

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ТОШКЕНТ КИМЁ ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

**“ОЗИҚ-ОВКАТ САНОАТИ МАШИНА ВА ЖИХОЗЛАРИ –
МЕХАНИКА АСОСЛАРИ” КАФЕДРАСИ**

МАМАХОНОВ А.А., МУМИНОВ Ш.В., ШЕРНАЕВ А.Н.

***Механизм ва машиналар назарияси
фанидан маърузалар матни***



ТОШКЕНТ - 2013

Такризчилар: Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
“Машиналар механикаси” кафедраси доценти, техника фанлари
номзоди Т.Абдукаримов.

Ўз.Рес.ФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги
институти директори, техника фанлари доктори, профессор
А.Ризаев

**Маърузалар тўплами “Озиқ-овқат саноати машина ва жихозлари –
Механика асослари” кафедраси йиғилишида муҳокама қилинган ва
тасдиқланган.**

Баённома № _____

**Маърузалар тўплами институт илмий-услубий кенгашида чоп этишга
тавсия қилинган.**

Баённома № _____

1-МАЪРУЗА

Мавзу: Кириш. Механизмларнинг асосий турлари. (2-соат).

Маъруза режаси:

1. Илмий техникани ривожланишида ММН фанининг роли ва унда ўрганиладиган масалалар. Фанни ривожланиш босқичлари.
2. ММН мазмуни, ҳаракатланувчи механик системалар.
3. Механизмларнинг асосий турлари.

I. Халқнинг фаравонлиги ишлаб чиқариладиган маҳсулотни сифатига, меҳнат самарадорлиги ва илм-фанни ютуқларидан фойдаланиб яратилган техникага боғлиқдир.

Саноатнинг ривожланиши кўп жиҳатдан замонавий рақобатбардош механизмлар ва машиналарнинг янги конструкцияларини ишлаб чиқариш билан чамбарчас боғлиқдир.

Меҳнат унумдорлигини оширишдаги асосий омиллардан бири ишлаб чиқаришга янги машина ва механизмларни жорий қилиб, унинг техника даражасини ошириб боришдан иборат. Юқоридаги вазифаларни ҳал қилишда механизм ва машиналар назарияси (ММН) фанининг алоҳида ўрни бор. Механизмлар ва машиналар назарияси фани механизмларнинг тузилишини, кинематикасини ва динамикасини ўргатувчи ҳамда уларни лойиҳалаш усулларини белгиловчи фандир.

1-шаклда Назарий механика фани ММН нинг назарий асоси эканлиги кўриниб турибди.

«Механизм ва машиналар назарияси» фанининг фундаментал фанлар билан боғлиқлиги



1-шакл. ММН фанининг бошқа фа фанлар билан боғлиқлиги.

ММН да икки асосий масала ҳал қилинади.

а) Механизмларни тузилиши, кинематикаси ва динамикаси нуқтаи назаридан уларни тахлили;

б) Тузилишини, кинематикасини ва динамикасини берилган шартлари асосида механизмларни синтези (лойиҳаланиши).

ММН қуйидаги қисмлардан иборат:

1. Механизмларни тузилишини тахлили ва синтези;
2. Механизмларни кинематик тахлили ва синтези;
3. Машина ва механизмлар динамикаси.

Биринчи қисмда кинематик жуфтлар назарияси ва механизмларни ҳосил бўлиш қонунлари ҳамда уларни тузилиши, иккинчи қисмда назарий механикадан фарқли механизмларни геометрик ва кинематик параметрларини назарга олган ҳолда кинематик характеристикаларини, учинчи қисмда механизм бўғинларига таъсир қилувчи кучларни назарга олиб механизмларни ҳаракати, мувозанатлаш, кинематик жуфтларда ишқаланиш ва х.к. ўрганилади.

ММН да конкрет механизм ва машиналар эмас балки уларнинг идеаллашган тузилиш, кинематик ва динамик моделлари ўрганилади.

Юқоридагиларни назарга олиб ММНни механизм ва машиналарни тадқиқоти умумий усуллари ва уларни схемаларини лойиҳалаш ҳақидаги фан деб аташ мумкин.

