларнинг ФИК.

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Фойдали иш коэффициенти ҳақида тушунчага эга бўлади
2. Ўқотилиш коэффициенти ҳақида тушунчага эга бўлади
3. Кетма-кет улашдаги механик ФИК ини аниқлашни билади
4. Параллел улашдаги механик ФИК ини аниқлай олади
5. Тишли ғилдиракдаги ФИК ини аниқлай олади
6. Кетма-кет ва параллел улашдаги ФИК ларини таққослай олади

Машиналарнинг механик фойдали иш коэффициенти.

Машинанинг механик ФИК машина ишининг бир меҳёрда ишлашидаги эффектини характерловчи фактордир. У машинанинг ҳаракатлантирувчи кучининг қанчаси фойдали қаршилиқни енгил учун кетганлигини аниқлатади. Кўп бўлса машинада зарарли қаршилиқ кам эканлигини, машина тежам билан ишлашини билдиради.

Машинанинг ФИК ҳамма вақт бирдан кичик бўлади, чунки ҳаракатлантирувчи кучнинг иши (A_g), машинадаги фойдали қаршилиқ кучининг иши ($A_{фк}$) билан зарарли қаршилиқ кучининг иши ($A_{зк}$) ни енгил учун сарфланади. Машинанинг барқарор ҳаракати даврида унинг ҳаракати қуйидаги тенглама билан аниқланади.

$$A_g = A_{фк} + A_{зк} \quad \text{ёки} \quad A_{фк} = A_{гк} - A_{зк}$$

Машинадаги фойдали қаршилиқ кучлари ишининг ҳаракатлантирувчи кучлар ишига нисбати шу машинанинг фойдали иш коэффициенти деб аталади ва η билан белгиланади. Унинг математик ифодаси:

$$\eta = \frac{A_{фк}}{A_g} < 1$$

Машинанинг механик ФИК машинанинг қанчалик яхши ишланганлигини билдиради. Фойдали иш коэффициенти қувват билан ифодаласа ҳам бўлади.

$$\eta = \frac{N_{фк}}{N_g};$$

ФИК идеал машиналар учун бирга тенг бўлиб ҳеч қандай фойдали иш бажармайдиган машиналар учун нолга тенгдир. Зарарли қаршилиқ кучлари ишининг ҳаракатлантирувчи кучлар ишига нисбати *ўқотилиш коэффициенти* деб аталади. Ўқотилиш коэффициенти Ψ билан белгилаб унинг учун математик ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$\Psi = \frac{A_{з.к}}{A_g} = \frac{N_{з.к}}{N_g};$$

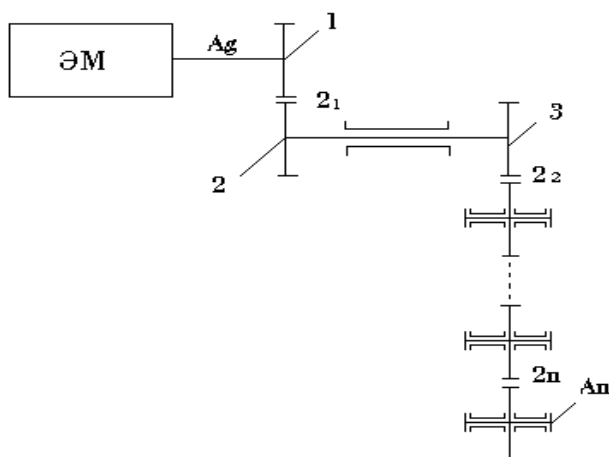
Машинада бир неча кинематик жуфт бўлса, у ҳолда ҳар бир кинематик жуфтда йўқотилган зарарли иш ёки қувват топилиб, улар бир-бирига қўшилади. Бундай ҳол учун йўқотилиш коэффициенти қуйидагича бўлади.

$$\Psi' = \frac{\sum_{i=1}^n A_{з.к} \cdot i}{A_g};$$

Машинанинг фойдали иш коэффициенти эса қуйидагича бўлади;

$$\eta' = \frac{A_g - \sum_{i=1}^n A_{з.к} \cdot i}{A_g} = 1 - \Psi'$$

Кетма-кет улашда фойдали иш коэффициенти.



10.1-расм. Кетма-кет улаш

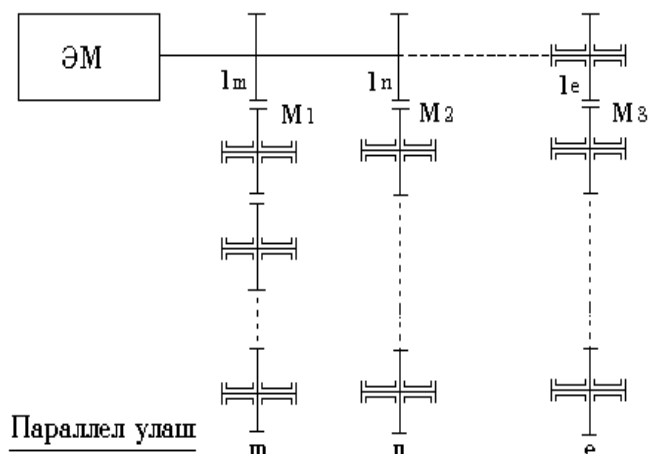
Агар машина n та механизмдан таркиб топган бўлиб, механизмлар эса кетма-кет уланган бўлса, бундай машинанинг ФИК шу машина таркибига кирувчи барча механизмлар ФИКининг кўпайтмасига тенг.

Агар машина таркибидаги механизмларнинг фойдали иш коэффициентларини $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n$, десак, машинанинг умумий ФИК (η_0) нинг математик ифодаси қуйидагича бўлади.

$$\eta_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots \eta_n = \frac{A_n}{A_g};$$

бу ерда: A_n - n та механизмнинг фойдали иши.

Параллел улашда фойдали иш коэффициенти.



10.2-расм. Параллел улаш

Параллел улаш икки хил бўлиши мумкин: бир қувват манбаидан бир неча механизмларга қувват узатиш ва бир неча қувват манбаидан параллел узатиш воситасидан биргина механизм ҳаракатга келтирилиши мумкин. Биз қуйида битта қувват манбаидан n та механизмга қувват узатишдаги фойдали иш коэффициенти топиш билан танишиб чиқамиз.

Этакловчи звенодаги ишни A_1 деб олиб уни A_{1m} , A_{1n} , ва A_{1e} ишлардан иборат деб қараймиз. Бу ишлар M_1 , M_2 , M_3 , механизмлар орқали етакланувчи m , n ва e звеноларга узатилади. Фойдали иш коэффициенти топишнинг умумий қондасига асосан, умумий механикавий фойдали иш коэффициенти қуйидагича топилади.

$$\eta = \frac{\sum_{i=m}^e A_i}{A_1} = \frac{A_m + A_n + \dots + A_e}{\frac{A_m}{\eta_{1m}} + \frac{A_n}{\eta_{1n}} + \dots + \frac{A_e}{\eta_{1e}}}$$

4-МАВЗУ: ТИТРАШ. ТИТРАШДАН ҲИМОЯЛАШ. ҚАЙИШҚОҚ ЭЛАСТИК ЗВЕНОЛАРИ БЎЛГАН МЕХАНИЗМЛАРНИНГ ҲАРАКАТИНИ ТЕКШИРИШ.

Ўқув модул бирликлари

- 1.Титраш
- 2.Титрашдан ҳимояланиш
- 3.Қайишқоқ эластик звенолари бўлган механизмларнинг ҳаракатини текшириш

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

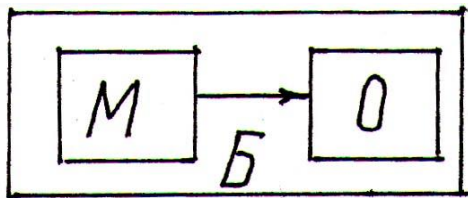
Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

- 1.Титраш ҳақида билади
- 2.Титрашни ҳосил бўлиш сабабларини билиб олдаи
- 3.Титрашни фойдали томонларини ўрганади
- 4.Машина ва механизмлардаги титрашни инсон учун зарарли томонларини билади
- 5.Титрашдан муҳофазалаш усуллари тadbик эта олади
- 6.Титрашни машина ва механизмларни ишлаш жараёнига қандай таъсир қилишини билади

Титраш, титраш активлиги ва машиналарни титрашдан муҳофазалаш.

Иш унуми юқори бўлган машиналарнинг қуввати, юкланиши ва бошқа иш хусусиятлари оширилган тезюрак транспорт воситалари яратилиши титрашни кучайишига олиб келади. Баъзи бир саноат ва қурилишда қўлланиладиган титраш ва титратиб зарб бериш жараёнлари асосида ишлайдиган машиналарда титраш жараёнлари фойдали иш бажаради.

Титраш инсон яшаётган муҳитнинг муҳим экологик кўрсаткичи бўлган шовқинни вужудга келтиради. Титраш инсонга тўғридан-тўғри таъсир кўрсатиб, унинг функционал имкониятлари ва ишлаш қобилиятини камайтиради. Шу сабабли титраш активлигини баҳолаш, титраш даражасини камайтириш усуллари ва воситалари алоҳида аҳамиятга эга. Бундай усул ва воситаларнинг биргаликда қўлланилиши *титрашдан муҳофазалаш* дейилади. Титрашдан муҳофазалаш масаласини ечишдан олдин сабаби ўрганилади. Масалан:



М - тебраниш манбаи

О - титрашдан муҳофазаланиш объекти: икки объектни боғлаб турадиган боғловчи

Б - куч таъсирлари (динамик таъсирлар)

Пойдеворга ўрнатилган турбина ёки двигателни ротори – тебраниш манбаи, корпуси эса муҳофаза қилиниши керак бўлган объект. Корпус ва объектни боғловчи қолган деталлар динамик таъсир объектларидир.

Баъзан динамик таъсир эмас, балки боғламаларнинг манбаига маҳкамланган нуқталарининг силжишлари берилган бўлиши мумкин. Бундай таъсирлар кинематик таъсирлар дейилади.

Баъзида динамик ва кинематик таъсирларни умумлаштириб, механик таъсир деб юритилади. Механик таъсирлар учга бўлинади:



1. Чизиқли ўта юкланиш, яъни тебраниш манбасининг тезланувчан ҳаракатида вужудга келадиган кинематик таъсирга айтилади. Бу транспорт машиналарида тезлик ошганда ёки тормозлаш жараёнида ҳосил бўлади.

2. Титраш тарзидаги таъсирлар, булар титрашдан муҳофазалаш объекти билан боғланган тебраниш манбаси нуқталарининг тезланишлари $a = a(t)$, уларнинг тезликлари $V = V(t)$ ҳамда $S = S(t)$ силжишлари билан ажралиб туради.

Титраш тарзидаги таъсирлар стационар, кўчма ва тасодифий турларга бўлинади. Гармоник таъсир стационар таъсирнинг энг оддий туридир.

$$X(t) = X_0 \sin(\omega_0 t + \psi)$$

бунда: t - вақт; X_0 -амплитуда; ω_0 - частота; ψ - бошланғич фаза;

Бошланғич фаза ҳисобга олинмаганда $X(t) = X_0 \sin \omega_0 t$ бўлади.

Гармоник кучлар таъсирида бўлган тебранма системаларга мисол қилиб мувозанатланмаган ротор, поршенли машиналар, ИЁД ва шу кабиларни титрашини кўрсатиш мумкин. Циклик механизмлари бўлган машиналарнинг барқарор ҳаракатида даврий механик таъсир қуйидагича кўринишда бўлади:

$$X(t) = \sum_{K=1}^{\infty} (a_k \cos K\omega_0 t + b_k \sin K\omega_0 t)$$

3. Зарб тарзидаги таъсирлар. (реактив двигителдаги ёниш жараёни, жисмга турбулент оқимнинг таъсири, портлаш ва зарбли жараёнлар;) Қисқа муддатли механик таъсирлар **зарбли** таъсирлар дейилади. Уларда кучнинг энг юқори қиймати жуда катта бўлади. Зарб вақтидаги кучнинг, куч моменти ёки тезланишнинг вақтга боғлиқлигини ифодаловчи функция **зарб кўриниши** дейилади.

$$X(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{K=1}^{\infty} (a_k \cos K\omega_0 t + b_k \sin K\omega_0 t)$$

бу ерда :

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T X(t) \cos K\omega_0 t dt \quad K = 0, 1, 2, \dots$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T X(t) \sin K\omega_0 t dt \quad K = 1, 2, 3, \dots$$

Механик (динамик) таъсирларнинг техник объектга ва инсонга таъсири.

1. Чизиқли ўта юкланиш системани ишини издан чиқаради. Масалан: электр конатларининг пружиналари ажралиши, релели қурилмалар ноўрин ишлаб кетиши.

2. Титраш тарзидаги таъсирлар натижасида келиб чиқадиган ҳар-хил ишорали зўриқишлар материалнинг толиқиши туфайли дарз кетишига ва емирилишига сабаб бўлади. Баъзи ҳолларда бир-бирига бириктирилган объектларни аста секин бўшаб қолиши ҳоллари юз беради. Кинематик жуфтларда титраш таъсирида емирилиб ишлаш жараёнида ўзаро урилишларга сабаб бўлади.

3. Зарбли таъсирлар объектни емирилишига сабаб бўлади. Кўп марта такрорланувчи зарблар толиқиш ёки резонанс тебранишларни вужудга келтириши мумкин.

Умуман механик таъсирлар станоклардаги ва бошқа технологик ускуналардаги аниқлик ва деталларга ишлов бериш тозалигини пасайишига ва технологик жараёнларни бузилишига олиб келади.

Титрашдан муҳофазаланишнинг асосий усуллари.



1. Манбанинг титраш активлигини пасайтириш Бунга махсус мойловчи материаллардан фойдаланиш, массаларни мувозанатлаш орқали эришиш мумкин.

2. Объект конструкциясини ўзгартириш. Буни объектни хусусий частоталарини ўзгартириш, резонанс ходисаларини олдини олиш шартларини бажариш ва механик энергияни ютилишини кучайтириш яъни демпферлаш орқали эришилади.

3. Тебранишларни динамик сўндириш. Бу ҳолларда ҳар-хил сўндиргичлар ишлатилади. Динамик сўндириш сўндиргичнинг шундай параметрларини танлаб амалга ошириладики, бунда ушбу қўшимча таъсирлар манба вужудга келтирувчи динамик таъсирларни қисман мувозанатлайди.

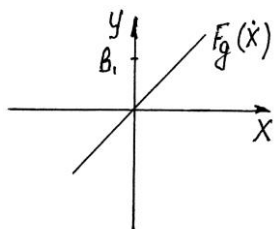
Титрашдан изоляциялаш йўли билан ҳам динамик сўндириш мумкин. Манба ва объект орасидаги боғламалар бўшатилиши ёки орасига резиналар қўйиб қотирилиши орқали амалга оширилади.

4. Титрашдан муҳофазалаш қурилмалари. Демпферлар, динамик сўндиргичлар ва титраш изоляторлари биргаликда титрашдан муҳофазалаш қурилмаларини ташкил

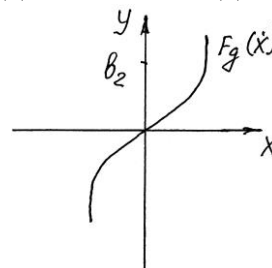
килади. Инерцион, эластик ва диссипатив элементлардан ташкил топувчи қурилмалар пассив қурилмалар. Актив қурилмалар одатда мустақил энергия манбаига эга бўлган, механик бўлмаган элементларни ўз ичига оладиган қурилмаларга бўлинади.

5. Диссипатив кучлар. Эластик система тебранганда энергия атроф-муҳитга, эластик элемент материалларининг ўзида ва бирикиш жойларида тарқалиб исроф бўлади. Бундай исрофларга эластик бўлмаган қаршилик кучлари **диссипатив кучлар** дейилади ва қуйидагича ифодаланилади:

$$F_g(\dot{x}) = b_1 \dot{x}$$



Булар баъзи гидравлик ёки пневматик демпферлардаги кичик тебранишларда юзага келади.



Титраш тезлиги катта бўлганда диссипатив куч билан тезлик орасидаги қуйидаги боғланиш содир бўлади:

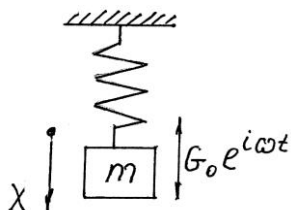
$$F_g(x) = b_2 x^2 \sin x$$

Тебранишларни динамик сўндириш

Динамик сўндиргич ўрнатиб объектнинг титрашдаги ҳолатини ўзгартириш тебраниш энергиясини объектдан сўндиргичга қайта тақсимлаш йўли билан тебраниш энергиясининг ютилишини кучайтириш йўли билан ҳам амалга ошириш мумкин. Биринчи усул системанинг эластик инерцион хусусиятига тузатиш киритиш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳолда объектга ўрнатилган қурилмалар инерцион **динамик сўндиргичлар** дейилади. Булар монограмоник ёки тор доирадаги тасодифий тебранишларни сўндириш учун қўлланилади. Иккинчи усулда қўшимча махсус элементлар ўрнатиб системанинг диссипатив хусусиятларини оширишга асосланган. Динамик сўндиргичлар конструктив жиҳатдан пассив элементлар асосида тайёрланиши мумкин, яъни электр, гидравлик ва пневматик бошқарилувчи элементлар қўлланилган автоматик ростлаш системаларидан фойдаланиш кўзда тутилади.

Динамик сўндириш қуйидагича бўлади: пружинали, бир массали инерцион динамик сўндиргич (11.1 - расм). у қуйидагича аниқланади

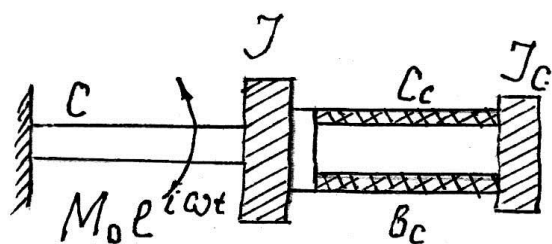
$$mx + bc(x + x_c) + cx + c_c(x - x_c) = G_0 e^{i\omega t}$$



x, x_c - массалар сурилишининг абсолют координаторлари
 $c_1 c_c$ - бикрлик
 b - ковушқоқлик

11.1- расм

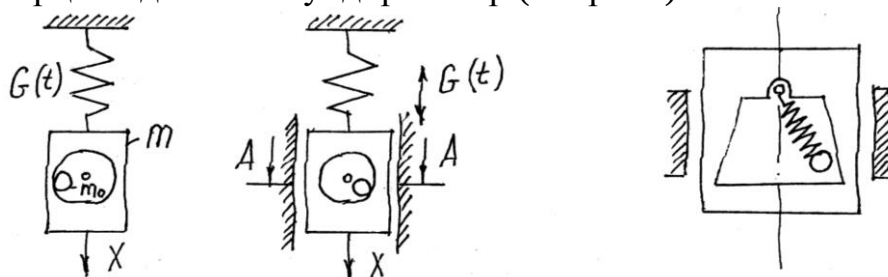
$$J^{\text{II}} \varphi + b_c(\varphi - \varphi_c) + c\varphi + c_c(\varphi - \varphi_c) = M_0 e^{i\omega t}$$



11.2 расм

$J_1 J_c$ - сўндирилувчи ва сўндиргичнинг инерция моменти
 $c_1 c_c$ - валларнинг бикрликлари
 b_c - ковушқоқлик коэффициенти
 M_0 - сўндирувчи валдаги буровчи момент

Ғалтакли инерцион динамик сўндиргичлар (1.3-расм).



11.3-расм.

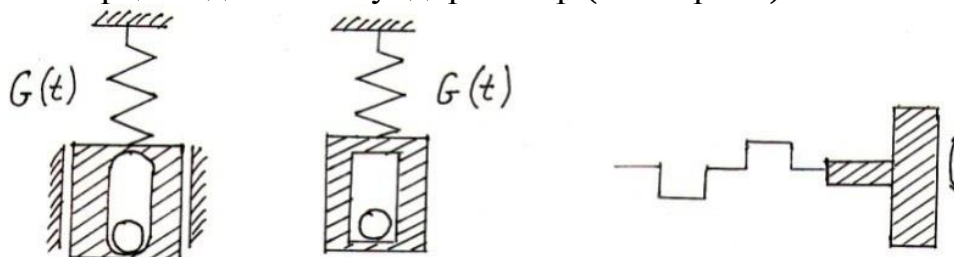
Эркинлик даражаси битта бўлган гармоник $G(t) = G_0 \cos(\omega t + \varphi)$ куч воситасида кўзгатиладиган ҳамда ρ радиусли цилиндрсимон бўшлиқда жойлашувчи шарли ёки роликли m_c массали ва ρ_c радиусли сўндиргич билан жиҳозланган объектни кўриб чиқайлик. Система қуйидаги дифференциал тенгламалар орқали ечилади :

$$(m + m_c)^2 x + cx = G_0 \cos(\omega t + \psi) + (\rho - \rho_c) m_c \left(\ddot{\varphi}^2 \cos \varphi + \ddot{\varphi} \sin \varphi \right)$$

$$m_c (\rho - \rho_c)^2 \ddot{\varphi} = m_c (\rho - \rho_c) x \ddot{\sin \varphi}$$

x -бўйлама координата; φ -вертикал ўқдан бошлаб ўлчанадиган сўндиргич ҳолатининг нисбий бурчак координатаси; $x = \dot{x} = \ddot{x} = 0$ деб фараз қилган ҳолда объектнинг барқарорлашиш шартини аниқлаймиз: $\varphi = \omega_c t + \varphi_0$, яъни сўндиргич равон айлангандаги ҳолатини оламиз. Равон айланувчи жисм сўндирилувчи объектга узатилаётган марказдан қочма реакция уйғотишни тўла мувозанатлайди ва объектни барқарорлашувини таъминлайди.

Маятникли инерцион динамик сўндиргичлар (11.4 -расм).

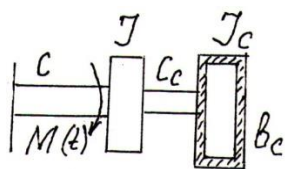


11.4-расм

$$\varphi_0(t) = \omega_{yp} t + \theta_0 e^{i \cot \omega} \omega = n \omega_{yp}$$

θ - айланишни нотекислик коэффициенти.

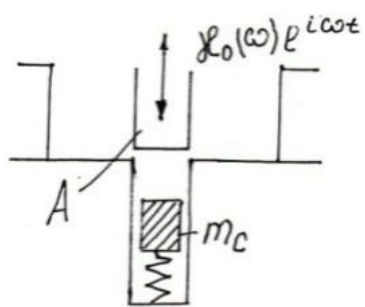
Гироскопли тебранишли сўндиргичлар



11.5-расм

Транспорт объектларининг тебранишини сўндиришда ва бир қанча бошқа махсус ҳолларда гироскоплардан фойдаланишга асосланган динамик сўндиргичлардан фойдаланилади.

Тебранишларни зарб орқали (уринма) сўндиргичлар



11.6-расм

Тебранишни камайтириш лозим бўлган сўндирувчи системанинг A элементга уриладиган m_c массали жисм (11.6-расм) титрашни зарб орқали сўндиргичнинг асосий қисмидир.

5-МАВЗУ: МАШИНА АВТОМАТЛАР НАЗАРИЯСИНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАРИ. РОБОТ ВА МАНИПУЛЯТОРЛАР НАЗАРИЯСИНИНГ АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Ўқув модул бирликлари

1. Машина автоматлар назариясининг асосий тушунчалари
2. Робот ва манипуляторларни қўлланиши

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Машина автоматлар ҳақида билади
2. Машиналарни автоматлаштиришни тушунади
3. Автоматлаштирилган машиналарни ишлаш жараёнини билади
4. Робот ва манипуляторларни таққослайди
5. Робот ва манипуляторларни қандай звенолардан тузилишини билади
6. Автоматлаштирилган машиналар ишлаб чиқариш жараёнига қандай таъсир кўрсатишини билади

Машина автоматларни бошқариш ва системалаш

Автоматик машина ва системаларни иш органлари ўз структурасига кўра кўпгина эркинлик даражаларига эга бўлган фазовий кинематик занжирлардан иборат. Одам оператор ёки программа қурилма бошқариладиган саноат роботлари ва манипуляторларини биринчи авлод роботларига мансуб дейиш мумкин. Ҳозирги даврда инсонга хос сезгиларга эга бўлган сезиш, кўриш, хид билиш ҳатто инсон сеза олмайдиган ахборотларни, масалан, ултратовуш, титраш, электромагнит ва иссиқлик майдонлари ва ҳоказоларни қабул қилиш органларига эга бўлган кейинги авлод роботлари яратилмоқда.

ЭХМнинг пайдо бўлиши ишлаб чиқаришни автоматлаштиришни бошқариш системаларида инқилобий аҳамият касб этади. Ҳамма ижрочи қурилмаларнинг берилган бошқариш программаси асосида мувофиқлашган тарзда ҳаракатланиши таъминловчи система машинанинг бошқариш системаси дейилади. Автоматик бошқариш системасида ҳамма бошқарувчи таъсирлар инсоннинг тўғридан-тўғри иштироксиз амалга оширилади. Ярим автоматик ва қўл билан бошқаришда бошқарувчи таъсир инсон-оператор иштирокида ишлаб чиқилади.

Мувофиқлашган ҳаракатларни бажариш учун бир бири билан боғланган умумий қонуниятларга бўйсинадиган механизмларни бирлашмаси **механизмлар системаси** дейилади.

Механизмлар системасини белгиланган тартибда ишлашини таъминловчи кўрсатмалар йиғиндиси **бошқариш программаси** дейилади.

Бошқариш системаси вақт ёки барча ижрочи қурилмаларнинг ҳолатларига боғлиқ равишда мувофиқлашиб ҳаракатланишини таъминловчи график орқали ишлаши мумкин. Механизмларни бошқариш программасига киритиладиган бошланғич ахборот турига кўра автоматик бошқариш



Машина-автоматлар циклограммаси

Машина-автоматлар циклограммаси системалари иккига тўла ва тўла бўлмаган бошланғич ахборотли системаларга бўлинади. Биринчи ҳолда берилган программа ўзгармас бўлиб, унинг бажарилиши олинadиган натижаларга боғлиқ бўлмайди. Фақат бирор сабабга кўра текширилувчи параметрлар рухсат этилган қийматга етган шароитдагина унинг бажарилиши тўхташи мумкин.

Иккинчи ҳолда бошқаришни оптималлаш мақсадида тўла бўлмаган бошланғич маълумотлар керакли қўшимча маълумотлар билан тўлдирилиб борилади. Қўшимча маълумотлар турли ўлчаш ва текшириш қурилмалари ва датгичлар ёрдамида ишлаб чиқилади ва бошқариш программасида тузатишлар киритиш мақсадида фойдаланилади. Бунда автоматик бошқариш системалар ўз-ўзидан мослашувчи, ўз-ўзидан ўрганувчи бўлиши мумкин.

Масалан, металл қирқувчи дастгоҳларнинг бошқариш системаларидаги ўз-ўзидан мослашувчи қурилма дастгоҳ ишлаш тартибининг иш шароитининг ўзгаришига автоматик тарзда мослашувини таъминлайди. Масалан, улар ишлов берилаётган металлнинг эгилишини камайтириш мақсадида суппортнинг бўйлама сурилиш тезлигини пасайтиради, акс ҳолда қирқиш кучининг қиймати рухсат этилган қийматдан ошиб кетиши мумкин.

Механизмлар системасини бошқариш марказлаштирилган, марказлаштирилмаган ва аралаш усулда бўлиши мумкин.

Марказлаштирилган усулда бошқаришда механизм звеноларининг ҳолатидан қатъий назар, олдиндан белгилаб қўйилган программанинг бажарилишини таъминлайди. Бундай бошқариш программа билан бошқаришнинг вақт функциясида амалга оширилади.

Марказлаштирилмаган усулда бошқаришда керакли тезлик, тезланиш, рухсат этилган юкланиш, босим ва ҳақозолар ўзгартирилиб турилиши мумкин.

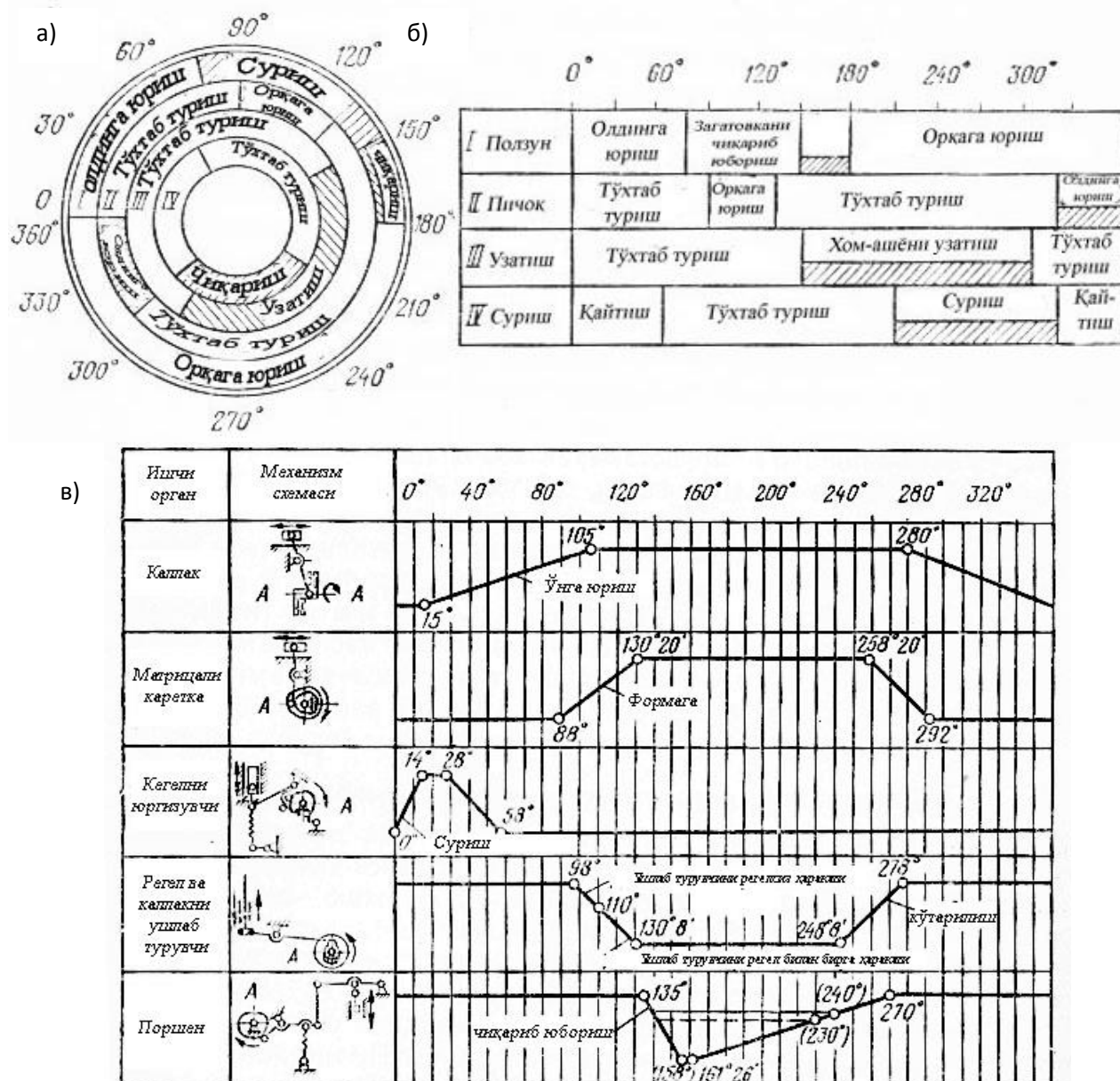
Механизмлар системаси ҳаракатини аралаш усулда бошқаришда марказлаштирилган ва марказлаштирилмаган тарзда бошқаришларда қўлланиладиган айрим элементлардан фойдаланилади.

