Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Жиззах Политехника институти

“МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАР НАЗАРИЯСИ”
ФАНИДАН АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРИНИ БАЖАРИШГА ДОИР

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

5140 900 **“**Касб таълими” (Транспорт воситаларини ишлатиш)

5521200 “Транспорт воситаларини ишлатиш”

5630100 “Қишлоқ хўжалигини механизациялаш” йўналишлари бўйича таҳсил олаётган талабалар учун

Жиззах - 2008

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта Махсус
Таълим Вазирлиги
Жиззах Политехника институти

“МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАР НАЗАРИЯСИ”

ФАНИДАН АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРИНИ БАЖАРИШГА

ДООИР

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

ЖизПИ илмий-услубий
кенгашида нашрга
тавсия этилган
Баённома № 2
«23» 11 2008 й

Жиззах - 2008

Олий ўқув юртларида «Машина ва механизмлар назарияси» фанидан амалий машғулотларни бажаришга доир услубий қўлланма, Жиззах, 2008 – 63 бет. 5140 900 “Касб таълими” (Транспорт воситаларини ишлатиш), 5521200 “Транспорт воситаларини ишлатиш”, 5630100 “Қишлоқ хўжалигини механизациялаш” йўналишлари бўйича таълим олувчи талабалар учун улар эгаллаган назарий билимларини мустаҳкамлаш, чуқурлаштириш ҳамда машина ва механизмларнинг тузилиши, уларга таъсир этувчи кучлар, моментлар, берилган топшириқ бўйича уларни лойиҳалашни ўргатади. Машина ва механизмларнинг таркибий қисмлари, уларнинг мақбул ўлчамларини танлаш, ўлчамларни олишда қўлланиладиган асбоб ва ускуналар билан ишлашда дастлабки кўникмалар ҳосил қилишларига ёрдам беради.

Муаллифлар: т.ф.н., доцент Қ. Мухиддинов,
катта ўқитувчи О.Р. Қўйчиев

Услубий қўлланма «Автотранспорт» факультети илмий-услубий кенгаши мажлисининг «20» нояб 2008 йил № 4 сонли қарори билан тасдиқланган.

Факультет декани: доц. Рахматуллаев М.
М.Ў. (имзо) (унвони, фамилияси, исми, шарифи)

Услубий қўлланма «Фермер ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш» кафедрасининг 2008 йил «7» нояб даги № 6 сонли қарори билан тасдиқланган.

Кафедра мудири: доц. Мухиддинов Қ.
(имзо) (унвони, фамилияси, исми, шарифи)

Тақризчилар:
1. С.Убайдуллаев, т.ф.н. доцент, (Жиззах Политехника институти)
2. Т.Абдуазизов, т.ф.н., доцент (Жиззах Политехника институти)

Жиззах Политехника институти, 2008

МУНДАРИЖА

1	Кириш..	*6*
2	Механизмларнинг тузилиши бўйича таснифлаш ва синтезлаш.......................	*7*
3	Текис ричагли механизмлар ҳолатларини аниқлаш	*15*
4	Чизиқли тезлик ва тезланишларни поляр планлар ёрдамида аниқлаш	*19*
5	Механизмларни куч ҳисоби. Жуковский ричаги.	*26*
6	Келтирилган куч ва момент. Келтирилган масса ва инерция моменти	*31*
7	Қаторли тишли узатмалар кинематикаси........................	*37*
8	Пағонали мураккаб тишли узатмаларни кинематикаси	*41*
9	Қўзғалувчан ўқли мураккаб тишли узатмаларни кинематикаси.	*44*
10	Муштакли (кулочокли) механизмларни профиллаш	*48*
10	Адабиётлар..	*59*
11	Иловалар...	*60*

КИРИШ

Машина ва механизмлар назарияси – турли механизмлар, машиналар механикасини тузилиши (структура), кинематик ва динамик жиҳатдан таҳлил қилиш ҳамда синтез қилиш усулларини ўрганувчи фан.

Услубий қўлланма 5140 900 Касб таълими (Транспорт воситаларини ишлатиш), 5521200 “Транспорт воситаларини ишлатиш”, 5630100 “Қишлоқ хўжалигини механизациялш” таълим йўналиши дастури асосида ёзилган бўлиб, ундан мазкур таълим йўналиши бўйича таълим олаётган талабалар фойдаланишлари мумкин.

Қўлланманинг ҳар бир мавзусининг охирида материални ўзлаштиришга ёрдам берадиган назорат саволлари келтирилган.

Машина ва механизмлар назарияси фанининг асосий базаси - математика, физика ва назарий механика фанлари бўлиб, талабалар бу фанлардан тайёргарлик кўрган бўлишлари керак.

Машина ва механизмлар назарияси фанининг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат:

- талабаларга механизмлар, машиналарни тадқиқ этиш ва лойиҳалашнинг умумий усулларини ўргатади, талабаларни механизмлар ёрдамида ҳаракатга келтиришнинг умумий принципларини, механик системанинг кинематик ва динамик хоссаларини белгиловчи, машина таркибига кирувчи механизмларнинг ўзаро таъсирини ўргатади;
- талабаларга машина ва механизмларни лойиҳалашга, механизмларнинг маъқул параметрларини берилган ишлаш шароитига кўра аниқлашга ёндошишни ўргатади;
- машина ва механизмларнинг кинематик ва динамик параметрларини аниқлаш учун ўлчов воситаларидан фойдаланиш кўникмаларини ҳосил қилади.

Амалий машғулот № 1

Мавзу : МЕХАНИЗМЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ БЎЙИЧА ТАСНИФЛАШ ВА СИНТЕЗЛАШ

РЕЖА:

Механизмларнинг тузилиши бўйича асосий қисмлари ва элементлари ва кинематик схемаларда қўлланиладиган шартли белгилар билан танишиш, механизмларнинг кинематик схемаларини қўриш усулларини ўрганиш.

Механизмларнинг тузилиши бўйича таҳлили

Механизм - қаттиқ жисмлар бўғинлар мажмуаси бўлиб, улар бир ёки бир неча жисм ҳаракатини бошқа жисмларнинг аниқ қонуниятга амал қилувчи ҳаракатига айлантириб бериш учун хизмат қилади. Шу сабабли механизмлар энг содда кўринишдан тортиб анча мураккаб ва ҳар хил тузилишга эга бўлади.

Механизмларнинг амалга оширадиган ҳаракат турлари, уларни ўзгартириш усуллари, эркинлик даражаси каби асосий хусусиятлари уларнинг тузилиши билан белгиланади. Механизмни ҳосил қилиш, яъни унинг алоҳида қисмларини ягона тизимга бирлаштириш учун турли боғланишлар қўлланилади. Механизм тузишда бу боғланишларнинг тўғри тақсимланиши унинг ишончли ишлашига катта таъсир қилади. Шу сабабли, лойиҳалашда кўпгина турли хил механизмлардан энг мосини танлаш ва унинг асосий таркибий қисмларини тўғри танлаш зарур бўлади. Бунинг учун эса, аввало, замонавий механизмларининг асосий турларини, уларнинг тузилиш хусусиятларини ҳамда тузилиш қонуниятларини билиш зарур бўлади.

Юқорида зикр этилганидек, механизм бўғинлардан ташкил топган бўлади.

Бўғин - деб бир ёки бир нечта деталнинг қўзғалмас бирикмасига айтилади. Бўғинлар икки турга бўлинади :

- қўзғалмас бўғин ёки устун, схемаларда бу турдаги бўғинлар штрихланган бўлади
- қўзғалувчан бўғинлар, улар эса ҳаракатланиш характерига қараб фарқланадилар.

Масалан, қўзғалмас ўқ атрофига тўлиқ айланма ҳаракат қилувчи бўғинлар - кривошиплар; ўша ўқ атрофида тебранма ҳаракатланувчи бўғинлар эса коромисло; бир вақтнинг ўзида илгариланма ва айланма ҳаракатланувчи бўғинлар эса шатун деб аталади.

Бундан ташқари бўғинларни етакчи ва етакланувчи турларга ҳам бўлинади. Ҳаракат қонуни бериладиган бўғин одатда, етакчи ёки бош бўғин деб аталади. Механизмдаги етакчи бўғиннинг аниқ ҳолати колган бўғинларнинг аниқ ҳолатини белгилайди. Механизм қилиши лозим бўлган ҳаракатни амалга оширувчи бўғин эса етакланувчи бўғин дейлади.

Бўғинлар ўзаро кинематик жуфтлар орқали боғланган бўлади.

Кинематик жуфт деб, икки бўғиннинг ўзаро нисбий ҳаракатига имкон берадиган боғланишга айтилади. *Боғланиш элементлари – сирт, чизиқ ёки нуқта* бўлиши мумкин.

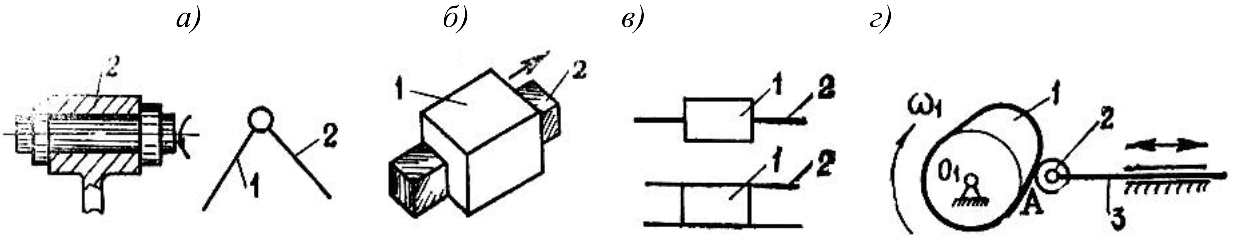
Бўғинларнинг ўзаро боғланиш характерига қараб кинематик жуфтлар қўйидаги турларга бўлинади:

- *қўйи жуфт*, бунда кинематик жуфтни ташкил этувчи бўғинлар ўзаро сирт ёки юза орқали боғланган бўлади;
- *олий жуфт*, бунда эса бу бўғинлар ўзаро чизиқ ёки нуқта орқали боғланган бўлади.

Бундан ташқари кинематик жуфтлар уларни ташкил этувчи бўғинларнинг ўзаро нисбий ҳаракатидаги эркинлик даражасига ва уларга қўйиладиган боғланишлар (чекланишлар) сонига қараб ҳам бешта синфга бўлинади. Қўлланмада асосан тўртинчи ва бешинчи синфга мансуб кинематик жуфтлар кўрилади. Чунки бажариладиган лойиҳаларда асосан шу синфдаги кинематик жуфтлар қўлланилган.

Масалан, айланма жуфтлик (1.1 - *а* шакл) - қўзғалувчанлиги битта бўлган жуфт (шартли белгиланиши 1.1 – *б* шакл).

Бу жуфтликнинг бўғинлари ўз ўқи атрофида фақат нисбий айланма ҳаракат қилади. *1* ва *2* бўғинлар цилиндрсимон юза орқали ўзаро уринади, демак бу жуфтлик қўйи кинематик жуфтга мансуб экан. Мураккаб конструкция - шарикли подшипник ҳам ана шу жуфт ролини ўйнади.



1.1- шакл.

Илгариланма жуфтлик - (1.1 - *в* шакл) қўзғалувчанлиги бирга тенг бўлган (шартли белгиланиши 1.1-*г* шакл), бўғинлари ўзаро фақат тўғри чизиқли нисбий илгариланма ҳаракат қиладиган қўйи кинематик жуфт.

Қўйи кинематик жуфтни ташкил этувчи бўғинларнинг ўзаро уриниш сиртлари катта бўлганлиги учун бу жуфтлар ёрдамида қиймати катта бўлган кучларни ҳам узатиш мумкин, аммо бу жуфтда ишқаланиш кўп бўлади.

Олий кинематик жуфтлар эса ишқаланишни камайтириб, улар ёрдамида етакланувчи бўғин учун ҳоҳлаган ҳаракат қонунини олиш мумкин. Бу жуфтларга кулочокли (1.1 – *в* шакл) ва тишли механизмлар мисол бўлади.

Бўғинларнинг кинематик жуфтлар орқали боғланган группаси <u>*кинематик занжир*</u> дейилади. Кинематик занжирлар оддий ва мураккаб, очиқ ва ёпиқ бўлиши мумкин. Оддий кинематик занжирларда ҳар бир бўғин иккитадан ортиқ кинематик жуфт ҳосил қила олмайди. Мураккаб кинематик занжирда иккитадан ортиқ кинематик жуфт ҳосил қила оладиган бўғин бўлади. Очиқ кинематик занжирда шундай бўғин борки у фақат битта кинематик жуфт ҳосил қилган бўлади. Ёпиқ кинематик занжирда эса иккитадан кам кинематик жуфт хосил қилган бўғин бўлмайди. Механизмни ёпиқ кинематик занжирнинг хусусий кўриниши деб қараш мумкин. Чунки унда бўғинларнинг бири қўзғалмас қилиб қотирилган бўлади. Кинематик занжир тушунчасидан фойдаланган ҳолда механизмга таъриф бериш ҳам мумкин: *механизм шундай ёпиқ кинематик занжирки, ундаги бир ёки бир неча бўғинга ҳаракат берилганда қолган бўғинлар аниқ ҳаракат қилади.*

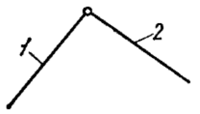
Ҳаракат қонуни белгиланган бўғин, одатда, етакчи ёки бош бўғин дейилади. Юқорида келтирилган таърифга кўра, механизмдаги етакчи бўғинларнинг аниқ холати қолган бўғинларнинг аниқ ҳолатини белгилайди.

Механизмнинг тузилишини текшириш учун унинг схемасини чизиш кифоя. Механизмни кинематик ва кинетостатик текшириш учун эса унинг кинематик схемаси бўлиши шарт.

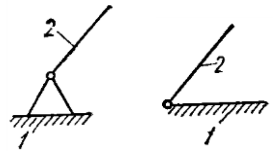
<u>***Механизм схемаси***</u> деб ундаги бўғинлар ва кинематик жуфтларнинг масштабга риоя қилинмаган ҳолда, шартли белгилашлар орқали график тасвирланишига айтилади. Масштабга риоя қилинган ҳолда қўрилган схема <u>***кинематик схема***</u> деб аталади.

Механизмлар турли аломатларига кўра таснифланади. Биринчи навбатда улар қўйи ва олий жуфтли механизмларга бўлинади: бундай механизмлар текис ёки фазовий бўлиши мумкин. Ҳамма ҳаракатланувчи бўғинлари ўзаро параллел текисликларда ҳаракатланадиган механизм текис механизм дейилади. Бўғинлари ўзаро кесишувчи текисликларда ҳаракатланадиган механизмлар фазовий механизмлар дейилади.

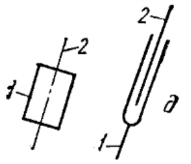
Икки жуфт ҳосил қилувчи ҳаракатланувчи бўғин | Учта кинематик жуфт ҳосил қилувчи ҳаракатланувчи бўғин | Қўзғалмас бўғин



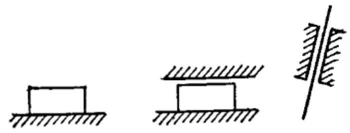
Иккита ҳаракатланувчи бўғиннинг бўғинларнинг айланма кинематик жуфт ҳосил қилиши



Қўзғалмас ва қўзғалувчан айланма кинематик жуфт ҳосил қилиши

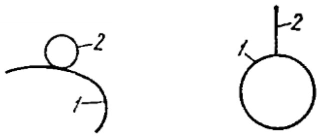


Қўзғалувчан бўғинларнинг илгарилама бўғинларнинг кинематик жуфт ҳосил қилиши



Қўзғалувчан ва қўзғалмас илгарилама кинематик жуфт ҳосил қилиши

Тишли ғилдиракларда тишларнинг бўғинларнинг кинематик боғланиши



Кулачокли механизмларда кинематик боғланиши

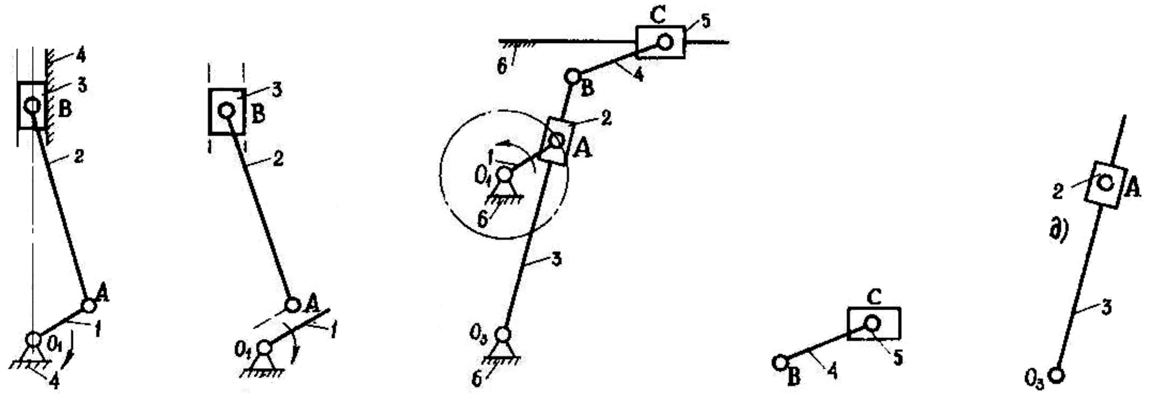
1.2 – шакл.

Қўйи жуфтли текис механизмларга мисоллар:

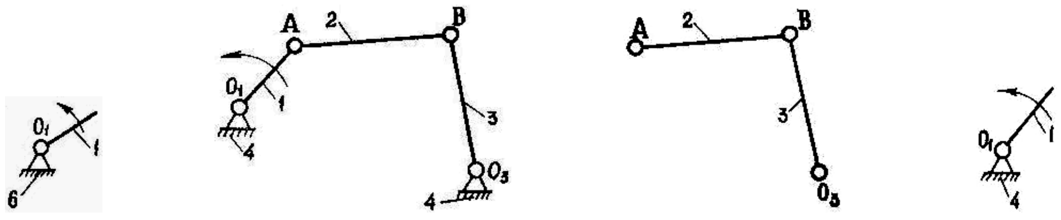
1. Кривошип - ползунли механизм (1.3 – *а* шакл) энг кўп тарқалган механизмлардан бўлиб, у ички ёнув двигателларида, компрессорлар ва насослар, болғаловчи машиналар, пресслар ва ҳакозаларда асосий механизм ҳисобланади. Бу механизмларда: *1* – кривошип, *2* – шатун, *3* – ползун, *4* - устун деб номланган.

2. Шарнирли тўрт бўғинли механизм, (1. 3 – *ж* шакл) бир турдаги айланма (тебранма) ҳаракатни бошқа турдагисига айлантириб бериш учун хизмат қилади ва бўғинларининг ўлчамларига қараб кривошип-коромисло, икки кривошипли ва икки коромислоли бўлиши мумкин. Бу турдаги механизмлар комбайинлар, пресслар, болғаловчи машиналар, тебранувчи конвейерлар, прокат станлари, илашиш муфталари ва хакозаларда қўлланилади. Бу ерда: 1 – кривошип, 2 – шатун, 3 – коромисло, 4 – устун.

а) *б)* *в)* *г)* *д)*



ж) *и)* *и)* *к)*



1.3- шакл

3. Кулисали механизм (1.3-*в* шакл) бир турдаги айланма ҳаракатни (*1* – бўғин ҳаракатини) бошқа турдаги айланма ҳаракатга (*3* – бўғин) ёки узлуксиз айланма ҳаракатни илгариланма - қайтма ҳаракатга ўзгартириб беради. Бу ерда: *1* – кривошип, *2* - кулиса тоши, *3* – кулиса, *4* – шатун, *5* – кулиса тоши, *6* – устун. Бу механизмлар рандалаш ва тешик ўйиш дастгоҳларида, поршенли насослар ва компрессорларда, гидроюритмаларда ва асбобларда кенг қўлланилади.

Механизмларнинг тузилиш формуласи

Турли-туман механизмлар тузилишида механизмнинг эркинлик даражасини (W) ундаги бўғинлар сони ва кинематик жуфтлар сони ҳамда турлари билан боғлайдиган умумий қонуниятлар маъжуд. Ушбу қонуниятлар механизмларнинг *тузилиш формулалари* деб юритилади.

Ҳозирги вақтда фазовий механизмларнинг тузилишини назоратда Малишев формуласи кенг қўлланилади. Текис механизмлар учун эса П.Л.Чебишев: формуласи кенг қўлланилади

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_2 - p_1, \tag{1. 1}$$

бу ерда; n – қўзғалувчан бўғинлар сони,

p_2 - қўйи кинематик жуфтлар сони,

p_1 – олий кинематик жуфтлар сони.

Механизмларни тузилиши бўйича таҳлил қилиш Ассур ғоясига асосланган бўлиб, бу ғояга асосан ҳар қандай механизмни ҳосил қилиш учун бошланғич механизмга (устун ва етакчи бўғиндан иборат бўлган механизм) қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлган Ассур гуруҳларини бирлаштириш лозим бўлади. Қўшилаётган Ассур гуруҳларининг қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлади, яъни

$$W_г = 3 \cdot n_г - 2 \cdot p_{2г} = 0\ , \tag{1. 2}$$

бундан

$$p_{2г} = \frac{3}{2} n_г, \tag{1. 3}$$

кўриниб турибдики, Ассур гуруҳидаги бўғинлар сони жуфт сонлардан, кинематик жуфтлар сони эса мос равишда *3* га каррали бўлиши лозим.

Энг оддий гуруҳ - бу бўғинлар сони иккита, кинематик жуфтлар сони учга тенг бўлган *II* синф Ассур гуруҳидир. Бу гуруҳларнинг беш тури мавжуд бўлиб, қўлланмада уларнинг биринчи учта тури қўрилади. Чунки лойиҳалаш топшириқларида механизмлар асосан *II* синфнинг биринчи, иккинчи ва учинчи турларига мансуб. 1.3 – *ж* шаклда *II* синф биринчи тур Ассур гуруҳи келтирилган. Бу гуруҳда барча жуфтлар айланмадир, бунда *А* ва O_3 жуфтлар ташқи жуфтлар ҳисобланиб, улар Ассур гуруҳини бошланғич механизм (1.*3 –к* шакл) ва устунга *(4)* бириктириш учун хизмат қилади. *В* жуфт эса ички жуфт ҳисобланиб, у гуруҳни ташкил этувчи *2* - ва *3* - бўғинларни бириктириш учун хизмат қилади. *II* синф Ассур гуруҳида ташқи жуфтларнинг бири *(В)* илгариланма - қайтма ҳаракат қилади (1.*3- б,г* шакл). *3* -чи турда эса илгариланма - қайтма ҳаракатланувчи жуфт *(А)* (1.3 – *д* шакл) ички кинематик жуфт ҳисобланади.

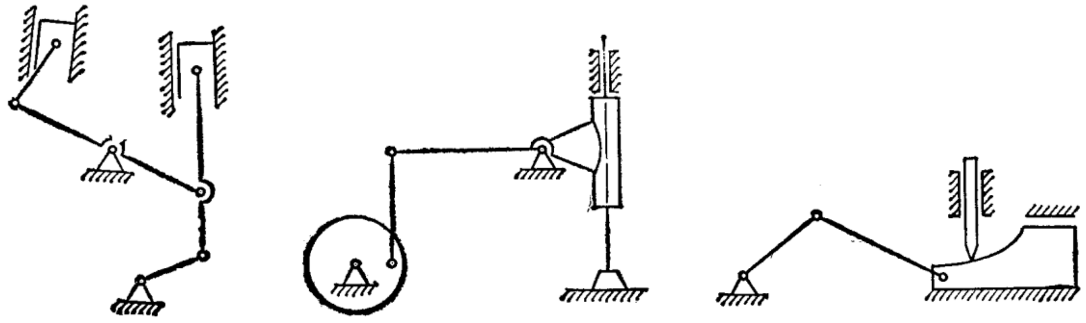
Механизмларни тузилиш бўйича таҳлил қилишдан кўзланган асосий мақсад шуки, бир синфга мансуб барча гуруҳнинг фақат ўзига таълўқли ҳисоблаш усули мавжуд, бу усулни бошқа синф гуруҳларига татбиқ этиб бўлмайди. Бу таҳлилни амалга ошириш учун етакчи бўғиндан энг узоқда жойлашган Ассур гуруҳи механизмдан ажратилади. Бунда механизмнинг колган қисмининг қўзғалувчанлик даражаси ўзгармаслиги лозим.