Машинасозликни ўсиши билан механизмлар назариясининг турли бўлимлари ҳам ривожлана бошлади. Дастлаб механизмларни таҳлил усуллари, сўнгра XIX аср ўрталарига келиб механизмларни синтизи усуллари ривожланди. XX аср бошларида машинасозликнинг ривожланиши механизмларни тузилиш назариясини ишлаб чиқишга олиб келди.

Механизмлар кинематик схемаларини мураккаб ишчи тезликнинг ошиши динамик ҳисоблаш такомиллаштиришни талаб сила бошлади.

ММН фанини ривожланишига дунёга машхур олимлар: Рело, Л.В.Ассур, П.Л.Чебишев, Бурместр, Р.Виллис, Л.Эйлер, Х.И.Гохман, Н.И.Мерцалов, И.И.Артоболеский, Н.Э.Жуковский. С.А.Черкудинов, К.В.Фролов, Н.И.Левицкий, С.Н.Кажевников, А.П.Бессонов билан бир қаторда Ўзбекистан олимлари— академиклар М.Т.Ўразбоев, Ҳ.Ҳ.Усмонхужаев, Халқаро муҳандислик академияси мухбир аъзоси, профессор А.Ж.Жўраев, профессор Г.К.Қузибоев, профессор С.Юлдошбеков, профессор М.Р.Мавлявиев ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар.

II. Амалда суний механик системаларни икки катта гуруҳга бўлиш мумкин.

Приборлар: Ҳаракатни узатади ёки ўзгартиради. Улар физик жараёнларни техник регистрациясида, улчашда, математик ҳисобларни бажаришда, эгри чизиқларни чизишда ва х.к. қўлланади. Буларга соатлар, эллипсографлар, пантографлар, механик ҳисоблаш мосламалари киради.

Механик мосламалар: Кучларни узатиш ва ўзгартиришда қўлланади. Мосламаларни қўллаб кучдан ютиш ёки уни ўлчаш мумкин. Механик мосламаларга рычагларни, полиспастларни, динамометрларни ва ҳ.к. киритиш мумкин.

Машиналар: Энергияни (ишни) узатиш ва ўзгартиришда қўлланади. Машиналар меҳнат жараёнларини механизациялаш ва автоматлаш, қўл меҳнатини машина билан алмаштириш воситаси ҳисобланади.

Техникада турли машиналар қўлланади. Ишлатиш функциясига қараб машиналарни қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

- ишчи машиналар материалларни бир турдан бошқа турга айлантиради ва ўзгартиради. Бундай машиналар икки турдан иборат технологик, транспорт;

- энергетик машиналар энергияни бир турдан иккинчисига айлантиради. Икки турдан иборат: Машина юритувчилар ҳар қандай энергияни механик энергияга айлантиради (масалан электр юритувчилар) ва машина — генераторларда механик энергия бошқа турдаги энергияга айлантирилади (масалан электр токи генераторлари);

- ахборот машиналари ахборотларни олишда ёки ўзгартиришда қўлланади. Икки турга бўлинади: назорат бошқариш - машина ёки ишлаб чиқариш ишини бошқариш мақсадида назорат-ўлчов ахборотларини ўзгартиради;

- ҳисоблаш машиналари - сонлар тариқасидаги ахборотларни ўзгартиради (ЭХМ, арифмометрлар, интегралловчилар ва ҳ.к.);

- кибернетик машиналар инсонга ёки тирик табиатга хос механик, физиологик ёки биологик жараёнларни алмаштиради ёки имитация қилади. Масалан «Сунъий юрак», «Сунъий буйрак», роботлар, манипуляторлар ва ҳ.к.

Машиналарни яримавтоматларга ва қўл билан ишлайдиган машиналарга ажратиш мумкин.

Машина инсонни бошқарувисиз ишласа автомат ва баъзи жараёнларда инсон иштирок этса яримавтомат деб аталади.

Автомат ёки яримавтомат бўлмаган машиналар қўл билан хизмат қиладиган машиналар ҳисобланади.