Ҳаракатни программа билан бошқариш цикл, координаталар орқали (жой), контур бўйича ҳамда аралаш тарзда бўлиши мумкин.

Тайёр маҳсулотни ҳосил қилиш учун кетган давр **машинанинг цикли** дейилади. **Технологик цикл** деб, объектга ишлов бериш учун кетган даврга айтилади.

Кинематик цикл деб, механизмнинг звенолари бошланғич вазиятга қайтиш даврига айтилади.

Машина-автоматлар циклограммаси деб, механизмларнинг операцияларни кетма-кет бажаришидаги ҳолатларни ифодаловчи яъни унинг ҳаракатини ёки тўхтаб туришни кўрсатувчи графикка айтилади. Циклограммалар доира, тўғрибурчакли ва чизмали бўлиши мумкин. Қуйидаги 12.1-расмда а-доирали; б-тўғри бурчакли; в-чизмали циклограммалар келтирилган.



12.1-расм

Чизиқли циклограммада ижрочи қурилманинг силжиш графиги шартли равишда қия тўғри чизиқлар орқали, тўхташ даври эса горизонтал тўғри чизиқлар орқали тасвирланади.

Тўртбурчак циклограммаларда силжиш графиклари тасвирланмайди. Ҳаракатнинг алоҳида босқичлари ёки жараёнлар оралиғи номи ёзилади.

Ҳар бир цикл такт ёки фазалардан ташкил топади.

Баъзан механизмлар системаси ишининг кўриниши ўзгартирилган циклограммаларидан ҳам фойдаланилади. Уларда вақт масштаби ҳисобга олинмайди. Бундай циклограммаларда фақат у ёки бу механизмлар ва бошқарувчи қурилмаларни ишга тушириш кетма-кетлиги кўрсатилади. Улар ишга тушириш **тактограммаси** дейилади.

Координаталар (жой) бўйича бошқаришда ҳар бир координата бўйича манипулятор иш соҳасининг талаб қилинувчи иш нуқтасига мос келувчи мустақил силжишлар берилади.

Контур бўйича бошқаришда манипуляторлар звенолари юритмаларининг бир вақтда, узлуксиз ва ўзаро мувофиқ тарзда ҳаракатланиши таъминланади. Натижада ижрочи звено ишлаш соҳасида белгиланган траектория бўйича талаб қилинувчи тезлик ва тезланиш билан ҳаракатланади.

Аралаш тарзда бошқаришда цикл, жой, контур бўйича бошқариш усуллариининг имкониятлари ва афзалликларидан биргаликда фойдаланилади.

Бошқариш алгоритмларига мувофиқ механизмлар системаси автоматик ишлаши учун зарур бўладиган машиналар иш қурилмаларининг ҳолатлари, механизм звеноларининг ҳаракат тартиби, жараёнларнинг параметрлари ҳамда хусусиятлари тўғрисидаги ахборотни датчиклар ишлаб чиқади.

Ҳосил қиладиган импульсларининг хусусиятига кўра датчиклар механик, электр, фотоэлектр, электрон, пневматик, гидравлик ва бошқа турларга бўлинади.

Машина-автоматларни сонли бошқариш

Машина-автоматни ўзгарувчан циклдаги ишини сонлар орқали бошқариш мумкин бўлиб, операциялар кетма-кетлиги сонлар орқали перфолентага ёки магнит лентасига ёзилади. Программа кодлар орқали тузилади. Ҳар қандай N сонни санок системасида қуйидаги ҳадлар йиғиндиси деб қараш мумкин. Масалан: 15 сонини ўнли системада қуйидагича ёзиш мумкин:

$$1 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0 = 15$$

Агар иккили системада ёзсак: $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 15$ бунда иккилик код: “1 1 1 1” бўлади.

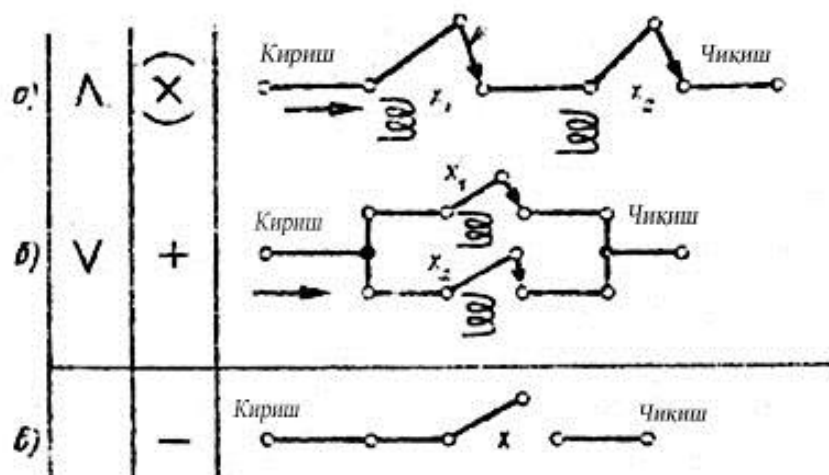
Агар 6 сонини ёзсак: $0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 6$ бўлса код “0 1 1 0” бўлади.

Бу кодлар перфолентада “1” сони тешикча ҳолда, “0” сони эса тешилмаган ҳолда ёзилади.

Кодланган ленталарни ўқиш аппаратлари қабул қилиб машина-автоматни бошқаради.

Машина-автоматлар мантикий операциялар билан ҳам бошқарилади. Булар алгебра конунлари бўлган логик функциялар, яъни логик тахмин ва бошқалар.

Ишчи органни бошқариш учун занжирни улаш ёки узиш учун қабул қилувчи оралиқ занжирлар ишлатилади (12.2-расм).



12.2-расм

Кетма-кет занжирни моделлаштиришда логик кўпайтиришни 1 сони билан (яъни чанжир ёпиқ) манфий ишорали ҳад 0 бўлиб (занжир очик) умумий кўринишда 1 ҳақиқий 0-мавхум.

Ҳар қандай логик жараёни куйидаги ҳақиқийлик жадвалида кўриш мумкин:

X_1	X_2	$F(x_1, x_2) = x_1$
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

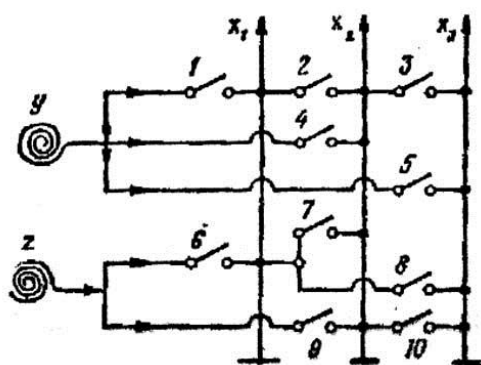
бунда ечим ҳақиқий, агар X_1 ва X_2 ҳақиқий бўлса.

Бошқариш системасини синтези. Машина-автоматларни бошқариш системаларида реле-контакт қурилмаларидан фойдаланилади.

Масалан: Автоматик қурилма X_1 , X_2 , X_3 автоматик линияда 2 та энергия манбалари Y ва Z билан ҳаракатга келтирилсин. Бу учта қурилмадан биттасини ишлатишга манба Y , агар иккитасини ишлатишга, яъни $X_1 + X_2$ ёки $X_1 + X_3$ ва $X_2 + X_3$ манба Z ҳам ишлаши керак. Бирданига ҳамма қурилмалар (X_1 , X_2 , X_3) ишлаши учун манбалар Y ва Z ишлаши зарур, Автоматик системани бошқариш энергия манбаларини қуриш талаб этилсин. Куйидаги шартли ҳақиқийлик жадвалига эга бўламиз.

Автоматик қурилма		Энергия манбалари		
X_1	X_2	X_3	Y	Z
1	1	1	1	1
1	1	0	0	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	0
0	0	1	1	0
0	0	0	0	0

Жадвалдан Y энергия манбаини бошқариш канали куйидагича бўлади:



12.3-рasm

$$f(x_1, x_2, x_3) = Y = x_1 x_2 x_3 + \overline{x_1} \overline{x_2} x_3 + \overline{x_1} x_2 \overline{x_3} + \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3}$$

Z энергия манбаи учун:

$$x_1 x_2 x_3 + x_1 \overline{x_2} \overline{x_3} + x_1 \overline{x_2} x_3 + \overline{x_1} x_2 x_3$$

$$f(X_1, X_2, X_3) = Z =$$

$$x + \overline{x} = 1$$

Бўлишини эҳтиборга олиб, яқинлаштириш методи билан қуйидагича ёзамиз:

$$Z = X_1 X_2 + X_1 X_3 + X_2 X_3$$

$$Z = X_1 (X_2 + X_3) + X_2 X_3$$

Бу тенгламани функционал электрик схемаси қуйидагича бўлади(12.3-рasm)

Биринчи Энергия манбаидан энергия беришга 4 та хад қатнашади. биринчи хад ($X_1 X_2 X_3$) кетма-кет улашни кўрсатади.

Реле 1 биринчи қурилма X_1 га энергия беради. Энергияни тўғридан-тўғри бериш учун 4-реле ва X_3 қурилмага 5- реле хизмат қилади. Схеманинг остидаги 6-7-8-реле 3 формуланинг биринчи хадини ва 9-10-реле иккинчи хадини амалга оширади.

Робот ва манипуляторлар

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш натижасида машина деталларини механик ишлашда қўшимча операцияларни ва узелларни йиғиш операцияларини бажарувчи принципаал янги механизм ва машиналар яратилмоқда. Яратилган бу қурилмалар **робот** деб аталади. Роботлар тайёрланган детал ёки заготовкани бир жойдан иккинчи жойга кўчириш ёки бирор қисмга ўрнатиш, материалларни юклаш ва тушириш, машина қисмларини йиғиш, металлларни бири-бирига пайвандлаш, ускуналарни ишга улаш ёки ажратиш каби операцияларни бажаради. Бу автоматик воситалар **саноат роботлари** деб атадади.

Роботлар асосан манипулятор, программа бошқариш системаси, двигател, ҳаракатлантириш механизмлари, қайд этиш ва текшириш блоклари (датчиклари) телекамера ва бошқа бошқариш қисмларидан иборат.

Робот турли-туман механик операцияларни бажара олиши билан бир қаторда вужудга келувчи мантиқий масалаларнинг маълум бир қисмининг мустақил равишда еча оладиган юқори даражадаги техник системадир.

Машина ва бошқарувчи ЭХМнинг биргаликда ишлашини ўрганиш, керакли алгоритм ҳамда программалар асосида олиб борилади. Программа билан бошқариладиган автоматик манипуляторлар ёрдамида юкларни ташиш, уларни ишловчи машиналарда маҳкамлаш ва бўшатиш, ўраб-ёпиш, текшириш ўлчаш каби кўпгина ишларини амалга ошириш мумкин.

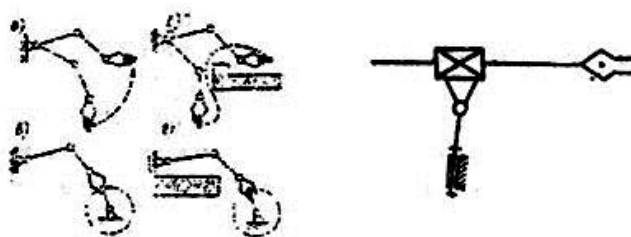
Манипуляторнинг тузилиши

Хар қандай саноат роботларининг механик қўли бўлади. Манипулятор бирор жисмни ушлаб объектга узатиш учун хизмат қилади. У хар соатда мингдан ортиқ ҳаракатни амалга ошириши мумкин. Манипуляторлар текисликда ва фазода ҳаракатланувчиларга бўлинади. Манипуляторнинг қўли текисликда ҳаракатланса текис, агар у координата ўқлари бўйича силжиб цилиндр шаклини чизса, цилиндрик,

агар у шар шаклини чизса сферик координаталар системасида ишлайдиганларга бўлинади.

Инсон қўли функциясини бажарувчи техник қурилмага **манипулятор** дейилади. Манипулятор қуйидагилардан ташкил топади: телебошқариш, бошқариш пулғти, ЭХМ, узатиш механизми ва бошқалардан.

Манипуляторлардаги юритмалар механик, электр, гидравлик, пневматик ва аралаш тарзда бўлиши мумкин. Турли ташиш ишларини (буюмни юклаш, силжитиш, олиш ва ҳақозо) бажариш учун мўлжалланган ҳамда ўзгармас программа бўйича ишлайдиган машина-автоматларда қўлланиладиган автоматик бошқариладиган манипуляторлар **автооператорлар** дейилади.



12.4-расм

Манипуляторлар мураккаб техник қурилма бўлиб уларни яратиш ва текшириш билан махсус соҳадаги мутахассислар шуғулланишади. Манипуляторнинг эркинлик даражаси сони бир неча очик кинематик занжирлардан (12.4-расм) иборат.

Манипуляторнинг механизмлари очик кинематик занжирдан иборат бўлади. Уларнинг эркинлик даражалари сони очик кинематик занжирнинг барча қўзғалувчи кинематик жуфтлари сони йиғиндисига тенг бўлади:

$$W = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - 1P_1;$$

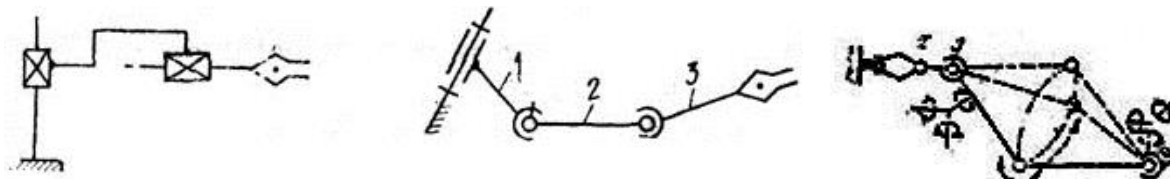
Очик занжирнинг қўзғалувчи звенолари сони n доимо кинематик жуфтлар сонига тенг бўлади: $n = P_5 + P_4 + P_3$.

Буни Сомов-Малишев формуласига қўйиб, манипуляторнинг эркинлик даражаси сонини ҳисоблаймиз:

$$W = P_5 + 2P_4 + 3P_3$$

Кинематик занжирдаги III ва IV синф кинематик жуфтлар тайёрлаш ва уларни механизмга татбиқ этиш қийин бўлгани учун улар эквивалент бўлган V синф кинематик жуфтлардан тузилган кинематик занжир қўшилмаси билан алмаштирилади. Бунда манипулятор фақат қуйи кинематик жуфтлардан ташкил топган бўлади, у ҳолда унинг эркинлик даражалари сони қуйидагича топилади:

$$W = \sum P_5$$



12.5-расм

Автоматик бошқариладиган саноат роботларининг учта синфи ёки авлоди мавжуд. Биринчи авлодга ўзгармас программа бўйича ишлайдиган роботлар киради. Бундай робот-манипуляторлардан машинасозликда тобора кўпроқ фойдаланилмоқда.

Иккинчи авлодга шундай манипуляторлар кирадики, уларнинг бошқариш системаларида ўзгармас программа билан бирга ташқи муҳитнинг номаълум ёки ўзгарувчи шароитига мослашиши элементлари ҳам бўлади.

Учинчи авлодга сунхий онг элементлари бўлган робот-манипуляторлар киради. Булар кибернетик қурилмалардир.

Манипуляторлар ва саноат роботларининг ишлаш қобилияти кўпинча техник кўрсаткичлари билан белгиланади. Уларга аввало манипуляторлар иш доирасининг ўлчамлари ва шакли, унинг ҳаракатчанлиги, хизмат кўрсатиш бурчаги ва коеффициенти ва ҳоказалар киради.

Манипуляторларнинг очиқ кинематик занжири чангалга қандайдир ҳажмда турли ҳолатларни эгаллашга имкон беради. Манипуляторларнинг *иш ҳажми* деб, чангалининг эгаллаши мумкин бўлган ҳолатларини ўраб турувчи сирт билан чегараланган ҳажмига айтилади. Иш ҳажми манипуляторнинг энг катта ташқи ўлчамларини ифодалайди.

Масалан (12.5-расм, а), учта илгариланма жуфтлик манипуляторнинг иш доираси тўғри бурчакли параллелолипеддан иборат, унинг а,б,с ўлчамлари тегишли звеноларнинг ўз йўналтирувчилари XYZ ўқлари бўйича силжиш қийматларини аниқлайди. Битта айланма ва иккита илгариланма жуфтлик манипулятор учун (12.5-расм, б) мумкин бўлган энг катта иш доираси ғовак цилиндрдир. Бу цилиндр учун $r_2 - r_1$ радиуслар айирмаси 3-звенони 2-звенoga нисбатан энг катта силжиши билан, h баландлик эса 2-звенонинг 1-звенoga нисбатан энг катта силжишини англатади.

Манипуляторнинг танланган тузилиш схемасида кўрсатилган иш доираси бўйича звеноларнинг ўлчамларини аниқлаш учун фазовий ричагли механизмларни анализ қилиш усулларида фойдаланилади. Кўпинча координаталарнинг ўзгартиришнинг матрица усулидан фойдаланилади.

Манипулятор чангалининг ва звеноларининг ҳаракат тезлиги умумлашган координаталарнинг вақтга боғлиқликлари маълум бўлса, уни дифференциаллаш орқали аниқланади.

Манипулятор иш доирасининг ҳар бир нуқтаси учун қандайдир ψ фазовий бурчак-хизмат кўрсатиш бурчаги мавжуд ва унинг энг катта қиймати $\psi_{\max} = 4\pi$ га тенг. Хизмат кўрсатиш бурчагини $\psi_{\max}$ нисбати *хизмат кўрсатиш коеффициенти ёки*

сервис коеффициенти дейилади. $\theta = \frac{\psi}{4\pi}$

6-МАВЗУ: МЕХАНИЗМЛАРНИ СИНТЕЗ ҚИЛИШ. РИЧАГЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИ ЎРТАЧА ТЕЗЛИК КОЭФФИЦИЕНТИ ВА ҚЎЙИЛГАН ТУРЛИ ШАРТЛАРГА МУВОФИҚ ЛОЙИХАЛАШ.

Ўқув модул бирликлари

1. Механизмлар синтези ҳақида тушунча
2. Ричагли меҳазмларни ўртача тезлик коэффициенти ўзгариши бўйича синтез қилиш
3. Механизмларнинг асосий типларига қўйилган турли шартларига мувофиқ лойиҳалаш
4. Мезанизм кинематик схемаси бўйича синтез қилиш

Аниқлаштирилган уқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Лойиҳалашни асосий масалаларини билади
2. Лойиҳалашни асосий турларини ажрата олади
3. Механизмни тузилиши жиҳатдан синтез қила олади
4. Кинематик синтез қилиш шартларини билади
5. Механизмни динамик синтез қилишда нималарга эҳтибор бериш кераклигини билади

Қуйи кинематик жуфтли механизмларни лойиҳалаш.

Қуйи кинематик жуфтлардан тузилган механизмларни лойиҳалашнинг асосий моҳияти билан танишиб ўтамиз. Маълумки, ҳар қандай механизм ўз таркибига кирган етакланувчи звенонинг бирор технологик процесс учун зарур ва олдиндан белгиланган ҳаракатини таъминлаш учун хизмат қилади.

Этакланувчи звенонинг бу ҳаракати жуда кўп факторларга боғлиқ бўлади. Бу факторлар етакланувчи звенонинг ҳаракат қонуни, механизм таркибидаги звеноларнинг узунликлари, илгариланма ҳаракат қилувчи кинематик жуфт ҳолатларини белгиловчи чизиқли ўлчовлар каби кинематик параметрларни ўз ичига олади, бинобарин, кинематик параметрларга асосланиб, механизмнинг кинематик схемаси тузилади. Ана шу етакланувчи звенонинг ҳаракат шартига кўра, механизм кинематик схемасининг параметрларини аниқлаш механизмлар лойиҳалашнинг асосий масаласидир. Этакланувчи звенонинг технологик ишлар учун мўлжалланган ҳаракатини таъминловчи механизмнинг кинематик схемасини тузиб, унинг таркибидаги звеноларнинг узунликларини била олсак, масаланинг асосий қисmini ҳал қилган бўламиз, чунки қолган масалалар шу механизм таркибидаги звеноларнинг ҳаракатини синаб кўриш, мустаҳкамлигини таъминлаш ва шу механизмнинг иқтисодий жиҳатдан қанчалик фойдали эканлигини ёки бошқа томонларини аниқлаш билан боғлиқ бўлиб, улар бошқа фан тармоқлари математика, материаллар қаршилиги, машина деталлари, тебранишлар назарияси, инженерлик экономикаси ва шу қабиларнинг иштироки билан ҳал қилинади.

Умуман, бирор машина ёки механизм яратиш, аввало, шу механизм ёки машинанинг рационал кинематик-схемасини тузишдан бошланади.

Лойиҳалашни қуйидаги асосий турлари мавжуд:

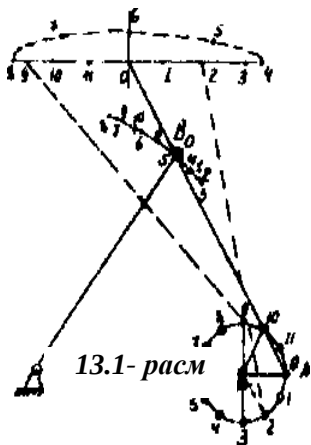


Механизм синтези. Бунда механизмнинг берилган структура, кинематик ва динамик шартларига қараб асосан механизм схемасини лойиҳалаш кўзда тутилади.

1. Механизм структура жихатидан синтезлаш. Бунда структура шартларига қараб асосан механизмнинг структура схемасини лойиҳалашдан иборат.

2. Механизмни кинематик синтезлаш. Бунда кинематик шартларга қараб асосан механизмнинг кинематик схемасини лойиҳалашдир (тезлик, тезланиш топилади).

3. Механизмни динамик синтезлаш. Бунда кинематик ва динамик шартларга қараб асосан механизмнинг динамик схемасини лойиҳалаш кўзда тутилади.



Берилган ҳаракат қонунини таъминлаш етакловчи звенонинг ҳаракат қонунини берилган ҳолда етакланувчи звенонинг аниқ ёки тақрибий ҳаракат қонунини таъминлай оладиган механизм кинематик схемасининг параметларини топиш билан боғлиқдир.

Масалан, П.Л. Чебишевнинг тўрт звеноли механизмини кўриб чиқамиз (13.1-расм). Бу механизмнинг O_1A кривошипни ўзининг нолғ вазияти (O_1A_0)дан бошлаб, A нукта чизган ёйда айланса, AB шатуннинг давомидаги E нукта a, b, c тақрибий тўғри чизиқ бўйлаб ҳаракат қилади. Бу ҳол эса механизм кинематик схемасининг параметрлари $O_2B=BE=2,5$ O_1A бўлгандагина амалга ошади. Қайси методни танлаш механизм лойиҳалашга нисбатан қўйилган асосий шартга боғлиқ.

График методларнинг афзаллиги шундаки, улар оддий, тушунарли бўлиши билан бирга, кўзга яққол ташланиб туради, аналитик метод эса, аниқ бўлишига қарамай, анча мураккаб ва кўпгина математик ҳисобларни талаб қилади.

Механизмнинг кинематик схемаси параметрларини етакланувчи звенонинг ҳаракат қонунига асосланиб аниқлаш механизмларнинг метрик синтези деб ҳам аталади.

Агар ишчи органи тўғри чизиқли ҳаракатда бўлса унинг ҳаракат қонуни шу ишчи орган йўли, тезлиги ва тезланишларининг вақт ўтиши билан ўзгаришини билдиради, яъни $C=C(t)$, $B=B(t)$ ва $a=a(t)$.

Бу функциялар ўзаро боғланган бўлиб, улардан бирининг бошланғич шартларидан бошқаларини параметрлари аниқланади.

Агар айланма ҳаракат бўлса $\varphi = \varphi(t)$, $\dot{\varphi} = \dot{\varphi}(t)$, $\ddot{\varphi} = \ddot{\varphi}(t)$ кўринишида бўлади.

Машина иш органларининг ҳаракат қонуни, одатда, берилган бўлади ва шу қонунни амалга оширувчи механизмнинг схемаси ва конструкцияси изланади.

Баъзида машина иш органларининг ҳаракат қонуни олдиндан берилмайди, балки тайёр схема ва унинг узунлик ўлчовларини ўзгариш ёки динамик параметрларини ўзгартириш орқали олинади.

Машина ва механизмларни лойиҳалашнинг назарий асоси унинг иш органининг ҳаракат қонунини усталик билан танлай билишга боғлиқ.

Агар машина секин ҳаракатланса, у ҳолда унинг таркибидаги звеноларнинг тезланиши ҳам кичик бўлади. Яъни тезланишларнинг аҳамияти бўлмайди.

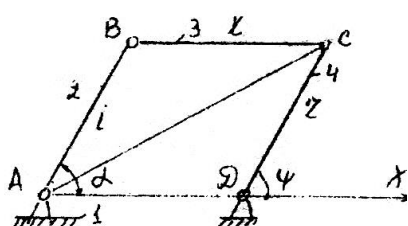
Бундай машиналарда иш звеноларининг ҳаракат қонуни бевосита $S=S(t)$ қонунидан бошласа бўлаверади, аммо тез юрар машиналар бўлса, улардаги динамик кучлар катталашиб кетмаслиги учун аввало рационал тезланиш графиги танлаб олинади ва сўнг $a=a(t)$ га қараб $V=V(t)$ ва $S=S(t)$ лар топилади.

Механизмларнинг асосий типларини қўйилган турли шартларига мувофиқ лойиҳалаш.

AB кривошипнинг ҳаракат қонуни қуйидаги математик боғланишда берилган бўлсин:

$$a=a(t)$$

Этакланувчи CD звенонинг 13.2-расм ҳаракат қонуни қуйидаги боғланишда бўлсин:



13.2-расм

$$\psi=\psi(t)$$

юқоридаги тенгламаларда t вақтни чиқариб юборилса,

$$\psi=f(\alpha) \quad \frac{l_{AB}}{l_{AB}}=1; \frac{l_{BC}}{l_{AB}}=l; \frac{l_{CD}}{l_{AB}}=r; \frac{l_{AD}}{l_{AB}}=d;$$

AB ва CD звеноларнинг α ўқи билан ҳосил қилган

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_m; \psi_1, \psi_2, \psi_3, \dots, \psi_m$ вазиятлари берилган

бўлса, қуйидаги тенгламаларни ёзишимиз мумкин:

$$\psi_1=\psi(\alpha_1)$$

$$\psi_2=\psi(\alpha_2)$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$\psi_m=\psi(\alpha_m)$$

Тенгламалар сони номаълум параметрлар сонига тенг бўлса, у ҳолда масалани назарий жиҳатдан ечиш осон.

Бунинг учун $AB=l=1$ деб олсак $\bar{i}+\bar{I}=\bar{d}+\bar{r}$ тенгламани x ва y ўқларга проекциялаб қуйидагиларни аниқлаймиз

$$\begin{cases} i \cos \alpha + l \cos \delta_1 = d + r \cos \psi_1 \\ i \sin \alpha + l \sin \delta_1 = r \sin \psi_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l \cos \delta_1 = d + r \cos \psi_1 - i \cos \alpha \\ l \sin \delta_1 = r \sin \psi_1 - i \sin \alpha \end{cases}$$

тенгламани квадратга кўтариб қўшсак ва чап томонида фақат $\cos \alpha_1$ ни қолдириб ёзсак

$$\cos \alpha_1 = r \cdot \cos \psi_1 - \frac{r}{d} \cos(\psi_1 - \alpha_1) + \frac{d^2 + r^2 + I - l^2}{2d}$$

Тенгламани қуйидагича ечиш мумкин

$$P_0 = r; P_1 = \frac{r}{d}; P_2 = \frac{d^2 + r^2 + 1 - l^2}{2d}$$

$$\cos \alpha_1 = P_0 \cdot \cos \psi_1 - P_1 \cos(\psi_1 - \alpha_1) + P_2$$

тенгламаларга $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ва ψ_1, ψ_2, ψ_3 ларни қўйсак

$$\cos \alpha_1 = P_0 \cdot \cos \psi_1 - P_1 \cos(\psi_1 - \alpha_1) + P_2$$

$$\cos \alpha_2 = P_0 \cdot \cos \psi_2 - P_1 \cos(\psi_2 - \alpha_2) + P_2$$

$$\cos \alpha_3 = P_0 \cdot \cos \psi_3 - P_1 \cos(\psi_3 - \alpha_3) + P_2$$

Бу тенгламани ечиб P_0, P_1 ва P_2 ларни топамиз, улар орқали механизмнинг r, d ва l параметрлари топилади.