Мисол. Рандалаш дастгоҳининг олти бўғинли кулисали механизмини кўриб чиқамиз (1.3-*в шакл*). Бу механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлаймиз

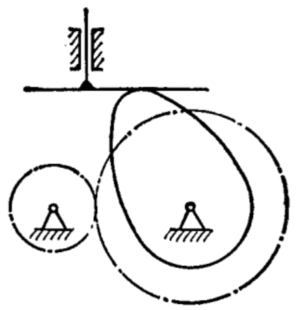
$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_2 - p_1 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1, \qquad (I.\ 4)$$

Демак, механизмда битта етакчи бўғин мавжуд. Бошланғич механизмдан энг узоқда жойлашган *4*- ва *5*- бўғинлардан иборат *II* синф *2* - тур Ассур гуруҳини ажратиб оламиз (*1.3-г шакл*), кейин 2 - ва 3 - бўғинлардан иборат *II* синф *3* - тур Ассур гуруҳини ажратамиз (*1.3-д шакл*). Қолган 1 - ва 6 - бўғиндан иборат механизм *I* синфга мансуб бошланғич механизмдир (1.3 - *е* шакл).

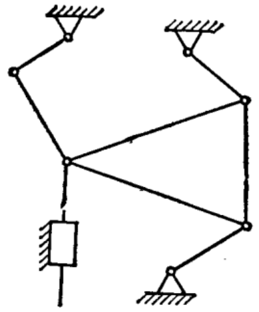
Механизмларнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлашга доир масалалар:



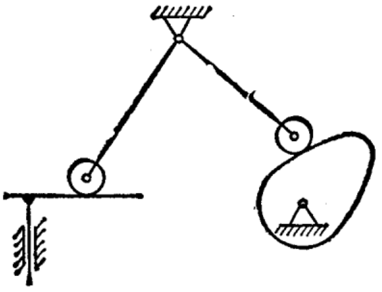
1.4 - шакл   1.5 - шакл   1.6 - шакл



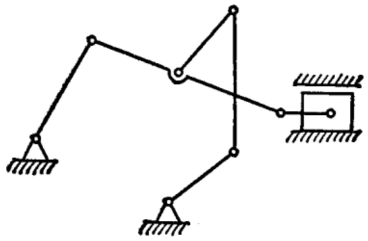
1.7 - шакл



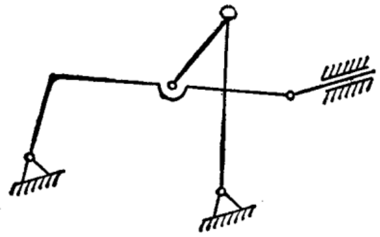
1.8 - шакл



1.9 - шакл

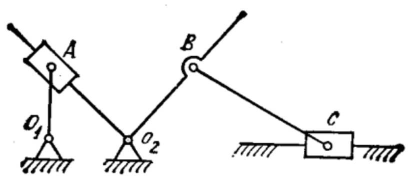


1.10 - шакл

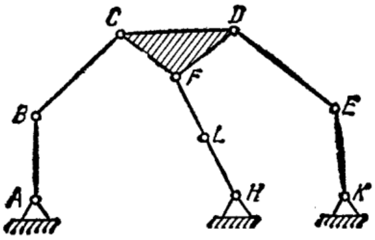


1.11 - шакл

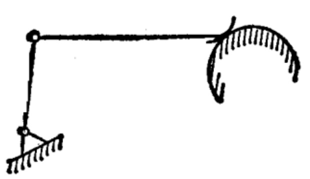
1.12 - шакл



1.13 - шакл



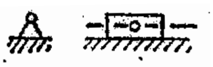
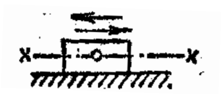
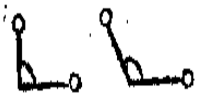
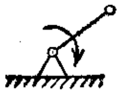
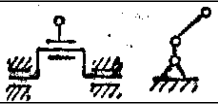
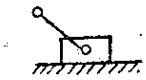
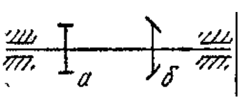
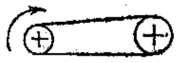
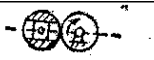
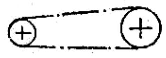
1.14 - шакл

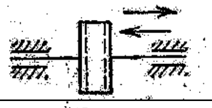
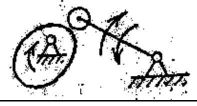
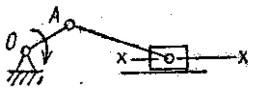
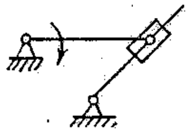
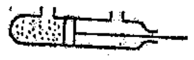


1.15 - шакл

Баъзи механизм ва бўғинларнинг шартли белгилари

1.1- жадвал

№	Номлари	Шартли белгиси	Ҳаракат тури
1	Қўзғалмас бўғин		*Ҳаракатланмайди*
2	Валларнинг поршинида айланиш		*Тўла айланма*
3	Ползуннинг қўзғалмас йўналтирувчи (*x-x)*да тўғри чизиқли ҳаракат		*Илгариланма – қайтма*
4	Икки бўғиннинг қўзғалмас бирикиши		
5	Икки бўғиннинг *V* синф айланма кинематик жуфтлик оқали боғланиши		
6	Кривошипнинг қўзғалмас бўғин билан *V* синф айланма кинематик жуфт орқали боғланиши		*Тўла айланма*
7	Икки бўғиннинг шарли шарнир *A* орқали бирикиши		*Илгариланма – қайтма*
8	Тирсакли валнинг шатун билан бирикиши		*Айланма*
9	Шатун билан ползуннинг *V* синф айланма кинематик жуфт орқали боғланиши		*Илгариланма – қайтма*
10	Цилиндрик (а) ва конуссимон (б) тишли ғилдираклар		*Айланма*
11	Тасмали узатма		*Айланма*
12	Фрикцион узатма		*Айланма*
13	Занжирли узатма		*Айланма*
14	Рейкали механизм		*Илгариланма - қайтма*
15	Кулочок		*Айланма*

16	Коромисло		*Тебранма*
17	Кулиса		*Тебранма, ползунга йўналтирувчи*
18	Кулиса		*Илгариланма қайтма*
19	Кулочокли механизм		*Айланма – тебранма*
20	Кривошип – ползунли механизм		*Айланма - илгариланма – қайтма*
21	Базис бўғин-шатун		*Айланма - илгариланма – қайтма (мураккаб)*
22	Кулисали механизм		*Айланма, тебранма, сирпанма*
23	Гидравлик ва пневматик механизм		*Илгариланма қайтма*

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР:

1. *Машина ва механизмлар назарияси фанининг* мақсади *ва вазифалари тўғрисида гапириб беринг.*
2. *Машина деб нимага айтилади?*
3. *Механизм деб нимага айтилади?*
4. *Бўгин нима?*
5. *Механизмларнинг қанақанги турларини биласиз?*
6. *Кинематик жуфт нима?*
7. *Механизмнинг тузилиш формуласини ёзинг.*

Амалий машғулот № 2

Мавзу: ТЕКИС РИЧАГЛИ МЕХАНИЗМЛАР ҲОЛАТЛАРИНИ АНИҚЛАШ

РЕЖА:

Текис механизмларнинг кинематик таҳлилини аналитик, графоаналитик (характерли нуқталарнинг тезлик ва тезланишлар режаларини қўриш) ва график (кинематик диаграммаларини қўриш) усуллари билан бажаришни ўрганиш.

Механизмнинг асосий вазифаси - унинг кинематик хусусиятлари билан тавсифланувчи зарур ҳаракатларни бажаришдан иборат. Бу хусусиятларга механизм нуқталарининг траекториялари, нуқталари ва бўғинларининг координаталари ҳамда аввало унинг умумлашган координаталари, нуқта ва бўғинларининг ҳаракатлари, уларнинг тезлик ва тезланишлари киради. Кинематик хусусиятларга бошланғич бўғинларнинг ҳаракат қонунига боғлиқ бўлмай, фақат механизмнинг тузилишидан, бўғинларининг ўлчамларидан келиб чиқадиган ва умумий ҳолда умумлашган координаталарга боғлиқ бўлган параметрлар ҳам киради.

Булар ҳолат функциялари, тезлик аналоглари ёки узатиш функциялари, механизм нуқталари ва бўғинларининг тезланиш аналогларидир. Кинематик хусусиятларни билиш динамик ҳисоблашлар учун ҳам муҳимдир.

Механизмлар кинематикасини текширишда қуйидаги масалалар ҳал қилинади:

1. Даврий ҳаракат давомида механизмнинг турли ҳолатлари қурилади, бўғинларнинг характерли нуқталари (айланма кинематик жуфтлар, бўғинлар оғирлик марказлари)нинг траекториялари аниқланади.
2. Звенолар характерли нуқталарининг чизиқли тезликлари ва бўғинларнинг бурчак тезликлари аниқланади.
3. Бўғинлар характерли нуқталарининг чизиқли тезланишлари ва бўғинларнинг бурчак тезланишлари аниқланади.

Механизм харакатини кинематик текшириш учун механизм бўғинларининг ҳақиқий ўлчамлари ва етакловчи бўғинларнинг ҳаракат қонунлари олдиндан аниқланган бўлиши керак.

Кинематик текшириш механизмнинг барқарор ишлаш режимида амалга оширилади ҳамда бош бўғин - кривошип ўзгармас бурчак тезлик билан айланади деб қаралади. Масалага бундай қараш натижасида кинематик текшириш унча катта бўлмаган хатолик билан кераклп натижани беради.

Механизмни кинематик текшириш, ўз навбатида, лойиҳалаш масаласи қанчалик тўғри ҳал қилинганлигини ҳам кўрсатади. Масалан, механизмнинг турли ҳолатини қўриш, характерли нуқталар траекториясини аниқлаш шу механизм ишлаш шароити қандай кўламни эгаллашини, бошқа механизмлар билан боғланиши қай тарзда бўлиши кераклиги тўғрисида фикр юритишга имкон беради.

Характерли нуқталарнинг тезликларини аниқлаш механизмнинг турли ҳолатлари учун келтирилган инерция моментларини ёки келтирилган массаларни аниқлашга ёрдам беради, ўз навбатида бу катталикларни аниқламасдан механизмга таъсир этувчи кучларнинг даврий ўзгариб туришидан келиб чиқадиган ва бош бўғин валининг бурчак тезлик ҳаракатидаги ўзгаришларни маълум даражада текислаш учун хизмат қиладиган маховикни хисоблаб бўлмайди.

Тезланишлар режасидан фойдаланиб бўғинларга таъсир этувчи инерция кучлари ва уларнинг моментлари аниқланади, буларни ҳисобга олмай туриб механизмнинг кинематик жуфтларидаги реакция кучларини аниқ ҳисоблаш мумкин эмас.

Механизмни кинематик текширишда график, графоаналитик ва аналитик усуллар қўлланилади.

Механизмнинг кинематик схемасини чизиш учун унинг схемаси, бош бўғин координатаси, геометрик ўлчамлари берилган бўлиши керак. Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси ва тузилиш формуласи аниқлангандан сўнг узунлик масштаби коэффициентидан фойдаланиб, бўғинларнинг чизмадаги узунликлари аниқланади.

Шуни ҳам айтиб ўтиш лозимки, масштаб коэффициентининг сон қиймати ҳисоблаш учун қулай бўлган яхлит сонлар қаторидан белгиланиши тавсия қилинади.

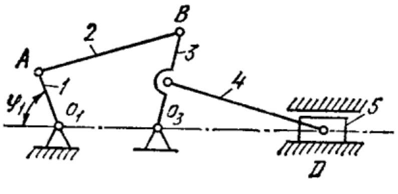
Чизма ўлчамлари аниқлангандан сўнг, механизмнинг кинематик схемаси қуйидаги кетма - кетликда чизилса мақсадга мувофиқ бўлади:

1. Айланма кинематик жуфт ҳосил қилувчи қўзғалмас бўғинлар тасвирланади.
2. Бош бўғинлар берилган ҳолатларда чизилади.
3. Қолган бўғинларнинг ҳолатлари тузилиш формуласи кетма-кетлиги тартибида чизилади.

Механизмларни кинематик таҳлилини механизм режасини қўриш билан бошланади.

Механизм режаси деб, етакчи бўғиннинг маълум бир ҳолатига мос келувчи танланган масштаб асосида чизилган механизмнинг кинематик схемасига айтилади. Механизм режасини қўриш учун масштаб коэффициенти бўғинлар хақиқий ўлчамларининг *«метр»*даги қийматини режадаги танланган ўлчамнинг *«миллиметр»*даги қийматига нисбати олинади, яъни

$$\mu_l = \frac{AB}{(AB)}; \quad \left(\frac{м}{мм}\right), \tag{2.1}$$



2.1 – шакл.

Мисол. 2.1- шаклда тасвирланган схемага кўра ва берилган қийматларга асосан тебранувчи конвейер механизмининг кинематик схемаси чизилсин.

Берилганлар: $l_{O1A} = 80$ *мм;* $l_{AB} = 160$ *мм;* $l_{O3B} = 120$ *мм;* $l_{O1O3} = 140$ *мм;* $l_{O3C} = 60$ *мм;* $l_{CD} = 180$*мм.*

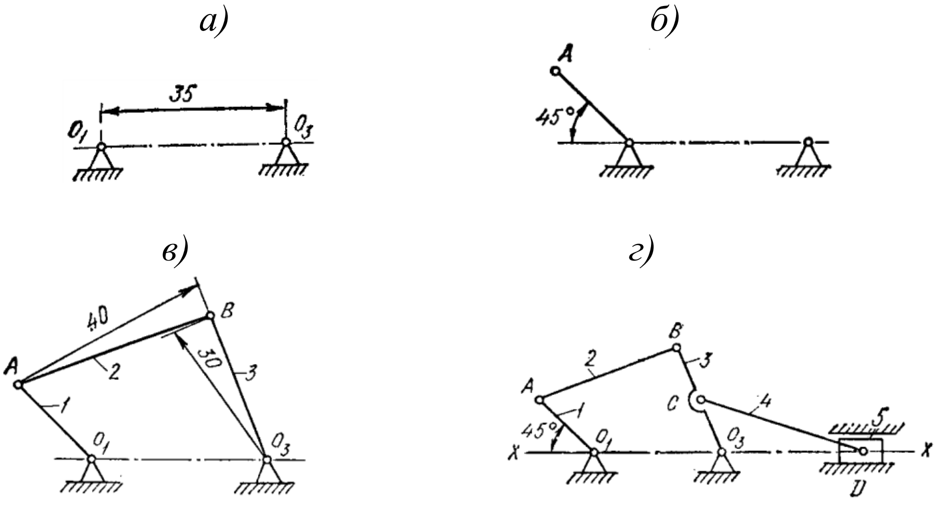
Ечиш: Механизмнинг етакловчи бўғинлари сонини аниқлаш учун Чебишев формуласидан фойдаланамиз.

Схемага кўра қўзғалувчи бўғинлар сони $n = 5;$ қуйи кинематик жуфтлар сони $p_1=7(O_1;\ A;\ B;\ C;\ O_2;\ D);$ олий кинематик жуфтлар сони $p_2 = 0.$

У ҳолда $$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_2 - p_1 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1\,, \qquad (2.2)$$

Демак, механизмнинг ягона бош бўғини бор. Ўз ўқи атрофида тўла айлана оладиган *1* бўғин (кривошип)пи бош бўғин деб ҳисоблаймиз. Кривошипнинг O_1 нуқтадан чап томонда ва O_1; O_3; D нуқталардан ўтувчи горизонтал чизиқ билан ҳосил қилган бурчаги $\varphi_1=45^0$ учун механизмнинг кинематик схемасини чизамиз.

Механизмнинг тузилиш формуласини аниқлаш учун уни Ассур гуруларига ажратамиз. У *4* ва *5* бўғинлардан хамда *2* ва *3* бўғинлардан ташкил топган иккита иккинчи синф гуруҳга ва *1* бўғиндан ташкил топган *I* синф механизмга (етакловчи бўғинга) ажралади. Демак, механизмнинг тузилиш формуласи қуйидагича бўлади.



2.2 – шакл.

$$I(0,1) - II(2,3) - II\,(4,5), \qquad (2.3)$$

Чизма кўламини ҳисобга олиб, чизманинг масштаб коэффициентини белгилаймиз:

$$\mu_l = \frac{l_{AB}}{AB} = \frac{160}{40} = 4\,\frac{мм}{мм}\,, \qquad (2.4)$$

Бўғинларнинг чизма ўлчамларини аниқлаб оламиз:

$$(O_1A) = \frac{l_{O_1A}}{\mu_l} = \frac{80}{4} = 20\ мм$$

$$(AB) = 40\ мм;$$

$$(O_3B) = \frac{l_{O_3B}}{\mu_l} = \frac{120}{4} = 30\ мм$$

$$(O_3C) = \frac{l_{O_3C}}{\mu_l} = \frac{60}{4} = 15\ мм$$

$$(CD) = \frac{l_{CD}}{\mu_l} = \frac{180}{4} = 45\ мм$$

1. Дастлаб горизонтал чизиқда ётувчи, *1* ва *3* бўғинлар билан айланма кинематик жуфтлар ҳосил қилувчи қўзғалмас бўғинлар белгиланади (2.2 - шакл);

2. Механизмнинг бош бўғини (кривошип) горизонтал ўққа нисбатан чап томонда *45°* бурчак остида тасвирланади (2.2 - шакл).

3. Механизмнинг тузилиш формуласи кетма - кетлиги бўйича кривошипга уланувчи ҳамда иккинчи синф Ассур гуруҳини ташкил этувчи *2* ва *3* бўғинлар *(AB)=40мм* ва (O_3B) *= 30 мм* ўлчамлар бўйича чизилади. Бунинг учун *A* нуқтадан *(AB) = 40мм*; O_3 нуқтадан (O_3B) *= 30 мм* радиуслар бўйича ёйлар чизамиз. Ёйларнинг кесишиш нуқтаси *B* ни *A* ва O_3 нуқталар билан тўғри чизиқлар орқали туташтириб, *2* ва *3* бўғинлар ҳолатини кўрсатамиз (2.2 - шакл).

4. Механизмнинг ҳосил бўлган ва тугалланмаган шаклига унга уланувчи кейиихи *4* ва *5* бўғинлардан ташкил топган Ассур гуруҳини қўшамиз (2.2 - шакл). Бунинг учун қўшиладиган гуруҳга тегишли кинематик жуфтларнинг геометрик ўрни аниқланади. *C* нуқта билан кўрсатилган кинематик жуфт O_3, *B* бўғинда ва *D* нуқта билан кўрсатилган кинематик жуфт O_1 ва O_3 нуқталардан утувчи горизонтал чизиқда ётиши масала шартидан маълум. O_3B бўғиннинг O_3 нуқтасидан бошлаб (O_3C) *= 15мм* масофада *C* нуқта белгиланади. Сўнгра *C* нуқтадан *(CD) = 45мм* радиус билан ёй чизилиб, *x - x* горизонтал чизиқ билан кесишиш нуқтаси *D* аниқланади, *C* ва *D* ни туташтириб *4* бўғинни қўрамиз. *D* нуқтада айланма кинематик жуфт ҳосил қилувчи ползунни ва унинг йўналтирувчисини тасвирлаш билан механизмнинг кинематик схемасини чизиш тугалланади (2.2 - шакл).

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. *Механизмнинг тузилиш схемаси нима?*
2. *Механизмнинг кинематик схемаси деганда нимани тушунасиз?*
3. *Масштаб коэффициенти қандай аниқланади?*

Амалий машғулот № 3
Мавзу: ЧИЗИҚЛИ ТЕЗЛИК ВА ТЕЗЛАНИШЛАРНИ ПОЛЯР ПЛАНЛАР ЁРДАМИДА АНИҚЛАШ

РЕЖА:

Текис механизмларнинг характерли нуқталарнинг тезлик ва тезланишлар режаларини қутб режалари ёрдамида қуришни ва механизм кинематикасини диаграммалар усули билан текширишни ўрганиш.

Тезлик ва тезланиш режалари деб, айни пайтда модули ва йўналиши бўйича механизм бўғинлари ҳар хил нуқталарининг тезлик ва тезланишларига тенг бўлган кесмалар тарзидаги векторлар тасвирланган чизмага айтилади.

Механизм учун бу режалар алоҳида-алоҳида бўғинлар учун ясалган бир нечта тезлик ва тезланишлар режаларининг мажмуи бўлиб, барча бўғинлар учун умумий қўтб бўлади ва у механизм тезликлар ёки тезланишлар режасининг қўтби деб аталади.

Бу режаларни қўриш учун назарий механика курсидан маълум бўлган тезлик ва тезланишларни қўйиш ҳақидаги теоремалардан фойдаланамиз.

II синф Ассур гуруҳлари қўришни аниқ механизмлар мисолида кўриб чиқамиз.

II синф *1*-тур Ассур гуруҳига мансуб механизмлардан сомон тўпловчи механизм берилган (3.1- *а* шакл). Берилган:

- етакчи бўғин бурчак тезлиги $\omega_1=6$ *рад/ с,*
- бўғинларнинг ўлчамлари $O_1A=0,25м$, $AB=1,2м$, $O_3B=0,6$, $AC=0,2AB$

Механизмнинг режаси 3.1- *а* шаклда келтирилган.

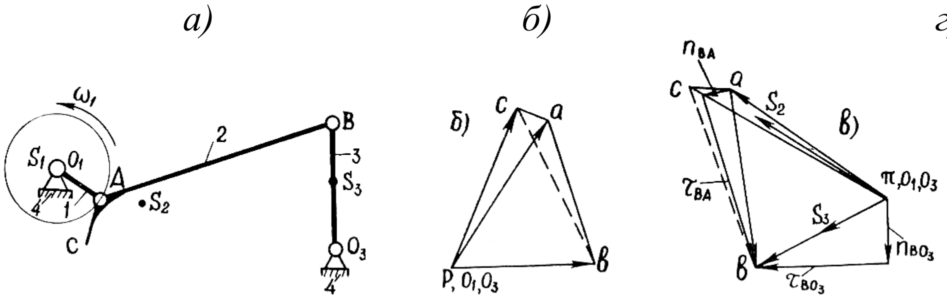
Мазкур механизм *II* синф Ассур гуруҳига мансуб бўлиб, унинг тузилиш формуласи

$$II\ (2,3)\rightarrow I\ (1,4) \qquad (3.1)$$

Тезликлар режасини қўриш учун *А* нуқтанинг чизиқли тезлигини аниқлаймиз:

$$V_A = \omega_1 \cdot l_{O_1A} = 6 \cdot 0,25 = 1,5\ м\ /\ с\ , \qquad (2.6)$$

а) *б)* *г)*



3.1- шакл.

В нуқтанинг чизиқли тезлиги учун вектор тенгламасини тузамиз

$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$$
$$\vec{V}_B = \vec{V}_{O_3} + \vec{V}_{BO_3} \qquad (3.1)$$

Бу ерда $\vec{V}_{O_3} = 0$

Бу тенгламаларни ўнг томонларини тенглаштирсак

$$\vec{V}_A + \vec{V}_{BA} = \vec{V}_{BO_3}, \qquad (3.2)$$

Бу тенгламладаги барча тезликларнинг йўналишлари маълум:

$$\vec{V}_A \perp O_1A, \quad \vec{V}_{BA} \perp BA, \quad \vec{V}_{BO_3} \perp BO_3 \qquad (3.3)$$

$\vec{V}_{BA}$ ва $\vec{V}_{BO_3}$ тезликларнинг қийматларини тезликлар режасини қўриб билиб оламиз.

