

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА СУВ
ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ**

Т. Абдукаримов, Х.Туркменов

МЕХАНИЗМЛАР СИНТЕЗИ

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги олий
ўқув юртлараро илмий-услубий бирлашмаси
фаолиятини Мувофиқлаштириш кенгаши томонидан
ўқув қўлланма сифатида тавсия этилган**

Тошкент 2008

Такризчилар:

проф. т.ф.н. Тожибоев Р.Н –ТТЕСИ «Механизмлар назарияси ва машина деталлари» кафедраси профессори;

доц. т.ф.н. Алиев К.А. - ТТЕСИ «Механизмлар назарияси ва машина деталлари» кафедраси доценти;

Магистратура мутахассислиги: 5А520703 – «Механизм ва машиналар назарияси»

Т. Абдукаримов, Х.Туркменов

«МЕХАНИЗМЛАР СИНТЕЗИ»

Уқув қулланма., Т-2008, 126 бет

Сўз боши.

Ушбу қўлланма 5A720503 «Механизм ва машиналар назарияси» магистр мутахассислигида ўтиладиган «Механизмлар синтези» фани ўқув дастури асосида ёзилган.

Талабалар турли механизмлар синтезининг вазифаларини график ёки аналитик усулда максимал даражада компьютердан фойдаланиб бажарадилар.

«Механизмлар синтези» фанидан назарий ва амалий қисми тугаганидан сўнг курс иши мустақил тарзда бажарилади. Курс иши ҳисоб ишлари ва график қисмлардан иборат. График ишлар A1 форматдаги қоғозда стандарт талаблари асосида чизилади.

Бу фандан курс ишини бажаришда қўлланиладиган умумлашган бирорта адабиёт бўлмаганини назарга олиб, муаллифлар қўлланмани ўз тажрибаларидан келиб чиққан ҳолда конкрет механизмларга таълуқли қилиб ёздилар.

Қўлланмадан магистрлар билан бир қаторда бакалавр ва аспирантлар ҳам фойдаланишлари мумкин.

1 боб. Муштумчали механизмларнинг динамик синтези мавзусида топшириқни бажариш тартиби.

1.1. Динамик синтезнинг аҳамияти.

Муштумчали механизмларнинг синтезини фақат кинематик шартлардан келиб чиққан ҳолда бажариш мумкин эмас. Механизмни ўлчамлари турткични ҳаракатлантирувчи кучдан самарали фойдаланиш шарти асосида қабул қилиниши керак.

Динамик шартлар асосида лойиҳаланган муштумчали механизм ишлаётганда турткич йўналтирувчида тикилиб тўхтаб қолмаслиги зарур.

1.2. Ҳаракатни узатиш бурчаги (ёки босим бурчаги) ҳақида тушунча.

Муштумчали механизмларни динамик лойиҳалашда γ - узатиш бурчагидан ёки ν - босим бурчагидан фойдаланилади.

1.1. шаклда оддий муштумчали механизм кўрсатилган. Қуйидаги тенглама асосида А нуқтанинг тезлик параллелограммини қурамыз

$$\overline{V}_{A_2} = \overline{V}_{A_1} + \overline{V}_{A_2A_1} \quad (1.1)$$

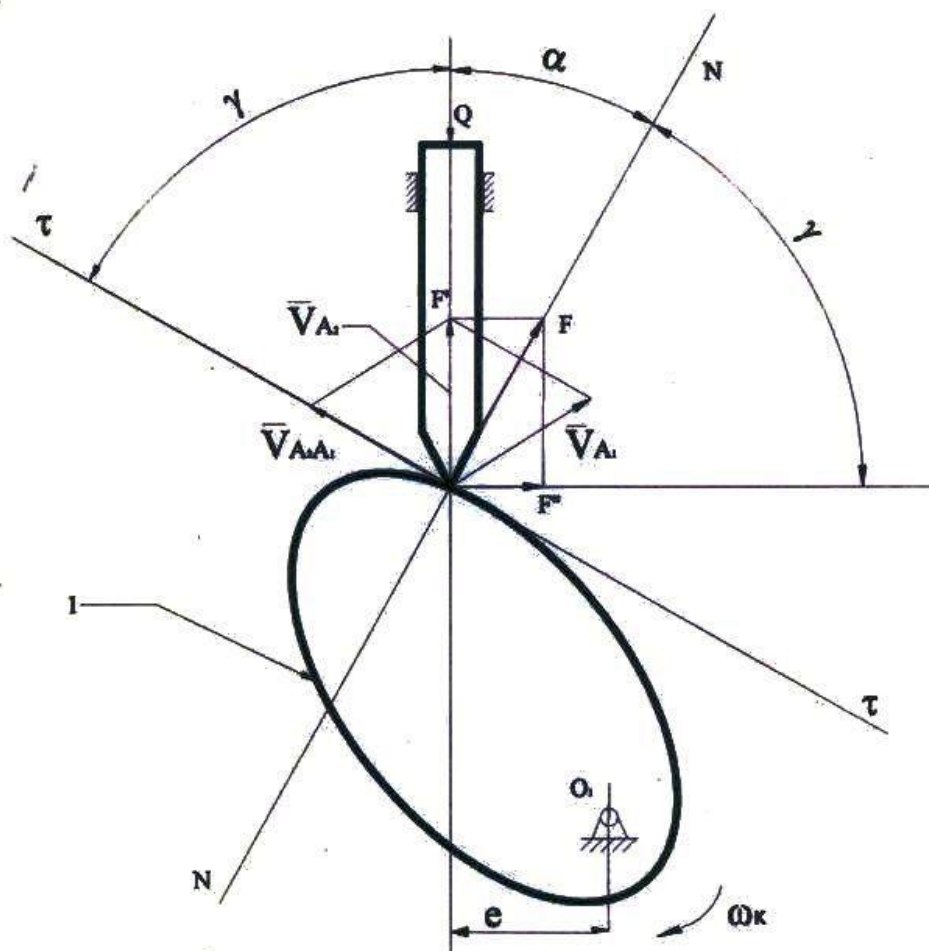
бу ерда: V_{A1} – муштумча A_1 нуқтасининг тезлиги;

V_{A2} – турткич A_2 нуқтасининг абсолют тезлиги;

$V_{A1,A2}$ – турткич A_2 нуқтасининг муштумча A_1 нуқтасига нисбатан тезлиги.

Турткич A_2 нуқтасининг абсолют ва нисбий тезликлари йўналишлари орасидаги ўткир бурчак узатиш бурчаги деб аталади.

Муштумчанинг турткичга босимини (улар орасидаги ишқаланишларни назарга олмаганда) F ҳарфи билан белгилайлик. Бу куч $N - N$ нормал бўйлаб йўналган. γ узатиш бурчаги бир вақтда турткичнинг ҳаракат чизиғи ва $\tau - \tau_{yk}$ орасидаги бурчакдир.



1.1 шакл. Муштумчали механизмни узатиш (γ) ва босим (α) бурчаги

$$V_{A_1} = \omega_M R$$

бу ерда ω_M – муштумчанинг бурчак тезлиги,

R – муштумча профилининг радиуси,

$$R = l_{O_1 A}$$

F кучини турткичнинг ҳаракат тезлиги йўналиши бўйлаб $F^1 = F \sin \gamma$ ва унга тик йўналишда $F^{11} = F \cos \gamma$ ташкил этувчиларга ажратамиз. F^1 фойдали куч бўлиб Q қаршилиқ кучлари йиғиндисини мувозанатга келтиради, F^{11} зарарли куч бўлиб турткичнинг йўналтирувчисига қўшимча босимни ҳосил қилади ва турткични ҳаракатида ишқаланишни ва ейилишни ошишига олиб келади.

Маълумки:

$$F = \frac{F^1}{\sin \gamma} ; \quad F^{11} = F \cos \gamma = \frac{F^1 \cos \gamma}{\sin \gamma} = Q \operatorname{ctg} \gamma \quad (1.3)$$

(1.3) ифодадан кўриниб турибдики F ва F^H кучларни камайтириш учун γ бурчакни ошириш керак.

Аммо γ нинг катта қийматида механизм ўлчамлари ошиб, муштумча ва турткични нисбий тезлиги катталашади, демак улар орасидаги ишқаланиш ҳам ортади.

γ нинг қандайдир қийматида турткичнинг йўналтирувчисида ишқаланишни камайишига қарамасдан механизмни фойдали иш коэффициентини пасая бошлайди.

γ нинг кичик қийматида механизм ўлчамлари камайиб F^H кучи катталашади ва турткични тикилиб қолишига олиб келади.

Механизм ишончли ишлаши учун ҳар қандай ҳолатда ҳам γ бурчаги $\gamma_r^{\min}$ рухсат этилган минимал қийматидан кам бўлмаслиги керак, яъни $\gamma \geq \gamma_r^{\min}$.

$$\gamma_r^{\min} = [\gamma] \text{ деб қабул қилсак, } \gamma \geq [\gamma] \text{ бўлади.} \quad (1.4)$$

Одатда ишчи ҳаракатида:

- Илгариланма ҳаракатланувчи турткичда $[\gamma] = 45^\circ - 60^\circ$
- Тебранма ҳаракатланувчи турткичда $[\gamma] = 45^\circ$

Катта юкланишда γ нинг қиймати 60° дан 70° гача оширилади. Бўш юришда γ нинг юқорида кўрсатилган қийматлари қабул қилиниши мумкин. Юриш даврини камайтириш мақсадида γ нинг кичик ($\gamma = 15 - 20^\circ$) қийматини қабул қилиш мумкин.

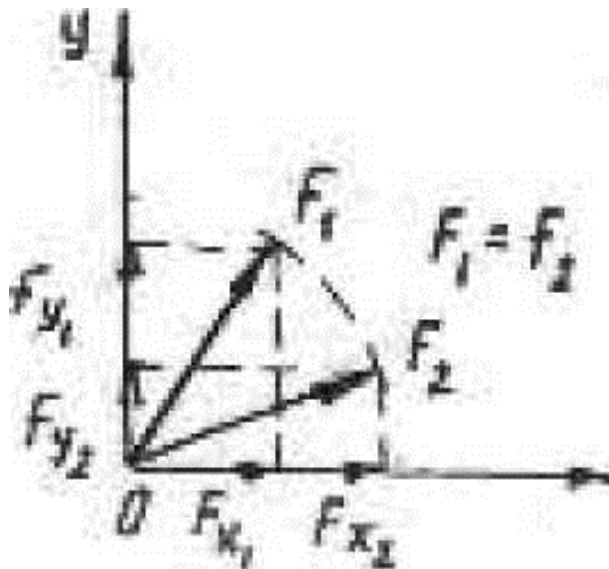
Турткични ҳаракатлантирувчи куч билан тезлиги орасидаги α бурчак босим бурчаги деб аталади.

Маълумки, ишқаланиш бўлмаганда $\alpha + \gamma = 90^\circ$. Механизмнинг ишончли ишлаши учун $\alpha \leq \alpha_r^{\min}$ ёки $\alpha \leq [\alpha]$, бу ерда $[\alpha] = \alpha_r^{\min}$ (1.5)

1.1а-шаклдаги куч векторларининг учбурчакларидан:

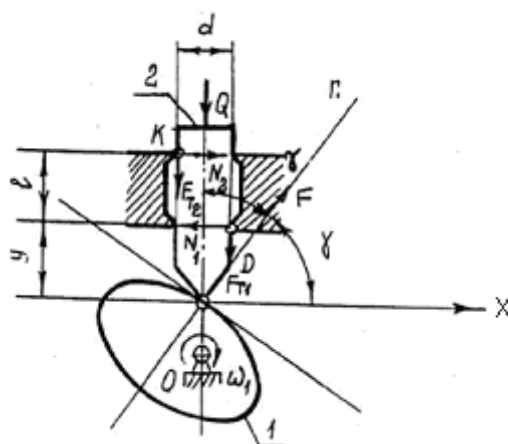
$$F_x = F \cos \gamma$$

$$F_y = F \sin \gamma$$



1.1 а – шакл. Узатиш бурчагининг реакция кучини ташкил қилувчиларига таъсири.

Ифодалардан қуйидаги хулосага келиш мумкин: γ узатиш бурчаги ошганда F_y фойдали куч ошиб, F_x зарарли куч камаяди. Буни яққол 1.1б-шаклдан кўриш мумкин. γ бурчагини кичик қийматларида (F_x ташкил қилувчи кучни ошиши натижасида) йўналтирувчида ишқаланиш кучлари ошади ва турткич ҳаракат қилаолмай тиқилиб қолади. Муштумчанинг турткичга F босим кучини аниқлаймиз. Бунинг учун турткични мувозанат тенгламасини тузамиз. (1.1б-шакл). F кучи таъсирида турткич штангаси йўналтирувчининг K ва D нуқталарида сиқилади. Натижада N_1 , N_2 реакция ва $F_{m1} = fN_1$ ва $F_{m2} = fN_2$ ишқаланиш кучлари ҳосил бўлади.



1.1б-шакл. Муштумчали механизмда кучларнинг таъсир схемаси.

Турткичнинг мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади.

$$\sum F_x = F \cos \gamma - N_1 + N_2 = 0$$

$$\sum F_y = F \sin \gamma - fN_1 - fN_2 - Q = 0$$

$$\sum M_k = F(y+1)\cos \gamma + F \frac{d}{2} \sin \gamma - Q \frac{d}{2} - fN_1 d - N_1 l = 0$$

Бу тенгламаларни биргаликда ечиб, муштумчанинг турткичга босим кучини аниқлаймиз.

$$F = \frac{Q}{\sin \gamma - f \frac{2y+l-fd}{l} \cos \gamma} \quad (1.6)$$

бу ерда, Q — турткичга таъсир қилувчи фойдали қаршилиқ кучларини тенг таъсир этувчиси;

γ — узатиш бурчаги;

f — ишқаланиш коэффициентини;

y — турткични таянчдан чиқиб турувчи қисми;

l — турткич уясининг баландлиги;

d — турткични диаметри.

(1.6) ифода маҳражи нолга тенг бўлганда турткич йўналтирувчида тикилиб қолиши мумкин. Бу ҳолда F кучи чексиз бўлгани учун механизм ишламайди. Чикувчи бўғинни ўз - ўзидан тикилиб қолишидаги узатиш бурчаги хавфли бурчак, деб аталади.

(1.6) ифода маҳражини нолга тенглаштирамиз.

$$\text{Натижада } \sin \gamma_{кр} - f \frac{2y+l-fd}{l} \cos \gamma_{кр} = 0 \quad (1.7)$$

$$\text{Бундан } \operatorname{tg} \gamma_{кр} = \frac{f(2y+l-fd)}{l} \cos \gamma_{кр} = 0 \quad (1.8)$$

Турткич энг пастки ҳолатидан юқорига кўтарилганда таянчдан чиқиб турувчи U қисми камаяди ва натижада $\gamma_{кр}$ критик бурчак ҳам камаяди. Механизм $\gamma_{кр}$ критик бурчакка яқин бурчакда ишлаши мумкин эмас, чунки турткич тики-

либ қолиши мумкин. Турткични тиқилмаслиги учун узатиш бурчагини рухсат этилган қиймати $[\gamma]$ критик қийматидан катта бўлиши керак.

$$[\gamma] > \gamma_{кр} \quad \text{ёки} \quad tg[\gamma] > tg\gamma_{кр}$$

$$\text{Узатиш бурчагини рухсат этилган қиймати} \quad \frac{tg[\gamma]}{tg\gamma_{кр}} = \delta$$

нисбатидан аниқланади, бу ерда δ — тиқилишдан муҳофазалаш коэффициенти.

δ коэффициенти назарга олиб, рухсат этилган узатиш бурчагини ҳисоблаш формуласини,

$$tg[\gamma] = \frac{\delta \cdot f(2y + l + fd)}{l} \quad (1.9)$$

ёки рухсат этилган босим бурчаги формуласини

$$tg[\vartheta] = \frac{l}{\delta f(2y + l + d)} \quad (1.10)$$

аниқлаш мумкин. Кўпинча (1.6) ва (1.7) формулалардаги fd хади кичик бўлгани учун назарга олинмайди. Мисол учун муҳофазалаш коэффициенти $\delta=5$, сирпанишдаги ишқаланиш коэффициенти $f=0, 1$, турткичининг таянчдан чиқиб турувчи қисми $y=200\text{мм}$, турткич таянчининг баландлиги $l=100\text{ мм}$ бўлганда рухсат этилган узатиш бурчагини аниқлайлик:

$$tg[\gamma] = \frac{\delta \cdot f(2y + l)}{l} = \frac{5 \cdot 0.1(2 \cdot 200 + 100)}{100} = 2.5; \quad [\gamma] = 68^{\circ}12'$$

$tg[\gamma]$, рухсат этилган босим бурчаги.

Унда босим бурчаги $[\vartheta]=21^{\circ}48'$ бўлади. Демак, муштумчали механизмни тиқилмасдан ишлаши учун механизмнинг ҳамма ҳолатларида узатиш бурчаги рухсат этилган узатиш бурчагидан кичик бўлмаслиги керак, яъни:

$$\gamma \leq [\gamma], \quad \gamma \leq 68^{\circ}12'$$

Мисолимизда $\gamma \leq 68^{\circ}12'$ шарти бажарилиши керак. Бу шарт босим бурчаги орқали тескари боғланишда ифодаланади.

$$\vartheta \geq [\vartheta]; \quad \vartheta \geq 21^{\circ}48'$$

Узатиш бурчаги ва муштумчали механизмнинг фойдали иш коэффициенти орасидаги боғланишни аниқлаймиз. Фойдали иш коэффициенти (ФИК) қуйидагича ифодаланади (1.3-шакл).

$$\eta = \frac{P_x - P_u}{P_x} = 1 - \frac{P_u}{P_x} = 1 - \frac{F_u V_{A_2}}{F \sin \gamma V_{A_2}} = 1 - \frac{F_u}{F \sin \gamma} \quad (1.11)$$

бу ерда, P_x — ҳаракатлантирувчи кучлар қуввати;

P_u — ишқаланишга сарфланадиган қувват;

F_u — турткичга таъсир этувчи ишқаланиш кучи.

(1.11) ифодадан узатиш бурчагининг камайиши муштумчали механизм ФИК ни пасайишига олиб келишини яққол кўриш мумкин. Тиқилган механизмда ФИК нолга тенг.

Юқоридагиларни инобатга олиб, кўп муаллифлар муштумчали механизмларни лойиҳалашда рухсат этилган узатиш бурчагини каттароқ қийматини қабул қилишни тавсия қиладилар. Масалан, турткичи тўғри чизиқли ҳаракат қилувчи механизмлар учун $[\gamma] = 60^\circ \dots 70^\circ$, тебранма ҳаракатланувчи учун $[\gamma] = 45^\circ \dots 50^\circ$. Аммо бунда узатиш бурчагининг ошиши натижасида муштумчанинг ўлчами ҳам ошишини ҳисобга олиш керак.

Муштумчали механизмларни синтезида қабул қилинган рухсат этилган узатиш ёки босим бурчакларини (1.9) ва (1.10) ифодалардан текшириб, лойиҳаланадиган механизмни ишлай олишига ишонч ҳосил қилиш керак.

1.3. Узатиш бурчаги ва муштумчани R_0 минимал радиуси орасидаги боғланиш.

$\bar{V}_{A_2} = \bar{V}_{A_1} + \bar{V}_{A_2 A_1}$ вектор тенгласидан фойдаланиб тезлик режасини

қурамиз (1.2–шакл), уу ва вертикалга тик бўлган $a_1 k$ чизигини ўтказамиз. $\Delta a_1 k a_2$ дан:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{a_1 k}{a_2 k} = \frac{a_1 k}{P_{a_2} - P k} = \frac{P_{a_1} \sin \varphi}{P_{a_2} - P_{a_1} \cos \varphi} = \frac{V_{A_1} \sin \varphi}{V_{A_2} - V_{A_1} \cos \varphi} =$$

$$= \frac{\omega_M R \cdot \sin \varphi}{V_{A_2} - \omega_M R \cdot \cos \varphi} = \frac{R \sin \varphi}{\frac{V_{A_2}}{\omega_M} - R \cos \varphi} = \frac{S_0 + S}{\frac{V_{A_2}}{\omega_M} - e}.$$

ёки:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{S_0 + S}{\frac{V_{A_2}}{\omega_M} \pm e} \quad (1.12)$$

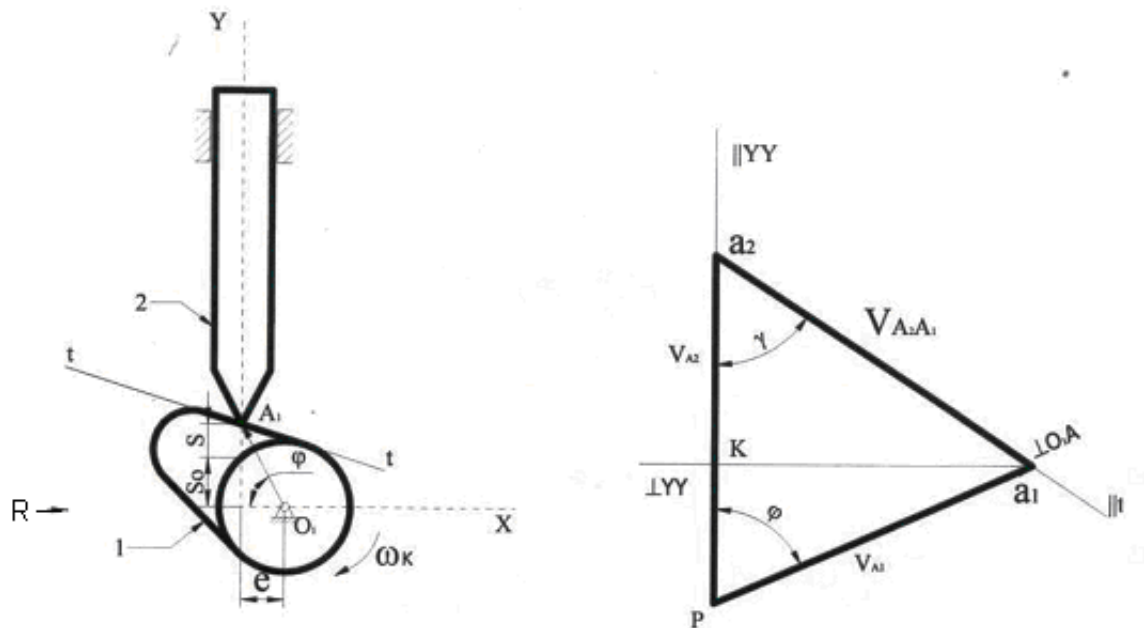
бу ерда; S_0 – турткични қуйи ҳолатини кўрсатувчи масофа;

S – турткични жорий силжиши.

Дезаксиал (e) турткичдан чап томонда бўлганда (1.12) ифодада e дан олдин мусбат акс ҳолда манфлий ишораси қўйилади. Бунда турткични юқорига ҳаракати ва муштумчани соат стрелкаси бўйича ойланиши назарга олиниши керак.

Аксиал механизмда $e = 0$, $S_0 = R_0$. Бунда:

$$\operatorname{tg} \gamma \leq \frac{S_0 + S}{\frac{V_{A_2}}{\omega_M}} \quad (1.13)$$



1.2 шакл. Муштумчали механизмнинг схемаси (а) ва тезлик режаси (б)

1-муштумча

2-турткич

1.4. Муштумчали механизмнинг R_0 ва e асосий ўлчамларини аниқлаш усуллари.

Муштумчали механизм нормал шароитда ишлаши учун ҳар қандай ҳолатда $\gamma \geq [\gamma]$ шарт бажарилиши зарур. Бунда

$$\frac{S_0 + S}{\frac{V_{A_2}}{\omega_M} \pm e} \geq \operatorname{tg}[\gamma]. \quad (1.14)$$

(1.14) дан,
$$S_0 \geq \left(\frac{V_{A_2}}{\omega_M} \pm e \right) \cdot \operatorname{tg}[\gamma] - S \quad (1.15)$$

S_0 ни аниқлаш учун аналитик ёки график усуллардан бирини қўллаш мумкин.

1.4.1 Муштумчани R_0 ва e асосий ўлчамларини аналитик усулда аниқлаш.

Механизмнинг ҳар бир ҳолати учун турткични V_{A_2} тезлиги, S – силжиши аниқланади ва (1.5) ифоданинг ўнг томони ҳисобланади. S_0 ни аниқланган қийматларидан энг каттасини танлаб, e дезаксиални қабул қилиб, муштумчанинг R_0 минимал радиуси топилади.

$$R_0 = \sqrt{S_0^2 + e^2} \quad (1.16)$$

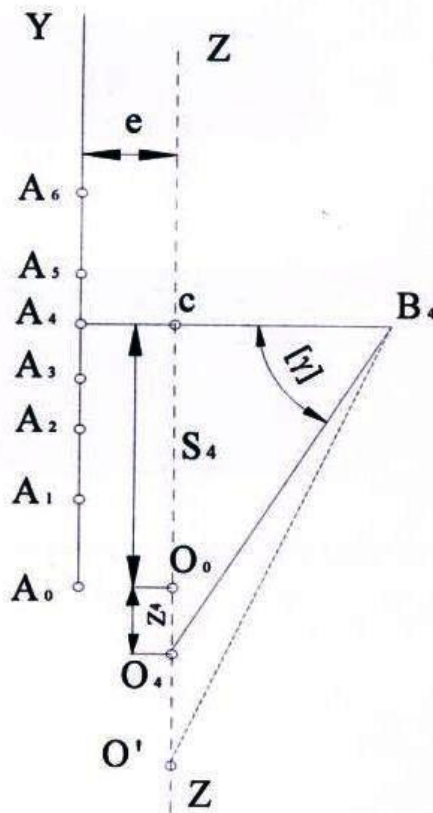
Аксиал механизмда $e = 0$. Демак:

$$R_0 = S_0 \quad (1.17)$$

1.4.2 Муштумчани R_0 ва e асосий ўлчамларини график усулда аниқлаш.

уу чизиғи бўйлаб ҳаракатланаётган турткич учининг пастки ҳолати A_0 бўлсин, $S - t$ графигига мос A нукта траекториясида $A_1, A_2, A_3 \dots$ нукталарини белгилаймиз. $A_0 - A_1, A_0 - A_2$ ва х.к. μ_e масштабида бошланғич A_0 нуктадан ўтилган $S_1, S_2 \dots$ масофалардир.

$A_1, A_2, A_3 \dots$ нукталаридан $y - y$ га тик чизиқлар ўтказиб, уларга масштабда тезлик аналогини ифодаловчи кесмалар қўйилади. (1.3 – шакл).



1.3 шакл. Муштумчани айланиш марказини аниқлаш схемаси

$$l_{AB} = \frac{V_{A2}}{\omega_M}$$

ёки:

$$AB = \frac{V_{A2}}{\omega_M \mu e} \quad (1.18)$$

бу ерда V_{A2} – турткич A_2 – нуқтасининг тезлиги.

1.3 шаклда фақат битта $A_4 B_4$ кесма кўрсатилган

Z – Z II уу чизиғини чизамиз ва **B** нуқтадан **AB** га $[\gamma]$ бурчак остида **B₄O₄** чизиғини ўтказамиз. $\Delta CO_4 B_4$ дан:

$$\frac{O_4 C}{CB_4} = tg[\gamma] \quad \text{ёки} \quad \frac{Z_4 + S_4}{\frac{V_{A2}}{\omega_M} - e} = tg[\gamma]$$

Натижада;

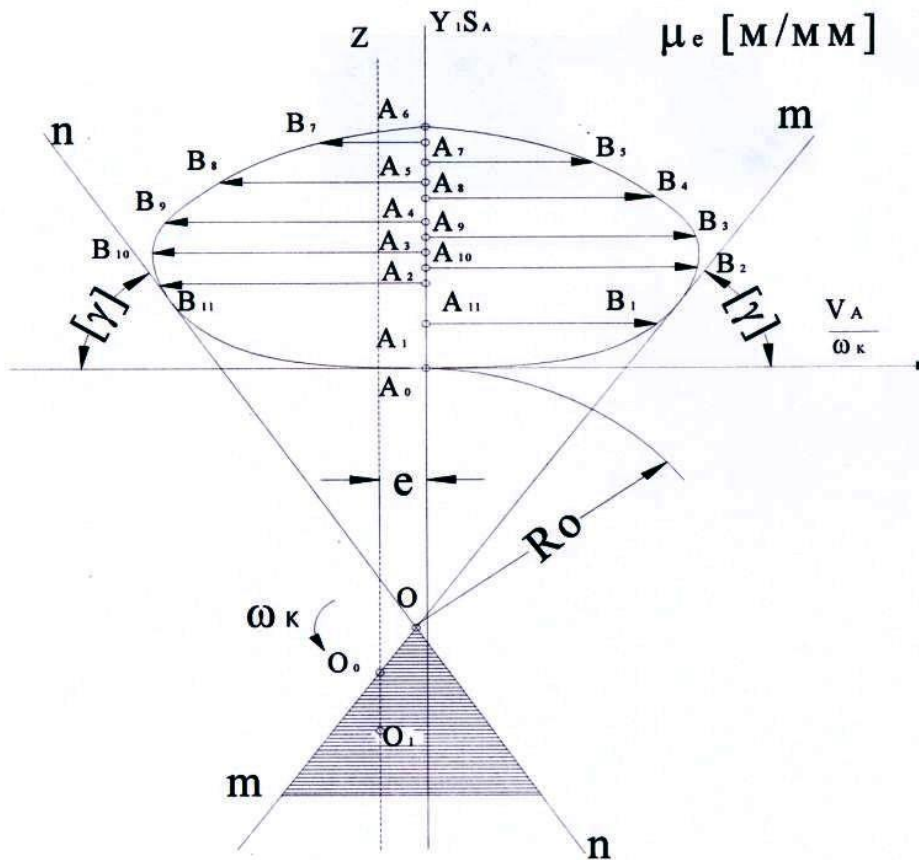
$$Z_4 = (\frac{V_{A2}}{\omega_M} - e) \cdot tg[\gamma] - S_4$$

(1.19) ни (1.15) билан таққослаб, $S_{\min} \geq Z_4$ ни назарга олиб, **µе** масштабида $O_0 O_4 = Z_4$ кесмани S_0 деб қабул қилиш мумкин, натижада O_4 нуқтани ёки ундан пастда жойлашган турли O нуқталарини муштумчанинг айланиш марказлари деб қабул қилиш мумкин.

О₄ нуқтадан пастда ётувчи нуқталар учун $\gamma > [\gamma]$ шарти бажарилиб, тиқилиш хавфи йўқолади.

Юқоридагиларни назарга олиб турткични турли ҳаракатларида $Z - Z$ чизиғида муштумчани мумкин бўлган айланиш марказларига эга бўламиз. Улардан энг пасткисини қабул қилиб, муштумчанинг айланиш маркази танланади.

Юқорида кўрсатилган ишларни бажармай муштумчани оптимал айланиш марказини бошқа усулда аниқлаш мумкин. Бунинг учун турли **В** нуқталарини эгри чизик билан туташтириб унга горизонталига нисбатан $[\gamma]$ бурчаги остида уринма ўтказиб муштумчани айланиш марказига етувчи юза аниқланади. (1.4 – шакл).



1.4 шакл. Айланиш марказлари етۇвчи юзани аниқлаш схемаси

Уринмаларни $Z - Z$ билан кесишган нуқталари муштумчанинг айланиш маркази ҳисобланади. Ўлчаш орқали чизмадан R_0 муштумчани минимал радиуси ва e – дезаксикал аниқланади.

1.5 График интеграллаш.

Турткич ролиги марказининг $a^t - t$ тезланиши (ёки турткичнинг ε бурчак тезланиши) диаграммаси берилган бўлсин. Бунда тезланишни муштумчани бир марта айланиши давридаги координат ўқларига нисбатан ўзгариши характери масштабсиз умумий кўринишда бўлади. Тезланиш диаграммасини қуриш учун, абсцисса ўқига ихтиёрий L узунликдаги (120 – 180 мм) кесма қуйилади. Вақт масштаби аниқланади.

$$M_t = \frac{T}{L} \quad \text{с/мм} \quad (1.20)$$

Бу ерда муштумчани бир айланиш вақти $T = 2\pi / \omega_M$. L кесмани тенг бўлақларга бўлиб, $a - t$ ёки $\varepsilon - t$ диаграммасини ўзгариш характериға мос ҳолда чизамиз. Диаграмманинг максимал ординатаси узунлигини ихтиёрий (тахминан 60 – 80 мм) қабул қиламиз. Сўнгра график интеграллаш усулини қўллаб $V - t$ ва $S - t$ графиклари, агарда $\varepsilon - t$ берилган бўлса, турткичнинг бурчак тезлиги ва бурчак силжишлари қурилади.

Диаграммалар аниқлангандан сўнг ординат ўқи масштаблари ҳисобланади.

$$S - t \text{ графиги масштаби} \quad \mu_s = \frac{S_{\max}}{Y_{S \max}} \quad \text{мм/мм} \quad (1.21)$$

$$V - t \text{ графиги масштаби} \quad \mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t H_v} \quad \text{мм/смм} \quad (1.22)$$

$$a - t \text{ графиги масштаби} \quad \mu_a = \frac{\mu_v}{\mu_t H_a} \text{ мм/с}^2 \text{ мм}$$

Эслатма. Агарда турткични узоқлашиш (кўтарилиш) ёки қайтиш (тушиш) даврларида тезланиш қонуни ҳар хил бўлса, бунда турткични нотекис ҳаракатига мос бўлган тезланиш диаграммаси (қия тўғри чизик, парабола, синусоида, айлана,

ва х.к.) интегралланади. Тезланиш диаграммасини текис ҳаракатга мос бўлган қисми тезлик диаграммасида тўртбурчак, учбурчак ёки трапеция шаклида берилиб, интегралланмай турткични кўтарилиши ва тушишида юзаларни тенг бўлиш шарти асосида чизилади. Бунинг учун тезлик диаграммасида интеграллаб аниқланган эгри чизиқли шаклнинг юзаси ҳисобланиб унга тенг тўртбурчак, учбурчак ёки трапецияларни баландлиги аниқланади.

Юзалар тенглаштирилганидан сўнг тезлик графиги интегралланиб турткични $S - t$ силжиш диаграммаси қурилади.

1.6. Илгариланма турткичли муштумчали механизмда R_0 – минимал радиус ва e – дезаксикални аниқлаш.

а) турткични $Y - Y$ ҳаракат чизиғида A нуқтани бошланғич (қуйи) A_0 ҳолати белгиланади.

б) A_0 нуқтадан бошлаб турткични $S - t$ диаграммасидан силжиш нуқталари қўйилади. (бу ҳолда муштумчани ўлчам μ_S масштабида бўлади).

Муштумчани бирга – бир масштабида кўриш учун турткични силжишини $\mu_L = 1 \text{ мм/мм}$ ёки $\mu_L = 0,001 \text{ м/мм}$ масштабда қўйиш керак. Натижада $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{12}$ нуқталари белгиланади. (1.4 – шакл).

в) e эксцентритетга тенг бўлган масофада (қабул қилинган μ_L масштабда) $Y - Y$ чизиғига параллел $Z - Z$ чизиғини ўтказамиз (дезаксикални ишорасига қараб чапда ёки ўнгда).

Агар муштумчали механизм марказий (аксиал) бўлса, $e = 0$ ва $Z - Z$ чизиғи $Y - Y$ чизиғида ётади.

г) силжиш функциясида тезлик аналог i диаграммаси қурилади. Бунинг учун $A_1, A_2, \dots$ нуқталаридан уларга $A_i B_i$ кесмалари қўйилади.

$$A_1 B_1 = \frac{V_{A1}}{\omega_M \mu_L} \quad A_2 B_2 = \frac{V_{A2}}{\omega_M \mu_L} \quad \text{ва х.к.} \quad (1.23)$$

Турткични турли ҳаракатлардаги тезликлари қуйидагича аниқланади.

$$V_{Ai} = \mu_V Y_{Vi} \quad (1.24)$$

Бу ерда; μ_v – тезлик диаграммасининг масштаби.

Y_{Vi} – тезлик диаграммасининг ординаталари.

$A_1 B_1, A_2 B_2 \dots$ кесмаларини тўғри қўйиш учун турткич V_i тезлик векторини муштумчани айланиш йўналишига мос 90° га буриш керак. Масалан: муштумча соат стрелкаси ҳаракати йўналишида айланганда, турткич кўтарилганда, $A_i B_i$ кесмалар ўнг томонга, пастга тушганда чап томонга қўйилади.

$A_i B_i$ кесмаларни аниқлашда V_{Ai} ни ҳисоблаб ўтирмай, Y_{Vi} га пропорционал кесмаларни қўйиш мумкин; яъни

$$A_i B_i = \frac{\mu_v Y_{Vi}}{\omega_M \mu_L} = C Y_{Vi} \quad (1.25)$$

Бу ерда; C – доимий пропорционаллик коэффициентлари.

д) $A_i B_i$ кесмаларни B_i нуқталари эгри чизиқ билан туташтирилади.

е) Берилган $[\gamma]$ рухсат этилган узатиш бурчаги остида $\frac{V_A}{\omega_M}$ ўқига

(горизонталга) нисбатан эгри чизиққа иккита $m - m$ ва $n - n$ уринма чизиқлар ўтказилади. (1.4 – шакл). Уринма чизиқларни $z - z$ чизиғи билан кесишган O_1 ва O_0 нуқталари турткични кўтарилишидаги (O_1) ва тушишидаги (O_0) муштумчанинг айланиш марказини мумкин бўлган ҳолатларидир. Икки ҳолатдан пастдагиси (O_0) қабул қилинади.

ж) $O_0 A_0$ масофасини ўлчаб μ_L масштабига кўпайтириб муштумча назарий профилининг R_0 минимал радиуси топилади.

$$R_0 = \mu_L O_0 A_0 \quad (1.26)$$

Конструктив жиҳатдан вални d_0 диаметрига қараб R_0 кичик бўлса уни хоҳлаган қийматга ошириш мумкин. Масалан, айланиш марказини O_0 дан пастроқда O_1 нуқтада қабул қилсак R_0 ни қиймати ошади. Бунда;

$$R_0 = \mu_L O_1 A_0 \quad (1.27)$$

Эслатма. Агар e эксцентритет берилган бўлса, муштумчани айланиш маркази $m - m$ ва $n - n$ уринмалар орасидаги штрихланган қисмни хоҳлаган жойида олиниши мумкин. Бунда $\gamma > [\gamma]$ шarti бажарилади. Агар айланиш маркази икки

уринма чизикларни кесишган O нуқтасида олинса R_0 нинг қиймати энг кичик қиймат бўлади.