Олдиндан маълум бўлган траектория бўйича лойиҳалаш.

Механизмни синтез қилиш масаласидан бири, олдиндан маълум бўлган траектория бўйича ҳаракат қила оладиган механизмни звеноларининг тўғри ўлчамларини тиклашдан иборат.

Бунинг учун қуйидаги белгилар қабул қиламиз:

p -кривошип узунлиги

φ -бурилиш бурчаги

φ_i ва φ_{ii} -А ҳамда М йўналиши ва четки ҳолатлар орасидаги ўткир бурчак

l - шатун узунлиги

e - дезаксиаллик

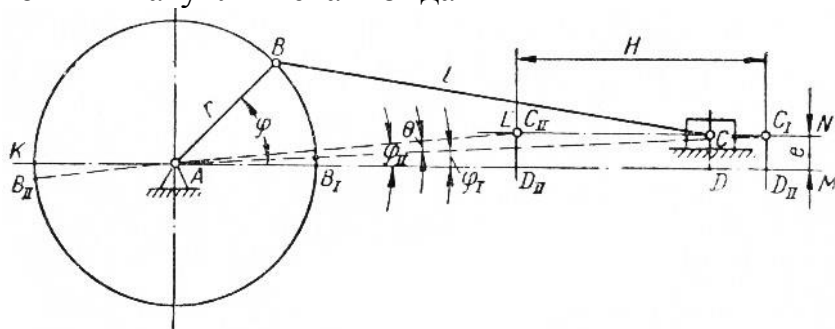
$\lambda = \frac{l}{r}$ нисбат

H -ползунни ҳаракатини узунлиги

k - тезликни ўзгариши коэффициенти.

$$\kappa = \frac{180^\circ + \theta}{180^\circ - \theta}; \quad \theta = \varphi_{II} - \varphi_I \quad \theta = 180^\circ \frac{k-1}{k+1}$$

Дезаксиал кривошип-шатунли механизмда



13.3-расм

$AC_{II} = l - r$ $AC_I = l + r$ бўлган ҳолатда

B_C - φ ҳолатдаги С нуқтани тезлиги

$B_{\text{смах}}$ - ползуннинг максимал тезлиги

r, l ва e аниқ бўлган ҳолда, φ ҳолати учун механизмни схемасини чизамиз (13.3-расм) схемани қуйидаги тартибда курамиз:

1. Ихтиёрий КМ йўналиш оламиз

- 34

7-МАВЗУ: ИЛАШИШНИНГ АСОСИЙ ТЕОРЕМАСИ. ТИШЛАРНИНГ АСОСИЙ ҚИЙМАТЛАРИ. ИЛАШИШ ТУРЛАРИ. ТИШЛИ УЗАТМА ТУРЛАРИ. СТАНОКЛАРДА ТИШЛИ ҒИЛДИРАК ТАЙЁРЛАШ.

Ўқув модул бирликлари

1. Илашишнинг асосий теоремаси
2. Тишларнинг асосий қийматлари, илашиш турлари ва тишли узатма турлари
3. Станокда тишли ғилдирак тайёрлаш

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Илашиш турларини билади
2. Тишли узатмаларни қандай принципда илашишни билади
3. Тишларнинг асосий қийматларини ажрата олади
4. Тишли узатмалар қаерларда ишлатилишини билади
5. Тишли узатма турларини ажрата олади
6. Планетар ва дифференциал механизмларни фарқлай олади

Тишли механизмлар ва уларни турлари.

Тишли механизмлар техникада кенг қўлланадиган механизмлардан ҳисобланади. Бундай механизмлар машинада қўлланадиган ҳамма узатиш механизми конструкциясида ишлатилади. Бу механизмнинг умумий тахрифи: тишли механизмда ҳаракат иш процессида бир-бирини алмаштирувчи звенодаги махсус қабарик ёрдамида узатилади; бу қабарикларни тишлар, звенони эса—**тишли ғилдирак** дейилади. Тишли-рейкали механизмда звенолардан бирини **тишли рейка** дейилади. Тишли механизмнинг кўпчилик звеноси тишли ғилдираклар, думалоқ кўринишида бўлади. Баъзида думалоқ бўлмаган ғилдиракли тишли механизмлар учрайди.

Тишли механизм икки хилга ажратилади: ғилдирак ўқлари қўзғалмас ва баъзи бир ғилдирак ўқлари қўзғалувчан. Биринчи кўринишидаги механизмда стойкага нисбатан ғилдирак ўқи қўзғалмас; юк кўтариш кранларнинг редуктори, автомобилларнинг узатмалар қутиси, металл кесувчи станокларнинг тезликлар қутиси ва ҳ.к. Иккинчи кўринишдаги тишли механизмларда баъзи бир ғилдиракларнинг ўқи стойкага нисбатан қўзғалувчан. Бундай механизмларни **планетар** дейилади, улар планетар редуктор конструкциясининг асосини ташкил этиб, асосан транспорт машиналарида хусусан самолёт ва вертолётда ҳаракатни двигателдан винтга узатишда ва бошқариш системаларида фойдаланилади.

Исталган мураккаб тишли механизм конструкциясининг асосини оддий тишли механизмлар ташкил этади, уларни **узатмалар** дейилади (аниқроғи тишли узатмалар). Узатма уч звеноли механизм бўлиб, у иккита тишли ғилдирак ва қўзғалмас ўқдан иборат. Узатмалар ўқларини жойлашишига қараб уч турга бўлинади:

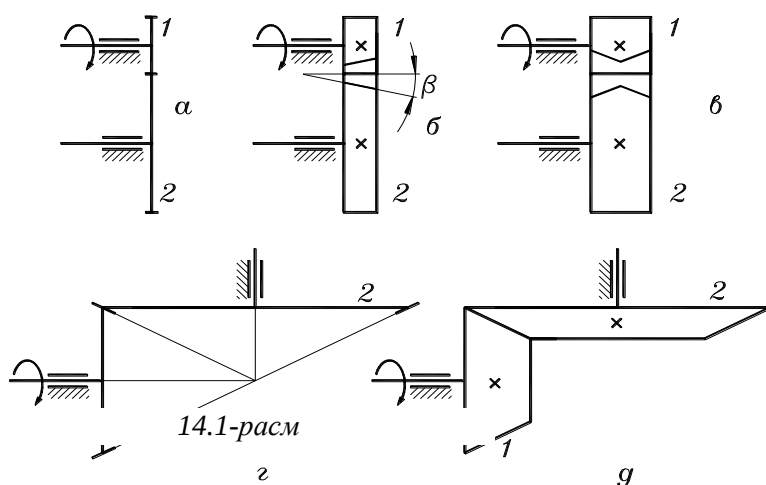
- ғилдирак ўқлари параллел;
 - ғилдирак ўқлари кесувчи;
 - ғилдирак ўқлари айқаш.
- Уларни тўла кўриб чиқамиз.

Тишли узатмаларнинг турлари



Ғилдирак ўқлари параллел узатмалар

Бундай узатмаларда тишли ғилдирак тишлари цилиндр ясовчиси бўйича жойлашади. Шунинг учун уларни цилиндрлик узатмалар дейилади. Цилиндрлик узатма схемаси 14.1-расм, *а* да кўрсатилган. Машинанинг кинематик схемасида бундай узатмаларни 14.1-расм *б* да кўрсатилганидек тўғри бурчак кўринишида тасвирланади. Тўғри бурчак ичидаги “х” икс шаклдаги белгилар тишли ғилдиракни валга қаттиқ маҳкамланганлигини билдиради. Цилиндрлик узатмалар тўғри тишли, қия тишли ва шевронли тишларга бўлинади. Тўғри тишли ғилдиракнинг тишлари унинг ўқиға параллел.



Қия тишли ғилдиракнинг тишлари цилиндрдаги винт чизиклари бўйича жойлашади. Ғилдиракнинг ўқиға нисбатан тишнинг оғма бурчаги $\beta = (10 \div 15)^\circ$ (14.1-расм, *б*). Оғма тишли узатмаларда тишлар оғма жойлашганлиги сабабли ўқлар бўйича йўналган юклама ҳосил бўлади. Оғир юкланган узатмаларда қўшимча юкланишдан қочиш мақсадида иккиланган оғма тишли узатмалардан фойдаланилади, уларни

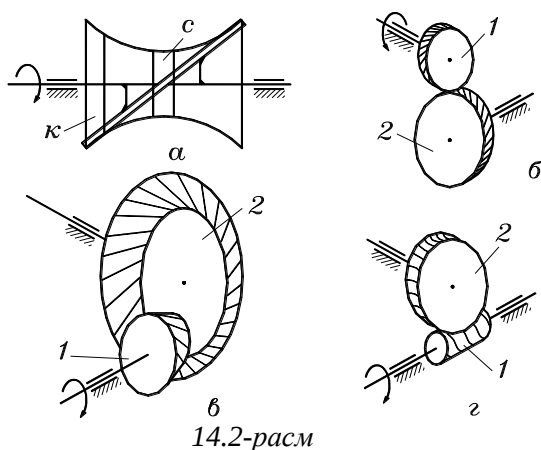
шеврон тишли узатма дейилади (14.1-расм, *в*). Бундай тишли ғилдиракларни тайёрлаш қийин бўлганлиги сабабли кам ишлатилади (масалан, прокат станларида).

Ғилдиракнинг ўқлари кесишувчи узатмалар

Бундай узатмаларда тишли ғилдирак тишлари кесик конус ясовчилари бўйича жойлашади, шунинг учун уларни конусли узатмалар дейилади. Конусли узатма схемаси 14.1-расм *з* да келтирилган. Ғилдирак ўқларнинг кесишиш бурчаги ҳар хил бўлиши мумкин, кўпинча бу бурчак 90° га тенг бўлади. 14.1-расм *д* да кўрсатилганидек конусли узатмаларни кўпинча кесик конус кўринишида тасвирлайдилар. Олдинги ҳолатдагидек икс шаклидаги белгилар ғилдиракни валга каттиқ маҳкамланганини билдиради. Конусли узатмалар тўғри тишли, оғма тишли ва юмалоқ тишли узатмаларга бўлинади. Тўғри тишли ғилдирак тишлари кесик конус ясовчилари бўйича жойлашади, оғма тишли эса конусда винт чизиғи бўйича, юмалоқ тишлар планда айлана бўйича чизилади (тиш ясашдаги технологик жараёни қисқартириш мақсадида, бундай тишлар юмалоқ кесувчи асбобда ясалади).

Ғилдирак ўқлари айқаш узатмалар

Бундай узатмаларда ғилдирак тишлари гипербола айланишидаги ясовчи бўйича жойлашади. Гипербола айланиш қуйидагига ясалади. Агар подшипникда жойлашган ўққа (14.2 -расм *а*) бошқа текисликда жойлашган рейкани каттиқ маҳкамланса ва бу каттиқ системани ўқ атрофида айлантирилса, рейка фазода из қолдиради, шу изда гипербола ғилдирак тишлари жойлашади. Мос равишда, бундай узатмаларни гиперболоидли узатма дейилади.



14.2-расм

Тишли ғилдирак ясаш учун гиперболанинг алоҳида қисмларидан фойдаланилади. Агар тишли ғилдирак учун гипербола айланишининг ўрта қисми олинса (14.2-расм, *а*), у ҳолда бу ғилдираклар винтли узатмани ҳосил қилади (14.2-расм, *б*). Кўпинча бундай узатмаларда валнинг айқаш бурчаги 90° га тенг бўлиб, кўтариш бурчаги – 45° га тенг тишлар винт чизикларида жойлашади. Бу ғилдираклар қия тишли оғиш бурчаги катта цилинрик

ғилдиракларга ўхшаш бўлади. Ғилдиракнинг кичик энидан гипербола юзасининг эгрилиги билинмайди.

Агар тишли ғилдирак учун гиперболанинг четки қисми олинса (14.2-расм, *а*), у ҳолда бу ғилдираклар гипоидли узатма ҳосил қилади (14.2-расм, *в*). Кўпинча, бундай узатмада, олдинги ҳолатдагидек, айқаш бурчаклар 90° га тенг бўлади. Гипоидли узатманинг ғилдираклари қия тишли конусимон бўлиб, тишнинг оғиш бурчаги катта бўлади. Гипербола юзасининг эгрилиги билинмайди. Гипоидли узатмалар автомобил ва тракторларда бошланғич ғилдиракларга бош узатма сифатида юқори ўтишликни ва турғунликни таъминлаш учун фойдаланилади. Ғилдирак ўқлари айқаш узатмаларга червякли узатмалар ҳам киради (14.2-расм, *з*). 1 – червяк – бу бир кировчи винт. Червякли ғилдирак 2 нинг тишлари маълум бурчак оралиғида червякни қамраб олади. Червякли узатмалар катта узатиш нисбатига эга бўлиши мумкин, лекин ишқаланиш кучи катта бўлганлиги сабабли катта қувватларни узатишда фойдаланиш чегараланган.

Эвольвента бўйича илашиш ва унинг хоссалари.

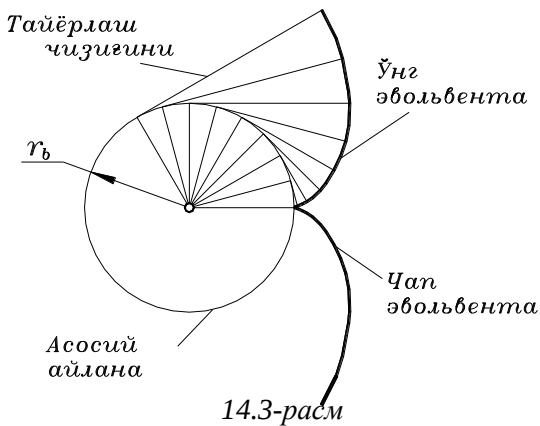
Эвольвентанинг ясалишини куйидагича тасаввур қилиш мумкин. Барабанга (14.3-расм) соат стрелкаси ҳаракатида ип ўралган. Бу ипни унинг таранглигини сақлаган ҳолатда бўшатамиз. 14.3-расмда ипни ғалтақдан бўшатиш процессининг 8 ҳолати кўрсатилган. Ип охири эгрилик ясайди, уни эвольвента дейилади. Бошқача қилиб қаралганда: тўғри чизикни айланада сирпантормасдан ҳаракатлантирилганда унинг бирон бир нуқтаси эвольвента эгри чизигини чизади.

Тўғри чизиқни думалаш чизиғи, айланани эса асосий айлана дейилади. Эвольвентани қуйидаги хоссаларидан илашмаларни лойиҳалаш жараёнида фойдаланиш мумкин:

- 1.Эвольвентага ўтказилган нормал асосий айланага урунма бўлади.
2. Эвольвента эгрилик маркази асосий айланада ётади

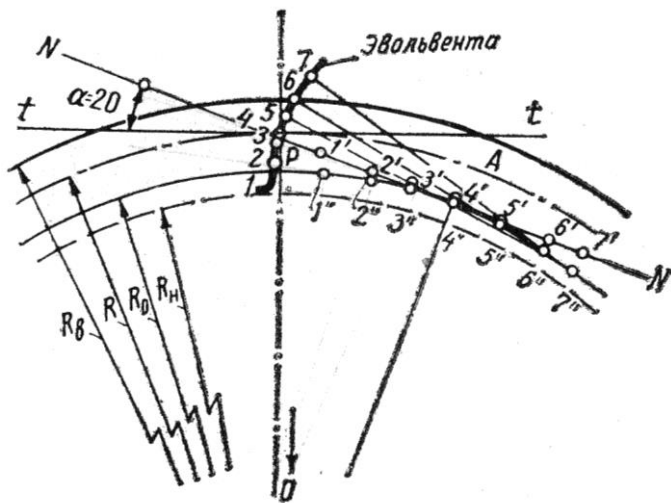
3. Аниқ нуқтадаги эволюентанинг эгрилик радиуси асосий айланага ўралган ёй узунлигига тенг.

Соат стрелкасига тескари барабандан ип бўшатиладиганда, унда ўнг эвольвента ҳосил бўлади, бунда бўлажак гилдиракнинг ўнг тиши лойиҳаланади. Агар ип соат стрелкасига тескари ўралганда, соат стрелкаси бўйича бўшатилади, унда чап эвольвента ясалади, тишни чап томони лойиҳаланади.



Эвольвента ўзига хос эгри чизик бўлиб, маълум тартибда ясалади. Эвольвента, оддий қилиб айтганда, айлананинг ёйилмасидир; айлананинг маълум нуктаси шу айланага ўтказилган уринмаларга чиқариб борилса, бу нукта эвольвента деб аталувчи эгри чизик чизади (14.3-шакл). Бунда:

$\overline{11'} = 0\dot{1}'$; $\overline{22'} = 0\dot{2}'$; $\overline{33'} = 0\dot{3}'$; $\overline{44'} = 0\dot{4}'$; $\overline{55'} = 0\dot{5}'$; $\overline{66'} = 0\dot{6}'$; $\overline{77'} = 0\dot{7}'$; $\overline{88'} = 0\dot{8}'$ Ёйи
лган айланага (еволютага) уринма бўлган чизиклар эвольвентанинг тегишли
нуқталарининг эгрилик радиусларидир.



Биз куйида тишнинг эвольвента профилини қандай ҳосил қилиш билан танишиб ўтамиз (14.4-рasm). Тишнинг эвольвента профилини ҳосил қилишда O марказдан P бошланғич айлана радиуси билан ёй чизиб оламиз. OP вертикал чизиқ ўтказиб P нуқтадан P га тик қилиб $t-t$ — уринма чизиқни ўтказамиз. Шу уринма чизиққа $\alpha = 20^\circ$ бурчак остида NN нормал чизиқни (ёки ташкил этувчи чизиқни) ўтказамиз.

Сўнгра O марказдан NN га тик чизик ўтказиб, унинг NN билан кесишган нуқтасини A билан белгилаймиз. Сўнгра $OA = P_0$,

яъни асосий айлана радиуси билан ёй чизамиз. Энди AP ни тенг бўлакларга бўлиб оламиз ($1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', \dots$), A нуқтадан бошлаб асосий айланани ҳам худди шундай бўлакларга бўлиб чиқамиз ($1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'', \dots$). Эвольвентанинг хоссасига асосан эвольвентанинг исталган нуқтасига ўтказилган эгрилик радиуси эвольвентага уринма эканлигидан фойдаланиб, эвольвента қисмини курамиз. NN нормал чизик эвольвента устига сирғанмасдан фақат юмаланиши натижасида, яъни $1''$ нуқта $1''$ устига тушганда $1''1' = 1''1', 2'$ нуқта $2''$ нуқта устига тушганда $2''1' = 2''1', 3'$ нуқта $3''$ устига тушганда $3''1' = 3''3', 4'$ нуқта $4''$ устида бўлганда $4''1' = 4''4', 5'$ нуқта $5''$ устида бўлганда $5''1' = 5''5', 6'$ нуқта $6''$ устида бўлганда $6''1' = 6''6'$ ва ниҳоят $7'$ нуқта $7''$ устида бўлганда $7''1' = 7''7'$ бўлади.

Шундай қилиб, $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ нуқталарни бирлаштирсак 14.4-шакл, a даги эвольвента эгри чизигини ҳосил қилган бўламиз. Эвольвентанинг 1 нуқтаси эвольвентада (асосий айланада) бўлади. Шу нуқтани O марказ билан бирлаштирамиз. Шаклдаги эвольвентани тиш шаклига келтириш учун тиш параметрларидан фойдаланиб симметрия йўли билан қолган ярмини қуриш қийин эмас.

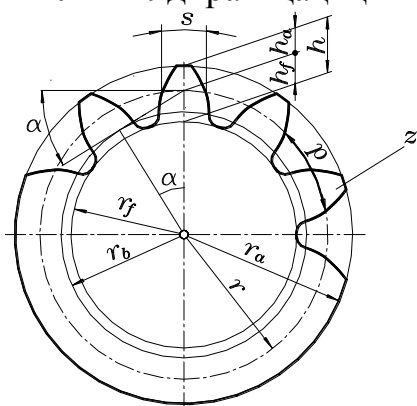
Тишларнинг барча ўлчамлари бошланғич цилиндрдан ёки унинг ортогонал проекцияси бошланғич айланадан ҳисобланади. Тишли ғилдираклар ўнгга ва чапга айланиши мумкин.

Эвольвента профилли тишли ғилдираклар ҳозирги кунга қадар жаҳон машинасозлигида катта ўрин олиб келмоқда. Эвольвента профилли тишли ғилдираклар ишлатилмаган машинасозлик соҳасини учратиш қийин. Шунинг учун биз ҳам нормал эвольвента профилли тишли ғилдираклар геометрияси ва кинематикаси билан батафсал танишиб ўтамиз. Эвольвента математик тенгламаси бўлган эгри чизик бўлиб, уни техникавий чизик деб ҳам атайдилар.

Эвольвентали тишли ғилдиракнинг асосий геометрик параметрлари.

Эвольвентали тишли ғилдиракнинг геометрик параметрлари стандартлаштирилган. Бу параметрларни нормал тишли ғилдираклар учун кўриб чиқамиз.

Тишли ғилдирак ҳақиқий параметрларига қуйидагилар киради: 3-тишлар сони,



14.5-расм

r_a -ғилдиракни каллагига буйича айлана радиуси; r_f -ғилдирак оёқ айлана радиуси (14.5-расм). Қолган параметрлар ҳисоблаб чиқилади. Тиш баландлиги шартли равишда икки қисмга бўлинади: r -бўлувчи айлана радиуси ёрдамида бош ва оёқ қисмга. Тиш баландлиги яъни бош ва оёқ айланалари орасидаги масофа h ҳарфи билан белгиланади, h_a – тиш бош баландлиги, h_f – тиш оёқ баландлиги стандартга асосан,

$$h_f = 1,25 h_a \quad (1)$$

R_0 – эвольвента ясаладиган асосий айлана радиуси. Бу айлана тишли ғилдирак тишларига қараб тиш оёқғи айланасидан катта ёки кичик бўлиши мумкин.

Тишнинг эвольвентаси бош айланада ўткир қирра ясайди, тиш асосида эса эвольвента силлиқ тиш оёқғи айланасига ёрдамчи эгрилик орқали ўтади, уни *галтел* дейилади.

Тишли ғилдирак асосий параметрларидан бири бўлувчи айлана бўйича олинган Р тиш қадами ҳисобланади – бу икки силжийдиган бир хил тиш профиллари айланада ўлчанадиган масофа (14.5-расм). Қадамнинг ярмиси бўлувчи айланада С – тиш калинлигини ташкил этади, яъни $s = 0,5$.

Тиш профилини ясовчи учун фойдаланадиган эвольвента, асосий айланадан бошланиб, бош айланади кесилади. Эвольвентанинг бу қисми а профил бурчагидан аниқланади. Бу бўлувчи айлананинг битта нуқтасидан бўлувчи ва асосий айланаларга ўтқазилган урунмалар орасидаги бурчак. Стандарт тишли ғилдирак учун $a = 20$.

Юқорида санаб ўтилган ўлчамлардан биттасини стандартдан танлаш керак. У қолган ўлчамлар билан боғланган бўлиши керак. Бу параметр шундай бўлиши керакки, унинг қиймати тишни қандай бўлишлигини аниқлаши керак. Бунга кўпинча тиш қадами тўғри келади.

$$p = \frac{2\pi r}{z} \quad (2)$$

Бироқ қадам қиймати ифодасига π иррационал сон киради, у ўнли касрда чексизликка эга. Шунинг учун қадамни стандартлаштириб бўлмайди. π сонини қатнаштирмасдан бу ифодани бир қисmini стандартлаштириш мумкин.

Бу қийматни m тиш модули дейилади:

$$m = \frac{2r}{z} \quad (3)$$

Модул тиш қиймати билан боғланган, яъни модуль сон қиймати бўйича тиш каллаги баландлигига тенг,

$$m = h_a \quad (4)$$

Модуль стандарт қиймат ҳисобланиб, мм да ўлчанади, шунинг учун тишли ғилдиракнинг ҳамма ўлчамлари “мм” да ўлчанади. Стандартга асосан қатор мавжуд модулар миллиметрнинг ярмидан 100 мм гача қийматни қабул қилади. Модулнинг баъзи бир қийматлари: $m=0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5 \dots 100$ мм. Тишли ғилдирак геометрик параметрлари унинг тишлар сони, стандарт модул ва стандарт профил бурчаги $a=20$ ларни боғловчи формулалар қуйидагича бўлади: (3) ни ҳисобга олиб, бўлувчи айлана радиуси

$$r = \frac{mz}{2} \quad (5)$$

3 ифодани ҳисобга олиб, тиш каллаги бўйича айланаси радиуси

$$r_a = r + m \quad (6)$$

Тиш оёқғи бўйича айлана радиуси

$$r_f = r - 1,25m \quad (7)$$

Асосий айлана радиуси

$$r_b = r \cdot \cos \alpha \quad (8)$$

Тишни умумий баландлиги

$$h = 2,25 \cdot m \quad (9)$$

Бўлувчи айлана бўйича тиш қадами

$$p = \pi \cdot m \quad (10)$$

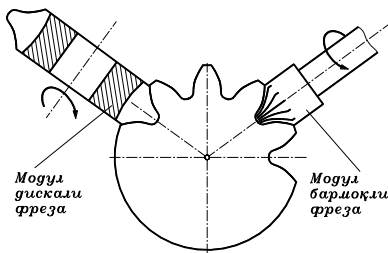
Бўлувчи айлана бўйича тиш қалинлиги

$$S = \frac{p}{2} \quad (11)$$

Бу формулалардан кўриниб турибдики, стандарт нормал тишли ғилдиракнинг ҳамма геометрик ўлчамларини аниқлаш учун иккита қийматни билиш kifoya – z тишлар сони ва m модули.

Эвольвентали тишли ғилдиракларни тайёрлаш усуллари.

Тишли ғилдиракларни тайёрлашни икки хил усули бор: нусхалаш ва қамрама усули. Нусхалаш усулида қадами тенг бўлинган тишли ғилдираклар тайёрланади, бунда инструмент формасидан нусха қилинади, унинг ёрдамида ғилдирак заготовкасида тишлар оралиғидаги бўшлиқлар кесилади. Кўпгина ҳолатларда кесувчи асбоб сифатида модул дискали ёки бармоқли фрезалар қўлланилади (14.6-расм).



14.6-расм

Фрезаларни модулли дейилади, чунки ҳар бир фреза ғилдирак заготовкасидан аниқ модулли икки тиш оралиғидаги бўшлиқ олиб ташланади. Бироқ бир хил модулли тиш формаси ҳар хил бўлиши мумкин, у ғилдиракдаги тишлар сонига боғлиқ. Бундан кўринадики, эвольвента эгрилиги асосий айлана радиусига боғлиқ.

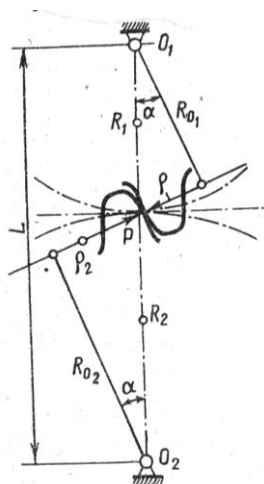
Ҳар хил модулли тишларда тиш оралиғидаги форма ҳам мос равишда ҳар хил бўлади. Шундай қилиб, бир хил модулли фрезалар сони мос равишда шу модулли ҳар хил тишлар сонига мос келади. Фрезалар сонини камайтириш мақсадида, тиш формасига ва 20, 21, 22 тишлар сонига яқин тишли ғилдиракларни бир хил модулли фрезада яшашда баъзи-бир хатоликка йўл қўйиш мумкин. Шунинг учун, модулли фрезаларда модул ва фреза билан кесилиши мумкин бўлган тишли ғилдирак тишлар сони белгилаб олинади.

Бироқ, нусхалаш методининг бу битта камчилиги эмас. Битта чуқурлик кесилгандан сўнг, тишли ғилдирак заготовкасини бир бурчак қадамга буриш керак, унда кейинги чуқурлик кесилади ва ҳ. к. Ҳамма тишлар кесилиб бўлгунча қадар давом эттирилади. Бу методнинг аниқлик даражаси юқори бўлгани билан иш унумдорлиги паст. Шу сабабли, ҳозирги пайтда нусхалаш методи бўйича тишли ғилдиракларни кесиб тайёрлаш амалда кам қўлланилмайди.

Қамрама усулда тишли ғилдирак ясаладиган хом-ашё ҳамда тиш шаклига эга бўлган қирқувчи асбоб дастгоҳда бир-бирига илашадиган қилиб ҳаракатлантирилади, бунда илашиш жараёни юзага келади. Асбобга илашиш ҳаракатидан ташқари, яна технологик қирқиш ҳаракати ҳам берилади. Бунда асбобнинг қирқувчи қирралари ҳаракат чоғида тишли сирт шаклини чизади, бу сирт **ясовчи сирт** деб аталади. Ясовчи сирт ясалувчи тишнинг ён юзасини қамраган ҳолда ҳаракатланганлиги учун бу усул **қамрама усул** дейилади.

Новиков тишли узатмаси.

Новиков илашиши билан ишлайдиган узатмаларда температура 65° гача боради. Бу эса эвольвентали илашишга қараганда 10° - 20° камдир. Бир жуфт тиш илашишига тўғри келган ишқаланишга йўқолиш —1%, эвольвентали тишли узатмада 2—3% ни ташкил қиларди.



14.7-расм

Тиш профилини ўзгартириш соҳасида кўпгина олимлар ишладилар. Бу олимларнинг фикрлари иш профиллари кабарик-ботик бўлганда контактдаги кучланишлар энг қулай бўлган тишли ғилдиракларни ишлаб чиқиш эди. Бундай уринишлар ҳамон амалий ечимга эга бўлмади;

Техника фанлари доктори Михаил Леонтьевич Новиков (1915-1957 йиллар) 1954 йилда тишлари нуқтали контактга эга бўлган тишли илашиш назариясини ишлаб чиқди. М. Л. Новиков илашишида ясалган тиш профиллари айлана ёйидан иборат бўлиб, узатмалар эса эвольвента профилли узатмаларга нисбатан 2-3 марта кўп кучланишга чидамлидир.