Бу режани қўриш учун қўтб (*p* нуқта) танлаб олинади (3.1-*в* шакл). Тезликлар режаси учун масштаб коэффициентини танлаймиз

$$\mu_v = \frac{V_A}{(V_A)} = \frac{V_A}{(pa)} = \frac{1,5}{30} = 0,05 \quad \left|\frac{м/с}{мм}\right|, \qquad (3.4)$$

Яъни, V_A тезликни биз *(pa)* масофага жойлаштирдик. Танланган қўтбдан *OA* га перпендикуляр бўлган тўғри чизиқ ўтказамиз ва бу чизиқда V_A нинг йўналиши бўйича *(pa= 30 мм)* кесма ажратамиз.

Кесмадаги *a* нуқтадан *AB* га перпендикуляр чизиқ ўтказамиз, қўтб *p* дан эса O_3B бўғин ўқига перпендикуляр бўлган иккинчи чизиқ ўтказамиз. Бу икки чизиқнинг кесишган нуқтаси биз ахтараётган *b* нуқтани беради.

С нуқтанинг тезлигини ўхшашлик коидасидан фойдаланиб топамиз. Бунинг учун *ва* томонда ΔBAC га ўхшаш $\Delta вас$ учбурчак қўрамиз. Топилган *с* нуқтани қўтб (*p* нутка) билан туташтирамиз ва шу билан тезликлар режасига якун ясаймиз.

Механизм характерли нуқталари (*B* ва *C*) нинг хақиқий тезликларини ҳисоблаймиз

$$\vec{V}_B = \vec{V}_{BO_3} = (pb)\cdot\mu_V = 35\cdot 0,05 = 1,75\ \frac{м}{с}$$
$$\vec{V}_{BA} = (ba)\cdot\mu_V = 36\cdot 0,05 = 1,8\ \frac{м}{с} \qquad (3.5)$$
$$\vec{V}_C = (pc)\cdot\mu_V = 42\cdot 0,05 = 2,1\ \frac{м}{с}$$

*Тезланишлар режасини (*3.1-*г* шакл*)* қўриш учун *A* нуқтанинг чизиқли нормал тезланишини ҳисоблаймиз

$$\vec{a}_A^{\,n} = \omega_1^2 \cdot l_{O_1A} = 6^2 \cdot 0,25 = 9 \quad м/с^2, \qquad (3.6)$$

А нуқтанинг тенгенциал тезланиши нолга тенг, чунки

$$\omega_1 = const, \tag{3.7}$$

В нуқтанинг чизиқли тезланишини аниқлаш учун вектор тенгламасини тузамиз

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{\,n}_{BA} + \vec{a}^{\,\tau}_{BA} \tag{3.8}$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_{O_3} + \vec{a}^{\,n}_{BO_3} + \vec{a}^{\,\tau}_{BO_3}$$

бу ерда ҳам $\vec{a}_{O_3} = 0$

Тенгламаларнинг ўнг томонини тенглаштирамиз

$$\vec{a}_A + \vec{a}^{\,n}_{BA} + \vec{a}^{\,\tau}_{BA} = \vec{a}^{\,n}_{BO_3} + \vec{a}^{\,\tau}_{BO_3}\,, \tag{3.9}$$

Бу тенгламадаги барча векторларнинг йўналишлари маълум

$$\vec{a}_A \,//\, O_1A; \quad \vec{a}^{\,n}_{BA} \,//\, BA; \quad \vec{a}^{\,\tau}_{BA} \perp BA; \quad \vec{a}^{\,n}_{BO_3} \,//\, BO_3; \quad \vec{a}^{\,\tau}_{BO_3} \perp BO_3\,, \tag{3.10}$$

Агар тезликлар режаси қурилган бўлса, нормал тезланишлар қуйидагича топилади

$$\vec{a}^{\,n}_{BA} = \frac{\vec{V}^{2}_{BA}}{l_{BA}} = \frac{1{,}8^2}{1{,}2} = 1{,}3\,\frac{м}{c^2}$$

$$\vec{a}^{\,n}_{BO_3} = \frac{\vec{V}^{2}_{BO_3}}{l_{BO_3}} = \frac{1{,}75^2}{0{,}6} = 3{,}3\,\frac{м}{c^2} \tag{3.11}$$

(2.5) ифодадаги тангенциал тезланишларнинг қийматлари эса тезланишлар режаси қурилгандан кейин аниқланади. Тезланишлар режасини қуриш учун масштаб коэффициентини ҳисоблаймиз. Бунинг учун тезланишлар режасининг қутб нуқтаси сифатида π нуқта танлаймиз ва бу нуқтадан a_A тезланиш йўналишида ($//\ O_1A$) тўғри чизиқ ўтказамиз. Бу чизиқда $(\pi a)=45$ *мм* кесмани ўлчаб қўйиб *а* нуқтанинг топамиз. У ҳолда масштаб коэффициенти

$$\mu_a = \frac{\vec{a}_A}{(\pi a)} = \frac{9}{45} = 0{,}2\,\frac{(м/c)^2}{мм} \tag{3.12}$$

$\vec{a}^{\,n}_{BA}$ ва $\vec{a}_{O_3B}$ тезланишларни тезланишлар режасида ифодаловчи векторлар ($\vec{n}_{BA}$ ва $\vec{n}_{O_3B}$) нинг узунликларини ҳисоблаймиз.

$$\vec{n}_{BA} = \frac{a^{n}_{BA}}{\mu_a} = \frac{1{,}3}{0{,}2} = 6{,}6\ мм$$

$$\vec{n}_{BO_3} = \frac{a^{n}_{BO_3}}{\mu_a} = \frac{3{,}3}{0{,}2} = 1{,}6\ мм \tag{3.13}$$

Тезланишлар режасидаги *а* нуқтадан *ВА* га параллел йўналишда $\vec{n}_{BA} = 7\ мм$ векторни ўлчаб қўямиз. Бу векторнинг охиридан эса *ВА* га перпендикуляр чизиқ чизамиз. Режа қутб нуқтаси π дан *ВА* бўғинга параллел чизиқ ўтказамиз ва унда $\vec{n}_{BO_3} = 16\ мм$ ни ўлчаб қўямиз.

$\vec{n}_{BO_3}$ вектор охиридан эса BO_3 бўғин ўқига перпендикуляр ўтказамиз. Бу чизиқ билан *ВА* га ўтказилган перпендикуляр чизиқнинг кесишган нуқтаси ахтарилаётган *в* нуқтани беради. Пайдо бўлган икки вектор $\vec{a}^{\,\tau}_{BA}$ ва $\vec{a}^{\,\tau}_{BO_3}$ лардир.

Бу тезланишларнинг қийматлари

$$\vec{a}^{\tau}_{BA} = \mu_a \cdot \vec{\tau}_{BA} = 0,2 \cdot 44 = 8,8\, м / c^2$$
$$\vec{a}^{\tau}_{BO_3} = \mu_a \cdot \vec{\tau}_{BO_3} = 0,2 \cdot 32 = 6,4\, м / c^2 \quad (3.14)$$

Бурчак тезланишларни ҳисоблаймиз

$$\varepsilon_2 = \frac{\vec{a}^{\tau}_{BA}}{l_{BA}} = \frac{8,8}{1,2} = 7,3\, рад / c^2$$
$$\varepsilon_3 = \frac{\vec{a}^{\tau}_{BO_3}}{l_{BO_3}} = \frac{6,4}{0,6} = 10,7\, рад / c^2 \quad (3.15)$$

2 ва *3* бўғинлар оғирлик марказларининг тезланишлари

$$a_{S_2} = \mu_a \cdot (\overline{\pi s}) = 0,2 \cdot 38 = 7,6\, м / c^2$$
$$a_{S_3} = \mu_a \cdot (\overline{\pi s}) = 0,2 \cdot 18 = 3,6\, м / c^2 \quad (3.16)$$

Механизм кинематикасини диаграммалар усули билан текшириш

Механизм таркибига кирувчи алоҳида бўғин кинематикасини текширишда диаграммалар қўриш усулидан фойдаланиш мумкин. Бунда текшириладиган бўғиннинг кинематик параметрлари вақтнинг ёки етакловчи бўғин бурилиш бурчагининг функцияси деб қаралади, яъни илгарилама ҳаракат қилувчи бўғинлар учун айланма ҳаракат қилувчи бўғинлар учун

$$s = s(t,\varphi); \qquad v = v(t,\varphi); \qquad a = a(t,\varphi)\,, \quad (3.17)$$

Қурилган кинематик диаграммалар юқорида кўрсатилган функцияларнинг график тасвири бўлади. Бўғин кинематик диаграммасининг бирор кўриниши қурилган бўлса, қолган диаграммалар график дифференциаллаш ёки график интеграллаш усулларидан фойдаланиб келтириб чиқарилиши мумкин. Агар йўл диаграммасидан тезлик диаграммаси, тезлик диаграммасидан тезланиш диаграммаси ҳосил қилинса, диаграммаларнинг бундай кетма-кетликда ҳосил қилиниши *графикни дифференциаллаш* дейилади. Агар диаграммалар ҳосил қилишда тескари кетма- кетликка амал қилинса, бу усул *графикни интеграллаш* усули дейилади. График дифференциаллашнинг *ватарлар, уринмалар ва орттирмалар* усули бор. Ватарлар усули анча қўлай ва етарли аниқликни таъминлагани учун механизмларни кинематик текширишда кўпроқ фойдаланилади. Механизм диаграммалар усулида унинг даврий ҳаракати давомида текширилади.

Мисол тариқасида кривошип-ползунли механизм ползунининг кинематикасини ватарлар усулидан фойдаланиб текширамиз (3.2-шакл). Ползунга тегишли *B* нуқтанинг вақтга ёки кривошип бурилиш бурчагига боғлиқ диаграммасини қўриш учун қабул қилинган координата системасининг абсцисса ўқида кесма ажратиб, уни тенг ўн икки бўлакка бўламиз (2.4 - шакл *а*). Ҳар бир бўлак оралиғи даврнинг *1/12* бўлагини ёки кривошипнинг *30°* га бурилишини кўрсатади. Ҳар бир белгиланган нуқтадан тик чизиқлар ўтказиб, шу чизиқларга ползуннинг дастлабки ҳолатига нисбатан босиб ўтган ўлчамлари $B_0 B_1$; B_0B_2; B_0B_3 . . . ни келтириб қўямиз. Ўлчамларнинг охирлари равон эгри чизиқ билан лекало ёрдамида туташтирилиб, *йўл диаграммаси* ҳосил қилинади. Йўл диаграммасидан

*тезлик диаграммаси*ни ҳосил қилиш учун тезликнинг дифференциал тенгламасини эслаймиз

$$v = \frac{ds}{dt}, \tag{3.18}$$

дs, дt лар тегишлича *Δs* ва *Δt* билан алмаштирилса, маълум вақт орасидаги ўртача тезлик анқланади

$$v_{ур} \approx \frac{ds}{dt}, \tag{3.19}$$

бу ерда *Δs* - йўл орттирмаси, *Δt* - вақт орттирмасидир. Агар юқоридаги формула *Δφ* га кўпайтирилса ва бўлинса, қуйидаги ҳосил бўлади:

$$v_{ур} \approx \frac{\Delta S}{\Delta \varphi} \cdot \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \approx \frac{\Delta S}{\Delta \varphi} \omega_{ур}, \tag{3.20}$$

бу ерда: *Δφ*-кривошипнинг икки қўшни ҳолати орасидаги бурилиш бурчаги;

$\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \approx \omega_{ур}$ - кривошипнинг ўртача бурчак тезлиги;

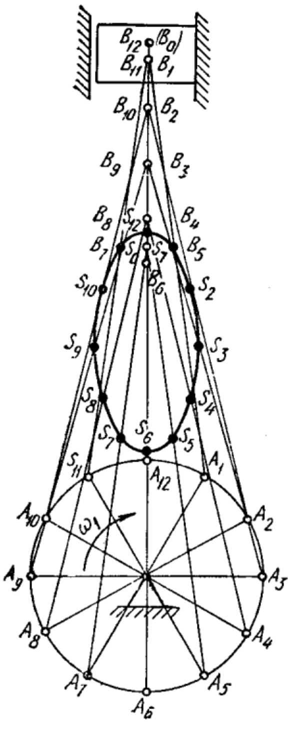
$\frac{\Delta S}{\Delta \varphi}$ - тезлик аналоги.

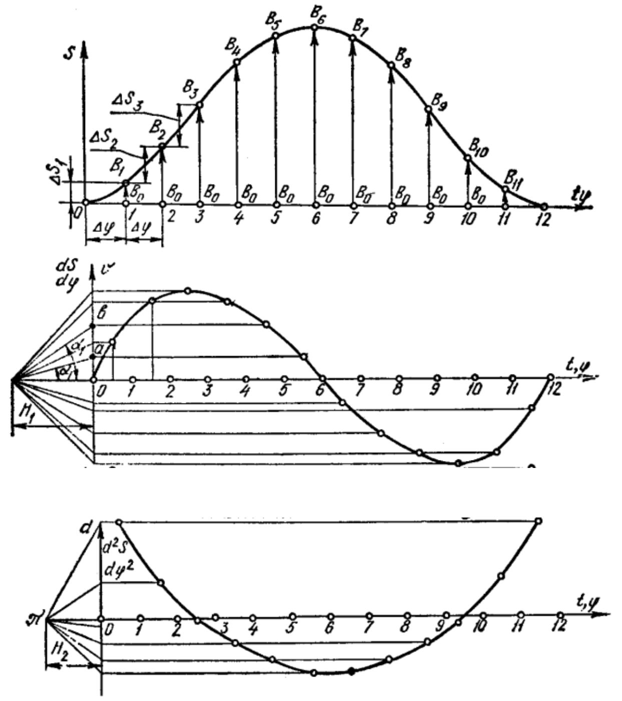
Тезлик ва тезлик аналоглари ўзаро ўзгармас сон орқали боғланганлиги сабабли тезлик аналогининг диаграммасини ҳосил қилишни кўриб чиқамиз. 4-шакл, *а* дан

$$\frac{\Delta S}{\Delta \varphi} = \frac{(\Delta S) \cdot \mu_S}{(\Delta \varphi) \cdot \mu_\varphi}, \tag{3.21}$$

бу ерда (*Δs), (Δφ)*— йўл ва бурилиш бурчагининг чизмадаги ифодалари. Шу шаклдан *0-1* ораликда ўртача тезлик аналоги қиймати

$$\left(\frac{\Delta S}{\Delta \varphi}\right)_1 = \frac{(\Delta S)_1 \cdot \mu_S}{(\Delta \varphi) \cdot \mu_\varphi} = tg\,\alpha_1 \frac{\mu_S}{\mu_\varphi}, \tag{3.22}$$





3.2–шакл.

1- 2 ораликда тезлик аналогининг ўртача қиймати:

$$\left(\frac{\Delta S}{\Delta \varphi}\right)_2 = \frac{(\Delta S)_2 \cdot \mu_S}{(\Delta \varphi) \cdot \mu_\varphi} = tg\,\alpha_2 \cdot \frac{\mu_S}{\mu_\varphi}, \qquad (3.23)$$

бу ерда: $tg\,\alpha_1 = \frac{(\Delta S)_1}{(\Delta \varphi)}$; $tg\,\alpha_2 = \frac{(\Delta S)_2}{(\Delta \varphi)}$

$\mu_s\ \mu_\varphi$ - ўзгармас коэффициентлар бўлгани учун тезлик аналоглари ва демак, тезликлар $tg\alpha_i$ га пропорсионал экан.

Тезлик графигини $mg\alpha = mg\alpha(\varphi)$ графиги тарзида қўриш ноқулай.

Шу сабабли $\frac{\Delta S}{\Delta \varphi}$; φ координата системаси абссисса ўқининг чап томонида *0* нуқтадан *(ро)* = H_1 масофада кесма оламиз (3.2-шакл, *б*). *(ро)*=H_1 - қутб масофаси дейилади. *р* нуқтадан *С - С(φ)* графигидаги *О* - B_1 ва B_1 - B_2 ватар чизиқларга параллел чизиқлар ўтказамиз ва *ра*, *рв* нурларни ҳосил қиламиз. Бу нурларнинг *(ро)* = H_1 қутб чизиғи билан ҳосил қилган бурчаклари α_1 ва α_2 бўлади. У ҳолда *ора* ва *орв* учбурчаклардан

$$tg\,\alpha_1 = \frac{(o_1 a)}{H_1}; \qquad tg\,\alpha_2 = \frac{(o_1 в)}{H_1}, \qquad (3.24)$$

ва ҳоказолар ҳосил қилинади. (2*.28)* ва (2*.29)* формулалардаги $tg\alpha_1$; $tg\alpha_2$ лар ўрнига унинг янги ифодасини қўямиз

$$\left(\frac{\Delta S}{\Delta \varphi}\right)_1 = (o_1 a)\frac{\mu_S}{H_1 \cdot \mu_\varphi} \qquad \left(\frac{\Delta S}{\Delta \varphi}\right)_2 = (o_1 в)\frac{\mu_S}{H_1 \cdot \mu_\varphi}, \qquad (3.25)$$

Кўриниб турибдики, тезлик аналогининг ҳамма қийматларида $\frac{\mu_S}{H_1 \cdot \mu_\varphi}$ сон қийматлари ўзгармас экан. Демак, *(оа); (ов)* кесмалар тезлик аналогларининг ёки тезликнинг чизмадаги қийматларидир. $\frac{\mu_S}{H_1 \cdot \mu_\varphi}$ - тезлик аналогларининг масштаб коэффициентидир. $(o_1\ a)$, $(o_1\ в)$ кесмалар *0, 1,...12* оралиқ учун ўртача тезликдир. Шу сабабли бу кесмаларни тезлик диаграммасининг *0, φ* ўқидаги *0-1, 1-2, . . .11 -12* оралиқлар ўртасига келтириш керак. (3.2-шакл, *б*). Бунинг учун *0-1, 1- 2 . . . 11-12* оралиқлар ўртасидан вертикал чизиқлар *а, в, . . .* нуқталардан горизонтал чизиқлар ўтказилиб *0 - 1, 1 - 2, ... 11-12* оралиқлар учун тезликни ифодаловчи кесмалар ҳосил қилинади. Аниқланган кесмаларнинг учлари лекало ёрдамида туташтирилиб, тезлик диаграммаси ҳосил қилинади. Тезлик диаграммаси юқорида баён этилган усулда яна бир марта график дифференциалланса, *тезаниш диаграммаси* ҳосил бўлади (3.2-шакл, *в*)

Диаграммалар учун масштаблар: Йўл масштаби

$$\mu_S = \frac{S}{(S)}; \qquad \left[\frac{м}{мм}\right], \qquad (3.26)$$

S - йўлнинг энг катта ҳақиқий қиймати; *(S)* — йўлнинг чизмадаги энг катта қиймати.

Градусда ифодаланган бурчак масштаби

$$\mu_\varphi^0 = \frac{\varphi}{(\varphi)}; \qquad \left[\frac{град}{мм}\right], \qquad (3.27)$$

Радианда ифодаланган бурчак масштаби

$$\mu_\varphi = \frac{\varphi}{(\varphi)}\frac{\pi}{180^0}; \qquad \left[\frac{рад}{мм}\right], \tag{3.28}$$

φ =360^0 - кривошипнинг тўлиқ айланиш бурчаги; (φ) –бурилиш бурчагининг чизмадаги ифодаси.

Вақт масштаби

$$\mu_t = \frac{60}{(\varphi)n}; \qquad \left[\frac{c}{мм}\right], \tag{3.29}$$

Тезлик аналоги масштаби

$$\mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = \frac{\mu_S}{H_1 \cdot \mu_\varphi}; \qquad \left[\frac{мм}{мм}\right], \tag{3.30}$$

бу ерда H_1 – қутб масофаси.

Ҳақиқий тезлик масштаби

$$\mu_v = \frac{\mu_{\frac{dS}{d\varphi}} \cdot \omega}{1000}; \qquad \left[\frac{м/c}{мм}\right], \tag{3.31}$$

ω_1 — кривошипнинг ўртача бурчак тезлиги.

Тезланиш аналоги масштаби

$$\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}}{H_2 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_S}{H_1 H_2 \cdot \mu_\varphi^2}; \qquad \left[\frac{мм}{мм}\right], \tag{3.32}$$

H_2 — тезланишнинг қутб масофаси.

Ҳақиқий тезланиш масштаб

$$\mu_a = \frac{\mu_{\frac{d^2S}{d\varphi^2}} \cdot \omega^2}{1000}; \qquad \left[\frac{м/c^2}{мм}\right] \tag{3.33}$$

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. *Тезликлар режаси қандай қўрилади?*
2 *Тезланишлар режаси қандай қўрилади?*
3. *Йўл диаграммаси қандай қўрилади?*
4. *Тезликлар диаграммаси қандай қўрилади?*
5. *Тезланишлар режаси қандай қўрилади?*

Амалий машғулот № 4
Мавзу: МЕХАНИЗМЛАРНИ КУЧ ҲИСОБИ. ЖУКОВСКИЙ РИЧАГИ.

РЕЖА:

1. Механизмларга таъсир этувчи кучлар аниқлаш. Механизмларнинг кучлар қўйилган ҳисобий схемаларини чизиш.

2. Кучлар бўйича ҳисоблашнинг аналитик ва куч режаларини қўриш усуллари. Жуковский усулида мувозанатловчи кучнинг қийматини аниқлаш

Механизмларга таъсир этувчи кучлар

Механизм ҳаракатланганда унинг кинематик жуфтликларида бўғинларнинг ўзаро таъсир кучлари вужудга келади. Бу кучлар механизмга нисбатан ички кучлардир. Кинематик жуфтликларнинг ўзаро таъсир кучлари билан юкланганлиги механизмнинг муҳим динамик хусусиятдир. Кинематик жуфтликлардаги кучларни билиш механизм бўғинларининг мустаҳкамлигини, бикрлигини, титрашга, ейилишга чидамлилигини ҳисоблаш, подшипниклар-нинг хизмат муддатини ҳисоблаш учун ва механизмни лойиҳалашда бажариладиган шўнга ўхшаш бошқа ҳисобларни амалга ошириш учун зарур. Ички кучларни шунингдек бир қанча масалаларда механизмга ташқаридан қўйилган кучлар ва жуфт кучлар (моментлар)ни аниқлаш уни кучга ҳисоблашнинг мазмунини ташкил этади.

Механизмни кучлар таъсирида текширишда унга таъсир этувчи ҳамма ташқи кучларнинг қийматлари ва йўналишлари аниқланган бўлиши ёки уларнинг сон қийматини аниқлаш усуллари кўрсатилган бўлиши керак.

Умуман механизмга таъсир этувчи кучларга қўйидагилар киради:

1. <u>Ҳаракатланувчи кучлар ёки моментлар</u>. Механизмни ҳаракатга киритувчи, уни бирор иш бажаришга мажбур этувчи куч ёки момент, бирор энергия манбаи ёки ташқи таъсиридан вужудга келади.

2. *<u>Фойдали қаршилик кучлари.</u>* Механизм ҳаракатланиш жараёнида лойиҳада назарда тутилган барча қаршилик кучларини енгиши керак бўлади. Одатда бу кучлар механизмнинг иш бажарувчи бўғинига қўйилади.

3. *<u>Зарарли қаршилик кучлари.</u>* Бу кучлар механизм ҳаракатига тўсқинлик қилиб, унинг фойдали иш коэффициентини камайтириш сабаб бўлади.

4. <u>Оғирлик кучлари.</u> Бу кучлар доимо ер марказига йўналган бўлади.

5. <u>*Инерция кучлари ва моментлари.*</u> Ўзгарувчан чизиқли ёки бурчак тезлик билан ҳаракатланаётган бўғинларда мос равишда инерция кучи ва инерция кучининг моменти ҳосил бўлади.