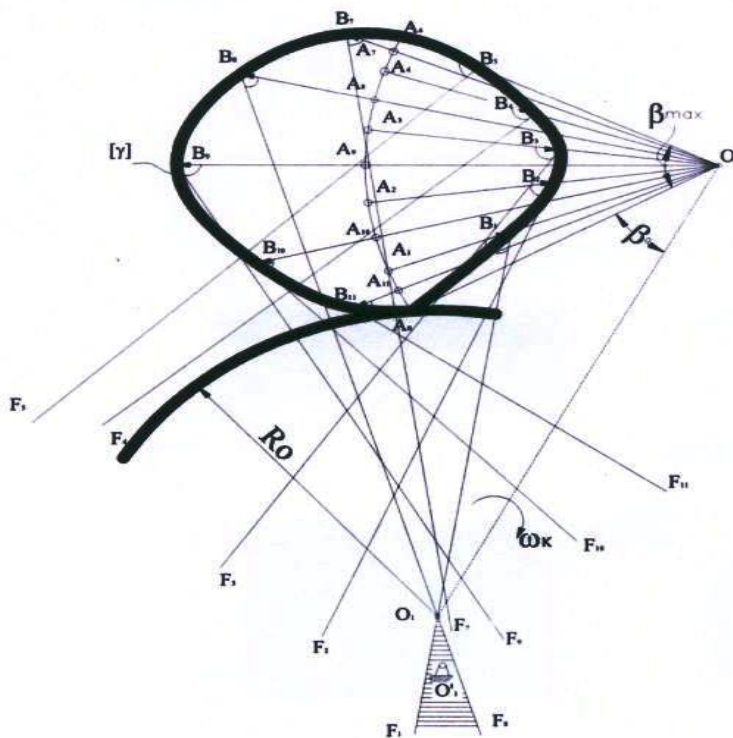
1.7. Тебранма турткичли муштумчали механизмда R_0 минимал радиусни аниқлаш.

а) Ролик марказининг силжиши диаграммасига асосан μ_L масштабида A нуқта траекториясининг бошланғич ҳолатидан (A_0 ҳолатидан) (1.5 – шакл) бошлаб $A_1, A_2, \dots$ нуқталарини белгилаймиз ва уларни турткичнинг айланиши 0_2 маркази билан туташтирамиз.

б) Тезлик аналогини кураимиз. Бунинг учун A_1O_2 , A_2O_2 , A_3O_2 ва х.к. радиусларга μ_L масштабида қуйидаги кесмаларни қўямиз:

$$A_1 B_1 = \frac{V_{A1}}{\omega_M \mu_L}; \quad A_2 B_2 = \frac{V_{A2}}{\omega_M \mu_L}; \quad \text{в а х.к.} \quad (1.28)$$

Бу ерда V_{A1} , V_{A2} – ролик A марказининг A_1 , A_2 ва х.к. ҳолатларидаги тезликлари.



1.5 шакл. Тебранма турткичли механизмда айланиш маркази ётувчи юзани аниқлаш схемаси

Кўрсатилган тезликлар қуйидагича аниқланади.

$$V_A = \mu_V Y_V \quad (1.29)$$

Бу ерда; μ_V - A нуктанинг $V - t$ тезлик диаграммаси масштаби;

Y_V - диаграмма ординаталари.

$A_i B_i$ кесмалари турткични бир томонга қараб айлантеришида, масалан кўтарилишида, A нуктадан O_2 турткични айланиш марказига қараб, қарама – қарши ҳаракатида, масалан тушишда, тескари йўналишда қўйилади.

в) $B_1, B_2 \dots$ нукталарини эгри чизик билан туташтираимиз.

г) $B_1, B_2 \dots$ нукталаридан $A_1 B_1, A_2 B_2 \dots$ радиал чизикларига $[\gamma]$ бурчак остида турткични кўтарилишида $B_1 F_1, B_2 F_2 \dots B_5 F_5$ ва $B_7 F_7, B_8 F_8 \dots B_{11} F_{11}$ чизикларни ўтказамиз.

$\gamma > [\gamma]$ шартида муштумчани айланиши маркази турткични кўтарилишида (узоқлашганда) $B_i F_i$ чизикларидан ўнг томонда, тушишида (яқинлашганда) чап томонда ётиши керак.

Демак марказ иккала шартни қаноатлантирувчи юзада бўлиши лозим. Шаклда бу юза штрихлаб кўрсатилган ва унинг хоҳлаган қисмида O_1 айланиши марказини қабул қилиш мумкин.

д) Муштумча ўлчамлари кичик бўлиши учун айланиш марказини юзанинг чўққисида (BF чизикларини кесишган нуктасида) олиш зарур. Бунда:

$$R_0 = O_1 A_0 \cdot \mu_L \quad (1.30)$$

е) чизмадан ўлчаб $O_1 O_2$ таянч нукталари орасидаги масофа $L_{O_1 O_2} = O_1 O_2 \mu_L$ ва бошланғич бурчак β_0 аниқланади.

ж) R_0 минимал радиусни қабул қилганда конструктив талабларни назарга олиш керак, яъни

$$R_0 > \frac{d_0}{2} + r_P \quad (1.31)$$

Бу ерда: d_0 – муштумча валининг диаметри,

r_P – ролик радиуси.

R_0 – аниқланганидан сўнг кинематик лойиҳалашни, масалан, тескари айлантриш усулини қўллаб муштумчани марказий (назарий) профили аниқланади.

1.8. Турткич ва муштумчани туташтириб турувчи пружинани танлаш.

Муштумчали механизмларда куч воситасида туташтириш амалда пружина орқали бажарилади. Унинг характеристикаси ва дастлабки тортилиши механизмни ишлаш жараёнида турткични муштумча профилидан ажралмаслигини назарга олиб танланади. Ажралиш турткични инерцияси натижасида ҳосил бўлади.

Илгарилашма турткичли муштумчали механизмда турткични кутарилиш ва тушиш даврида туташтириш бўлмасли шартини қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$F_{PP} \geq F_U - G \quad (1.32)$$

ёки
$$F_{PP} = U (F_U - G) \quad (1.33)$$

бу ерда: F_{PP} – пружинанинг қайишқоқлик кучи,
 F_U – турткич массасининг инерция кучи,
 G – турткичнинг оғирлиги,
 U – турткич ва муштумча орасидаги минимал боғланиш реакцияси борлигини ифодаловчи коэффициенти, ($U = 1, 2, \dots, 1, 3$)

Пружинанинг қайишқоқлик кучи

$$F_{PP} = F_0 + KS \quad (1.34)$$

бу ерда: F_0 – пружинанинг дастлабки тортилиш кучи;
 K – пружинанинг бикирлик коэффициенти;
 S – пружинанинг ўқ бўйлаб деформацияси.

Мисол. Илгарилашма турткичли муштумчали механизмда қўлланиладиган туташтирувчи пружинанинг характеристикаси танлансин.

Берилган: Турткични $a^t - \varphi$ тезланиш графиги (1,6 а – шакл), тезланиш графиги масштаби μ_a , турткичнинг массаси $m = 10 \text{ кг}$. $0 - 7$ ва $19 - 24$ участкаларда турткич тезланиш билан ҳаракатланади, унинг F_U инерция кучи пастга йўналган. $7 - 14$ ва $14 - 19$ участкаларида тезланиш манфий, F_U кучи юқорига йўналган ва турткични муштумчадан ажралишига ёрдам беради. Турткични G оғирлик кучи ҳамма участкаларда роликни муштумчага туташтириб туради.

Тезланиш графигида тезланишнинг максимал қиймати тушиш фазасида 16 ҳолатга тўғғи келади ва $a = 40 \text{ м/сек}^2$ ($a_{Tmax} = K_a Y_{max}$) турткични муштумчадан ажратувчи энг катта инерция кучи.

$$F_{Umax} = m_T a_{Tmax} = 10 \cdot 40 = 400 \text{ Н.}$$

1.6 – шаклда $F_U = m_T a_T$ инерция кучининг ўзгариш эгри чизиги кўрсатилган.

Ордината ўқига F_U (тезланишга тескари йўналишда), абсцисса ўқига $S - \varphi$ графигидан олинган OS – турткични тушиш фазасидаги силжиши масофасини кўямиз. 1.6 в шаклда F_U инерция ва $G = mg$ оғирлик кучининг йиғиндиси кўрсатилган.

Ажратувчи энг катта куч ($16 -$ ҳолат) қуйидагичадир.

$$Q_{max} = F_{Umax} - G = 400 - 10 \cdot 9.81 = 302 \text{ Н.}$$

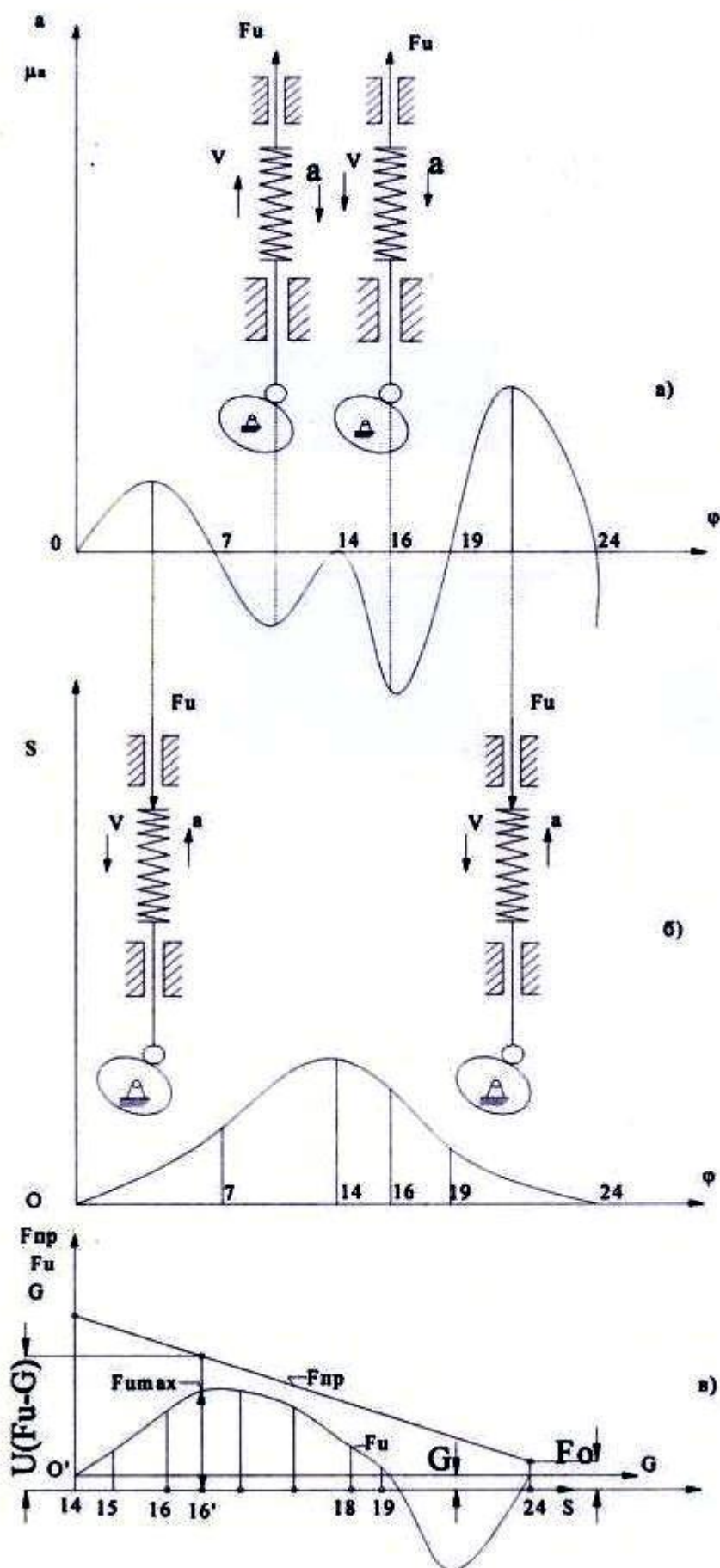
Бу ҳолатда пружинанинг қайишқоқлик кучи:

$$F_{np} = U (F_{Umax} - G) = 1.3 \cdot 302 = 393 \text{ Н.}$$

Пружинанинг дастлабки тортилиш кучини

$$F_0 = \lambda F_{npmax} = 0.3 \cdot 393 = 118 \text{ Н.}$$

қабул қилинади. λ коэффиценти $0,25$ дан $0,5$ гача қабул қилинади. Пружинанинг қайишқоқлик кучи турткични S силжишга боғлиқ чизиқли қонунда ўзгаради.



1.6 шакл. Туташтирувчи пружинани характеристикасини асослаш диаграммаси (а – тезланиш диаграммаси, б – силжиш диаграммаси, в – куч диаграммаси).

Шунинг учун $F_0 = 118 \text{ Н}$, $F_{np} = 393 \text{ Н}$ қийматлари орқали пружина қайишқоқлик кучининг ўзгариш графигини қуриш мумкин. (1.6 в шакл).

Пружинанинг бикрлик коэффициент

$$K = \frac{F_{np \max} - F_0}{S_{16-24}} \quad (1.35)$$

бу ерда: S_{16-24} - турткични 16 ҳолатдан 24 ҳолатгача (манфий тезланишни энг катта қийматидаги) ҳақиқий силжиши.

Тебранма турткичли муштумчали механизм учун (1,7. шакл) турткич ва муштумча орасида туташни бўлмаслик шарти қуйидагича ёзилиши мумкин.

$$M_{np} \geq M_U - M_G \quad (1.36)$$

ёки
$$M_{np} = U (M_U - M_G) \quad (1.37)$$

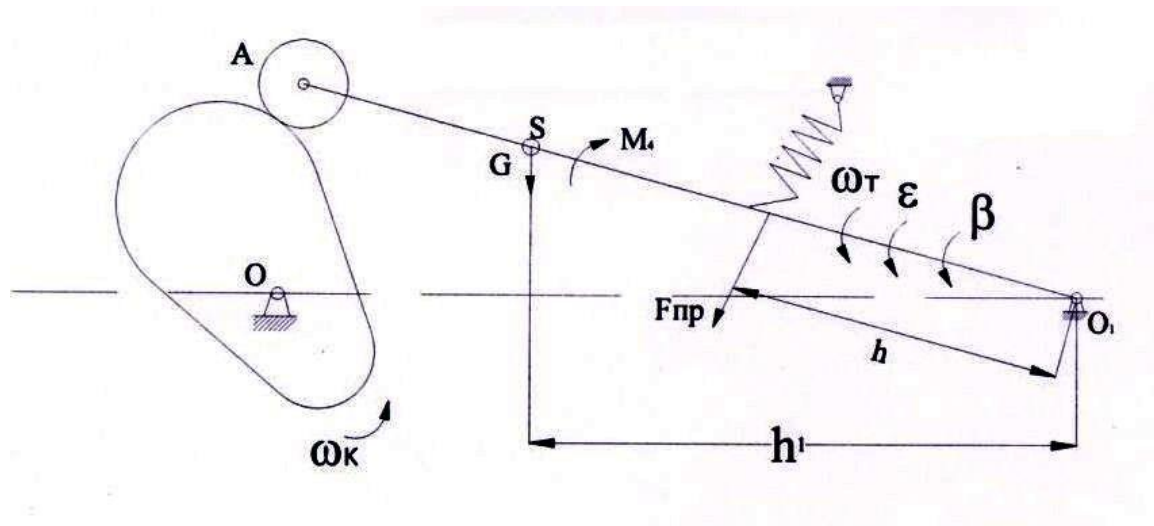
бу ерда: M_{np} – пружинани қайишқоқлик кучининг моменти;
 M_G – турткич оғирлик кучининг моменти;
 U – захира ёки ишончилилик коэффициент.

$$M_U = - E_T I_{01}; \quad M_{np} = F_{np} h; \quad M_G = Gh.$$

бу ерда: $\mathcal{E}_T$ – турткичнинг бурчак тезланиши,
 $I_{01} - O_1$ нуқтага нисбатан турткични инерция моменти.

M_U доимо $\mathcal{E}_T$ га тескари йўналган. 1.7 – шаклда $\mathcal{E}_T$ йўналишини w_T йўналишига мос ҳолати кўрсатилган.

Пружинанинг характеристикасини танлаш юқорида кўриб чиқилган усулда бажарилади.



1.7 шакл. Тебранма турткичли механизм туташтирувчи пружинасининг характеристикасини аниқлаш схемаси.

1.9 Муштумчанинг профилини аниқлаш

Муштумчани геометрик шаклини аниқлаш, муштумчали механизм синтезининг якунловчи босқичи ҳисобланади. Муштумчали механизмни кинематик синтези, деб аталувчи бу вазифа аналитик ёки график ечимга эга бўлиши мумкин. Муштумча профилини лойиҳалашнинг график усули билан танишамиз.

1.9.1 Роликли турткичли дезаксиал муштумчали механизм муштумчасининг профилини лойиҳалаш

Муштумчанинг профилини график усулда аниқлаш билан механизмни график таҳлил қилишни кўп жиҳатдан умумий томонлари бор. Бу ерда иш анализга нисбатан тескари йўналишда бажарилади.

Кинематик синтезнинг кировчи параметрлари қуйидагилардир:

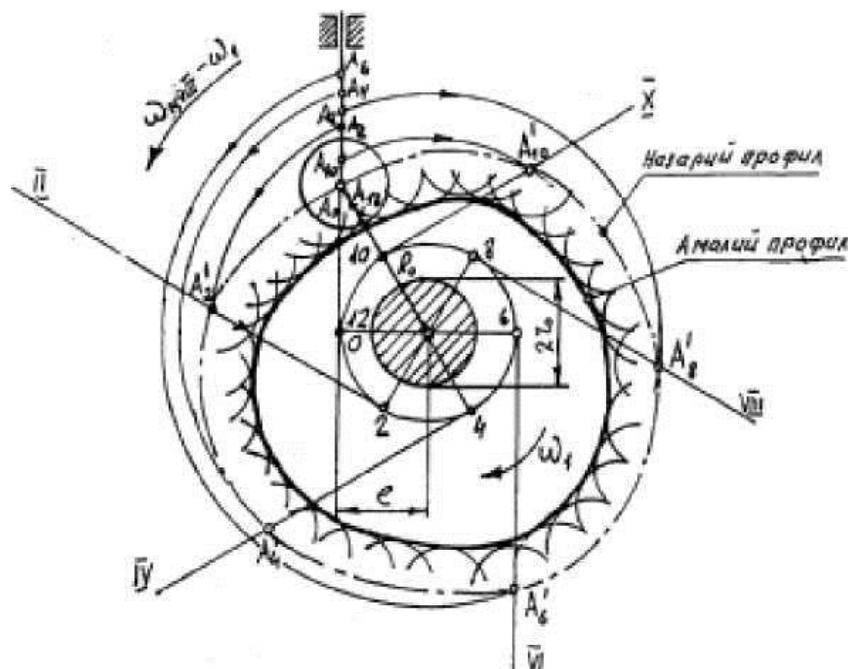
1. Ролик марказини ҳаракат қонуни (ролик марказини белгиланган траекторияси).

2. Механизмни асосий ўлчамлари: R_0 – муштумчани минимал радиуси ва e дезаксиаллик масофаси.

3. Роликни r радиуси ва муштумча валининг r_0 радиуси.

4. Муштумчани ω_1 бурчак тезлиги.

Муштумча профилини лойиҳалаш тескари айлантериш усулида бажарилади (1.8-шакл).



1.8-шакл. Турткичи силжиган муштумчали механизмни лойиҳалаш.

Дастлаб R_0 ва e ларни қийматларидан фойдаланиб кесиштириш орқали муштумчани O_1 айланиш маркази аниқланади ва радиуси e дезаксиалга тенг айлана ўтказилади. Сўнгра, агар $\omega_1 = const$ бўлса, айланани тенг бўлақларга бўлиб (масалан, 12 та,) муштумчанинг айланиш йўналишига тескари равишда $/$, $//$, IV , ... XII турткичнинг ҳолатларини ифодаловчи уринмалар ўтказилади. Турткичнинг траекториясидаги $A_0, A_2, \dots, A_{12}$ нуқталардан маркази O_1 да айлана ёйлари орқали нуқталар уринмаларга кўчирилади. Натижада $A'_1, A'_2, A'_3, \dots, A'_{12}$ нуқталардан иборат назарий профил келиб чиқади. Сўнгра, ролик радиусидан фойдаланиб, назарий профилга эквидистант амалий профил чизилади. Муштумчанинг амалий профили радиуси ролик радиусига тенг, маркази назарий профилда бўлган айлана ёйлари уринма чизик ҳисобланади. Амалий профил қурилгандан сўнг, чизмада муштумчанинг вали кўрсатилади. Бунда вал профилдан ташқарига чиқмаслиги керак.

Аксиал механизм муштумчасининг профили юқоридагидек қурилади. Фарқи турткичнинг силжиши нолга ($e=0$) тенг бўлади.

1.9.2. Илгариланма ҳаракат қилувчи турткичли дезаксиал муштумчали механизмни лойиҳалашнинг аналитик усули

Муштумча профилини аналитик усулда ҳисоблаш тескари айлантериш усулида бажарилади ва назарий ёки амалий профилларнинг координаталари қутб координат системасида ҳисобланади. Бу масалани ўткир турткичли дезаксиал механизм мисолида кўриб чиқамиз (1.9-шакл).

Механизм муштумчасининг амалий профилини роликли механизм муштумчасининг назарий профили деб қараш мумкинлиги юқорида баён қилинган эди

OA_0B_0 учбурчагидан:

$$\operatorname{tg}(\varphi_i + \beta) = \frac{S_0}{e} \quad (1.36)$$

учбурчак OAB дан:

$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta) = \frac{S_0 + S}{e} \quad (1.37)$$

бу ерда α — профил бўйича бурилиш бурчаги;

φ_i — тескари айлантеришдаги бурилиш бурчаги;

β — қўшимча бурчак;

S_0 — турткичнинг бошланғич (конструктив) кўчиши;

S — турткични жорий кўчиши;

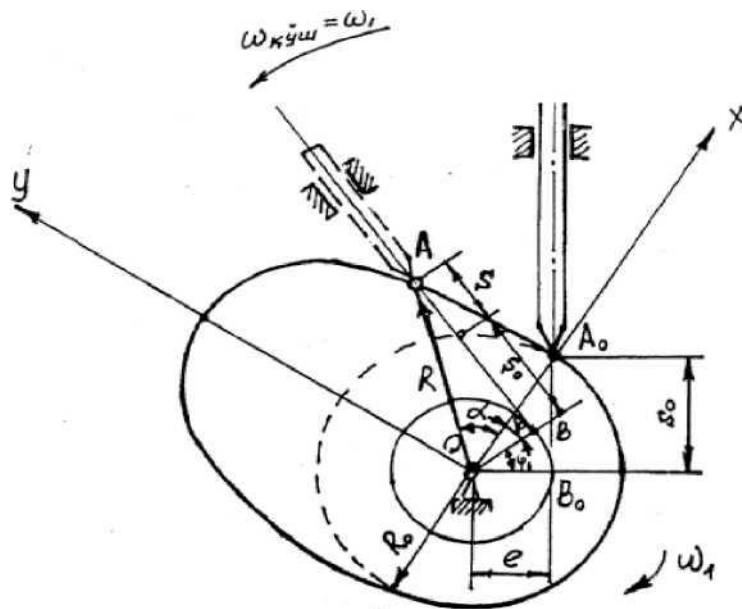
e — дезаксиал.

(1.36) ва (1.37) лардан β бурчагини йўқотиб, радиус-векторни қутб бурчаги ифодасини топамиз:

$$\alpha = \varphi_1 + \operatorname{artg} \frac{S_0 + S}{e} - \operatorname{artg} \frac{S_0}{e} \quad (1.38)$$

Муштумчани қутб координат системасидаги радиус вектори қуйидаги ифодадан аниқланади.

$$R = \sqrt{(S_0 + S)^2 + e^2} \quad (1.39)$$



1.9-шакл. Дезаксиал турткичли муштумча профилини аналитик усулда аниқлаш схемаси.

XOY координата системасида муштумча профилини координаталари (1.9-шакл) қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$\begin{aligned} X &= R \cos \alpha \\ Y &= R \sin \alpha \end{aligned} \quad (1.40)$$

1.9.3. Роликли тебранма турткичли механизм муштумчасининг профилини лойиҳалаш

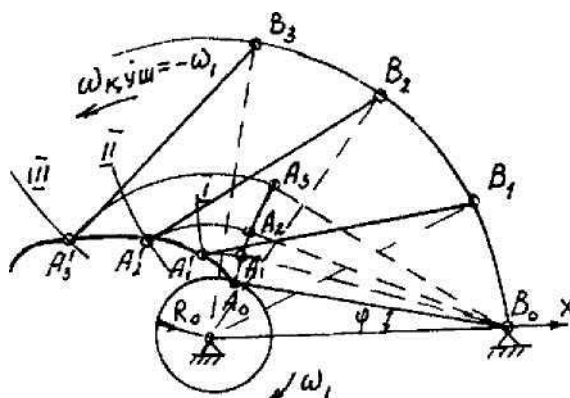
Бундай муштумчали механизмнинг кирувчи параметрлари қуйидагилардир:

- 1) Турткич ролигининг марказини $S_A = S(t)$ ҳаракат қонуни (А нуқтани белгиланган траекторияси).
- 2) Механизмни асосий ўлчамлари: муштумчани R_0 минимал радиуси, таянчни $l_{O_1 b_0}$ узунлиги ва турткични l_{AB} узунлиги.
- 3) Роликнинг r ва муштумча валини r_0 радиуслари.
- 4) Муштумчани ω_1 бурчак тезлиги.

Юқоридагидек тескари айлантириш усулини қўллаймиз (1.10-шакл). Радиуси таянч $l_{O_1 b_0}$ узунлигига тенг, маркази O_1 да айлана ўтказилади ва уни муштумчани

айланиш йўналишига тескари равишда тенг (масалан, ўн иккига) бўлакларга бўлинади (агар ω_1 ўзгармас бўлса).

Бўлинган $B_0, B_1, B_2, \dots B_{12}$ нуқталардан турткич l_{AB} узунлигига тенг радиусда айланани $I, II, III \dots XII$ ёйлари чизилади. Бу ёйларга циркул билан маркази O_1 нуқтада бўлган ролик марказининг траектория $A_0, A_1, A_2, \dots A_{12}$ нуқталарини келтириб туширамиз. Натижада муштумча назарий профилининг $A_1^1, A_2^1, \dots, A_{12}^1$ нуқталари келиб чиқади. Бу нуқталарни эгри чизик билан туташтириб назарий профил лойиҳаланади. Амалий профил назарий профилга эквидистант қурилади. Юқорида баён қилинганлар 1.10-шаклда кўрсатилган.



1.10-шакл. Роликли тебранма турткичли муштумча профилини лойиҳалаш.

1.9.4. Учи ўткир тебранма турткичли муштумчасининг профилини аналитик усулда лойиҳалаш

Муштумча профилини аналитик усулда лойиҳалашни ўткир учли тебранма турткичли муштумчали механизм мисолида кўриб чиқамиз (1.11-шакл). Масала тескари айлантириш усулида ечилади.

Синтезнинг кирувчи параметрлари:

- 1) Турткичнинг ҳаракат қонуни $\varphi = \varphi(t)$.
- 2) Механизмни асосий ўлчамлари R_0, φ_0 ва бўғинларнинг l_2, l_3 узунликлари.
- 3) Муштумча валининг r_0 радиуси.
- 4) Муштумчанинг ω_1 бурчак тезлиги.

Муштумча профилини R ва α қутб координаталарини аниқлаш талаб қилинади.

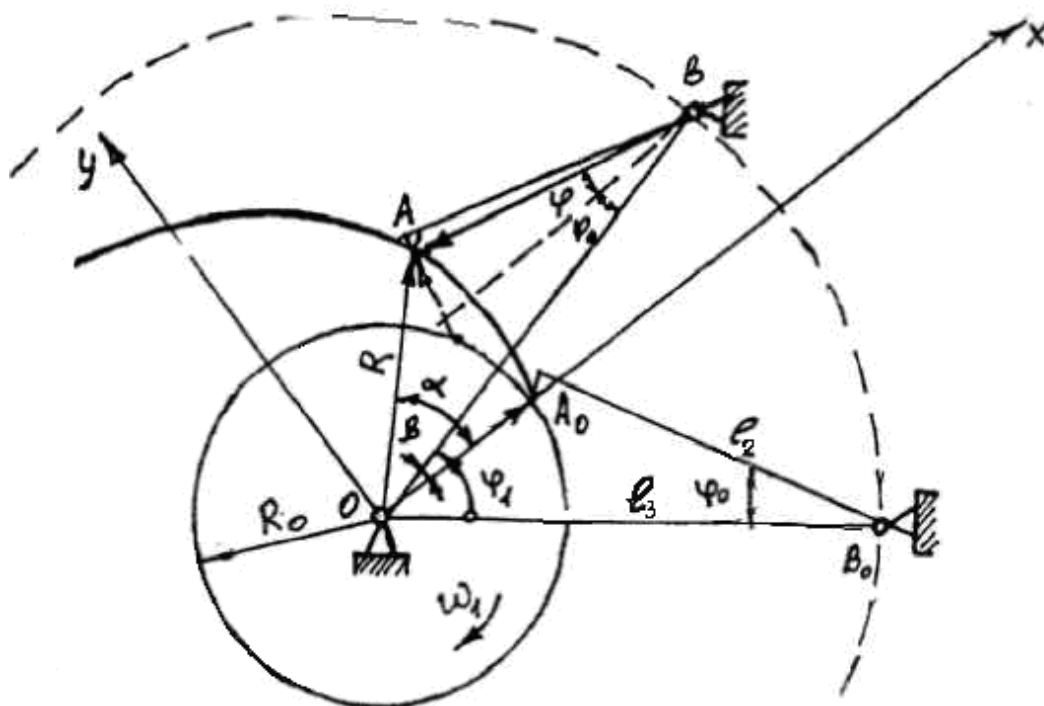
Учбурчак OAB ни таянч OB йўналишига проекциялаб

$$R \cos(\alpha - \beta) = l_3 - l_2 \cos(\varphi_0 + \varphi) \quad (1.41)$$

$$R \sin(\alpha - \beta) = l_2 \sin(\varphi_0 + \varphi) \quad (1.42)$$

Учбурчак OA_0B_0 дан

$$\frac{\sin(\varphi_i - \beta)}{\sin \varphi_0} = \frac{l_2}{R_0} \quad (1.43)$$



1.11-шакл. Ўткир учли тебранма турткичли муштумча профилининг координаталарини аниқлаш схемаси.

Бу тенгламалардан b бурчагини йўқотиб радиус - векторни кутб бурчаги ифодасини оламиз.

$$\alpha_1 = \varphi_1 + \arctg \frac{l_2 \sin(\varphi_0 + \varphi)}{l_3 - l_2 \sin(\varphi_0 + \varphi)} - \arcsin \frac{l_2}{R_0} \sin \varphi_0 \quad (1.44)$$

OAB учбурчагидан радиус – вектор ифодасини топамиз.

$$R = \sqrt{(l_2^2 + l_3^2 - 2l_2l_3 \cos(\varphi_0 + \varphi))} \quad (1.45)$$

бу ерда, φ_0 — турткични (чайқалгични) бошланғич бурчаги;

φ — турткични жорий бурчаги;

α — профил буйича айланиш бурчаги;

φ_1 — тескари айлантиришдаги бурчак;

l_2 — турткичнинг (чайқалгичнинг) узунлиги;

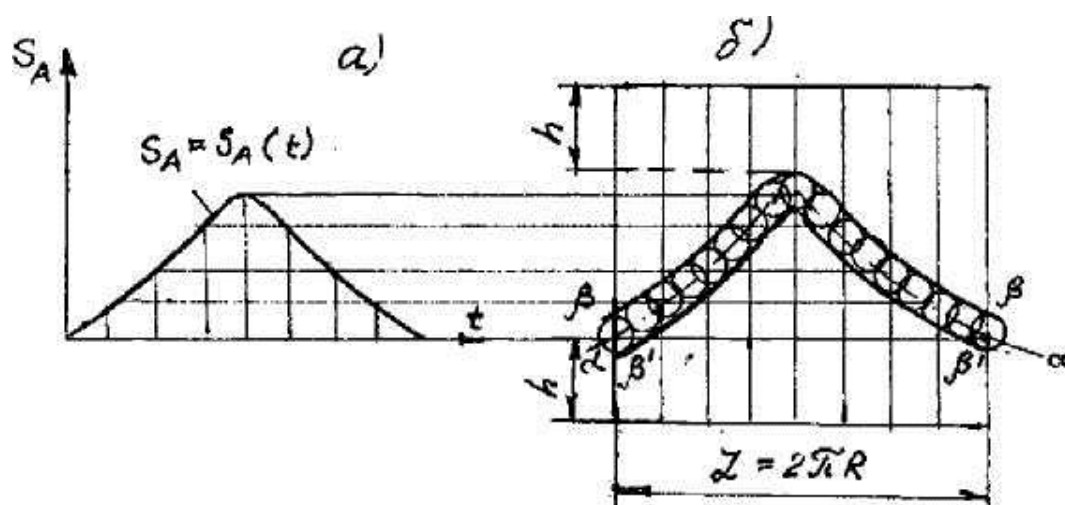
l_3 — таянчнинг узунлиги.

Танланган координат системасида профилнинг координаталари қуйидаги кўринишда бўлади.

$$X = R \cos \alpha \quad (1.46)$$

$$Y = R \sin \alpha \quad (1.47)$$

1.9.5. Илгариланма ҳаракатланувчи турткичли цилиндрсимон фазовий механизм муштумчасининг профилини лойиҳалаш



1.12-шакл. Цилиндрсимон муштумча профилини лойиҳалаш.

Лойиҳаланадиган муштумчали механизм 1.12-шаклда кўрсатилган.

Фазовий муштумчали механизмни кинематик синтезининг кировчи параметрлари қуйидагилардир:

- 1) Ролик марказини $S_A = S_A(t)$ ҳаракат қонуни;
- 2) Цилиндрни ўртача R радиуси;
- 3) Турткич ролигини r радиуси;

4) Муштумчани ω_1 бурчак тезлиги.

Берилганлар асосида цилиндрсимон муштумчани ён юзасини текисликдаги ёйилмасини лойиҳалаш керак. Лойиҳалаш тескари айлантериш усулида, яъни муштумча профилининг ёйилмаси қўзғалмас, турткични $V = \omega_1 R$ тезлик билан илгариланма ҳаракатланади деб бажарилади. Турткичнинг ҳаракат $S_A = S_A(t)$ қонуни график шаклда берилган бўлсин (1.12-шакл). Муштумча профили ёйилмасининг узунлиги ўртача радиусли айланани $z = 2\pi R$ узунлигига тенг. Бурчак тезлик ω_1 ўзгармас бўлгани учун Z тенг бўлақларга (масалан, 8 та) бўлинади ва цилиндрсимон муштумчани ҳосил қилувчи тик чизиқлар ўтказилади (1.12 б-шакл).

Дастлаб h конструктив ўлчамни қабул қилиб, бу чизиқларга масштабда $S_A = S_A(t)$ графикнинг тегишли ординаталари қўйилади ва муштумчани $\alpha - \alpha$ эгри чизиқли назарий профили аниқланади.

Амалий профилни қуриш учун $\alpha - \alpha$ назарий профилга яқин нормал бўйлаб масофаси ролик r радиусига тенг иккита $\beta\beta$ ва $\beta'\beta'$ эквидистант эгри чизиқлар ўтказилади. Бу эгри чизиқлар ишчи профили ҳисобланиб, $\beta\beta$ биринчиси узоқлашишда, $\beta'\beta'$ иккинчиси қайтишда галма - гал ишлайди.

1.9.6. Тутатишдаги мустаҳкамлик, ейилиш, чидамликка қараб муштумча профилини ва бошқа ўлчамларини лойиҳалаш

Муштумчали механизмларнинг бўғинлари мустаҳкам бўлишига қарамай, олий кинематик жуфтда (тутатиш зонасида) ишчи юзаларни мустаҳкамлиги етарли бўлмагани учун бузилиши ва ишдан чиқиши мумкин.

Юкланиш олий жуфтда жуда кичик бўлган эзилиш юзаси орқали узатилиши сабабли тутатиш зонасида катта кучланиш пайдо бўлиб, юзалар ейилади, буялади ва ишдан чиқади.

Муштумчанинг ва роликнинг ишчи юзаларини мустаҳкамлигини ошириш учун уларнинг материални тўғри танлаш ва керакли қайта ишлаш зарурдир. Цилиндрик ролик билан муштумчани бир-бирига тегишида кичик тутатиш юзаси

бўйлаб тарқалган нормал ва уринма кучланишлар пайдо бўлади. Бу кучланишларнинг максимал қийматлари Беляев-Герц формуласидан аниқланади.

$$\sigma_{k \max} = 0.418 \sqrt{\frac{FEk}{BC_k^2}} \quad (1.48)$$

$$\tau_{k \max} \cong 0.33 \sigma_{k \max} \quad (1.49)$$

бу ерда, $\sigma_{k \max}$ — туташидидаги максимал нормал кучланиш;

$\tau_{k \max}$ — туташидидаги максимал уринма кучланиш;

F — муштумча ва ролик орасидидаги нормал босим;

ρ_k — келтирилган эгрилик радиуси;

E_k — материалларни келтирилган қайишқоқлик модули;

ϕ — туташидиш юзасини кенглиги.