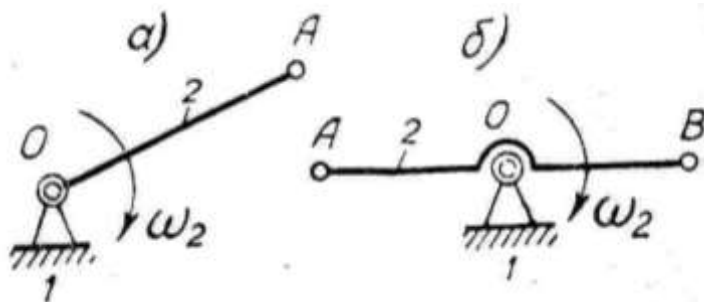
Робот ва манипуляторлар. 5(ҳозирги даврда техникада роботларнинг мавқеи ошиб бормоқда. Дастур билан бошқариладиган кибернетик автоматлар роботлар деб аталади. Уларнинг баъзилари катта боғланишга эга бўлиб дастурларига ўзгарувчан шароитга мослашиш хусусияти киритилган.

Механизмлар асосий турлари қуйидагилардан иборат:

1. Рычагли механизмлар.
2. Муштумчали (кулачокли) механизмлар.
3. Тишли ғилдиракли (шестерняли) механизмлар.
4. Винтли ва понали механизмлар.

5. Фрикцион механизмлар.
6. Эгилувчан звеноли механизмлар.
7. Гидравлик ва пневматик механизмлар.
8. Электрик механизмлар.

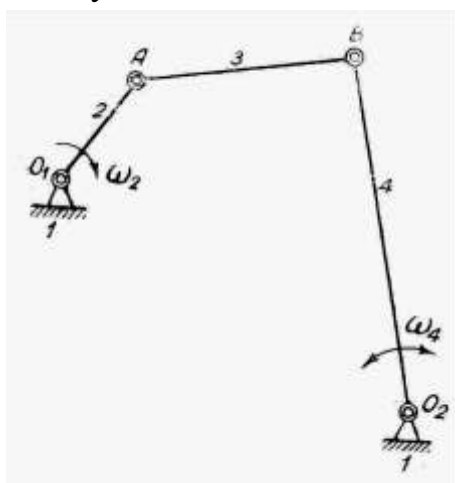
Ричагли механизмлар ҳозирги замон техникасида кенг миқёсда қўлланилади. Ричагли механизмнинг энг содда кўриниши икки звеноли механизмдир (2-шакл, а, б).



2-шакл. Икки звеноли механизмлар.
1-қўзғалмас звено; 2-қўзғалувчи звено

Бу механизм асосан, қўзғалмас ўқ (O) атрофида айланувчи звено (2)дан иборат. Икки елкали ричаг ҳам шундай механизмлар турига киради. Бу хилдаги механизмлар ҳозирги замон машиналарида, айниқса, ротацион машиналарда (айланма ҳаракат қилувчи машиналарда) ишлатилади. Масалан, электромоторлари, турбиналар, ҳар хил вентеляторлар, шамол двигателлари ва бошқалар ана шундай машиналар жумласига киради. Электр двигател статори қўзғалмас звено бўлиб, ротори қўзғалувчан звенодир.

Ҳозирда бундай механизмлар мураккаб турлари тўқув автоматларининг ва юк кўтариш кранларининг асосий механизми бўлган ва техниканинг турли тармоқларида кўплаб ишлатиладиган тўрт звеноли механизмдир.(3-шакл).