Новиков узатмалари катта кучлар талаб қиладиган узатмаларда қўлланади. Бунда контакт зонасининг катталиги қувват узатишни оширса, ҳаракат узатилишидаги тиш профилларининг нисбий юмалаши ишқаланишни камайтирарди.

Эвольвента профилли тишли механизмдаги туташма профилг контактидаги нисбий пухталиқ етарли даражада эмас. Бундай механизм габаритлари ўқлараро масофа билан характерланади.

Контактнинг пухталиги юза бўйича контактнинг эзилишидаги кучланишига боғлиқ (14.7-расм).

ρ_1 - биринчи ғилдирак тиши профилининг эгрилик радиуси;

ρ_2 - иккинчи ғилдирак тиши профилининг эгрилик радиуси;

R_1 - шестерня бошланғич айланасининг радиуси;

R_2 - ғилдирак бошланғич айланасининг радиуси;

α - илашиш бурчаги;

L - ўқлараро масофа.

Чизикли контактнинг камчилиги яна шундан иборатки, тишлар аниқ тайёрланмайди, баъзан валларда деформация бўлади. Булар эса тиш чизиғи бўйича тушадиган кучни бир текисда тарқалишини бузади.

Новиков илашишида туташ профилларнинг контакт нуқтаси цилиндрик ўқларга параллел чизик бўйлаб бўлади. Эвольвентали илашишда эса бу нуқта нормал чизик бўйлаб боришини кўрган эдик. Шунинг учун Новиков илашишидаги ён кесимидаги илашиш коэффициенти нолга тенгдир, чунки илашиш чизиғи бу ҳолат учун нолга тенг. Новиков узатмасидаги тишлар оғма тишлар бўлганлигидан илашиш коэффициентининг бўлиши шартдир. Чунки оғма тишли ғилдираклар учун илашиш коэффициенти қуйидаги формула билан топилар эди:

$$\varepsilon_k = \varepsilon + \frac{btg\beta}{t_s} \quad (12)$$

Бу ерда t_s - оғма тишли илашишдаги ён қадам;

b - тишнинг кенглиги;

ε - эвольвент тишли илашишдаги илашиш коэффициенти;

β - оғма тишнинг бошланғич цилиндрга оғиш бурчаги.

Агар $\varepsilon = 0$ бўлса, Новиков илашиши учун илашиш коэффициенти қуйидагича топилади:

$$\varepsilon_H = \frac{btg\beta}{t_s} \quad (13)$$

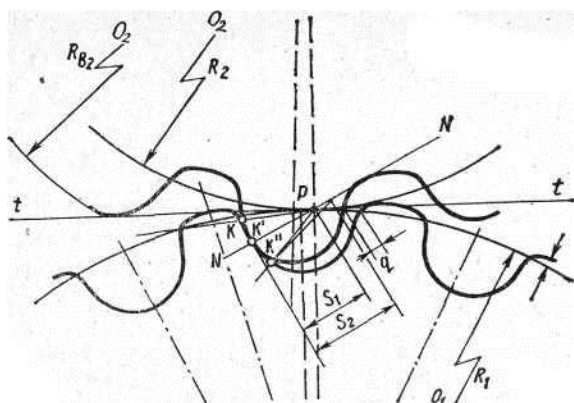
Ўқ бўйича кадам $t_0 = t_s \cdot tg\beta$ ни ҳисобга олганда Новиков илашиши учун β , b , ва t_s ларни танлаш йўли билан ҳамма вақт $\varepsilon_H > 1$ ни олиш мумкин. Кўпинча $\varepsilon_H = 1,05 \div 1,2$ оралиғида бўлади.

Тишларнинг қирқими айлана бўлган ва ғилдирак ўқларига тик бўлган Новиков илашмасида тишини профил лойиҳалаш билан танишиб ўтамиз (14.8-расм).

Агар узатиш сони i_{21} ва икки ғилдирак марказларининг оралиғи (L) берилган бўлса, у ҳолда O_1 ва O_2 марказлардан чиқарилган бошланғич айланалар радиуслари қуйидагича топилади:

$$R_1 = L \cdot \frac{i_{21}}{i_{21} + 1}; \quad R_2 = L \cdot \frac{1}{i_{21} + 1} \quad (14)$$

Худди эвольвентали илашмаганидек илашиш кутби $P-L$ чизиғи устида ва икки айлананинг уринган нуқтасида бўлади. Босим бурчаги (умумий уринма билан



14.8-расм

умумий нормалнинг ён қирқимга проекцияси орасидаги бурчак) $\alpha = 20^\circ - 30^\circ$ оралиғида қабул этилади. Тишларнинг бошланғич цилиндрга оғиш бурчаги $\beta = 10^\circ - 30^\circ$ оралиғида олинади. Тиш қабарик профилининг радиусини топиб, у билан кутбни марказ қилиб ёй чизамиз. Бу радиус тахминан қуйидагича топилади:

$$\rho_1 = 1,25 m_\phi = (0,05 \div 0,2) R_1 \quad (15)$$

Ботик профил радиуси қуйидагича топилади:

$$\rho_2 = (1,03 \div 1,10) \rho_1 \quad (16)$$

Умуман Новиков илашмасида чиқиклик айлана радиуслари қуйидагича топилади:

$$\left. \begin{aligned} R_{b1} &= R_1 + (1 - R)l \\ R_{b2} &= R_2 + h \end{aligned} \right\}$$

Бу ерда l - силжиш;

$K = 0,1 \div 0,2$ — тиш боши билан тиш бағри орасидаги ораликни билдирувчи коэффициент;

h - тиш бошланғич айлана билан чиқиклик айлана орасидаги масофа;

Қабарик ва ботик тишларнинг кенглиги бошланғич айлана бўйича ўлчаналаниб, икки туташ тишлар орасидаги муносабат қуйидагича бўлади:

$$\frac{a_1}{a_2} = 1,3 \div 1,5$$

бунда a_1 - қабарик тиш кенглиги;

a_2 - ботик тиш кенглиги,

Бундан бошқа a_1 билан a_2 нинг ён қирқим қадами билан ён оралик орасидаги боғланишда кўрсатиш мумкин:

$$a_1 + a_2 = t_s - q \quad (17)$$

бунда $t_s - \pi m_s$ - ён томон илашиш қадами,

$q = 0,2 \div 0,4 \text{ мм}$ - ён оралик.

8-МАЪРУЗА: СИРПАНИШ ВА БОСИМ КОЕФФИЦИЕНТЛАРИ. ПЛАНЕТАР МЕХАНИЗМЛАР. ПЛАНЕТАР РЕДУКТОРЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШ.

Ўқув модул бирликлари

1. Сирпаниш ва босим коэффициентлари
2. Планетар механизм ва уларнинг узатиш нисбатлари
3. Планетар редукторларни лойиҳалаш

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини ўқиб ўзлаштиргандан сўнг:

1. Сирпаниш коэффициентини аниқлашни билади
2. Планетар механизм ҳақида тушунчага эга бўлади
3. Планетар механизмларни узатиш нисбатларини аниқлай олади
4. Планетар редукторларни лойиҳалашни билади
5. Силжиш коэффициентларини белгилай олади

Сирпаниш ва босим коэффициентлари.

АВ-назарий илашиш чизиғи;

АБ-амалий илашиш чизиғи;

Гд ва эф-тиш профилини ишчи юзаси. Тишнинг қолган қисми галтелг дейилади.

$$P_0 d = \frac{R(ab)}{R_1 \cos \alpha} = \frac{ab}{\cos \alpha} \text{ -бошланғич айлана бўйича}$$

илашиш ёйи;

$$\varepsilon = \frac{dP_0}{t} = \frac{ab}{t \cos \alpha} \text{ -қопланиш коэффициенти.}$$

Эволвентанинг хоссасидан фойдаланиб асосий айланадиган ўд ёйини амалий илашиш чизиғи орқали белгилаб оламиз. Сирпаниш коэффициенти

$$\lambda = \frac{V_{ck}}{V^t}$$

V_{ck} -сирпаниш тезлиги;

V^t -тишларни бирлашган еридаги тезликни тангенциал йўналиши.

Тиш профилини ишчи участкаси бир-бири устида думалаганда сирпаниш юзага келади.

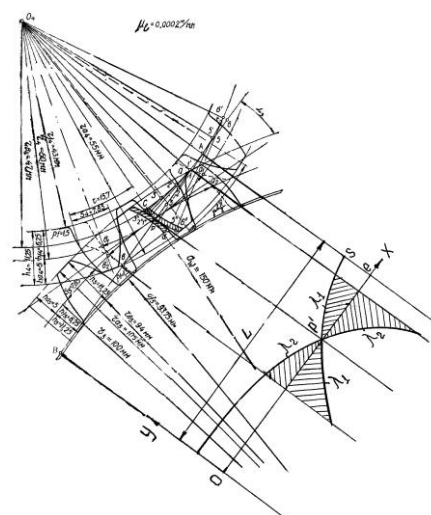
Демак, ўша ерда ишқаланиш юзага келади ва уни характерлайдиган сирпаниш коэффициенти λ_1 ва λ_2 ларни қуйидаги формула орқали топамиз.

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= 1 + i_{21} - \frac{l}{x} i_{21} \\ \lambda_2 &= 1 + i_{12} - \frac{l}{l-x} i_{12} \end{aligned} \right\}$$

$L=AB$ назарий илашиш чизиғини узунлиги

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1};$$

$x-A$ нуқтадан биринчи тишли ғилдиракли асосий айланасигача бўлган масофа.



15.1- расм

Планетар механизмлар ва уларни тезликлар картинасини қуриш.

Тишли механизмларда баъзи ўқлари қўзғалувчи бўлса бундай механизмлар планетар механизмлар дейилади. Планетар механизмларларни қўзғалувчанлик даражаси икки ёки ундан кўп бўлса бундай механизмлар дифференциал механизмлар дейилади.

$$W = 3n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 4 - 2 = 2$$

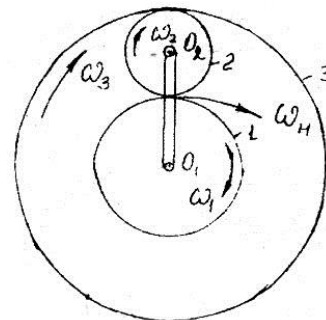
Демак ω_1 , ω_3 ва ω_H лар боғловчи формулани чиқариш учун, ҳамма звеноларга қўшимча ω_H тезлик берамиз, лекин бу тезлик Н бурчак тезлигига қарама-қарши йўналган яъни

$$\omega_1 \omega_1^H = \omega_1 - \omega_H$$

$$\omega_3 \omega_3^H = \omega_3 - \omega_H$$

$$\omega_H \omega_H^H = \omega_H - \omega_H = 0$$

$$i_{13}^H = \frac{\omega_1^H}{\omega_3^H} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H}$$



15.2- расм

Планетар ва дифференциал механизмлар автомобилларда, қишлоқ хўжалиги машиналарида ва авиацияда кенг қўлланилади.

Юқоридаги механизмда 3-ғилдирак ҳаракат қилмаса унда

$$i_{12}^H = \frac{\omega_1 - \omega_H}{-\omega_H} = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_H} = 1 - i_{1H}^3 \quad \text{ёки} \quad i_{13}^H = 1 - i_{13}^H$$

Водиладан 1 ғилдираккача бўлган узатиш сони

$$i_{H1}^3 = \frac{1}{i_{1H}^3} = \frac{1}{1 - i_{12}^H}$$

Л.П.Смирнов методи бўйича планетар ва дифференциал механизмларни тезликларини топиш.

$$V_{a1} = \omega_1 r_1 = \omega_H (r_1 + r_2)$$

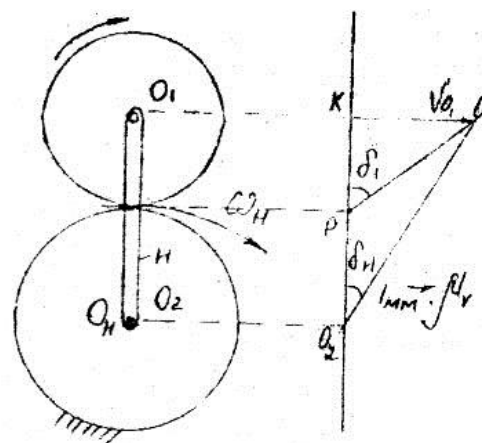
$$i_{H1}^3 = \frac{\omega_1}{\omega_H} = \frac{r_1 + r_2}{r_1}$$

$$\omega_H = \frac{\mu_v}{\mu_1} \operatorname{tg} \delta_H, \quad \omega_1 = \frac{\mu_v}{\mu_1} \operatorname{tg} \delta_1$$

μ_v ва μ_1 -схема ва тезликлар масштаби.

$$i_{12}^H = \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_1 \cdot Z_2}$$

15.4 расм, а, б, в, г шаклларда. оддий дифференциал механизмларни кинематикавий схемаси кўрсатилган. Улар водило Н, сателлитлар Z_g (ёки $Z_g - Z_f$) марказий ғилдираклар, Z_a ва Z_b дан иборат.



15.3 расм

3. Йиғиш шарт; бу шарт сателлит ўқларининг марказий ўққа нисбатан бир хил бурчакда жойлашувини ҳамда сателлитларнинг механизмга эркин ўрнатилиши тامينлайди.

$$\frac{Z_1 \cdot U_{1H}}{k} (1 + pk) = B$$

k-сателлитлар сони;

p-водилонинг тўлиқ айланишлар сони;

B-ихтиёрий бутун сон.

Бу шартни бажарилиши шундаки, агар бирорта сателлит ўрнатиб олингандан сўнг ўша вазиятда кейинги сателлитни ўрнатиш учун водилони қуйидаги бурчакка буриш керак бўлади.

$$\omega_H = \frac{360^\circ}{k} (1 + pk)$$

Ташқи илашиш ҳосил қилувчи ғилдираклар учун $Z_{\min} 17, Z_1 \geq 17$ бўлиб, $\frac{Z_k}{k}$ бутун сон бўлади.

Икки илашма ҳосил қилувчи ташқи тишли ғилдираклар учун $Z_{\min} \geq 20$ демак $Z_1 \geq 20$

Ички илашма ҳосил қилувчи ҳамда тишлари ичкарида жойлашган ғилдираклар учун

$Z_{\min} = 85$ демак, $Z_1 \geq 85$.

Силжиш коэффициентларини белгилаш.

Силжиш коэффициентлари X_1 ва X_2 шундай танлаш керакки, уларга кўра ҳисобланган ғилдираклар ва узатманинг геометрик параметрлари узатманинг эксплуатация сифатларини имкони борича яхши таъминлаши керак.

Ғилдиракларни ҳосил қилиш жараёнида тиш асосида қирқилиш ходисаси юз бермаслиги учун танланган силжиш коэффициенти қуйидаги шартни қаноатлантириши зарур: $X \geq X_{\min}$. $Z_1 \geq 20$. Ички илашма ҳосил қилувчи ҳамда тишлари ичкарида жойлашаган ғилдираклар учун $Z_{\min} = 85$ демак, $Z_1 \geq 85$.

Бунда $X_{\min}$ қирқилиш юз бермаслиги шартига кўра силжиш коэффициентининг энг кам қийматидир. У қуйидаги формулага кўра аниқланади:

$$X_{\min} = \frac{Z_{\min} - Z}{Z_{\min}} = \frac{17 - Z}{17}$$

$Z_{\min} = 17$ ғилдирак тишлар сонинини шундай минимал қийматики, рейкасимон қирқувчи асбоб ёрдамида бу ва бундан катта қийматдаги тишлар сонига эга бўлган ҳамда тишлар асоси қирқилмаган стандарт ғилдиракларни ҳосил қилиши мумкин.

Муайян узатмалар учун силжиш коэффициентларининг қийматларини

1. Смирнов тузган қамраш контурларидан фойдаланилган ҳолда;
2. ИСО тавсияномалидан фойдаланилган ҳолда;
3. Кудрявцев жадвалларидан ва номограммалардан фойдаланиб топиш мумкин.

9-МАВЗУ: ТЕКИСЛИК ВА ФАЗОДА ҲАРАКАТЛАНУВЧИ КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМЛАР. КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИ АНАЛИЗИ ВА СИНТЭЗИ

Ўқув модул бирликлари

1. Текислик ва фазода ҳаракатланувчи кулачокли механизмлар.
2. Кулачокли механизмларни анализи. Кулачокли механизмларни асосий параметлари.
3. Кулачокли механизмларни динамик лойиҳалаш.

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

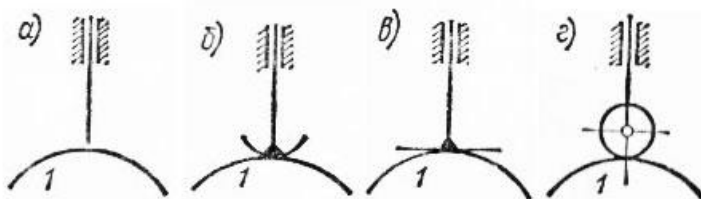
Талаба ушбу мавзунини ўқиб ўзлаштиргандан сўнг:

1. Кулачокли механизм ҳақида тушунчага эга бўлади.
2. Кулачокли механизм турткичига қараб уларни турларга ажрата олади.
3. Кулачокли механизмнинг афзалликлари ва камчиликлари қандайлигини билади.
4. Кулачокли механизмларни анализ қила олади.
5. Кулачокли механизмларнинг асосий параметларини билади

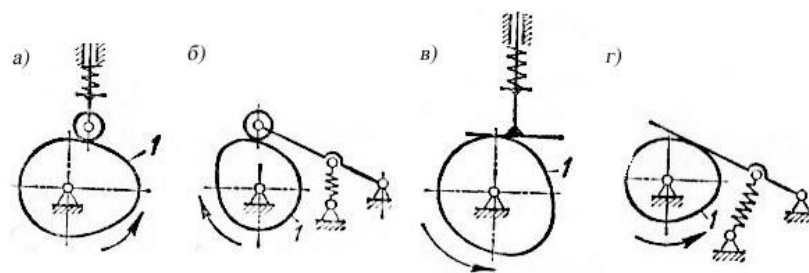
Ҳозирги замон автомат машиналардаги кўп ёрдамчи операциялар кулачокли механизмлар орқали амалга оширилади. Бундай механизмлар воситаси билан етакланувчи звенонинг исталган ҳаракат қонунини олиш мумкин. Баъзи ҳолларда ричагли механизм ёрдамида амалга ошириб бўлмайдиган қонуниятларни кулачокли механизм билан бажариш мумкин. Масалан ички ёниш двигателидаги газ тақсимловчи механизмда вақтида клапанларни автомат равишда очиб ва ёпиш жараёнини кулачокли механизмлар аниқ қилиб бажаради.

Кулачокли механизм таркибида олий кинематик жуфт ҳосил қиладиган звено бўлиб, унинг боғланиш элементи ўзгарувчан радиусли эгри чизикдан иборат бўлади. Кулачок билан турткични ишчи юзалари ишлаш жараёнида ейилади. Ейилишни камайтириш ҳамда турткичнинг уринувчи юзаси бир текис ейилишига эришиш, механизмни ишончли ишлашишини ошириш ва хизмат муддатини узайтириш учун турли хилдаги олий кинематик жуфт формаларидан фойдаланилади.

Кулачокли механизмлардаги олий кинематик жуфтларни геометрик формаси 16.1-расмда келтирилган. Булар а) учли олий кинематик жуфт; б) эгри ёйсимон; в) тарелкали ва г) роликли бўлиши мумкин. Уларни текис кулачокли механизмларда қўлланиши 16.2-расмда келтирилган. Олий кинематик жуфт элементларини доимий боғланишини таъминлаш учун пружинанинг кучидан фойдаланилади.

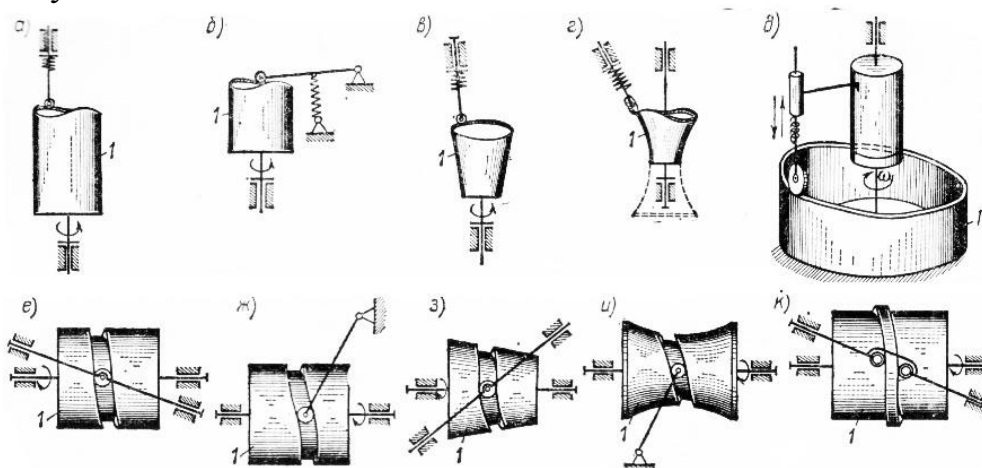


16.1-расм



16.2-расм

Бундан ташқари олий кинематик жуфтлардаги элементларнинг ўзаро уриниш ариқчалар ҳисобига (16.6-расм а,б), қамровчи роликлар ҳисобига (16.6-расм в,г,д), геометрик тарзда туташиш орқали ёки оғирлик кучи, пружинанинг эластиклик кучи (16.2-расм а,б,в,г), суюқлик ёки ҳаво босими таъсирида куч билан туташиш орқали тахминланиши мумкин.



16.3-расм

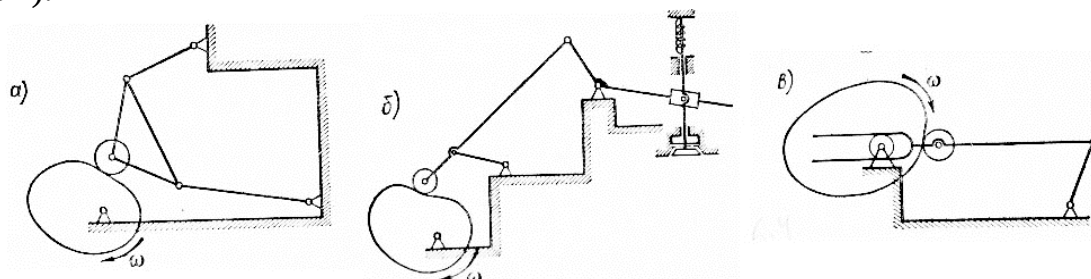
Кулачокли механизмларни камчилиги: а) лойиҳалашни жуда қийинлиги, яъни кулачок траекториясини аниқ ҳосил қилиш қийинлиги;

б) тайёрлаш қийинлиги;

в) ишлаш пайтида шовқин ҳосил бўлишлиги;

г) тайёрлашда 0,5 мкм четга чиқилса, максимал кучланишдан икки марта кўп кучланиш ҳосил бўлиши.

Кулачок илгариланма-қайтариланма, айланма-тебранма ва мураккаб ҳаракат қилиши мумкин. Баъзи ҳолларда кулачок тўхтаб ва турткич ҳаракатланиши мумкин (16.4-расм).

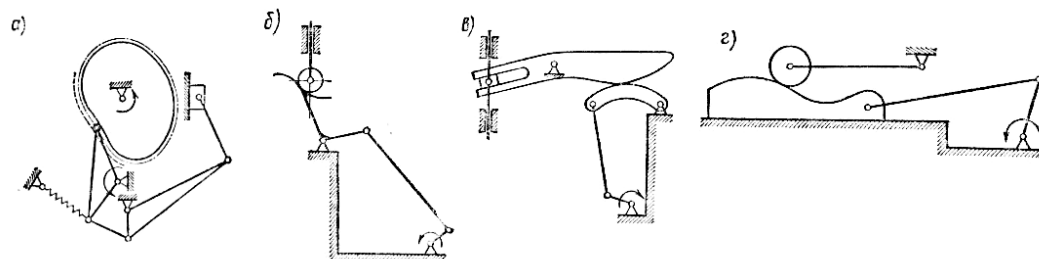


16.4-расм

16.3-расмда фазода ҳаракат қилувчи кулачокли механизмлар кўрсатиб ўтилган. 16.3-расм а,б,в,г – пружина орқали турли ҳаракатдаги турткични ролиги цилиндр

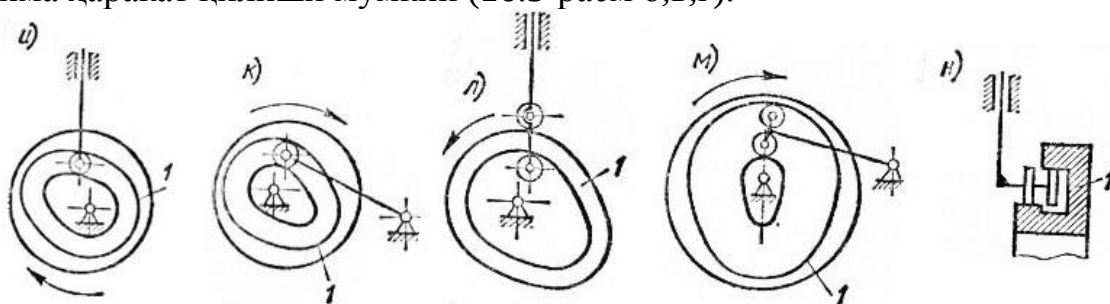
билан олий кинематик жуфт ҳосил қилувчи; 16.3-расм е,ж,з,и,к фазли роликли турли ҳаракатдаги турткичли кулачокли механизмлар кўрсатилган.

Роликли турткичларда думалаш ишқалиниши билан алмаштириш орқали сирпаниш ишқаланишини қисман йўқотишга, олий кинематик жуфтлик элементларининг ёйилишини камайтиришига ва механизмнинг ишончли ишлашини оширишга имкон беради.



16.5-расм

Мураккаб ҳаракат қилувчи турткичли кулачокли механизмлар 16.3-расмда келтирилган. Бу механизмлар тўқимачилик саноатида материалларга, пардаларга гуллар солиш ва бошқа кўп турдаги машиналарда ишлатилади. Баъзида кулачок кўп звеноли ричагли механизмни ҳаракатга келтиради (16.4-расм б ва 16.5-расм а). Кулачок ричагли механизмдан ҳаракат олиб мураккаб юзада илгариланма-қайтириланма ҳаракат қилиши мумкин (16.5-расм б,в,г).



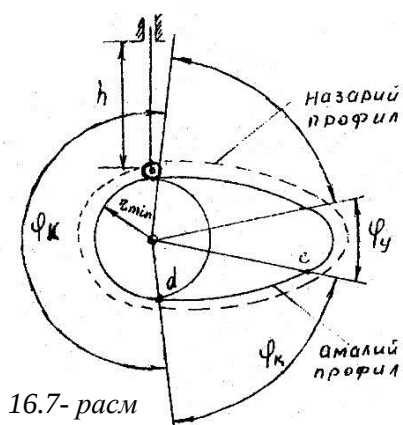
16.6-расм.

Ҳозирги пайтда автомат машиналарни янги авлоди пайдо бўлиши муносабати билан, уларда тезлик ва юкланишни оширганлиги сабабли кўпроқ бир ва икки пазли роликли турткичли кулачокли механизмларни қўллаш мақсадга мувофиқ бўлмоқда (16.6-расм). Бу механизмни шовқинсиз ишлашини ва кулачок профилини узок муддат ишлашини тахминлайди.

Кулачокли механизмларни асосий ўлчамлари

Кулачокнинг айлана ёйлари профилига турткич тегиб турганда у қўзғалмас вазиятда бўладиган участкалари турткичнинг яқинда ва узоқда туриш вазиятлари дейилади. Профилнинг қолган қисмларида турткич кулачокнинг радиус вектори ўзгарувчи профилида кулачок марказига нисбатан силжийди.

Профилнинг абсд нуқталаридан ўтказилган радиус-вектор орасидаги бурчаклар кулачок профили бурчаклари дейилади.



Кулачокли механизмнинг динамикасини яхшилаш учун турткичнинг силжиш чизиғи кулачокнинг айланиш ўқиға нисбатан е ораликқа (ексцентриситетга) силжитилади.

Кулачокнинг бир марта айланишида кулачок турткич ҳаракатининг бурилиш бурчакларига мос фазалар қуйидагича бўлади.

$$\varphi_k + \varphi_y + \varphi_t + \varphi_n = 360$$

Кулачокли механизмнинг иш бурчаклари $\varphi_k + \varphi_y + \varphi_t + \varphi_n = \varphi_n$.

φ_k -кўтарилиш φ_y -узоқда туриш φ_t -тушиш ва φ_n -яқинда туриш бурчаклари

Механизмни текширишда амалий профил устида ётган нуқталардан ролик r радиуси билан чизилган айланалар оиласини ҳосил қилган эгри чизиклар бирлашмаси назарий профил дейилади. Назарий профил амалий профилга эквидистант бўлади, яъни иккала профил умумий нормал $n - n$ га эга бўлади ва уларнинг оралиғи ҳар доим $n - n$ бўйича ролик радиуси r га тенг. Бунда учи назарий профил бўйича ҳаракатланувчи роликсиз найзасимон турткичли эквивалент механизм ҳосил бўлади.

Бундай механизмлар соддалаштирилган назарий профил бўйича анализ қилинади. Кулачокли механизмнинг асосий геометрик параметрларига қуйидагилар киради: турткичнинг юриш йўли h ; силжиш (дезаксиалнинг) қиймати e ; турткичнинг ролик радиуси r ; кулачокнинг бурилиш φ_k , φ_y , φ_t ва фаза φ_n бурчаклари; кулачокнинг минимал радиуси $r_{\min}$; босим бурчаги β .