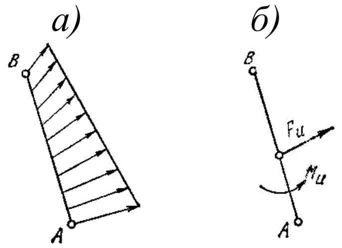
<u>*Инерция кучи*</u> - бўғин массасининг шу бўғин оғирлик марказининг тезланишига кўпайтмасига тенг ва куч вектори тезланиш векторига қарама-қарши йўналган

$$F_u = -m \cdot a_s, \tag{4.1}$$

<u>*Инерция кучининг моменти*</u> - бўғиннинг оғирлик марказидан ўтган ўққа нисбатан олинган инерция моментини шу бўғин бурчак тезланишига кўпайтмасига тенг ва инерция кучи моменти бўғиннинг бурчак тезланишига тескари йўналган.

$$M_u = -J_s \cdot \varepsilon, \tag{4.2}$$

Механизм бўғинси моддий нуқталар системасидан иборат бўлганлиги сабабли ҳаракат жараёнида бўғинга тегишли нуқталарнинг тезланишлари ҳар хил йўналишда бўлиши мумкин. Бинобарин, бўғиндаги моддий нуқталарга таъсир этувчи инерция кучларининг қийматлари ҳам ҳар хил бўлади. Моддий жисмга таъсир этувчи ҳар қандай кучлар системасини битта бош куч ва унинг бош моменти билан алмаштириш мумкин бўлгани каби, бўғин нуқталарига таъсир этувчи инерция кучларини шу бўғин массалари марказига таъсир этувчи ягона бош инерция кучи ва бўғиннинг бурчак тезланиши сабабли вужудга келувчи бош инерция моментига алмаштириш мумкин бўлади.



4.1 – шакл.

4.1-шакл, *а* да бўғин моддий нуқталарига қўйилган инерция кучларининг тақсимланиш эпюраси, 4.1- шакл, *б* да уларни ягона бош инерция куч ва бош инерция моменти билан алмаштириш кўрсатилган.

Инерция кучининг бош вектори F_u бўғин оғирлик марказига қўйилган бўлиб, қиймат жиҳатидан бўғин массаси m билан массалар маркази тезланиши a_S нинг кўпайтмасига тенг ва йўналиши унга қарама-қарши.

Инерция кучи бош момент M_u ининг қиймати бўғиннинг оғирлик марказидан ўтувчи ўққа нисбатан олинган инерция моменти J_S нинг бурчак тезланиши ε га кўпайтмасига тенг бўлиб, йўналиши унга тескари.

Механизм ҳаракати жараёнида бўғинларда вужудга келадиган инерция кучлари ва унинг моментлари ҳам қиймат жиҳатидан, ҳам йўналиши жихатидан ўзгариб туради. Бўғинларнинг турлича ҳаракатида уларда вужудга келадиган бош инерция кучлари ва бош инерция моментини аниқлашни ва уларни ягона натижаловчи инерция кучи билан алмаштириш усуллариии кўриб чиқамиз.

1. Бўғин тўғри чизиқли илгарилама ҳаракатда бўлганда унда фақат инерция кучи вужудга келади:

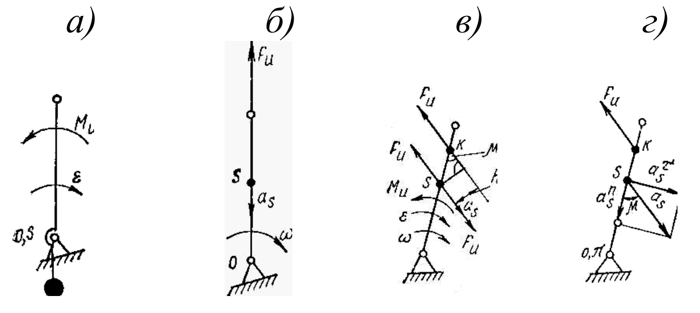
$$F_и = -m \cdot a, \qquad (4.3)$$

2. Мувозанатланган кривошип:

а) ўзгармас бурчак тезлик (*ω = const*) билан ҳаракатланганда, унда ҳеч қандай инерция кучи ёки унинг моменти вужудга келмайди;

б) ўзгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракатланса (4.2-*а* шакл) унда фақат инерция кучининг моменти $M_и$ вужудга келади:

$$M_и = -J_s \cdot \varepsilon, \qquad (4.4)$$



4.2- шакл.

3. Мувозанатланмаган кривошип:

а) ўзгармас бурчак тезлик билан (*ω = const*) ҳаракатланса (4.2–*б* шакл), унда фақат инерция кучи $F_и$ вужудга келади:

$$F_и = -m \cdot a_s^n$$

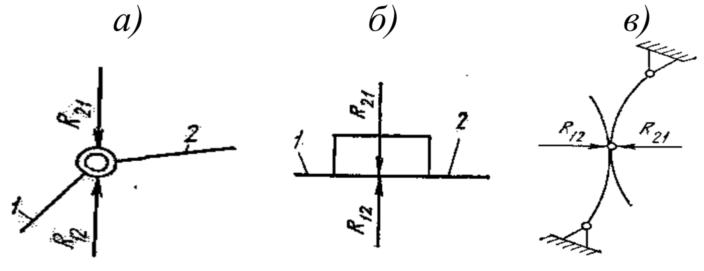
б) ўзгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракатланганда (4.2-*в* шакл) унга ҳам инерция кучи, ҳам инерция кучининг моменти таъсир қилади:

$$F_и = -m \cdot a_s$$

$$M_и = -J_s \cdot \varepsilon, \qquad (4.5)$$

6. <u>Реакция кучлари.</u> Бу кучлар юқорида таъкидланганидек, кинематик жуфтликларда бўғинларнинг бир-бирига таъсир кучи бўлиб, бу кучларни аниқлаш механизмни кучлар таъсирида ҳисоблашнинг асосий масалаларидан биридир.

Айланма кинематик жуфтларда реакция кучларининг қўйилиш нуқталари, маълум, қийматлари ва йўналиши номаълум (3.3 - *а* шакл).



4.3– шакл.

Илгариланма кинематик жуфтларда реакция кучларининг йўналиши маълум бўлиб, у бўғинни йўналтирувчи сиртга перпендикулярдир. Кучнинг қўйилиш нуқтаси эса номаълум (4.3- *б* шакл).

Олий кинематик жуфтларда реакция кучлари уриниш нуқталаридан утувчи нормал чизиқда ётади (4.3 - *в* шакл)

<u>*Мисол.*</u> Дон йиғиш комбайнларидаги сомон тўпловчи механизмни кучлар таъсирида ҳисоблаймиз. Берилган:

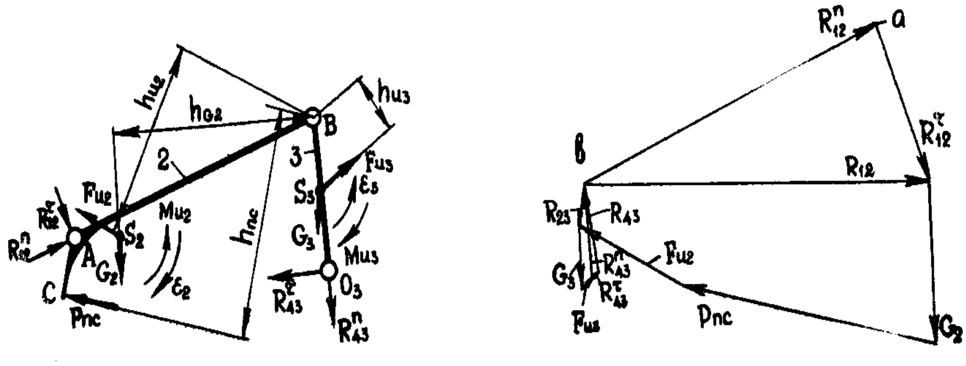
- механизмнинг кинематик схемаси (3.4-*а* шакл);
- етакуч бўғин бурчак тезлиги $\omega = 6$ *рад/с;*
- бўғинлар узунликлари ва уларнинг оғирлик марказларининг ҳолатлари 2- амалий машғулотда келтирилган;
- бўғинлар массалари ва уларнинг инерция моментлари

$m_1=5$*кг*, $m_2=35$*кг*, $m_3=12$*кг*, $J_{S1}=0,03$ *кг м*^{2}, $J_{S2}=3,2$ *кг м*^{2}, $J_{S3}=0,36$ *кг м*^{2};

- фойдали қаршилик кучи $F_ф=600$ *Н.*

Барча кинематик жуфтликлардаги реакцияларни аниқлаймиз.

а) *б)*



4.4– шакл.

Бунинг учун *2* ва *3* бўғинларнинг инерция моментларини ҳисоблаб оламиз

$$\overline{F}_{u_2} = -m_2 \cdot \vec{a}_{S_2} = -35 \cdot 7,6 = -266 \ H$$

$$F_{u_3} = -m_3 \cdot \vec{a}_{S_3} = -12 \cdot 3,6 = -43,2 H$$

$$M_{u_2} = -J_{S_2} \cdot \vec{\varepsilon}_2 = -3,2 \cdot 7,3 = -23,36 \ H \cdot м$$

$$M_{u_3} = -J_{S_3} \cdot \vec{\varepsilon}_3 = -0,36 \cdot 10,7 = -3,8 H \cdot м$$

Механизмни Ассур гуруҳларига ажратамиз. Бу механизм *II* синф *1* - тур Ассур гуруҳидан *(2* ва *3*-бўғин) ва бошланғич механизм (*1* ва *4*-бўғинлар) дан иборат.

2 ва *3* - бўғинга маълум ташқи кучлар ва моментларни қўямиз *(*$F_{фк}$*;* F_{u2}*;* G_2*;* M_{u2}*;* G_2*;* F_{u3}*;* M_{u3}*).* *В* нуқтага нисбатан бу кучларнинг елкалари *(h)* ни белгилаймиз.

Олиб ташланган *1* ва *4* бўғинларнинг таъсирини R_{12} ва R_{43} реакция кучлари билан алмаштирамиз. Бу кучларни ташкил этувчиларга ажратамиз: $\vec{R}_{12}^n$ - *АВ* йўналиши бўйича, $\vec{R}_{12}^\tau$ - *АВ* га перпендикуляр йўналишда, $\vec{R}_{43}^n$ - O_3B йўналиш бўйича, $\vec{R}_{43}^\tau$ - O_3B га перпендикуляр йўналишда.

2 - бўғинга таъсир этувчи барча кучлардан *В* нуқтага нисбатан момент оламиз

$$-F_{фк} \cdot h_{фк} + R_{12}^\tau \cdot l_{AB} - F_{u_2} \cdot h_{u_2} + M_{u_2} / \mu_l + G_2 \cdot h_{G_2} = 0$$

$$-600 \cdot 45 + R_{12}^\tau \cdot 60 - 266 \cdot 39 + 23,36 / 0,02 + 343 \cdot 46 = 0$$

бу тенгламадан

$$R_{12}^{\tau} = 340 \quad H$$

Энди *3*-бўғин учун *B* нуқтага нисбатан моментлар тенгламасини турамиз

$$-M_{u_3} / \mu_l - R_{43}^{\tau} \cdot l_{BO_3} + F_{u_3} \cdot h_{u_3} - G_3 h_{G_3} = 0$$

$$R_{12}^{\tau} \cdot 30 + 43,2 \cdot 13 - 118 \cdot 1 - 3,8 / 0,02 = 0$$

Бу тенгламадан

$$R_{43}^{\tau} = 8,9 \, H$$

Қолган R_{12}^{n} ва R_{43}^{n} номаълумларни топиш учун *2* ва *3* бўғинларга таъсир этувчи барча кучларнинг вектор тенгламасини тузамиз

$$\vec{R}_{12}^{n} + \vec{R}_{12}^{\tau} + \vec{G}_2 + \vec{F}_{\phi\kappa} + \vec{F}_{2u} + \vec{G}_3 + \vec{F}_{3u} + \vec{R}_{43}^{\tau} + \vec{R}_{43}^{n} = 0$$

Бу тенгламани ечиш учун маълум масштабда *(μ_F=10 Н/мм)* кучлар режасини (кучлар кўп бурчагини) қурамиз (3.4–*б* шакл). Бунинг учун ихтиерий *а* нуқта танланиб, ҳисобланган масштаб бўйича R^{τ}_{12} кучни қўямиз, ўнга G_2 кучни улаймиз ва ҳаказо.

R^{τ}_{43} векторнинг охиридан O_3B бўғин ўқига параллел, R^{τ}_{12} векторнинг бошидан эса *2* бўғин *АВ* ўқига параллел чизиқ ўтказамиз. Бу чизиқларнинг кесишиш нуқтаси - *в* тенглама ечимини беради. Ҳосил бўлган кесмалар R^{n}_{12} ва R^{n}_{43} реакцияларнинг режадаги векторини беради. Уларнинг хақиқий қийматлари бу векторлар узунлигини μ_F га кўпайтмаси сифатида аниқланади.

R_{12} ва R_{43} тўлиқ реакция кучларининг қийматлари мос равишда $R^{\tau}_{12;}$ R^{n}_{12} ва $R^{n}_{43;}$ R^{τ}_{43} векторларнинг параллелограм қоидаси бўйича йиғиндисига тенг бўлади.

$$R_{12} = 800 \, H$$
$$R_{43} = 175 \, H$$

R_{23} реакция кучини топиш учун *3* бўғинга таъсир этувчи кучларнинг мувозанат тенгламасини тузамиз.

$$\vec{G}_3 + \vec{F}_{u_3} + \vec{R}_{43} + \vec{R}_{23} = 0$$

Бу ердан $R_{23}=90 \, H$

R_{23} ни топиш учун яна кучлар режасини қуриш мумкин

$$R_{23}=\mu_F \, (R_{23})=9 \cdot 10 = 90 \, H$$

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. *Механизмларни кучлар таъсири бўйича таҳлил қилишдан мақсад нима?*
2. *Механизмга таъсир этувчи кучларни санаб беринг.*
3. *Кучлар режаси қандай қўрилади?*
4. *Жуковский ричаги қандай қўрилади?*

Амалий машғулот № 5
МАВЗУ: КЕЛТИРИЛГАН КУЧ ВА МОМЕНТ. КЕЛТИРИЛГАН МАССА ВА ИНЕРЦИЯ МОМЕНТИ

РЕЖА:

1. *Механизмларга таъсир этувчи турлари билан танишиш ва уларни аниқлашни ўрганиш.*
2. *Кучларни ва моментларни келтириш усуллари билан танишиш.*

Механизм ҳаракатланганда унинг кинематик жуфтликларида бўғинларнинг ўзаро таъсир кучлари вужудга келади. Бу кучлар механизмга нисбатан ички кучлардир. Кинематик жуфтликларнинг ўзаро таъсир кучлари билан юкланганлиги механизмнинг муҳим динамик хусусиятдир. Кинематик жуфтликлардаги кучларни билиш механизм бўғинларининг мустаҳкамлигини, бикрлигини, титрашга, ейилишга чидамлилигини ҳисоблаш, подшипникларнинг хизмат муддатини ҳисоблаш учун ва механизмни лойиҳалашда бажариладиган шўнга ўхшаш бошқа ҳисобларни амалга ошириш учун зарур. Ички кучларни шунингдек бир қанча масалаларда механизмга ташқаридан қўйилган кучлар ва жуфт кучлар (моментлар)ни аниқлаш уни кучга ҳисоблашнинг мазмунини ташкил этади.

Механизмни кучлар таъсирида текширишда ўнга таъсир этувчи ҳамма ташқи кучларнинг қийматлари ва йўналишлари аниқланган бўлиши ёки уларнинг сон қийматини аниқлаш усуллари кўрсатилган бўлиши керак.

Умуман механизмга таъсир этувчи кучларга қўйидагилар киради:

1. ***Ҳаракатланувчи кучлар ёки моментлар.*** Механизми ҳаракатга киритувчи, уни бирор иш бажаришга мажбур этувчи куч ёки момент бирор энергия манбаи ёки ташқи таъсиридан вужудга келади.
2. ***Фойдали қаршилик кучлари***. Механизм ҳаракатланиш жараёнида лойиҳада назарда тутилган барча қаршилик кучларини енгиши керак бўлади. Одатда бу кучлар механизмнинг иш бажарувчи бўғинига қўйилади.
3. ***Зарарли қаршилик кучлари***. Бу кучлар механизм ҳаракатига тўсқинлик қилиб, унинг фойдали иш коэффициентини камайтириш сабаб бўлади.
4. ***Огирлик кучлари***. Бу кучлар доимо ер марказига йўналган бўлади.

5. ***Инерция кучлари ва моментлари***. Ўзгарувчан чизиқли ёки бурчак тезлик билан ҳаракатланаётган бўғинларда мос равишда инерция кучи ва инерция кучининг моменти ҳосил бўлади.

Инерция кучи - бўғин массасининг шу бўғин оғирлик марказининг тезланишига кўпайтмасига тенг ва куч вектори тезланиш векторига карама-қарши йўналган

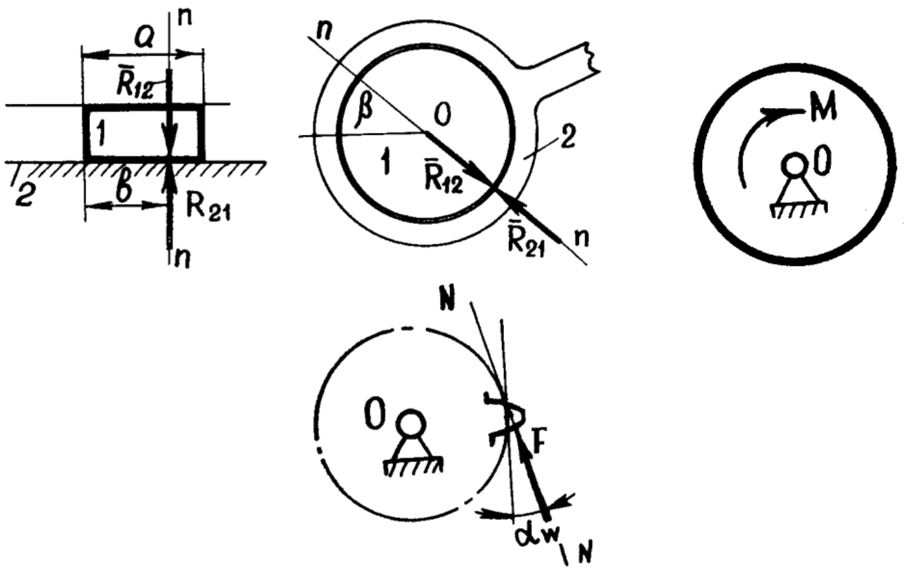
$$F_u = m \cdot \vec{a}_S \qquad (5.1)$$

Инерция кучининг моменти - бўғиннинг оғирлик марказидан ўтган ўққа нисбатан олинган инерция моментини шу бўғин бурчак тезланишига кўпайтмасига тенг ва инерция кучи моменти бўғиннинг бурчак тезланишига тескари йўналган.

$$M_u = J_S \cdot \vec{\varepsilon} \qquad (5.2)$$

Реакция кучлари. Бу кучлар юқорида таъкидланганидек кинематик жуфтликларда бўғинларнинг бир-бирига таъсир кучи бўлиб, бу кучларни аниқлаш механизмни кучлар таъсирида ҳисоблашнинг асосий масалаларидан биридир.

Айланма кинематик жуфтларда реакция кучларининг қўйилиш нўқталари, маълум, қийматлари ва йўналиши номаълум (5.1- шакл).



5.1–шакл.

Илгариланма кинематик жуфтларда реакция кучларининг йўна-лиши маълум бўлиб, у бўғинни йуналтирувчи сиртга перпендику-лярдир. Кучнинг қўйилиш нўқтаси эса номаълум (5.1- шакл).

Олий кинематик жуфтларда реакция кучлари уриниш нўқталаридан утувчи нормал чизиқда ётади (5.1-шакл).

Мисол тариқасида дон йиғиш комбайнларидаги сомон тўпловчи механизмни кучлар таъсирида ҳисоблаймиз. Бунинг учун бизга қўйидагилар берилган:

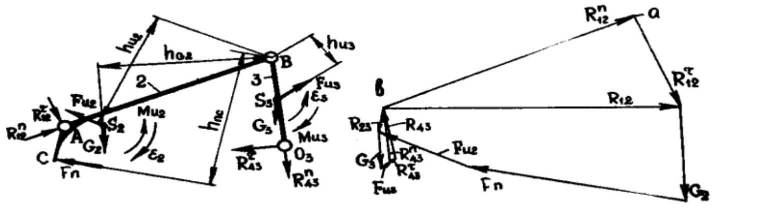
- механизмнинг кинематик схемаси (5.1– *а* шакл);
- етакчи бўғин бурчак тезлиги *ω =6 рад/с;*
- бўғинлар узунликлари ва уларнинг оғирлик марказларининг ҳолатлари юқорида келтирилган;
- бўғинлар массалари ва уларнинг инерция моментлари

m_1=5кг, m_2=35кг, m_3=12кг, J_{S1}=0,03 кг м^2, J_{S2}=3,2 кг м^2, J_{S3}=0,36 кг м^2;

- фойдали қаршилик кучи $F_ф=600\ H$.

Барча кинематик жуфтликлардаги реакцияларни аниқлаймиз.

а) *б)*



5.2– шакл.

Бунинг учун *2* ва *3* бўғинларнинг инерция моментларини ҳисоблаб оламиз

$$F_{и_3} = -m_3 \cdot \vec{a}_{S_3} = -12 \cdot 3{,}6 = -43{,}2\, H$$

$$M_{и_2} = -J_{S_2} \cdot \vec{\varepsilon}_2 = -3{,}2 \cdot 7{,}3 = -23{,}36\ H \cdot м$$

$$M_{и_3} = -J_{S_3} \cdot \vec{\varepsilon}_3 = -0{,}36 \cdot 10{,}7 = -3{,}8\, H \cdot м$$

Механизмни Ассур гуруҳларига ажратамиз. Бу механизм *II* синф *1* - тур Ассур гуруҳидан *(2* ва *3*-бўғин) ва бошланғич механизм (*1* ва *4*-бўғинлар) дан иборат.

2 ва *3* - бўғинга маълум ташқи кучлар ва моментларни қўямиз *($F_{фк}$; $F_{и2}$; G_2; $M_{и2}$; G_2; $F_{и3}$; $M_{и3}$). B* нуқтага нисбатан бу кучларнинг елкалари *(h)* ни белгилаймиз.

Олиб ташланган *1* ва *4* бўғинларнинг таъсирини R_{12} ва R_{43} реакция кучлари билан алмаштирамиз. Бу кучларни ташкил этувчиларга ажратамиз: $\vec{R}^n_{12}$ - *AB* йўналиши бўйича, $\vec{R}^\tau_{12}$ - *AB* га перпендикуляр йўналишда, $\vec{R}^n_{43}$ - O_3B йўналиш бўйича, $\vec{R}^\tau_{43}$ - O_3B га перпендикуляр йўналишда.

2 - бўғинга таъсир этувчи барча кучлардан *B* нуқтага нисбатан момент оламиз

$$-F_{фк} \cdot h_{фк} + R^\tau_{12} \cdot l_{AB} - F_{и_2} \cdot h_{и_2} + M_{и_2} / \mu_l + G_2 \cdot h_{G_2} = 0$$

$$-600 \cdot 45 + R^\tau_{12} \cdot 60 - 266 \cdot 39 + 23{,}36 / 0{,}02 + 343 \cdot 46 = 0$$

бу тенгламадан

$$R^\tau_{12} = 340 \qquad H$$

Энди *3*-бўғин учун *B* нуқтага нисбатан моментлар тенгламасини турамиз

$$-M_{и_3} / \mu_l - R^\tau_{43} \cdot l_{BO_3} + F_{и_3} \cdot h_{и_3} - G_3 h_{G_3} = 0$$

$$R^\tau_{12} \cdot 30 + 43{,}2 \cdot 13 - 118 \cdot 1 - 3{,}8 / 0{,}02 = 0$$

Бу тенгламадан

$$R^\tau_{43} = 8{,}9\, H$$

Қолган R^n_{12} ва R^n_{43} номаълумларни топиш учун *2* ва *3* бўғинларга таъсир этувчи барча кучларнинг вектор тенгламасини тузамиз

$$\vec{R}^n_{12} + \vec{R}^\tau_{12} + \vec{G}_2 + \vec{F}_{фк} + \vec{F}_{2и} + \vec{G}_3 + \vec{F}_{3и} + \vec{R}^\tau_{43} + \vec{R}^n_{43} = 0$$

Бу тенгламани ечиш учун маълум масштабда *(μ_F = 10 Н/мм)* кучлар режасини (кучлар кўп бурчагини) қурамиз (3.4 – *б* шакл). Бунинг учун ихтиерий *а* нуқта танланиб, ҳисобланган масштаб бўйича R^{τ}_{12} кучни қўямиз, ўнга G_2 кучни улаймиз ва ҳаказо.