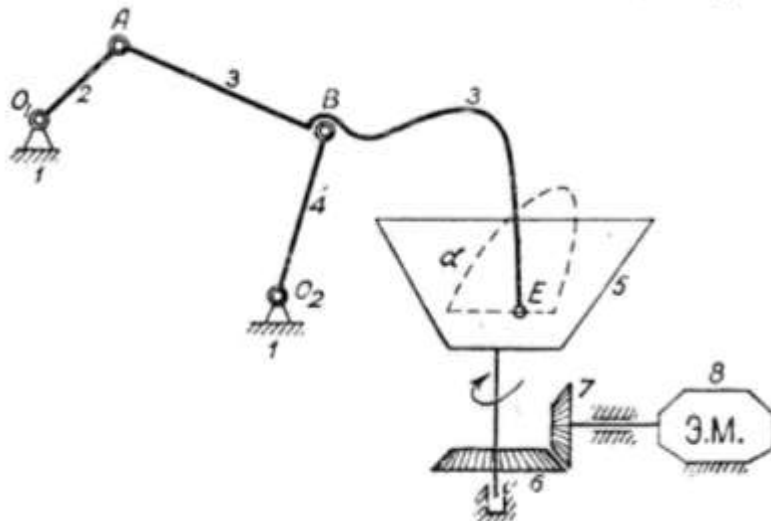


3- шакл. Тўрт заеноли механизм: 1-қўзғалмас звено; 2-кривошип; 3-шатун;
4-коромисло.

Бу механизм, асосан, бир-бирига шарнирлар воситасида боғланган тўртта

звенодан иборатдир. 3-шаклда кўрсатилган механизмнинг шарнирлари O_1 , A , B , O_2 харфлари билан, звенолари эса 1,2,3,4 рақамлари билан белгиланган. 1-звено кўзғалмас звено ёки стойка деб, 2-звено кривошип (360° га тўла айланувчи звено), 3 звено шатун (мураккаб ҳаракат қилувчи звено) ва 4 звено коромисло деб аталади.

Ричагли механизмнинг қўлланилишига кўра оддий мисол хамир қориш машининг механизмини кўришимиз мумкин: (4-шакл).

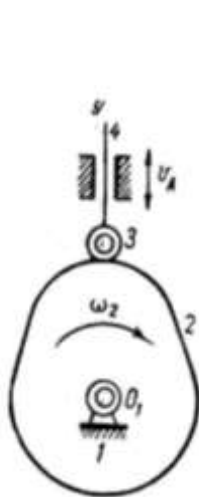


4-шакл. 1-кўзғалмас звено; 2-кривошип; 3-шатун; 4-коромисло; 5-ҳамир қозони; 6,7-тишли гилдираклар; 8-электр мотори.

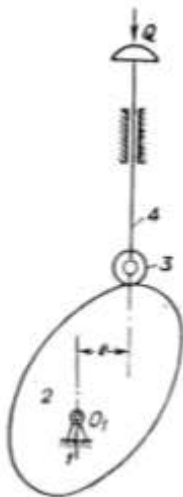
Муштумчали (кулачокли) механизмлар техниканинг хилма хил соҳаларида жуда кўп ишлатилади. Бундай механизмлар, айниқса, автоматик машиналар ишида жуда яхши натижалар беради.

5-расмда кулачокли энг оддий механизм кўрсатилган. Бу механизм, асосан, тўртта звенодан: кўзғалмас звено, кўзғалмас ўқ атрофида айланувчи звено (кулачок), ролик, тўғри чизик бўйлаб юқорига ва пастга ҳаракат қилувчи заено (толкателдан) иборат; толкатель штанга деб ҳам аталади. Одатда, кулачокли механизм толкателига ўрнатилган ролик кулачок профили билан толкатель орасида ишқаланишни камайтириш учун ишлатилади. 5-шаклда кўрсатилган механизм толкателли, илгариланма-қайтма ҳаракат қилувчи кулачокли механизм деб аталади. Кулачок w_2 бурчак тезлик билан айланса толкател маълум оралиққа кўтарилиб, яна олдинги вазиятига қайтиб келади.

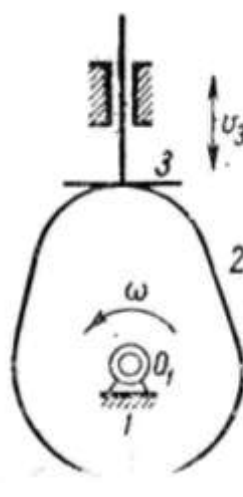
Толкатели илгариланма ва қайтма ҳаракат қиладиган кулачокли механизмлар аксиал ва дезаксиал турлари мавжуд. (5,6,7-шакллар).