Демак, $S=S(\varphi)$ диаграммаси қурилганда сўнг, график усул билан дифференциаллаб тезлик аналог

$$\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{dt} \cdot \frac{dt}{d\varphi} = \frac{g}{\omega}$$

Иккинчи марта дифференциаллаб, тезланиш аналог $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{dt^2} \cdot \frac{d^2t}{d\varphi^2} = \frac{a}{\omega^2}$

ҳосил қилинади

Масала: эксцентририк кулачок профилини берилган R -айлана радиуси ва e -ексцентриситет ёрдамида асосий ўлчамларини аниқланг.

Эчиш: бунинг учун R радиусли айлана чизамиз ва айланадан e масофада кулачок профилини марказини аниқлаймиз. 6-расм O_1 ва O_2 марказларни бирлаштирилган чизикни давоми профилни a энг қисқа нуқтасини ва энг узоқдаги b нуқтасини кесиб ўтади. Шунда минимал радиус $R_o = R - e$ ва максимал радиус $R_{\max} = R + e$ бўлади.

Турткични максимал кўтарилиши $h = R_{\max} - R_o = R + e - (R - e) = 2e$ бўлади. Фаза бурчаклари қуйидагича:

$$\varphi_n = 0, \varphi_k = 180^\circ, \varphi_y = 0, \varphi_t = 180^\circ, \varphi_n = 360^\circ$$

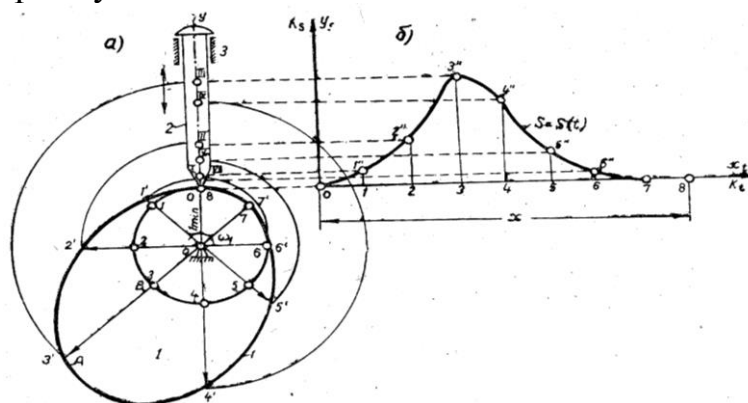
Профил радиуси R га тенг бўлиб қолади.

Кулачокли механизмларни анализи

Турткичнинг (етақланувчи звенонинг) ҳаракат қонуни аниқлаш кулачокли механизмни анализи деб аталади. Кулачокли механизмни профилини бир маротаба тўла айланиши ичида турткичнинг ҳаракат қонуни аввалгисининг такрорланишидан иборат бўлади. Шунинг учун кулачокли механизмни бир марта тўла айланишини ўрганилса етарли бўлади.

Энди, текисликда ҳаракат қилувчи учи ўткир турткичли кулачокли механизмни анализ қиламиз (16.8-расм, а). Расмдан 1 рақами билан кулачок, 2 рақами билан эса ўткир учли турткич кўрсатилган. Агар ω_1 бурчак тезлиги билан айланганда, кулачокнинг кичик радиуси учи (A_0) билан турткич уриниб турса, бунда турткич энг паст вазиятда бўлади, агар кулачокнинг энг катта радиус-вектори (OA) учи (A) билан турткич уринса, турткич энг баланд вазиятда бўлади. Шундай қилиб, кулачокнинг ҳар айланишида турткич $S_{\max} = (OA - OA_0)$ ораликқа кўтарилиб, яна ўз жойига қайтиб келади. Агар кулачок ҳар секундда 10 марта айланса, турткич секундига 10 марта юқори кўтарилиб, 10 марта пастга тушади, яъни гармоник тебранма ҳаракат қилади.

Турткичнинг (етақланувчи звенонинг) ҳаракат қонунини топиш кулачокли механизмнинг анализи деб аталади. Бунинг учун механизм кулачоғининг бир айланиши ичида турткичнинг ҳаракат қонунини билиш кифоя, чунки кулачокнинг навбатдаги айланишида турткичнинг ҳаракат қонуни аввалгисининг такрорланишидан иборат бўлади.



16.8-расм. Аксиал кулачокли механизм ва унинг анализи

Масалани анализ қилишдан аввал кулачокли механизмни, қоғозга K_M масштабда чизамиз (16.8-расм, а), сўнгра кулачокнинг кичик радиуси $r_{\min}$ билан айлана чизиб, шу айланани бир қанча тенг бўлақларга бўламиз. 2.1-расм, а кичик айлана тенг саккиз бўлақка бўлинган. Кулачок соат стрелкаси юрадиган томонга айланаётганлиги учун, айлана бўлақлари чап томондан 0, 1, 2, 3, ..., 8 деб номерланади. Шаклдан кўринишича, $r_{\min} = 00 = 01 = 02 = 03 \dots = 08$. Шу радиусларни давом эттириб, уларнинг кулачок профили билан учрашув нуқталарини 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7' лар орқали белгилаймиз. Шундай қилиб, 00', 01', 02', 03', 04', 05', 06', 07' лар кулачок профилидаги тегишли 0', 1', 3', 4', 5', 6', 7' нуқталарнинг радиус-векторларидир. Радиус-векторлар катталашиб борганда турткич юқорига кўтарилади, кичиклашиб борганда эса турткич пастга тушади. Расмдан кўринишича, турткичнинг максимал кўтарилиш оралиғи $S_{\max} = K_T \cdot AB$ кесмасига тенгдир.

Кулачокнинг 0 нуқтасини марказ қилиб олиб, 1', 2', 3', 4', ... нуқталарни турткичнинг OY ўқига чиқарамизда I, II, III, IV, V, VI, VII нуқталарни ҳосил қиламиз.

Турткичнинг кўтарилиш-тушиш графигини тузиш учун декарт координаталар системасининг ординаталар ўқида турткичнинг кўтарилиш-тушишини K_c масштабда,

абсциссалар ўқиға эса кулачокнинг бир айланиши учун кетган вақт (T) ни K_m масштабда қўйиб чиқамиз (16.8-расм, б).

K_m масштаб қуйидагича топилади:

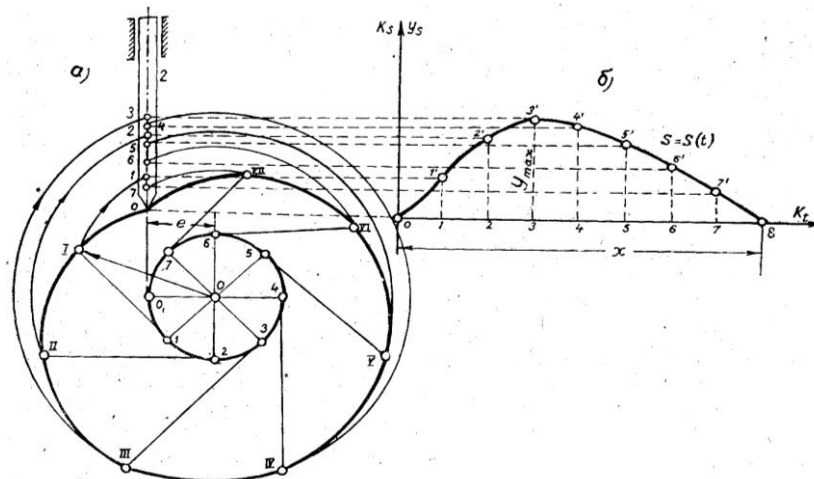
$$K_t = \frac{T}{x} = \frac{60''}{x \cdot n} \quad (1)$$

бу ерда n — кулачокнинг минутига айланиш сони;

$x = 08$ - абсциссалар ўқида олинган ихтиёрий кесма. Кулачокнинг энг кичик радиуси билан чизилган айланани саккизта тенг бўлакка бўлганимиз учун, x ораликни ҳам саккизта тенг бўлакка бўламизда, уларни $0, 1, 2, 3, \dots, 8$ билан белгилаб чиқамиз. Ана шу нуқталардан ординаталар кўтариб, уларнинг I, II, III, ..., VII нуқталардан ўтказилган горизонтал чизиқлар билан кесишув нуқталарини $1'', 2'', 3''$ орқали белгилаймиз; уларни ўзаро туташтирсак, K_c масштабдаги $01''2''3''4''5''6''7''8''$ эгри чизиғи, яъни $S-t$ графиги ҳосил бўлади. $y_{\max} = 44''$ қилиб олиб, K_c масштабни қуйидагича топамиз:

$$K_s = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{K_m \cdot AB}{y_{\max}} \left[\frac{m}{mm} \right], \quad (2)$$

$S-t$ графигини исталган метод билан бир марта дифференциалласак $v-t$ графиги, икки марта дифференциалласак турткичнинг $a^t - t$ тезланиш графиги чиқади.



16.9-расм. Дезаксиал кулачокли механизм ва унинг анализи

16.9-расм, а турткичи ўтқир учли бўлган дезаксиал кулачокли механизм кўрсатилган. Бу механизм K_m масштабда чизилган деб фараз қилайлик. Кулачокли механизмнинг дезаксиали e бўлсин. Механизмни анализ қилиш, яъни механизм турткичининг ҳаракат қонунини топиш учун, O марказдан e радиус билан айлана чизамиз. Марказдан ўтказилган горизонтал чизиқнинг турткич ўқи билан кесишув нуқтасини O_1 билан белгилаймиз, турткичнинг вертикал ўқи e радиусли айланага уринма бўлади. Айланани O_1 дан бошлаб, тенг бўлақларга бўламиз. 16.9-расм, а да бу айлана саккизта тенг бўлакка бўлинган. Бўлиниш нуқталарини $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ билан белгилаб, ҳар қайси нуқтадан уринма ўтказамиз. Шу уринмаларнинг кулачок профили билан кесишув нуқталарини $0, I, II, III, \dots, VIII$ рақамлари билан белгилаймиз. Агар бу нуқталарни кулачок маркази (O) билан туташтирсак, $OI, OII, OIII, \dots, OVIII$ радиус-векторлар ҳосил бўлади. Шу радиус-векторларни радиус қилиб олиб, турткич ўқи билан кесишгунча бирин-кетин айланалар чизамиз-да, уларнинг

кесишув нуқталарини 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, .. рақамлари билан белгилаймиз (16.9-расм, а).

(1) формуладан фойдаланиб, абсциссалар ўқига K_m масштабда вақтни қўямизда, x ораликни саккизта тенг бўлакка бўламиз, бўлиниш нуқталари 1, 2, 3, ..., 8 дан ординаталар ўтказиб, уларнинг турткичдаги нуқталардан ўтказилган горизонтал чизиқлар билан кесишув нуқталарини 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7' орқали белгилаймиз, бу нуқталарни туташтирсак, K_C масштабда $S-t$ графиги ҳосил бўлади. $S-t$ графигининг K_C масштаби қуйидаги формуладан топилади (16.9-расм, б).

$$K_S = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{K_M \cdot \overline{O3'}}{y_3} \left[\frac{m}{mm} \right], \quad (3)$$

$S-t$ графигини дифференциаллаб, $v-t$ ва a^t-t графикларини ҳосил қиламиз.

Кулачокли механизмни динамикаси

Турткичнинг кулачок профили билан шу онда боғланган нуқтасининг абсолют ва нисбий тезликлари орасидаги ўткир бурчак узатиш бурчаги деб аталади.

Агар турткич билан кулачок профили орасидаги ишқаланиш кучи эҳтиборга олинмаса, масала осонлашади. Бу идеал ҳолат бўлиб, кўпинча, амалий масалаларда етарли натижалар беради. Кулачокдан турткичга ўтадиган ҳаракатлантирувчи куч (P) кулачок профилидаги A нуқтага ўтказилган нормал чизиқ устидан кетади; уни параллелограмм қоидасига биноан, турткич бўйлаб ва турткичга тик қилиб ажрацак бўлади. Булардан биринчисини P_2 ва иккинчисини P_3 билан белгилаб, қуйидагиларни ҳосил қилиш мумкин (16.10-расм):

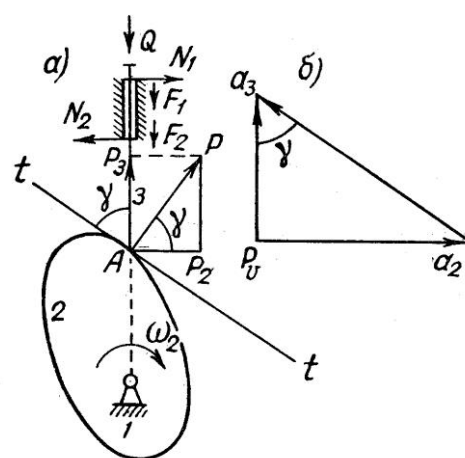
$$P_2 = P \cos \gamma$$

$$P_3 = P \sin \gamma$$

Булардан P_3 фойдали қаршилик (F) ни мувозанатлаш учун сарфланади. P_2 эса турткични қўзғалмас йўналтирувчи томон сиқади. Бунинг натижасида турткич билан унинг йўналтирувчиси орасида ишқаланиш кучи ҳосил бўлади. Ишқаланиш кучи турткич ҳаракатига тескари йўналган бўлади (F_1, F_2) ва унинг ҳаракатига қаршилик кўрсатади. Расмдан кўринишича, P_3 куч қанча кўп ва P_2 куч қанча кам бўлса, турткич ҳаракати яхшиланиб, меҳанизм нормал ишлайдиган бўлади. Бу ҳолат γ бурчак катталашганда бўлади.

Юқорида баён этилганлардан шундай хулосага келиш мумкин: агар γ бурчак 90° га тенг бўлса ва ўзгармас ($\gamma = 90^\circ = \text{const}$), кулачокли меҳанизм энг яхши меҳанизмлардан бўлади. Бундай талабга жавоб берувчи меҳанизмлар учи текис турткичли кулачокли меҳанизмлардир (16.11-расм, в).

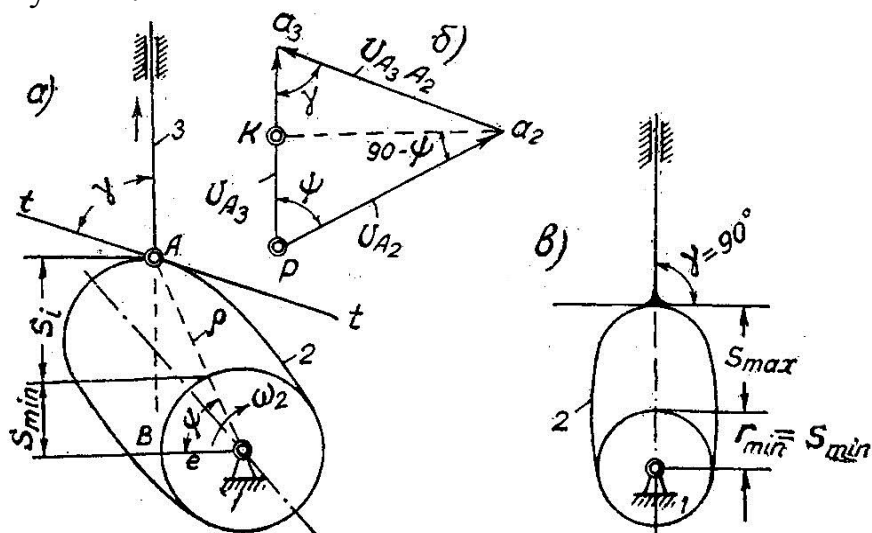
Шундай қилиб, кулачокли меҳанизмларнинг бошқа хиллари учун бурчак тажриба йўли билан топилган $\gamma_{\min}$ бурчакдан кичик бўлмаслиги, яъни $\gamma \geq \gamma_{\min}$



16.10-расм. а-кулачокли меҳанизм; б- узатиш бурчаги.

бўлиши шарт. Агар бу шарт бажарилмаса, кулачокли механизмларнинг конструкциялари ноқулай тузилган бўлади, оқибатда эса турткич билан йўналтирувчи орасида ишқаланиш кучи кўпайиб, механизм деталлари қизий бошлайди, ортиқча энергия сарфланади ва баъзи ҳолларда, турткич ўз йўналтирувчиси орасида ҳаракатлана олмай, унга тиқилиб қолади.

Агар узатиш бурчаги (γ) рухсат этилгандан кичик бўлса, бундай кулачокли механизмнинг турткичи кулачок айланган томонга қараб эгилиши ва кулачок айланмай қолиши мумкин.



16.11-расм. а-дезаксиал кулачокли механизм; б-тезликлар плани; в-текис турткичли кулачокли механизм.

Кўп марта ўтказилган тажрибалар асосида, илгариланма ҳаракатланувчи турткичли кулачокли механизмлар учун $\gamma_{min}=60^\circ$, айланма ҳаракатланувчи турткичли кулачокли механизмлар учун эса $\gamma_{min}=45^\circ$ қилиб олиш тавсия этилади.

10-МАВЗУ: КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИНГ ЛОЙИХАЛАШ ТАРТИБИ. ИЛГАРИЛАНМА-ҚАЙТМА ҲАРАКАТ ҚИЛУВЧИ РОЛИКЛИ КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШ.

Ўқув модул бирликлари

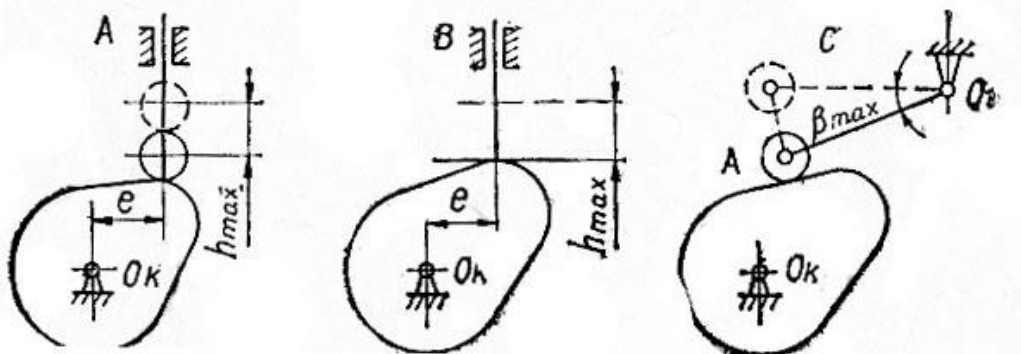
1. Илгариланма-қайтма ҳаракат қилувчи роликли кулачокли механизмларни лойиҳалаш.
2. Кулачок профилининг минимал радиусини аниқлаш.
3. Кулачок профилини чизиш ва алмаштирилган механизмни анализи.

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Турткичи тарелкали кулачокли механизмни лойиҳалаш тартибини билади
2. Турткичи тарелкали кулачокли механизмнинг кулачоғининг минимал радиусини аниқлай олади
3. Кулачок профилини чиза олади.

Кулачокли механизм лойиҳалашдан кўзда тутилган асосий мақсад етакланувчи звенонинг исталган, олдиндан берилган ҳаркат қонуни бажарувчи кулачок профилини ясаш, ФИКи юқори ва габарити кичик механизм олишдан иборат.



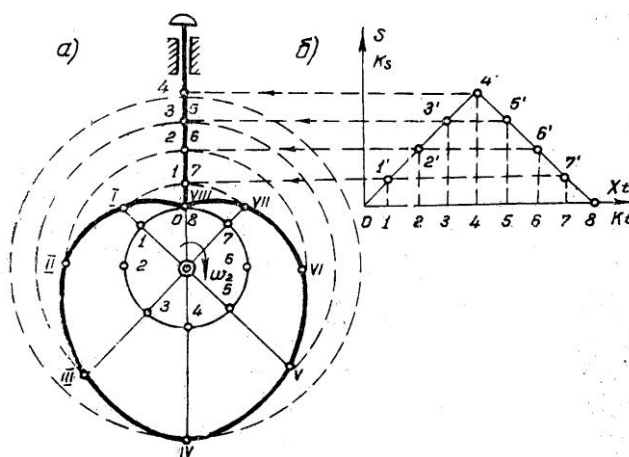
17.1-расм

Оддий кулачокли механизмлар схемаси

Кулачокли механизмларни лойиҳалашнинг асосан икки усули бор. Булардан бири кулачокли механизмларни кинематик лойиҳалаш бўлса, иккинчиси динамик лойиҳалашдир. Кинематик лойиҳалашда етакланувчи звенонинг ҳаракат қонуни ва профилининг шакли топилиши лозим бўлган кулачокнинг энг кичик радиуси билан турткичининг максимал кўтарилиш оралиғи берилади. Агар турткичининг ҳаракат қонуни a^t-t графиги билан берилган бўлса, оралик ($S-t$) графигини олиш учун a^t-t ни икки марта интеграллаш лозим бўлади. Агар турткичининг ҳаракат қонуни асосида лойиҳаланиши лозим бўлган кулачокнинг энг кичик радиуси узатиш бурчаги (γ) ҳисобга олиниб топилса ва топилган энг кичик радиус асосида кулачок профилининг шакли тузилса, бу усулда лойиҳалаш **динамик лойиҳалаш** деб аталади. Динамик лойиҳаланган кулачокли механизмлар кулачокнинг ҳар қандай тезликдаги ҳаракатида ҳам нормал ишлай олади. Агар узатиш бурчаги ҳисобга олинмасдан лойиҳаланган кулачокли механизмлар бўлса, у ҳолда, кулачокнинг айланиши жараёнида турткич

ўз йўналтирувчиси орасига текилиб қолиши мумкин, бундай механизмлар нотўғри ишлайди, бунинг оқибатида эса синиши ҳам мумкин.

Кулачокли механизмларни кинематик лойиҳалаш учун кулачокнинг энг кичик (минимал) радиуси ($h_{\min}$) билан турткичнинг ҳаракат қонуни тезлик, тезланиш ёки $S-t$ графиги шаклида берилиши лозим. Агар ҳаракат қонуни a^t-t графиги шаклида берилса, уни икки марта интеграллаш, $v-t$ графиги шаклида берилган бўлса, бир марта интеграллаш йўли билан $S-t$ графигини ҳосил қилиш, мумкин. 17.2-рasm, б да $S-t$ графиги берилган. Кулачокнинг шаклини тузиш қийин эмас. Бунинг учун кулачокнинг минимал радиуси билан айлана чизиб, уни тенг (8, 12, 16, 26) бўлақларга бўламиз $S-t$ графиги абсциссасидаги x ораликни ҳам худди шунча тенг бўлақларга бўламиз.

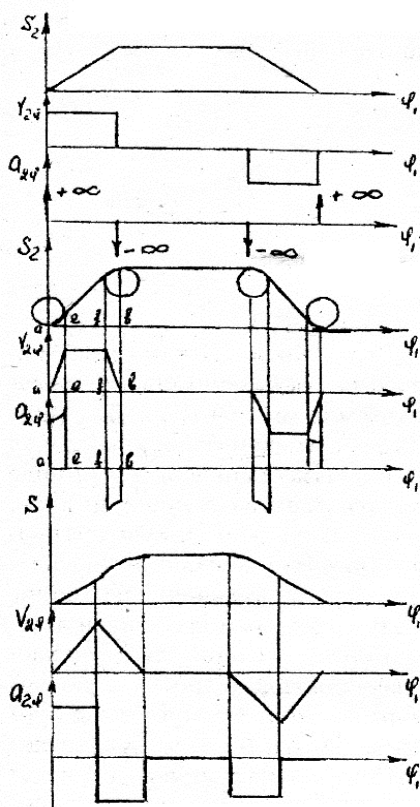


17.2-рasm. Кулачокли механизмни лойиҳалаш.

$S-t$ рафигидаги абсциссалар ўқини кулачокнинг минимал радиусли айланасига уринма қилиб ўтказамиз ва шу график ординаталарини кулачок турткичига проекциялаймизда, ундаги тегишли нуқталарни минимал радиусли айлана радиусларининг давомига проекциялаб, шу нуқталарни ўзаро туташтирсак, кулачок профили ҳосил бўлади. 17.2-рasm, а да $S-t$ графигини қаноатлантирувчи $R_{\min}$ асосида лойиҳаланган аксиал кулачокли механизм кўрсатилган.

Кулачокли механизмни кинематик лойиҳалангандаги кулачокни минимал радиуси $Z_{0\min}$ нинг қиймати механизмни динамика нуқтаи назаридан лойиҳаланганда мутлақо яроқсиз бўлиши мумкин. Чунончи, турткич ва кулачок орасида вужудга келган ишқаланиш кучи кулачок сиртининг маҳлум бир қисмида хаддан ташқари ортиб кетиши, хатто турткич билан кулачок ўзаро қадалиб қолиши мумкин. Бу ҳол босим бурчагига боғлиқ бўлади. Баъзи ҳолларда босим бурчаги катта бўлса турткич учига ролик ўрнатилади. Ролик 17.3-рasmда кўрсатилгандек, тезланишлари чексиз бўлиб кетишини олдини олади.

Кулачокли механизмларнинг нормал шароитда ишлашини таъминлаш жуда катта аҳамиятга эга. Бу



17.3-рasm.

масала турткичининг йўналиши билан кулачок профилининг боғланиш нуқтасига ўтказилган уринма чизик орасидаги бурчакка боғлиқдир. Бу бурчакни γ билан белгилаймиз ва уни узатиш бурчаги деб атаймиз (17.2-расм, а).

Кулачокли механизмларни лойиҳалаш учун зарур параметрлар

Лойиҳалаш топшириғида юқоридага уч тип кулачокли механизм схемаси тавсия этилади (17.1-расм).

А схема – тўғри чизик бўйлаб илгариланма қайтарилма ҳаракат қилувчи роликли турткичи бўлган механизм.

В схема - тўғри чизик бўйлаб илгариланма қайтарилма ҳаракат қилувчи текис тарелкали турткичи бўлган кулачокли механизм.

С схема – табранма ҳаракатланувчи, роликли, коромислоли турткичи бўлган кулачокли механизм.

Кулачокли механизмни лойиҳалаш учун қуйидаги параметрлар маълум бўлиши керак.

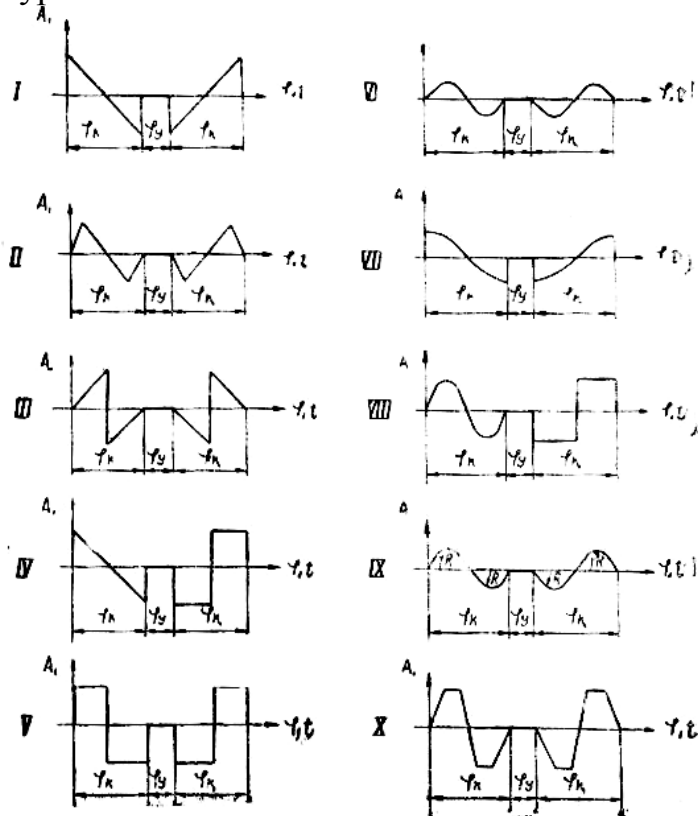
1. Турткичининг ҳаракат қонуни (17.4-расм)

$$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)_{\text{ёки}} \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2} = \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2}(\varphi)$$

2. Кулачокнинг бурилиш бурчаклари:

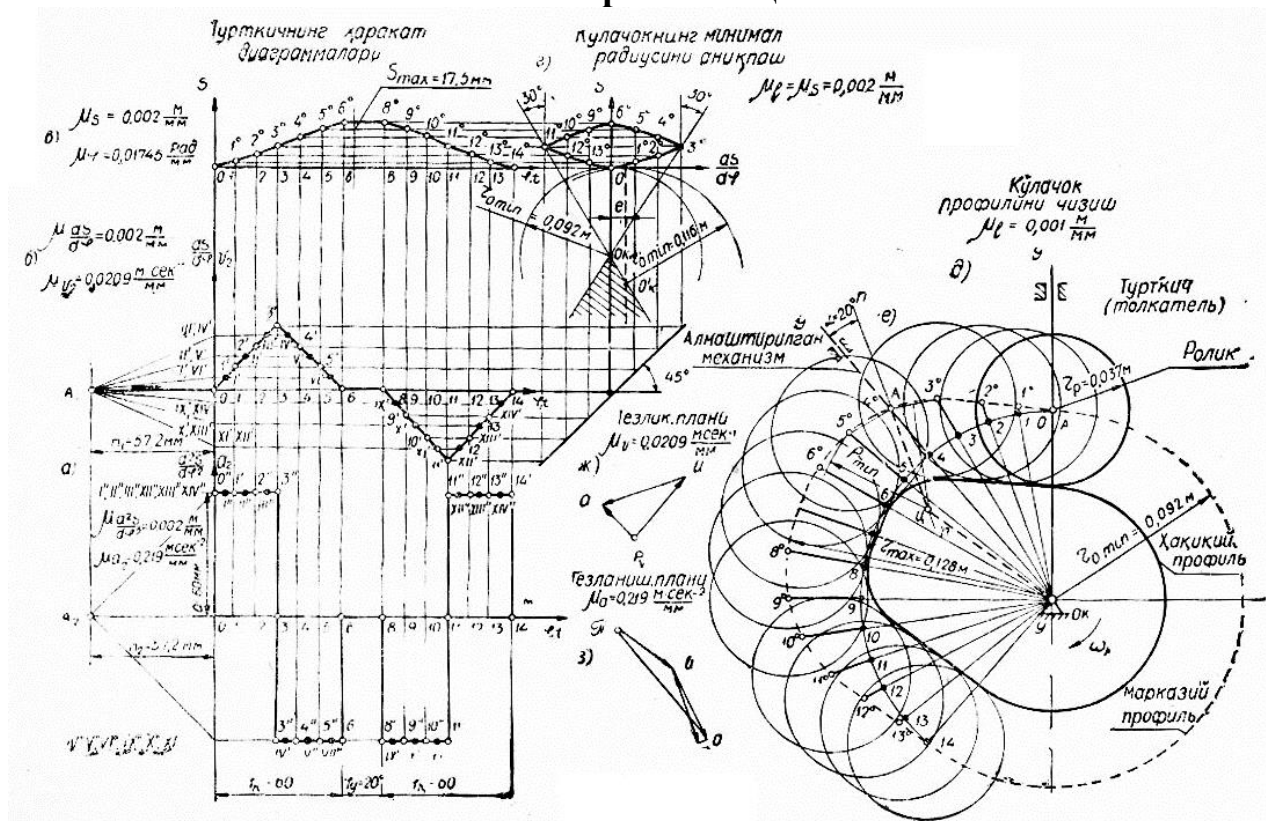
φ_k – қўтарилиш, φ_y – узоқлашган вазиятда туриш, φ_{k1} – қайтарилиш бурчаклари.