R^{τ}_{43} векторнинг охиридан O_3B бўғин ўқига параллел, R^{τ}_{12} векторнинг бошидан эса *2* бўғин *АВ* ўқига параллел чизиқ ўтказамиз. Бу чизиқларнинг кесишиш нуқтаси - *в* тенглама ечимини беради. Ҳосил бўлган кесмалар R^{n}_{12} ва R^{n}_{43} реакцияларнинг режадаги векторини беради. Уларнинг хақиқий қийматлари бу векторлар узунлигини μ_F га кўпайтмаси сифатида аниқланади.

R_{12} ва R_{43} тўлиқ реакция кучларининг қийматлари мос равишда R^{τ}_{12}; R^{n}_{12} ва R^{n}_{43}; R^{τ}_{43} векторларнинг параллелограм қоидаси бўйича йиғиндисига тенг бўлади.

$$R_{12} = 800\ H$$
$$R_{43} = 175\ H$$

R_{23} реакция кучини топиш учун *3* бўғинга таъсир этувчи кучларнинг мувозанат тенгламасини тузамиз.

$$\vec{G}_3 + \vec{F}_{u_3} + \vec{R}_{43} + \vec{R}_{23} = 0$$

Бу ердан $R_{23} = 90\ H$

R_{23} ни топиш учун яна кучлар режасини қуриш мумкин

$$R_{23} = \mu_F\,(R_{23}) = 9 \cdot 10 = 90\ H$$

Кучларни келтириш

Кучларни келтиришни эркинлик даражаси битта бўлган (*W=1*) механизм мисолида (5.2-шакл, *а*) кўриб чиқамиз. Бошланғич бўғин қилиб бўғин *1* ни танлаймиз. Механизм *F* ва F_3 кучлар ва M_4 момент билан юкланган. Механизмни унинг нусхаси билан алмаштирамиз ҳамда унга иккала куч ва моментни келтирамиз. Натижада *F* ва F_3 кучлар ва M_4 момент мос равишда келтирилган моментларга айланади (5.3-шакл,*б*). Уларнинг алгебраик йиғиндиси нусхага қўйилган келтирилган моментлар йиғиндисининг қийматини беради (5.3-шакл, *в*):

$$M^{кел}_{\Sigma} = M^{кел}_{F} + M^{кел}_{F3} + M^{кел}_{M4}, \qquad (5.3)$$

F кучни келтирамиз, яъни $M^{кел}_{F}$ ни аниқлаймиз. Бунинг учун юқорида кўрсатилганидек дастлабки шартни - амалда қўйилган *F* куч ва уни алмаштирувчи $M^{кел}_{F}$ келтирилган момент бажарган элементар ишларнинг тенглиги шартини ёзиш лозим:

$$M^{кел}_{F}\, d\varphi_M = F ds_K \cos(\overline{F}, d\overline{s}_K), \qquad (5.4)$$

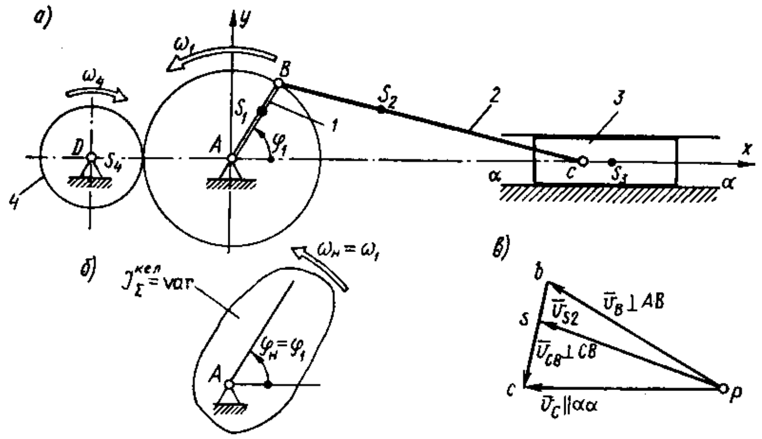
бунда $d\varphi_M$ ва ds_K — нусханинг ва куч қўйилувчи *К* нуқтанинг мумкин бўлган силжишлари. $d\varphi_M = d\varphi_1$ эканлиги келиб чиқадиган (5.*3*) тенгламани эътиборга олган ҳолда (5.*4*) тенгламани изланаётган келтирилган моментга нисбатан ечамиз

$$M_F^{кел} = F\frac{ds_K}{d\varphi_1}\cos\left(\overline{F}, d\overline{s}_K\right) = F\frac{\frac{ds_K}{dt}}{\frac{d\varphi_1}{dt}}\cos\left(\overline{F}, d\overline{s}_K\right) = F\frac{v_K}{\omega_1}\cos\left(\overline{F}, d\overline{s}_K\right), \qquad (5.5)$$

бундан $\prec\left(\overline{F}, d\overline{s}_K\right) = \prec\left(F, v_K\right)$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда ушбуга эга бўламиз:

$$M_F^{кел} = F\frac{v_K}{\omega_1}\cos\left(\overline{F}, v_K\right), \qquad (5.6)$$

(5.5) тенглама умумлаштирувчи маънога эга: *К* нуқта деганда механизмнинг қиймати ва йўналиши маълум бўлган *F* куч қўйиладиган исталган нуқтасини тушуниш мумкин.



5.3-шакл.

M_4 моментни келтирамиз. Дастлабки шартни - элементар ишларнинг тенглигини ёзамиз

$$M_{M4}^{кел} d\varphi_M = M_4 d\varphi_4, \qquad (5.7)$$

бунда $d\varphi_M$ ва $d\varphi_4$- нусха ва бўғин *4* нинг мумкин булган бурчак силжишлари. $d\varphi_M = d\varphi_1$ эканлигини эсда тутган ҳолда (5.*7*) тенгламани $M_{M4}^{кел}$ га нисбатан ечамиз

$$M_{M4}^{кел} = M_4\frac{d\varphi_4}{d\varphi_1} = M_4\frac{\frac{d\varphi_4}{dt}}{\frac{d\varphi_1}{dt}} = M_4\frac{\omega_4}{\omega_1}, \qquad (5.8)$$

тугалланган кўринишда эса қўйидагича ёзамиз;

$$M_{M4}^{кел} = M_4\frac{\omega_4}{\omega_1}, \qquad (5.9)$$

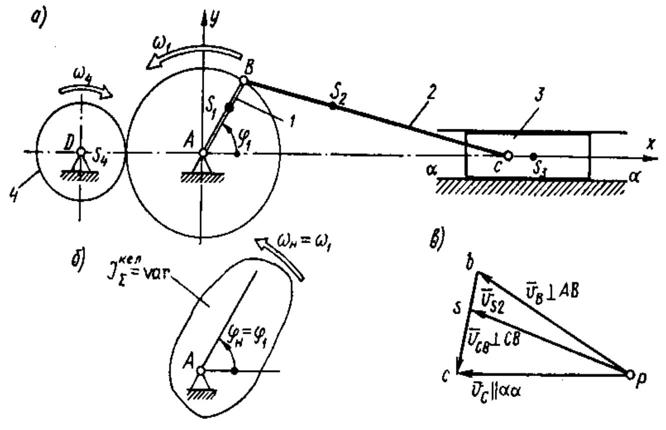
(5.*7*) тенгламани умумлаштирувчи кўринишга келтириш мумкин:

$$M_{Mj}^{кел} = M_j\frac{\omega_j}{\omega_1}, \qquad (5.10)$$

бунда M_j - *j* бўғинга қуйилган ҳақиқий момент.

Массаларни келтириш. Массаларни келтиришни эркинлик даражаси битта бўлган *(W=1)* механизм мисолида (5.4-шакл, *а*) кўриб чиқамиз. Бошланғич қилиб бўғин *I* ни танлаймиз.

Берилган механизмни унинг динамик нусхаси билан алмаштирамиз (5.4-шакл,*б*), яъни нусхада механизм ҳамма бўғинларининг инертлилигини мужассамлаймиз.



5.4-шакл.

Нусханинг инерция моментини $J_\Sigma^{кел}$ орқали белгилаймиз. Бинобарин, $J_\Sigma^{кел}$ бутун механизмнинг инертлилигига эквивалент бўлади ва у механизмнинг келтирилган инерция моменти дейилади. Юқорида кўрсатилганидагидек $J_\Sigma^{кел}$ катталик нусханинг кинетик энергияси $T_н$ нинг бутун механизм кинетик энергияси T га тенглига шартидан аниқланади

$$T_н = T\,, \qquad (5.11)$$

Нусханинг (*V.3*- шакл, *б*) кинетик энергияси қуйидагича аниқланади

$$T_н = \frac{J_\Sigma^{кел}\,\omega_н^2}{2}, \qquad (5.12)$$

бўғиннинг кинетик энергияси умумий кўринишда қуйидагича ёзилиши мумкинлигини эслатиб ўтамиз

$$T_i = \frac{m_i v_{si}}{2} + \frac{J_{is}\,\omega_i^2}{2}, \qquad (5.13)$$

бунда: v_{Si} — i бўғин массалари маркази S_i нинг тезлиги; J_{iS} — i бўғиннинг массалар маркази S_i дан ўтувчи ўққа нисбатан инерция моменти. Ҳаракат илгарилама бўлганда ω_i= 0. Ҳаракат A ўқ атрофида айланиш тарзида бўлганда (5.*13*) тенглама қуйидаги кўринишга келтирилади

$$T_i = \frac{J_{iA}\,\omega_i^2}{2}, \qquad (5.14)$$

Берилган механизмнинг (*V.3*- шакл, *а*) кинетик энергияси T ундаги тўрттала қўзғалувчан бўғиннинг кинетик энергиялари йиғиндисидан ташкил топади

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \qquad (5.15)$$

Бўғин *1* айланма ҳаракатда, бўғин *2* текис ҳаракатда, бўғин *3* илгарилама харакатда, бўғин *4* айланма ҳаракатда иштирок этади. Шу сабабли

$$T_i = \frac{J_{iA}\,\omega_i^2}{2} + \left(\frac{m_2 v_{S2}^2}{2} + \frac{J_{2S}\,\omega_2^2}{2}\right) + \frac{m_3 v_C^2}{2} + \frac{J_{4D}\,\omega_4^2}{2}, \qquad (5.16)$$

$T_н$ ва T лар ифодаларини дастлабки (*V.10*) тенгламага қўямиз ва (5.*1*) тенгламани назарда тутган ҳолда содда ўзгартиришлардан сўнг ушбуни ҳосил қиламиз

$$J_{\Sigma}^{кел} = J_{1A} + m_2\left(\frac{v_{S2}}{\omega_1}\right)^2 + J_{2S}\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 + m_3\left(\frac{v_C}{\omega_1}\right)^2 + J_{4D}\left(\frac{\omega_4}{\omega_1}\right)^2, \qquad (5.17)$$

Хулоса қилиб шуни айтамизки, мумкин бўлган тезликлар режалари ҳам, тезликлар аналоглари ҳам механизмнинг ҳаракат қонунига боғлиқ бўлмайди. Шу сабабли массаларни келтиришни ҳам, кучларни келтиришни ҳам механизмнинг ҳаракат қонунини билмаган ҳолда ҳам амалга ошириш мумкин. Демак, динамик масалани ечишда дастлаб механизмнинг динамик нусхасини ясаш ва куч массаларини унга келтириш, сўнгра унинг ҳаракат қонунини аниқлаш мумкин.

НАЗРОАТ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Куч массаларини келтиришни қанақанги усулларини биласиз? Ҳаракат режимлари нима?.
2. Механизмни мувозанатлашнинг моҳиятини тушунтириб беринг.

Амалий машғулот № 6
Мавзу: ҚАТОРЛИ ТИШЛИ УЗАТМАЛАР КИНЕМАТИКАСИ

РЕЖА:

1. Тишли илашма геометрик ўлчамларини ҳисоблаш.
2. Эвольвентали тишли илашма тасвирини чиқариш.

Узлуксиз айланма ҳаракатни бир валдан бошқасига берилган узатиш нисбати билан узатиш кўпинча тишли механизмлар ёрдамида амалга оширилади. Тишли механизмлар юқори даражада ишончли ишлаши ва берилган қонунни аниқ бажариши туфайли машинасозлик ва асбобсозликда жуда кенг қўлланилади. Агар валларнинг айланиш ўқлари параллел бўлса, ғилдиракларикнинг аксиодалари цилиндрлар бўлган цилиндрсимон тишли узатма қўлланилади. Бундай механизмлар текис механимзлар туркумига киради. Тишли узатмаларни лойиҳалашда кесувчи асбоб-рейка бошланғич ясовчи контурининг бўлувчи тўғри чизиғи ғилдиракнинг бўлувчи айланасига нисбатан қандай жойлашувчини ифодаловчи силжиш коэффициентларини (x) танлаш билан бошланади.

Бу ҳолат уч хил бўлиши мумкин:
1.Бўлувчи чизиқ бўлувчи айланага урунма тарзди жойлашиши - $x=0$;
2. Бўлувчи чизиқ бўлувчи айланадан узоқлаштирилган ҳолда жойлашга - $x > 0$;
3. Бўлувчи чизиқ бўлувчи айланани кесиб ўтса – $x < 0$.

Узатманинг асосий кўрсаткичлари бу коэффициентларни тўғри танлашга боғлиқдир. Бу коэффициентларни танлаш усуллари адабиётларда

батафсил ёритилганлиги сабабли қўлланмада баён этилмаган. Тишли ғилдиракларнинг геометрик ўлчамлари ва умумий илашмаси тишли ғилдиракларлардаги тишлар сони z_1 ва z_2 ҳамда илашма модуллишга m қараб топилади.

Мисол (6.1-шакл). Қўйидаги маълумотлар бўйича тишли илашмали узатма ҳисоблансин ва илашма тасвири чизилсин. Берилган: $z_1 = 13$, $z_2 = 21$ ва $m = 10$ *мм.*

1. Узатишлар нисбатини ҳисоблаймиз

$$u_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{21}{13} = 1,614 \qquad (6.1)$$

2. Топилган узатишлар нисбатининг қиймати бўйича 1- иловадан берилган тишлар сонига асосан силжиш коэффициентларини аниқлаймиз.

$z_1 = 13$ ва $z_2 = 21$ лар учун $x_1 = 0,694$, $x_2 = 0,384$.

3. Илашиш бурчагининг инволютасини ҳисоблаймиз

$$inv\ \alpha_w = \frac{2(x_1 + x_2)tg\ \alpha}{z_1 + z_2} + in\ \upsilon\alpha\ , \qquad (6.2)$$

бу ерда: $\alpha = 20^o$ рейкали дастгоҳ профилининг бурчаги $(tg20^o = 0,364)$

invα - эвольвента функцияси, 1- иловадан $inv\ 20^o = 0,0149$

У ҳолда

$$inv\ \alpha_w = \frac{2(0,694 + 0,384)\cdot 0,364}{13 + 21} + 0,0149 = 0,03798$$

1 - илова бўйича топилган бу сон бўйича α_w аниқлаймиз

$$\alpha_w = 26^o 55'$$

4. Ўқлар орасидаги масофани ҳисоблаймиз

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_w} = \frac{10(13 + 21)}{2}\cdot\frac{0,9397}{0,8915} = 179,19\ мм \qquad (6.3)$$

5. Бошланғич айлана радиусларини ҳисоблаймиз

$$r_{w_1} = \frac{a_w}{u_{1,2} + 1} = \frac{179,15}{1,615 + 1} = 68,49\ мм$$

$$r_{w_2} = \frac{a_w \cdot u_{1,2}}{u_{1,2} + 1} = \frac{179,15 \cdot 1,615}{1,615 + 1} = 110,67\ мм \qquad (6.4)$$

6. Бўлувчи айлана радиуслари

$$r_1 = \frac{mz_1}{2} = \frac{10\cdot 13}{2} = 65\ мм$$

$$r_2 = \frac{mz_2}{2} = \frac{10\cdot 21}{2} = 105\ мм \qquad (6.5)$$

7. Асосий айлана радиусларини топамиз

$$r_{b_1} = r_1\cdot\cos\alpha = 65\cdot 0,9394 = 61,06\ мм$$

$$r_{b_2} = r_2\cdot\cos\alpha = 105\cdot 0,9394 = 98,67\ мм \qquad (6.6)$$

8. Тишлар каллаги айланаси радиуслари

$$r_{a_1} = r_1 + (h_a^* + x_1 - \Delta y)m = 65 + (1 + 0,694 - 0,16)\cdot 10 = 80,34\ мм$$

$$r_{a_2} = r_{21} + (h_a^* + x_2 - \Delta y)m = 105 + (1 + 0,384 - 0,16)\cdot 10 = 117,24\ мм \qquad (6.7)$$

бу ерда Δy - силжишни тенглаштирувчи коэффициент, *1* - иловадан $z_1 = 13$ да $\Delta y = 0,16$ га тенг.

h_a^* - тиш баландлиги коэффициенти, стандартга кўра $h_a^* = 1,0$

9. Тишлар ботиғи айланаси радиуслари

$$r_{f_1} = r_1 + (h_a^* + c - x_1)m = 65 - (1 + 0,25 - 0,694)\cdot 10 = 59,44 \text{ мм}$$

$$r_{f_2} = r_2 + (h_a^* + c - x_2)m = 105 - (1 + 0,25 - 0,384)\cdot 10 = 96,34 \text{ мм} \qquad (6.8)$$

бу ерда c^* - радиал тирқиш коэффициенти, стандартга кўра $c^*=0,25$

10. Бўлувчи айлана бўйича тиш қадами

$$p_t = \pi\, m = 3,14\ 10 = 31,4 \text{ мм} \qquad (6.9)$$

11. Бўлувчи айлана бўйича тишларнинг қалинлиги

$$s_1 = 0,5 \cdot p_t + 2x_1 \cdot m \cdot tg\,\alpha = 0,5 \cdot 3,14 + 2 \cdot 0,694 \cdot 10 \cdot 0,364 = 20,75 \text{ мм}$$

$$s_2 = 0,5 \cdot p_t + 2x_2 \cdot m \cdot tg\,\alpha = 0,5 \cdot 3,14 + 2 \cdot 0,384 \cdot 10 \cdot 0,364 = 18,49 \text{ мм} \qquad (6.10)$$

12. Тиш бўйининг эгрилик радиуси

$$\rho_f = \frac{c^* \cdot m}{1 - \sin\alpha} = \frac{0,25 \cdot 10}{1 - 0,3402} = 3,8 \text{ мм} \qquad (6.11)$$

(бу ерда $\sin 20^0 = 0,3402$)

13. Қопланиш коэффициенти

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\breve{n_1 n_2}}{p_t} = \frac{\breve{dd'}}{p_w} = \frac{58}{50} = 1,16 \qquad (6.12)$$

Бу ерда $\breve{n_1 n_2}$ - илашиш ёйи узунлиги

p_w - бошланғич айлана бўйича олинган тишнинг қадами.

Бу ҳисоблашлар бўйича *илашма тасвири* қурилади *(6.1- шакл)*. Бунинг учун чизма сатҳини ҳисобга олиб, масштаб коэффициенти топилади.

$$\mu_l = \frac{a_w}{(a_w)} = \frac{179,19}{360} \approx 0,5 \text{ мм / мм} \qquad (6.13)$$

Масштаб коэффициенти бўйича ўқлар орасидаги масофа қўйилади ва айланиш марказлари (O_1 ва O_2 нуқталар) топилади (6.1- шакл).

Юқорида ҳисобланган барча геометрик параметрларнинг чизмадаги қийматлари ҳисобланади

$$(r_{w_1}) = \frac{r_{w_1}}{\mu_l} = \frac{68,49}{0,5} = 136,98 \text{ мм}, \qquad (r_{w_2}) = \frac{r_{w_2}}{\mu_l} = \frac{110,67}{0,5} = 221,34 \text{ мм},$$

$$(r_1) = \frac{r_1}{\mu_l} = \frac{65}{0,5} = 130 \text{ мм}, \qquad (r_2) = \frac{r_2}{\mu_l} = \frac{105}{0,5} = 210 \text{ мм},$$

$$(r_{b_1}) = \frac{r_{b_1}}{\mu_l} = \frac{61,06}{0,5} = 122,12 \text{ мм}, \qquad (r_{b_2}) = \frac{r_{b_2}}{\mu_l} = \frac{98,67}{0,5} = 197,34 \text{ мм},$$

$$(r_{a_1}) = \frac{r_{a_1}}{\mu_l} = \frac{80,34}{0,5} = 160,68 \text{ мм}, \qquad (r_{a_2}) = \frac{r_{a_2}}{\mu_l} = \frac{117,24}{0,5} = 234,48 \text{ мм},$$

$$(r_{f_1}) = \frac{r_{f_1}}{\mu_l} = \frac{59,44}{0,5} = 118,88 \text{ мм}, \qquad (r_{f_2}) = \frac{r_{f_{21}}}{\mu_l} = \frac{96,34}{0,5} = 192,68 \text{ мм},$$

$$(p_t) = \frac{p_t}{\mu_l} = \frac{31,4}{0,5} = 62,8 \text{ мм}, \qquad (s_1) = \frac{s_1}{\mu_l} = \frac{20,75}{0,5} = 41,5 \text{ мм},$$

$$(s_2) = \frac{s_2}{\mu_l} = \frac{18,49}{0,5} = 36,98\ мм\ , \qquad (\rho_f) = \frac{\rho_l}{\mu_l} = \frac{3,8}{0,5} = 7,6\ мм\ .$$

Айланиш марказлари (*O_1* ва *O_2*) нуқталардан мос равишда бошланғич айланаларни ўтказамиз.

Улар марказлар орасидаги чизиқда бир-бирига уриниб ўтишлари лозим. Уруниш нуқтаси (*p*) *илашни қўтби* дейилади. Илашма қўтбидан умумий урунма (*T - T*) ўтказамиз. Бу урунмага илашиш бурчаги (α_{w}=$26^{o}\,55^{/}$) остида илашиш чизиғи *N - N* ни ўтказамиз.

Асосий айланаларни ўтказамиз, бу айланалар эса илашиш чизиғи *(N - N)*га урунишлари лозим. Уруниш нуқталарини N_1 ва N_2 орқали белгилаймиз ва бу оралиқ (N_1 - *p* ва N_2 - *p* оралиғи) – *назарий илашиш чизиғи* дейилади. N_1 - *p* ва N_2 - *p* оралиқларни тенг бўлакларга (*20 мм* гача) бўламиз ва иккала ғилдираклар учун ҳам эвольвенталарни қурамиз. Бунинг учун масалан, биринчи ғилдирак учун N_1 нуқтадан асосий айланада N_1 - *3, 3 - 2, 2 -1, 1-p* кесмаларга тенг бўлган $N_1 - 3', 3' - 2', 1' - 0$ ватарларни ўлчаб қўямиз.

Топилган $1', 2'$ ва ҳ.к.з. нуқталарни айланиш маркази O_1 нуқта билан туташтирамиз ва $O_1 1', O_1 2',$ ва ҳ.к.з. чизиқларга қўтб томонга йўналган перпендикуляр чизиқлар ўтказамиз. Бу чизиқларда эса мос равишда N_1 - *3, 3 - 2, 2 - 1, p - 1* кесмаларни ўлчаб қўямиз. Топилган нуқталарни лекало ёрдамида равон туташтирамиз, натижада биринчи ғилдирак учун эвольвента чизилади.

Иккинчи ғилдирак учун эвольвента худди шунга ўхшаш равишда қурилади.