Бочкасимон ролик ва муштумча туташидидаги кучланиш қуйидидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_{k \max} = 0.388 \sqrt{\frac{FEk}{BC_k^2}} \quad (1.50)$$

$$\tau_{k \max} \leq 0.33 \sigma_{k \max} \quad (1.51)$$

Муштумчани ва роликни (турткични) туташидидаги зарур бўлган мустаҳкамлиги ва ейилишга чидамлилиги шарти қуйидидагича ифодаланади:

$$\sigma_{k \max} \leq [\sigma_k] \quad (1.52)$$

$$\tau_{k \max} \leq [\tau_k] \quad (1.53)$$

Бу ерда, $[\sigma_k]$ ва $[\tau_k]$ - туташидидаги рухсат этилган кучланишлар.

(1.48) ва (1.49) ифодалардан туташидидаги кучланиш F нормал босим кучига, E_k келтирилган қайишқоқлик модулига, ρ_k келтирилган эгрилик радиусига ва муштумчанинг ϕ кенглигига боғлиқлиги маълум. Лойиҳалаш жараёнида бу параметрларни тўғри қабул қилиб, туташидидаги кучланишни камайтириб муштумчали механизмни керакли мустаҳкамлиги ва узоқ муддат ишлашини

таъминлаш мумкин. Бу масалани ечиш йўллари кўриб чиқайлик. F нормал босим кучи қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$F = \frac{Q}{\sin \gamma - f \frac{2y + l + fd}{l} \cos \gamma} \quad (1.54)$$

Тенгламанинг ўнг қисмига кирувчи параметрлар ўзгарганда, босим кучи ҳам ўзгаради. Масалан, γ узатиш бурчагини ошириш орқали F кучининг миқдорини анчагина камайтириш мумкин ва натижада туташишдаги кучланиш ҳам камаяди. Албатта бунда муштумчали механизмнинг ўлчамлари катталашиб кетади. Туташишдаги кучланишга E_k модули катта таъсир қилади. Уни камайтириш натижасида кучланиш ҳам камаяди.

Келтирилган қайишқоқлик модули қуйидагича аниқланади:

$$E_k = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} \quad (1.55)$$

бу ерда, E_1 ва E_2 - муштумча ва ролик материалнинг қайишқоқлик модули. Умуман муштумча ва ролик пўлатнинг турли маркаларидан тайёрланади. Амалда роликни қайишқоқлик модули пўлатга нисбатан бир неча марта кичик бўлган капрондан ёки текстолитдан тайёрлаш ҳоллари ҳам учраб туради. Материалларни танлаш орқали келтирилган модулни етарли даражада камайтириб кучланишларни пасайтириш мумкин.

Туташишдаги кучланишга ρ_k келтирилган эгрилик радиуси сезиларли таъсир қилади. ρ_k ошиши билан кучланиш камаяди.

Келтирилган эгрилик радиуси қуйидагича аниқланади:

$$\rho_k = \frac{\rho_0 r}{\rho_0 \pm r} \quad (1.56)$$

бу ерда, ρ_0 — муштумча амалий профилининг радиуси;

r — ролик радиуси.

Бу тенгламада мусбат ишора муштумчани бўртиб чиққан (қабарик) профили учун, минус ишора эса ботиқ профили учун қабул қилинади. Муштумчани назарий ва амалий профилларининг радиуслари бир-бири билан боғланган.

$$\rho = \rho_0 + r \quad (1.57)$$

бу ерда, ρ — назарий профилнинг эгрилик радиуси;

r — роликни радиуси.

(1.56) ва (1.57) формуладан R_0 ни йўқотиб, қуйидаги ифодани топамиз:

$$\rho_k = \frac{(\rho \pm r)r}{\rho} \quad (1.58)$$

Қабарик профиллар учун қуйидаги шартни бажариш керак:

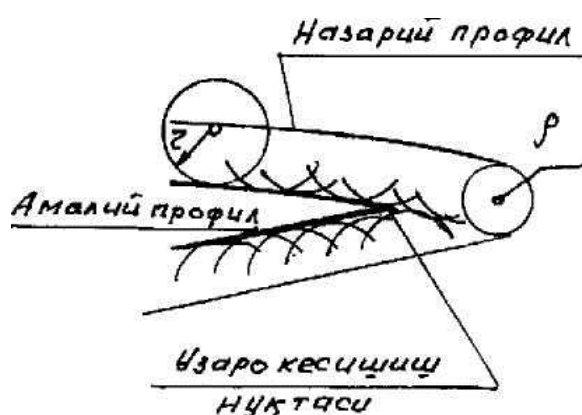
$$\rho > r \quad (1.59)$$

Қабарик профилнинг эгрилик радиусини қиймати минимал хавфли кесим учун ушбу шарти қаноатлантириши керак:

$$\rho_{\min} > r \quad (1.60)$$

Муштумча назарий профилининг букилган қисми учун (1.60) шартини бузилиши унча хавфли эмас, чунки бунда амалий профилнинг радиуси ошиб, туташишдаги кучланиши камаяди (1.13-шакл).

Муштумчали механизмни олий жуфтдаги кучланишини ҳисобга олиш ва баҳолаш механизмни аниқланган асосий ўлчамларини қайта кўриб чиқишни ёки аниқлик киритишни тақозо этади. Муштумчали механизмларни туташишдаги мустаҳкамлигини назарга олиб, лойиҳалаш шундай тарзда бажарилади.



1.13-шакл. Муштумчанинг амалий профилини ўзаро кесишиши.

1.9.7. Муштумчали механизм ролигининг радиусини аниқлаш

Роликнинг радиусини аниқлашда бир неча мулоҳазалар инобатга олинади. Уларнинг баъзиларини кўриб чиқамиз. Юқоридаги параграфда қабарик профил қисмини туташишдаги кучланишини камайтириш учун ролик радиуси назарий профил эгрилик радиусидан кичик бўлиши кўрсатилган эди. Муштумчанинг назарий профилини энг кичик эгрилик радиуси нуқтасида қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$r < \rho_{\min}$$

бу ерда, $\rho_{\min}$ - назарий профилнинг қабарган қисмини минимал эгрилик радиуси. Агарда ушбу шарт бажарилмаса, амалий профилнинг ўз-ўзини кесиши содир бўлиб, учли бўлишига олиб келади (1.13-шакл).

Роликнинг радиусини аниқлашда, уни ўққа ўрнатиш учун қирқиладиган тешикни назарга олиш керак. Тешикнинг диаметри мустаҳкамлик нуқтаи назаридан аниқланади. Юқорида баён қилинганларни ҳисобга олиб, амалда қўллаш учун

$$r = (0,67 \div 0,7) \rho_{\min} \quad (1.61)$$

тавсия этилади.

Баъзи муаллифлар роликнинг радиусини олий жуфтни туташишдаги мустаҳкамлигини таъминлаш шартидан аниқлашни тавсия қиладилар.

Топилган ролик радиусини, роликни амалий профилга нисбатан сирпаниши йўқлигига текшириш керак. Бунинг учун ролик ва муштумча орасидаги ишқаланиш кучининг моменти роликка таъсир қилувчи инерция кучларининг моментида катта бўлиши керак, яъни:

$$M_{иш} > M_{ин} \quad (1.62)$$

бу ерда, $M_{иш}$ — ишқаланиш моменти;

$$M_{иш} = fFr \quad (1.63)$$

$M_{ин}$ — жуфт инерция кучлари моменти;

$$M_{ин} = J_A \varepsilon \quad (1.64)$$

F — муштумча ва ролик орасидаги нормал босим кучи;

f — ишқаланиш коэффициентлари;

r — ролик радиуси;

J_A — роликни айланиш ўқга нисбатан инерция моменти;

ε — роликни бурчак тезланиши . $\varepsilon = \frac{a_{A_1 A_2}^t}{r}$

бу ерда, $a_{A_1 A_2}^t$ - A_2 нуқтани тангенсиал тезланиши.

1.9.8. Муштумча назарий профилининг эгрилик радиусини аниқлаш

Назарий профилни ихтиёрий нуқтасидаги эгрилик радиусини дифференциал геометриядан маълум бўлган усул билан аниқлаш мумкин.

$$\rho = \frac{\sqrt{\left(R^2 + \frac{dR}{d\varphi_1}\right)^3}}{R^2 + 2\left(\frac{dR}{d\varphi_1}\right)^2 - R \frac{d^2 R}{d\varphi_1^2}} \quad (1.65)$$

бу ерда, R — муштумчани нуқтасининг радиус вектори;

φ_1 — йўналтирувчи бурчак.

Шунингдек, эгрилик радиусини графоаналитик усуллада ҳам аниқлаш мумкин:

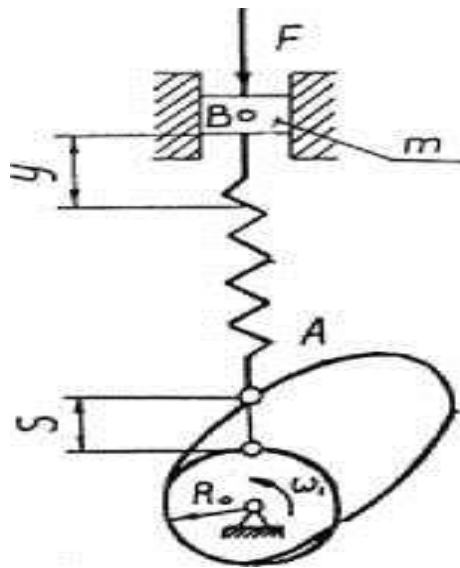
$$\rho = \frac{V^2}{a^n} \quad (1.66)$$

Бу ерда, V ва a^n тезлик ва тезланиш режаларидан олинади.

Эгрилик радиусини минимал қийматини ошириш учун муштумчани R_0 минимал радиус векторини ошириш керак.

1.9.9. Муштумчали механизмларнинг бўғинлари қайишқоқлигини назарга олиб лойиҳалаш

Қайишқоқ турткич нуқтаси ижрочи бўлган муштумчали механизмни кўриб чиқайлик. 1.14-шаклда келтирилган механизмни динамик моделини тузишда турткичнинг қайишқоқлигини пружина билан, унинг массасини юқори B учида мужассамлашган, деб кўрсатамиз.



1.14-шакл.

Турткичнинг пастки учини қуйи ҳолатидан кўчишини S билан белгилаймиз. Турткични юқори учини кўчишини Y билан белгилаймиз. Умуман олганда, S ва Y бир-бирига тенг эмаслиги аниқ, чунки A ва B нуқталари орасида турткични қайишқоқ элементи бор.

Турткични дифференциал тенгламасини тузиб, Y ва S кўчишлар орасидаги боғланишни аниқлаймиз.

$$-F + C_2(S - Y) = m \quad (1.67)$$

бу ерда F — турткичга таъсир қилувчи ташқи куч;

C_2 — турткични бикрлик коэффиценти;

m — турткични массаси.

Y — турткични қайишқоқ кўчиши.

Агарда олий жуфтни туташиши пружина билан бажарилса, ташқи кучини икки кучдан иборатлигини кўрсатиш мумкин.

$$F = C_1 Y + F_0 \quad (1.68)$$

Бу ерда, C_1 — пружинани бикрлик коэффиценти;
 F_0 — турткичга қаршилик кўрсатувчи куч.

(1.68) ни (1.67) га қўйиб ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$S = \frac{F_0}{C_2} + \frac{C_1 + C_2}{C_2} y + \frac{m}{C_2} \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (1.69)$$

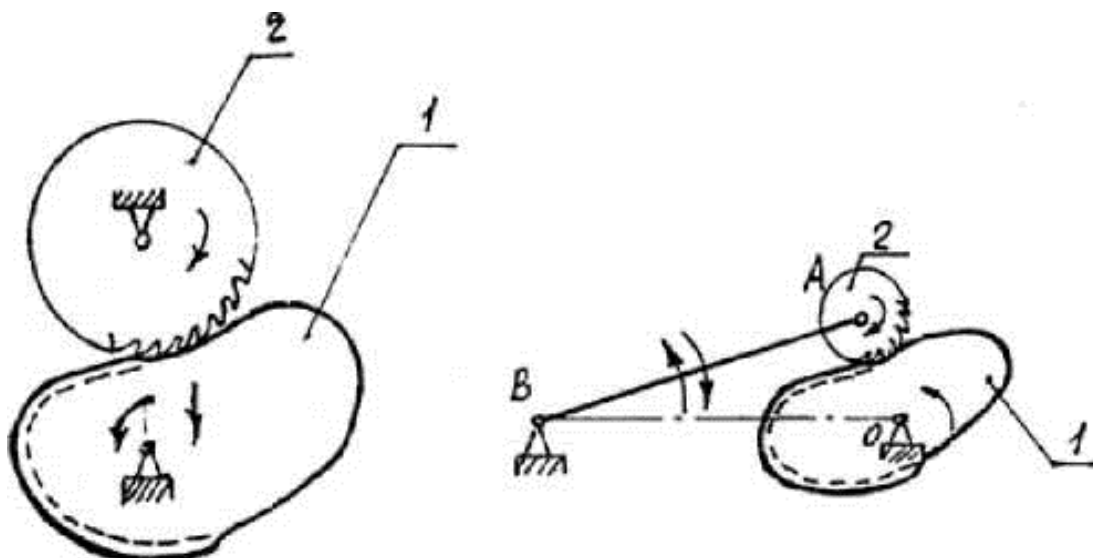
U ва S ни боғловчи бу дифференциал тенглама муштумча профилини лойиҳалашда фойдаланилиши мумкин. Бунинг учун турткичнинг юқори учини $y=y(t)$ ҳаракат қонунини танлаб, пастки учининг кўчишини (1.69) тенгламасидан аниқлаб, муштумча профилини лойиҳалаш мумкин.

1.9.10. Муштумчани тайёрлаш

Муштумчани қуйидаги усулларда тайёрлаш мумкин:

1. Белгилаш усули; 2. Кичик бўлимлар усули;
3. Кинематик усул; 4. Нусха олиш усули.

Белгилаш усулида муштумчани профили чизмадан олинади. Бу усулнинг иш унуми паст ва ноаниқдир.



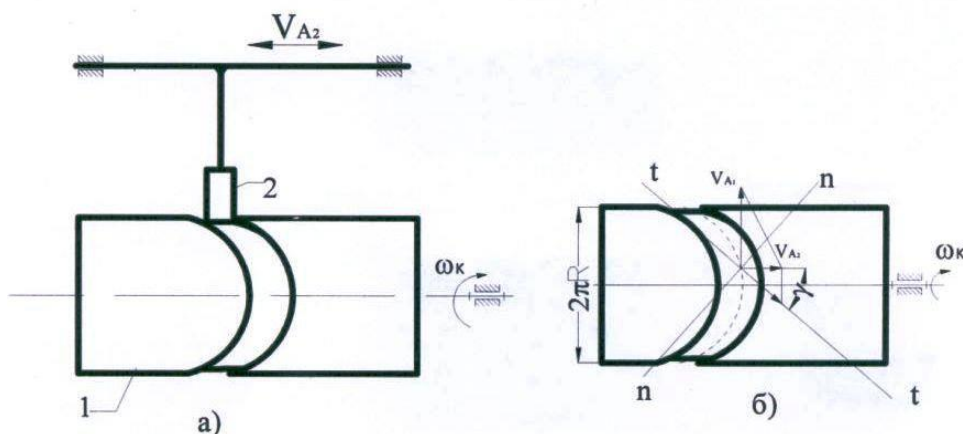
1.15-шакл. Муштумчани кичик булимлар усулида қирқиш (1 — андоза, 2 — кескич).

1.16-шакл. Муштумчани кинематик усулда тайёрлаш (1 — андоза, 2 — кескич).

Кичик бўлимлар усулида андозани қирқувчи асбобга нисбатан кичик чизиқли ёки маълум бурчакка силжитилади. Андоза берилган дастурда сонли дастурда бошқариладиган дастгоҳларда силжитилади. Агарда кескич диаметри ролик диаметрига тенг бўлса, унинг маркази назарий профил нукталарида жойлашади (1.15-шакл). Қирқилган муштумчанинг профили силлиқловчи дастгоҳларда силлиқланади. Кинематик усулда қирқишда андоза ва қирқувчи асбоб муштумчали механизмда муштумчани ва турткични ҳаракатига ўхшаш ҳаракат қилади. Бу усулнинг принципиал схемаси 1.16-шаклда кўрсатилган. Унинг келажаги порлоқ бўлишига қарамасдан, муштумчани қирқишда мураккаб мосламаларнинг зарурлиги қўлланишини чеклайди. Нусха усули кўп серияли ишлаб чиқаришда қўлланилади. Бунда қирқувчи асбоб эталон муштумчада сирпанувчи пайпаслагични ҳаракат нусхасини олади (такрорлайди). Бу усулда муштумча нусхаловчи дастгоҳларда қирқилади.

1.10. Фазовий муштумчали механизмларни лойиҳалаш бўйича қисқа кўрсатмалар

1.17 а шаклда илгариланма турткичли муштумчали механизм, 1.17 б шаклда ён сирти ариқчали цилиндрсимон муштумча кўрсатилган.



1.17 шакл. Фазовий муштумчали механизмнинг синтези схемаси (а — механизмнинг кинематик схемаси, б — цилиндрсимон муштумча)

Цилиндрни R_0 минимал радиуси қуйидагича аниқланади. Илгариланма турткичли цилиндрсимон муштумчани лойиҳалашда илгариланма ҳаракатни R радиусли ўртача цилиндрни ейишдаги доимий $V_{AT} = \omega_M R$ чизиқли тезлик тарзида талқин қилиш мумкин (1.17 шакл). Тезлик параллелограммасидан турткични тезлиги қуйидагича аниқланади:

$$V_T = V_{A2} = \frac{V_{A1}}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{\omega_M R}{\operatorname{tg} \gamma} \quad (1.70)$$

бу ерда:
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\omega_M R}{V_T} \quad (1.71)$$

R_0 ортиши билан V_T нинг ўзгармас қийматида γ бурчаги катталашади. Агарда $[\gamma]$ бурчаги берилган бўлса R_0 ни турткични берилган ҳаракат қонунидан аниқланган V_{Tmax} ни катта қиймати орқали ҳисоблаш мумкин.

$$R_0 = \frac{V_{Tmax} \operatorname{tg} [\gamma]}{\omega_M}; \quad \operatorname{tg} [\gamma] \quad (1.72)$$

ёки
$$V_T = \frac{dS}{d\varphi} \cdot \frac{dY}{dt} = \omega_M \frac{dS}{d\varphi}, \quad (1.73)$$

бу ерда: φ – муштумчани айланиш бурчаги, (1.73) ни назарга олиб,

$$R_0 \geq \left(\frac{dS}{d\varphi} \right)_{\max} \operatorname{tg} [\gamma] \quad (1.74)$$

аниқланади.

Цилиндрнинг минимал ўртача радиусини танлаб, кинематик синтез усулини қўллаб цилиндр ариқчаси профилини аниқлаш мумкин.

Тебранма турткичли механизм учун

$$R_0 \geq \frac{\omega_T L}{\left(\frac{\cos \varphi}{\operatorname{tg} [\gamma]} - \sin \varphi \right) \omega_M} \quad (1.75)$$

бу ерда: ω_T – тебранма турткични бурчак тезлиги;

L – турткичнинг узунлиги;

φ – турткични бошланғич ҳолатидаги айланиш бурчаги.

$\omega_t \cdot e = V_T$ (ролик марказининг тезлиги) ва $\frac{V_T}{\omega_M} = \frac{dS}{dT} \cdot \frac{dT}{d\varphi}$ ни ҳисобга олиб (1.75) тенгламани қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин.

$$R_0 \geq \frac{\frac{dS}{d\varphi}}{\frac{\cos \varphi}{tg[\gamma]} - \sin \varphi} \quad (1.76)$$

$[\gamma]$ ни танлаб берилган ҳаракат қонунидан турткични турли ҳаракатлари учун V_T ёки $\frac{d\varphi}{d\gamma}$ ва φ ларни аниқлаш қийин эмас. Натижада (1.75) ёки (1.76) тенгламалардан R_0 ни энг катта қийматини ҳисоблаш мумкин. Сўнгра кинематик лойиҳалаш усулида муштумча ариқчаси профили аниқланади.

1.11. «Муштумчали механизмларни динамик синтези» мавзусидаги топшириқни бажаришга оид мисол.

Синтезнинг кирувчи параметрлари:

1. Турткичининг ҳаракат қонуни (аналитик ёки график усулда) муштумчани бир айланиш даврида тезланиш диаграммаси шаклида бўлсин.
2. Турткичининг максимал кўтарилиш масофаси
 $S_{\max} = 50$ мм
3. Рухсат этилган минимал узатиш бурчаги
 $[\gamma] = 60^\circ$
4. Муштумчанинг айланиш частотаси
 $\Pi_M = 100$ айл/мин

Синтезнинг чиқувчи параметрлари:

1. Турткичининг ҳаракат қонуни ($S-t$ диаграммаси)
2. Муштумчанинг R_0 минимал радиуси, e - дезаксиал
3. Роликнинг радиуси r_p

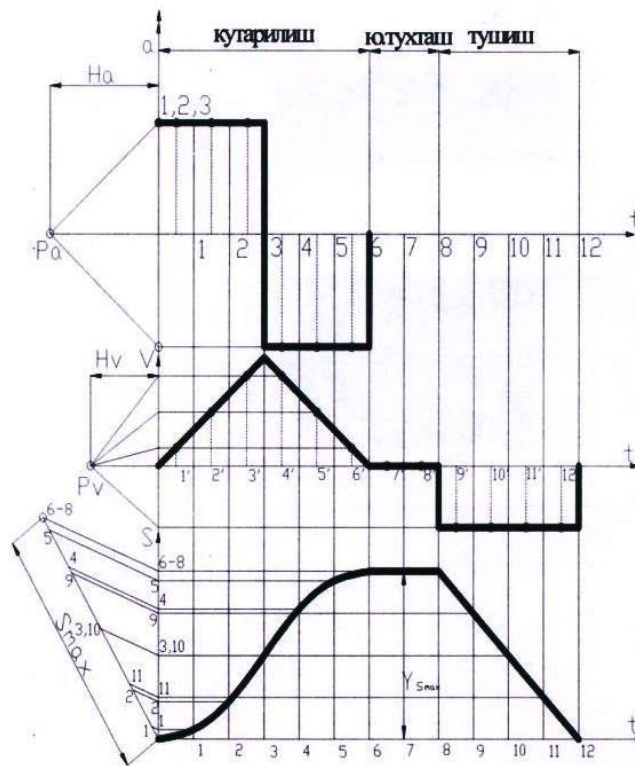
Топшириқ қуйидаги тартибда бажарилади:

1.11.1. Турткичнинг кўчиш (силжиш) қонунини аниқлаш.

Тезланиш шаклида танланган ҳаракат қонунини икки марта интеграллаб $S-t$ графиги аниқланади. Бунда график интеграллаш усулларида бирини, масалан, ватарлар усулини қўллаш мумкин. Тезланиш графигидан интерваллардаги ўртача тезланишларни белгилаб (1.18 шакл), бош ординатага кўчирамыз. Абцисса ўқини чап томонга давом эттириб ихтиёрий узунликдаги N масофада P_n нуқтани белгилаб бош ординатадаги $1, 2, \dots$ нуқталар билан туташтирамыз. Тезлик графигини чизиш учун тезланиш графигидаги $P_n-1, P_n-2, \dots$ чизиқларга $V-t$ графигида параллел чизиқлар (интерваллардаги ватарлар) ўтказилади. Натижада турткични кўтарилиш даврида учбурчак шаклидаги тезлик графиги ҳосил бўлади.

1.5 параграфдаги эслатмани назарга олиб тушиш давридаги юзани кўтарилиш давридаги юзага тенг бўлиш шарти асосида 8-12 интерваллардаги тезликни ўзгариш қонуни (туртбурчакли шакл) аниқланади.

Юқорида келтирилган усулда $V-t$ графигидан $S-t$ графиги аниқланади. Графикни ординаталар билан кесишган нуқталари бош ординатага кўчирилади. Бош ординатага ихтиёрий бурчакда қия чизиқ ўтказиб унга берилган $S_{\max}=50\text{мм}$ кесма ўлчаниб қўйилади. Бош ординатадаги 6-8 нуқталарни $S_{\max}$ чизиғига кўчириб турткични ҳақиқий силжишидаги максимал кўтарилиш 6-8 нуқталари аниқланади. Максимал 6-8 нуқталарни туташтирувчи чизиққа бош ординатадаги $1, 2, 3, \dots$ нуқталардан параллел чизиқлар ўтказиб турткични $S_{\max}$ чизиғида турли $1, 2, 3, \dots$ нуқталар аниқланади (1.18 шакл).



1.18 шакл. График интеграллаш

Диаграммалар аниқлангандан сўнг уларнинг масштаблари ҳисобланади.

S-t графиги масштаби:

$$\mu_s \equiv \frac{S_{\max}}{Y_{s \max}} \equiv \frac{50}{30} \equiv 1.66 \frac{\text{мм}}{\text{мм}}$$

Бу ерда $Y_{s \max}$ – максимал ордината, мм

Вақт масштаби:

$$\mu_t \equiv \frac{60}{n_m X_t} \equiv \frac{60}{100 * 120} \equiv \frac{1}{200}, \frac{\text{с}}{\text{мм}}$$

Бу ерда X_t абцисса ўқининг (L_{0-12}) узунлиги, мм

n_m – муштумчани айланиш частотаси

V-t грфиги масштаби:

$$\mu_v \equiv \frac{\mu_s}{\mu_t H_v} \equiv \frac{1.66}{\frac{1}{200} * 20} \equiv 16.6 \frac{\text{мм}}{\text{с} \cdot \text{мм}}$$

H_v – тезлик графигидаги масофа, мм

$$AB = R = \frac{v_t}{\omega_M} = \frac{\mu_v \cdot Y_v}{\frac{\pi n_m}{30}} \quad \text{ифодасидан} \quad \text{фойдаланиб,} \quad \text{тезлик}$$

графикдан Y_{vi} ординаталарининг узунликларини ўлчаб R нинг қийматлари ҳисобланади. μ_v ва n_m қийматларини назарга олсак

$$AB \equiv R \equiv \frac{16.6 \cdot Y_v}{\frac{3.14 \cdot 100}{30}} \equiv 0.53 \cdot Y_v$$

Бу ерда Y_v – тезлик графиги ординаталари.

R нинг қийматларини ҳисоблаймиз:

$$R_1 = R_5 = 0.53 \cdot Y_{v1} = 0.53 \times 6.6 = 3.5 \text{ мм}$$

$$R_2 = R_4 = 0.53 \cdot Y_{v2} = 0.53 \times 13.2 = 7 \text{ мм}$$

$$R_3 = 0.53 \cdot Y_{v3} = 0.53 \times 20 = 10.6 \text{ мм}$$

$$R_4 - R_6 = 0$$

$$R_8 - R_{12} = 0.53 \times 16 = 8.5 \text{ мм}$$

в) $S_{\max}$ вертикал чизикқа турли нуқталардан тик чизиклар ўтказиб уларга ҳисобланган R_1 (A_1B_1), R_2 (A_2B_2), ... қийматларини ўлчаб қўйилади. AB кесмаларни B нуқталари эгри чизик билан туташтирилади ва тезлик аналог диграммаси қурилади (1.19 шакл).

г) Тезлик аналог диграммаси эгри чизигини четки нуқталаридан горизонталга нисбатан $[\gamma] = 60^\circ$ бурчак остида $n-n$ ва $m-m$ уринма чизикларни ўтказиб муштумчани айланиш маркази етувчи штрихланган юза аниқланади.

д) Илгариланма турткичли дезаксиал муштумчали механизм муштумчасининг R_0 минимал радиусини аниқлаш учун турткични $y-y$ ҳаракат чизигидан ўнг ёки чап томонга берилган e масофада $z-z // y-y$ чизигини ўтказамиз. $z-z$ чизигини уринма чизик билан кесишган нуқтасидан бошлаб пастга қараб штрихланган юзада ҳоҳлаган нуқтани танлаб муштумчани O_1 айланиш маркази қабул қилинади. O_1 нуқтадан турткични энг қуйи ҳолати нуқтасигача бўлган масофа муштумчаниннг R_0 минимал радиуси ҳисобланади ва уни ўлчаб муштумча профилини лойиҳалаш мумкин. $e=0$ бўлганда муштумчани айланиш маркази $y-y$ чизигини $n-n$ уринма

билан кесишган нуқтасидан пастда штрихланган юзани ҳоҳлаган жойида қабул қилинади.

е) Аксиал ($e=0$) ва дезаксиал илгарилама турткичли муштумчали механизм муштумчасининг профили «Тескари айлантериш» усулини қўллаб лойиҳаланади. Мисолда кўрсатилган дезаксиал механизм муштумчасининг профилини аниқлаш учун маркази O_1 нуқтада радиуси e га тенг айлана чизилади. Бунда айлана турткични у-у ҳаракат чизиғига уринма бўлади. Айланани муштумчани айланиш йўналишига тескари йўналишда тенг 12 га бўламиз. Айланадаги $1,2,3,\dots$ нуқталардан уринма чизиклар ўтказилади. Турткични $S_{\max}$ ҳаракат чизиғидаги $1,2,\dots$ нуқталардан айлана ёйларини ўтказиб тегишли уринмалар билан кесишган $1^0,2^0,3^0$ ва ҳоказо нуқталарини аниқлаб уларни эгри чизик билан туташтириб муштумчани марказий (назарий) профили чизилади (1.17 шакл).

ж) Роликнинг радиуси $r_p \leq R_0$ шартидан аниқланади. $r_p \leq 40\text{мм}$ назарга олиб $r_p = 20\text{мм}$ қабул қилиб назарий профилга эквидистант 20мм оралиғида амалий профил чизилади. Бунинг учун маркази назарий профилда бўлган радиуси $r_p = 20\text{мм}$ ёнма-ён айлана ёйлари чизилиб уларга уринма эгри чизик ўтказилиб амалий профил лойиҳаланади (1.17 шакл).

2. Ричагли механизмларнинг кинематик синтези

Кинематик (метрик) синтези берилган шартларга мос механизмнинг кинематик схемасини ўзгармас параметрлари аниқланади. Бўғинларнинг узунлиги, таянч билан боғланган кинематик жуфтлар элементларининг координаталари, баъзи бир доимий бурчаклар ва бошқа механизмни ўзгармас параметрлари ҳисобланади.

Механизмни кинематик синтезида кинематик боғланишларни ифодаловчи тенгламалар кинематик схемани ўзгармас параметрларига нисбатан ечилади, ўзгарувчан кинематик характеристикалар (кўчишлар, тезликлар, тезланишлар) берилган, деб ҳисобланади. Бу эса кинематик синтезни кинематик анализга тескари масала, деб қарашга асос бўлади.

Синтезда қўйиладиган шартлар турли-тумандир ва уларни кинематик синтезнинг учта гуруҳдаги масалаларига келтириш мумкин.

1. Қаттиқ жисмнинг берилган ҳаракат дастурини амалга ошириш;
2. Қаттиқ жисмнинг айрим элементларини — нуқтани, чизиқни ва бошқаларни, берилган ҳаракат дастурини амалга ошириш;
3. Иккита ва ундан ортиқ бўғинларнинг чизиқли ёки бурчакли кўчишларини мувофиқлаштириш.

Биринчи масала, механизмнинг функцияси ижрочи органни кўчиши билан боғлиқ бўлганда, масалан, телескопларни ёки бошқа мосламларни ориентация системаларида намоён бўлади.

Иккинчи масала, механизмни траекториялар генератори деб қаралганда намоён бўлади. Бундай механизмлар йуналтирувчи механизмлар деб аталади.

Учинчи масала механизм кирувчи ва чиқувчи бўғинларни кўчишлари орасидаги функционал боғланишни қайтарганда намоён бўлади. Бундай механизмларни узатувчи механизмлар деб аталади. Узатувчи механизмларга ўқлари турлича жойлашган икки бўғиннинг айланишини боғлайдиган универсал чизиқли бўлмаган муфталар, деб қараш мумкин.

Бўғинларнинг ва нуқталарнинг лойиҳаланадиган механизмда амалга ошириладиган бўғинлар ва нуқталарнинг ҳаракатлари дастури икки усулда берилиши мумкин.

1) Ҳаракатланадиган бўғинни вақтга нисбатан узлуксиз ўзгарувчан координаталари функцияларида ёки;

2) дискрет тарзда, бўғинни бир нечта охириги ҳолатлари мажмуида

Механизмларни синтези турли усулларда бажарилиши мумкин:

- 1) Аналитик усул;
- 2) График усул;
- 3) Графоаналитик усул;
- 4) Физик ва электрон моделлаштиришнинг тажриба усули;
- 5) Синтезни математик модели асосида компьютерда виртуал моделлаштириш усули.

График усуллар (баъзида геометрик-график, деб аталади) чизмадаги геометрик қурилмаларга асосланган бўлса, графоаналитик усуллар эса график ва **аналитик усулларнинг** симбиози ҳисобланади. Бу усулларнинг аниқлиги ҳақида юқорида баён қилинган.

Кинематик синтезнинг аналитик усуллари математиканинг яқинлаштириш, интерполяция, функцияни оптималлаштириш каби йўналишларини ўз ичига олган кенг қўламдаги математик аппаратга асосланган.

Аналитик синтезнинг ҳамма усуллари синтезнинг берилган функциясини тиклашда турли яқинлашишларга асосланган. Чунки ричагли механизмларни синтезида берилган шартларни аниқ бажариш мумкин эмас ва қўйилган масалани тахминий ечими билан чекланишга тўғри келади.

Баъзи аналитик синтез усулларини моҳияти билан танишамиз.

Синтез масаласини ечишда $Y = f(x)$ берилган функцияни бажариш маъқул бўлсин, $Y = F(x)$ эса алмаштирувчи, яъни лойиҳаланадиган ричагли механизм воситасида бажариши мумкин бўлган функция бўлсин.

Функциянинг оғишини белгилаймиз

$$\Delta(X) = f(X) - F(X)$$

Синтез масаласини интерполяция усулида ечишда алмаштирувчи $F(x)$ функцияга қуйидаги талаблар қўйилади: ўзгарувчан X ни баъзи интервалдаги берилган нуқталарини оғиши

$\Delta(X) = f(X) - F(X)$ нолга тенг бўлиши керак. $f(x)$ ва $F(x)$ функцияларининг графикдаги кесишувчи нуқталари **интерполяция тугунлари**, деб аталади. Механизмларни синтезида берилган ва унинг ўрнини босадиган функцияларни интерполяция тугунида мос келиши билан чегараланиш мумкин бўлганда, яъни механизмларни баъзи ҳолатларида интерполяция усулидан фойдаланиш керак.

Академик Чебишев ишлаб чиққан энг яхши яқинлаштириш усулидан фойдаланилганда алмаштирувчи $F(x)$ функцияни ўзгарувчан X нинг берилган интервалдаги ҳамма қийматларида $f(x)$ функцияга яқинлашишини таъминлаш талаби қаттиқ қўйилади. Бунинг учун $F(X)$ функциясини доимий коэффициентининг танланган қийматлари қўйилган шартларни қониктирувчи полиномлар шаклида келтирилади. Интерполяция усулига нисбатан яқинлаштириш усулида синтез масала-

сини аниқроқ, ечими таъминланади. Механизмларни синтезида оптимизация усулидан фойдаланилганда асосий талабларни ифодаловчи ва синтезни номаълум параметрларини сақловчи функцияни тузиш керак. Бу функция — мақсад функцияси ёки оптималлаштириш мезони, деб аталади.

Синтез масаласини ечишда мақсад функциясини минималлаштириш ва ундан кинематик схемани номаълум параметрларини аниқлаш керак.

Юқорида баён қилинган усуллар билан бир қаторда кинематик синтезнинг бошқа аналитик усуллари ҳам қўлланилади.

Аналитик усулларни амалга ошириш учун ЭХМни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

2.1. Механизмларнинг кинематик синтез терминлари

Назарий ва амалий синтезда қўлланиладиган баъзи терминлар билан танишиш керак. Уларга кирувчи ва чиқувчи, синтезнинг асосий ва қўшимча шартлари киради.

Механизмни кинематик схемаси маълум сондаги доимий параметрлар (бўғинларни узунлиги, таянч элементларини координаталари ва бошқалар) билан аниқланади.

Кинематик синтез масаласини ечишда доимий параметрларни бир қисми берилса, қолган қисми механизмларнинг синтезини бажаришда топилади.

Мустақил берилган (маълум бўлган) доимий параметрлар синтезнинг кирувчи параметрлари, деб аталади.

Кинематик схемани номаълум бўлган ва синтез масаласини ечишда аниқланадиган мустақил параметрлари синтезни чиқувчи параметрлари, деб аталади.

Лойихаланувчи механизм кинематик синтезини бажаришда ҳосил бўладиган шартларни қониқтириши керак. Қўйилган шартлардан бирини — муҳимини танлаб, уни синтезнинг асосий шarti, деб атаймиз. Бу, масалан, бўғиннинг берилган кўчишини таъминлаш, нуктани талаб қилинган траекториясини таъминлаш ва ҳ.к. Қолган шартлар синтезнинг қўшимча шартлари, деб аталади. Синтезни

қўшимча шартларига, масалан, кривошипни намоён бўлиш масаласи ёки бўғинларнинг ўлчамларини, тезлик ва тезланишларнинг максимал қийматини баъзи чекланишлари ва бошқалар киради.

Синтез шартлари қарама-қарши бўлиб, механизмларни синтези масалаларини ечишни қийинлаштиради.

Баён қилинганлардан механизмларни синтезида лойиҳаланадиган механизмга қўйилган ҳамма шартларни билиш ва кўз олдига келтириш муҳимдир. Шунинг учун кинематик синтезнинг баъзи оддий масалаларини кўрганда юқорида айтилган ҳолатларга алоҳида эътибор бериш зарур.

2.2. «Ричагли механизмларни синтези» вазифасини бажариш тартиби.

2.2.1. Геометрик (кинематик) синтез.