1. кулачокнинг айланиш сони n ;
2. Турткичининг максимал силжиши $h_{\max}$;
3. Эксцентритет қиймати y ;
4. Босим бурчаги α .



17.4-расм. Турткични ҳаракат қонунлари

Илгариланма – қайтариланма ҳаракат қилувчи роликли-кулачокли механизмларни лойиҳалаш.



17.5-расм

Берилган турткич ҳаракат қонунининг диаграммаси чизилади. Бунинг учун $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ координаталар системасини олиб, абсциссалар ўқини чизамиз ва унга $OM=140$ мм кесмани белгилаймиз.

Абсциссалар ўқининг φ бурчак масштабини қуйидаги формуладан аниқлаймиз.
 $\varphi_p = \varphi_k + \varphi_y + \varphi_{k1}$

$$\mu_1 = \frac{\varphi_p^0}{OM} = \frac{\pi}{180^0} \frac{(\varphi_k + \varphi_y + \varphi_k)}{OM} = \frac{3,14 \cdot (60^0 + 20^0 + 60^0)}{180^0 \cdot 140} = 0,001745 \frac{\text{рад}}{\text{мм}}$$

Ординаталар ўқига турткичнинг ихтиёрий $\mu_{\frac{d^2 S}{d\varphi^2}}$ масштабида берилган ҳаракат

қонуни диаграммасини чизамиз, бунда кулачокнинг бурилиш бурчаги φ_k қисмидаги ордината баландлигини ихтиёрий $a=60$ мм кесма билан белгилаймиз. $\varphi_k=60^0$ ли абсциссалар ўқини тенг икки қисмига бўлиб, бу ўқнинг юқори ва остки қисмида тўғри тўрт бурчакли бир хил шакллар чизамиз. Бунда турткичнинг кўтарилиш вазиятига таалукли диаграмма ҳосил бўлади.

Сунгра абсциссалар ўқининг давомида μ_φ масштаб $\varphi=20^0$ нинг кесма узунлигини белгилаймиз. Берилган шартга кўра $\varphi_k=\varphi_{k1}$ бўлгани учун $\varphi_k=60^0$ кесмани φ_{k1} бурчакка симметрик қилиб, тенг ва ўхшаш тўғри тўртбурчаклик шаклларни чизамиз.

Графикавий усулдан фойдаланиб, чизилган $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ диаграммани интеграллаймиз

$\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ ва $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi} = (\varphi)$ диаграммаларнинг ордината ўқлари бир хил ва тенг масштабда чизиш учун диаграмманинг чап томонидаги кутб, оралиғи қуйидагича бўлиши керак.

$$H_2 = \frac{1}{\mu_\varphi} = \frac{1}{\pi/180} = 57,2 \text{ мм}$$

$\overline{H_1} = \overline{OA_1} = 57,2 \text{ мм}$ қилиб оламиз.

Турткич силжиш диаграммаси ордината ўқининг масштаби қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$\mu_s = \frac{h_{\max}}{S_{\max}} = \frac{0,035}{17,5} = \mu_s = 0,002 \text{ м/мм}$$

бу ерда $S_{\max}$ —силжиш диаграммаси ординатасини максимал қиймати. мм.

Тезлик аналогининг ордината масштаби:

$$\mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_s}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_s = 0,002 \text{ мм/м}$$

тезланиш аналогининг ордината масштаби:

$$\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}}{H_2 \cdot \mu_\varphi} = \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \mu_s = 0,002 \text{ м/мм}$$

Шундан кейин ординаталар ўқининг чизиғий тезлиги ва уринма тезланиши масштаби μ_v ни аниқлаймиз.

$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{dS \cdot d\varphi}{dt \cdot d\varphi} = \omega_k \frac{dS}{dt}; \text{ бунда } \frac{dS}{dt} = \frac{V}{\omega_k} \text{ келиб чиқади.}$$

$$\mu_v = \omega_k \cdot \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = 10,46 \cdot 0,002 = 0,209 \frac{\text{м/сек}}{\text{мм}}$$

$$\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} = \frac{3,14 \cdot 100}{30} = 10,46 \text{ рад/сек}$$

$$\mu_\alpha = \omega_k^2 \cdot \mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = 10,46^2 \cdot 0,002 = 0,219 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}}$$

Кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш.

Графикавий усулда $S=S(\varphi)$ ва $\frac{dS}{dt} = \frac{dS}{dt}(\varphi)$ ларнинг диаграммаларида ўзгарувчи φ бурчакни йўқотиб, $S=S(\frac{dS}{dt})$ диаграммасини чизамиз. Бунинг учун $S=S(\frac{dS}{dt})$ нинг тўғри бурчакли координаталар системасини чизиб, унинг ординалар ўқиға турткичнинг силжиши S ни ва абсциссалар ўқиға тезлик аналог $\frac{dS}{d\varphi}$ ни қўямиз.

Ҳосил бўлган эгри чизиқнинг чап ва ўнг томонларига берилган босим бурчаги $\alpha=30^\circ$ бўйича уринмалар ўтказамиз. Графикнинг OS ординаталар ўқининг давомида кесишув нуқтаси O_k нинг аниқлаймиз. Бу уринма чизиқлар билан чегараланган юза кулачокнинг айланиш марказини геометрик уринмаларини билдиради.

$$r_{\min} = \overline{O_k O} \cdot \mu_s = 46 \cdot 0,002 = 0,092 \text{ м бўлади.}$$

Эксцентриситет e нинг μ_s масштабдаги қиймати

$$\bar{e} = \frac{e}{\mu_s} = \frac{0,015}{0,002} = 7,5 \text{ мм}$$

Дезиаксиал кулачокнинг маркази қуйидагича бўлади:

$$r'_{\min} = \overline{O'_k O} \cdot \mu_s = 58 \cdot 0,002 = 0,116 \text{ м бўлади.}$$

Кулачокнинг профилини лойихалаш

Чизмада ихтиёрий нуктада кулачокнинг айланишг маркази O_k ни танлаймиз.

Узунлик масштаби $\mu_l = 0,001 \text{ м/мм}$ бўйича кулачок радиусини ҳисоблаймиз.

$$\overline{r_{\min}} = \frac{r_{\min}}{\mu_l} = \frac{0,092}{0,001} = 92 \text{ мм}$$

μ_l узунлик масштаби билан μ_s силжиш графигининг масштабини пропорционаллик коэффициенти орқали тенглаштириб оламиз.

$$\mu_l = k \cdot \mu_s = \frac{1}{0} 0,002 = 0,001 \text{ мм}$$

Шу масштабни $r_{\min}$ орқали чизилган айланага $S=S(\varphi)$ силжиш диаграммасидан ординаталарни кўчириб олиб кулачок профилини чиқарамиз. Шу профилга $r' = 0,4r_{\min}$, $r' = 0,037 \text{ м}$ радиусда ролик чизамиз. Ролик марказларини штрих чизиклар билан бирлаштириб чиқамиз.

Агарда эксцентритет (e) берилган бўлса $r_{\min}$ ва e радиусларда айланалар чизамиз. Турткичнинг ҳаракат йўналиши бўйича e радиус билан чизилган айланага уринмалар ўтказамиз. Шу уринмалар $r_{\min}$ радиусда чизилган айланани кесишган нуктаси кулачокнинг бошланиш нуктаси бўлади. $C=C(\varphi)$ силжиш диаграммасини шу уринмаларга мос равишда қўйиб чиқилганда кулачок профили келиб чиқади.

Кулачокнинг марказий профили бўйича роликнинг марказини аниқлаб

$$\bar{r}_p = \frac{r_p}{\mu_l} = \frac{0,0037}{0,001} = 37 \text{ мм}$$

радиусли бир неча айлана чизилади ва бу айланаларнинг чекка нукталари туташтирилиб, кулачокнинг ҳақиқий профили ҳосил қилинади.

Олий кинематик жуфтларни қуйи кинематик жуфтлар билан алмаштириш учун берилган вазиятига олий кинематик жуфтларни қуйи кинематик жуфтлар билан алмаштириб ричагли механизм чизилади. Бунинг учун олий кинематик жуфтларнинг уриниш нуктасидан уларнинг профилига нормал чизиклар ўтказилади. Бу чизикларда ҳар бир звено эгрилик радиусининг маркази топилади.

Профилнинг эгрилик радиуси марказига айланма кинематик жуфт жойлаштирилади. Агар эгрилик радиусининг маркази чексизликда ёца, яъни звено профили тўғри чизик бўлса, у ҳолда профилнинг уриниш нуктасига илгариланма кинематик жуфт ўрнатилади. Сўнгра аниқланган кинематик жуфтлар билан бирлаштирилиб, қўшимча звено олинади, у олдинги звенолар билан бирлаштирилади.

Илгариланма-қайтариланма ҳаракат қилувчи тарелкали турткичи бўлган кулачокли механизмни лойиҳалаш.

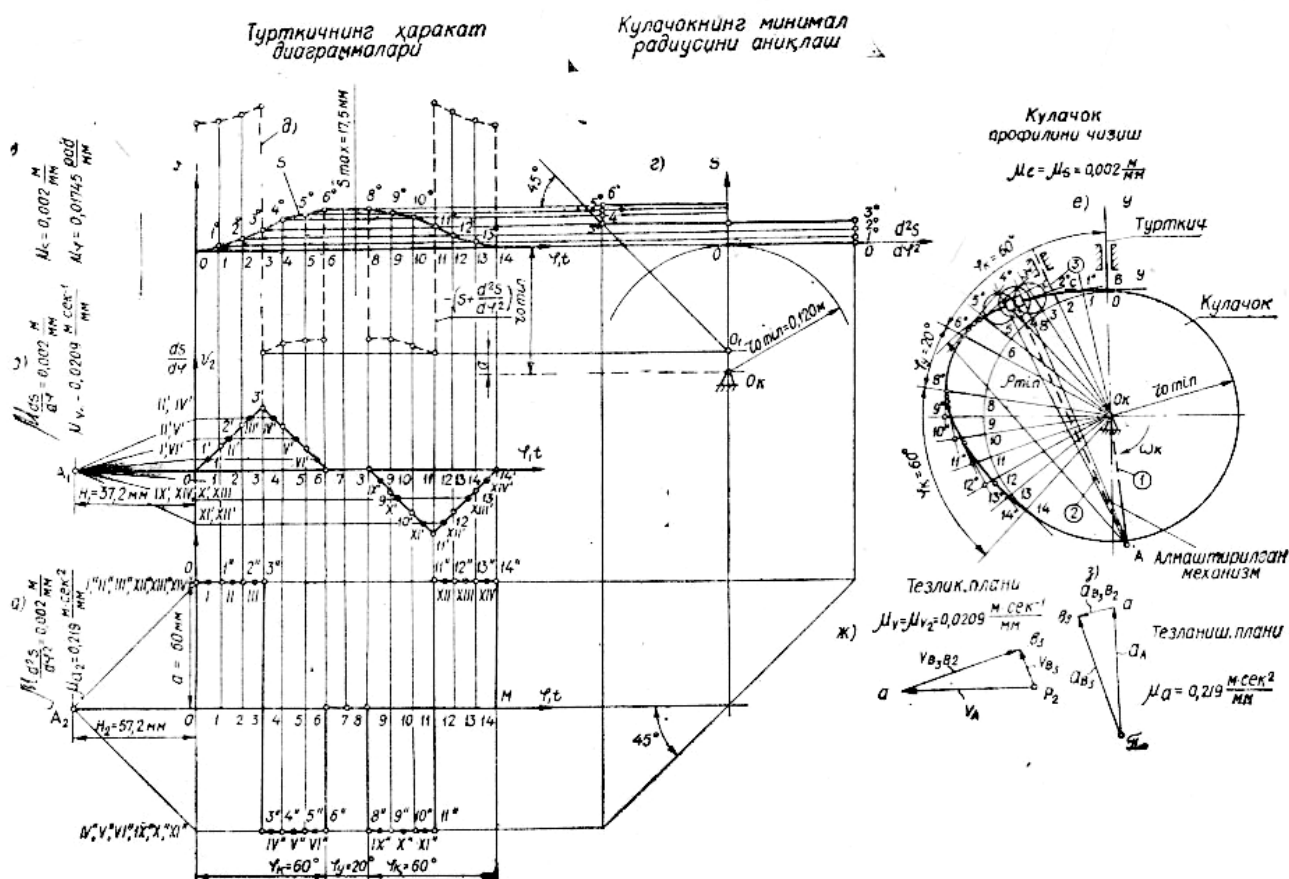
Берилган турткич ҳаракат қонунининг диаграммаси чизилади. Бунинг учун олдингидай $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2} = (\varphi)$ координаталар системасини олиб, абциссалар ўқини чизамиз ва унга $OM = 140 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз.

$$\mu_\varphi = \frac{\varphi_p^0}{OM} = \frac{3,14(\varphi_k^0 + \varphi_y^0 + \varphi_k)}{OM}$$

ординаталар ўқиға турткичнинг ихтиёрий $\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi}}$ масштабда берилган ҳаракат қонуни диаграммасини чизамиз.

Дифференциаллаш усули худди олдингидай

$$\mu_S = \frac{h_{\max}}{S_{\max}}; \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \frac{\mu_S}{H_1 \cdot \mu_\varphi}; \mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}}{H_2 \cdot \mu_\varphi}; \mu_\alpha = \omega_k^2 \cdot \mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}}; \mu_{V_k} = \omega_k \cdot \mu_{\frac{dS}{d\varphi}};$$



17.6-расм

Кулачок профилининг минимал радиусини аниқлаш.

Тарелкали турткичи бўлган механизмда кулачокнинг барча бурилиш бурчакларида босим бурчаги α бир хил бўлиб, нолга тенгдир. Турткичнинг кулачок профили бўйлаб бир текис ҳаракатланиши учун кулачок бутун профили қабарик деб қабул қилинади.

Биринчи усул, проф. Я.Л. Геронумус усули. Маълум $S = S(\varphi)$ ва $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$

диаграммаларининг φ бурчагини графикавий усулда йўқотиб,

$S = S\left(\frac{d^2S}{d\varphi^2}\right)$ диаграммасини чизамиз. Бунинг учун $S = S(\varphi)$ ва $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$

диаграммалари бир хил масштабда чизилган бўлиши керак.

Бу шартни бажариш учун кутб орадиғини

$$H_2 = H_1 = \frac{180^\circ \cdot \overline{OM}}{\pi \varphi_p^0} = 57,2 \text{ мм қилиб оламиз.}$$

$\mu_s = \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}}$ масштабда чизилган

Тўғри тўртбурчакли координаталар системасини чизиб, унинг ординаталар ўқи OS га турткичнинг $S = S(\varphi)$ диаграммаси силжишларни, абцисса ўқига эса $\frac{d^2S}{d\varphi^2} =$

$\frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасидан ҳар бир силжиш графигига мос бўлган тезланиш аналоглари

$\frac{d^2S}{d\varphi^2}$ қийматларини қўямиз (17.6 шакл). Белгиланган 0,1,2,3,... нукталарни чизик

билан бирлаштириб, $S = S\left(\frac{d^2S}{d\varphi^2}\right)$ диаграммасини ҳосил қиламиз. Сўнгра

диаграмманинг чап томонидаги графикнинг манфий қисмига 45° бурчак остида ординаталар ўқи OS нинг давомидаги вертикал чизик билан кесишгунча уринма ўтказамиз. Бу чизикдаги $\overline{OO_1}$ кесма μ_s масштабда кулачокнинг минимал радиуси бўлади. Кулачок профилининг барча участкаларида эгрилик радиуси мусбат, яъни $r > 0$ бўлиши учун кулачокнинг минимал радиуси аниқланган радиусидан $10 \div 20\%$ узун қилиб олинади.

Кулачокнинг профилини чизиш

Кулачокнинг айланиш марказини ихтёрий O_k нуктада белгилаймиз. Бу нуктадан $\mu_1 = \mu_s = 0,002 \text{ м/мм}$ масштабда $r_{0\min}$ радиусли айлана чизамиз.

Турткични кўтарила бошлаш вазиятини аниқлаймиз. Сўнгра O_k нуктадан вертикал чизик ўтказиб, бу чизикдан кулачокнинг айланишига қарама-қарши томонга $\varphi_k = 60^\circ$, $\varphi_y = 20^\circ$, $\varphi_k = 60^\circ$ бурчакларни кетма-кет қўямиз. Бу бурчакларни $S = S(\varphi)$ диаграммасига мослаб, тенг қисмларга бўламиз ва кулачок айланасида 0, 1, 2, 3,... нукталарни белгилаймиз. Кулачокнинг айланиш маркази O_k билан $r_{0\min}$ радиус айланадаги 0, 1, 2, 3, ... нукталардан O_{k1} , O_{k2} , O_{k3} ,... радиал чизиклар ўтказамиз. Бу чизиклар давомида $r_{0\min}$ радиусли айланадан силжиш $S = S(\varphi)$ диаграммасидаги $11-11^\circ, 22-22^\circ, 33-33^\circ, \dots$ кесмаларни чизамиз. Бу чизикларда белгиланган $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, \dots$ нукталардан радиал чизикларга нисбатан тарелканинг туби контури, яъни тик чизиклар ўтказамиз. Сўнгра тарелканинг контур, чизикларининг чекка қисмларини, яъни кулачок марказига яқин бўлган нукталарини бирлаштириб кулачок профилини ҳосил қиламиз.

Алмаштирилган механизмни анализи

Кулачок профилининг 2-вазят нуктаси учун олий кинематик жуфтни қуйи кинематик жуфтга айлантириб, алмаштирилган механизм чизамиз.

Бу механизм учун тезлик ва тезланиш илашиши $\mu_v = \mu_{v2} = 0,0209 \frac{м/с}{мм}$ масштабда чизамиз. μ_v кутб нуктасидан А нуктани тезлигини чизамиз.

$$V_A = O_k A \cdot \omega_k = O_k A \cdot \mu_1 \cdot \omega_k = 62 \cdot 0,002 \cdot 10,46 = 1,3 м/с$$

$$\text{вектор узунлиги } \rho_a = \frac{V_A}{\mu_v} = \frac{1,3}{0,0209} = 62,2 мм$$

Алмаштирилган механизмнинг схемасидан кўринадики АВ қўшимча звено механизм ишлаган пайтда турткичнинг СВ чизиғига параллел равишда силжийди.

Демак, илгариланма ҳаракатланувчи звенонинг барча нукталари параллел равишда силжигани учун уларнинг тезлик ва тезланишлари ҳам бир-бирига тенг бўлади.

$$\overline{V_{B3}} = V_{B2} + V_{B3B2} \quad V_{B3} - \text{турткичнинг абсолют тезлиги,}$$

$$\overline{V_{B3}} = V_y + \overline{V_{B3y}} \quad y - \text{вектор у-у чизиққа параллел,}$$

$$\overline{V_B} = \rho_{b_3} \cdot \mu_v \quad V_{B3B2} - \text{турткич тарелкасининг нисбий тезлиги, у СВ томонга параллел йўналади.}$$

$$\text{Турткич шу вазиятдаги тезлигини топамиз } V_{B2}^3 = 0,417 м/с$$

Хатолик

$$\Delta V = \frac{V_{H1}^3 - V_{B3}}{V_H^3} \cdot 100\% = \frac{0,417 - 0,397}{0,417} \cdot 100\% = 4,8\%$$

Тезланишлар планини чизиш учун $\mu_a = 0,219 \frac{м/с^2}{мм}$ тенг масштабда кулачокдаги А₁ нуктанинг тезланиш вектори $\overline{\pi a_1}$ узунлигини ҳисоблаймиз.

$$\alpha_{A1} = O_k A \cdot \omega_k^2 = O_k A \cdot \mu_1 \cdot \omega_k^2 = 62 \cdot 0,002 \cdot 10,46^2 = 13,6 м/с^2$$

$$\overline{\pi a_1} = \frac{a_{A1}}{\mu_a} = \frac{13,6}{0,219} = 62 мм$$

В₃ нуктани тезланишини қуйидаги вектор тенгламадан топамиз.

$$\overline{a_{B3}} = \overline{a_{B2}} = \overline{a_{B2B3}}$$

a_{B3} - В₃ нуктанинг абсолют чизиғий тезланиши, унинг вектори учун йўналтирувчи параллел:

$\overline{a_{B2B3}}$ - нисбий тезланиши вектори, СВ га параллел йўналган.

$$a_{B3} \overline{\pi b_3} \cdot \mu_a = 61 \cdot 0,219 = 13,36 м/с^2$$

Тезланиш аналог $\frac{d^2 S}{d\phi^2} = \frac{d^2 S}{d\phi^2} (\phi)$ диаграммасидаги турткичнинг шу вазиятидаги

тезланиши

$$a_{B3}^3 = \pi b_3 \cdot \mu_a = 60 \cdot 0,219 = 13,14 м/с^2$$

Хатолик

$$\Delta a = \frac{a_{B3} - a_{B3}^3}{a_{B3}} \cdot 100\% = \frac{13,36 - 13,14}{13,36} \cdot 100\% = 1,6\%$$

11-МАВЗУ: КОРОМИСЛО КЎРИНИШИДАГИ РОЛИКЛИ ТУРТКИЧЛИ КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМНИ ЛОЙИХАЛАШ.

Ўқув модул бирликлари

1. Коромисло кўринишидаги роликли турткичли кулачокли механизмни лойиҳалаш.
2. Кулачок профилининг минимал радиусини аниқлаш. Кулачок профилини чизиш.
3. Алмаштирилган механизмни анализи.

Аниқлаштирилган ўқув мақсадлари (талабанинг вазифалари)

Талаба ушбу мавзунини тўла ўзлаштиргандан сўнг:

1. Коромисло кўринишидаги роликли турткичли кулачокли механизмни лойиҳалаш тартибини билади
2. Коромисло кўринишидаги роликли турткичи бўлган кулачокли механизмнинг кулачоғини минимал радиусини аниқлай олади
3. Кулачок профилини чиза олади.

Кулачокли механизм лойиҳалаш учун қуйидаги параметрлар маълум бўлиши керак.

1. Турткичнинг ҳаракат қонуни (17.2-расм):

$$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi) \quad \text{ёки} \quad \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2} = \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2}(\varphi)$$

Бу турткичнинг ҳаракат қонуни тўғри бурчакли диаграмма бўйича ўзгаради деб қабул қиламиз.

2. Кулачокнинг бурилиш бурчаклари: турткичнинг кўтарилиш бурчаги $\varphi_k = 60^\circ$ турткичнинг узоқлашган вазиятда туриш бурчаги $\varphi_y = 20^\circ$ турткичнинг қайтиш бурчаги $\varphi_k = 60^\circ$ турткичнинг яқинлашган вазиятда туриш бурчаги $\varphi_y = 220^\circ$

3. Кулачокнинг айланишлар сони $n_k = 100 \text{ айл/мин.}$
4. Коромислоннинг узунлиги $l_o \tau_A = 120 \text{ мм}$
5. Коромислоннинг тебраниш бурчаги $\beta_{\max} = 20^\circ$
6. Босим бурчаги $\alpha = 45^\circ$
7. С схема берилган механизм, яъни роликли коромислоли турткичи тебранувчи бўлган кулачокли механизм лойиҳалаш (17.1-расм, С).

Лойиҳалаш тартиби

Берилган турткич ҳаракат қонунининг диаграммаси чизилади. Бунинг учун $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ координаталар системасини олиб, абсциссалар ўқини чизамиз ва унга $\overline{OM} = 140 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз

Абсциссалар ўқининг φ бурчак масштабини қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$\mu_\varphi = \frac{\varphi^0_p}{\overline{OM}} = \frac{\frac{\pi}{180^\circ}(\varphi^0_y + \varphi^0_k)}{\overline{OM}} = \frac{3,14(60^\circ + 20^\circ + 60^\circ)}{180^\circ * 140} = 0,001745 \frac{\text{рад}}{\text{мм}},$$

бу ерда φ_p^0 – кулачокнинг бурилиш бурчаги

Ординаталар ўқиға турткичнинг ихтиёрий $\mu \frac{d^2\varphi}{d\varphi^2}$ масштабда берилган ҳаракат

қонуни диаграммасини чизамиз, бунда кулачокнинг бурилиш бурчаги φ_k қисмдаги ордината баландлигини ихтиёрий $\alpha = 60$ мм кесма билан белгилаймиз. $\varphi_k - 60^\circ$ ли абсциссалар ўқини тенг тўрт бурчакли бир хил шакллар чизамиз. (8-шакл, а) бунда турткичнинг кўтарилиш вазиятига таалукли диаграмма ҳосил бўлади.

Сўнгра абсциссалар ўқининг давомида μ_φ масштабда $\varphi_y^0 = 20^\circ$ нинг кесма узунлигини белгилаймиз.

Берилган шартга кўра $\varphi_k = \varphi_k$ бўлгани учун $\varphi_k - 60^\circ$ кесимни φ_k бурчакка симметрик қилиб, тенг ва ўхшаш тўғри тўртбурчаклик шаклларни чизамиз.

Графикавий интеграллаш усуллариининг биридан фойдаланиб чизилган $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммани интеграллаймиз. Ватар ўтказиш усулини тадбиқ этиб,

$\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ графикни бир марта интеграллаймизда, $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ нинг диаграммаси ҳосил қиламиз.

Бунинг учун абсциссалар ўқидаги $\varphi_k - 60^\circ$ кесмани $10^\circ = 10$ мм деб олиб, бири-бирига тенг олти кесмага бўламиз. Бўлинган кесмаларнинг абсциссалар ўқидаги 0, 1, 2, 3 ... нуқталаридан вертикал чизиклар ўтказамизда, берилган графикда бўлиш нуқталари 0'', 1'', 2'', 3'', ... ни ҳосил қиламиз. $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ юқори қисмида $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$

графиғи учун янги координаталар системасини чизамиз. $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасидаги вертикал чизикларни юқори томонга давом эттириб, 0 φ абсциссалар ўқини 0-1, 1-2, 2-3, га тенг кесмаларга бўламиз (8-шакл, б) $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ ва $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$

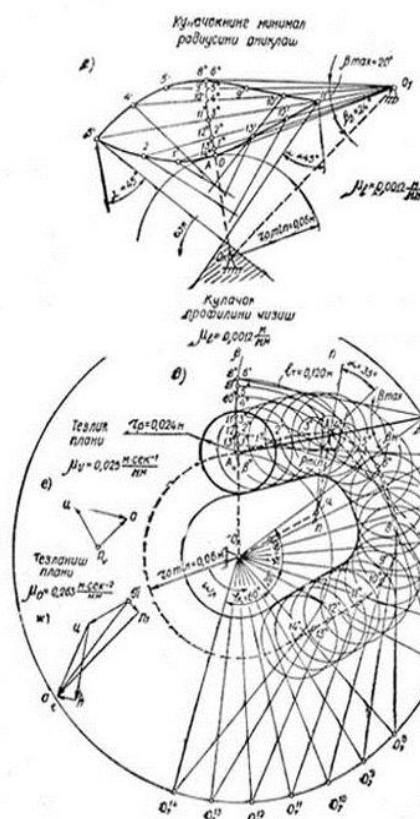
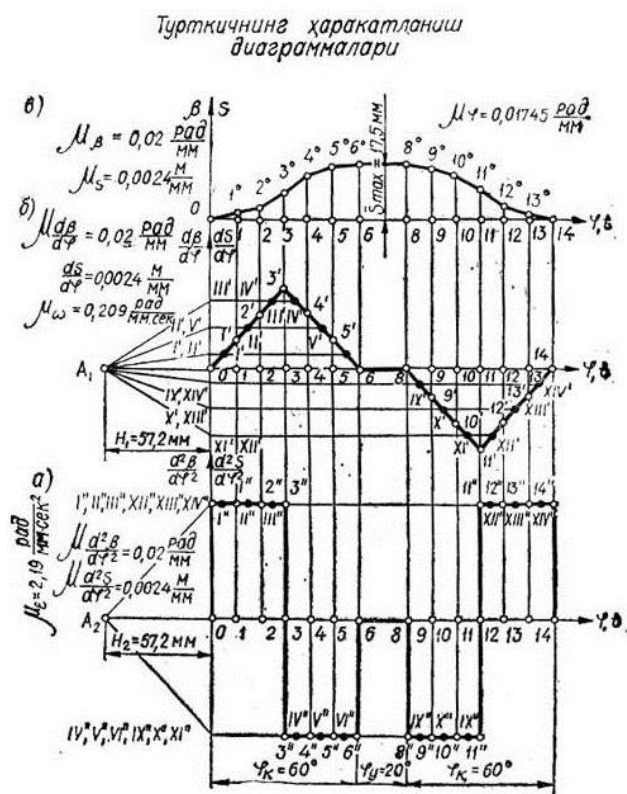
диаграммаларининг ордината ўқларини бир хил ва тенг масштабда чизиш учун $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасининг чап томонидаги кутб оралиғи қуйидагича бўлиши керак:

$$H_2 = \frac{1}{\mu\varphi} = \frac{1}{\pi/180^\circ} = 57,2 \text{ мм}$$

Абсциссалар ўқининг чап томонида $\overline{OA_2} = H_2 = 57,2$ мм кесмани чизиб, A_2 нуқтани белгилаймиз. 0'', 1'', 2'', 3'', ... ни ҳоказо чизикларнинг ҳар бири ўртасидаги I'', II'', III'', ... нуқталарни $\frac{d^2S}{d\varphi^2}$ ординаталар ўқиға кўчирамиз.