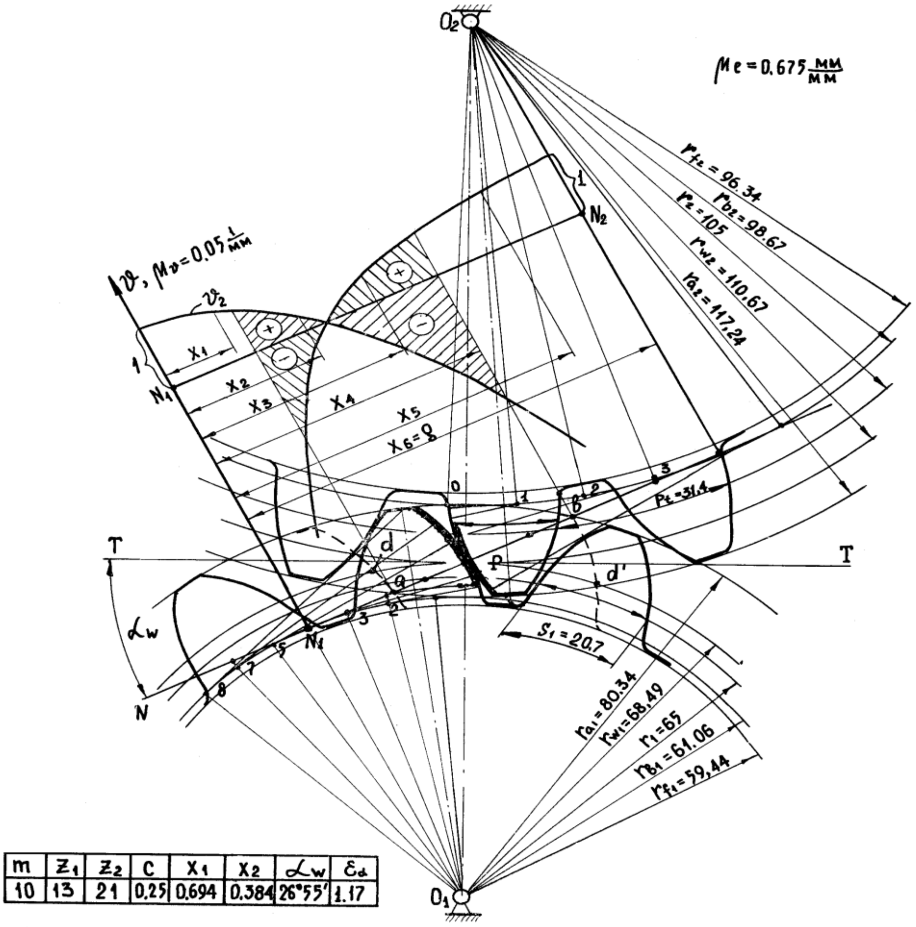
Иккала эвольвента қурилгандан кейин иккала ғилдирак учун бўлувчи, тиш каллаги ва ботиғи айланалари ўтказилади. Тиш каллаги айланаси билан назарий ишлаш чизиғи кесишган нуқталар (*a* ва *б* нуқталар) оралиғи - *амалий актив ишлаши* чизиғи деб аталади.

Илашиш қўтбидан (*p*) бўлувчи айлана бўйича илашиш қадами p_t ни ўлчаб қўямиз ва шу ерда тишлар қалинлигини ҳам белгилаймиз. Қолган тишларнинг профиллари шаблон ёрдамида чизиб олинади.

Тиш профилларининг илашмада қатнашадиган қисмига *тиш профилининг иш қисми* ёки *актив қисми* дейилади. Иш қисмининг узунлигини топиш учун бирор ғилдирак тиш профиллининг учига мос келувчи бошқа ғилдирак профилидаги нуқтани аниқлаш керак. Тиш учидан ана шу тишда аниқланган мос нуқтагача бўлган тиш профилининг эвольвента қисми тишнинг иш қисмидир.

Илашиш ёйи - бир жуфт тишнинг илашиш жараёнида бошланғич айланаларга тегишли нуқталарнинг босиб ўтган йўллари.

Бу ёйни топиш учун амалий илашиш чизиғи боши (*a* нуқта) ва охири (*b* нуқта) ни ифодаловчи нуқталардан тиш профилини штрих чизиқлар ёрдамида чизиб оламиз. Бу профиллар билан бошланғич айланалар кесишиш нуқталари *(d΄d΄)* илашиш ёйини беради.



m	z_1	z_2	c	x_1	x_2	α_w	ε_α
10	13	21	0.25	0.694	0.384	26°55'	1.17

6.1 – шакл.

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. *Тишли механизмларнинг турлари, вазифалари ва қўлланилиш соҳалари тўғрисида гапириб беринг.*
2. *Тишли ғилдираклар қандай тайёрланади?*
3. *Илашма модули нима?*
4. *Тиш қадами нима?*
5. *Тиш профилининг асосий ўлчамларини санаб беринг.*
6. *Илашма профилини чизиш жараёни қандай бажарилади?*
7. *Илашманинг сифат кўрсаткичларини санаб беринг.*

Амалий машғулот № 7

Мавзу: ПАҒОНАЛИ МУРАККАБ ТИШЛИ УЗАТМАЛАРНИ КИНЕМАТИКАСИ

РЕЖА:

Планетар механизмларни лойиҳалаш усуллари билан танишиш, унинг кинематик схемасини қўриш ва кинематик параметрларини график усулда назорат қилиш.

Планетар механизмлар - ҳаракатланувчи ғилдиракларга эга бўлади. Улар планетар ғилдираклар ёки сателлитлар деб аталади.

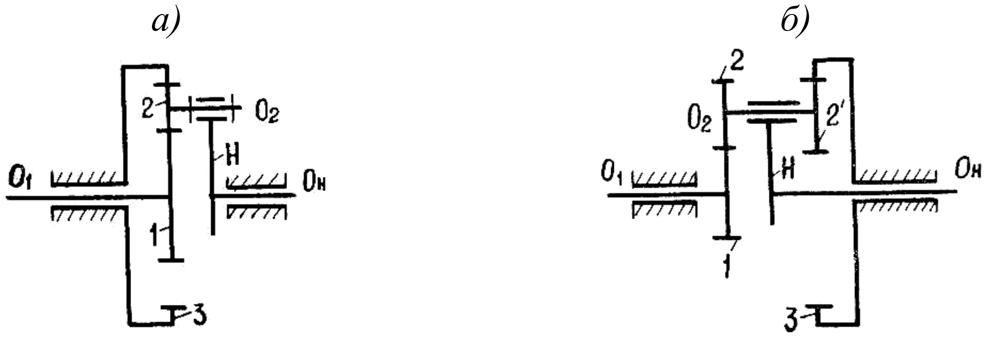
Сателлитларнинг ўқлари жойлаштирилган ҳаракатланувчи бўғин *водило* дейилади. Сателлитлар юмалайдиган ғилдирак марказий ғилдирак дейилади, у қўзғалмас ўқ атрофида айланади, қўзғалмас марказий ғилдирак таянч ғилдирак дейилади. Одатда планетар механизмлар ўқдош қилиб тайёрланади.

7.1-шаклда кўрсатилган планетар механизмлар кенг тарқалган бўлиб уларнинг фойдали иш коэффициентлари жуда юқори (0,96…0.98). Планетар механизмларнинг узатиш нисбати кириш ва чиқиш валларнинг бурчак тезликлари нисбати сифатида аниқланади, яъни (7-*а* шакл учун)

$$u^{(3)}_{1,н} = \frac{\omega_1}{\omega_н} = 1 - u^{н}_{1,3} = 1 + \frac{z_3}{z_1} \qquad (7.1)$$

(7.1-*б* шакл учун)

$$u^{(3)}_{1,н} = \frac{\omega_1}{\omega_{1,н}} = 1 - u^{н}_{1,3} = 1 + \frac{z_3}{z_1}\frac{z_3}{z'_2} \qquad (7.2)$$



7.1- шакл.

Планетар механизмни лойиҳалаш олдиндан берилган узатиш нисбатини қаноатлантирувчи ғилдиракларнинг тишлар сонини белгилаб олишдан бошланади. Танланган тишлар сони қуйида кўрсатилган шартларни қаноатлантириши лозим бўлади.

1. Тишлар сони яхлит сон ва барча ғилдирак модуллари бир хил бўлиш шарти.
2. Барча тишли ғилдираклар нолинчи бўлишлиги, яъни ташқи илашмада $z_1 \geq z_{min} = 17$ ички илашмада $z_3 \geq z_{min} = 85$ ва иккала ҳолат учун ҳам $h^* = 1$, $z_2 = z'_{min} \geq 20$ бўлиши шарт.
3. Ўқларнинг устма-уст тушиш шарти

а) схема учун $z_1 + 2z_2 = z_3$

б) схема учун $z_1 + z_2 = z_3 - z'_2$

4. Қўшничилик шарти, бунда ўқлари фазода ҳаракатланадиган ғилдираклар - саттелитларнинг бир-бирига тегмасдан эркин ҳаракатлана олиш шарти кўзда тутилади.

$$\sin\left(\frac{180^o}{k}\right) \succ \frac{z_2 + 2}{z_1 + z_2} \qquad (7.3)$$

бу ерда k - сателлитлар сони

б) схемада агар $z'_2 > z_2$ бўлса z_2 нинг ўрнига z'_2 қўйилади.

5. Йиғиш шарти; бу шарт сателлитлар ўқларининг марказий ўққа нисбатан бир хил бурчакда жойлашувини ҳамда сателлетларнинг механизмга эркин урнатилишини таъминлайди.

$$\frac{(z_1 + z_3)}{k} = c \qquad (7.4)$$

бу ерда c - бутун сон.

<u>*Мисол.*</u> Берилган маълумотлар бўйича планетар механизм учун тишлар сони ва сатиллетлар сони аниқлансин $u_{1н} = 5{,}6$ (7.1-*а* схема).

Ечиш.: $z_1 = 18$ деб қабул қиламиз (6.1) формуладан z_3 ни томамиз

$$z_3 = z_1(u_{1,н}^{(3)} - 1) = 18(5,6 - 1) = 82,8 \prec z_{min} = 85$$

Шарт бажарилмаганлиги учун $z_1=19$ деб қабул қиламиз ва қайтадан z_3 ни топамиз

$$z_3 = z_1(u_{1,н}^{(3)} - 1) = 19(5,6 - 1) = 87,4$$

Бу сонни яхлитласак $z_3=87$.

Ўқларнинг устма-уст тушиш шартидан

$$z_1 + 2z_2 = z_3$$

$$z_2 = \frac{z_3 - z_1}{2} = \frac{87 - 19}{2} = 34$$

Қўшничилик шартидан

$$k \le \frac{180^o}{\arcsin\frac{z_2 + 2}{z_1 + z_2}} = \frac{180^o}{\arcsin\frac{34 + 2}{19 + 34}} = 4,2$$

Демак сателлитлар сони $2, 3,$ ва 4 та бўлиши мумкин. $k=4$ деб қабул қиламиз. Йиғиш шартига кўра

$$c = \frac{z_1 + z_3}{k} = \frac{19 + 87}{4} = 26,5$$

Кўриниб турибдики c бутун сон чиқмади. У ҳолда юқоридаги жараённи $z_1=20$ учун такрорлаймиз

$$z_1 = 20$$

$$z_3 = 20(5,6 - 1) = 92$$

$$z_2 = \frac{92 - 20}{2} = 36$$

$$k \le \frac{180^o}{\arcsin\frac{36 + 2}{20 + 36}} \le 4,2$$

$$k = 4$$

$$c = \frac{20 + 92}{4} = 28$$

Демак, $z_1 = 20, \quad z_2 = 36, \quad z_3 = 92, \quad k = 4.$

<u>*Мисол.*</u> 7.1-*б* шаклда кўрсатилган планетар механизм учун тишлар сони ва сатиллетлар сони аниқлансин. Берилган: $u_{1н}=10,18.$

Ечиш. (7.2) формуладан $\frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_3}{z_2'} = u_{1,2}^{н} - 1 = 10,18 - 1 = 9,18$

Маълумки, $u_{1,n} = u_{1,2} \cdot u_{2,3} \cdot \ldots \cdot u_{(n-1)n}$

Бундан

$$\frac{z_2}{z_1} = u_{1,2}^{н} \quad \text{ва} \qquad \frac{z_3}{z_2} = u_{2,3}^{н}$$

$u_{1,2}^{н} = 3$ булсин, унда $u_{2,3}^{н} = \frac{9,18}{3} = 3,06$

Демак, $z_2=3\,z_1$ ва $z_3 = 3,06 \cdot z_2'$, $z_1=17$ деб оламиз, унда

$$z_2=3 \cdot 17=51,$$

$$z_1 + z_2 = z_3 - z_2' \text{ шартидан}$$

$$z_2' \cdot 17 + 51 = 3,06 \cdot z_2' - z_2' \text{ яъни } 68 = 2,06 \cdot z_2'$$

$$z'_2 = 33{,}0097$$

$z'_2 = 33$ деб оламиз.

У ҳолда $z_3=3{,}06 \cdot 33=100{,}98$ $z_3=100$ деб оламиз.

Сатиллетлар сони

$$k \le \frac{180^o}{\arcsin\frac{51+2}{17+51}} \le 3{,}515$$; $k=3$ деб оламиз .

Йиғиш шартидан

$$c = \frac{17+101}{3} = 39{,}33$$

c бутун сон чиқмади, шунинг учун бу жараённи $z_1=18$ учун такрорлаймиз

$$z_2 = 3 \cdot 18 = 54$$

$$z'_2 \cdot 2{,}06 \cdot z'_2 = 18 + 54 = 72$$

$$z'_2 = 34{,}95$$

$$z'_2 = 35$$

Унда

$$z_3 = 3{,}06 \cdot 35 = 107{,}1$$

$$z_3 = 108$$

деб оламиз (чунки z_1 билан бирга жуфт сон бўлиши учун).

$$k \le \frac{180^o}{\arcsin\frac{54+2}{18+54}} \le 3{,}6$$

$$k = 3$$

Йиғиш шартидан

$$c = \frac{108+18}{3} = 42$$

Демак, $z_1=18$, $z_2=54$, $z'_2= 35$, $z_3=108$, $k=3$.

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР:

1. *Тишли механизмлар қанақанги механизмлар?*
2. *Уларнинг турлари ҳақида гапириб беринг.*
3. *Тишли механизмларнинг ишлатилиш соҳалари ҳақида гапириб беринг.*
4. *Планетар механизмлар-чи?*
5. *Дифференциал механизмлар-чи?*

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ № 8
МАВЗУ: ҚЎЗҒАЛУВЧАН ЎҚЛИ МУРАККАБ ТИШЛИ УЗАТМАЛАРНИ КИНЕМАТИКАСИ

РЕЖА:

1. Планетар механизмларни лойиҳалаш усуллари билан танишиш, унинг кинематик схемасини қўриш ва кинематик параметрларини график усулда назорат қилиш.

Кўпгина машина ва ускуналар (манипуляторляр, дастгоҳлар, автомобиллар, индикаторлар, тахометрлар, ЭҲМиинг босувчи қурилмаларининг тишли механизмларини лойиҳалашда айланма

ҳаракатнинг катта узатиш нисбати билан ёки ўқлараро масофа анча катта бўлган шаротда узатилишини таъминлаш зарурияти туғилади. Бундай ҳолларда кўп бўғинли тишли механизмлар қўлланилади. Булар ё чиқиш валининг кириш валига нисбатан айланиш сонини камайтириб берувчи редукторлар, ё бўлмаса, кўпайтириб берувчи мультипликаторлардир.

Таркибида қўзғалувчан тишли ғилдираклари бўлган кўп бўғинли тишли механизмлар ***эпициклик механизмлар*** деб аталади.

Бундай механизмлар қўзғалувчанлик даражасининг сон қийматига кўра ***дифференциал*** ёки ***планетар*** механизмларга бўлинади. Планетар механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси $W=1$ бўлиб, асосан, етакловчи валнинг айланма ҳаракатини маълум бир узатиш нисбатига кўра етакланувчи валга узатиб беради. Дифференциал механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси $W>1$ бўлиб, турли звенолар айланма ҳаракатини қўшиб, бирор бўғинга узатиш ёки бирор бўғин айланма ҳаракатини турли бўғинларга тақсимлаб узатиш учун хизмат қилади.

Планетар механизмлар - ҳаракатланувчи ғилдиракларга эга бўлади. Улар планетар ғилдираклар ёки сателлитлар деб аталади.

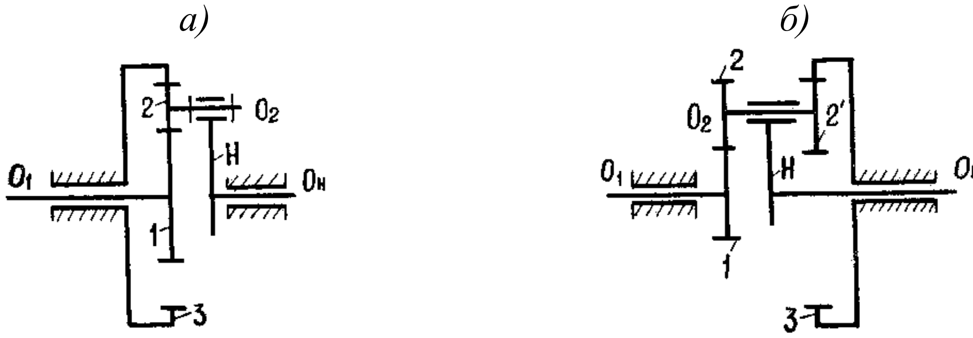
Сателлитларнинг ўқлари жойлаштирилган ҳаракатланувчи бўғин *водило* дейилади. Сателлитлар юмалайдиган ғилдирак марказий ғилдирак дейилади, у қўзғалмас ўқ атрофида айланади, қўзғалмас марказий ғилдирак таянч ғилдирак дейилади. Одатда планетар механизмлар ўқдош қилиб тайёрланади.

8.1- шаклда кўрсатилган планетар механизмлар кенг тарқалган бўлиб уларнинг фойдали иш коэффициентлари жуда юқори (*0,96...0.98*). Планетар механизмларнинг узатиш нисбати кириш ва чиқиш валларнинг бурчак тезликлари нисбати сифатида аниқланади, яъни (6.1 - *а* шакл учун)

$$u_{1,н}^{(3)} = \frac{\omega_1}{\omega_н} = 1 - u_{1,3}^{н} = 1 + \frac{z_3}{z_1} \qquad (8.1)$$

(8.1 - *б* шакл учун)

$$u^{(3)}{}_{1,н} = \frac{\omega_1}{\omega_{1,н}} = 1 - u_{1,3}^{н} = 1 + \frac{z_3}{z_1}\frac{z_3}{z_2'} \qquad (8.2)$$



8.1 - шакл

Планетар механизмни лойиҳалаш олдиндан берилган узатиш нисбатини қаноатлантирувчи ғилдиракларнинг тишлар сонини белгилаб олишдан бошланади. Танланган тишлар сони қуйида кўрсатилган шартларни қаноатлантириши лозим бўлади.

1. Тишлар сони яхлит сон ва барча ғилдираклар модуллари бир хил бўлиши шарти.
2. Барча тишли ғилдираклар нолинчи бўлишлиги, яъни ташқи илашмада $z_1 \geq z_{min} = 17$ ички илашмада $z_3 \geq z_{min} = 85$ ва иккала ҳолат учун ҳам $h^* = 1$, $z_2 = z'_{min} \geq 20$ бўлиши шарт.

3.Ўқларнинг устма-уст тушиш шарти

а) схема учун $z_1 + 2z_2 = z_3$

б) схема учун $z_1 + z_2 = z_3 - z'_2$

4.Қўшничилик шарти, бунда ўқлари фазода ҳаракатланадиган ғилдираклар - саттелитларнинг бир-бирига тегмасдан эркин ҳаракатлана олиш шарти кўзда тутилади.

$$\sin\left(\frac{180^o}{k}\right) \succ \frac{z_2 + 2}{z_1 + z_2} \qquad (8.3)$$

бу ерда k - сателлитлар сони

б) схемада агар $z'_2 > z_2$ бўлса z_2 нинг ўрнига z'_2 қўйилади.

5.Йиғиш шарти; бу шарт сателлитлар ўқларининг марказий ўққа нисбатан бир хил бурчакда жойлашувини ҳамда сателлетларнинг механизмга эркин урнатилишини таъминлайди.

$$\frac{(z_1 + z_3)}{k} = c \qquad (8.4)$$

бу ерда c - бутун сон.

Мисол тариқасида қўйида берилган маълумотлар бўйича планетар механизм учун тишлар сони ва сатиллетлар сони аниқлаймиз $u_{1н}$ =5,6 (6.1 -*а* схема).

Ечиш.: $z_1 = 18$ деб қабул қиламиз (8.1) формуладан z_3 ни томамиз

$$z_3 = z_1(u_{1,н}^{(3)} - 1) = 18(5,6 - 1) = 82,8 \prec z_{\min} = 85$$

Шарт бажарилмаганлиги учун $z_1 = 19$ деб қабул қиламиз ва қайтадан z_3 ни топамиз

$$z_3 = z_1(u_{1,н}^{(3)} - 1) = 19(5,6 - 1) = 87,4$$

Бу сонни яхлитласак $z_3 = 87$.

Ўқларнинг устма-уст тушиш шартидан

$$z_1 + 2z_2 = z_3$$

$$z_2 = \frac{z_3 - z_1}{2} = \frac{87 - 19}{2} = 34$$

Қўшничилик шартидан

$$k \leq \frac{180^o}{\arcsin\frac{z_2 + 2}{z_1 + z_2}} = \frac{180^o}{\arcsin\frac{34 + 2}{19 + 34}} = 4,2$$

Демак сателлитлар сони *2, 3,* ва *4* та бўлиши мумкин. $k=4$ деб қабул қиламиз. Йиғиш шартига кўра

$$c=\frac{z_1+z_3}{k}=\frac{19+87}{4}=26,5$$

Кўриниб турибдики c бутун сон чиқмади. У ҳолда юқоридаги жараённи $z_1=20$ учун такрорлаймиз

$$z_1=20$$

$$z_3=20(5,6-1)=92$$

$$z_2=\frac{92-20}{2}=36$$

$$k\le\frac{180^o}{\arcsin\frac{36+2}{20+36}}\le 4,2$$

$$k=4$$

$$c=\frac{20+92}{4}=28$$

Демак, $z_1=20,\quad z_2=36,\quad z_3=92,\quad k=4.$

Энди 8.1-*б* шаклда кўрсатилган планетар механизм учун тишлар сони ва сателлетлар сони аниқлаймиз. Берилган: $u_{1н}=10,18.$

Ечиш. (6. 2) формуладан

$$\frac{z_2}{z_1}\cdot\frac{z_3}{z_2'}=u_{1,2}^{н}-1=10,18-1=9,18$$

Маълумки,

$$u_{1,n}=u_{1,2}\cdot u_{2,3}\cdot\ldots\cdot u_{(n-1)n}$$

Бундан

$$\frac{z_2}{z_1}=u_{1,2}^{н}\quad\text{ва}\qquad\frac{z_3}{z_2}=u_{2,3}^{н}$$

$u_{1,2}^{н}=3$ булсин, унда $u_{2,3}^{н}=\frac{9,18}{3}=3,06$

Демак, $z_2=3z_1$ ва $z_3=3,06\cdot z_2'$, $z_1=17$ деб оламиз, унда

$$z_2=3\cdot17=51,$$

$z_1+z_2=z_3-z_2'$ шартидан

$z_2'\cdot17+51=3,06\cdot z_2'-z_2'$ яъни $68=2,06\cdot z_2'$

$$z_2'=33,0097$$

$z_2'=33$ деб оламиз.

У ҳолда $z_3=3,06\cdot33=100,98$ $z_3=100$ деб оламиз.

Сатиллетлар сони

$$k\le\frac{180^o}{\arcsin\frac{51+2}{17+51}}\le 3,515$$

$k=3$ деб оламиз .

Йиғиш шартидан

$$c = \frac{17 + 101}{3} = 39,33$$

c бутун сон чиқмади, шунинг учун бу жараённи $z_1=18$ учун такрорлаймиз

$$z_2 = 3 \cdot 18 = 54$$

$$z'_2 \cdot 2,06 \cdot z'_2 = 18 + 54 = 72$$

$$z'_2 = 34,95$$

$$z'_2 = 35$$

$$z_3 = 3,06 \cdot 35 = 107,1$$

Унда

$$z_3 = 108$$

деб оламиз (чунки z_1 билан бирга жуфт сон бўлиши учун).

$$k \le \frac{180^o}{\arcsin \frac{54 + 2}{18 + 54}} \le 3,6$$

$$k = 3$$

Йиғиш шартидан

$$c = \frac{108 + 18}{3} = 42$$

Демак, $z_1=18$, $z_2=54$, $z'_2= 35$, $z_3=108$, $k=3$.