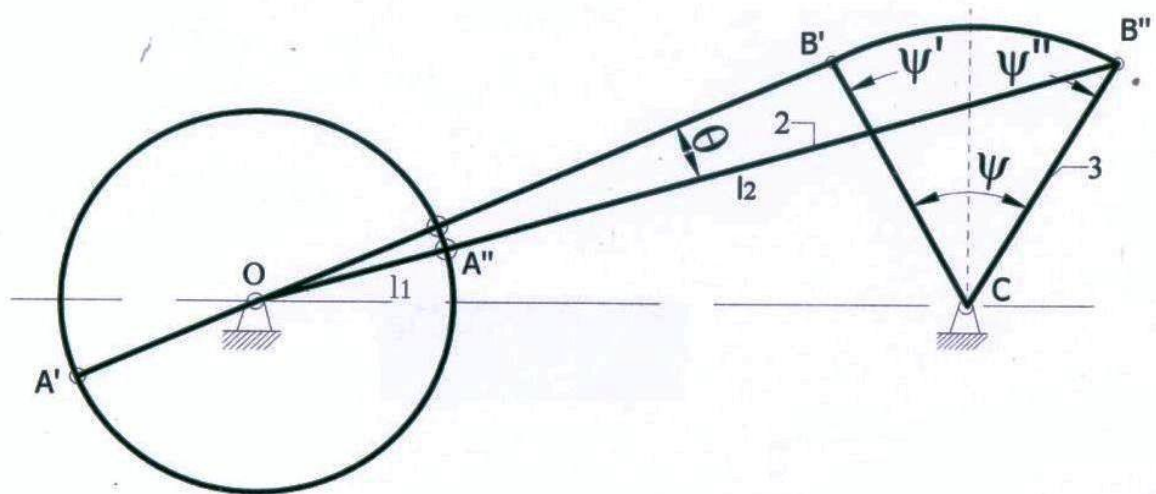
Синтезни асосий ва қўшимча шартлари орқали бўғинларни асосий ўлчамларини аниқлаш.

Механизм схемасининг кинематик синтезида унинг бўғинлари ўлчамларини синтезнинг асосий шarti ҳисобланган чиқувчи бўғинни берилган ҳаракатига қараб аниқлаш керак.

Механизмни ишлатишдаги сифати синтезнинг қўшимча шarti орқали аниқланади. Уларга унумдорлиги боғлиқ бўлган ўртача тезликни ўзгариш коэффиценти, кучларни узатиш шarti ва унга боғлиқ Ф.И.К (фойдали иш коэффиценти), ўз-ўзидан тўхтаб қолмаслиги ва ҳоказолар киради.

2.2.2. Коромислони иккита ҳолатига қараб турт шарнирли механизмни синтези.

2.1 шаклда коромислони CB^I ва CB^{II} четки ҳолатларига мос бўлган кривошип-коромислоли турт шарнирли механизм иккита ҳолатининг схемаси кўрсатилган. Бу ҳолатларда ОА кривошип ва АВ шатун тўғри чизикда ётади (йиғилади ёки чўзилади).



2.1 шакл. Коромислони четки ҳолатларидаги тўрт шарнирли механизм.

Синтезнинг кирувчи параметрлари:

- ψ^I ва ψ^{II} бурчаклари орқали аниқланадиган коромислони иккита ҳолати;
- коромислонинг l_3 узунлиги;
- кривошип ва коромислони айланиш марказлари орасидаги l_0 масофа.

Синтезнинг чиқувчи параметрлари:

- l_1 кривошипни ва l_2 шатунни узунликлари аниқланиши талаб қилинади.

Бунинг учун B^I ва B^{II} нуқталарини O нуқта билан туташтирамиз. l_{OB^I} ва $l_{OB^{II}}$ масофалар қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$l_{OB^I} \equiv l_2 - l_1 \quad (2.1)$$

$$l_{OB^{II}} \equiv l_1 + l_2$$

Булардан:

$$l_1 \equiv \frac{l_{OB^{II}} - l_{OB^I}}{2} \quad (2.2)$$

$$l_2 \equiv \frac{l_{OB^{II}} + l_{OB^I}}{2} \quad (2.3)$$

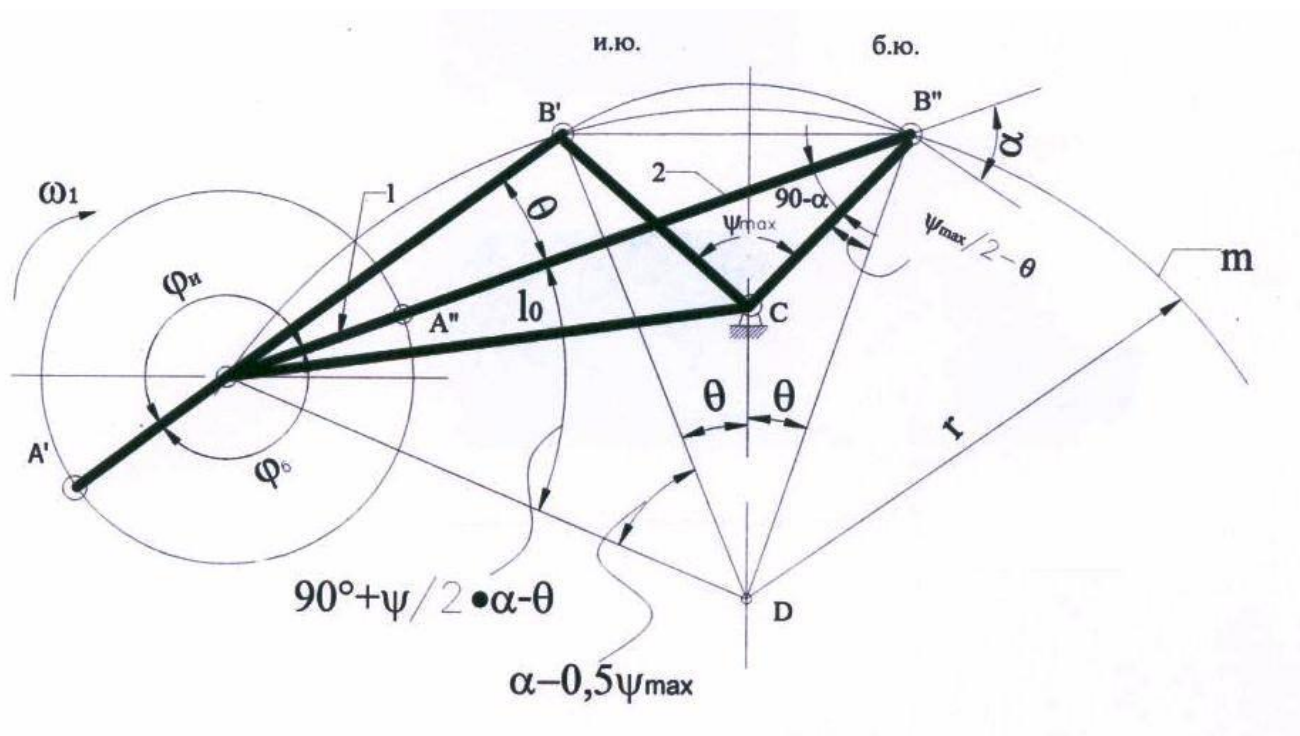
ℓ_{OB^I} ва $\ell_{OB^{II}}$ узунликлари масштабда чизилган механизм схемасидан ёки аналитик усулда $OB^I C$ ва $OB^{II} C$ учбурчаклардан аниқланиши мумкин.

$$\ell_{OB^I} \equiv \sqrt{\ell_o^2 + \ell_3^2 - 2\ell_o \ell_3 \sin \psi^1} \quad (2.4)$$

$$\ell_{OB^{II}} \equiv \sqrt{\ell_o^2 + \ell_3^2 + 2\ell_o \ell_3 \sin \psi^{11}} \quad (2.5)$$

2.2.3. Ўртача тезликни ўзгариш коэффицентига қараб тўрт шарнирли механизмни синтези.

2.2 шаклда коромислони иккита ҳолатидаги кривошип-коромислоли механизмни схемаси кўрсатилган.



2.2 шакл. Ўртача тезликни ўзгариш коэффицентига қараб тўрт бўғинли механизмни лойиҳалаш.

Коромислони ишчи (и) ва бўш (б) юриш даврларида кривошип турли φ_i ва φ_b бурчакларда айланади, бунда бўш юриш даври ишчи юриш даврига нибатан камроқ. Шунинг учун коромислони ўртача тезлиги турлича бўлади.

Чиқувчи бўғинни (мисолимизда коромислони) ишчи ва бўш юриш вақтларидаги ўртача тезликларини нисбатига ўртача тезликни ўзгариш коэффиценти дейилади.

Мисолимизда бу коэффицент $\varphi_{и}$ ва $\varphi_{б}$ бурчаклар орқали ифодаланган:

$$K \equiv \frac{\varphi_{и}}{\varphi_{б}} \quad (2.6)$$

ёки θ бурчаги орқали

$$K \equiv \frac{180^0 + \theta}{180^0 - \theta} \quad (2.7)$$

(2.7) дан

$$\theta \equiv \frac{K - 1}{K + 1} 180^0 \quad (2.8)$$

Синтезнинг кирувчи параметрлари:

- коромислони тебраниш φ бурчаги ва иккита ҳолати;
- коромислони ℓ_3 узунлиги;
- ўртача тезликни ўзгариш коэффиценти K берилган.

Синтезнинг чиқувчи параметрлари:

- кривошипни ℓ_1 ва шатунни ℓ_2 узунликлари;
- кривошипни айланиш O ўқи ҳолатини аниқлаш талаб қилинади.

Ватар билан туташган $B^I B^{II}$ нуқталаридан (2.8) ифодадан аниқланган θ бурчагида жойлашувчи m айланани қурамыз. Айлананинг D маркази $\psi_{\max}$ бурчак биссектрисасини унга B^I (ёки B^{II}) нуқталаридан θ бурчагида ўтказилган чизик билан кесилиш нуқтасида ётади.

Кривошипнинг айланиш O маркази m айланада танланганда берилган θ га, демак K коэффицентига эришилган бўлади.

Кучни яхши шароитда коромислога узатишга эришиш учун рухсат этилган $[\alpha]$ босим бурчаги белгиланади ва $90^\circ - [\alpha]$ бурчак остида B^{II} ($\psi_{\text{max}} > \theta$ бўлганда) нуқтадан $B^{\text{I}}C$ кесмасига ёки B^{I} ($\psi_{\text{max}} < \theta$ бўлганда) нуқтадан $B^{\text{I}}C$ кесмасига ўтказилган чизиқни m айлана билан кесишган O нуқтаси танланади. Бундай ҳолда танланган O айланиш марказида ишчи юриш ($\varphi_{\text{и}}$) даврида босим бурчаги рухсат этилгандан кичик бўлади. Бўш юриш ($\varphi_{\text{б}}$) даврида босим бурчаги $[\alpha]$ рухсат этилгандан бироз каттароқ бўлсада, бу даврда юкланиш кам бўлади ва бунга йўл қўйиш мумкин.

Кривошипни O айланиш маркази белгилангандан сўнг кривошипни ℓ_1 ва шатунни ℓ_2 узунликлари (2.2) ва (2.3) ифодалардан аниқланади.

$\ell_{OB^{\text{I}}}$ ва $\ell_{OB^{\text{II}}}$ масофалари тенг томонли $OB^{\text{I}}D$ ва $OB^{\text{II}}D$ учбурчаклардан аниқланади.

$$\ell_{OB^{\text{I}}} \equiv 2r \sin([\alpha] - 0,5\psi_{\text{max}}) \quad (2.9)$$

$$\ell_{OB^{\text{II}}} \equiv 2r \sin([\alpha] - 0,5\psi_{\text{max}} + \theta) \quad (2.10)$$

Бу ерда r - $\triangle DB^{\text{I}}B^{\text{II}}$ дан аниқланадиган m айлананинг радиуси;

$[\alpha]$ – рухсат этилган босим бурчаги;

ψ_{max} – коромислони тебраниш бурчаги

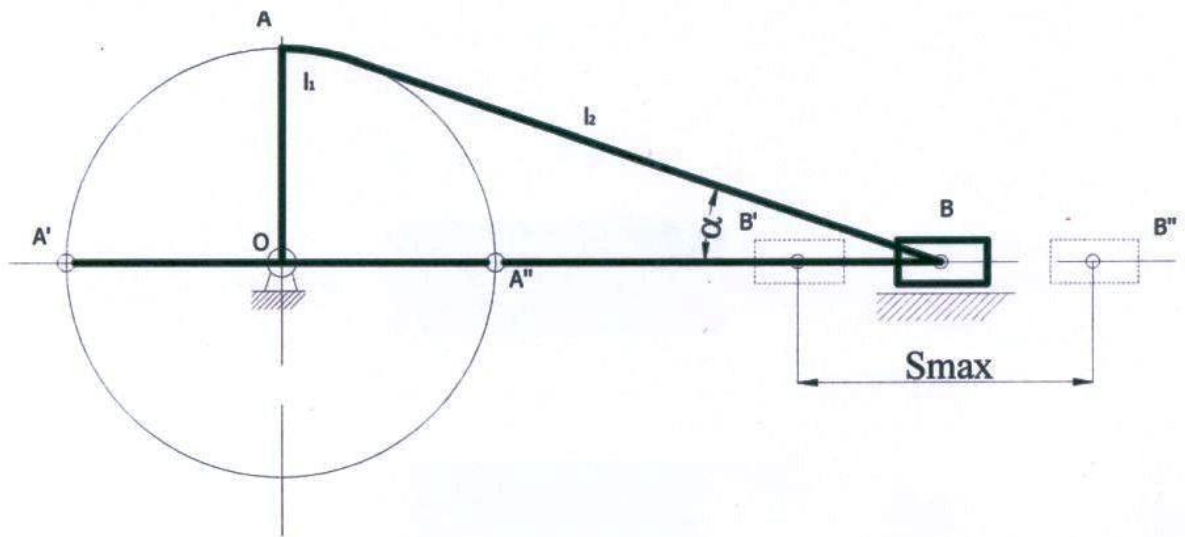
$$r \equiv \frac{\ell_3}{\sin \theta} \sin 0,5\psi_{\text{max}} \quad (2.11)$$

Таянчни ℓ_0 узунлиги $\triangle OCB^{\text{II}}$ дан аниқланади:

$$\ell_0 = \sqrt{(\ell_1 + \ell_2)^2 + 2\ell_3^2 - 2\ell_3(\ell_1 + \ell_2)\sin[\alpha]} \quad (2.12)$$

2.2.4. Кривошип-ползунли механизмни ползунни берилган силжишига ва рухсат этилган босим бурчагига қараб синтези.

2.3. шаклда марказий кривошип-ползунли механизм тасвирланган.



2.3 шакл. Кривошип-ползунли механизм схемаси.

Синтезнинг кировчи параметрлари:

- ползунни S_{max} юриши;
- рухсат этилган $[\alpha]$ босим бурчаги берилган.

ℓ_1 ва ℓ_2 аниқланиши талаб қилинади.

2.3. шаклдан:

$$\ell_1 \equiv \frac{S_{max}}{2} \quad (2.13)$$

$$\ell_2 \equiv \frac{\ell_1}{\sin[\alpha]} \quad (2.14)$$

2.2.5. Кривошип-ползунли механизмни ўртача тезликни ўзгариш коэффициентига қараб синтези.

Ўртача тезликни ўзгариш коэффициенти берилганда 2.4. шаклда тасвирланган дезаксиал механизм лойиҳаланади.

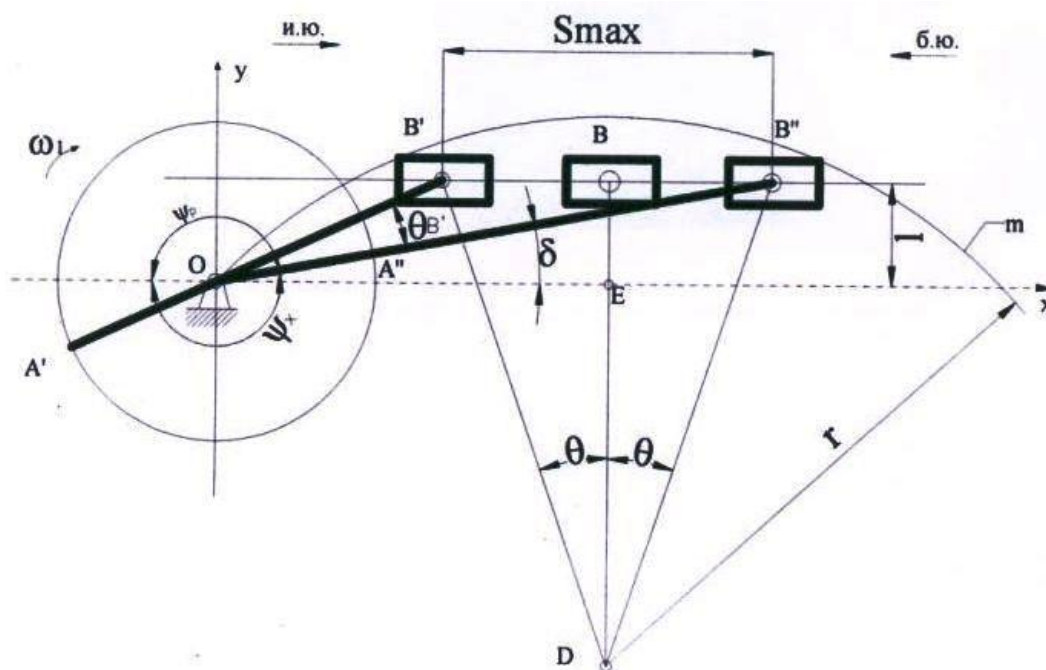
Синтезнинг кировчи параметрлари:

- ползунни максимал юриши;
- ўртача тезликни ўзгариш К коэффиценти берилган.

Кинематик схемани лойиҳалаш шундай вариантдаги тўрт шарнирли механизм синтезига ўхшашдир. Ползунни $S_{\max}$ юриш чизиғи ўртасидан $B^I B^{II}$ га тик ED тўғри чизиқ ўтказилади ва B^I ёки B^{II} нуқталаридан ED га θ бурчак остида тўғри чизиқлар ўтказиб уларни кесишган D нуқтасида m айлананинг маркази аниқланади. Бу айланада кривошипнинг O айланиш маркази ётади.

θ бурчаги (2.8.) ифодадан аниқланади. m айлананинг r радиуси ҳисобланади:

$$r \equiv \frac{S_{\max}}{2 \sin \theta} \quad (2.15)$$



2.4 шакл. Дезаксиал кривошип-ползунли механизм схемаси.

Агарда ℓ эксцентритет ва К коэффиценти берилган бўлса m айланани X ўқи билан кесишган O нуқтаси топилади. ℓ_{OB^I} ва $\ell_{OB^{II}}$ узунликларини графикдан ўлчаш ёки формуладан аниқлаш мумкин:

$$\ell_{OB^I} \equiv 2r \sin \delta \quad (2.16)$$

$$\ell_{OB^{II}} \equiv 2r \sin(\delta + \theta) \quad (2.17)$$

$$\delta \equiv 2 \arccos \left(1 - \frac{\ell}{2} - \theta \right) \quad (2.18)$$

Сўнгра (2.2.) ва (2.3) ифодалардан ℓ_1 ва ℓ_2 лар аниқланади.

2.2.6. Кривошип-ползунли механизмни рухсат этилган $[\alpha]$ босим бурчаги, шатун ва кривошип узунликлари нисбатига қараб синтези.

Кривошип, шатун ва эксцентритет узунликлари қуйидаги ифодалардан аниқланади:

$$\ell_1 \equiv \frac{S_{\max}}{2(\cos \sigma + \lambda \cos \delta - \lambda \cos \alpha)} \quad (2.19)$$

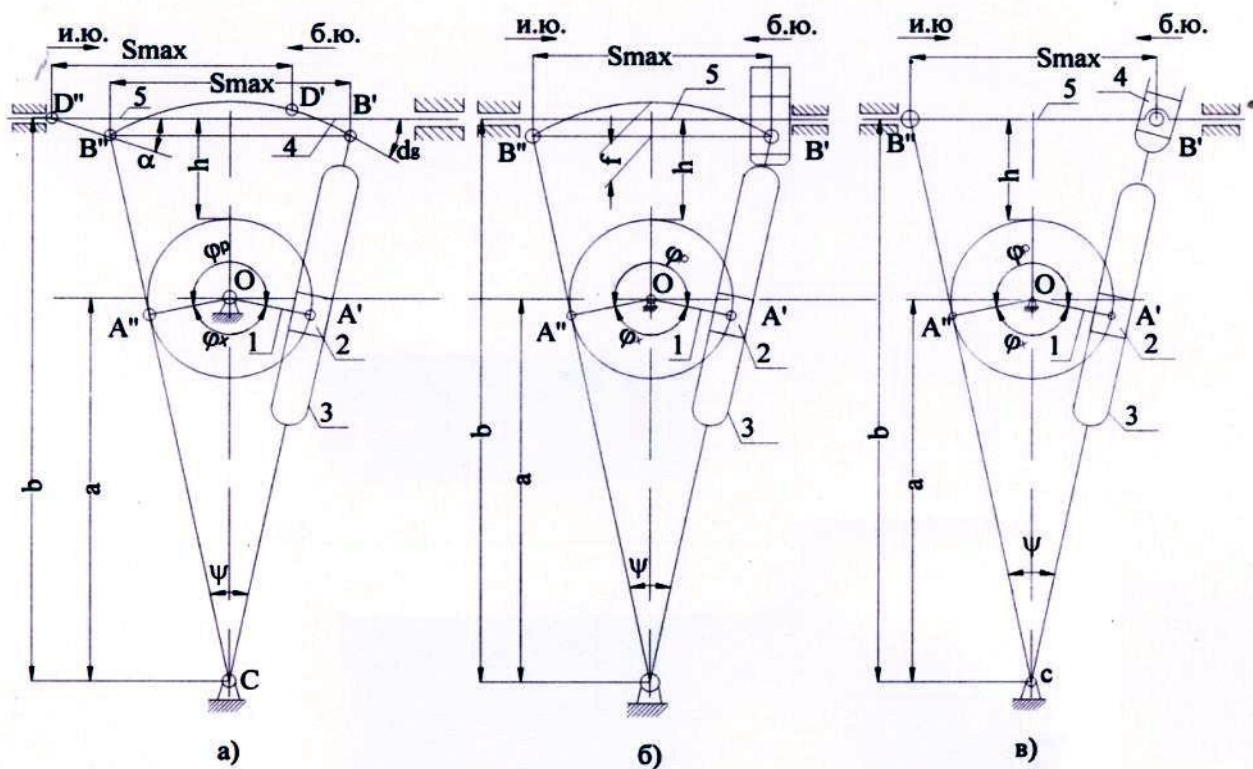
$$\ell_2 \equiv \lambda \ell_1 \quad e \equiv \ell_1 - \ell_2 \sin \alpha \quad (2.20)$$

бу ерда

$$\cos \delta \equiv \frac{\sqrt{\lambda^2 \cos^2 \alpha + 2\lambda(1 + \sin \alpha)}}{1 + \lambda} \quad (2.21)$$

2.2.7. Тебранувчи кулисали олти бўғинли механизмни синтези

2.5. шаклда кулисали олти бўғинли механизмни учта схемаси тасвирланган. Бу механизмларнинг схемалари ползуннинг $S_{\max}$ максимал юриши ва ўртача тезликни ўзгариш K коэффициенти асосида лойиҳаланади.



2.5 шакл. Олти бўғинли тебранма кулисали механизмларнинг схемалари.

Кривошип траекториясининг четки A^I ва A^{II} нуқталарида кулиса айланага уринма бўлиб ўтади, бунда кривошип ва кулиса орасидаги бурчак 90° га тенг.

Кулисанинг тебраниш бурчаги:

$$\psi \equiv 180^\circ \frac{k-1}{k+1} \quad (2.22)$$

Схемаларда 5 ползунни ўқи f кесма ўртасида жойлашади. Бундай тавсияда b ва a масофалари қуйидагича аниқланади:

$$e \equiv \frac{\ell_{CB}}{2} \left(1 + \cos \frac{\psi}{2} \right) \quad (2.23)$$

$$a \equiv \frac{e-h}{1 + \sin \frac{\psi}{2}} \quad (2.24)$$

Кривошип узунлиги:

$$\ell_{OA} \equiv a \sin \frac{\psi}{2}$$

Тебранма кулисали механизмда $a > \ell_{OA}$ шarti бажарилиши керак.

Схемада (2.5 а шакл) ℓ_{BD} шатун узунлиги рухсат этилган $[\alpha]$ босим бурчаги орқали аниқланади:

$$\ell_{BD} \equiv \frac{2\ell_{CB}}{2\sin[\alpha]} \left(1 - \cos \frac{\psi}{2} \right) \quad (2.27)$$

Схемада (2.5 в шакл)

$$e \equiv \frac{S}{2tg \frac{\psi}{2}} \quad (2.28)$$

2.2.8. Айланма кулисали олти бўғинли механизмни синтези.

Синтезнинг кирувчи параметрлари:

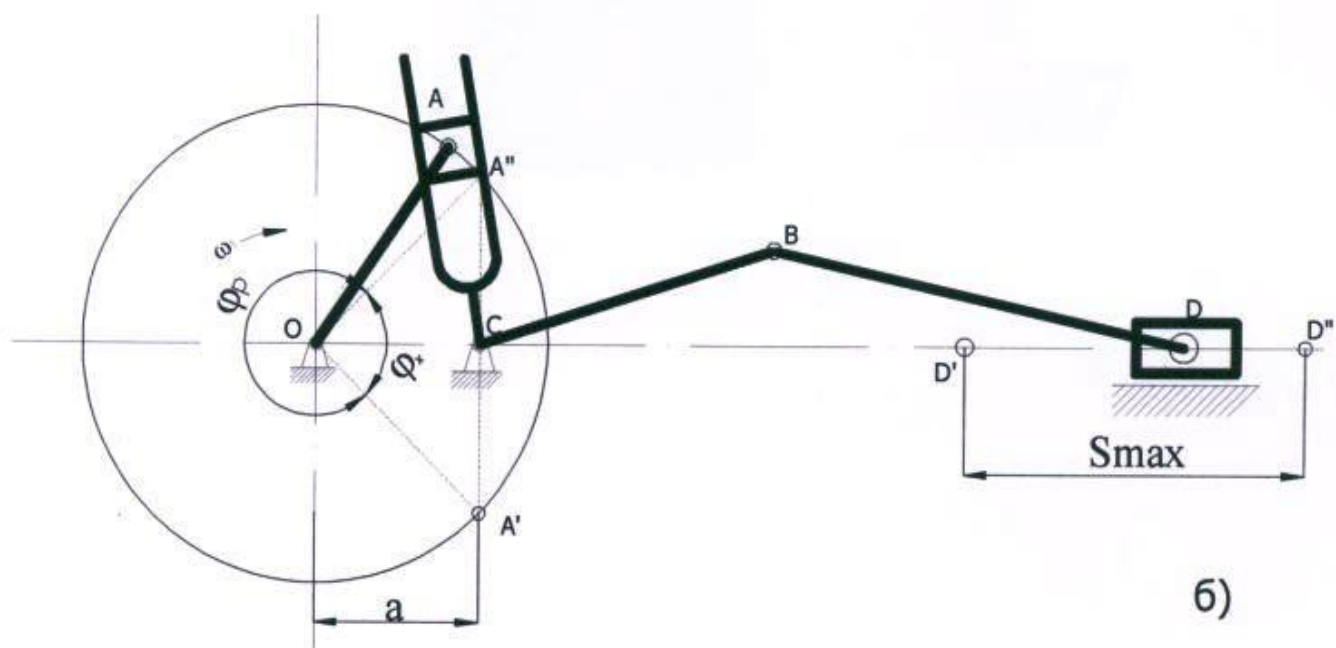
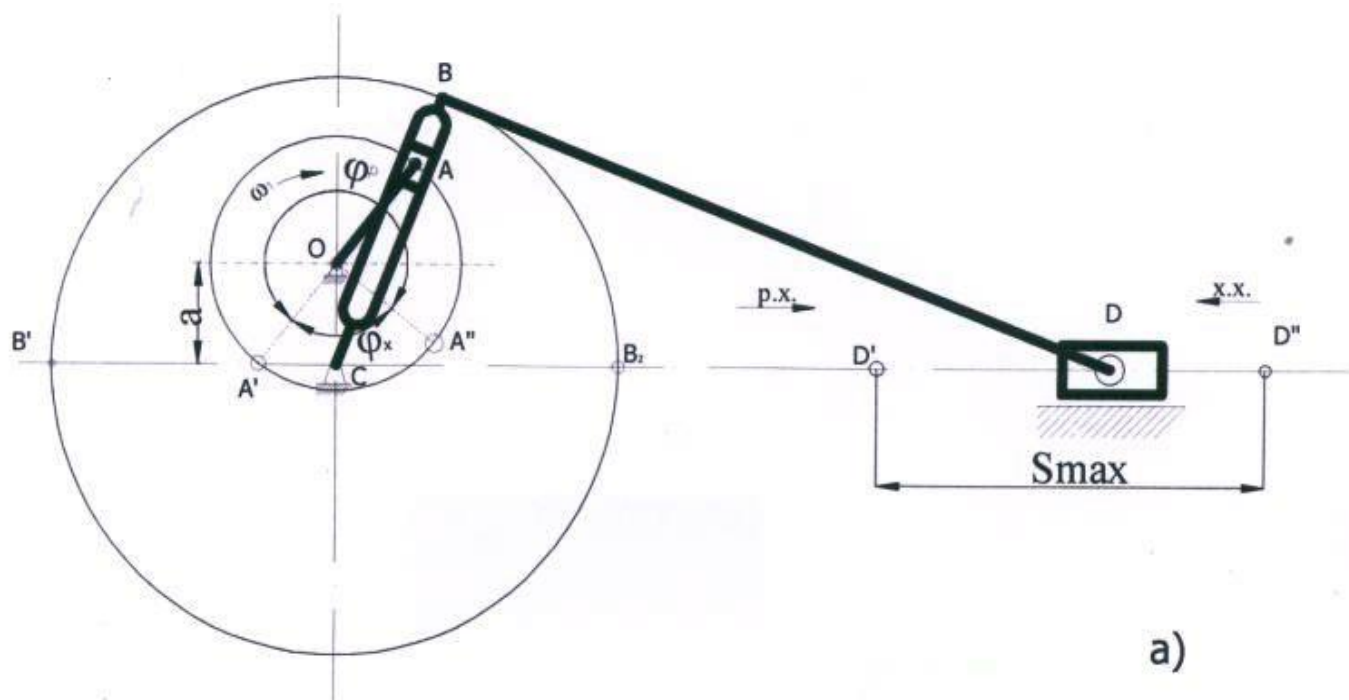
- ползунни $S_{\max}$ юриши;
- ўртача тезликни ўзгариш K коэффициенти;
- кривошипни ℓ_{OA} узунлиги.

Марказлар а-оралиғи ва ℓ_{CB} узунлиги (2.6.шакл, а, б) қуйидагича аниқланади:

$$a \equiv \ell_{OA} \cos \frac{180^\circ}{k+1} \quad (2.29)$$

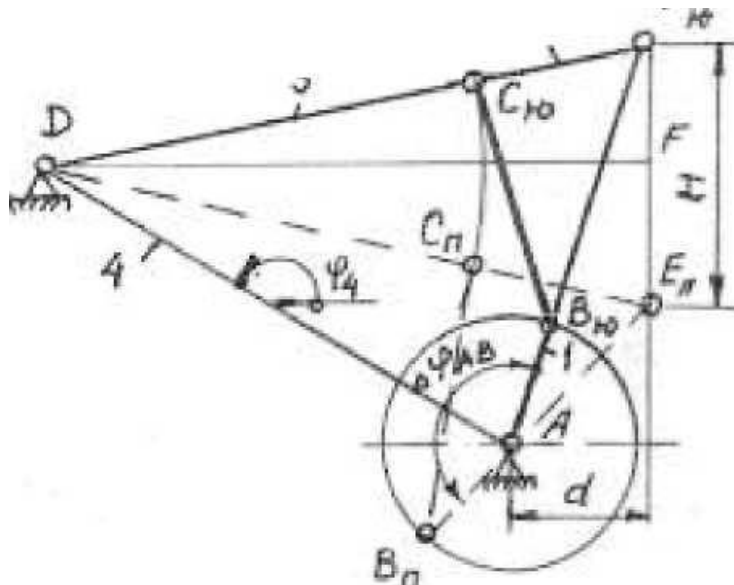
$$\ell_{CB} \equiv \frac{S_{\max}}{2}$$

Шатуннинг узунлиги кривошип-ползунли механизмда аниқланган усулда топилади.



2.6 шакл. Айланма кулисали олти бўғинли механизмларни схемалари.

2.2.9. Тикув машинасининг ипни тортувчи айлангич-чайқалгичли механизми шатун нуқтасининг икки четки ҳолатига қараб синтези.



2.7-шакл. Тикув машинасининг ипни тортувчи механизми схемаси.

Тикув машинасининг ипни тортувчи айлангич-чайқалгичли механизм шатунининг нуқтасини икки четки ҳолатига қараб лойиҳалаш талаб қилинсин.

Механизм схемаси 2.7-шаклда кўрсатилган.

Механизмни Е кўзчасидан ип ўтказилган. Кўзчани пастга қараб ҳаракатида маълум узунликдаги ип нинага узатилади, тезда юқорига ҳаракатида тикилган чок тортилиб, ортиқча ип олинади.

2.7-шаклда лойиҳаланадиган механизм икки ҳолатда, яъни шатуннинг Е нуқтаси $E_{ю}$ — юқори ва $E_{п}$ — пастки ҳолатларида кўрсатилган. Бу нуқталар шатунни оний тезлик марказига тўғри келгани учун механизмни бу ҳолатларида Е нуқтанинг тезлиги нолга тенг бўлади, чунки шу онда Е нуқтани ҳаракат йўналиши ўзгаради.

Бу масалада кирувчи параметрлар қуйидагилардир:

- 1) Е нуқта траекториясининг Н баландлиги.
- 2) Е кўзчани юқорига ҳаракатланишидаги айлангични айланиш бурчаги -

$$\Delta\varphi_{AB}.$$

- 3) Конструктив ўлчам — d (мм).

Механизмнинг чиқувчи параметрлари:

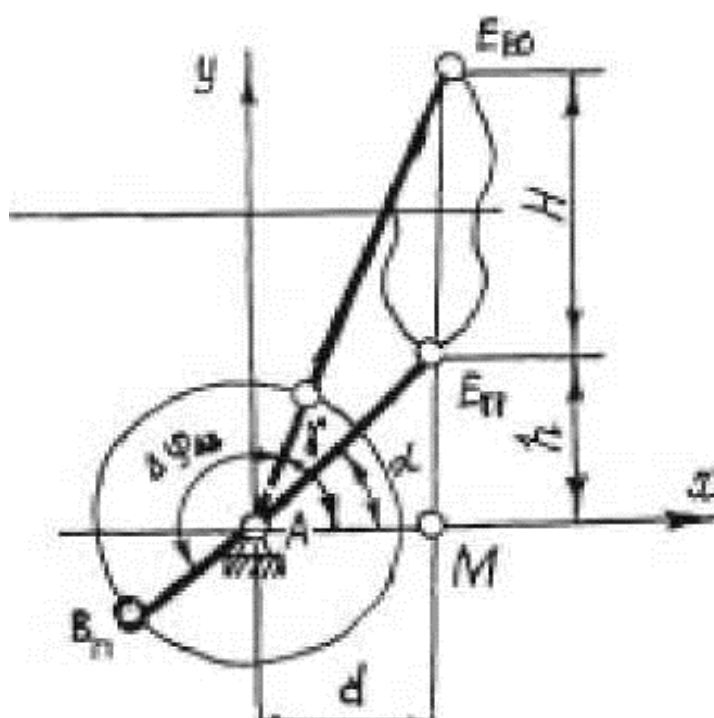
а) Механизм бўғинларининг l_{AB} , l_{BC} , l_{CD} , l_{DA} , l_{BE} , l_{CE} ўлчамлари ва йўналтирувчи φ бурчаги.

Е нуктани юқори ва пастки ҳолатларида унинг тезлиги нолга тенг бўлиш шarti синтезнинг асосий шarti ҳисобланади.

$$V_{eю}=0, V_{eп}=0$$

«Ю» «П» индекслари кўзгуниинг юқори ва пастки ҳолатларини билдиради.

Синтезнинг қўшимча шarti этиб механизмнинг айлана олишини, яъни айлангичнинг намоён бўлишини қабул қиламиз.



2.8 –шакл. Ўлчамларни аниқлаш схемаси

2.8-шаклдан фойдаланиб, механизм синтезини графо-аналитик усулда бажарамиз.

Шаклда механизмнинг бир қисми кўрсатилган. Айлангич $\Delta\varphi_{AB}$ бурчагича айлаганда траекториядаги $E_{ю}$ ва $E_{п}$ нукталари энг четки нукталар ҳисобланади. Бу ерда айлангич-судралгичли механизм судралгичини H масофага силжишига ўхшашлик борлигини қайд қилиш лозим.

Номаълум h ни аниқлаш тенгламасини тузамиз. 2.8-шаклдан:

$$\gamma + \Delta\varphi_{AB} - \alpha = 180^0 \quad (2.30)$$

(2.30) ни ўзгартиришлардан сўнг

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \gamma}{1 + \operatorname{tg} \gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha} = -\operatorname{tg} \varphi_{AB} \quad (2.31)$$

2.8 шаклдан фойдаланиб

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{H + h}{d} \quad (2.32)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d} \quad (2.33)$$

аникланади.

(2.31) ни (2.32) ва (2.33) га қўйиб ўзгартиришлардан сўнг қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$h^2 + Hh + \left(d^2 + \frac{Hd}{\operatorname{tg} \varphi_{AB}} \right) = 0 \quad (2.34)$$

Бундан:

$$h_{1,2} = -\frac{H}{2} \sqrt{\frac{H^2}{4} - \frac{Hr}{\operatorname{tg} \varphi_{AB}}} - d^2 \quad (2.35)$$

h ни икки қийматидан биттасини илдиз олдида мусбат бўлганини танлаймиз. Айлангич l, ўлчамини аниқлаш учун 2.8-шаклдаги схемани d, h ва H ўлчамларини ҳисобга олиб, ҳақиқий катталиқда қурилади, сўнггра E_п ва E_н нуқталари аниқланиб улар, A нуқта билан туташтирилади.