Ординаталар ўқидаги Iъ, IIъ, IIIъ, ... нуқталарни A₂ қутб билан туташтириб A₂- I'', A₂-II'', A₂-III'', ... нурларни ўтказамиз.

Сўнгра $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг 0 нуқтасидан A₂- I'' нурга параллел қилиб 0-1 қисмининг биринчи вертикал чизиғи билан учрашгунча чизик ўтказиб, I' нуқтани белгилаймиз (18.1-расм, б).



$$\frac{d^2S}{d\varphi^2}$$

орд
ина
тад
аги
вер
тик
ал
чиз

иккинчи I' нуқтасидан A₂-II'', нур чизиғига параллел чизик ўтказиб иккинчи вертикал чизикда 2' нуқтани оламиз. Диаграмманинг қолган қисмлари ҳам худди шу тарзда чизилади. Белгиланган 0'', 1'', 2'', 3'',...

нуқталарни бирлаштириб графикавий интегралланган $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасини ҳосил қиламиз.

Шунингдек, $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммани яна бир марта графикавий интеграллаб, $S = S(\varphi)$ силжиш диаграммасини чизамиз (18.1-расм, в). шунда S ва $\frac{dS}{d\varphi}$ ордината масштаблари тенг бўлиши учун $\bar{H}_1 = \bar{OA}_1 = 57,2 \text{ мм}$ қилиб олиш керак.

Сўнгра $S = S(\varphi)$ ва $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммалари ордината ўқларининг масштаб коэффициентлари μ_s , $\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}$, $\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}}$ ни ҳисоблаб топамиз.

Диаграмма маштабларини аниқлаш.

Дастлаб, тезланиш аналог $\frac{d^2\beta}{d^2\varphi} = \frac{d^2\beta}{d^2\varphi}(\varphi)$ графигини чизамиз. Уни икки марта

интеграллаб, $\frac{d\beta}{d\varphi} = \frac{d\beta}{d\varphi}(\varphi)$ ва $\beta = \beta(\varphi)$ графикларни чизамиз. (18.1-рasm, а.б, в). силжиш $\beta = \beta(\varphi)$ графигини чизиб, турткичнинг ординаталар ўқи масштаби μ_σ ни хисоблаймиз:

$$\mu_\beta = \frac{\beta_{\max}}{S_{\max}} = \frac{\frac{\pi}{180^\circ} \cdot \beta^0 S_{\max}}{S_{\max}} = \frac{3,14 \cdot 20^0}{180^0 \cdot 17,5} = 0,02 \frac{\text{рад}}{\text{мм}}$$

бу ерда $\beta = \beta(\varphi)$ диаграммасининг максимал ординатаси, мм

Коромисло роликнинг марказидаги ёй бўйлаб силжиш масштаби қуйидагича бўлади:

$$\mu_s = \mu_\beta \cdot l_{O\tau A} = 0,02 \cdot 0,120 = 0,0024 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

Чизмада графикларнинг ордината масштаблари тенг $\mu \frac{d^2\beta}{d^2\varphi} = \mu \frac{d\beta}{d\varphi} = \mu(\varphi)$ бўлгани учун коромислонинг бурчагий тезлиги масштаби қуйидагича бўлади:

$$\mu_\omega = \mu_{\frac{d\beta}{d\varphi}} \cdot \omega_k = 0,02 \cdot 10,46 = 0,209 \frac{\text{рад}}{\text{мм.сек}}$$

Коромислонинг бурчагий тезланиши масштаби:

$$\mu_\varepsilon = \mu_{\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}} \cdot \omega_k^2 = 0,02 \cdot 10,46^2 = 2,19 \frac{\text{рад}}{\text{мм.сек}^2}$$

Кулачокнинг минимал радиуси қуйидагича аниқланади. Ихтиёрий олинган O_τ нуқтадан (18.1-рasm, г).

$$\mu_l = K \cdot \mu_s = \frac{1}{2} 0,0024 = 0,0012 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

масштабда коромислонинг узунлиги $l_{O\tau A}$ ни қуйидаги кесма билан чизамиз:

$$\overline{O_\tau A} = \frac{l_{O_\tau A}}{\mu_l} = \frac{0,120}{0,0012} = 100 \text{ мм}$$

A_0 нуқтани коромислонинг маркази a_τ билан бирлаштириб, тебраниш бурчаги $\beta_{\max} = 20^0$ ни белгилаймиз. Сўнгра A_0 нуқтадан $\beta = \beta(\varphi)$ графигига мослаб, μ_e масштабда

$$\overline{01}^0 = \frac{sO_1}{\mu_e} = \frac{2 \cdot sO_1}{\mu_e} = \frac{2 \cdot sO_1}{sO_1} = 2\overline{11}^0 = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ мм}$$

$$0\check{2}^0 = 2(\overline{22}^0) = 2 \cdot 4,5 = 9 \text{ мм}$$

$$0\check{3}^0 = 2(\overline{33}^0) = 2 \cdot 9 = 18 \text{ мм}$$

интервалларга бўламиз.

Берилган 0, 1, 2, 3, ... нуқталар кулачокнинг бурилиш бурчагига нисбатан коромислонинг $\beta = \beta(\varphi)$ бурчаги бўйича силжиш ординаталари бўлади. 0, 1^0 , 2^0 , 3^0 , ...

нуқталарни коромислонинг маркази O_τ билан туташтириб, ундан радиал нурлар ўтказамиз ва бу нурларда қуйидаги масштабда кесимлар чизамиз:

$$\mu_l = \frac{1}{2} \mu_{\frac{d\beta}{d\varphi}} = \frac{1}{2} 0,0024 = 0,012 \frac{м}{мм}$$

Роликнинг марказдаги ёйдан коромислонинг маркази O_τ дан чизилган нурнинг чап томонига қуйидаги кесмаларни қўямиз:

$$(\overline{1^0 1^1}) = 2 \left| \overline{1^0 1^1} \right| = 2 \cdot 10,5 = 21 мм$$

$$(\overline{2^0 2^1}) = 2 \left| \overline{2^0 2^1} \right| = 2 \cdot 20 = 40 мм$$

$$(\overline{3^0 3^1}) = 2 \left| \overline{3^0 3^1} \right| = 2 \cdot 30 = 60 мм$$

.....

Коромислонинг кулачок марказидан узоклашиш вазиятлари учун ўнг томонга коромислонинг маркази O_τ томонга қуйидаги кесимларни қўямиз:

$$(\overline{9^0 9^1}) = 2 \left| \overline{9^0 9^1} \right| = 2 \cdot 10,5 = 21 мм$$

$$(\overline{10^0 - 10^1}) = 2 \left| \overline{10^0 - 10^1} \right| = 2 \cdot 20 = 40 мм$$

бу ерда $|1^0 1^1|, |2^0 2^1| \dots |12^0 13^1|$ кесмалар $\frac{d\beta}{d\varphi} = \frac{d\beta}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг ординаталари.

Ҳар бир нурдаги кесимларнинг чекка нуқталарида шу кесмаларга 45^0 бурчак остида тўғри чизиқлар ўтказамиз. Ўтказилган жуфт чизиқлар урли нуқталарда кесишади. Булардан A_0 нуқтадан энг узокдаги кесишув нуқтаси кулачок маркази деб қабул қилинади.

Қўпинча, $\frac{d_{sk}}{d\varphi}$ ва $\frac{d_{sk}}{d\varphi}$ графикларнинг энг катта кесмаларига 45^0 бурчак остида кулачокнинг айланиш маркази бўлмиш O_k нуқта белгиланади.

Бу икки чизиқ билан чегараланган юза (18.1-расм,г да штрихланган қисм) кулачок марказларининг геометрик юзасини беради. Бу юзанинг исталган нуқтасида кулачокнинг O_k маркази олинади. O_k нуқта кулачокнинг айланиш маркази сифатида танланган.

$\overline{O_k A}$ кесма кулачокнинг μ_l масштабдаги кулачокнинг радиуси $r_{0\min}$ ни билдиради. У ҳолда, кулачок марказий профилининг минимал радиуси

$$r_{0\min} = \overline{O_k A} \cdot \mu_l = 50 \cdot 0,0012 = 0,060 м$$

бўлади. Турткич билан кулачокнинг марказлари оралиғи қуйидагича аниқланади:

$$O_k O_\tau = \overline{O_k O_\tau} \cdot \mu_l = 120 \cdot 0,0012 = 0,144 м$$

3.3. Кулачок профилини чизиш

1. Кулачокнинг марказидан

$$r_{0\min} = \frac{r_{0\min}}{\mu_l} = \frac{0,06}{0,0012} = 50 мм$$

$$\overline{O_k O_\tau} = \frac{O_k O_\tau}{\mu_l} = \frac{0,144}{0,0012} = 120 мм$$

радиуслар билан айлана чизамиз (18.1-расм,д).

2. $O_K O_T$ айлананинг устида коромислонинг айланиш маркази O_T ни танлаб μ_l масштабда

$$\overline{O_K O_T} = \frac{l_o A}{\mu_e} = \frac{0,120}{0,0012} = 100 \text{ мм}$$

радиус билан ёй чизамиз-да, $r_{0\min}$ радиусли айланада унинг кесишиш A_0 нуқтасини белгилаймиз. Бу нуқта коромислонинг кўтарилиши бошланғич вазияти бўлади (18.1-расм, д).

3. $O_K O_T$ радиус чизигидан кулачокнинг айланиш томонига қарама-қарши йўналишда

$$\varphi_K = 60^\circ, \varphi_Y = 20^\circ, \varphi_K = 60^\circ,$$

бурчакларни белгилаймиз.

4. Бу φ_K ва φ_K бурчакларни $\beta = \beta(\varphi)$ ёки $S = S(\varphi)$ диаграммаларига мослаб, тенг қисмларга бўламиз. $O_K O_T$ айланада O_T^1, O_T^2, O_T^3 нуқталарни белгилаймиз. Бу нуқталар коромислонинг «қайтарма» ҳаракатдаги айланиш марказларини кўрсатади.

5. O_T марказдаги $\overline{O_T A_0}$ радиус билан $\beta^0 = \beta(\varphi)$ ёй чизамиз ва бу ёйда коромислонинг $\beta = \beta(\varphi)$ диаграммасидан олинган бурчагий силжишлари ёйлари $0\bar{1}, 0\bar{2}, 0\bar{3}, \dots$ ни белгилаймиз.

6. Кулачокнинг O_K марказидан $1\kappa^0, 2\kappa^0, 3\kappa^0, \dots$ радиусли ёйлар чизамиз ва $\overline{O_K A_0}$ айланадаги $O_T^1, O_T^2, O_T^3, \dots$ нуқталардан коромислонинг $O_T A$ радиуси билан ўтказилган ёйнинг кесишув $1^0, 2^0, 3^0, \dots$ нуқталарини аниқлаймиз.

7. Белгиланган $1^0, 2^0, 3^0, \dots$ нуқталарни бирлаштириб, кулачокнинг марказий профилини чизамиз.

Ролик радиуси A схема мисолида аниқланганидек топилади. Кулачокнинг амалий профили ҳам юқорида кўрсатилганидек чизилади.

Алмаштирилган механизм чизиш ва коромисло ролиги марказининг тезлик ҳамда тезланишларини аниқлаш

Коромислонинг бурилиш бурчаги φ_K даги 4-вазият учун кулачок профилидаги олий кинематикавий жуфт қуйи кинематикавий жуфтга алмаштирилиб, штрих чизиклар билан чизилган тўрт шарнирли алмаштирилган ричагли механизмни чизамиз. Ролик ва кулачокнинг олий кинематикавий жуфтининг эгрилик радиуси маркази A ва Π нуқталарда жойлашган A нуқтадаги олий кинематикавий жуфтни икки шарнирли $A\Pi$ звено билан алмаштирамиз (18.1-расм, д).

Коромислонинг A нуқтаси тезлигини қуйидаги векторий тенгламадан аниқлаймиз:

$$\begin{aligned}\vec{V}_A &= \vec{V}_\Pi + \vec{V}_{A\Pi} \\ \vec{V}_A &= \vec{V}_T + \vec{V}_{AO_T}\end{aligned}$$

бу ерда V_Π – кулачокнинг Π нуқтаси тезлиги: бу тезлик қуйидагича аниқланади:

$$V_\Pi = O_K \Pi \cdot \omega_K = \overline{O_K \Pi} \cdot \mu_e \cdot \omega_K = 52 \cdot 0,0012 \cdot 10,46 = 0,653 \text{ м/сек}$$

O_T - нуқтанинг тезлиги нолга тенг, чунки O_T нуқта қўзғалмас. $\vec{V}_{A\varphi}$ ва $\vec{V}_{AO_T}$ нисбий тезликларининг йўналиши маълум, яъни $\vec{V}_{A\varphi}$ – қўшимча звенонинг АЦ чизигига, $\vec{V}_{AO_T}$ – еса коромислога тик йўналган (18.1-расм, е).

Тезликлар планининг масштабини $\frac{d\beta}{d\varphi} = \frac{d\beta}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг масштаби

$$\mu_\sigma = 0,025 \frac{м/сек}{мм} \text{ га тенглаб оламиз.}$$

$$\text{Ц нуқта тезлигининг } \frac{мм}{р\varphi} \text{ кесмаси узунлигини аниқлаймиз: } \overline{p\varphi} = \frac{V_\varphi}{\mu_\varphi} = \frac{0,653}{0,025} = 26 \text{ мм}$$

Қутб нуқтаси p_σ дан $\overline{p_\sigma\varphi}$ векторнинг йўналишини $O_K\text{Ц}$ томонга тик қилиб чизамиз (8-шакл,е). Сўнгра тезликлар пландаги φ ва p_σ нуқталардан $\vec{V}_{A\varphi}$ ва $\vec{V}_{AO_T}$ нисбий тезликларнинг $\overline{\varphi a}$ ва $\overline{p_\sigma a}$ векторлари йўналишини чизиб, коромислодаги А нуқтанинг абсолют тезлик векторини оламиз. Унинг қиймати $V_A = \overline{p_\sigma a} \cdot \mu_V = 0,025 = 0,5 \text{ м/сек}$ бўлади.

А нуқтанинг тезланиши қуйидаги векторий тенгламадан аниқланади:

$$\vec{a}_A = \vec{a}_{\varphi} + \vec{a}_{A\varphi}^{\tau}$$

$$\vec{a}_A = \vec{a}_{O_T} + \vec{a}_{AO_T}^{\tau}$$

Тенгламадаги тезланишларнинг қийматларини аниқлаймиз:

$$a_\varphi = O_K\varphi \cdot \omega_K^2 = \overline{O_K\varphi} \cdot \mu_1 \cdot \omega_K^2 = 46 \cdot 0,0012 \cdot 10,46^2 = 6,04 \frac{м}{сек^2}$$

$$a_{A\varphi}^n = \frac{\sigma_{a\varphi}^2}{A\varphi} = \frac{(a\varphi \cdot \mu_\sigma)^2}{A\varphi \cdot \mu_1} = \frac{(27 \cdot 0,025)^2}{38 \cdot 0,0012} = 10 \frac{м}{сек^2} \quad a_{AO_T}^n = \frac{\sigma_{AO_T}^2}{O_TA} = \frac{(\overline{p_\sigma a} \cdot \mu_\sigma)^2}{O_TA \cdot \mu_1} = \frac{(21 \cdot 0,025)^2}{100 \cdot 0,0012} = 1,2 \frac{м}{сек^2}$$

$a_{O_T} = 0$ чунки O_T қўзғалмас. Тезланишлар планининг масштаби

$\mu_\sigma = 0,263 \frac{м/сек^2}{мм}$ ни $\frac{d^2\beta}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасининг масштабига тенглаб олиб, тезланишлар планини чизамиз (18.1-расм,ж).

Қутб нуқтаси π дан ЦО га параллел қилиб, Ц нуқтанинг тезланишини кесма узунлиги

$$\overline{\pi\varphi} = \frac{a_\varphi}{\mu_a} = \frac{6,04}{0,263} = 23 \text{ мм}$$

билан чизамиз ва Ц нуқтадан АЦ звенога параллел қилиб, А нуқтадан Ц нуқтага йўналган чизик ўтказамиз. Бу чизикда $\vec{a}_{A\varphi}^n$ нормал тезланишнинг векторини кесма

$$\overline{\pi\varphi} = \frac{a_{A\varphi}^n}{\mu_a} = \frac{10}{0,263} = 38 \text{ мм}$$

билан чизамиз. АЦ га перпендикуляр йўналишидаги n нуқтадан $a_{A\varphi}^{\tau}$ тезланишнинг йўналишини чизамиз ва қутб нуқтаси π да ётган O_T нуқтадан O_TA звенога параллел қилиб, $\vec{a}_{AO_T}^n$ нормал тезланишнинг векторини ўтказамиз. Бу чизикда

$$\overline{\pi_T} = \frac{a_{AO_T}^n}{\mu_a} = \frac{23}{0,263} = 8,7 \text{ мм}$$

кесмани белгилаймиз. n_T нуқтадан O_TA тик қилиб, a билан кесишгунча $\vec{a}_{AOT}$ тезланишнинг векторини чизамиз. Коромислонинг А нуқтаси тезланишини қуйидаги формуладан аниқлаймиз: $a_A = \vec{\omega} \cdot \mu_a = 60 \cdot 0,263 = 15,8 \frac{м}{сек^2}$

Коромисло А нуқтасининг икки усулда аниқланган тезлик ва тезланишлари қийматиларини фарқи аниқланади.

Коромислонинг шу вазиятдаги босим бурчаги a ни аниқлаш учун роликнинг маркази А дан коромислога тик чизик ўтказамиз ва кулачокнинг марказий профилига $n - n$ нормал чизик чизамиз.

Коромисло ролигининг маркази абсолют тезлик векторининг йўналиши билан $n - n$ нормал чизик орасидаги a бурчак шу вазият учун кулачокнинг босим бурчаги бўлади. Бизнинг мисолимизда $a = 35^\circ$ (18.1-расм, д).

Мавзулар бўйича тузилган тест топшириқлари.

1-мавзу учун

1. Айланувчи масалаларни динамик мувозанатлаштириш шартини кўрсатинг.

- A. $\sum m_i \vec{r}_i = 0; \vec{r}_S = 0$;
B. $\sum m_i \vec{r}_i = 0; \sum m_i \vec{r}_i l_i = 0$;
C. $m_1 \vec{r}_1 \omega^2 + m_2 \vec{r}_2 \omega^2 + m_3 \vec{r}_3 \omega^2 + \dots = 0; \vec{r}_S = 0$;
D. $m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3 + \dots = 0; \vec{r}_S = 0$;

2. Бош валга келтирилган момент M ни қайси тенгликдан топиш мумкин?

- A. Бир зумдаги қувватларни тенглигидан;
B. Кинетик энергия тенглигидан
C. Кучлар тенглигидан
D. Массалар тенглигидан

3. Звенолари айланма ҳаракатдаги машина учун ҳаракат қонуни тенгламасини кўрсатинг?

- A. $\sum \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) = \sum A$
B. $\sum \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) = 0$
C. $\sum \frac{m}{2} (V_2^2 - V_1^2) = A_0 - A_{\phi,k} - A_{\gamma,k}$
D. $\sum \frac{I}{2} (\omega_2^2 - \omega_1^2) = A_0 - A_k \pm A_0 \pm A_c$

4. Қайси куч бажарган иш факат мусбат бўлади?

- A. Кранга осилган юкни оғирлик кучи
B. Прибор механизмларидаги ишқаланиш кучи
C. Компрессорлардаги газни сиқиш учун сарфланган қаршилик кучи
D. Соат механизмидаги пружинани кучи

5. Қайси куч факат механизмни ҳолатига боглик?

- A. Оғирлик кучи
B. Пружина кучи
C. Ишқаланиш кучи
D. Фойдали қаршилик кучи

6. Қайси кучни бажарган иши факат манфий бўлади?

- A. Поршенни инерция кучи
B. Шатунни оғирлик кучи
C. Клапандаги пружина кучи
D. Насос поршенига таъсир

7. Келтирилган кучни қайси формуладан топиш мумкин?

- A. $\sum N_i = x_1$
B. $P_n V_B = x_2$
C. $M_n \omega = x_3$
D. $\frac{\sum N_i}{V_B} = x_4$

8. Қуйидаги тенглама $\sum \frac{mv_2^2}{2} = A_g - A_c$ ҳаракатни қайси вақти учун тузилган?

- A. Бошлангич
B. Тўхташ
C. Мувозанат ҳолати
D. Тормозланиш

9. Нотекис ҳаракатда δ нимани билдиради

- A. нотекис ҳаракат коэффиценти
B. Максимал тезлик
C. Минимал тезлик
D. Уртача тезлик

10. Механизмнинг барқарор ишлаш тартибида ҳаракатга келтирувчи кучларнинг бажарган иши (A_x) қаршилик кучларининг бажарган ишига (A_k)

- A. тенг бўлади $A_x = A_k$
B. $A_x > A_k$
C. $A_x < A_k$
D. $A_x = 0$

11. Юргизиш даврида звенонинг бурчак тезлиги

- A. ошади
B. 0
C. камаяди
D. узгармас

12. Берилган кучлар группасига қайсилар киради.

- A. Оғирлик, ҳаракатлантирувчи, инерция кучлари
B. ҳаракатлантирувчи, фойдали, зарarli қаршилиқ кучлари
C. Ҳаракатлантирувчи, оғирлик, зарarli қаршилиқ кучлари.
D. Оғирлик инерция фойдали қаршилиқ кучлари.

13. Фойдали қаршилиқ кучлари қайси қонуният асосида берилган бўлади.

- A. Ўзгармас ва масофага боғлиқ қонуният.
B. тезлик ва вақтга боғлиқ қонуният.
C. тезлик, вақт ва масофага боғлиқ қонуният.
D. ўзгармас, тезлик, вақт, масофа, тезлик ва масофага боғлиқ қонуният.

14. Ҳаракатлантирувчи куч деб нимага айтамыз.

- A. Машинанинг қабул қилиш органига таъсир этиб, уни ҳаракатга келтирувчи кучга.
B. вақт бирлиги ичида бажарилган ишга
C. масофага боғлиқ равишда таъсир этувчи кучи
D. тезланиш билан ифодаланган кучга

15. Ҳаракатлантирувчи кучнинг бажариш иши нимага тенг $\alpha = 0$ бўлганда.

- A. $A_g = \int_{x_1}^{x_2} P \cdot d_x$
B. $N_g = P \cdot V$;
C. $A_g = G \cdot h$;
D. $A_g = P \cdot S \cdot \cos(\overline{PS})$;

16. Оғирлик кучи бажарган иш қандай ифодаланади.

- A. $A_g = \int_{x_1}^{x_2} P \cdot d_x$
B. $A = \pm G \cdot h$;
C. $dA = PdS$;
D. $A_g = P \cdot S \cdot \cos(P, S)$;

17. Фойдали иш деб нимага айтамыз

- A. фойдали қаршилиқни енгиш учун сарфланган кучнинг иши.
B. инерция кучини енгишга сарфланган куч.
C. оғирлик кучини енгишга сарфланган кучни
D. оғирлик ва инерция кучини енгишга сарфланган энергияга.

18. Машинанинг ҳаракат давларининг тугриси қайси.

- A. барқарор юриш, тезланиш, тўхташ давлари;
B. юргизилиш, тезланиш, тўхташ давлари;
C. юргизиш, тинч туриш, тўхташ давлари
D. юргизиш, барқарор юриш, тўхташ давлари

19. Машинанинг юргизиш даврида кинетик энергия қандай бўлади.

- A. $\sum \frac{mv_o^2}{2} = 0$
B. $\sum \frac{mv_o^2}{2} = 1$;
C. $\sum \frac{mv_1^2}{2} = 0$
D. $\sum \frac{mv_1^2}{2} - \sum \frac{mv_o^2}{2} = 0$

20. Машинанинг барқарор ишлаш даврида кинетик энергия қандай бўлади.

- A. $\sum \frac{mv_o^2}{2} = 0$
B. $\sum \frac{mv_1^2}{2} - \sum \frac{mv_o^2}{2} = 0$
C. $\sum \frac{mv_o^2}{2} = 1$
D. $\frac{mv_1^2}{2} = 0$

21. *Машинанинг тўхташ даврида бажарилган иш қандай ифодаланади.*

A. $A_{\text{эк}} = \sum \frac{m_i g_0^2}{2} = 0$

C. $\sum \frac{m_i g_1^2}{2} - \sum \frac{m_i g_0^2}{2} = 0$

B. $A_g = A_{\text{фк}} + A_{\text{эк}}$

D. 0

22. *Массаларни статик мувозанатлаш қандай бўлади.*

A. Айланувчи звено ўз оғирлик марказидан ўтмайдиган ўққа нисбатан айланса ва тинч тургандаги исталган ҳолатида мувозанатда бўлган ҳолати

B. Массанинг статик моменти марказдан кочувчи инерция кучига тенг бўлганда.

C. инерция кучлари ва реакция кучлари тенг бўлганда

D. инерция кучлари 1 га тенг бўлганда

23. *Машинанинг давриймас ҳаракати нима?*

A. Фойдали ҳаракатни камайиб кетиши

B. Етакловчи звено ҳаракати

C. Машина ҳаракатини тасодифан ўзгариши

D. Етакловчи звено ҳаракатини цикл бўйича ўзгариши

24. *Қайси ҳолда звенога таъсир этаётган кучлар мусбат кийматга эга бўлади?*

A. $\alpha > 90^\circ$

C. $\alpha < 90^\circ$

B. Куч вектори билан куч қўйилган нукта

D. $\alpha > 180^\circ$

тезлик вектори орасидаги бурчак

25. *Инерция кучининг моменти қайси ҳолда пайдо бўлади?*

A. Звенонинг бурчак тезлиги ўзгарувчан бўлса.

B. Звенонинг бурчак тезлиги ўзгармас бўлса.

C. Звенонинг чизикли тезлиги ўзгарувчан бўлса.

D. Звенонинг бурчак тезланиши нолга тенг бўлса.

26. *Звенонинг массаси ошса, унинг келтирилган инерция моменти:*

A. Ошади.

C. Ўзгармайди.

B. Камаяди.

D. Билмайман.

2-мавзу учун

1. *Иккита юзани сирпанишида ишқаланиш коэффициентини нимага боғлиқ?*

A. Материалга

C. Материал ва ҳолатга

B. Ҳолатга

D. Тезликга

2. *Қайси ҳолатни суюқ ишқаланиш деб аталади?*

A. Умуман ёғланмаган ҳолатда

B. Юзаларни ярмидан ками суюқлик ичида бўлса

C. Юзаларни ярмидан кўпи суюқлик ичида бўлса

D. Юзаларни ора-сидаги суюқлик катлами 1мм дан кўп бўлса

3. *Катта босимда ҳаракатланаётган юзаларда ишқаланиш коэффициенти нимага боғлиқ эмас?*

A. Нормал босимга

C. Сирпанувчи юзаларни материалига

B. Сирпаниш юзасини ҳолатига

D. Сирпаниш тезлигига

4. *Текисликда турган jisм ишқаланиш кучи қандай аниқланади*

A. $F = f \cdot N$;

C. $\tan \alpha = f$;

B. $A = P \cdot S$;

D. $\alpha = \arctg f$

5. *Кинематик жуфт элементларидаги ишқаланиш турларини кўрсатинг*

A. Куруқ ишқаланиш, ўта куруқ ишқаланиш, суюқ ишқаланиш ярим суюқ ишқаланиш, ярим куруқ ишқаланиш

B. Куруқ ишқаланиш; чегаралик ишқаланиш; суюқ ишқаланиш, ярим суюқ ишқаланиш, ярим куруқ ишқаланиш.

C. Куруқ ишқаланиш, чегаралик ишқаланиш, суюқ ишқаланиш, ўрта суюқ ишқаланиш ярим куруқ ишқаланиш

D. Суюқ ишқаланиш, ярим суюқ ишқаланиш, чегарали ишқаланиш, ярим куруқ ишқаланиш

6. Текисликда турган жисм тўла реакция кучи қандай аниқланади.

A. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{N}$;

C. $F = f_0 \cdot N$;

D. $F = N \operatorname{tg} \alpha$

B. $R = F \cdot N$

7. Қия текисликдаги жисм учун ишқаланиш кучи қандай аниқланади.

A. $P = G \cdot \frac{\sin}{\cos(\vartheta - \beta)}$;

C. $f_k = \frac{\sin}{\cos(\vartheta - \beta)}$

B. $N = G \cdot \cos \beta - P \cdot \sin \beta$

D. $F = P \cdot \cos \beta \cdot G \cdot \sin \alpha$

8. Қия текислик умумий вазият учун келтирилган ишқаланиш коэффициентлари қандай аниқланади.

A. $P = G \cdot \frac{\sin}{\cos(\vartheta - \beta)}$;

C. $N = G \cdot \cos \alpha - P \sin \beta$;

D. $P = G \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = f \cdot G$;

B. $f_k = \frac{\sin(\alpha + \vartheta)}{\cos(\vartheta - \beta)}$;

3-мавзу учун

1. Агарда $A_D^1 = A_D^{11} = A_D^{111}$ тенг бўлса параллел уланган машиналарни умумий Ф.И.К ни кўрсатинг?

A. $\eta = \frac{A_D^1 \eta_1 + A_D^{11} \eta_2 + A_D^{111} \eta_3}{A_D^1 + A_D^{11} + A_D^{111}}$

C. $\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3}$

B. $\eta = \eta_1 = \eta_2 = \eta_3$

D. $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$

2. Механизмни Ф.И.К. оширишни қуйидаги сабаблари бор. Нотўғри жавобни топинг?

A. Кинематик жуфтлардаги ишқаланишни камайтириш ва сирпаниш подшипникларни думалаш подшипникларга алмаштириш

B. Ҳаракат килувчи деталларни мойлаш

C. Сирпанувчи деталларни юза сини ишлов бериш йули билан аниклик даражаси ва юза тозалигини ошириш.

D. Тезлигини ошириш

3. Машина ва механизмлар ФИК қандай аниқланади.