5-шакл. Аксиал кулачокли механизм:
1-қўзғалмас звено;
2-кулачок; 3-ролик;
4-толкатель.

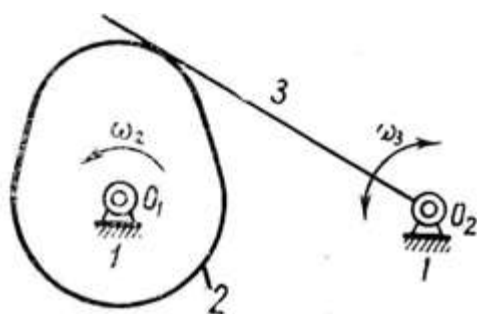


6-шакл. Дезаксиал кулачокли механизм:
1-қўзғалмас звено;
2-кулачок; 3-ролик;
4-толкатель.

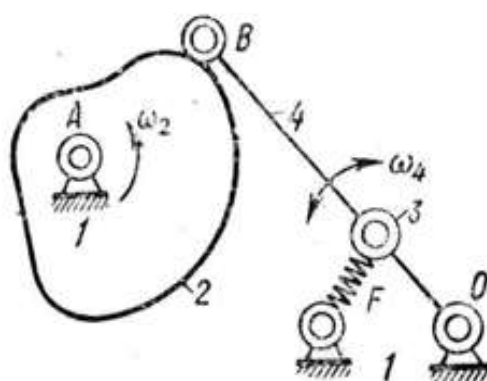


7-шакл. Текис толкателли кулачокли механизм:
1-қўзғалмас звено;
2-кулачок; 3-текис толкатель.

Толкатели маълум ўқ атрофида тебранувчи кулачокли механизмлар ҳам мавжуд. (8,9-шакллар).



8-шакл. Толкатели маълум ўқ атрофида тебранувчи кулачокли механизм:
1-қўзғалмас звено; 2-кулачок; 3-толкатель.

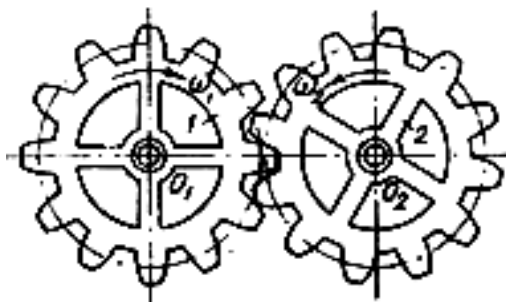


9-шакл. Пружинали кулачокли механизм:
1-қўзғалмас звено; 2-кулачок; 3-ролик; 4-толкатель; F-пружина.

Тишли ғилдиракли (шестерняли) механизмлар хозирги замон техникасида ишлатиладиган механизм ва машиналарда бир валдан иккинчи валга айланма ҳаракатни узатишда ишлатилади. Ҳаракат узатишнинг бу тури шестерняли узатма ҳам деб аталади (10-шакл).

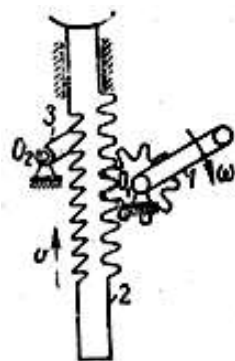
Тишли механизмга чуқурроқ назар ташланса, ҳар қайси тишли ғилдирак бўйлаб қўйилган бир неча кулачокдан иборат эканлигини кўриш қийин эмас. Айлана бўйлаб қўйилган ана шу кулачоклар тишли ғилдирак тишлари деб аталади. Тишлар ўрнатилган ана шу ғилдиракнинг радиуси чексиз катта бўлса, у холда, ғилдирак айланаси тўғри чизиқ бўлиб қолади. (11-шакл.). Бундай тишли звенолар тишли рейкалар дейилади. Ҳаракатнинг бундай узатиш хили

рейкали узатма дейилади.



10-шакл.