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР:

6. *Эпициклик механизмлар қанақанги механизм?*
7. *Планетар механизмлар-чи?*
8. *Дифференциал механизмлар-чи?*
9. *Планетар механизмлар қандай лойиҳаланади?*
10. *Сателлит нима?*
11. *Водило нима?*

Амалий машғулот № 9
Мавзу: МУШТАКЛИ (КУЛОЧОКЛИ) МЕХАНИЗМЛАРНИ ПРОФИЛЛАШ

РЕЖА:

Кулочокли механизмларни лойиҳалаш усуллари билан танишиш.

Кўпгина машиналарнинг иш жараёни улар таркибида чиқиш бўғинлари бошқа механизмлар билан мувофиқлашган тарзда, белгиланган аниқ қонуният бўйича ҳаракатланувчи механизмлар бўлишини тақозо қилади. Бундай масалани ҳал қилиш учун энг оддий, ишончли ва ихчам *кулочокли (муштли)* (9.1-*а* шакл) механизмлар қўлланилади. Улар чиқиш бўғини - туртгичнинг ҳаракатини назарий жиҳатдан аниқ амалга оширади. Уларнинг кириш бўғини *кулочок (мушт)* деб аталади.

Туртгичнинг ҳаракат қонуни кулочок профили бўйича аниқланади ва у кулочокли механизмларнинг асосий характеристикаси ҳисобланади.

Кулочокли механизмларни лойиҳалашдан асосий мақсад етакланувчи бўғин - туртгичнинг олдиндан берилган ҳаракат қонунини коноатлантирувчи кулочок профилини кичик ўлчамларда ва юқори фойдали иш коэффициентида ясашдан иборат. 9.1 - *б* шаклда кулочокнинг буралиш бурчаги бўйича туртгични ҳаракат диаграммаси кўрсатилган.

Кулочок тўлиқ айланганда буралиш бурчагини тўрт фазага ажратиш мумкин бўлади:

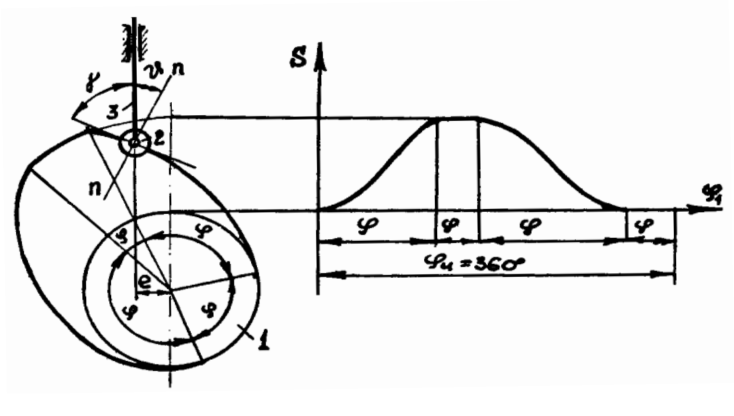
- узоқлашиш фазаси ($\varphi_у$)
- узоқда туриш фазаси ($\varphi_{у.т}$)
- яқинлашиш фазаси ($\varphi_я$)
- яқинда туриш фазаси ($\varphi_{я.т}$)

9.1-*б* шаклда υ- босим бурчаги, γ- эса ҳаракатни узатиш бурчаги деб аталади.

Лойиҳалаш амалиётида туртгич ҳаракат қонунларининг нисбатдан оддий турлари кўпрок қўлланилади, уларга:

- синусоида кўринишидаги (9.2- *а* шакл)
- косинусоида кўринишидаги (9.2- *б* шакл)
- парабола кўринишидаги (9.2- *в* шакл)

а) *б)*



9.1–шакл.

Бу ҳаракат қонунини танлашда кулочокли механизмда пайдо бўлиши мумкин бўлган кескин ва юмшок зарбаларга эътибор бериш лозим бўлади. Кескин зарблар асосан чизиқли ҳаракат қонунларида пайдо бўлади, юмшоқ зарблар эса асосан парабола ва косинусоида кўринишдаги ҳаракат қонунларида юзага келади.

Туртгич ҳаракат диаграммаларини қуриш

***1. Синусоида кўринишдаги қонун** (9.2 - а шакл).*

<u>Йўл диаграммасини</u> ($S= f(\varphi)$ ёки $\beta = f(\varphi)$ – туртгичнинг ҳаракат характерига қараб) қуриш учун ордината ўқи бўйлаб *h = 30...50 мм* кесма танланади. Бу оралиқ туртгичнинг максимал йўлига мос келади, унда масштаб коэффиценти

$$\mu_s = \frac{s_{\max}}{h}, \left|\frac{м}{мм}\right| \qquad (9.1)$$

бу ерда: s_{max} - туртгичнинг максимал йўли

Абцисса ўқи бўйича кулочокнинг буралиш бурчагини жойлаштирамиз ва унда $\varphi_{у}$, $\varphi_{ут}$ ва $\varphi_{я}$ фаза бурчакларига мос кесмалар ажратамиз. Бу кесма ларнинг ҳам тенг бўлакларга ажратамиз (масалан, $\varphi_{у}$ ва $\varphi_{я}$ фаза бурчакларини тенг *8* га).

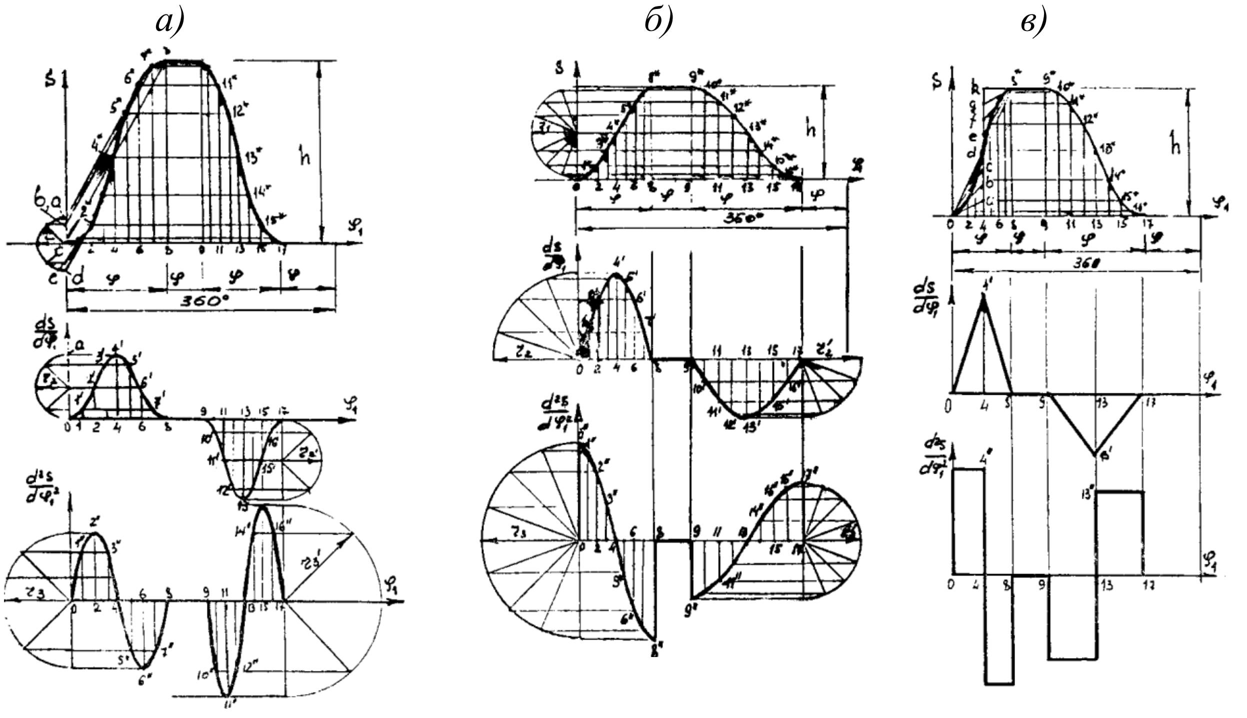
Абцисса ўқи бўйида масштаб коэффициенти

$$\mu_\varphi = \frac{\varphi_{иш}}{(0-17)} = \frac{\varphi_{у} + \varphi_{у.т} + \varphi_{я}}{(0-17)} \qquad (9.2)$$

Йўл диаграммасини қуриш учун координата бошидан

$$r_1 = \frac{h}{2\pi} \qquad (9.3)$$

радиусда ярим айлана чизамиз ва уни тўртта тенг ёйга ажратиб оламиз.



9.2 – шакл

Ёйларга ажратган нуқталарни ордината ўқига проекциялаймиз. Координата бошини 8^* нуқта билан туташтирамиз. Ордината ўқида ҳосил бўлган *а,в,* ва *d* нуқталардан *0 -* 8^* чизиққа параллел нурлар ўтказамиз. *а* нуқтадан ўтган нур билан *6* нуқтадан ўтказилган ордината кесишга нуқтаси 6^* нуқтани беради. *b* нуқтадан ўтган нур билан *5* ва *7* ординаталар билан кесишган нуқталар *5** ва *7** нуқталарни *c* нуқтадан ўтган нурларнинг *1* ва *3* ордината билан кесишган нуқталари эса *1** ва *3** нуқталарни беради. *d*

нуқтадан ўтказилган нур билан *2* ординатанинг кесиш нуқтаси *2** нуқтани беради. Топилган *1*,2*,....,8** нуқталарни лекало ёрдамида равон эгри чизиқ билан туташтирамиз ва узоқлашиш фазасида туртгичнинг йўл диаграммасини ҳосил қиламиз. Яқинлашиш фазасида йўл диаграммасини қуриш 9.2 - *а* шаклда кўрсатилган.

*Тезлик диаграммаси*ни қуриш учун координата ўқлари ўтказилади

$$r_2 = \frac{h}{\varphi_у}, \qquad r' = \frac{h}{\varphi_я} \tag{9.4}$$

ва радиуслар бўйича ярим айланалар координата баши *О* нуқтадан ва *17* нуқтадан ўтказилади. Бу ифодаларда $\varphi_у$ ва $\varphi_я$ фаза бурчакларининг қийматлари радианларда ҳисобланади. Ярим айланаларни тўртта тенг бўлакларга ажратамиз. Бўлиш нуқталаридан φ ўққа параллел чизиқлар ўтказиб, уларни мос нуқталардан ўтказилган ординаталар билан кесишгунча давом эттирамиз.

Кесишган нуқталарни бирлаштириб ахтарилаётган диаграммани ҳосил қиламиз. Масштаб коэффициенти

$$\mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = \mu_\varphi \tag{9.5}$$

*Тезланишлар диаграммаси*ни қуриш учун ҳам яна янги координата ўқлари ўтказилади. Координата бошидан (*0* нуқтадан) ва абсцисса ўқи охири (*17* – нуқтадан)

$$r_3 = \frac{2\pi h}{\varphi_у^2} \quad \text{ва} \quad r_3' = \frac{2\pi h}{\varphi_я^2} \tag{9.6}$$

радиуслар бўйича ярим айланалар ўтказилади.

Ярим айланалар тўртта тенг бўлакларга ажратилади. Бўлиш нуқталаридан абсцисса ўқига параллел нурлар ўтказилиб, уларни мос нуқталардан ўтказилган ординаталар билан кесишгунча давом эттирилади ва синусоида кўринишидаги ҳаракат қонуни қурилади. Диаграмма масштаби

$$\mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} = \mu_\varphi \tag{9.7}$$

Косинусоида кўринишидаги қонун (9.2- *б шакл).*

Йўл диаграммаси $s = f(\varphi)$ ёки $\beta = f(\varphi)$ координата ўқлари ўтказилади. Ордината ўқи бўйича туртгичнинг максимал йўлига мос келувчи *h = 30...50 мм* кесма ажратилади. Бунда масштаб коэффициенти

$$\mu_s = \frac{s}{h} \quad \text{ёки} \quad \mu_\beta = \frac{\beta}{h} \tag{9.8}$$

Абсцисса ўқи бўйича эса $\varphi_у$, $\varphi_{у.т}$ ва $\varphi_я$ фаза бурчакларига мос кесмалар ажратилади ва улар ҳам тенг бўлакларга ажратилади (масалан, *8* тадан).

$$r_1 = \frac{h}{2} \tag{7. 9}$$

радиус бўйича ярим айлана чизиб олинади ва уни ҳам *8* тенг бўлакка ажратилади. Бўлинган нуқталардан абсцисса ўқича параллел нурлар ўтказамиз ва уларни мос нуқталардан ўтказилган ординаталар билан

кесишгунча давом этирамиз. Ҳосил бўлган нуқталарни туташтирилса ахтарилаётган диаграмма юзага келади. Масштаб коэффициенти

$$\mu_{\varphi} = \frac{\varphi_{иш}}{(0 - 17)} \qquad (9.10)$$

<u>*Тезликлар диаграммаси.*</u> $\frac{ds}{d\varphi} = f(\varphi)$ координата ўқлари ўтказилади. Координата бошидан

$$r_2 = \frac{\pi h}{2\varphi_у} \qquad (9.11)$$

радиус бўйича чорак айлана чизиб олиниб, уни тўртта тенг бўлакка ажратилади. Бўлиш нуқталаридан абсцисса ўқича параллел нурлар ўтказамиз ва бу нурларни мос нуқталардан ўтказилган ординаталар билан кесишгунча давом эттирамиз. Натижада узоқлашиш фазасида тезлик диаграммасини ҳосил қиланади. Яқинлашиш фазасида бу диаграммани чиқариш учун *17* - нуқтадан

$$r_2' = \frac{\pi h}{2\varphi_я} \qquad (9.12)$$

радиус бўйича чорак айлана чизилади ва юқоридаги жараён бажарилади. Масштаб коэффициенти

$$\mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = \mu_s \qquad (9.13)$$

<u>*Тезланишлар диаграммаси*</u>*:* $\frac{d^2 s}{ds^2} = f(\varphi)$ координата ўқларининг бошидан ва *17*- нуқтасидан мос равишда

$$r_3 = \frac{\pi^2 h}{2\varphi_у^2}; \qquad r_3 \ \frac{\pi^2 h}{2\varphi_я^2} \qquad (9.14)$$

радиуслар бўйича ярим айланалар ўтказилади. Бу ярим айланларнинг ҳар бирини *8* та тенг бўлакларга бўлинади. Бўлиш нуқталаридан абсцисса ўқига параллел нурлар ўтказилади ва уларни мос нуқталар ординаталари билан кесишгунча давом эттирилади. Топилган нуқталарни равон эгри чизиқ билан (лекало ёрдамида) туташтирилса тезланишлар диаграммаси ҳосил бўлади, масштаби

$$\mu_{\frac{d^2 s}{d\varphi^2}} = \mu_s \qquad (9.15)$$

Парабола кўринишидаги қонун (9.2- *в шакл)* .

<u>*Йўл диаграммаси.*</u> $s = f(\varphi)$ ёки $\beta = f(\varphi)$ координата ўқлари ўтказилади ва ордината ўқи бўйича *h = 30....50 мм* кесма танланади, бу туртгичнинг максимал йўлига мос келади

$$\mu_s = \frac{s}{h}; \quad \left|\frac{м}{мм}\right| \qquad (9.16)$$

Абсцисса ўқи бўйлаб эса, фаза бурчакларига мос равишда кесмалар ажратилади. Бу кесмаларни тенг бўлакларга (масалан *8* та) бўлинади.

Узоқлашиш фазасининг ўртасидан $(4-r')=h$ ордината ўтказилади, ва уни *8* тенг бўлакка бўлинади (9.2-*в* шакл). Белгиланган *а, б, с* нуқталарни координата боши билан *е, f* ва *d* нуқталарни эса *8** нуқта билан туташтирилади *а - 0, в - 0, ... д - 8** тўғри чизиқларни *1, 2, 3, ... 7* нуқталардан ўтказилган ординаталар билан кесиш нуқталарини белгилаймиз. Бу нуқталар йўл диаграммасини беради. Яқинлашиш фазаси ҳам шу асосда қўрилади.

<u>*Тезликлар диаграммаси:*</u> $\frac{ds}{d\varphi}=f(\varphi)$ координата ўқлари ўтказилиб ($4-4'$) ва $(13-13')$ ординаталар белгиланади:

$$(4-4')=\frac{2h}{\varphi_у}; \quad (13-13'0=\frac{2h}{\varphi_я} \tag{9.17}$$

Чизғич ёрдамида 9.2-*в* шаклда кўрсатилгандек диаграмма чизиб олинади.

<u>*Тезланишлар диаграммаси:*</u> $\frac{d^2s}{ds^2}=f(\varphi)$ координата ўқлари ўтказилади ва унди $(4-4'')$ ва $(13-13'')$ ординаталар белгиланади

$$(4-4'')=\frac{4h}{\varphi_у^2}; \quad (13-13'')=\frac{4h}{\varphi_я^2} \tag{9.18}$$

Бу ҳолда ҳам диаграмма 9.2-*в* шаклда кўрсатилгандек чизиб олинади.

Энди кулочок профилини чиқаришга ўтамиз.

Туртгичи ролик билан жиҳозланган ва илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи кулочокли механизмларнинг минимал радиусини аниқлаш.

<u>*Берилган маълумотлар*</u>: Йўл, тезлик ва тезланиш диаграммалари, босим бурчаги *(9.2- а шакл)*

$$s=f\left(\frac{ds}{d\varphi}\right) \tag{9.19}$$

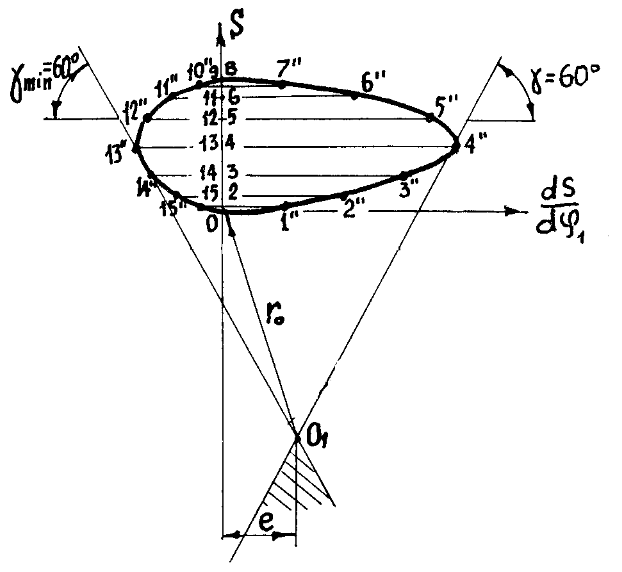
йўл диаграммасининг кулочок буралиш бурчаги бўйича ҳосиласининг функцияси диаграммаси қўрилади. Яъни, координата ўқлари ўтказилиб, вертикал - ордината ўқини *s* абсциясса ўқини *ds/dφ* орқали ифодалаймиз. *s* ўқига координата бошидан $s=f(\varphi)$ диаграммадаги *(1 - 1*), (2 - 2*), ..., (16 - 16*)* ординаталар келтириб қўйилади ва *1, 2, 3,...,17* нуқталар ҳосил қилинади. Бу нуқталарадан ўтказилган абсцисса ўқига параллел чизиқларда $\frac{ds}{d\varphi}=f(\varphi)$ диаграммадан $(1-1'), (2-2'), ..., (16-16')$ ординаталар қўйилиб улар билан кесиш нуқталари топилади.

Топилган $1^o, 2^o, ..., 17^o$ нуқталарни равон эгри чизиқ билан туташтирамиз. Шу усулда туртгич йўли s нинг тезлик аналогига боғлиқ бўлган диаграммаси $s = f\left(\frac{ds}{d\varphi}\right)$ қурилади.

Ҳосил қилинган ёпиқ эгри чизиқнинг четки томонларидан урунма чизиқлар ўтказилади. Ўтказилган урунма чизиқлар уриниш нуқталарига тақалувчи тезлик аналоглари йўналишлари билан $\gamma_{min} = 60^o$ бурчак ҳосил қилиши керак.

Урунма чизиқлар ўзаро кесишган нуқтани O_1 билан белгилаб, кесишманинг пастки қисми штрихланади. Ана шу соҳанинг исталган нуқтаси кулочок айланиш марказининг геометрик ўрни бўла олади, чунки штрихланган соҳанинг исталган нуқтасидан тезлик аналоги векторларининг охирини туташтирувчи чизиқлар ўтказсак, қуйидаги шарт бажарилади:

$$\gamma_i \geq \gamma_{min} = 60^o$$



9.3–шакл.

Агар эксцентриситет $e = 0$ бўлса, кулочок айланиш маркази қилиб os - чизиғи давомидаги штрихланган соҳада ётувчи исталган нуқтани олиш мумкин.

Кулочокнинг ихчам бўлишига эришиш учун кулочок минимал радиусининг чизмадаги энг кам қийматдан *3 - 4 мм* каттароқ олиш кифоядир.

Агар эксцентриситет берилган бўлса os ўқининг ўнг томонида эксцентриситетнинг чизма қиймати бўлган e масофада вертикал чизиқ ўтказилади. Ана шу чизиқнинг штрихланган соҳасидаги исталган нуқтаси кулочок айланиш маркази бўлиши мумкин.

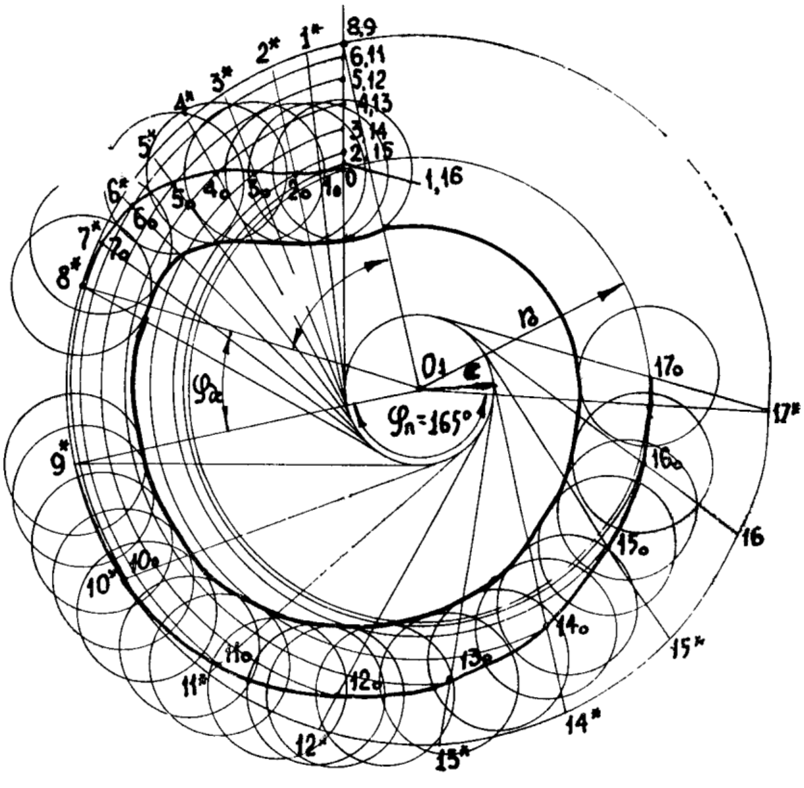
Кулочок профилини чиқариш.

Туртгичи ролик билан жиҳозланган ва илгариланма - қайтма ҳаракатланувчи марказий кулочокли механизмини (7.3 - *а* шакл) кинематик лойиҳалашда, ҳаракат диаграммалари, фаза бурчаклари, r_{min} - кулочок назарий профилининг минимал радиуси ва $r_{рол}$ - ролик радиуси каби параметрлар берилган бўлади.