A. $\varphi = \frac{A_{\text{зк}}}{A_{\text{хк}}}$;

C. $A_{\text{хк}} = A_{\text{фк}} \cdot A_{\text{зк}}$

D. $A_{\text{хк}} = \frac{A_{\text{фк}}}{Z}$

B. $\eta = \frac{A_{\text{зк}}}{A_{\text{хк}}}$;

4. Машина ва механизмларда йўқолиш коэффициентлари қандай аниқланади.

A. $\eta = \frac{N_{\text{фк}}}{N_{\text{хк}}}$;

C. $\varphi = \frac{A_{\text{зк}}}{A_{\text{хк}}}$;

B. $\eta = \frac{A_{\text{фк}}}{A_{\text{хк}}}$;

D. $A_{\text{зк}} = A_{\text{хк}} \cdot A_{\text{фк}}$

5. Қуйи кинематик жуфтлик механизмларда ФИК қандай аниқланади.

A. $\eta = \frac{N_{\text{фк}}}{N_{\text{хк}}}$;

C. $\omega_{12} = \omega_1 + \omega_2$;

D. $N_{\text{ум}} = N_{\text{хк}} + N_{\text{фк}}$;

B. $N_{\text{хк}} = \frac{N_{\text{фк}}}{Z}$;

4-мавзу учун

1. Машина механизмларни демпфрлаш нима..

- A. Динамик устиворлик дегани
- B. ҳаракат сўндирувчи механизмлар
- C. системада «эластиклик» аломати бор дегани.
- D. эркинлик даражаси бирга тенг механизмлар

2. Механизм-машиналарда механик энергия қандай бўлади.

- A. Статик, кинетик, динамик энергиялар.
- B. Потенциал, статик, кинетик энергиялар
- C. потенциал, кинетик, эластик энергиялар
- D. потенциал, статик, динамик энергиялар.

3. Потенциал энергия нима?

- A. Звенонинг ер марказига нисбатан узоқлашувчи натижада тўпланган энергия.
- B. Звенонинг тезлиги ортишдан ҳосил бўлган энергия
- C. звенонинг чўзилиши ҳисобига пайдо бўлган энергия
- D. звенонинг бурилиш ҳисобига пайдо бўлган энергия

4. Кинетик энергия нима?

- A. Звенонинг бурилиш ҳисобига пайдо бўлган энергия
- B. звенонинг тезлиги ўзгариши ҳисобига пайдо бўлган энергия
- C. звенонинг ер марказига нисбатан узоқлашувчи натижасида тўпланган энергия
- D. звенонинг чўзилиш, сиқилиш ва бурилишдан пайдо бўлган энергия

5. Эластик энергия нима?

- A. Звенонинг тезлиги ўзгаришидан пайдо бўлган энергия.
- B. звенонинг ер марказига нисбатан узоқлашувчи натижасида тўпланган энергия.
- C. звенонинг чўзилиш, сиқилиш ва бурилишидан пайдо бўлган энергия
- D. звенонинг статик ҳолатдаги энергия

5-мавзу учун

1. Манипуляторлар нима ?

- A. Одамни қўл ва оёғини қўчириувчи механизм
- B. Қўл ҳаракатини қўчирувчи механизм
- C. Айланма ҳаракатни узатувчи механизм
- D. Илгариланма ҳаракатни узатувчи механизм

2. Саноат роботлари деб нимага айтамыз?

- A. Турли ташиш ишларини бажариш учун мўлжалланган автоматик бошқариладиган манипуляторларга.
- B. Юк ташиш ишларини ўзгармас прграмма бўйича ишлайдиган машина-автоматларда қўлланиладиган, автоматик бошқариладиган автооператорларга айтилади.
- C. Технологик ва ташиш ишларини кўп марта бажарувчи, ўзгарувчи программали ва автоматик бошқариувчи манипулятор.
- D. Эркинлик даражаси бир неча бўлган манипуляторлар.

6-мавзу учун

1. Кинематик синтез масаласига нималар кирмайди?

- A. Механизм схемасини танлаш
- B. Берилган параметрлар бўйича механизм звеноларини ўлчамларини аниқлаш
- C. Берилган бош звенони қонуниятларига қараб етакланувчи звенони берилган ҳаракат қонуниятларини топиш
- D. Берилган бош звенони ҳаракат қонунини топиш

7-мавзу учун

1. Бош звено шестерня бўлганда рейкали узатманинг узатиш сони нимага тенг?

- A. 0
B. 1
C. 2
D. ∞

2. Ички илашишдаги тишли гилдиракни оёқлари айланаси радиусини топиш формуласини кўрсатинг?

- A. $R = \frac{1}{2} m(z + 2,5)$
B. $R = \frac{1}{2} m(z - 2,5)$
C. $R = \frac{1}{2} m(z + 2)$
D. $R = \frac{1}{2} m(z - 2)$

3. Қайси илашмада гилдиракларда тишлар сони ва модул бир хил бўлса ўзаро алмашиувчи бўла олади?

- A. Рейкали
B. Циклоидали
C. Эволвентали
D. Юлдузчали

4. Қайси илашмада профилнинг ишчи участкаси кабарик.

- A. Циклоидал
B. Новиков
C. Юлдузчали
D. Эволвентали

5. Қайси илашмада ўқлар орасидаги масофани ўзгариши тишларни тўғри илашишига таъсир қилмайди?

- A. Эволвентали
B. Юлдузчали
C. Рейкали
D. Циклоидали

6. Қия тишли узатманинг қуйидаги берилган

$z_1 = 17, z_2 = 17, \beta = 17^\circ 31' (\cos \beta = 0.9536) \cdot a_\omega = 367$ мм параметрлари орқали модулини топинг?

- A. 5,5
B. 5
C. 4,5
D. 4

7. Кучириш йули билан тишли гилдирак профилини ясаида қандай ускана ишлатилади?

- A. Червякли фреза
B. Дискли фреза
C. Гребенка
D. Долбяк

8. Мусбат тишли гилдиракни бўлувчи айланаси буйича тиш қалинлигини топиш формуласини аниқланг?

- A. $x_1 = \pi m$
B. $x_2 = \frac{\pi m}{2}$
C. $x_3 = \frac{mz}{2}$
D. $x_4 = \frac{\pi m}{2} + 2x_{tg\alpha}$

9. Нисбий ҳаракатда қайси тишли гилдиракни айланаси центроида бўлади?

- A. Асосий
B. Бошлангич
C. Бўлувчи
D. Каллаги буйича

10. Нормал тишли гилдиракнинг булиш айланаси буйича тиш қалинлиги ифодасини топинг?

- A. $x_1 = \frac{\pi_2}{2} m$
B. $x_2 = \frac{P}{\pi}$
C. $x_3 = \frac{mz}{2}$
D. $x_4 = 2,25m$

11. Нуқтавий илаиш назариясини ким ишлаб чиққан?

- A. Ассур
B. Новиков
C. Эйлер
D. Жуковский

12. Силжииш коэффициентини топиш формуласини топинг?

- A. $x_1 = \frac{P}{\pi}$
B. $x_2 = \frac{l_{илаш}}{P}$
C. $x_3 = \frac{l_{акт}}{P \cos \alpha \omega}$
D. $x_4 = \frac{17-7}{17}$

13. Тиш профилини қайси участкаси кунрок ишқаланишга учрайди?

- A. Эвольвентани каллаги участкаси
B. Эволвентани оёги участкаси
C. Полнос атрофи участкаси
D. Тиш профилини эволвентадан ташқари участкаси

14. Уч звеноли тишли механизм учун келтирилган узатиш сони ифодасидан хато ифодани топинг?

- A. $x_1 = \frac{n_2}{n_1}$
B. $x_2 = \frac{z_2}{Z_1}$
C. $x_3 = \frac{r_2}{r_1}$
D. $x_4 = \frac{r_{b_2}}{r_{b_1}}$

15. Ўқлари бир-бирини кесиб утувчи валлардаги ҳаракатни узатиш учун қандай механизм кулланади?

- A. Цилиндрик тишли
B. Рейкали тишли
C. Конуссимон тишли
D. Червякли

16. Ўқлари параллел бўлган узатмаларда бир валдан иккинчи валга ҳаракатни узатишда қандай узатмалардан фойдаланилади?

- A. Цилиндрик тишли узатма
B. Конуссимон тишли узатма
C. Червякли узатма
D. Гипоидли узатма

17. Червякли узатмани камчилигини кўрсатинг?

- A. Катта узатиш сони булиш имконияти
B. Ўз-ўзидан тормозланиш имконияти
C. Катта айлантйрувчи моментни узатиш имконияти
D. Тайёрлаш ва йиғиш қийинлиги

18. Эвольвента профилли тишлар ким томонидан илмий асосланган?

- A. Ассур
B. Новиков
C. Эйлер
D. Жуковский

19. Тишли гилдиракда «эволвента» нимани билдиради

- A. Тишнинг профили
B. Тишнинг калинлиги
C. Тишнинг баландлиги
D. Гилдиракнинг булувчи айланаси

20. Тишли гилдиракда «т» нимани билдиради

- A. гилдирак модули
B. Гилдирак массаси
C. Гилдирак огирлиги
D. Гилдирак диаметри

21. Тишли гилдирак «модули»ни бирлиги

- A. мм
B. кг
C. Н
D. сек

22. Тишли гилдиракда $P = \pi \cdot t$ нимани билдиради

- A. тишнинг кадами
B. Тишнинг калинлиги
C. Тишнинг баландлиги
D. Галтел радиуси

23. Тишли гилдиракда $d = m \cdot z$ формуладаги «z» нимани билдиради

- А. Тишлар сони
В. гилдираклар сони
С. Подшипниклар сони
D. Уклар сони

24. Булувчи айлана буйича тиш калинлиги кайси формула оркали тополади

- А. $s = \frac{P}{2}$
В. $s = \frac{P}{4}$
С. $s = P$
D. $s = 2P$

25. Эвольвентали гилдиракларда копланиш коэффициенти киймати

- А. $1 < \varepsilon < 2$
В. $\varepsilon = 0.5$
С. $\varepsilon = 2.5$
D. $\varepsilon = 3$

26. $b = x \cdot m$ формулада «x» нимани билдиради

- А. коррекциялаш коэффициенти
В. Силжиш коэффициенти
С. Баландлик коэффициенти
D. Тиркиш коэффициенти

27. Тиш асосининг уйилиб кесилиши қачон содир булади

- А. Тишлар сони 17 дан кам булганда
В. Тишлар сони 17 дан куп булганда
С. Хардоим
D. Хеч қачон

28. Киркувчи «инструментал рейка» кандай гилдиракларни таёрлаш учун ишлатилади

- А. Обкатка усули
В. Нусха олиш усули
С. Куйма усули
D. Штамплаш усули

29. Бармокли фрезада тишли гилдиракларни таёрлаш кайси усулга киради

- А. Нусха олиш усули
В. Обкатка усули
С. Куйма усули
D. Штамплаш усули

30. Булувчи айлана радиуси кайси формула буйича аникланади

- А. $r = \frac{m \cdot z}{2}$
В. $r = 2m \cdot z$
С. $r = m \cdot z$
D. $r = \frac{2m}{z}$

31. Нолавий тишли гилдираклар учун профил бурчаги

- А. $\alpha = 20^\circ$
В. $\alpha = 15^\circ$
С. $\alpha = 30^\circ$
D. $\alpha = 0^\circ$

32. Узатишлар нисбати кайси формула буйича аникланади

- А. $U_{12} = \frac{w_1}{w_2}$
В. $U_{12} = w_1 \cdot w_2$
С. $U_{12} = \frac{w_2}{w_1}$
D. $U_{12} = 0$

33. Червякли (айкаш) узатмаларда «K» нимани белгилайди $U = \frac{Z_k}{K}$

- А. Кирим сонини
В. Тишлар сонини
С. Гилдирак сонини
D. Каробка (кути) сонини

34. Каторли тишли механизмни узатиш сонини кийматини ва ишорасини аникланг

$Z_1 = 20; Z_2 = 30; Z_3 = 50; Z_4 = 100.$

- А. $U_{14} = +5$
В. $U_{14} = -5$
С. $U_{14} = +10$
D. $U_{14} = -10$

35. Илаший модули « m » ошийи натижасида тишли гилдиракларнинг геометрик параметри кандай узгаради
- А. ошади
В. камаяди
С. узгармайди
D. огирлашади
36. Тиш баландлик коэффициенти $h^* = 1$ бўлганда, нўлавий тишли гилдиракнинг тиш ости киркилмаслигини таъминлайдиган энг кам тишлар сони,бу:
- А. 17.
В. 14.
С. 15.
D. 16.
37. Нолавий тишли гилдираклар тайёрланганда, унинг бўлувчи айлана диаметри кирувчи рейканинг ўрта чизигига нисбатан:
- А. уринма бўлади.
В. тепада бўлади.
С. остида бўлади.
D. чап томонида бўлади
38. Бўлувчи диаметр ва модул ўзгармаган холда, мусбат тишли гилдиракнинг тиш каллаги диаметри нолавий тишли гилдиракникига нисбатан кандай бўлади?
- А. Каттарок.
В. Ўзгармайди.
С. Кичикрок.
D. Коррекция коэффициентиға боғлиқ бўлади
39. Копланий коэффициентининг формуласи
- А. $\varepsilon = (n_1 \cdot n_2) / p_\alpha$
В. $\varepsilon = (n_1 \cdot n_2) / p$
С. $\varepsilon = 1 / p_\alpha$
D. $\varepsilon = (n_1 \cdot n_2) / 2$
40. Агар ҳар бир ўкка биттадан тишли гилдирак ўрнатилса, бу узатма кандай бўлади?
- А. Оддий.
В. Погонали.
С. Планетар.
D. Дифференциал
41. Агар каторли узатмада тишлар сони: $z_1 = 20$, $z_2 = 60$. $z_3 = 50$. $z_4 = 20$. $z_5 = 60$, унинг узатиш топинг :
- А. $U_{15} = 3$
В. $U_{15} = -3$
С. $U_{15} = 1/3$
D. $U_{15} = -1/3$
42. Тишлар оралик бушлиги коэффициенти C^* тенг
- А. 0,25
В. 0,15
С. 0,12
D. 0,2
43. Тишли узатмани асосий геометрик ўлчамларини кўрсатинг.
- А. $D:D_i:D_e : t : m : z : h$;
В. $D:D_i:D_e : R : P : \gamma$;
С. $t:m:\gamma : R : S$;
D. $D:D_i:D_e : P : S : h$;
44. Тишли гилдирак бошланғич айланаси диаметри қандай аниқланади.
- А. $D_e = D + 2h$;
В. $D_i = D - 2h$;
С. $D = D_e - D_2$;
D. $D = mz$
45. Тиш қадами қандай аниқланади.
- А. $S = \frac{t}{z}$;
В. $t = \pi m$;
С. $D = mz$;
D. $i = \frac{D_2}{D_1}$

46. Нормал илаишидаги тишли гилдиракда илаиши бурчаги α кандай олинади

- A. $\alpha = 25^0$ C. $\alpha = 15^0$
 B. $\alpha = 30^0$ D. $\alpha = 20^0$

47. Тишли узатмада узатиш сони қандай аниқланади.

- A. $\frac{\varpi_1}{\varpi_2} = \frac{D_2}{D_1}$; C. $i = \frac{D_2}{D_1}$;
 B. $\vartheta = \varpi \frac{D_1}{2}$; D. $\omega = \frac{\pi_u}{30}$

48. Тиш модули қандай аниқланади.

- A. $D = mz$; C. $\omega = \frac{\pi}{30}$
 B. $m = \frac{t}{\pi}$; D. $i = \frac{\omega_1}{\omega_2}$

49. Шестрни ва тишли гилдирак уқлари орасидаги масофа қандай аниқланади?

- A. $S = \frac{t}{z}$; C. $i = \frac{D_2}{D_1}$;
 B. $A = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$; D. $D = \frac{t \cdot z}{\pi}$

50. Тишли узатма илаиши модули деб нимага айтамыз.

- A. Тиш баландлиги «h» нинг " π " га нисбати;
 B. тиш диаметри «D» нинг Тиш қадами «t» кўпайтмаси;
 C. Тиш қадами «t» нинг " π " га нисбати.
 D. тишлар сони «z» нинг «D» кўпайтмаси.

51. Диаметрал қадам Питчи деб нимага айтамыз.

- A. бошлангич айлана диаметрининг 1 дюймга тўғри келган тишлар сони.
 B. бошлангич айлана диаметрининг Тиш қадамига нисбати;
 C. Тиш қадами диаметрига нисбати
 D. ўқлар орасидаги масофа.

8-мавзу учун

1. Дифференциал механизм билан қайси операция бажарилиши мумкин?

- A. Кўпайтириш C. Кўшиш
 B. Бўлиш D. Олиш

2. Планетар механизмда K-сатилитлар сони, A-бутун сон бўлса қушничилик шартини кўрсатинг?

- A. $Z_3 = Z_1 + 2Z_2$ C. $(Z_1 + Z_2) \sin \frac{\pi}{k} > (Z_2 + 2)$
 B. $Z_1 + Z_3 = KA$ D. $U_{1H} = 1 - U_{13}$

3. Ҳаракатланувчи ўқли гилдираги бор механизм нима деб аталади?

- A. Планетар C. Кулачокли
 B. Тўлқинсимон D. Кулисали

4. Эпициклик механизмлар кинематикасини ўрганишда қўлланиладиган формула номини кўрсатинг?

- A. Малишев-Сомова C. Герц
 B. Чебишев D. Виллис

5. Виллис формуласи каерда қулланилади

- A. Планетар механизмда
B. Кулачокли механизмда
C. Ричакли механизмда
D. Кулисали механизмда

6. «паразитли» гилдираклар нима учун хизмат килади

- A. Айланиш йуналишини узгартириш
B. Етакловчи гилдирак тезлигини узгартириш
C. Чиройли булиши
D. Механизм улчамини катталаштириш

7. Планетар механизмдаги қўшничилик шарти, бу:

- A. $\sin\left(\frac{180}{K}\right) > \frac{(z_2 + 2h^*)}{z_1 + z_2}$
B. $\left(\frac{z_1 U}{K}\right) \cdot (1 + pk) = b$
C. $z_1 + 2z_2 = zL_3$
D. $U = z_1/z_2$

8. Планетар механизмни лойихалаш нимадан бошланади?

- A. Механизмнинг схемасини танлашдан.
B. Механизмдаги кучларни ҳисоблашдан.
C. Гилдиракдаги чизикли ва бурчак тезликларини ҳисоблашдан.
D. Тишлар сонини аниклашдан.

9. Дифференциал механизм ярим укларидан бири айланмаганда, унда:

- A. $\omega_1 = 2\omega_2$
B. $\omega_1 = -\omega_2$
C. $\omega_1 = \omega_2$
D. $\omega_1 = 1/2\omega_2$

10. Машина тўғри ҳаракатланганда унинг дифференциал механизмда:

- A. ярим ўқка ўрнатилган марказий тишли гилдиракларнинг бурчак тезликлари $\omega_1 = \omega_2$
B. водилонинг айланишлар сони $\omega_H = 0$
C. ярим ўқка ўрнатилган марказий тишли гилдиракларнинг бурчак тезликларидан бири нолга тенг.
D. сателитлар бурчак тезликлари нолга тенг бўлади

11. Планетар механизмда қўзғалувчанлик даражаси нечага тенг бўлади?

- A. $\omega = 2$;
B. $\omega = 1$;
C. $\omega = 3$;
D. $\omega = 4$

12. Дифференциал механизмда қўзғалувчанлик даража нечага тенг бўлади.

- A. $\omega = 4$;
B. $\omega = 1$;
C. $\omega = 2$;
D. $\omega = 3$;

13. Эпициклик механизм қандай усулда текширилади.

- A. аналитик ва график усул;
B. графоаналитик ва тригонометрик ;
C. тригонометрик ва аналитик;
D. аналитик ва графоаналитик;

14. Виллис формуласини курсатинг.

- A. $n_k = \frac{n_1}{i_{1k}} + n_h \left(1 - \frac{1}{i_{1k}}\right)$;
B. $i_{12} = \frac{n_1 - n_h}{n_2 - n_h}$;
C. $\omega = 3n - 2P_5 - P_4$;
D. $\pi D = tz$;

15. Планетар механизмдаги қўшничилик шарти, бу:

- A. $\sin(180/K) > (Z_2/2) \cdot (Z_1/Z_2)$.
B. $[(Z_1 \cdot U_{1H})/K] \cdot (1/Pk) = B$.
C. $Z_1/2 \cdot Z_2 = Z_3$.
D. $U = Z_1/Z_2 - 1$.

16. Планетар механизмни лойихалаш нимадан бошланади?

- A. Механизмнинг схемасини танлашдан.
- B. Механизмдаги кучларни ҳисоблашдан.
- C. Гилдиракдаги чизикли ва бурчак тезликларини ҳисоблашдан.
- D. Тишлар сонини аниқлашдан.

17. Автомобил тўғри ҳаракатланганда унинг дифференциал механизмида:

- A. ярим ўқка ўрнатилган марказий тишли гилдиракларнинг бурчак тезликлари $\omega_1 = \omega_2$.
- B. водилонинг айланишлар сони $\omega_H = 0$.
- C. ярим ўқка ўрнатилган марказий тишли гилдиракларнинг бурчак тезликларидан бири нолга тенг.
- D. сателитлар бурчак тезликлари нолга тенг бўлади.

9-мавзу учун

1. Бу қандай механизм? Агарда таркибида олий кинематик жуфт бўлиб айланма ҳаракатни илгариланма-қайтариланма ҳаракат қилувчи турткичи бўлса.

- A. Храповикли
- B. Тишли
- C. Малтик-крестли
- D. Кулачокли

2. Илгариланма қайтариланма ҳаракат қилувчи роликли толкателли кулачокли механизмда рухсат этилган максимал босим бурчаги қанча?

- A. $\delta = 60^\circ$
- B. $\delta = 30^\circ$
- C. $\delta = 0^\circ$
- D. $\delta = 40^\circ$

3. Кулачокли механизмни анализ масаласи нимадан иборат?

- A. Берилган қонунга караб кулачокни профилини топиш
- B. Етакланувчи звенони берилган ҳаракат қонуни бўйича ўлчамларини аниқлаш
- C. Кулачокли механизмни берилган ўлчамлари бўйича талкательни ҳаракат қонунини топиш
- D. Кулачокни ҳаракат қонунига караб толкательни ҳаракат қонунини топиш

4. Кулачокли механизмда қайси толкательни ҳаракат қонунини қаттиқ урилиш ҳосил бўлади?

- A. Ўзгармас тезланиш қонуниятида
- B. Синуссимон тезланиш қонуниятида
- C. Косинуссимон тезланиш қонуниятида
- D. Ўзгармас тезлик қонуниятида

5. Кулачокли механизмлар таркибида қандай кинематик жуфт бўлиши шарт?

- A. Қуйи
- B. Олий
- C. Шарнирли
- D. Бармоқли-шарнир

6. Кулачокли механизмларни афзаллик хусусиятлари нимадан иборат?

- A. Етакловчи звенони керакли ҳаракат қонуниятларини олиш имкониятини борлиги
- B. Кулачокни мураккаб профиллини яшаш қийинлиги
- C. Кулачок про-филлини ейилиши ҳисобиға ҳаракат қонунини аниқлик даражасини пасайиши
- D. Синтез қилишни соддалиги

7. Кулачокли механизмни анализи масаласига нималар киради?

- A. Турткични берилган ҳаракат қонуни бўйича кулачокни профиллини ҳосил қилиш
- B. Етакланувчи звенони ҳаракат қонунини чиқариш
- C. Кулачокли механизмни берилган ўлчамлари бўйича турткични ҳаракат қонунини топиш
- D. Ҳамма жавоб тўғри

8. Кулачокли механизмни ижобий хусусиятларига нималар киради?

- A. Етакланувчи звенонинг керакли ҳаракат қонунини олиш мумкинлиги
- B. Кулачок профилини тайёрлаш қийинлиги
- C. Кулачокни профилини емирилиши ҳаракат қонунини узатишда хатоликка олиб келиши
- D. Синтез қилишни соддалиги

9. **Тебранма ҳаракат килувчи кулисали механизмдаги тош қандай ҳаракат килади?**

- A. Айланма
B. Илгариланма-кайтирилланма
C. Текис параллел
D. Оддий текис

10. **Кулачокли механизмда $\gamma_{\min}$ нимани билдиради**

- A. ҳаракатни $\min$ узатиш бурчаги
B. Босим бурчаги
C. Узок фаза бурчаги
D. Кулачокни $\min$ радиуси

11. **Кулачокли механизмда α_6 нимани билдиради**

- A. Рухсат этилган босим бурчаги
B. Ҳаракатни минимал узатиш бурчаги
C. Узокдаги бурчак
D. Яқиндаги бурчаги

12. **Кулачокли механизмда $h_{\max}$ нимани билдиради**

- A. турткичнинг максимал босиб утган йули
B. Турткич узунлиги
C. Коромисло узунлиги
D. Турткич узунлиги

13. **Машиналарнинг газ таксимлаш тизимида қандай механизм қўлланган?**

- A. Кулачокли.
B. Тишли.
C. Фрикцион
D. Ричагли

14. **Қандай кулачокли механизмлар мавжуд.**

- A. текислик ва фазода ҳаракатланувчи
B. акциол ва фазода ҳаракатланувчи
C. дезакциол ва текисликда ҳаракатланувчи
D. акциал ва дезокциал ҳаракатланувчи.

15. **Текисликка нисбатан ҳаракатиға қараб кулачокли механизмлар қандай турға бўлинади..**

- A. // ва текис кулачокли механизмлар
B. фазовий ва / кулачокли механизмлар
C. фазовий ва текис кулачокли механизмлар
D. // ва фазовий кулачокли механизмлар

16. **Кулачокли механизм кинематик анализида қайси параметрлар аниқланади.**

- A. куч, тезлик, қувват;
B. иш, куч, қувват;
C. масофа, қувват, тезланиш;
D. масофа, тезлик, тезланиш;

17. **Кулачокли механизм кинематик анализида қандай усул қўлланади.**

- A. график усул;
B. аналитик усул;
C. тригонометрик усул;
D. графоаналитик усул;

10-11-мавзу учун

1. **График интегралланганда қайси формуладан тезлик масштабини топилади?**

- A. $\mu_1 = \mu_v \mu_t h_1$
B. $\mu_2 = \mu_a \mu_t h$
C. $\mu_3 = \mu_1 \omega$
D. $\mu_4 = \mu_1 \omega^2$

2. **Коромислоли толкателли тебранма ҳаракат килувчи кулачокли механизмни рухсат этилган минимал узатувчи бурчаги қанча?**

- A. $\gamma = 40^\circ$
B. $\gamma = 30^\circ$
C. $\gamma = 60^\circ$
D. $\gamma = 90^\circ$

3. **Кулачокли механизмни синтез қилиш масаласига нималар қиради.**

- A. $S = S(t)$ функция-сини кўриш
B. $V = V(t)$ функ-циясини аниқлаш
C. $a = a(t)$ функциясини аниқлаш
D. Берилган ҳара-кат қонуни ва бошқа берилган ўлчамларга асо-сан кулачок про-филини кўриш

4. Кулачокли механизмни синтез масаласига нималар киради?

1. $S = S(t)$ функциясини графиги; 2. $V = V(t)$ функциясини графиги; 3. $a = a(t)$ функциясини графиги; 4. Турткични берилган ҳаракат қонунига асосан кулачокли механизмни профиллини чиқариш

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

5. $a^t = a^t(t)$ функция графигини график интеграллаганда қайси функция графиги келиб чиқади? 1. $S = S(t)$ силжииш графиги; 2. $V = V(t)$ тезлик графиги; 3. $\varphi = \varphi(t)$ бурилиш бурчаги графиги; 4. $\omega = \omega(t)$ бурчак тезлик графиги.

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

6. Кулачокли механизмда φ_y нимани билдиради

- A. узоклашиш фазаси
B. Узокда туриш фазаси
C. Кайтиш фазаси
D. Баландлик фазаси

7. Кулачокли механизмда φ_k нимани билдиради

- A. кайтиш фазаси
B. Узоклашиш фазаси
C. Яқинда туриш фазаси
D. Узокда туриш фазаси

8. Кулачокли механизмда $\tau_{0\min}$ нимани билдиради

- A. Кулачокни $\min$ радиуси
B. Кулачокни уртача радиуси
C. Кулачокни максимал радиуси
D. Ролик радиуси

9. Кулачокли механизмлар неча хил лойихаланади.

- A. акциал ва кинематик;
B. дезакциол ва статик;
C. кинематик ва дезокциал;
D. кинематик ва динамик;

10. Кулачокли механизм динамик лойихаланганда қайси параметрга эътибор берилади.

- A. турткич йўлига;
B. кулачок профилига;
C. боғланиш нуқтаси ва уринма чизик орасидаги бурчакка;
D. боғланиш нуқтаси ва турткич йўлига;

ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН АСОСИЙ ДАРСЛИКЛАР ВА ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМАЛАР РЎЙХАТИ

1. Артоболовский И.И. “Теория механизмов и машин”. М.: “Наука”, 1988 г.
2. Усманходжаев Х.Х. “Механизм ва машиналар назарияси”. Т.: “Ўқитувчи”, 1981 й.
3. Фролов К.В. ва бош. “Машина ва механизмлар назарияси”. Т.: “Ўқитувчи”, 1987 й. (таржима).
4. Иззатов З.Х. “Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойихалаш”. Т.: “Ўқитувчи”, 1979 й.
5. Мухамедов Ж. “Механизм ва машиналар назарияси”. Ўқув қўлланма. Наманган – 2003 й.
6. Юдин В.А., Петрокас Л.В. “Теория механизмов и машин”. М.: “Высшая школа”, 1977 г.
7. Попов С. А. “Курсовое проектирование по теории механизмов и машин”. М.: “Машиностроение”, 1986 г.
8. Левицкая О. Н., Левицкий Н. И. “Курс теории механизмов машин”. М.: “Наука”, 1985 г.
9. Фарберман Л. Б., Мусина Р. Г. ва бош. “Олий ўқув юртларида ўқитишнинг замонавий усуллари”. Ўқув – услубий қўлланма. Т.: ОЎМММИ, 2002 й., 192 б.
10. Ишматов Қ. “Педагогик технология”. Ўқув қўлланма. НамМПИ, 2004 й., 95б.