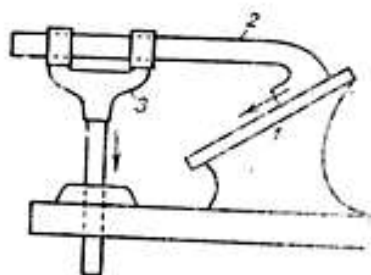
Шестерняли узатма: 1,2 шестернялар



11-шакл. Рейкали узатма:

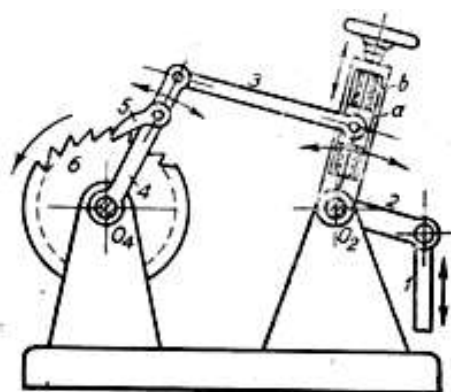
1-даста; 2-рейка; 3-собачка

Винтли ва понали механизмлар машинасозликнинг турли сохаларида ишлатилади. Звенолари фақат илгариланма (тўғри чизиқли) ҳаракат қилувчи механизмлар понали механизмлар деб аталади. (12-шакл). Расмдагии 1 қия текисликда 2 звено пастга томон сирпанса, 3 звено вертикал тўғри чизиқ бўйлаб юқорига кўтарилади. Механизм таркибига кирувчи айрим звенолар винтсимон ҳаракат қилса, бундай механизмлар винтли механизмлар дейилади (13-шакл). Винтли механизм звенолари винтли жуфтлар воситасида бир-бири билан боғланади. Шаклдаги 2 звено бурчакли ричаг бўлиб, бу ричагнинг бир елкаси 3 звено билан туташган. Агар ричаг елкаси узун ёки қисқа қилмоқчи бўлса, маховик ўнгга ёки чапга бурилади. Бу механизм таркибида храповик (6) ва винт (а, б) бўлгани учун уни храповик-винтли механизм деса ҳам бўлади.



12-шакл. Понали

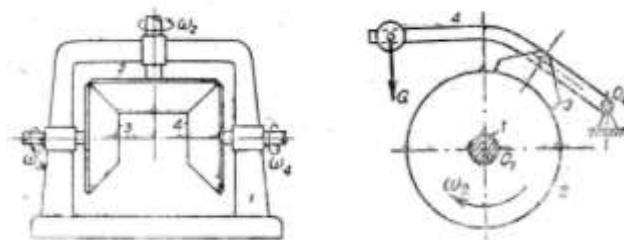
механизм: 1-қўзғалмас звено; 2,3-қўзғалувчан звенолар.



13-шакл. Храповикли винтли

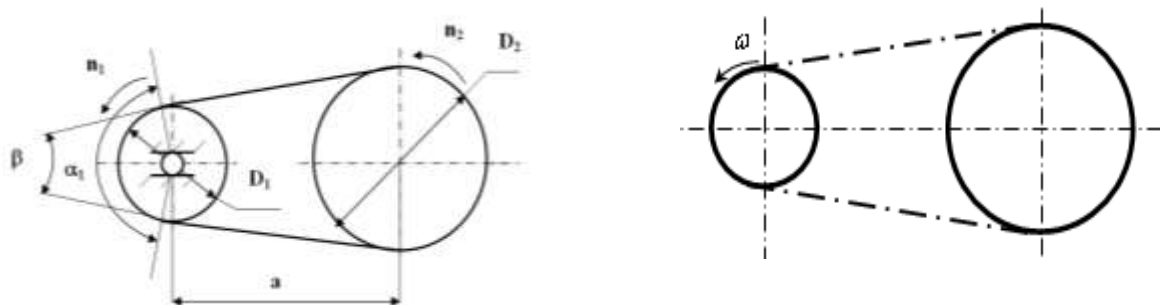
механизм: 1,2,3,4-қўзғалувчан звенолар; 5-собачка; 6-храповик.