AE_ю ва AE_п узунликлари ўлчаниб, айлангични узунлиги ва учбурчакли шатунни AE томони формуладан аниқланади:

$$AB = \frac{AE_{ю} - AE_n}{2} \quad (2.36)$$

$$BE = \frac{AE_{ю} + AE_n}{2} \quad (2.37)$$

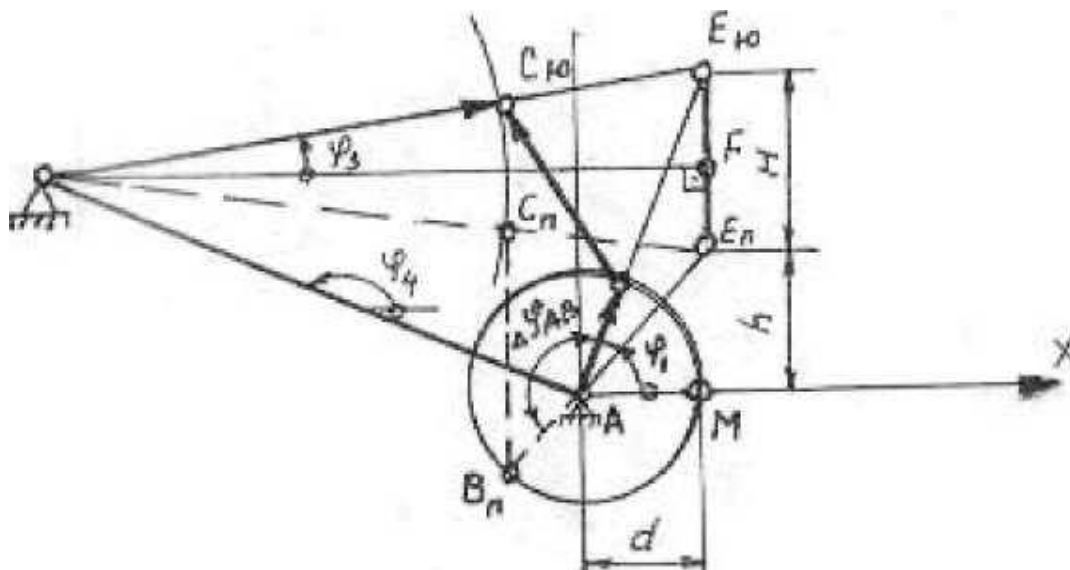
Таянчни D нуқтасини аниқлаш учун AD ва FD нуқталари кесишгунча давом этдирилади. AD нури φ_{AB} биссектрисаси, CD нури эса E_ю ва E_п кесмани ўртасидан

ўтказилган тик ҳисобланади. Бу эса таянчни узунроқ бўлиши ва босим бурчакларини қулайлигини таъминлаш учун бажарилади.

Чайқалгичнинг узунлиги механизмни ҳаракатлана олиши ва конструкторлик талабларидан келиб чиққан ҳолда аниқланади. Амалда чайқалгичнинг узунлиги таянч узунлигига нисбатан қисқароқ қилиб белгиланади.

Механизмнинг қолган бўғинлари узунликлари чизмадан ўлчаб аниқланади.

2.9-шаклда ипни тортувчи механизмни график синтези жараёни кўрсатилган.



2.9-шакл. Ипни тортувчи айлангич-чайқалгичли механизмнинг график синтези.

Лойихаланган айлангич-чайқалгичли механизмни Грасгоф $AB+AD < BC+CD$ шарти асосида ҳаракатлана олишга текшириш ва кинематик таҳлил қилиш керак. Чунки синтезда механизмни ҳамма хусусиятларини инобатга олиб бўлмайди.

Кўрилган синтез усули содда ва кўзга ташланувчан, аммо натижалар аниқ бўлмайди.

График синтезда етишмайдиган ифодаларни график қурилмада келтириб чиқариб, синтезнинг аналитик усулига ўтиш осондир. Бу усул блоксхема кўринишида бўлиб у орқали ЭХМ да ҳисоблаш дастурини тузиш осон.

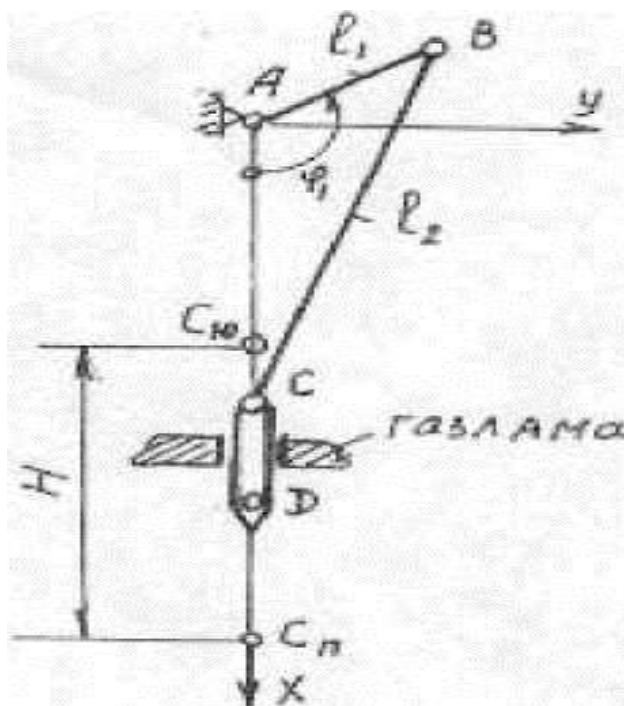
2.2.10 Тикув машинасининг аксиал айлангич-судралгичли нинани ҳаракатлантирувчи механизми судралгични Н берилган силжишига қараб синтези.

Судралгични Н максимал силжишига қараб тикув машинаси нинасини ҳаракатлантирувчи аксиал айлангич-судралгичли механизмини лойиҳалаш талаб қилинади.

Бунда судралгични Н силжиши кирувчи параметр ҳисобланади. Тикув машинасининг нинаси судралгич билан илгарилама — қайтма ҳаракатланади (2.10-шакл).

$C_{ю}$ ва $C_{п}$ ҳарфлари билан C нуктани юқори ва пастки ҳолатлари кўрсатилган. Ип нинани D кўзчасидан ўтказилган. Игна пастга ҳаракатланиб, газламани тешиб ипни бир қисмини пастга олиб ўтади. Кўзчани пастки ҳолатидан юқorigа ҳаракатланишида тикиладиган чок шаклланади ва тортилади.

Масалани ечишда синтезнинг чиқувчи параметрлари ҳисобланган айлангични l_1 ва шатунни l_2 узунликларини аниқлаш зарур.



2.10- шакл. Аксиал айлангич – судралгичли механизмнинг судралгичи берилган силжишига қараб синтези схемаси.

Судралгични кўчиши H ни берилган қийматига тенг бўлиш шarti синтезнинг асосий шarti ҳисобланади.

Айлангичнинг намоён бўлиш (механизмни ҳаракатланиш) шarti қўшимча ҳисобланади.

Масалани ечишга ўтишда судралгичнинг H юриш масофаси иккита кривошипни узунлигига тенг эканлигига эътибор бериш керак.

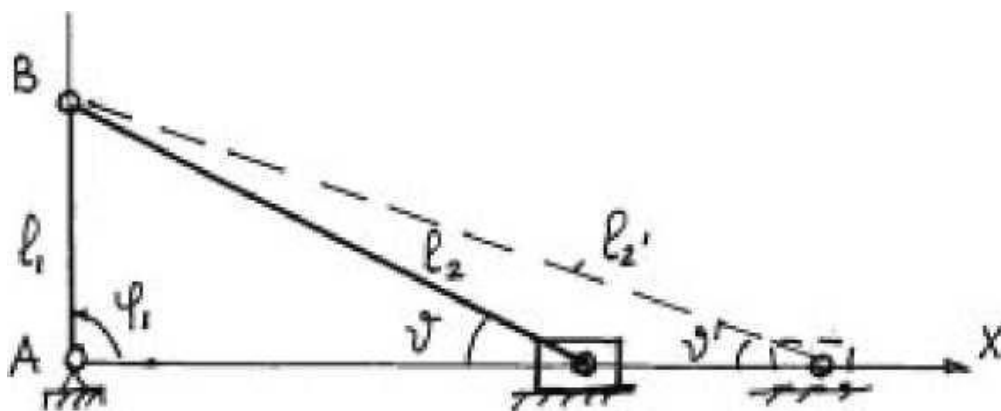
$$\text{Демак, } l_1 = \frac{H}{2} \quad (2.38)$$

Шатуннинг l_2 узунлиги масалани қўйилишига караганда турлича бўлиши мумкин. Демак, масала чексиз кўп вариантдаги ечимга эга.

Шатуннинг узунлигини бирор вариантыда тўхташ учун синтезнинг яна битта қўшимча шартини, яъни лойиҳаланган механизмда чиқувчи бўғиндаги (судралгичдаги) босим бурчагини $[\nu]$ рухсат этилгандан катта бўлмаслик шартини киритамиз. 2.11-шаклдан $\varphi_1 = 90^\circ$ ва $\varphi_1 = 270^\circ$ бўлганда босим бурчаги максимал қийматга эришиши кўзга ташланади. Бундан шатуннинг узунлиги босим бурчагига муҳим даражада таъсир этади деган хулосага келиш мумкин.

Тикув машиналарида шатуннинг узунлигини танлашда қуйидаги нисбатга эътибор берилади:

$$\lambda = \frac{l_2}{l_1} \quad (2.39)$$



2.11-шакл. Айлангич-судралгичли механизмда шатунни узунлиги турлича бўлгандаги максимал босим бурчаги.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида λ коэффицентини қуйидагича танланади.

$$\lambda = 3.....4 \quad (2.40)$$

Бунда босим бурчаги

$$\nu = 20^0.....10^0 \quad (2.41)$$

λ ни қийматини қабул қилиб, (2.39) ифодадан l_2 аниқланади.

$$l_2 = \lambda l_1$$

2.2.11 Тикув машинасининг дезаксиал айлангич-судралгичли игнани ҳаракатлантирувчи механизмини судралгични берилган юришига ва рухсат этилган босим бурчагига қараб синтези.

Механизм судралгични Н максимал юриш масофаси ва босим бурчаги рухсат этилган қийматига қараб лойиҳалаш талаб этилсин.

Юқорида кўрилган масалага ўхшаш судралгичнинг Н максимал юриши синтезнинг кирувчи параметри ҳисобланади. Механизмнинг ҳамма ўлчамлари синтезнинг чиқувчи параметри бўлади.

Дезаксиал айлангич-судралгичли механизм ишчи юришида, яъни нина юқоридан пастга ҳаракатланиб, қалин газламани, терини ёки бошқа материални тешиб ўтишида, максимал босим бурчагини кичикроқ бўлишини таъминлайди.

Шунинг учун нина катта қаршиликка учрайди. Нинани юқорига кўтарилишида максимал босим бурчаги каттароқ бўлиши мумкин, чунки унинг ҳаракатига кўрсатиладиган қаршилик жуда кам бўлади.

2.12-шаклда айлангичи горизонтал ҳолатда бўлганда етакланувчи бўғинда — судралгичда босим бурчаги максимал қийматга эришгандаги дезаксиал айлангич-судралгичли механизм кўрсатилган. Бунда судралгич юқоридан пастга ҳаракатланганда (ишчи юриши) максимал босим бурчаги ϑ_{MAX1} , ва пастдан юқорига ҳаракатлаганда (бўш юриш) ϑ_{MAX2} .

2.12-шаклдан ва B_1C_1H B_2C_2H учбурчакларидан қуйидаги боғланишларни оламин:

$$\sin \vartheta_{MAX1} = \frac{l_1 - e}{l_2} \quad (2.42)$$

$$\sin \vartheta_{MAX2} = \frac{l_1 + e}{l_2} \quad (2.43)$$

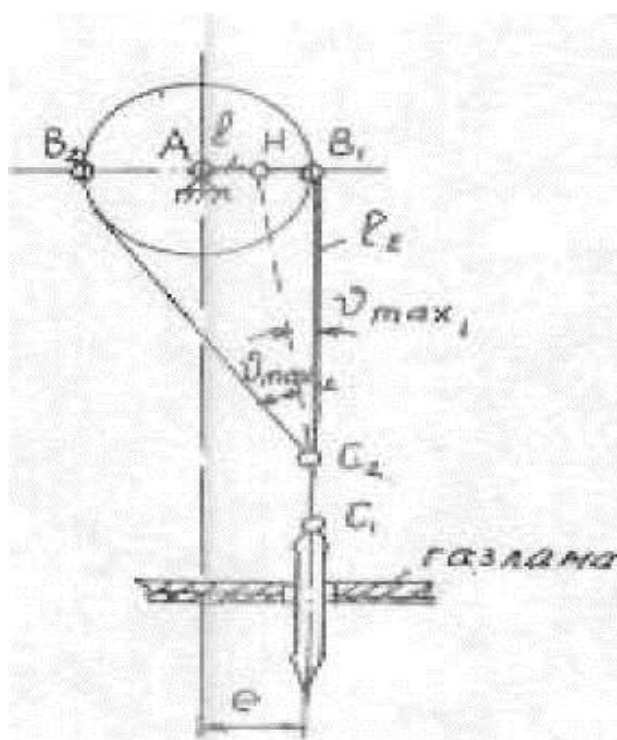
Бу ифодалардан айлангични узунлиги ва e дезаксиал аниқланади:

$$l_1 = \frac{\sin \vartheta_{MAX2} + \sin \vartheta_{MAX1}}{2} l_2 \quad (2.44)$$

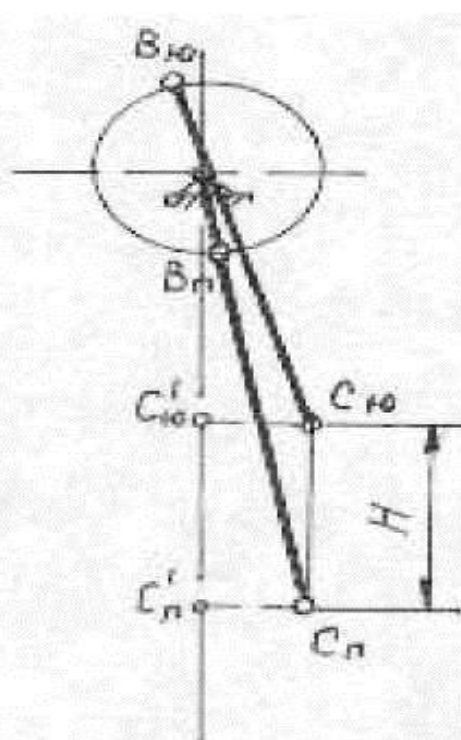
$$e = \frac{\sin \vartheta_{MAX2} - \sin \vartheta_{MAX1}}{2} l_1 \quad (2.45)$$

Ҳисобларни бажаришда ифодаларга ишчи $[\ast\text{и}]$ ва буш $[\ast\text{б}]$ рухсат этилган босим бурчаклари қийматларини қўйиш керак.

$$\vartheta_{MAX2} = [\vartheta\text{б}], \vartheta_{MAX1} = [\vartheta\text{и}] \quad (2.46)$$



2.12-шакл. Дезаксиал айлангич-судралгичли механизмда максимал босим бурчаклари.



2.13-шакл. Дезаксиал айлангич-судралгичли механизм судралгичини берилган юришига қараб синтези схемаси

Шатунни узунлигини аниқлаш учун дастлаб 2.13-шаклдан судралгични H юришини аниқлаймиз. Бу шаклда механизм судралгични юқори ва пастки икки четки ҳолатларида тасвирланган.

$AC_{ю} C_{ю}^1$ ва $AC_{п} C_{п}^1$ учбурчаклардан судралгич юришини аниқловчи ифода келиб чиқади.

$$H = \sqrt{(l_2 + l_1) - e^2} - \sqrt{(l_2 - l_1)^2 - e^2} \quad (2.47)$$

l_1 ва e нинг қийматларини (2.47) қўйиб шатунни l_2 узунлигини аниқлаш мумкин.

2.2.12 Тўқув дастгоҳини айлангич чайқалгичли механизмни чайқалгични тебраниш бурчагига, узунлигига ва ўртача тезлик коэффициентини ошишига қараб синтези.

Чайқалгични берилган β максимал тебраниш бурчагига, l_3 узунлигига, тезликни ошиш коэффициенти K га қараб тўқув дастгоҳини айлангич-судралгичли батан механизмни лойиҳалаш талаб қилинади.

Бу масалада ҳамма берилган параметрлар кирувчи, бўғинларнинг l_1 , l_2 ва l_4 узунликлари чиқувчи параметрлар ҳисобланади.

Чайқалгични берилган максимал тебраниш β бурчаги ва тезликнинг ошиш коэффициенти механизмни лойиҳалашда таъминланиши синтезнинг асосий шарти ҳисобланади.

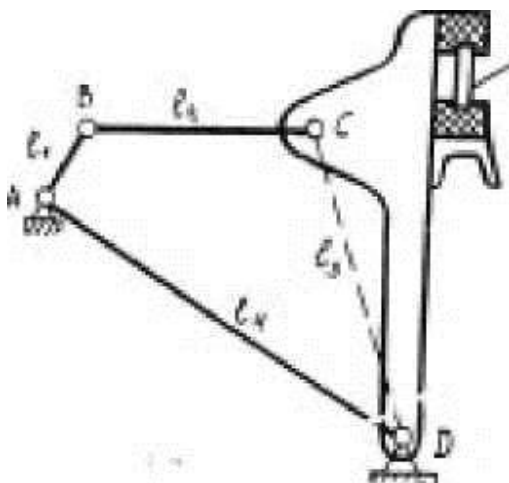
Синтезнинг қўшимча шартлари қуйидагилардир:

- а) Механизмда кривошипни намоён бўлиши ва;
- б) Оптимал босим бурчагини таъминлаш.

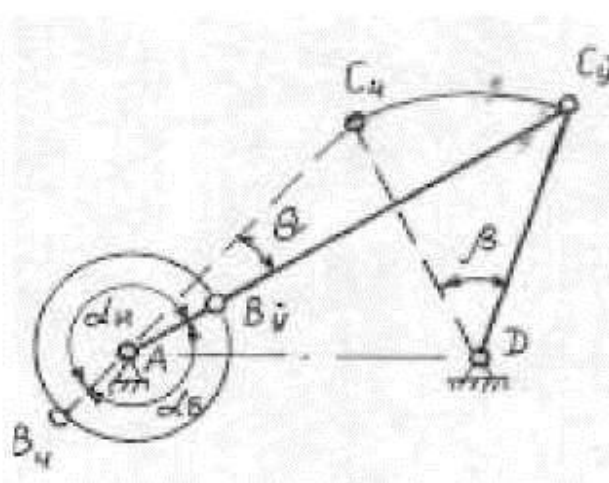
Батанли механизмни технологик функцияси қуйидагича: Маълумки газламалар асос (бўйлама) ва танда (кўндаланг) ипларидан ҳосил бўлади. Асос ипларидан ҳосил бўлган хомузга ташланадиган навбатдаги танда ипини асос иплари бўйлаб силжитиб, олдинги ташланган танда ипларига зичлаштириш керак. Бу жараён тўрт бўғинли шарнирли механизмни чайқалгичига маҳкамланган тиғ, деб аталувчи ишчи орган билан бажарилади. Тиғ тароқ шаклида бўлиб, ораларидан асос иплари ўтади.

Айлангич-чайқалгичли механизмни чайқалгичига ўрнатилган тўқув дастгоҳларининг ишчи қисмлари батан деб аталади.

2.14-шаклда схематик тарзда батанли механизм тасвирланган.



2.14-шакл.
Батанли механизм схемаси.



2.15-шакл. Айлангич-чайқалгичли
механизмнинг икки четки ҳолати

Ўртача тезликнинг ошиш коэффициенти билан танишамиз. 2.15-шаклда айлангич-чайқалгичли механизм чайқалгичнинг икки четки ўнг (C_y) ва чап (C_q) ҳолатларида кўрсатилган.

Айлангични α_H ва α_B бурчаклари механизмни мос ҳолда ишчи ва бўш ҳаракатларини белгилайди. $\alpha_B < \alpha_H$ бўлгани учун бўш ҳаракатда C нуқтанинг тезлиги ишчи ҳаракатдагига нисбатан катта бўлади.

Айлангични ишчи ҳаракатидаги α_H бурчакни бўш ҳаракатидаги α_B бурчакга нисбати ўртача тезликни ошиш коэффициенти, деб аталади.

2.15-шаклдан:

$$K = \frac{\alpha_H}{\alpha_B} = \frac{180 + \theta}{180 - \theta} \quad (2.48)$$

Бу ерда, K — ўртача тезликнинг ошиш коэффициенти;

θ — шатуннинг икки ҳолати орасидаги ўткир бурчак.

Ўртача тезликни ошиш коэффициенти чексиз бўлиши мумкин эмас. Масалан, айлангич-судралгичли механизмда у 1,5 дан, айлангич-чайқалгичда 2 дан ошмайди.

(2.48) формуладан θ бурчагини аниқлаш мумкин:

$$\theta = 180^\circ \frac{K - 1}{K + 1} \quad (2.49)$$

Айлангични ва шатунни узунликлари AC_n ва $AC_{\text{Л}}$ кесмаларини ўлчаб аниқланади:

$$l_1 = \frac{AC_n - AC_{\text{Л}}}{2} \quad (2.50)$$

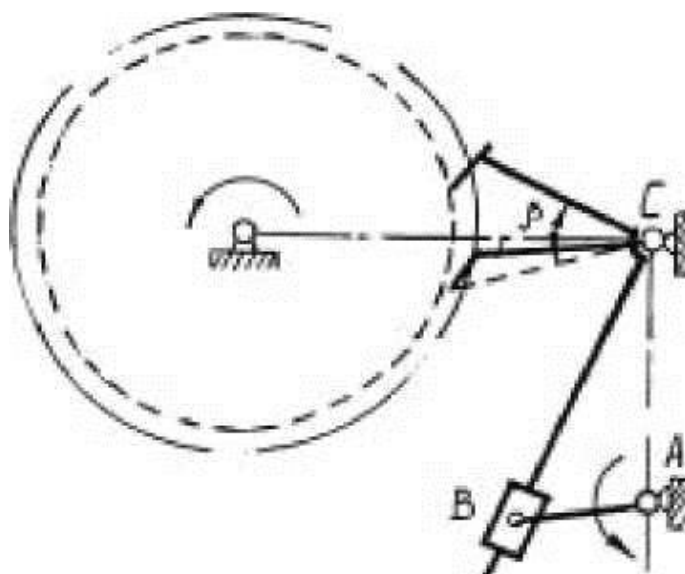
$$l_2 = \frac{AC_n + AC_{\text{Л}}}{2} \quad (2.51)$$

Таянч узунлиги ва йўналтирувчи φ_4 бурчак чизмадан ўлчаб аниқланади.

2.16-шаклдан фойдаланиб синтезни аналитик усулда ҳам бажариш мумкин.

2.2.13 Тараш машинасининг айлангич-кулисали тароқли механизми синтези.

Кулисани β максимал тебраниш бурчагига қараб тараш машинасининг кулисали тароқли механизмини лойиҳалаш талаб қилинсин. Механизмни технологик вазифаси қуйидагича (2.17-шакл).



2.17-шакл. Тараш машинасининг тароқли механизми схемаси.

Таралган толалар ажратувчи барабанга узатилади. Бу барабандан толалар қатламини ажратиш учун тароқли механизм қўлланилади. Тароқ толалардан иборат пахтани пастга ажратади. Демак, тароқнинг пастга ҳаракати ишчи бўлса, юқорига ҳаракати бўш бўлади. Кулисага ўхшаш тароқнинг максимал тебраниш бурчаги β бўлади.

Кулисали механизмни ҳисоблаш схемасида (2.18-шакл) кулисани иккита четки ҳолатлари, айлангични В нуқтаси чизган айланага уринмалар кўрсатилган, ABC учбурчагидан айлангич узунлиги аниқланади.

Таянчнинг l_3 узунлиги $l_3 > l_1$ шarti асосида қабул қилинади. Кулисани узунлиги қуйидагича аниқланади:

бу ерда, Δ — кулиса узунлигининг запас коэффиценти.

2.2.14 Механизмнинг уч ҳолатига қараб айлангич — чайқалгичли механизм синтези.

73

Синтезнинг кировчи параметрлари: айлангични учта йўналтирувчи φ_{11} , φ_{12} , φ_{13} ва мос ҳолда чайқалгични φ_{31} , φ_{32} , φ_{33} бурчаклари ҳамда таянч узунлиги берилган бўлсин (2.19-шакл).



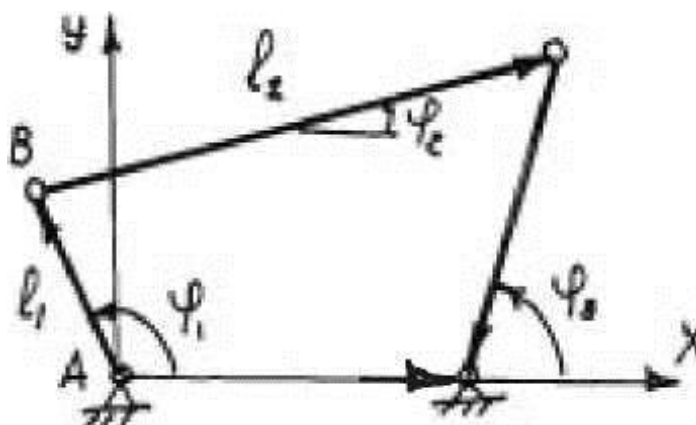
2.19-шакл. Айлангич-чайқалгичли механизмнинг уч ҳолатига қараб синтези.

Таянчни йўналиши X обцисса ўқи бўйлаб бўлсин. Механизм бўғинларининг узунликларини аниқлаш керак.

Тўрт бўғинли шарнирли механизм вектор контурлари проекцияларини кўрамиз (2.20-шакл).

$$l_2 \cos \varphi_2 = l_3 \cos \varphi_3 + l_4 - l_1 \cos \varphi_1 \quad (2.54)$$

$$l_2 \sin \varphi_2 = l_3 \sin \varphi_3 - l_1 \sin \varphi_1 \quad (2.55)$$



2.20-шакл. Тўрт бўғинли шарнирли механизмнинг синтез учун схемаси.

Номаълум φ_2 бурчагини йўқотиш учун (2.54) ва (2.55) тенгламаларини квадратга ошириб ҳадма ҳад қўшамиз.

$$l_2^2 = l_1^2 + l_3^2 + l_4^2 + 2l_3l_4 \cos \varphi_3 - 2l_3l_4 \cos \varphi_3 - 2l_1l_4 \cos \varphi_1 - 2l_1l_3 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) \quad (2.56)$$

Тенгламаларнинг ҳадларини $2l_3l_4$ га бўлиб

$$l_1/l_4 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + l_1/l_3 \cos \varphi_1 + l_2^2 - l_1^2 - l_3^2 - l_4^2 / 2l_3l_4 = \cos \varphi_3 \quad (2.57)$$

Янги ўзгарувчанларни киритиб (2.57) тенгламани қайта ёзамиз.

$$P_1 = l_1/l_4; P_2 = l_1/l_3; P_3 = l_2^2 - l_1^2 - l_3^2 - l_4^2 / 2l_3l_4 = \cos \varphi_3 \quad (2.58)$$

$$P_1 = \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + P_2 \cos \varphi_1 + P_3 = \cos \varphi_3 \quad (2.59)$$

Агарда (2.59) тенгламага φ_1 ва φ_3 бурчакларининг уч жуфт берилганлари қўйилса, учта чизиқли тенглама системаси олинади ва улардан номаълум P_1, P_2, P_3 , сўнгра (4.186) формуладан l_1, l_2 ва l_3 номаълум ўлчамлар аниқланади. Сўнгра механизмни Грасгоф қоидаси асосида кривошипни намоён бўлишига текширилади.

2.3. Фазовий ричагли механизмларни синтези

Текис ричагли механизмлар синтезига нисбатан фазовий механизмларнинг синтези мураккаб масаладир. Қуйидаги таққослаш синтез масаласининг мураккаблигини кўрсатади.

Текис айлангич-чайқалгичли механизмнинг синтезида бешта номаълум параметрлар — айлангич шатун, чайқалгич ва таянч узунликларини, шунингдек, таянч векторини йўналтирувчи бурчагини аниқлаш керак.

Фазовий айлангич-чайқалгичли механизмни синтезида чиқувчи параметрларнинг номаълумлари сони ошади, чунки айлангич, шатун, чайқалгич узунликларини ва шунингдек, таянчни ўлчами ва бурчак ориентациясини белгиловчи тўртта параметрни аниқлаш керак.

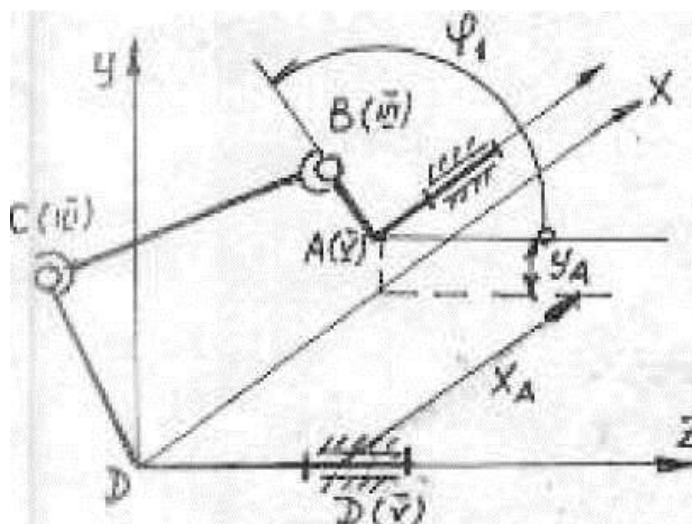
Синтезнинг чиқувчи параметрларининг кўплиги афзалликларга ҳам эга, чунки фазовий механизмлар воситасида чиқувчи бўғинларни юқори аниқликдаги турли ҳаракат қонунларини олиш мумкин — параметрларни миқдорини танлашни кўп вариантли имкониятларига эга бўлинади. Аммо фазовий механизмлар текис

механизмларга нисбатан уларни тайёрлаш ва йиғишдаги турли ноаниқликлар ва хатоларга ўта сезгирдир.

Бу параграфда фазовий айлангич-судралгичли механизмлар синтези кўп қўлланиладиган график усули билан танишамиз, шунингдек, саноат роботларининг манипуляторларини лойиҳалаш масаласини кўрамиз.

2.3.1. Чайқалгични берилган β тебраниш бурчагига қараб фазовий айлангич-чайқалгичли механизм синтези

2.21-шаклда фазовий айлангич-чайқалгичли механизмни ABCD хусусий ҳоли келтирилган.



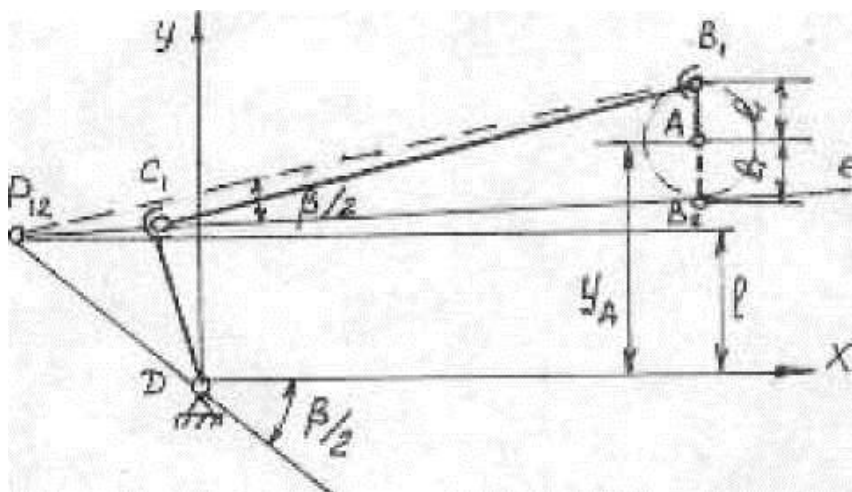
2.21-шакли. Фазовий айлангич-чайқалгичли механизм.

Айлангич ва чайқалгич ҳаракатланадиган текисликлар ўзаро тикдир. Бундай механизм техникада, масалан, тикувчилик ва пойафзалчилик саноати машиналарида кўп қўлланади.

Таянчни A (X_A, Y_A, O) ва D (0,0,0) нуқталарини координаталари, чайқалгични β тебраниш бурчаги, айлангични l_1 узунлиги каби кирувчи параметрларига қараб механизм синтези масаласини кўрамиз. Чиқувчи параметрларни: чайқалгични l_3 ва шатунни l_2 узунликларини аниқлаш талаб қилинсин.

Айлангич $\varphi_1 = 90^\circ$ ва $\varphi_1 = 270^\circ$ бурилганда лойихаланадиган механизмни ҳамма бўғинлари ХДУ текислигида жойлашади ва текисликдаги ҳамма чизиқли ва бурчак ўлчамлари ҳақиқий ҳисобланади.

2.22-шаклида синтезнинг график курилмалари келтирилган.



Бошланиши Д нуқтада бўлган ХУ координата ўқлари системасини танлаймиз ва берилган координаталарга қараб А (X_A , Y_A) ва Д (0,0) нуқталарини белгилаймиз. Иккита тўғри чизик ўтказамиз: бирини ДХ ўқиға e масофада параллел қилиб, иккинчисини Д нуқтадан ДХ ўқиға $\beta/2$ бурчағи остида ўтказилади. Бу чизикларни кесишишида P_{12} охириги айланиш қутб нуқтаси келиб чиқади.

77

P_{12} е тўғри чизигида C_1 шарнири ҳолатини танлаб, уни B_1 ва D нуқталари билан бирлаштириб, изланувчи AB_1C_1D механизм олинади.

Чайқалгични l_3 ва шатунни l_2 ўлчамлари чизмадан ўлчанади. Айлангич B_1 нуқтадан B_2 га силжиганда CD бўғини β бурчагича айланиб, механизм иккинчи четки AB_2C_2D ҳолатини эгаллайди.

Синтез айлангич ва шатунни иккита четки ҳолати учун бажарилгани сабабли лойиҳаланган механизм қолган ҳамма ҳолатларида ҳаракатланиши мумкин дейишга асос бор.

2.3.2. Манипулятор механизмларининг синтези

Манипуляторлар фазовий кинематик занжирлар бўлиб, саноат роботларини кинематик асоси ҳисобланади.

Манипуляторли роботларни уч гуруҳга ажратиш мумкин.

1-гуруҳ.. Автоматик ҳаракатланувчи саноат роботлари.

2-гуруҳ.. Дистанциядан бошқариладиган саноат роботлари.

3-гуруҳ.. Операторнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган, қўл билан бошқариладиган роботлар.

Саноат роботларининг биринчи гуруҳи саноатда кенг қўлланилади. Автоматик саноат роботлари бикир ёки мослашадиган ҳаракат дастурларига эга бўлиши, шунингдек, сунъий интелект билан таъминланиши мумкин.

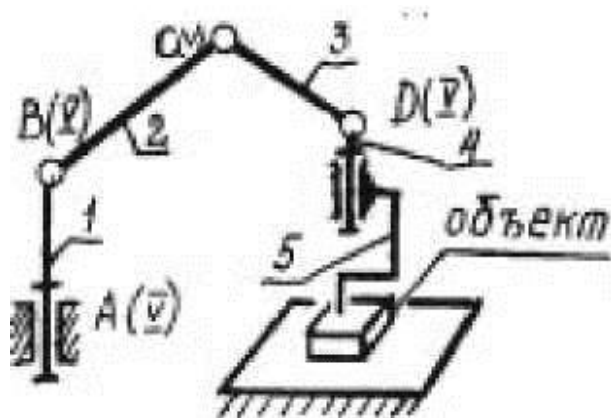
Автоматик саноат роботларини ушлайдиган қисми датчиклар билан жихозланган бўлиб объектга таъсир қилувчи кучларни қийматини ўлчаши мумкин.

Масофадан бошқариладиган саноат роботлари экстремал ҳолатларда, оператор иш объектига яқин бораолмаслик шароитларида, юқори ва паст температураларда, газни концентрациясида ва ҳ..к. қўлланилади.

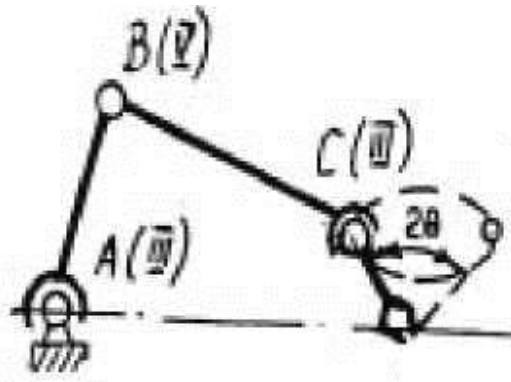
Қўл билан бошқариладиган манипуляторларда операторни ҳаракати ва кучи турли масштабларда такрорланади.

Юқорида таъкидланганидек саноат роботларини кинематик схемаларида асосан айланма ва илгарилама V , баъзи ҳолларда IV синфли кинематик жуфтлар қўлланади.

Манипуляторларни бўғинлари ташувчи ва жойини аниқловчи турларга бўлинади. Шунга биноан тузилиш схемаларида ташувчи ва жойини аниқловчи ҳаракатланувчи кинематик жуфтларга ажратиш мумкин. Масалан 2.23-шаклда 1,2,3-бўғинлар ташувчи, 4- ва 5-эса жойини аниқловчи ҳисобланади.



2.23- шакл. Айланма жуфтли манипулятор механизми.



2.24-шакл. Хизмат қилиш бурчаги.

Жойини аниқловчи бўғинлар ва жуфтлар объектни фазода жойлашишини таъминлайди. Бу бўғинларга ушловчи мослама-ушлагич бириктирилади.