***<u>Лойиҳалаш қўйидаги тартибда бажарилади</u>*:**

1. Масштаб коэффициенти танланади.
2. Туртгич йўл диаграммаси *s* ўқига параллел равишда туртгичнинг асосий вазиятини чизамиз ва унда туртгич учининг ҳолатлари *0, 1, 2, ...* нуқталарни $s = s(\varphi)$ диаграммасига мувофиқ белгилаймиз (9.*3*-шакл).
3. Туртгич учининг қўйи ҳолати *О* дан бошлаб унинг пастки томонида туртгич ўқ чизиғи бўйича r_{min} масофада кулочок маркази *О* ни белгилаймиз. *О* нуқтани марказ қилган ҳолда r_{min} радиусли айлана ўтказамиз. Туртгич ўқ чизиғидан бошлаб кулочок бурчак тезлиги $\omega_к$ йўналишига қарама-қарши йўналиш бўйича кулочокнинг фаза бурчаклари $\varphi_у$, $\varphi_{у.т.}$, $\varphi_я$ ларни белгилаймиз.

Кулочокнинг профилини ҳосил қилиш мақсадида “ҳаракатни тескари томонга йўналтириш” усулидан фойдаланамиз, яъни бунда чизма текислигига кулочок айланиш маркази *О* нуқта атрофида айланма ҳаракат берилади. Айланма ҳаракатнинг бурчак тезлиги кулочокнинг бурчак тезлигига тенг бўлиб, йўналиши унга қарама-қарши бўлади бунинг натижасида кулочок қўзғалмас бўлиб қолади, чунки унинг ҳаракати йиғиндиси $\omega_к + (-\omega_к) = 0$ бўлади.



9.4–шакл.

Туртгич эса ўз йўналтирувчиси бўйича илгариланма қайтма ҳаракатда бўлишидан ташқари, яъна кулочок айланиш ўқи *O* нуқта атрофида ҳам ҳам айланма ҳаракат қилади. Бу ҳаракат жараёнида туртгичнинг кулачок фаза бурчаклари $\varphi_у$ ва $\varphi_я$ га мос келувчи *17* та ҳолатларини тасвирлаймиз.

Ҳар бир фаза бурчагида тўртгич ҳолатлари ўзаро тенг бурчакда жойлашади. Сўнгра туртгичнинг бошланғич вазиятдаги ролик марказлари бўлган *A* нуқтанинг ҳолатларини циркул ёрдамида мос равишда нисбий ҳаракатдаги туртгичнинг *1,2, ...17* вазиятларига кўчирамиз. Белгиланган нуқталар *1, 2, ... 17* ролик маркази *A* нуқтанинг туртгичнинг турли вазиятидаги ўрнини билдиради. Ҳосил бўлган нуқталар узлуксиз эгри чизиқ билан туташтирилса, кулочокнинг назарий профили ҳосил бўлади.

Кулочокнинг хақиқий профилини ҳосил қилиш учун назарий профилдаги нуқталарни марказ қилиб олган ҳолда $r_{рол}$ радиусли ёй бўлакларини ўтказамиз. Чизилган ёй бўлакларига ўтказилган умумий урунма кулочокнинг хақиқий профили бўлади.

Туртгичи ролик билан жиҳозланган ва илгариланма қайтма ҳаракатланувчи марказий бўлмаган кулочокли механизмларни лойиҳалаш учун кушимча равишда туртгич ўқининг кулочок айланиш маркази *O* нуқтадан силжиш масофаси (эксцентриситет) *e* нинг қиймати берилган бўлади.

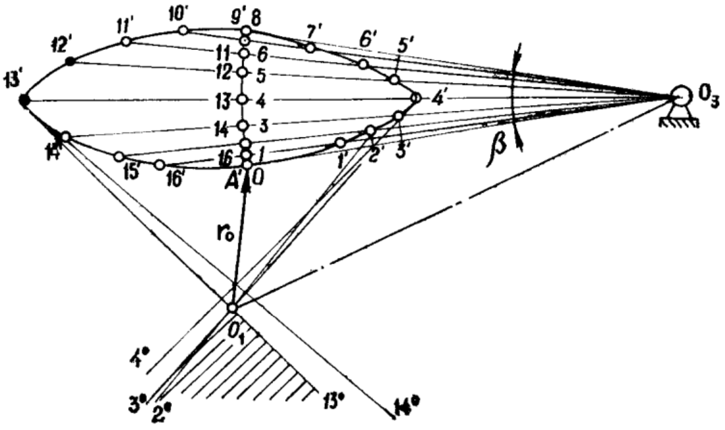
Лойиҳалаш қўйидаги тартибда бажарилади:

Кулочок соати стрелкаси йўналишида ҳаракатланади деб қараб унинг айланиш ўқи бўлган *O* нуқтани туртгич ўқ чизиғидан ўнг томонда белгилаймиз (9.4-шакл). Бунинг учун туртгич ўқ чизиғига параллел равишда унинг ўнг томонидан вертикал чизиқ ўтказамиз. Ўтказилган чизиқнинг ролик маркази бўлган *A* нуқтадан циркул ёрдамида ўтказилган r_{min} радиусли ёй билан кесишиш нуқтаси *O* кулочокнинг айланиш ўқини билдиради. Туртгич ўқ чизиғидаги ихтиёрий танланган B_0 нуқтани қўзғалмас бўғинга тегишли деб қараб, унинг траекторияси OB_0 радиусли айланани ўтказамиз. Айлананинг B_0 нуқтасидан бошлаб, кулочокнинг бурчак тезлиги $\omega_к$ йўналишига қарама-қарши йўналишида кулочокнинг фаза бурчакларига тиралиб тузувчи ёй бўлакларини ажратамиз. Узоқлашув бурчаки $\varphi_у$ ва яқинлашув бурчаги $\varphi_я$ ларга тиралувчи ёй бўлакларининг ҳар биринчи ўзаро тенг бўлакларга (*8* та) ажратиб, туртгич *B* нуқтасининг турли вазиятларини белгилаймиз.

Белгиланган нуқталардан r_e радиусли айлананинг чап томонига ўтказилган урунмалар туртгич ўқининг турли вазиятларини тасвирлайди. Кулочокнинг назарий ва хақиқий профилларини ҳосил қилиш юқоридагидек бажарилади.

Туртгичи тебранма ҳаракатланувчи кулочокли механизмларнинг минимал (энг кичик) радиусини аниқлаш.

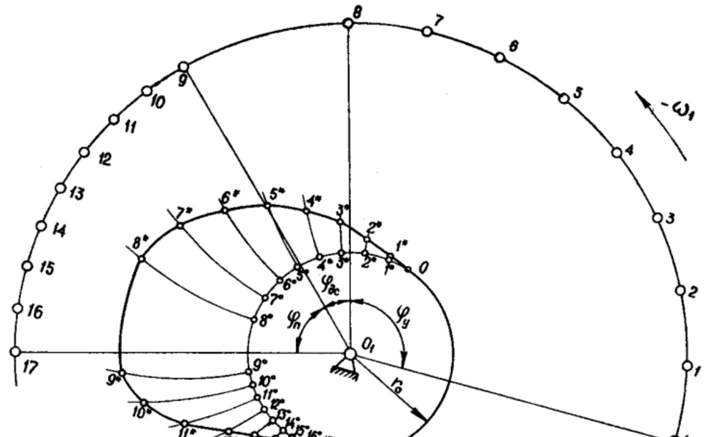
Бунинг учун қўйидагилар берилган бўлиши лозим: l_{O_3A} -коромисло узунлиги; β - коромислонинг энг катта тебраниш бурчаги, йўл ва тезлик диаграммалари, $\gamma=45^o$ ҳаракатнинг узатиш бурчагининг энг кичик қиймати.



9.5–шакл.

Чизма сатҳини ҳисобга олиб ихтиёрий O_3 нуқта танлаймиз ва ундан оралиғи β бурчакка тенг бўлган икки чизиқ ўтказамиз (7.5 - шакл). Кейин бу чизиқлар орасида *0 - 8* ёй ўтказиладики, бу ёй йўл диаграммасининг баландлигига тенг бўлади. Чизилган ёй нинг *O* нуқтасидан йўл диаграммасидаги *1, 2, ..., 16* нуқталарнинг ординаталари кўчириб келтирилади. Ҳосил бўлган *1, 2, ..., 16* нуқталарни O_3 нуқта билан туташтириб чиқамиз ва бу нурларда $\frac{ds}{d\varphi} = f(\varphi)$ диаграммасидан $(1-1'), (2-2'), ..., (16-16')$ ординаталарни келтириб қўйилади. Агар узоқлашиш фазасида кулочок билан коромисло бир томонга айланса, $\frac{ds}{d\varphi} = f(\varphi)$ диаграммасидан олинган ординаталар *0-8* ёйларда марказ O_3 томонга ажратилади, акс ҳолда тескари томонга ўлчаб қўйилади. Ҳосил бўлган $2', 3', ..., 14'$ нуқталардан $2'-2^o, 3'-3^o, 4'-4, 13'-13^o$ ва $14'-14^o$ тўғри чизиқлар $O_3-13', O_3-14', O_3-15'$ нурларга $\gamma_{min} = 45^o$ остида ўтказилади. Бу тўғри чизиқлар кесишидан ҳосил бўлган (штрихланган) соҳа ичида кулочок айланиш марказини танлаш мумкин бўлади.

<u>Кулочок профилини лойиҳалаш</u> (9.6-шакл). Ихтиёрий O_1 нуқтадан O_1O_3 радиусда айланма ўтказамиз. Бу айлананинг ихтиёрий юқори қисмида $(O_3)_o$ нуқта танланади ва уни O_1 нуқта билан бирлаштирамиз.

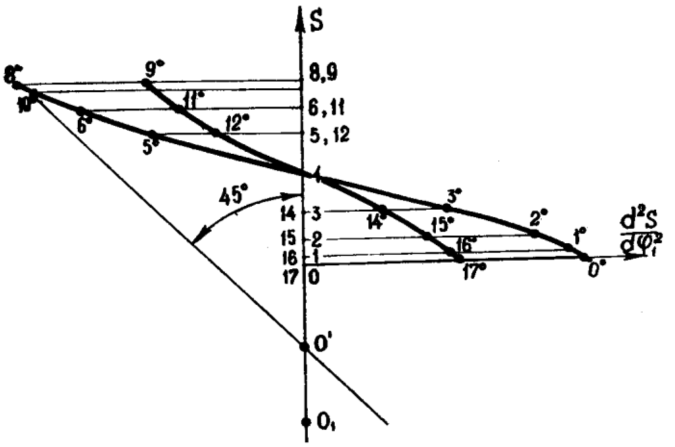


9.6 – шакл.

Бу чизиқдан бошлаб кулочокнинг айланишига тескари томонга қараб φ_{y}, $\varphi_{y.m.}$ ва $\varphi_{я}$ фаза бурчакларини ажратамиз ва уларни тенг бўлакларга (мисолимизда *8* тадан) бўламиз. Айлана марказидан r_{min} бўйича кичик айлана чизиб олинади. Катта айланада ҳосил қилинган *1, 2, 3, ..., 17* нуқталардан кичик айланада O_3A радиус бўйича ёйлар ўтказамиз ва бу ёйларда $s=f(\varphi)$ диаграммадан мос ординаталар келтириб қўйилади, яъни $(1^o - 1^*)$ ёй $(1 - 1^*)$ ординатага, $(2^o - 2^*)$ ёй $(2 - 2^*)$ ординатага тенг ва ҳаказо. Топилган *О, 1*, 2*, ..., 17* нуқталарни лекало ёрдамида равон эгри чизиқ билан туташтирик, кулочокнинг назарий профили ҳосил қиланади. Сўнгра назарий профил нуқталаридан $r_{рол}$ масофада ётувчи нуқталарни аниқлаймиз ва шу нуқталардан ўтувчи кулочокнинг хақиқий профилини кўрамиз.

Туртгич асоси текис тарелкасимон бўлган илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи кулочокли механизмларнинг минимал радиусини аниқлаш.

Берилган маълумотлар: туртгичнинг йўл ва тезланиш диаграммалари, босим бурчаги ($\alpha = 0$). Координата ўқлари чизилиб, ордината ўқини s, абцисса ўқини эса $\frac{d^2 s}{d\varphi^2}$ орқали белгилаймиз (9.7–шакл). s ўқига координата бошидан йўл диаграммасидан олинган *(0 - 1), (0 - 2),...(0 - 17)* кесмаларни ўлчаб қўямиз ва ҳосил қилинган *1,2,3, ...17* нуқталардан s ўқига перпендикуляр ўтказамиз. Бу перпендикулярда эса тезланишлар диаграммасидан олинган $(1-1''), (2-2''),..., (16-16'')$ ординаталарга тенг бўлган $(1 - 1^o), (2 - 2^o), ... (16 - 16^o)$ кесмалар ўлчаб қўямиз. Топилган $1^o, 2^o, ..., 16^o$ нуқталарни равон эгри чизиқ билан туташтирамиз.



9.7 – шакл.

Диаграмманинг чап томонидаги энг четки нуқтаси (8°) дан 45° остида ордината ўқини кесиб ўтгунча нур ўтказамиз. Бу нурни ордината ўқи билан кесишган нуқтасини o' нуқта билан белгилаймиз.

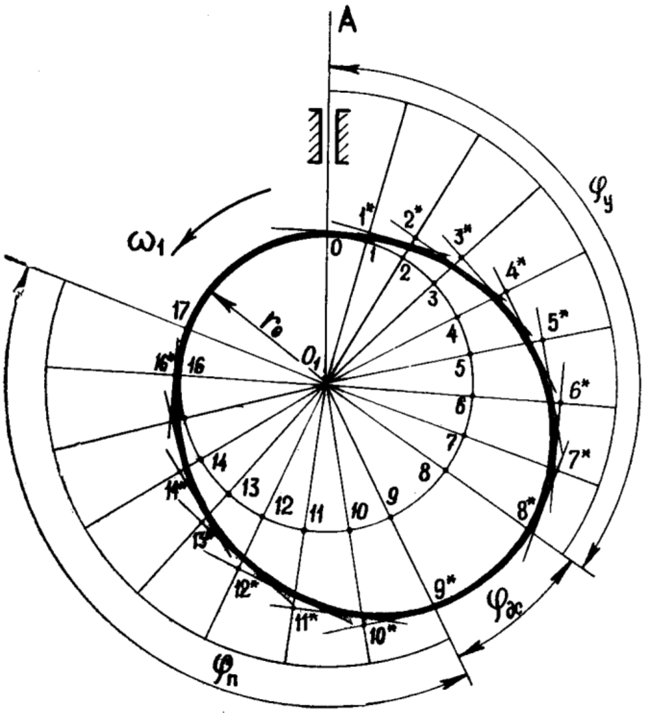
Бу нуқтадан кулочокнинг эгрилик радиусини ($\rho_{min} = 10 ... 15$ *мм*) масштабда келтириб қўямиз ва O_1 нуқтани ҳосил қиламиз. O_1O - масофа бу ахтараётган r_{min} ни беради.

Кулочок профилини лойиҳалаш

Ихтиёрий танланган O_1 нуқта атрофида r_{min} радиус бўйича айлана чизиб олинади ва айлана марказидан ўтувчи тик чизиқ ўтказиб, кулочок айланишига тескари томонга $\varphi_у$, $\varphi_{у.т}$ ва $\varphi_я$ фаза бурчаклари ажратилади (9.8-*шакл*).

Фаза бурчакларни йўл диаграммасидагидек тенг бўлакларга бўлинади. Топилган *1,2, ..., 16* нуқталарни айлана маркази билан туташтирувчи нурлар ўтказилади. Бу нурлар давомида йўл диаграммасидан олинган (*1–1*), (2 – 2*), ..., (16 –16*)* ординаталар ўлчаб қўйилади. Топилган *1*, 2*, ...,16** нуқталардан *(0₁ –1*), (0₁ –2*), ..., (0₁–16*)* нурларга перпендикулярлар ўтказилади. Бу перпендикулярлар туртгич ҳолатини ифодалайди.

$$\mu_{\varphi} = \frac{\varphi_{иш}}{(0-17)} = \frac{\varphi_у + \varphi_{у.т} + \varphi_я}{(0-17)} \quad (9.2)$$



9.8 - шакл

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР:

1. Кулочокли механизмларнинг турлари, вазифалари ва қўлланилиш соҳалари тўғрисида гапириб беринг.

2. Туртгичнинг ҳаракат қонуни деганда нимани тушунасиз?
3. Кулочок фаза бурчаклари нечта бўлиши мумкин?
4. Кулочокнинг энг кичик радиуси қандай топилади?
5. Кулочок профили қандай чизилади?

АДАБИЁТЛАР

1. *Усмонхужаев Х. Х. Машина ва механизмлар назарияси.–Т.: - 1981.*

2. *Фролов К.В. Машина ва механизмлар назарияси. – Т.: -1998.*

3. *Қодиров Р.Х Машина ва механизмлар назариясидан курсавий лойиҳалаш. Тошкент, 1994.*

4. *Рустамхужаев А. Машина ва механизмлар назариясидан мисол ҳамда масалалар тўплами Т.,1987. .*

5. *Иззатов З.Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш Т., 1979. .*

3. *Алаи С.И. и др. Практикум по машиноведению- М.: Высш. шк., 1987. 305с.*

ИЛОВАЛАР

1. Тенглаштирувчи силжиш коэффициентининг (*Δy*) қийматлари

(*2>u₁₂>1* учун)

z_1	Δy	z_1	Δy	z_1	Δy	z_1	Δy	z_1	Δy
10	0,110	17	0,215	24	0,278	31	0,319	38	0/341
11	0,127	18	0,227	25	0,285	32	0,323	39	0,344
12	0,145	19	0,239	26	0,292	33	0,328	40	0,347
13	0,160	20	0,250	27	0,298	34	0,332	41	0,350
14	0,175	21	0,257	28	0,303	35	0,335	42	0,351
15	0,190	22	0,265	29	0,308	36	0,338	43	0,352
16	0,202	23	0,272	30	0,315	37	0,341	44	0,353

2.Тенглаштирувчи силжиш коэффициентини (*Δy*) ва нисбий силжиш коэффициентининг қийматлари
(В.Н.Кудрявцев бўйича $5>u_{12}>2$ учун)

z_1	Δy	x_1	z_1	Δy	x_1	z_1	Δy	x_1

10	0,15	0,59	20	0,25	1,22	30	0,25	1,63
11	0,16	0,66	21	0,25	1,27	31	0,25	1,67
12	0,17	0,73	22	0,25	1,31	32	0,25	1,71
13	0,18	0,80	23	0,25	1,35	33	0,25	1,74
14	0,19	0,86	24	0,25	1,39	34	0,25	1,77
15	0,20	0,92	25	0,25	1,43	35	0,25	1,81
16	0,21	0,98	26	0,25	1,47	36	0,25	1,85
17	0,22	1,04	27	0,25	1,51	37	0,25	1,88
18	0,23	1,10	28	0,25	1,55	38	0,25	1,92
19	0,24	1,16	29	0,25	1,59	39	0,25	1,96

3. $\cos\alpha$ нинг натурал қийматлари

Бурчак	***0***	***10***	***20***	***30***	***40***	***50***	***60***
20	0,940	0,939	0,938	0,937	0,936	0,935	0,934
21	0,934	0,932	0,931	0,930	0,929	0,928	0,927
22	0,927	0,926	0,925	0,924	0,923	0,922	0,920
23	0,920	0,919	0,918	0.917	0,916	0,915	0,913
24	0,913	0,912	0,911	0,910	0.909	0,907	0,906
25	0,906	0,905	0,904	0.903	0,901	0,900	0,899
26	0,899	0,897	0,886	0.895	0,894	0.892	0,891
27	0,891	0,890	0,888	0,887	0,886	0,884	0.883
28	0,883	0,882	0,880	0,879	0,877	0,876	0,875
29	0,875	0,873	0,872	0,870	0,869	0,867	0,866
30	0,866	0,865	0,863	0,862	0,860	0,859	0,857

4. $\sin\alpha$ нинг натурал қийматлари

Бурчак	***0***	***10***	***20***	***30***	***40***	***50***	***60***
20	0,940	0,939	0,938	0,937	0,936	0,935	0,934

21	0,934	0,932	0,931	0,930	0,929	0,928	0,927
22	0,927	0,926	0,925	0,924	0,923	0,922	0,920
23	0,920	0,919	0,918	0.917	0,916	0,915	0,913
24	0,913	0,912	0,911	0,910	0.909	0,907	0,906
25	0,906	0,905	0,904	0.903	0,901	0,900	0,899
26	0,899	0,897	0,886	0.895	0,894	0.892	0,891
27	0,891	0,890	0,888	0,887	0,886	0,884	0.883
28	0,883	0,882	0,880	0,879	0,877	0,876	0,875
29	0,875	0,873	0,872	0,870	0,869	0,867	0,866
30	0,866	0,865	0,863	0,862	0,860	0,859	0,857

5. Нисбий силжиш коэффициентининг қийматлари (В.Н.Кудрявцев бўйича $2>u_{12}>1$)

6. Нисбий силжиш коэффициентининг қийматлари (В.Н.Кудрявцев бўйича $2>u_{12}>1$)

z_2		$z_1=11$		$z_1=12$		$z_1=13$		$z_1=14$		$z_1=15$		$z_1=16$		$z_1=17$		$z_1=18$	
		x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2
11	0,	395	395	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0,	432	372	444	444	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0,	464	354	479	423	486	486	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0,	490	341	515	400	524	462	525	525	-	-	-	-	-	-	-	-
15	0,	513	330	543	386	557	443	565	506	571	571	-	-	-	-	-	-
16	0,	534	392	566	376	588	426	600	485	609	547	608	608	-	-	-	-
17	0,	551	317	589	365	614	414	631	468	644	526	644	586	646	646	-	-
18	0,	568	312	609	358	636	405	661	452	677	508	678	566	683	624	684	684
19	0,	584	308	626	353	659	394	686	441	706	492	716	542	720	601	723	658
20	0,	601	303	646	345	676	389	706	433	731	481	744	528	756	580	756	636
21	0,	617	299	663	341	694	384	726	426	754	472	766	519	781	568	792	617
22	0,	630	297	679	337	714	376	745	419	775	463	793	507	809	554	814	609
23	0,	-	-	673	334	730	372	763	314	792	458	815	497	833	543	849	588
24	0,	-	-	706	333	745	369	780	409	813	449	834	491	856	534	871	579
25	0,	-	-	-	-	758	368	769	405	830	445	854	483	878	525	898	566
26	0,	-	-	-	-	773	365	813	400	848	440	860	480	898	517	916	561
27	0,	-	-	-	-	-	-	826	399	862	438	892	470	916	511	937	552
28	0,	-	-	-	-	-	-	840	397	881	431	907	467	936	504	958	543
29	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	894	430	921	465	952	500	976	537
30	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	908	426	936	462	968	496	994	532
31	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	951	459	981	494	1011	528
32	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	967	455	999	490	1026	525
33	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	951	459	1041	522
34	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	967	455	1059	516
35	0,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1072	514

z_2	z_1															
	Тартиби	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*	*22*	*23*	*24*
20	0,	397	381	364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0,	458	442	425	409	401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0,	517	501	486	471	463	458	451	445	-	-	-	-	-	-	-
35	0,	571	556	542	528	522	518	512	505	499	493	-	-	-	-	-
40	0,	625	610	596	582	577	575	569	564	560	553	547	509	481	-	-
45	0,	673	661	618	635	632	628	624	620	616	611	606	566	538	508	481
50	0,	721	709	696	689	684	682	677	674	671	667	662	623	594	564	535
55	0,	-	754	745	734	732	731	728	727	722	720	716	677	647	618	588
60	0,	-	-	789	782	780	779	778	777	773	772	769	729	697	668	636
65	0,	-	-	-	822	825	826	827	825	823	821	820	778	748	719	687
70	0,	-	-	-	-	866	870	872	874	871	869	868	828	797	768	736
7	0,	-	-	-	-	-	90	91	91	92	91	91	87	84	81	78

5							9	4	7	0	9	6	6	6	6	6
8 0	0,	-	-	-	-	-	-	95 4	95 7	96 1	96 2	96 5	92 5	99 1	85 9	82 8