Фрикцион механизмлар. Ишқаланиш кучи ёрдамида ҳар қандай звенонинг ҳаракатини тўхтатилиши ёки тўхтаб турган звенони ҳаракатга келтириш мумкин. Ишқаланиш кучларининг фойдали ва зарарли томонлари курсимизнинг динамика бўлимида батафсил танишилади. Ишқаланиш кучлари ёрдами билан ҳаракатга келтирилиувчи ёки тўхтатилувчи механизмлар фрикцион механизмлар дейилади (14-шакл).



14-шакл. Фрикцион механизм.

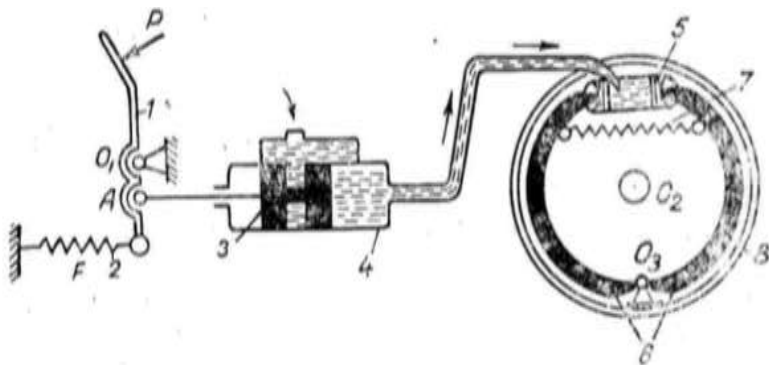
Эгилувчан звеноли механизмлар. Биз ҳозиргача қаттиқ звенолардан иборат механизмларни баён қилдик. Аммо ҳозирги замон техникасида эгилувчан звеноларни (арқонлар, тасмалар, ленталар, занжирлар, трослар ва бошқаларни) ўз ичига олувчи механизмлар ҳам кўп ишлатилади (15-шакл).



15-шакл. а) Тасмали узатма; б) Занжирли узатма.

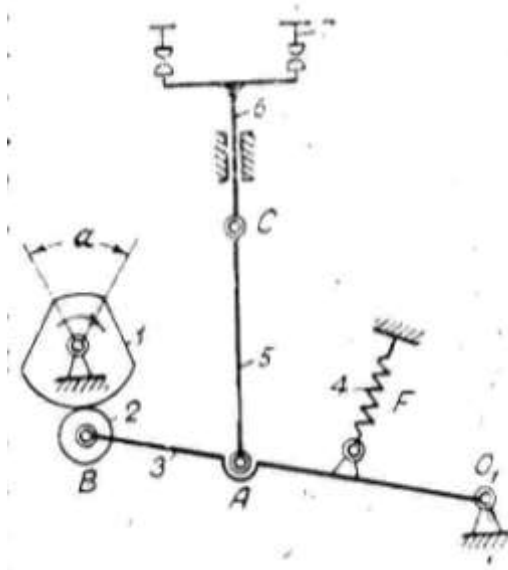
Эгилувчан звеноли механизмлар ёрдами билан ўқлари етакловчи звено ўқиға паралел ва айқашиб ўтувчи звеноларга ҳаракат узатилади. Бундай механизмлар машинасозликнинг барча тармоқларида кенг миқёсда ишлатилади.

Гидравлик ва пневматик механизмлар. Ҳаракат узатишда оралик восита сифатидагина қаттиқ ёки эгилувчан звенолар ишлатилиб қолмай, кўпинча, суюқлик ва газлар ҳам ишлатилади. Таркибига суюқлик ёки газ кирган механизмлар ҳозирги замон техникасининг турли тармоқларида кўп учрайди. Техникада бундай механизмлар гидравлик жихозланган ёки пневматик жихозланган механизмлар деб аталади (16-шакл).



16-шакл. Гидравлик механизм.

Электрик механизмлар. Ҳозирги замон техникасининг турли тармоқларида таркибига электрик элементлар кирган механизмлар жуда кўп ишлатилади. Бундай механизмларнинг электрик жихозлар қаттиқ, эгилувчан ва суюқ муҳитлар вазифасини ўтайди (17-шакл).