Манипулятор механизмларни кинематик синтезида чаққонлик, ишчи ҳажми ва ишчи зонаси ўлчами, шакли, манипуляторни хизмат қилиш бурчаги ва коэффициенти, бошқа кўрсаткичлардан иборат талаб қилинган техник характеристикаларни таъминлаш зарур.

Манипуляторнинг ишчи ҳажми (фазоси) ушлагични мумкин бўлган ҳолатлари билан юзаси чекланган эканлигини таъкидлаш лозим. Ишчи ҳажмнинг ичида режалаштирилган жараёнларни бажариш учун маълум қисм ажратилади. Бу қисм ишчи қисм (хизмат қилиш зонаси), деб аталади.

Ушлагични бўйлама ўқини унинг фикран қўзғолмас, деб қаралган D нуқтасига нисбатан мумкин бўлган θ ҳаракат бурчаги хизмат бурчаги деб аталади (2.24-шакл).

Ушлагич хизмат бурчаги билан чегараланган ҳажмда ҳаракатланиши мумкин. Хизмат бурчаги механизм ҳолатининг функциясидир.

Ишчи ҳажмни хизмат қилиш коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$K = \frac{\theta}{4\pi} \quad (2.60)$$

бу ерда , θ — берилган нуктадаги хизмат қилиш бурчаги;
 4π - тана бурчаги.

Хизмат қилиш бурчаги ва коэффиценти манипулятор механизмини доимий параметрларига ва ушлагични Д нуктасини координатасига боғлиқ;

Хизмат қилиш коэффиценти нолдан биргача ўзгариши мумкин. Ишчи ҳажмни чегараларида хизмат қилиш коэффиценти нолга тенг ва манипулятор ушлагичини бу чегараларга фақат битта йўналишда олиб бориш мумкин. Ишчи ҳажмни хизмат қилиш коэффиценти бирга тенг бўлган нукталарига ушлагични хоҳлаган йўналишда олиб бориш мумкин.

Манипулятор механизмини яратишда конструкторнинг иши икки йўналишда олиб борилиши мумкин:

Қўйилган шартларга мос ҳолда манипуляторни оригинал конструкциясини яратиш.

Агрегат — модул қурилишидан фойдаланиб, манипуляторни яратиш.

Модул деганда манипуляторни конструктив жиҳатдан тугалланган унификациялашган қисми тушунилади.

Манипуляторларни ишлаб чиқишда агрегат — модул принциpidан фойдаланиш охирги йилларда ривожланмоқда, чунки битта ва иккита эркинлик даражасига эга бўлган модуллардан фойдаланиш саноат роботларини конструкцияларини яратишни ҳамда ишлаб чиқаришни арзонлаштиради ва тезлаштиради.

Саноат роботларининг бошқариш системаларини, бўғинларининг юритмаларини, ушлагичнинг конструкцияларини, корпусларни ва бошқа қисмларни модуллари ишлаб чиқилган.

Ташкил қилувчи элементлар сифатида бу модуллардан фойдаланиб, турли эркинлик даражали ва талаб қилинган техник характеристикали кўп сонли турли саноат роботларини йиғиш мумкин.

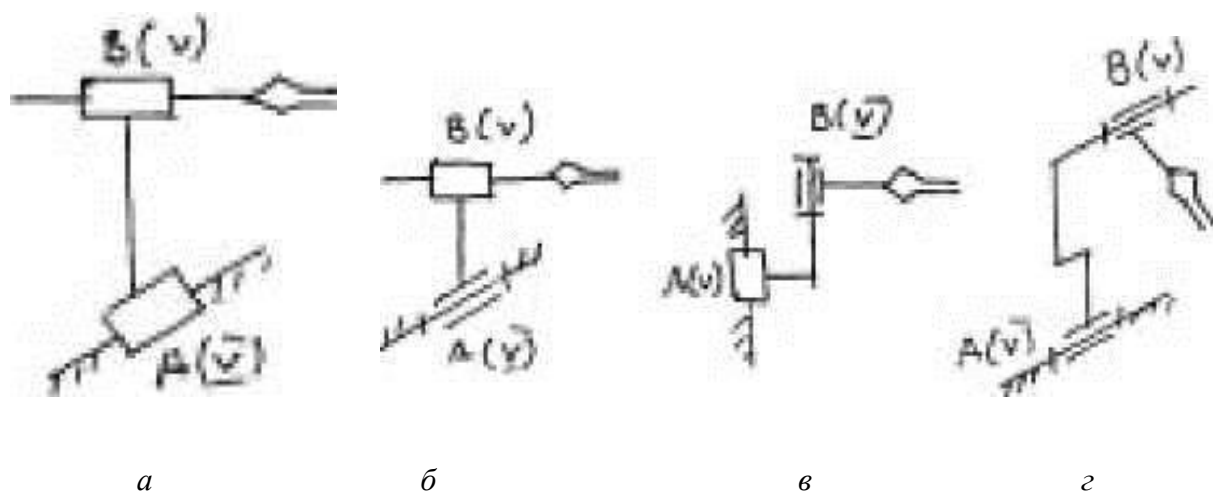
Манипулятор механизмини синтезида биринчи яқинлашиш сифатида ташувчи қисми кўчириладиган иккита эркинлик даражага (иккита бешинчи синфли

кинематик жуфт) ва иккита ҳаракатланувчи бўғинга эга бўлган манипулятор схемаси кўрилади. Манипуляторнинг жойни аниқлаш қисми бу босқичда ҳисобга олинмайди.

Манипулятор механизмининг нуқталари ҳаракатини ишончли ўрганиш юқорида кўрсатилганидек координаталарни матрица усулида ўзгартириш орқали амалга оширилади.

Агарда икки бўғинли иккита кўчириладиган эркинлик даражасига эга бўлган манипулятор қандайдир сабаб билан, масалан, чаққонлиги етарли бўлмаслиги сабабли, маъқул бўлмаса уч бўғинли учта кўчириладиган эркинлик даражасига эга бўлган манипуляторни кўриб чиқишга ўтилади. Охирги вариант икки бўғинли занжирга битта эркинлик даражасига эга бўлган модулни қўшиш орқали ҳосил қилинади.

2.25-шаклда кўп тарқалган иккита кўчириладиган эркинлик даражали манипулятор механизми схемалари келтирилган. Уларнинг сони кинематик жуфтлар ўқлари жойлашишини ўзгартириш ҳисобига кўпайтирилиши мумкин.



2.25-шакл. Иккита кўчириладиган эркинлик даражали манипуляторларга мисоллар.

Конструктив жиҳатдан илгарилама ҳаракатланувчи манипуляторлар энг содда ҳисобланади. Бу механизмларда судралгичлар гидроцилиндр билан ҳаракатлантирилади.

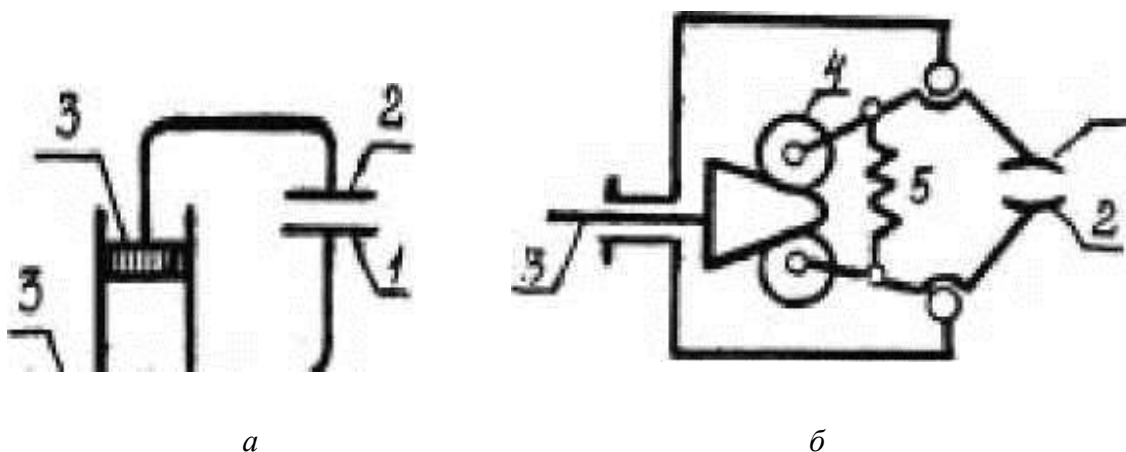
Айланма жуфтли манипуляторлар бироз мураккаб, аммо уларнинг ўлчамларини кичиклиги афзаллиги ҳисобланади.

Иккита кўчириладиган эркинлик даражали (иккита ҳаракатланувчи бўғинли) саноат роботлари йўлларида тўсиқ бўлмаган турли объектларни кўчириш учун ишлатилади.

Объектларни ҳаракат йўлида тусиқлар бўлганда учта кўчириладиган эркинлик даражали манипуляторлар қўлланади. Бундай манипуляторлардан турли объектларни ташиш билан чегараланмай пайвандлашни, буяшни, газламаларни бичишни ва бошқа жараёнларни автоматлаштиришда ҳам фойдаланилади.

Ташиладиган объектларни ушлаб туриш учун саноат роботларида турли табиат кучларидан фойдаланилган ҳар хил конструкциядаги мосламалар — ушлагичлар қўлланилади.

2.26-шаклда ишқаланиш кучи ҳисобига 1 ва 2-лаблар билан ушланадиган мосламаларни намуналари кўрсатилган.



2.26 - шакл. Манипуляторларни ушловчи мосламалар (ушлагичлар).

2.26, *a* шаклда кўрсатилган мосламада объект 1 ва 2 лаблар билан қисилади, бунда 1-лаб ушлагични корпуси билан боғланган. Ушлагичнинг 2-лаби гидроцилиндрни штоки билан боғланиб, юқорига ва пастга илгарилама ҳаракатланади.

2.26 *б*-шаклдаги мосламада 1 ва 2-лаблар объектни 3 муштумчани ўнгга илгариланма ҳаракатланишида қисади. Лаблар муштумчани чапга ҳаракатида 5 пружина воситасида очилади ва объект бўшатилади.

Жисмларни ортиқча босим, адгезия ва электромагнит кучлари ҳисобига ушлаб турувчи мосламалар ҳам қўлланади.

3. «Тишли механизмларни синтези» вазифасини бажаришнинг тартиби.

Тишли узатмаларни лойиҳалашда берилган U_{12} узатиш нисбатини таъминлаш зарур. Бундан ташқари баъзи қўшимча шартлар ҳам қўйилиши мумкин. Масалан, узатмани кўрсатилган a_w ўқлараро масофада жойлаштириш, механизмни баъзи сифат кўрсаткичларини яхшилаш, масалан, ε қопланиш коэффициентини каттароқ бўлиши ва ҳоказо.

Бу шартларни бажариш учун кесувчи асбобни силжитиб кесилган тишли ғилдиракларни, яъни коррекцияланган узатмаларни қўллаш зарур.

Ушбу ўқув қўлланмада берилган a_w ўқлараро масофада жойлашган ва қопланиш коэффициентини $\varepsilon > 1$ таъминловчи коррекцияланган тишли узатмани синтези вазифасини ечиш масаласи туради.

3.1. Синтезнинг кирувчи параметрлари.

- а) илашиш модули - m
- б) узатиш нисбати – U_{12}
- в) биринчи ғилдиракни тишлар сони – Z_1
- г) ўқлараро масофа - a_w

3.2. Синтезнинг чиқувчи параметрлари.

- а) иккинчи ғилдиракни тишлар сони:

$$Z_1 \equiv Z_2 U_{12}$$

- б) тескари узатиш нисбати:

$$U_{21} \equiv \frac{1}{U_{12}}$$

- в) илашиш бурчаги:

$$\alpha_w \equiv \arccos \frac{m(Z_1 + Z_2) \cos \alpha_0}{2a_w}$$

г) илашиш қадами:

$$P_{\omega} \equiv \frac{2\pi \cdot \alpha_{\omega}}{Z_1 + Z_2}$$

д) биринчи ва иккинчи ғилдиракларнинг асосий (эволюта) айланалари радиуслари:

$$r_{b_i} \equiv \frac{mZ_i}{2} \cos \alpha_0$$

i=1,2

е) биринчи ва иккинчи ғилдиракларнинг бошланғич айланалари радиуслари:

$$r_{\omega_i} \equiv \frac{\tau_{b_i}}{\cos \alpha_{\omega}} \quad i=1,2$$

ж) бошланғич айлана бўйлаб тиш қалинлиги:

$$S_{\omega_i} \equiv n_i P_{\omega} \quad i=1,2$$

з) бошланғич айлана бўйлаб тишлар оралиғи:

$$e_{\omega_i} \equiv P_{\omega} - S_{\omega_i} \quad i=1,2$$

и) тишларни қирқишда қирқувчи рейка асбобини суммар нисбий силжиши:

$$X_{\Sigma} \equiv \frac{(Z_1 + Z_2)(\operatorname{tg} \alpha_{\omega} - \alpha_{\omega} - \operatorname{tg} \alpha_0 + \alpha_0)}{2\operatorname{tg} \alpha_0}$$

к) ҳар бир ғилдирак учун нисбий силжиш.

Тишлар сони $Z_1 > 17$ бўлганда

$$X_1 \equiv X_2 \equiv \frac{X_{\Sigma}}{2}$$

қабул қилинади.

$Z_1 < 17$ бўлганда силжиш тишни оёқ қисмини қирқилишини йўқотиш шартидан аниқланади:

$$X_1 \equiv \frac{17 - Z_1}{17}$$

1) агар

$$X_1 \leq \frac{X_\Sigma}{2} \quad \text{бўлса,} \quad X_2 \equiv X_1 \equiv \frac{X_\Sigma}{2}$$

2) агар

$$X_1 > \frac{X_\Sigma}{2} \quad \text{бўлса} \quad X_2 \equiv X_\Sigma - X_1$$

л) тишли ғилдиракларнинг ботиклик айланалари радиуслари:

$$r_{fi} \equiv \frac{mZ_i}{2} - 1,25m + mX_i \quad i=1,2$$

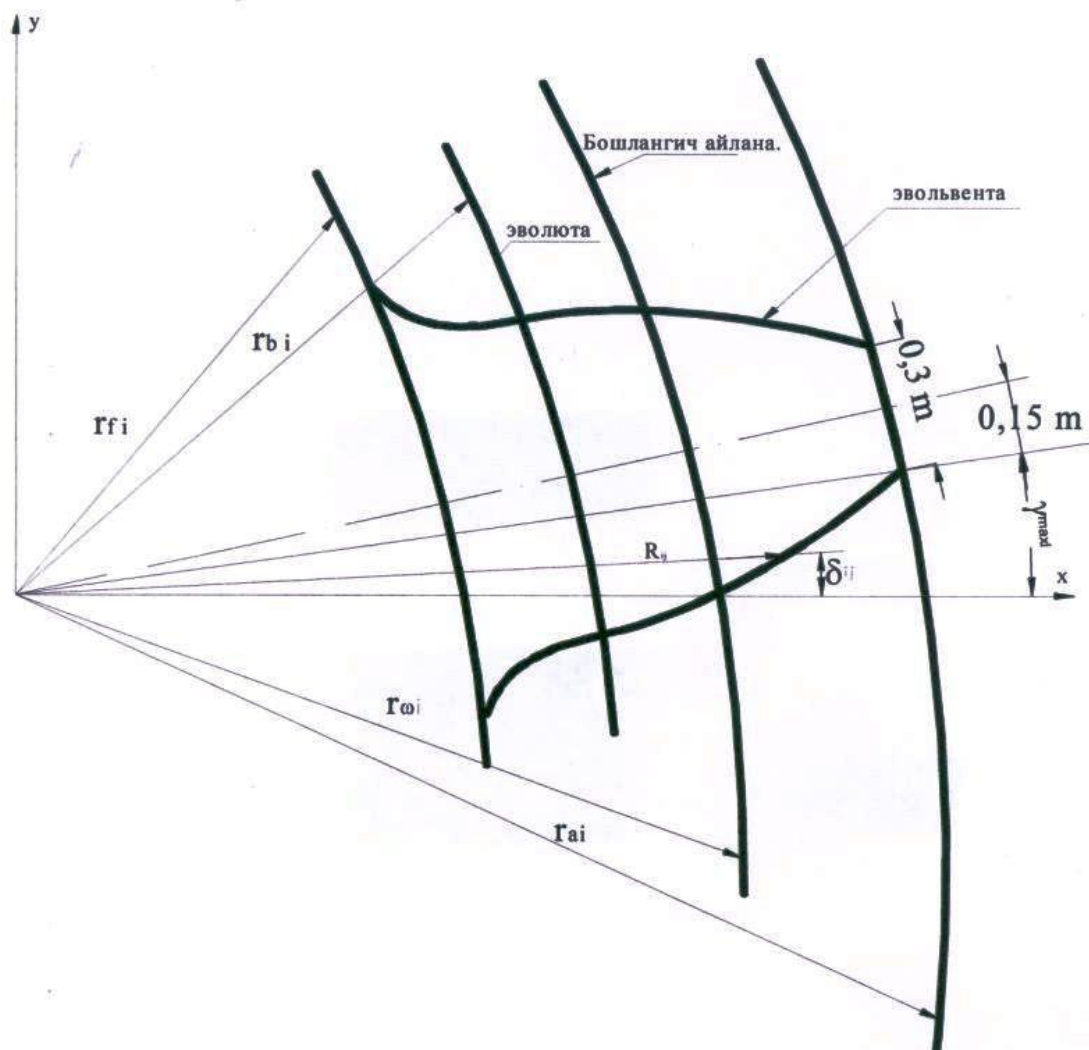
м) тишли ғилдиракларнинг бош қисми айланалари радиуслари:

$$r_{a_1} \equiv a_\omega - r_{f_2} - 0.25m$$

$$r_{a_2} \equiv a_\omega - r_{f_1} - 0.25m$$

н) қопланиш коэффиценти:

$$\varepsilon \equiv \frac{\sqrt{r_{a_1}^2 - r_{b_1}^2} + \sqrt{r_{a_2}^2 + r_{b_2}^2} - a_\omega \sin \alpha_\omega}{P_\omega \cos \alpha_\omega}$$



3.1 шакл. Эвольвентали тишнинг элементлари

3.3.Тишли илашишнинг элементларини чизиш.

Ҳисоб натижаларига қараб:

3.3.1. Бош қисм, бошланғич, асосий ва оёқ қисми айланаларини чизамиз.

3.3.2. O_1 марказидан ўнг томонда X ўқини мусбат йўналиши билан асосий айланани кесишган нуқтасини бошланғич нуқта деб, дастлаб тиш профилини координаталарини топамиз. Бунинг учун кутб шаклидаги эволвента тенгламасидан фойдаланамиз. γ бурчаги градусда, R радиус мм да нуқталарни лекало билан туташтириб биринчи ғилдирак учун тишнинг эволвента профилини қурамиз. Эволвентанинг тишни бош қисми айланаси билан кесишган нуқтаси тишни бош қисмини четки нуқтаси ҳисобланади. Агарда қурилган эволвента тишни бош қисми айланасига ётмаганда 11 ва 12 нуқталар қуйидаги ифодадан аниқланади:

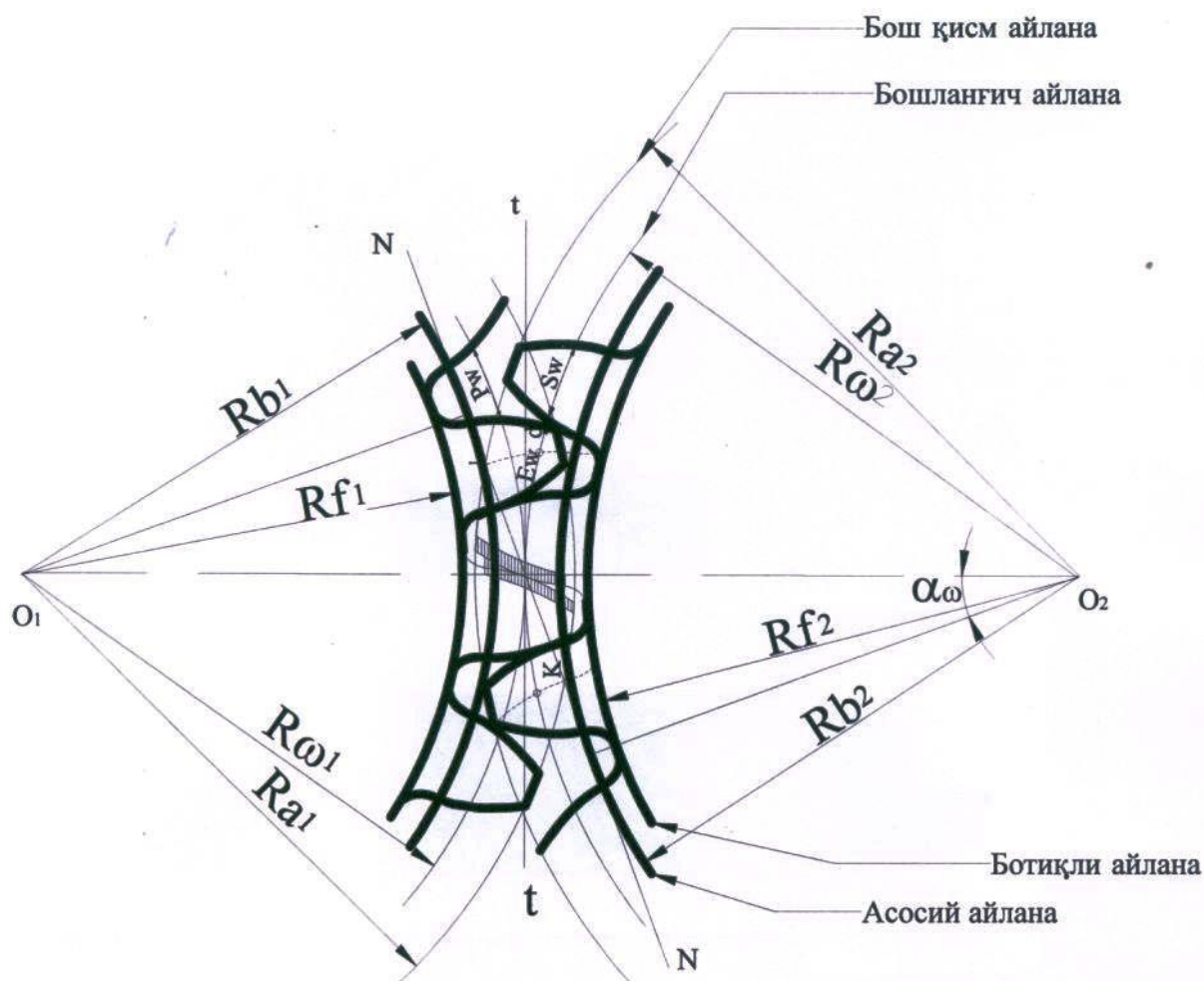
$$\gamma_i \equiv \operatorname{tg} \alpha_i - \alpha_i$$

$$R_i \equiv \frac{r_{b_i}}{\cos \alpha_i}$$

$\alpha_{11}=10$ радиан, $\alpha_{12}=0,55$ радиан.

3.3.3. Тишни асосий айланадан ботиклик айланасигача бўлган қисми радиал чизик бўйича давом эттирилади ва радиуси $r=0.3\text{m}$ га тенг бўлган айлана ёйи билан тугалланади.

3.3.4. Эволвентани бошланғич айлана билан кесишган P^1 нуқтасидан юқорига $S_w/2$ ўлчамни қўйиб H^1 нуқтасини белгилаймиз ва уни O_1 марказ билан туташтириб тишнинг симметрия ўқини чизамиз. Тишнинг чап томондаги профили симметрия усулида чизилади. Шундан сўнг қаттиқ қоғоздан тишни шаблонини чизиб бир неча тишларни илашиш тасвирини чизамиз.



3.2 шакл. Тишли илашиш тасвири.

3.3.5. Иккинчи ғилдирак тиши эволвентаси ва унинг шаблонини 1 ғилдиракга ўхшаш тарзда чизилади.

3.3.6. Илашиш қутби нуқтаси (P) ғилдиракларни O_1 ва O_2 айланиш марказларини туташтирувчи чизикда иккита бошланғич айланаларни уриниш нуқтасида ётади. P нуқтадан бошланғич айлана бўйлаб чапга $S_w/2$ ўлчамни қўйиб H_1 нуқтани марказ O_1 нуқтаси билан туташтириб тишнинг симметрия ўқини чизамиз. H_1 нуқтадан чап ва ўнг томонларга бошланғич айлана бўйлаб P_w ни қўйиб иккинчи ва учинчи тишларнинг симметрия ўқларини ўтказамиз. Шаблондан фойдаланиб тишларни чизамиз.

Иккинчи ғилдиракнинг тишларини юқоридагидек усулда чизамиз

3.4. Амалий илашиш чизиғи, ёйи ва тишлар профилларининг ишчи қисмини қуриш.

3.4.1. Илашиш чизиғи.

Амалий ва назарий илашиш чизиклари бир-биридан фарқ қилади. Асосий айланаларга уринма чизикдаги N_1N_2 кесма назарий илашиш чизиғи деб аталади.

Биринчи ва иккинчи ғилдираклар тишларини бош қисмидан ўтган айланаларни назарий илашиш чизиғи билан кесишган $V^I V^{II}$ нуқталари орасидаги кесма амалий илашиш чизиғи деб аталади. Амалий илашиш чизиғи тишлар профилларини туташтириш нуқталарининг геометрик ўрни ҳисобланади. Агарда 1 ғилдирак етакловчи бўлиб соат стрелкаси йўналишида айланса тишларни илашиши V^I нуқтада бошланиб V^{II} нуқтада тугайди.

3.4.2. Тишлар профилларининг ишчи қисмлари.

Тишлар профилларининг илашишда қатнашувчи қисмлари ишчи профиллар деб аталади. Бу қисмни аниқлаш учун V^I нуқтадан маркази O_1 нуқтада бўлган $O_1 V^I$ радиусли ёй биринчи тиш профили билан кесишгунча ўтказилади ва A_1 нуқта аниқланади. Худди шундай усулда маркази O_1 да V^{II} нуқтадан $O_2 V^{II}$ радиусда ёй ўтказилиб иккинчи ғилдирак профили билан кесишган B_2 нуқта аниқланади. Тиш

профилларидаги A_1B_2 ва A_2B_2 участкалар ишчи профиллар ҳисобланади. Бу участкаларни чизмада белгилаш учун тишларнинг профилларига параллел A_1B_1 ва A_2B_2 чизиклар ўтказилиб уларни оралиғи штрихланади. Туташган тишларнинг профиллари центроидалар бўлмагани учун улар бир-бирига нисбатан сирпаниб думалайди. Шунинг учун тишларни ишчи қисмларининг узунликлари бир-бирига тенг эмас.

3.5. Илашиш ёйи.

Илашиш ёйи қуйидагича аниқланади:

B^I ва B^{II} нуқталаридан шаблондан фойдаланиб пунктир чизикда тишларни ўнг профиллари чизилади. Уларни бошланғич айлана билан кесишган нуқталарини C ва d ҳарфлари билан белгилаймиз. Cd ёйи биринчи ғилдиракни бошланғич айланасидаги илашиш ёйи ҳисобланади.

4. «Эпициклик механизмларни синтези» вазифасини бажариш учун кўрсатмалар.

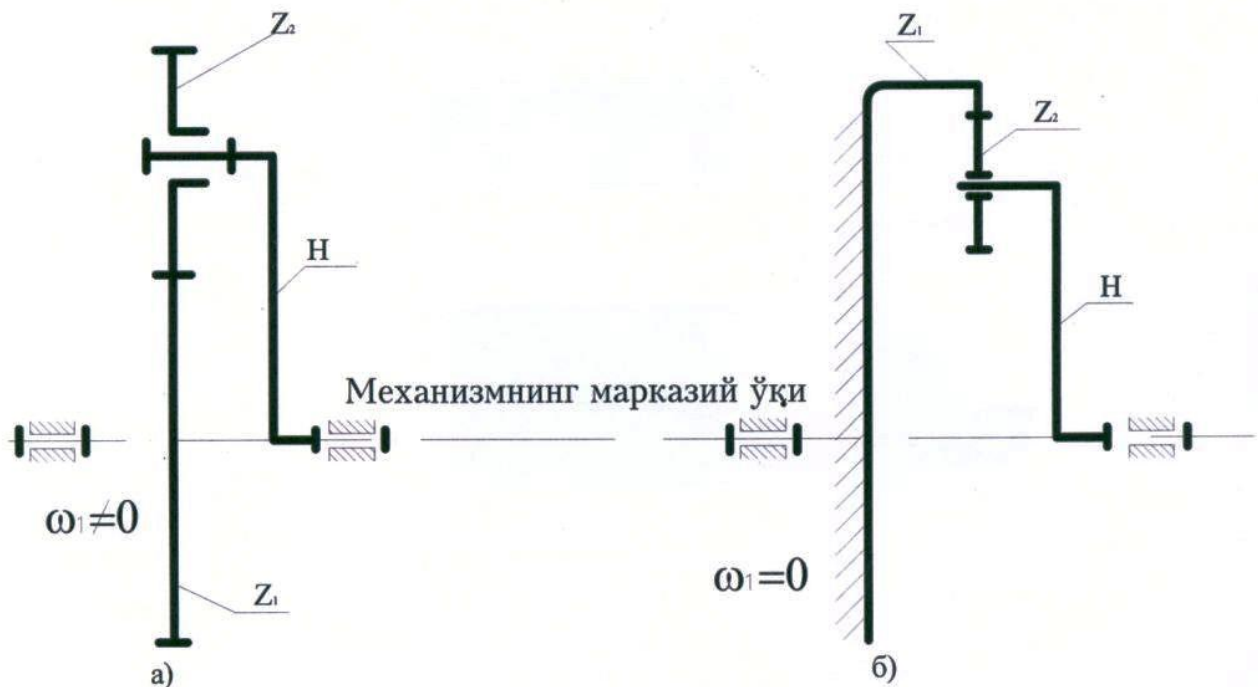
Ўқлари фазода ҳаракатланувчи тишли механизмлар эпициклик деб аталади. Кўпинча улар планетар ёки сателлитли механизмлар номи билан юритилади.

4.1 шаклда иккита оддий ташқи (4.1.а шакл) ва ички (4.1.б шакл) илашишли Z_1 ва Z_2 тишли ғилдираклар кўрсатилган. Бу механизмларнинг бўғинлари билан танишамиз.

Геометрик ўқлари фазода ҳаракатланувчи ғилдираклар сателлитлар дейилади. Кўрилатган механизмда Z_2 бўғин сателлитдир. Эпициклик механизмларда бир неча сателлитлар бўлиши мумкин. Сателлитлар конструктив битта ёки қўзғалмас боғланган иккита ғилдираклардан иборат бўлиши мумкин. Сателлитларнинг ўқларини ҳаракатлантирувчи бўғинга водило (етакчи) дейилади. Водило марказий қўзғалмас ўқ атрофида айланади. Одатда водило H ҳарфи билан белгиланади. Эпициклик механизмларда бир неча водилолар бўлиши мумкин. Марказий ўқ

атрофида айланувчи ғилдираклар марказий, қўзғалмаслари эса таянч ёки қуёшсимон деб аталади.

4.1 шаклда Z_1 бўғин марказий ғилдиракдир. Марказий ғилдиракларни сони турлича бўлиши мумкин. Техник адабиётларда бўғинлар юқорида қайд этилган номлар билан бир қаторда бошқа номларда ҳам аталади.



4.1. шакл. Эпициклик механизмлар (а – дифференциал, б - планетар).

4.1 Эпициклик механизмларнинг турлари.

Эпициклик механизмларни иккита катта гуруҳга дифференциал ва планетар механизмларга ажратиш мумкин.

Дифференциал механизмларда ҳамма бўғинлар (ҳамма ғилдираклар ва водило) ҳаракатланади.

4.1.а шаклда дифференциал механизмни схемаси кўрсатилган. Бу схемада таянчдан ташқари ҳамма бўғинлар ҳаракатланувчандир. Дифференциал механизмни эркинлик даражасини Чебишевни тузилиш формуласидан аниқлаймиз:

$$W=3n-2p_5-p_4=3*3-2*3-1=2$$

Қурилатган дифференциал механизмда кирувчи бўғин иккита: Н водило ва Z_1 марказий ғилдирак.

Дифференциал механизмлар боғлиқ бўлмаган иккита ҳаракатларни қўшади ёки кирувчи вал ҳаракатини чиқувчи валларга боғлиқ бўлмаган ҳаракатларга ажратади.

Биринчи масала, ҳаракатларни қўшиш масаласи, самолётни бошқариш механизмида, йигирув, пиликлаш ва бошқа машиналарда ҳал қилинади.

Иккинчи масала, ҳаракатни ажратиш масаласи, кўпчилик транспорт машиналарида ечилади. 4.7.шаклда автомобилни дифференциал механизми кўрсатилган. Бу ерда мотордан дифференциал механизм орқали ўзгартирилган ҳаракат ярим ўқ орқали автомобилнинг етакловчи ғилдиракларига узатилади.

Дифференциал механизм кўчада бурилиш вақтида ташқи томондаги ғилдирагини ички томондагига қараганда тезроқ айлантиради.

Планетар механизмларга мурожат этайлик. Планетар механизмларни бир ёки бир неча марказий ғилдираклари қўзғалмас бўлган дифференциал механизмларнинг хусусий ҳоли деб қараш мумкин. 4.2.шаклда Z қуёшсимон ғилдираги қўзғалмас планетар механизм тасвирланган.

Планетар механизмни эркинлик даражасини аниқлаймиз:

$$W=3n-2p_5-p_4=3*2-2*2-1=1$$

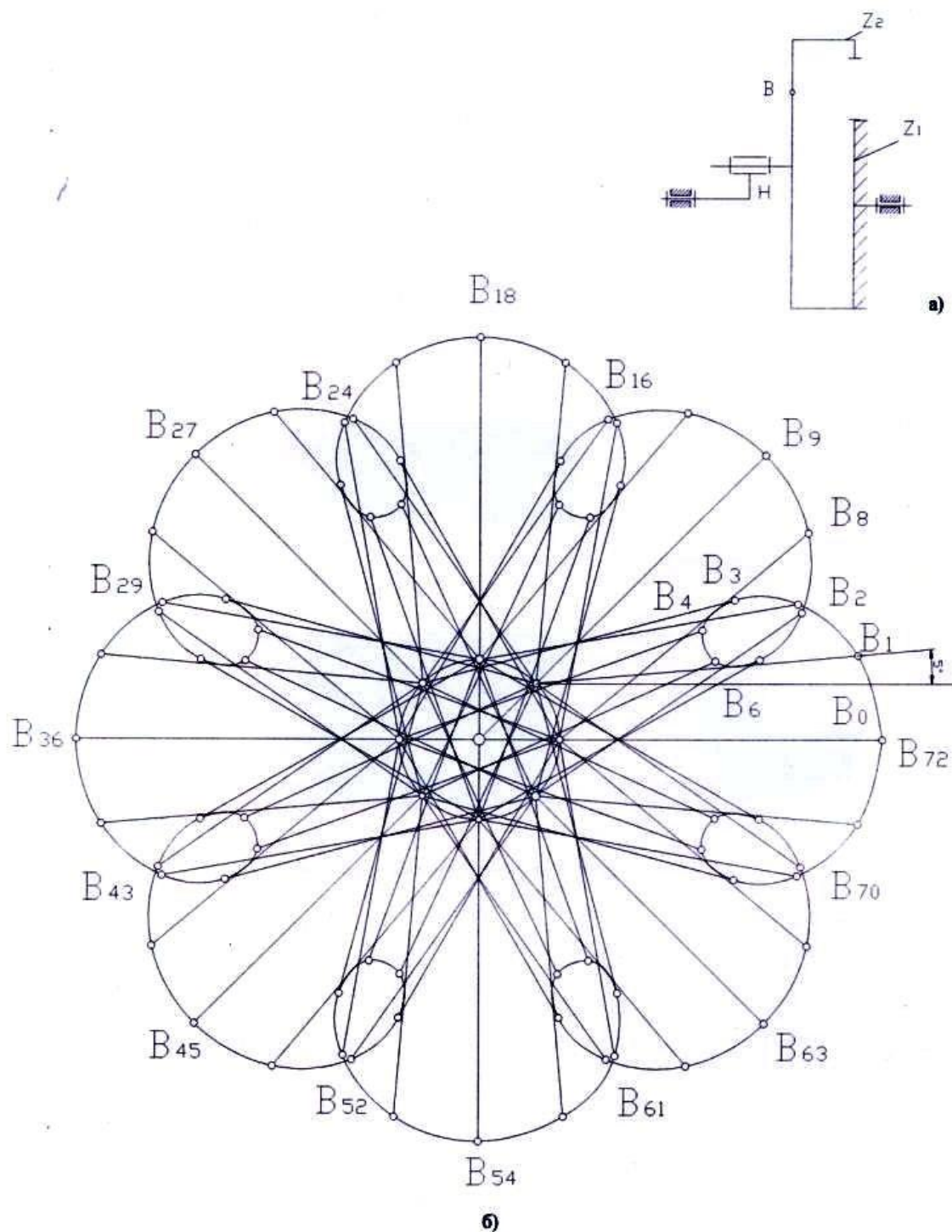
Демак, планетар механизмда фақат битта кирувчи бўғин бор.

Планетар механизмлар хажми кичик бўлсада катта узатиш нисбатига эга бўлиши мумкин ва шу сабабли улардан редукторлар ва тезлик қутилари сифатида фойдаланилади.

Техникада сателлитларни нуқталари циклик траекториялар қурувчи планетар механизмлар кенг қўлланилади.

Текисликда ҳаракатланувчи сателлитни бошланғич айланаларида етувчи нуқталари траекториялари тадқиқ қилинганда улар ташқи илашишда эпициклоида, ички илашишда эса гипоциклоида шаклида бўлиши аниқланган.

Сателлитни бошланғич айланада бўлмаган ихтиёрий нуктаси турли модификациядаги чўзилган ва қисқарган эпи ва гипоциклоидалар чизади.



4.2 шакл. Планетар механизм В нуктасининг траекторияси (а – механизм кинематик схемаси, б – В нуктанинг траекторияси).

4.2.а шаклда планетар механизм, 4.2.б шаклда механизм сателлит В нуктасининг бироз катталаштирилган траекторияси кўрсатилган

Бу эгри чизик қисқа гипоциклоида бўлиб баъзи пиликлаш машиналарда қуйидагича қўлланилади. Планетар механизмни В нуқтасига шатун судралгич билан биргаликда маҳкамланади. Ҳосил бўлган кривошип-судралгичли механизмда судралгич мураккаб қонунда ҳаракатланади.

Юқорида кўрилган механизмга ўхшаш планетар механизмлар пахта терувчи машиналарда кенг қўлланилади.

Эпициклик механизмларни айрим гуруҳларга ёки турларга ажратиш мумкин: марказий ғилдираклар, водило ёки сателлитлар сонига қараб, шуниндек туташиш характериға қараб ва ҳоказо.

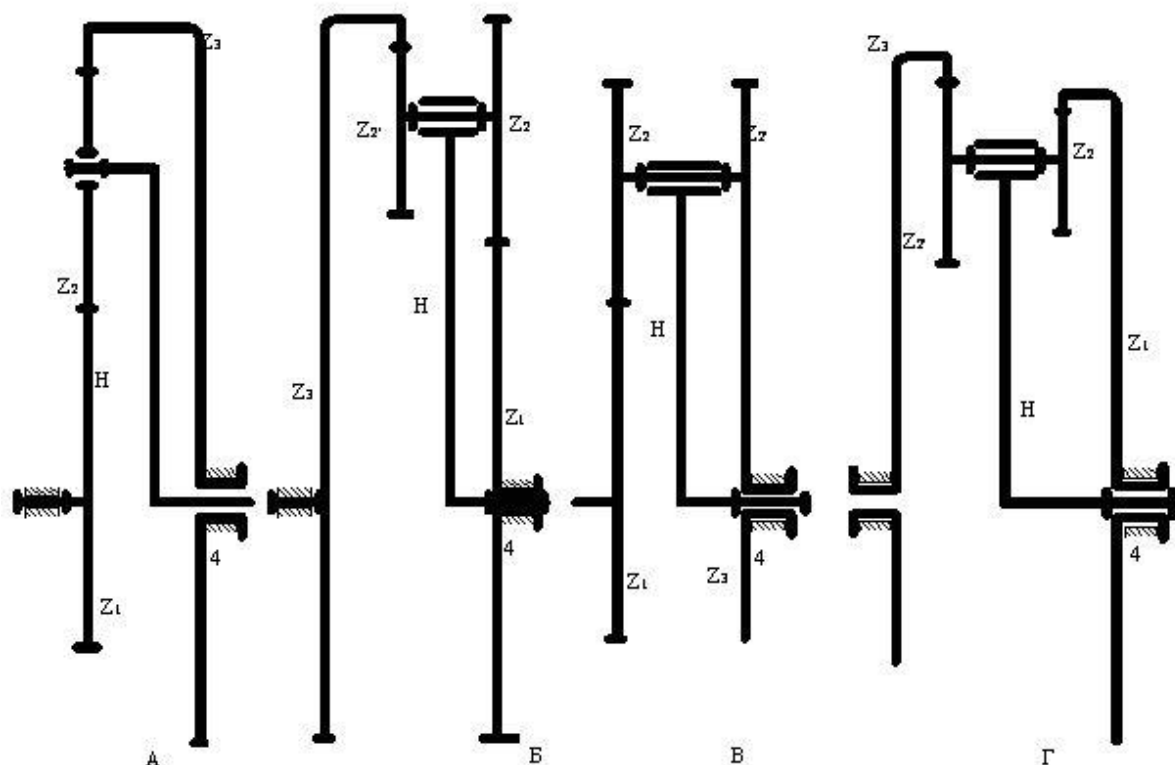
4.3. шаклда ички ва ташқи илашишлари турлича бўлган иккита марказий ғилдиракли тўртта эпициклик механизм келтирилган.

4.3.а шаклда сателлити иккита марказий ғилдираклар билан ташқи ва ички илашишда бўлган бир қаторли эпициклик механизм кўрсатилган. Бу механизмда сателлит паразит ғилдирак вазифасини бажаради.

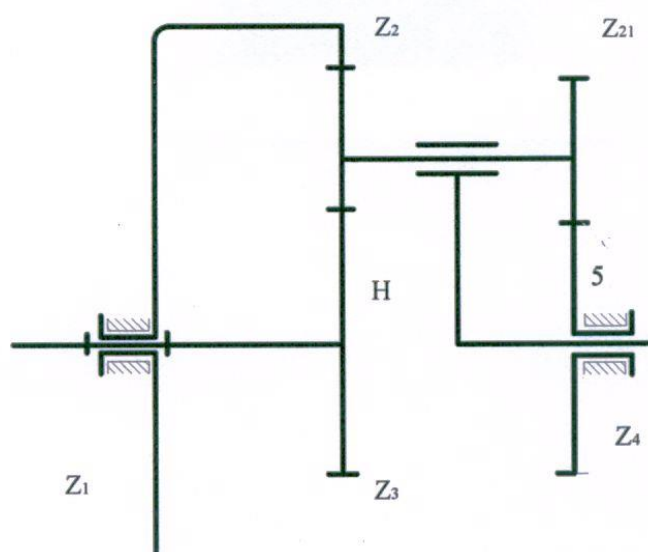
4.3.б шаклда Z_1 ва Z_2 марказий ғилдираклар билан ташқи ва ички илашишда бўлган Z_2 ва Z_{2-1} сателлитли эпициклик механизм келтирилган. Сателлитни конструкцияси поғонали узатмани тузилишиға олиб келади.

4.3.в шаклда поғонали сателлит марказий ғилдираклар билан иккита ташқи илашиш ҳосил қилади.

4.3.г шаклда поғонали сателлит марказий ғилдираклар билан иккита ички илашиш ҳосил қилади.



4.3 шакл. Иккита марказий ғилдиракли эпициклик механизмлар.

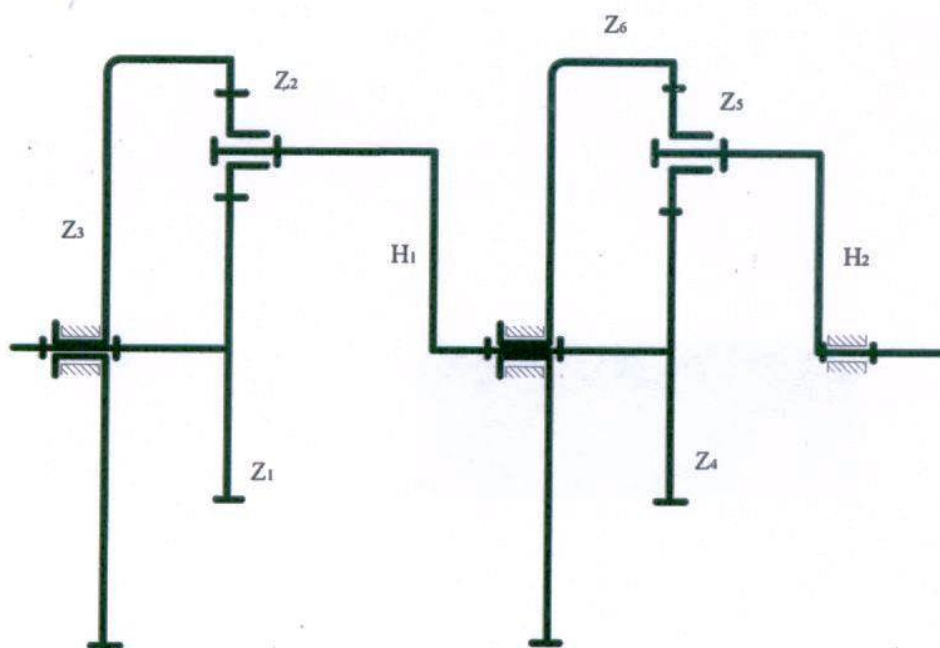


4.4 шакл. Учта марказий ғилдиракли эпициклик механизмлар.

Эпициклик механизмлар учта ва ундан ортиқ марказий ғилдиракларга эга бўлиши мумкин. Бундай механизмлар 4.4 ва 4.5 шаклларда кўрсатилган. 4.4 шаклда учта 4.5 шаклда эса тўртта марказий ғилдиракли эпициклик механизмлар тасвирланган. Охирги механизмни бир хил структурали бир қаторли иккита эпициклик механизмларни кетма-кет боғланиши деб қараш мумкин.

Эпициклик механизмларни структура таҳлилида ҳарфлар ва сонлардан иборат шифр шаклидаги тузилиш формулалардан фойдаланилади. Масалан, эпициклик механизмларни марказий ғилдиракларини (К) ва водилони (Н) сонлари билан шифрлаш мумкин.

Шунингдек механизмларни ташқи (А) ва ички (Ҳ) илашиш сонлари билан белгилаш мумкин. Масалан, 4.3.б шаклда тасвирланган механизмни код ишораси 2 КН-АҲ бўлади (иккита марказий ғилдирак, битта водило, битта ташқи ва битта ички илашиш). Бундай қоида асосида бошқа планетар ва дифференциал мезанизмларни код ифодаларини тузиш мумкин.

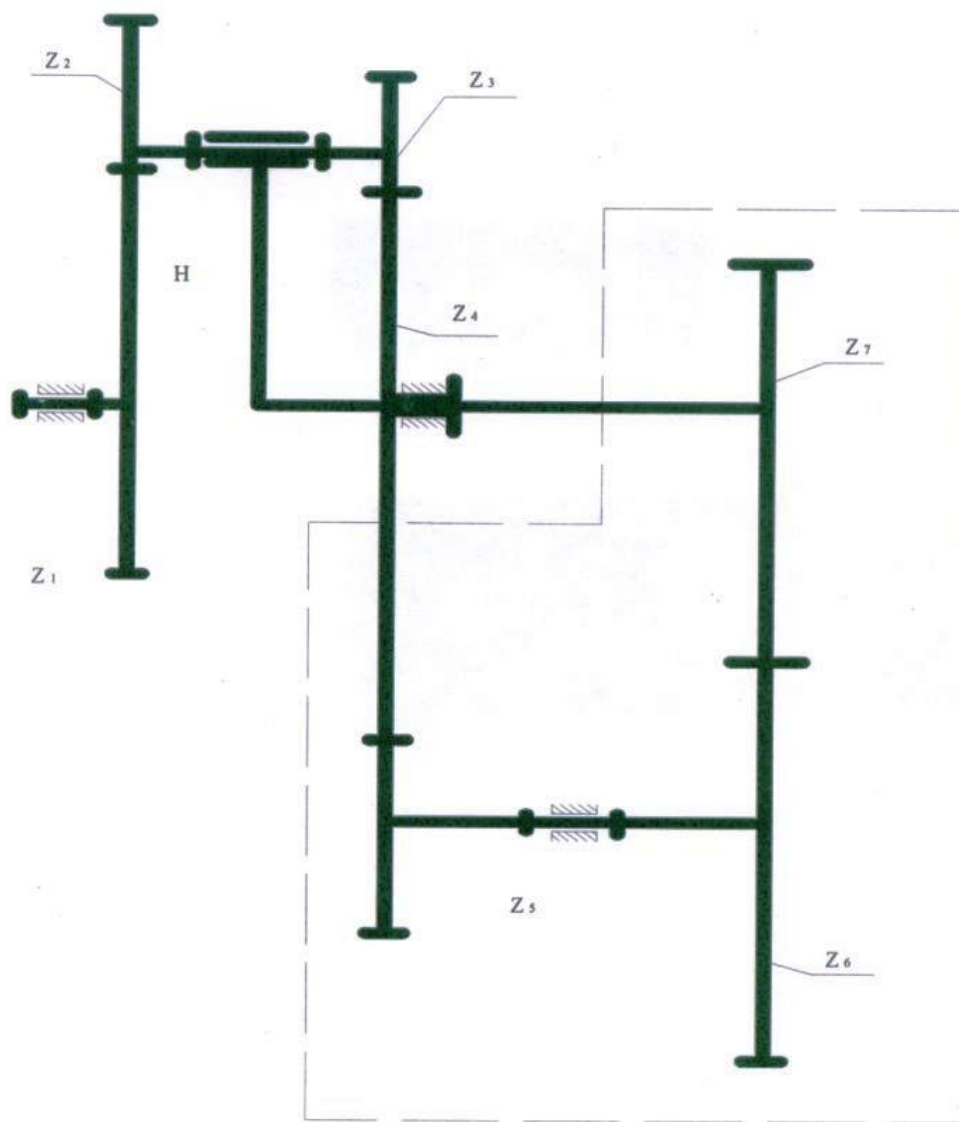


4.5 шакл. Иккита водилоли эпициклик механизм.

4.3, 4.4 ва 4.5 шакллардаги механизмлар дифференциал механизмлардир. Уларни планетар механизмларга айлантириш осон. Бунинг учун марказий ғилдираклардан бирини қўзғалмас қилиш кифоя. Бундай ҳолда механизмни эркинлик даражаси бирга тенг бўлади ва юқорида айтилгандек планетар механизм эканлигидан далолат беради.

Аммо $W=1$ бўлганда эпициклик механизм доимо планетар бўлавермайди. Ёпиқ дифференциал механизмларнинг катта гуруҳида эркинлик даражаси бирга тенг.

4.6 шаклда ташқи кўринишдан дифференциал механизм бўлсада (тишли ғилдираклар ва водило қўзғалувчи) уларда Z_1 ғилдирак ва H водило ўқлари қўзғалмас Z_5 , Z_6 ва Z_7 тишли ғилдираклар билан ўзаро (ёпиқ) боғланган. Ёпиқ дифференциал деб аталувчи бу механизмни эркинлик даражаси ($n=5$, $P_5=5$, $P_4=4$)



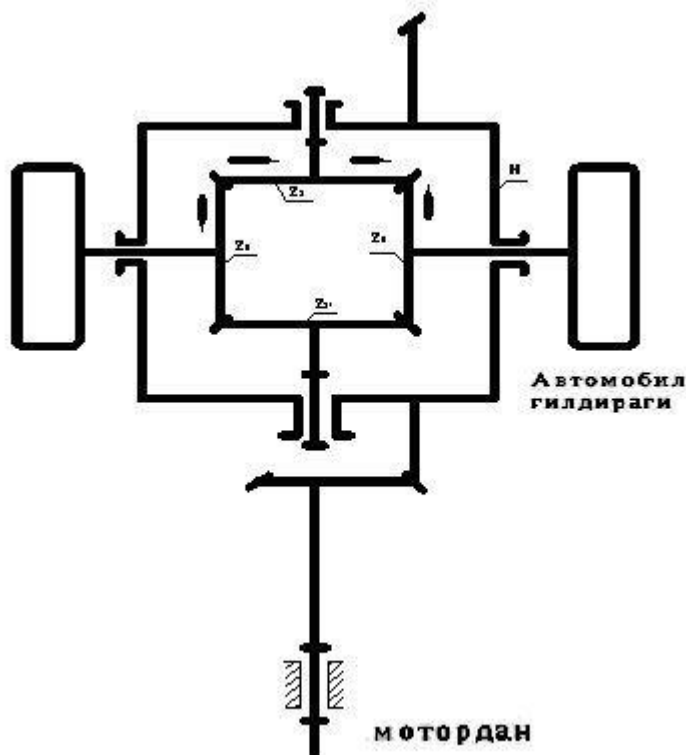
4.6 шакл. Ёпиқ дифференциал механизм.

$$W=3n-2p_5-p_4=3*5-2*5-4=15-10-4=1$$

Шундай қилиб ёпиқ дифференциал механизмларда эркинлик даражаси иккига тенг эмаслигини назарга олиш керак.

Эпициклик механизмларни конуссимон ва бошқа турдаги тишли узатмалардан фойдаланиб тузиш мумкин.

4.7 шаклда автомобил дифференциал механизмнинг кинематик схемаси тасвирланган. Бу механизмда фақат конуссимон узатма қўлланган.



4.7 шакл. Конуссимон тишли механизм.

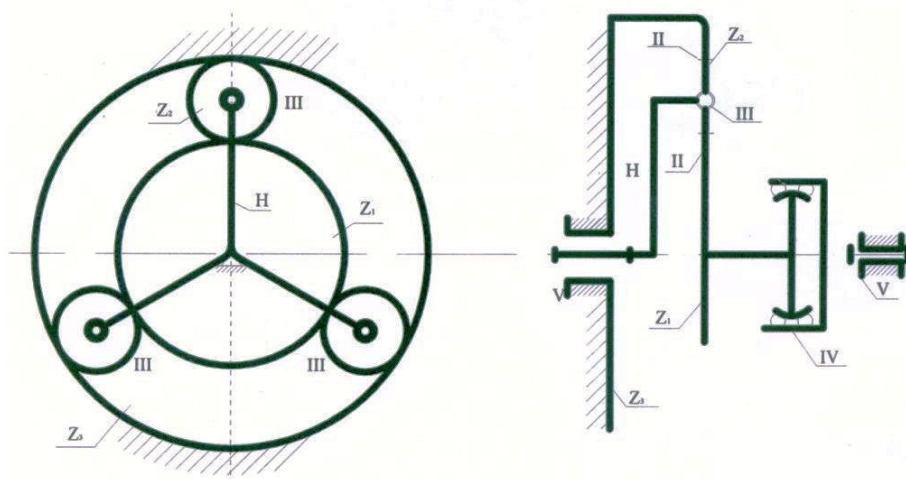
Эпициклик механизмлар бир неча такрорланувчи сателлитларга эга бўлиши мумкин. Бу эса узатиладиган қувватни бир неча параллел оқимларга тақсимлайди ва натижада гилдиракларни тишларидаги юкланишни камайтиради (4.8 шакл). Такрорланувчи сателлитларни тенг бурчакларда марказий ўқ атрофида жойлашишини эслатиб ўтиш лозим. Эпициклик механизмларда ортиқча боғланиш борлиги уларни юқори аниқликда тайёрлаш талабини қўяди, йиғиш шароитини мураккаблаштиради ва шунингдек механизмнинг ишлаш шароитини қийинлаштиради. Шунинг учун ортиқча боғланишларни аниқлаш ва уларни йўқотиш муаммоларига алоҳида аҳамият бериш керак.

4.8 шаклда бир қаторли планетар механизмни ортиқча боғланиши йўқотилган оптимал структурали вариантларидан бири келтирилган.

Сомов-Малишев формуласида бажарилган ҳисоб бу механизмда ортиқча боғланиш нолга тенглигини тасдиқлайди. Ҳисобларда $p=6$, $P_5=2$, $P_4=1$, $P_3=3$, $P_{11}=6$

$$W = W - 6n + 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 = 1 - 6 \cdot 6 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 6 = 0$$

Кўрсатилган оптимал структурали планетар механизмда Z_1 марказий ғилдирак ўз ўқи атрофида айланиб қолмай шу ўқга нисбатан бурчак силжишига эга бўлиши мумкин.



4.8 шакл. Ортиқча боғланиши йўқотилган планетар механизм.

Шундай қилиб, бу механизмда Z_1 марказий ғилдирак фазода ўз-ўзидан ўрнашиб ҳамма сателлитлардаги юкланишни бир ерда бўлишини таъминлайди ва шу сабабли Z_1 ғилдиракни ўзи ўрнашувчи ғилдирак деб аталади.

Механизмда ғилдираклар ва сателлитларни тишлари чизиқли II синфли кинематик жуфтлар билан, сателлитларни водило билан сферик III синфли кинематик жуфтлар билан боғланганлиги сателлитларни тишлари узунаси бўйлаб юкни бир меъёردа тақсимланишини таъминлайди.

Планетар механизмни келтирилган оптимал структурали схемаси ёлғизгина бўлиб қолмай ортиқча боғланишсиз схемаларини бошқа вариантларини ишлаб чиқиш мумкин.

4.2. Эпициклик механизмларни кинематик таҳлили.

Эпициклик механизмлар кинематик таҳлилининг асосий вазифаси тишли ғилдираклар ва водилони бурчак тезликларини аниқлашдир.

Механизмларни кинематик таҳлилини бир неча усуллари бор. Кўпроқ қўлланиладиган иккита усулни кўраимиз:

- а) аналитик, Виллис усули
- б) тезлик учбурчаклари ва айланиш частотаси режаси усули.

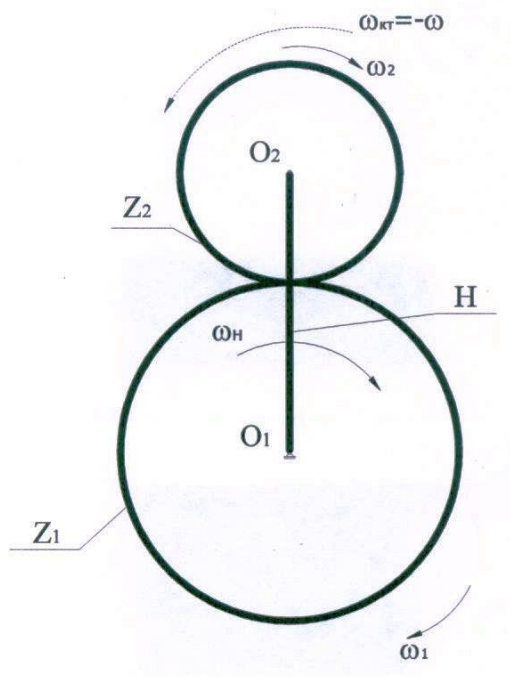
4.2.1. Универсал Виллис формуласи асосидаги аналитик усули.

Бу усул тескари айлантиришни қўллаш орқали эпициклик механизмни ўқлари қўзғалмас оддий тишли узатмага айлантиришга асосланган. 4.9 шаклда тасвирланган механизмни марказий ўқ атрофида қўшимча $\omega_{KT} = -\omega$ бурчак тезлиги билан айлантирайлик. Ҳамма бўғинларининг бурчак тезликларини абсолют қиймати ўзгаради ва уларнинг янги қийматлари қуйидагича бўлади:

$$\omega_1^1 = \omega_1 - \omega_H \quad (4.1)$$

$$\omega_2^1 = \omega_2 - \omega_H \quad (4.2)$$

$$\omega_H = \omega_H - \omega_H = 0 \quad (4.3)$$



4.9 шакл. Дифференциал механизмни схемаси

Водилонинг янги бурчак тезлиги нолга тенг бўлгани учун кўрилатган механизм ўқлари кўзгалмас бўлиб, дифференциал механизм оддий механизмга айланади. Қўшимча $W_k = -W$ бурчак тезлигида айланишда эпициклик механизм бўғинларининг нисбий ҳаракати ўзгармайди. Ўқлари кўзгалмас ўзгартирилган тишли узатмани узатиш нисбати қуйидагича аниқланади:

$$U_{12}^{(H)} = \frac{\omega_1^1}{\omega_2^1} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_2 - \omega_H} \quad (4.4)$$

Бу формула йирик олим Виллис номи билан юритилади. U_{1-2} ҳарфидаги (H) индекси формулани водило кўзгалмас бўлганда келтириб чиқарилганидан далолат беради. Агар (4.4) ифодада $\omega_H = 0$ бўлса ўқлари кўзгалмас тишли узатманинг узатиш нисбати формуласи келиб чиқади. Шу сабабли (4.4) ифода универсал Виллис формуласи деб аталади.

Виллис формуласида бурчак тезликлари қийматлари ўрнига уларга пропорционал бўғинларни айланиш частоталарини қўйиш мумкин.

$$U_{12}^{(H)} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_2 - \omega_H} = \frac{n_1 - n_H}{n_2 - n_H} \quad (4.5)$$

бу ерда n_1 - биринчи ғилдиракнинг айланиш частотаси;

n_2 -иккинчи ғилдиракнинг айланиш частотаси;

n_H -водилонинг айланиш частотаси.

$U_{1-2}^{(H)}$ нинг қийматини Z_1 ва Z_2 ғилдиракларнинг тишлари сони орқали ҳисоблаш мумкин:

$$U_{12}^H = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

Виллис формуласи орқали ҳисоблашда унга кирувчи катталикларнинг ишорасини назарга олиш зарур.

Виллис формуласини дифференциал ва планетар механизмларда қўллаш мумкин. Планетар механизмда қўзғалмас (қуёшли) ғилдиракни бурчак тезлигини (айланиш частотасини) нолга тенглигини инобатга олиш керак.

4.3.в шаклда тасвирланган мураккаб механизм учун Виллис формуласини ёзамиз:

$$U_{13}^{(H)} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H} \quad (4.6)$$

ва тенгламани ω_3 га нисбатан ечамиз:

$$\omega_3 = \frac{\omega_1}{U_{13}^{(H)}} + \left(1 - \frac{1}{U_{13}^{(H)}}\right)\omega_H \quad (4.7)$$

$\frac{1}{U_{13}^{(H)}} = U_{31}^{(H)}$ назарга олиб 4.7 ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\omega_3 = U_{31}^{(H)} \cdot \omega_1 + (1 - U_{31}^{(H)})\omega_H \quad (4.8)$$

Юқорида келтирилган ифодадан дифференциал механизмда марказий ғилдиракни ω_3 бурчак тезлиги икки қўшилувчининг йиғиндисидан иборатлиги кўриниб турибди. Биринчи қўшилувчи биринчи ғилдиракни ω_1 бурчак тезлигидан, иккинчи қўшилувчи водилони ω_H бурчак тезлигидан иборатдир. Шундай қилиб дифференциал механизм, юқорида эслаб ўтилганидек, иккита ҳаракат тезликларини қўшади. Қўзғалмас қуёшли Z_1 ғилдиракли планетар механизм учун (4.8) ифодада $\omega_1 = 0$ бўлганда қуйидаги натижага эришамиз:

$$\omega_3 = (1 - U_{31}^{(H)})\omega_H \quad (4.9)$$

Қуёшли Z_1 ғилдирак (4.3,в шакл) қўзғалмас бўлганда планетар механизмни марказий Z_1 ғилдирагидан Н водило узатиш нисбатини аниқлаймиз.

(4.6) Виллис формуласига $\omega_1=0$ қийматини қўйиб тегишли ўзгартиришлардан сўнг

$$U_{1-3}^{(H)} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{-\omega_H} = -\frac{\omega_1}{\omega_H} + 1 \text{ ва } \frac{\omega_1}{\omega_H} = U_{1H} \text{ ни назарга олсак,}$$

$$U_{1H} = 1 - U_{13}^{(H)}; \quad (4.10)$$

Бу ерда
$$U_{13}^{(H)} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2}$$

Тишлар сонининг аниқ қийматида планетар механизмлар катта узатиш нисбатига эга бўлишини кўрайлик. Бунинг учун қуйидаги мисолга мурожат этамиз.

Мисол:

Давиднинг планетар механизмида (4.3, в шакл) Z_1 ғилдирак қўзғалмас бўлсин, қолган ғилдираклар тишларининг сони $Z_1=99$, $Z_2=100$, $Z_{2/1}=101$, $Z_3=100$.

Водилонинг айланиш частотаси $n_H = 10000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ бўлсин.

Учинчи ғилдиракнинг n_3 айланиш частотаси аниқлансин.

(4.9) формуладан:
$$n_3 = (1 - U_{31}^{(H)}) n_H \quad (4.11)$$

Тишлар сони орқали $U_{31}^{(H)}$ узатиш нисбатини аниқлаймиз:

$$U_{31}^{(H)} = \left(-\frac{Z_2}{Z_3}\right) \cdot \left(-\frac{Z_1}{Z_2}\right) = \left(-\frac{101}{100}\right) \cdot \left(-\frac{99}{100}\right) = \frac{9999}{10000}$$

(4.11) га қўйсак

$$n_3 = \left(1 - \frac{9999}{10000}\right) \cdot 10000 = 1 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$$

Демак, Давиднинг планетар механизмида тезлик 10000 марта камаяр экан. Бу жуда катта узатиш нисбати.

Планетар механизмларни узатиш нисбатини янада ошириш учун 4.5 шаклда кўрсатилганидек бир неча планетар механизмларни кетма – кет битта занжирга боғлаш қўлланилади (бунда $\omega_3 = 0$ ва $\omega_6 = 0$ деб ҳисобланади). Бунда мураккаб механизмни узатиш нисбати боғланган планетар механизмларнинг узатиш нисбатини кўпайтмасига тенг бўлади.

Автомобилларда мотордан етакловчи ғилдиракларга ҳаракат узатувчи конуссимон тишли ғилдиракли дифференциал механизмни кинематик таҳлили билан танишайлик. (4.7 шакл)

$$\text{Механизмда } Z_1 = Z_3; Z_2 = Z_2^1$$

Z_1 ва Z_3 ғилдиракларни бурчак тезликларини боғловчи Виллис формуласи қуйидагича бўлади:

$$U_{1-3}^{(H)} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H}$$

$$\text{Узатиш нисбати: } U_{1-3}^{(H)} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_1} = -1$$

Узатиш нисбатини минус ишораси Z_1 ва Z_3 ғилдиракларни бир-бирига тескари айланишини кўрсатади. Буни 4.7 шаклда тасвирланган стрелкаларнинг йўналишидан кўриш мумкин.

$$\text{Виллис формуласига } U_{1-3}^{(H)} = 1 \text{ ни қийматини қўйиб } -1 = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H}$$

водилони айланиш частотасини аниқлаймиз:

$$2n_H = n_1 + n_3 \quad (4.12)$$

(4.12) ифодадан n_H водилони айланиш частотасини ўзгармас бўлганда ғилдиракларнинг n_1 ва n_3 айланиш частоталари ўзгарганда ҳам $n_1 + n_3$ йиғинди

ўзгармаслиги керак. Масалан, биринчи ғилдиракнинг n_1 айланиш частотаси қанчага камайса, иккинчи ғилдиракни n_2 айланиш частотаси шунчага ошиши керак ва аксинча.

4.2.2. Тезлик учбурчаги ва айланиш частотаси режаси усули.

Бу усул назарий механиканинг баъзи ҳолатларига асосланган. Қўзғалмас нуқта атрофида айланувчи бўғин нуқталарининг тезлиги бўғин бўйлаб тўғри чизиқли қонун билан тақсимланади (4.10 шакл):

$$V = \omega \ell = \frac{\pi n}{30} \ell \quad (4.13)$$

бу ерда ℓ - нуқта айланиш радиуси.

4.10.а шаклда А ва В нуқталарни тезликлари AA^1 ва BB^1 кесмалари билан тасвирланган. Тезлик векторларининг турли узунликлари бу нуқталарнинг айланиш радиуслар қийматлари турлича эканлигини кўрсатади. V_A , V_B тезлик векторларини охирида A^1 ва B^1 нуқталари O_1 айланиш марказидан ўтувчи битта тўғри чизиқда (Т.Ч.) ётади ва буни пропорционаллик қонуни талаб қилади. Тўғри чизиқ тезлик чизиғи (Т.Ч) деб аталади. Тезлик чизиғини ўтказиш учун иккита нуқтани тезлигини билиш керак. Хусусий ҳолда тезликлардан биттаси нолга тенг бўлиши мумкин. Тезлик чизиғи O_1A бўғин билан φ бурчагини ҳосил қилади. Бу бурчакнинг тангенсини аниқлаймиз (4.10.а шакл):

$$tg \varphi = \frac{V_A}{\ell_{O_1A}} = \frac{\pi n}{30} \quad (4.14)$$

$$\text{ёки} \quad n = \frac{30}{\pi} tg \varphi \quad (4.15)$$

Демак, бўғиннинг айланиш частотаси φ бурчаги тангенсига пропорционалдир. Бу ҳолат бўғинни айланиш частотасини график усулда аниқлашга имконият беради.

4.10.6 шаклда O_1AA^1 учбурчагига ўхшаш SPn учбурчаги қурилган. Бу учбурчақда Pn катети n айланиш частотасига пропорционал ва шу сабабли:

$$n = \mu_n P_n$$

бу ерда μ_n – айланиш частотаси режасининг масштаби.

Джемсни планетар механизмини (4.11 шакл) кинематик таҳлилни бажарайлик. Механизм μ_ℓ масштабида чизилган. Қўзғалмас марказий ғилдирак штрихланган.

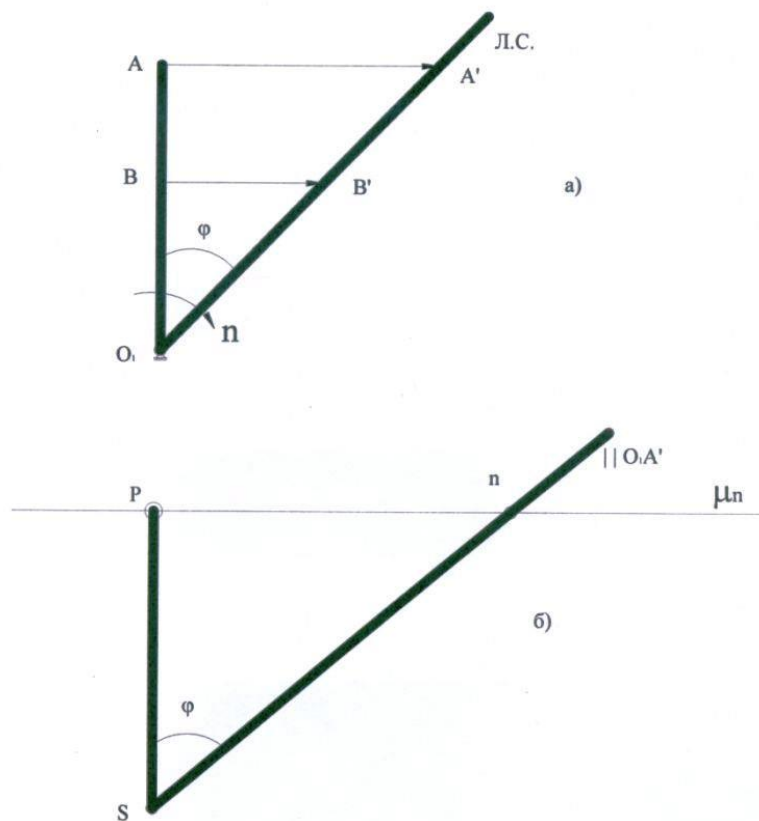
n_3 айланиш частотаси берилган бўлсин. n_2 ва n_n айланиш частоталари аниқлансин.

Учинчи ғилдиракни B нуқтасининг тезлигини аниқлаймиз.

$$V_B = \frac{\pi n_3}{30} \ell_{O_1B} \quad (4.18)$$

B нуқтани O_1 нуқта билан туташтириб учинчи ғилдиракни тезлик чизиғи $ТЧ3$ аниқланади.

Иккита V_B ва $V_A=0$ нуқталарнинг маълум бўлган тезликлар орқали 2 сателлитнинг тезлик чизиғи $ТЧ2$ ўтказилади. Водилога тик $O_2O_2^1$ чизиғини $ТЧ2$ билан кесишгунча давом этдириб O_2 нуқта тезлигини аниқлаймиз.



4.10 шакл. Тезлик учбурчаги ва айлана частотаси услуги тасвири.

O_2^1 нуқтани O_1 нуқта билан бирлаштириб водилони ТЧН тезлик чизиғини топамиз. Айланиш частотаси режасини қуриш учун LL горизонтал чизиғини ўтказиб унда Р қутбни танлаймиз. Р нуқтадан LL чизиғи остида Х ихтиёрий масофада S нуқтани танлаймиз.

S нуқтадан ТЧ2, ТЧ3, ТЧН тезлик чизиқларига параллел чизиқлар ўтказиб LL чизиғи билан кесишган 2, 3, Н нуқталарини аниқлаймиз. Р2, Р3, РН кесмалари, юқорида исботланганидек, n_2 , n_3 ва n_H айланиш частоталарига пропорционал бўлади.

Берилган n_3 айланиш частотаси орқали айланиш частотаси режасининг масштаби аниқланади:

$$\mu_n = \frac{n_3}{P_3}, \frac{\text{айл}}{\text{минмм}} \quad (4.19)$$

Планетар механизм бўғинларининг айланиш частоталари қуйидагича ҳисобланади:

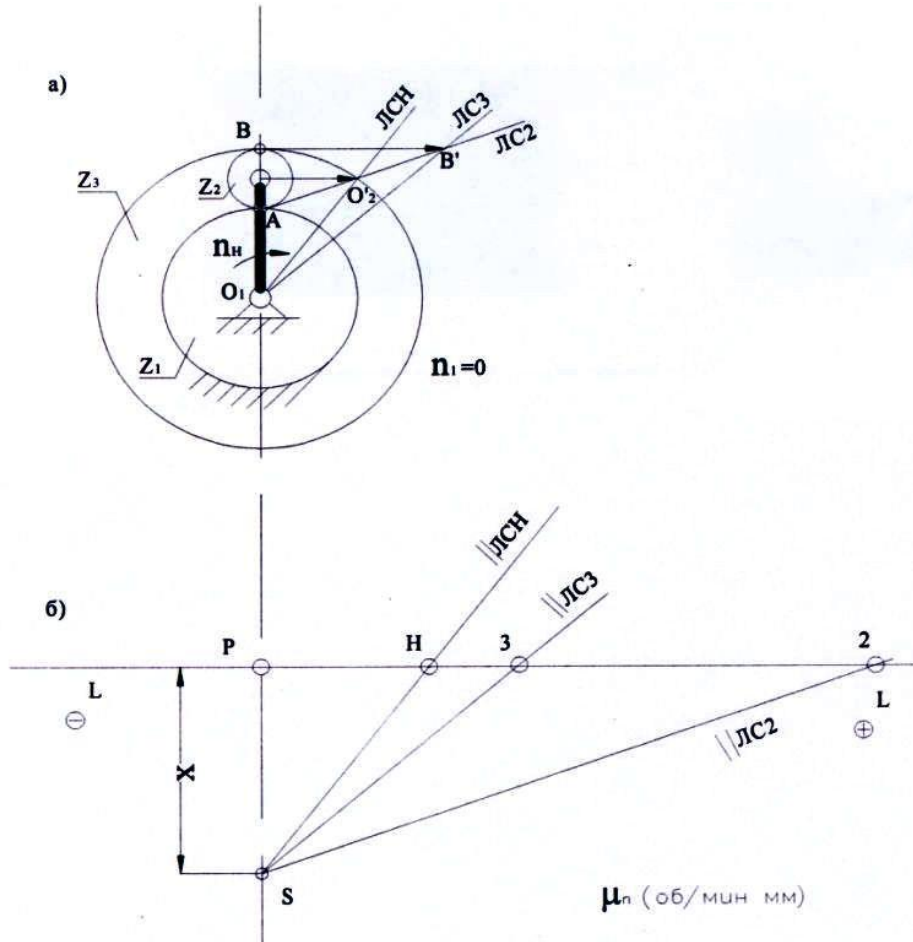
$$n_2 = \mu_n P_2 \quad (4.20.)$$

$$n_H = \mu_n PH \quad (4.21.)$$

бу ерда P_2 ва PH кесмалар айланишининг частотаси режасидан ўлчанади.

Бизнинг мисолимизда ҳамма айланиш частоталари мусбатдир.

Агар LL чизиғини кесувчи кесмалар P қутбдан чапда бўлса улар манфий ишорага эга бўладилар.



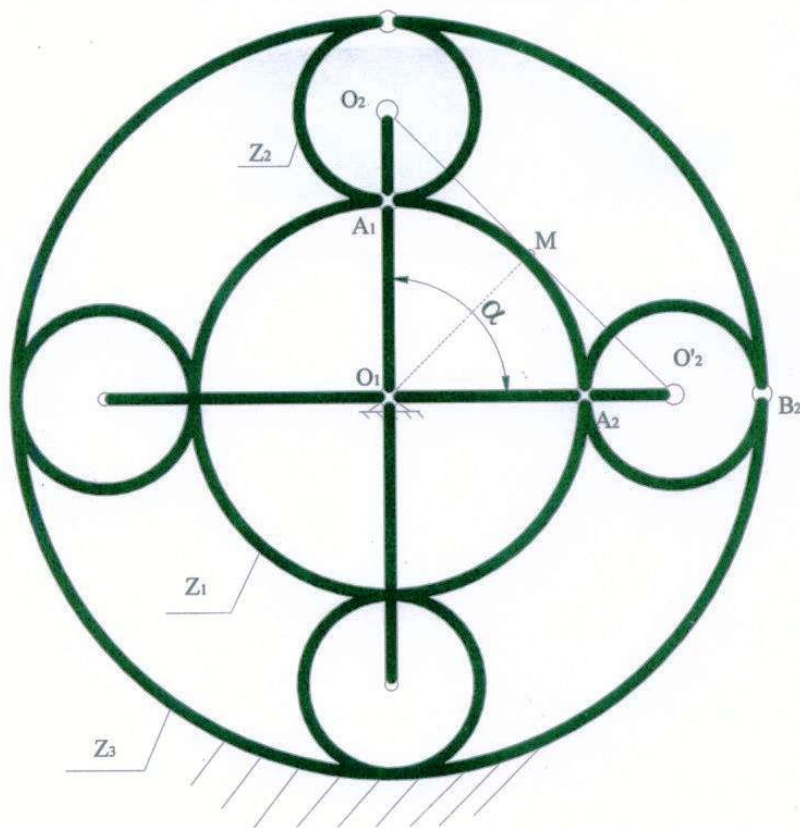
4.11 шакл. Тезлик учбурчаги ва айлана частотаси усулида Жемс планетар механизмнинг кинематик таҳлили.

4.3. Планетар механизмларнинг синтези.

Планетар механизмларнинг синтези усули билан Жемсни бир қаторли механизми мисолида танишамиз (4.12 шакл)

Планетар механизмни берилган узатиш нисбатини таъминлаш синтезининг асосий шарти ҳисобланади. Синтез масаласини ечишда асосий шарт билан бир

қаторда яратилаётган механизмни ишга лаёқатлигини кафолатловчи баъзи қўшимча шартларни назарга олиш зарурдир. Синтезнинг қўшимча шартларига ўқларни қарама қаршилиги, йиғиш ва қўшничилик кабилар киради.



4.12 шакл. Жемсни планетар механизми.

Берилган узатиш нисбатини таъминлаш.

Лойихаланадиган механизм учун Виллис формуласини тузамиз:

$$U_{13}^{(H)} = \frac{n_1 - n_H}{-n_H} = 1 - U_{1H}$$

бундан

$$U_{1H} = 1 - U_{13}^{(H)} = 1 - \left(-\frac{Z_3}{Z_1}\right) = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} \quad (4.22)$$

4.22 ифода U_{1H} берилган узатиш нисбатини таъминлашда лойихаланадиган механизмни тишлар сони қониктирувчи шартни кўрсатади. Синтезнинг қўшимча шартларидан келиб чиқувчи чекланишларни кўрайлик.

Ўқларни қарама-қаршилиги.

Бу талаб ҳамма марказий ғилдираклар ва водилони айланиш ўқларини планетар механизмни асосий ўқида ётишини тақозо қилади. 4.12 шаклдан берилган механизмда бошланғич айланаларнинг радиуслари ўзаро қуйидагича боғланган:

$$r_{\omega_3} = r_{\omega_1} + 2r_{\omega_2} \quad (4.23)$$

$$\frac{mZ_3}{2} = \frac{mZ_1}{2} + 2\frac{mZ_2}{2} \quad (4.24)$$

Илашиш модулини қисқартириб қуйидаги ифодани оламиз:

$$Z_3 = Z_1 + 2Z_2$$

бу ерда сателлитни тишлар сони

$$Z_2 = \frac{Z_3 - Z_1}{2} \quad (4.25)$$

Сателлитнинг тишлар сони иккаласи жуфт ёки иккаласи тоқ бўлган марказий ғилдиракларни Z_1 ва Z_3 тишлари сонига боғлиқ. Бу шарт бажарилмаса сателлитнинг тишлар сони касрли бўлади ва бундай ҳол бўлиши мумкин эмас.

Қўшничилик шarti. Бу шарт механизмда бир неча сателлитлар бўлганида бажарилиши керак. Қўшни жойлашган сателлитлар бир-бирига тегмаслиги керак. Бунинг учун қуйидаги шарт (4.12 шакл) бажарилиши керак:

$$O_2 O_2^1 > 2r_{a_2} \quad (4.26)$$

Бу ерда $O_2 O_2^1$ - қўшни сателлитларни ўқлари орасидаги масофа

r_{a_2} - сателлит чўққилар айланасининг радиуси

$$r_{a_2} = \frac{mZ_2}{2} + m = \frac{m}{2}(Z_2 + 2)$$

$O_1 O_2 M$ тўғри бурчакли учбурчакдан

$$O_2M = \frac{O_2O_2^1}{2} = 0.02 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (4.27)$$

қўшни сателлитларни марказий бурчаги

$$\alpha = \frac{2\pi}{K} \quad (4.28)$$

бу ерда K - сателлитлар сони.

Бошқа томондан O_1O_2 кесма биринчи ва иккинчи ғилдиракларни бошланғич айланалари радиусларини йиғиндисига тенг.

$$O_1O_2 = \frac{mZ_1}{2} + \frac{mZ_2}{2} \quad (4.29)$$

(4.27) га O_1O_2 қийматини (4.29.) дан қўйсак:

$$O_2O_2^1 = 2\left(\frac{mZ_1}{2} + \frac{mZ_2}{2}\right) \sin \frac{\alpha}{2} = m(Z_1 + Z_2) \sin \frac{\pi}{K} \quad (4.30)$$

(4.26) га $O_2O_2^1, r_{a_2}$ қийматларини қўямиз:

$$m(Z_1 + Z_2) \sin \frac{\pi}{K} \succ m(Z_2 + 2) \quad (4.31)$$

ёки m га қисқартирсак

$$(Z_1 + Z_2) \sin \frac{\pi}{K} \succ (Z_2 + 2)$$

бундан қўшничилик шарти келиб чиқади.

$$\sin \frac{\pi}{K} \succ \frac{Z_2 + 2}{Z_1 + Z_2} \quad (4.31)$$

(4.31) тенгсизлик бажарилганда қўшни сателлитлар тишларининг чўққиси бир-бирига тегмайди.

Иккинчи шарти. Планетар механизмларни йиғиш механизмда сателлитлар сони бирдан ($K > 1$) катта бўлганда мураккаблашади.

Сателлит битта бўлганда ($K = 1$) планетар механизмни йиғиш осон. Биринчи сателлит жойлаштирилганда иккала марказий ғилдираклар аниқ ҳолатда бўлади ва

шу сабабли берилган жойда жойлаштириладиган кейинги сателлитни тишлари марказий ғилдиракларни ботиклигига тушмаслиги мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун йиғиш шарти бажарилиши керак.

Марказий ғилдиракларни A_1A_2 ва B_1B_2 ёйлар узунликларини аниқловчи ифодани ёзамиз (4.12 шакл)

$$\cup A_1A_2 = \frac{Z_1 P_\omega}{K} \quad (4.32)$$

$$\cup B_1B_2 = \frac{Z_3 P_\omega}{K} \quad (4.33)$$

Бу ерда P_ω – илашиш қадами

K – сателлитлар сони

A_1A_2 ва B_1B_2 ёйларига кетма кет илашиш қадами қўйилсин. P_ω илашиш ёйи бу ёйларга бутун сонли марта қўйилмай қолдиқли бўлсин деб тасаввур қилайлик.

$$\cup A_1A_2 = aP_\omega + \Delta_1 \quad (4.34)$$

$$\cup B_1B_2 = bP_\omega + \Delta_3 \quad (4.35)$$

Бу ерда P_ω – илашиш қадами

a, b – бутун сонлар

Δ_1, Δ_3 – илашиш қадамини ёйларга қўйилгандаги қолдиқлар

(4.3), (4.33), (4.34) ва (4.35) ифодаларнинг чап ўнг томонларини қўйсак, қуйидаги ифодани оламиз.

$$\cup A_1A_2 + \cup B_1B_2 = \frac{Z_1 P_\omega}{K} + \frac{Z_3 P_\omega}{K} = (aP_\omega + \Delta_1) + (bP_\omega + \Delta_3) \text{ бу ерда}$$

$$Z_1 + Z_3 = (a + b + \frac{\Delta_1 + \Delta_3}{P_\omega})K$$

(4.36)

(4.36) ифодани чап томонида $Z_1 + Z_3$ йиғинди бутун сонга тенг ва шу сабабли (4.36) ифодани ўнг томони ҳам бутун сонга тенг бўлиши керак.

$$(a + b + \frac{\Delta_1 + \Delta_3}{P_\omega}) = E \quad \text{билан} \quad \text{белгилансин. Планетар механизмни} \quad (4.36)$$

йиғиш шартини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$\frac{Z_1 + Z_3}{K} = E \quad (4.37)$$

Бу ерда E – бутун сон, K – Сателлитлар сони

Шундай қилиб K сателлитли механизмни йиғиш учун марказий ғилдираклар тишлари сонининг йиғиндисини сателлитларнинг сонига нисбати бутун сон бўлиши керак. Бу шарт K сателлитли планетар механизмни йиғиш кафолатини беради.

Синтез масаласини ечишда планетар механизмни Z_2 ва Z_3 ғилдираклари тишларининг сони юқоридаги тенгламаларни биргаликда ечиш жараёнида танлаш усули билан аниқланади.

Мисол: Узатиш нисбати $U_{1H}=5.6$ бўлган Жемсни планетар механизми лойиҳалансин (4.12 шакл)

Биринчи ғилдиракни тишлар сони $Z_1=18$ қабул қилайлик.

(4.22) дан учинчи ғилдиракни Z_3 тишлар сонини аниқлаймиз.

$$U_{1H} = 1 - U_{13}^{(H)} = 1 + \frac{Z_3}{Z_1}$$

Бундан $Z_3 = (U_{1H} - 1)Z_1 = (5.6 - 1) \cdot 18 = 82.8$

Z_3 сони касрли бўлгани учун бошқа ечимни излаш керак.

Иккинчи вариантдаги ечимда $Z=20$ қабул қилайлик. Бунда

$$Z_3 = (U_{1H}-1)Z_1 = (5.6-1)*20=92$$

Натижа маъкулдир.

Қўшничилик (4.25) шартидан сателлитни Z_2 тишлар сонини аниқлаймиз.

$$Z_2 = \frac{Z_3 - Z_1}{2} = \frac{92 - 20}{2} = 36$$

$E=36$ бутун сон бўлгани учун йиғиш шarti бажарилади. Сўнгра лойиҳаланадиган механизмни қўшничилик шartiга (4.31) текшираимиз.

$$\sin \frac{\pi}{K} \succ \frac{Z_2 + 2}{Z_1 + 2} \text{ тенгсизликни чап ва ўнг томони қийматларини аниқлаб}$$

солиштирамиз:

$$\sin \frac{180}{1} = \sin 45^\circ = 0.7071 \text{ ва } \frac{Z_2 + 2}{Z_1 + Z_2} = \frac{36 + 2}{20 + 36} = \frac{38}{56} = 0.6785$$

Ҳисоб натижалардан ($0.7071 > 0.6785$) қўшничилик шarti бажарилганини ва сателлитлар бир-бирига тегмаслигини таъкидлаш мумкин.

Шундай қилиб лойиҳаланган планетар механизмда тишлар сони $Z_1=20$, $Z_2=36$, $Z_3=92$ бўлиши керак.

5. «Механизмларнинг синтези» фанидан курс ишини бажариш кўрсатмалари ва вазифалари.

Талабалар назарий қисмда олган билимларни амалий масалаларни ечишда қўллаш мақсадида курс ишини мустақил тарзда бажарадилар.

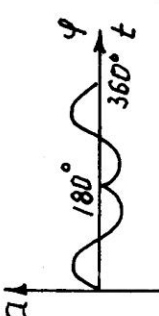
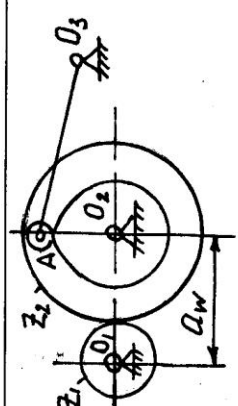
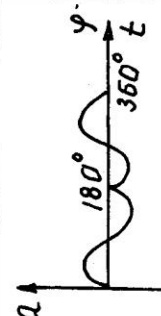
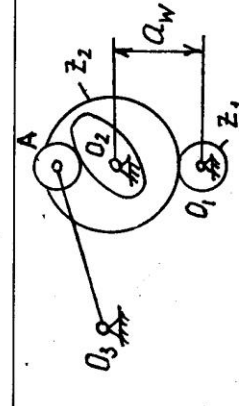
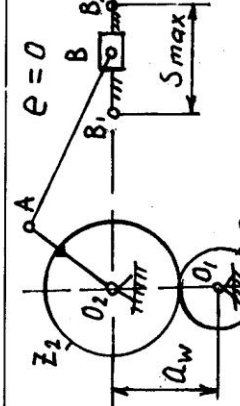
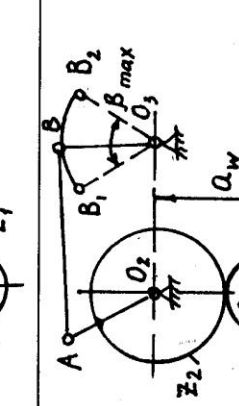
Шу мақсадда курс ишининг вазифалари ва уларни бажариш тартиби ушбу қўлланмада баён қилинган.

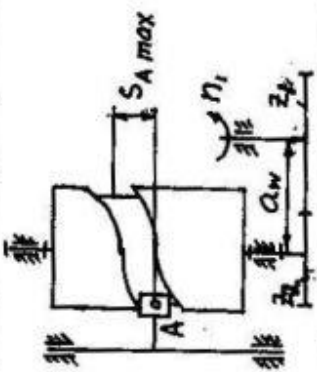
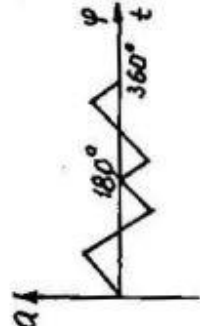
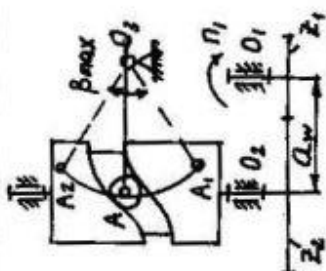
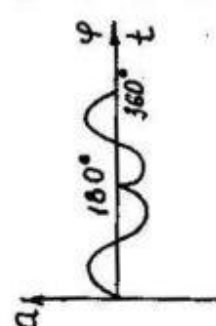
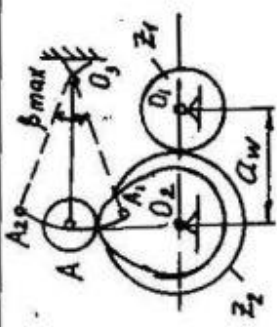
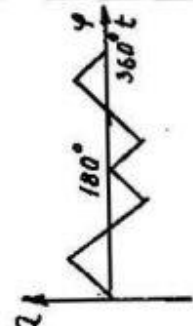
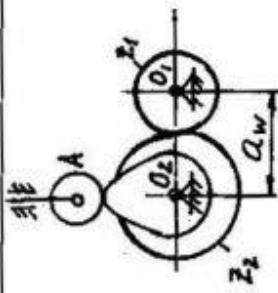
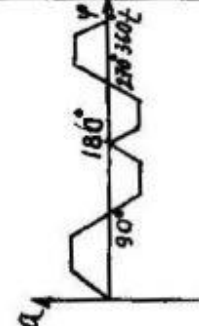
Вазифаларни график ёки аналитик усулда компьютер воситасида автоматик лойиҳалаш системасидан фойдаланиб, бажариш мақсадга мувофиқдир.

5.1. Курс иши вазифалари.

Техникада кўпроқ турли қўшма механизмлар қўлланилади. Уларга тишли – ричагли ва тишли – муштумчали механизмларни мисол келтириш мумкин.

Юқоридагиларни назарга олиб синтез вазифаларини бажариш учун турли вазифалар тузилади. Вазифаларда синтезнинг кирувчи параметрлари ва механизмнинг кинематик схемаси келтирилган. (1 – жадвал).

Синтезнинг қирувчи параметрлари										Механизмни кинематик схемаси	Тезланиш графиги	Механизмни кинематик схемаси
№	n_1 аил/ мм	Z_1	u_{12}	a_w мм	m мм	$s_{A \max}$ мм	$l_{O_3 A \max}$	$[v]$ град.	r рол мм K	$\beta_{\max}$ град		
1	306	16	27/16	352	16	50	210	60	30			
2	240	15	17/15	280	17	45	250	55	30			
3	360	17	27/17	360	16	50			K-1,1			
4	240	14	16/14	370	18		$l_{BC}=420$ мм		K-1,2	40		

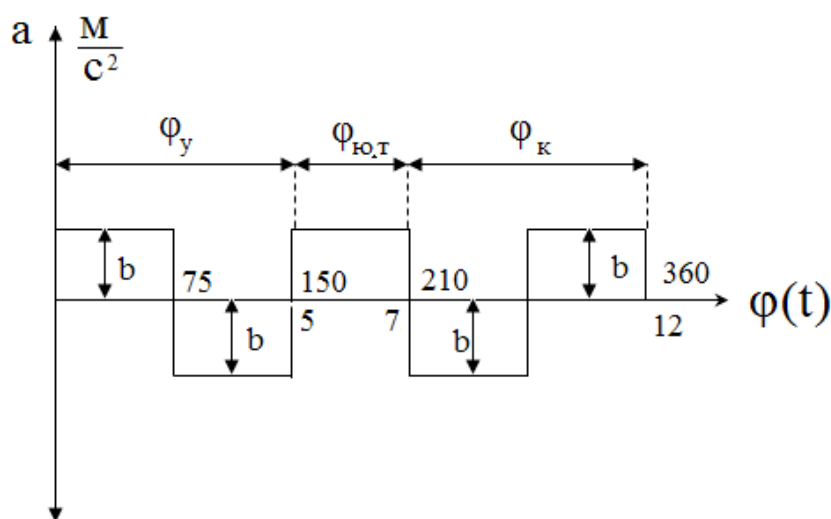
5	300	12	19/12	390	18	50			60	30													
6	240	18	24/12	316	17			500	50	30	40												
7	240	16	24/16	266	16			240	60	30	35												
8	180	15	17/15	248	16	35			60	30													

Мисол тарзида биринчи вазифани кўрайлик. Қуйида баъзи вазифаларни бажариш усули келтирилган.

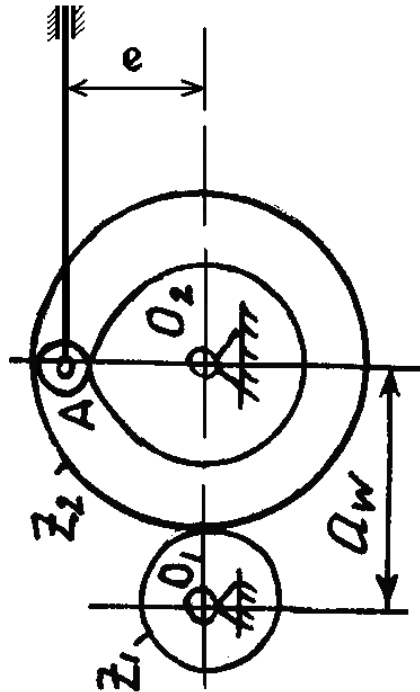
Вазифа 1. Тишли муштумчали механизм лойиҳалансин.

Синтезнинг кирувчи параметрлари қуйидагилардир.

1. Ҳаракат қилувчи тишли ғилдиракнинг айланиш частотаси $n_1 = 360$ айл/мин
2. Ҳаракат қилувчи тишли ғилдиракнинг тишлар сони $Z_1 = 16$
3. Узатиш нисбати $U_{12} = 19/12$
4. Ўқлараро масофа $a_{\omega} = 290$
5. Илашиш модули $m = 18\text{mm}$
6. Турткични максимал ҳаракат масофаси $S_{\max} = 50\text{mm}$
7. Турткичнинг узунлиги $l_{\text{озА}} = 220\text{mm}$
8. Рухсат этилган узатиш бурчаги $[\gamma] = 60^\circ$
9. Тезланишни ўзгариши графиги



10. Дезаксиал $e=10\text{ мм}$
11. Роликнинг радиуси $r_{\text{рол}} = 30\text{мм}$
12. Механизмнинг кинематик схемаси



Синтезнинг чиқувчи параметрлари:

а) Тишли узатма учун;

1. Иккинчи гилдиракни тишлар сони Z_2 ;
2. Бошланғич r_0 , бўлувчи r , асосий r_b , ва бош қисми r_f айланалар радиуслари;
3. Илашиш бурчаги α_w ;
4. Рейка асбобини суммар силжиш коэффиценти X_Σ ;
5. Илашиш қадами P_w ;
6. Қопланиш коэффиценти ϵ ;
7. Тиш профилини лойихалаш;

б) Муштумчали механизм учун;

1. Турткични тезлик ва масофа графиклари;
2. Механизмнинг асосий ўлчамлари: муштумчани R_0 минимал радиуси ва дезаксикал e ;

Вазифа қуйидаги тартибда бажарилади

Берилган механизмни структура анализи бажарилади. Бунда структура формуласидан фойдаланилади.

Фазовий механизмлар учун Солов – Малишев (5.1) текис механизмлар учун Чебышев (5.2) формуласидан фойдаланилади.

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1 + q \quad (5.1)$$

$$W = 3n - 2p_5 - p_4 + q \quad (5.2)$$

Бу ерда n - ҳаракатланувчи бўғинлар сони p_5, p_4, p_3, p_2, p_1 – турли синфдаги кинематик жуфтларнинг сони.

q – ортиқча боғланиш.

Механизмни оптимал структурали бўлиши учун q – ортиқча боғланишни йўқотиш керак. (5.1) ифодадан q ни аниқлаймиз;

$$q = W - 6n + 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 + 2p_2 + p_1$$

Ҳисобланган ортиқча боғланиш сонига қараб кинематик жуфтларнинг синфи пасайтирилади. Масалан $q = 3$ бўлса кинематик жуфтларнинг синфи 3 га пасайтирилади. 5 – синфли кинематик жуфт 4 ёки 3 – синфга, 4 – синфли эса 3 ёки 2 – синфга алмаштирилади.

5.2 Тишли узатмани чиқувчи параметрларини аниқлаш.

5.2.1 Иккинчи ғилдиракни тишлари сони

$$U_{1-2} = \frac{z_2}{z_1}; \quad z_2 = u_{12} \cdot z_1 = \frac{19}{12} \cdot 12 = 19$$

5.2.2

$$u_{21} = \frac{1}{u_{12}} = \frac{1}{\frac{19}{12}} = \frac{12}{19}$$

5.2.3 Илашиш бурчаги

$$\begin{aligned} \alpha_w &= \arccos \frac{m(z_1 + z_2) \cos \alpha_0}{2a_w} = \arccos \frac{18(12 + 19) \cos 20^\circ}{2 \cdot 290} = \arccos \frac{688 \cdot 0.9397}{704} = \\ &= \arccos \frac{636}{704} = \arccos 0.9 = 25^\circ 48' \end{aligned}$$

$$\alpha_w = \frac{\pi}{180^0} \alpha_w = \frac{3.14}{180} \cdot 25^0 48^1 = 0.45 \text{ рад}$$

5.2.4 Илашиш қадами

$$P_\omega = \frac{2\pi a_\omega}{z_1 + z_2} = \frac{2 \times 3.14 \times 296}{12 + 19} = 58.75 \text{ мм}$$

5.2.5 Асосий айланалар радиуслари

$$r_{b_1} = \frac{mz_1}{2} \cos \alpha_0 = \frac{18 \times 16}{2} \times 0.94 = 101.5$$

$$r_{b_2} = \frac{mz_2}{2} \cos \alpha_0 = \frac{18 \times 19}{2} \times 0.94 = 161$$

5.2.6 Бошланғич айланаларнинг радиуслари

$$r_{\omega_1} = \frac{r_{b_1}}{\cos \alpha_\omega} = \frac{101.5}{\cos 25^0 48'} = \frac{105.1}{0.9} = 112$$

$$r_{\omega_2} = \frac{r_{b_2}}{\cos \alpha_\omega} = \frac{161}{0.9} = 178$$

5.2.7 Тишни қалинлиги ва икки тишни оралиғи

$$S_\omega = l_\omega = 0.75P_\omega = 0.5 \times 58.75 = 29.3$$

5.2.8 Силжиш коэффиценти

$$X_\omega = \frac{(z_1 + z_2)(\operatorname{tg} \alpha_\omega - \alpha_\omega - \operatorname{tg} \alpha_0 + \alpha_0)}{2 \operatorname{tg} \alpha_0} = \frac{(12 + 19)(\operatorname{tg} 25^0 48' - 0.45 - \operatorname{tg} 20^0 + 0.35)}{2 \times 0.364} = 0.85$$

5.2.9 Агар $z_1 < 17$ бўлса

$$x_1 = \frac{17 - z_1}{17} = \frac{17 - 12}{17} = 0.3$$

$$x_1 < \frac{x_\Sigma}{2} \text{ бўлгани учун } x_1 = x_2 = \frac{x_\Sigma}{2} = \frac{0.85}{2} = 0.43$$

5.2.10 Тишни ботиқлик айланалар радиуслари

$$r_{f_1} = \frac{mz_1}{2} - 1.25m + mx_1 = \frac{18 \times 12}{2} - 1.25 \times 18 + 18 \times 0.43 = 93.24$$

$$r_{f_2} = \frac{mz_2}{2} - 1.25m + mx_2 = \frac{18 \times 19}{2} - 1.25 \times 18 + 18 \times 0.43 = 156.24$$

5.2.11 Тиш учи айланаси радиуси

$$r_{a_1} = a_\omega - r_{f_2} - 0.25m = 290 - 156.24 - 0.25 \times 18 = 129.26$$

$$r_{a_2} = a_\omega - r_{f_1} - 0.25m = 290 - 93.24 - 0.25 \times 18 = 192.2$$

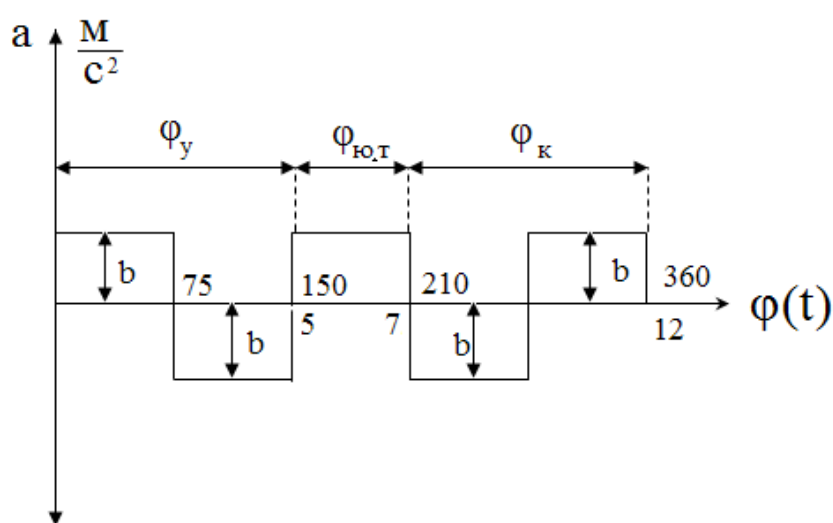
5.2.12 Қопланиш коэффициенти

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{r_{a_1}^2 - r_{b_1}^2} + \sqrt{r_{a_2}^2 - r_{b_2}^2} - a_\omega \sin \alpha_\omega}{P_\omega \cos \alpha_\omega} =$$

$$= \frac{\sqrt{129.26^2 - 101.5^2} + \sqrt{192.26^2 - 160.7^2} - 290 \times \sin 25^\circ 48'}{58.75 \times 0.9} = 1.05$$

5.3 Муштумчали механизмни чиқувчи параметрларини аниқлаш.

Вазифани ечишни аналитик усулини қўллаймиз. Тезланишни ўзгариш қонунини назарга олсак ординаталарни узунликлари белгиланади.



$\varphi=0-75^\circ$ да	$a=b$
$\varphi=75-150^\circ$ да	$a=-b$
$\varphi=150-210^\circ$ да	$a=-b$
$\varphi=210-285^\circ$ да	$a=b$

5.3.1 Муштумчани айланиш даври

$$T = \frac{60}{n} = \frac{60}{100} = 0.6$$

5.3.2 Туртгични ҳаракат даври

$$t_{u.u} = T \times \frac{300^0}{360^0} = 0.5$$

5.3.3 Турткични узоқлашиш ва қайтиш вақти

$$t_y = t_k = \frac{t_{u.u}}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25$$

5.3.4 Тезликни ўзгариш қонуни аниқланади

$$V = \int a dt = \int b dt = bt + c_1$$

$t=0$ бўлганда $V=0$ ва $C_1=0$ натижада $V=bt$

5.3.5 Турткични силжиш қонуни аниқланади

$$S = \int V dt = \int b dt = \frac{bt^2}{2} + C_2$$

$t=0$ бўлганда $S=0$ ва $C_2=0$ натижада $S = \frac{bt^2}{2}$

5.3.6 Турткични ҳаракатида $a = \text{const}$ назарга олиб (2) дан фойдаланиб тезланишни сон қиймати аниқланади.

$$S_{\max} = \frac{bt_{\max}^2}{2}$$

Бу ерда $t_{\max} = 0.25$ с турткични узоқлашиш ёки қайтиш вақти

$$S_{\max} = 0.05 \quad b = a = \frac{2S_{\max}}{t_{\max}^2} = \frac{2 \times 0.05}{0.25^2} = 1.6$$

5.3.7 Турткични тезланишини ўзгариш графиги чизилади

5.3.7.1 Тезланиш ўқи масштаби аниқланади.

$$\mu_a = \frac{a}{a} = \frac{1.6}{25} = 0.064$$

5.3.7.2 Муштумчани айланиш масштаби ҳисобланади

$$\mu_\varphi = \frac{360^0}{180_{mm}} = 2^{\circ rad} / mm$$

$$\mu_\varphi = 2 \frac{\pi}{180} = 0.035^{\circ rad} / mm$$

5.3.7.3 Муштумчани айланиш вақти масштаби аниқланади

$$\mu_t = \frac{T}{180} = \frac{0.6}{180} = 0.0033^{\circ} / mm$$

5.3.8 Тезлик графигини чизиш учун тезланишни ўзгариши қонунига боғлиқ турткични узоқлашишида ёки қайтишида тезликни максимал қиймати ҳисобланади.

$$V_{\max} = \frac{at_y}{2} = \frac{at_k}{2} = \frac{1.6 \cdot 2}{2} = 0.2 \text{ м/с}$$

5.3.8.1 Тезлик графиги ордината ўқи масштаби ҳисобланади

$$\mu_v = \frac{V_{\max}}{40_{\text{мм}}} = \frac{0.2}{40} = 0.005 \text{ м/с мм}$$

Бу ерда $V_{\max}$ графикдан олинади.

5.3.8.2 Абцисса ўқи масштаби тезланиш графигидан 5.3.7.2 пунктда келтирилган

5.3.9 Турткични силжиш графигини чизиш учун 0-5 (0-75⁰) интервалда вақт аниқланади.

$$t_i = \frac{T}{12} = \frac{0.6}{12} = 0.05 \text{ с}$$

5.3.9.1 t_i интервалдаги силжиш 5.2 ифодадан аниқланади.

Ҳисобларни жадвалда кўрсатилади.

Муштумча бир марта айланганда турткични силжиши ҳисоби.

t_i^2	0	0.0025	0.01	0.0225	0.04	0.0625
$S=at_i^2/2$	0	0.002	0.008	0.018	0.032	0.05

5.3.9.2 5-7 интервалда турткич юқори ҳолатда бўлиб сўнгра узоқлашишдагига ўхшаш симметрик ҳолатга қайтади.

Силжиш графиги масштаби ҳисобланади.

$$\mu_s = \frac{S_{\max}}{Y_{S_{\max}}} = \frac{0.05}{50} = 0.001 \text{ м/мм}$$

Бу ерда $S_{\max}$ -турткични берилган максимал силжиш масофаси

$Y_{S_{\max}}$ -графикни максимал ординатаси.

5.4. μ_s -масштабида силжиш графиги қурилади.

АДАБИЁТЛАР:

1. Артоболевский И.И «Теория механизмов и машин» Москва 1988 г.
2. Петров С.А «Курсовое проектирование по теории механизмов и механика машин» Москва 1986 г.
3. Левитский И.И «Кулачковые механизмы» Москва 1964 г.
4. Эфрос Л.Е «Механика и конструктивные расчеты ровничных машин» Москва 1967 г.
5. Гавриленко В.А «Основы теории эвольвентной зубчатой передачей» Москва 1969 г.
6. Кирдяев Ю.Н «Многотонные передачи дифференциального типа» Москва 1981 г.

МУНДАРИЖА

Сўз боши.....	2
1. «Муштумчали механизмларнинг динамик синтези» мавзусида топшириқни бажариш тартиби.....	2
1.1 Динамик синтезнинг аҳамияти.....	2
1.2 Ҳаракатни узатиш бурчаги (ёки босим бурчаги) ҳақида тушунча.....	3
1.3 Узатиш бурчаги ва муштумчани R_0 минимал радиуси орасидаги боғланиш.....	9
1.4 Муштумчали механизмнинг R_0 ва e асосий ўлчамларини аниқлаш усуллари.....	11
1.5 График интеграллаш.....	14
1.6 Илгариланма турткичли муштумчали механизмда R_0 – минимал радиус ва e – дезаксикални аниқлаш.....	15
1.7 Тебранма турткичли муштумчали механизмда R_0 минимал радиусни аниқлаш.....	17
1.8 Турткич ва муштумчани туташтириб турувчи пружинани танлаш.....	19
1.9 Муштумчанинг профилини аниқлаш.....	23
1.10 Фазовий муштумчали механизмларни лойиҳалаш бўйича қисқа кўрсатмалар.....	38
1.11 «Муштумчали механизмларни динамик синтези» мавзусидаги топшириқни бажаришга оид мисол.....	40
2. Ричагли механизмларнинг кинематик синтези.....	45
2.1 Механизмларнинг кинематик синтез терминлари.....	48
2.2 «Ричагли механизмларни синтези» вазифасини бажариш тартиби.....	48
2.3 Фазовий ричагли механизмларни синтези.....	74
3. «Тишли механизмларни синтези» вазифасини бажаришнинг тартиби.....	82
3.1 Синтезнинг кирувчи параметрлари.....	82
3.2 Синтезнинг чиқувчи параметрлари.....	82
3.3 Тишли илашишнинг элементларини чизиш.....	85
3.4 Амалий илашиш чизиғи, ёйи ва тишлар профилларининг ишчи қисмини қуриш.....	87
3.5 Илашиш ёйи.....	88
4. «Эпициклик механизмларни синтези» вазифасини бажариш учун кўрсатмалар.....	88
4.1 Эпициклик механизмларнинг турлари.....	89
4.2 Эпициклик механизмларни кинематик таҳлили.....	97
4.3 Планетар механизмларнинг синтези.....	106
5. «Механизмларнинг синтези» фанидан курс ишини бажариш кўрсатмалари ва вазифалари.....	112
5.1 Курс иши вазифалари.....	113
5.2 Тишли узатмани чиқувчи параметрларини аниқлаш.....	118
5.3 Муштумчали механизмни чиқувчи параметрларини аниқлаш.....	120
5.4 μ_s -масштабида силжиш графиги қурилади.....	122
Адабиётлар.....	123

**АБДУКАРИМОВ ТАЛЪАТ
ТУРКМЕНОВ ХАСАН ИШИМОВИЧ**

«МЕХАНИЗМЛАР СИНТЕЗИ»

Уқув қулланма

Мухаррир: Ҳажиев М.Х,

Босишга рухсат этилди 14.10.2008 й Қўғоз ўлчами 60x84,1/16

Ҳажми 8.13 б.т. 30 нусха. Буюртма № _____

ТИМИ босмохонасида чоп этилди

Тошкент 700000, Қори-Ниязий кўчаси 39 уй