17-шакл. Электрик механизм.

Назорат саволлари.

1. ММН фани қандай фан?
2. ММН ни икки асосий масаласи нималардан иборат?
3. ММН нечта қисмдан иборат?
4. ММН фанини ривожланиши давларини кўрсатинг?
5. ММН фанини замонавий машинасозликдаги ўрни нималардан иборат?
6. Механик системаларни изоҳлаб беринг ?
7. Механизмларнинг асосий турларини кўрсатинг?
8. Машиналар ва уларнинг классификациясини кўрсатинг?
9. Ричагли механизмлар ҳақида маълумот беринг?

10. Муштумчали (кулачокли) механизмлар ҳақида маълумот беринг?
11. Тишли ғилдиракли (шестерняли) механизмлар ҳақида маълумот беринг?
12. Винтли ва понали механизмлар ҳақида маълумот беринг?
13. Фрикцион механизмлар ҳақида маълумот беринг?
14. Эгилувчан звеноли механизмлар ҳақида маълумот беринг?
15. Гидравлик ва пневматик механизмлар ҳақида маълумот беринг?
16. Электрик механизмлар ҳақида маълумот беринг?

Адабиётлар:

1. Ҳ.Ў.Усмонхўжаев «Механизм ва машиналар назарияси ўқитувчи, 1981 и. 5-21 бетлар.
2. И. И. Артоболевский «Теория механизмов и машин», М, Наука, 1988 г. стр. 11-19.
3. К.В.Фролов ва бошқалар «Механизм ва машиналар назарияси», таржима, 1990й, 5-16 бетлар.

2-МАЪРУЗА

МАВЗУ: МЕХАНИЗМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ, КЛАССИФИКАЦИЯСИ. КИНЕМАТИК ЖУФТЛАР.

Маъруза режаси:

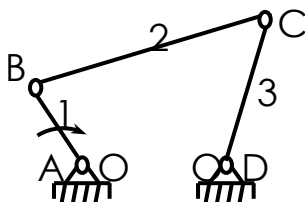
1. Асосий тушунчалар. Бўғин, кинематик жуфт, кинематик занжир тушунчалари. Ҳаракатланувчанлик ва боғланишлар.
2. Кинематик жуфтлар ва кинематик занжирлар классификацияси.
3. Кинематик занжирларнинг эркинлик даражаси.
4. Механизмлардаги ортиқча боғланиш ва уни аниқлаш.

Асосий тушунчалар. Бўғин, кинематик жуфт, кинематик занжир тушунчалари.

Механизмлар қаттиқ жисмлардан иборат.

Қаттиқ жисм деганда фақат абсолют қаттиқ эмас шунингдек, қайишқок жисмлар ҳам назарга олинади.

Механизмларни ҳосил қилувчи қаттиқ жисмлар бўғинлар деб аталади. Бўғин нисбий ҳаракатланмайдиган бир неча деталлардан иборат бўлиши мумкин.

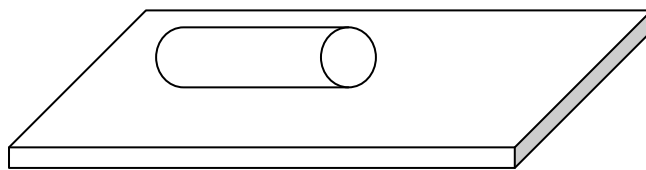


1-шакл. Тўрт шарнирли механизм

1 - шаклда тасвирланган механизм 0-таянч, 1-кривошип, 2-шатун, 3-коромисло бўғинларидан иборат. Бўғинлар бир-бирига нисбатан аниқ ҳаракат қилаолади. Масалан, 1-кривошип таянчнинг А нуқтаси атрофида айланади, 2-шатун 1-кривошипка нисбатан айланади ва ҳ.к. **Бир-бирига тегиб турувчи бўғинларнинг қўзғалувчан боғланишига кинематик жуфт** деб аталади.

Бўғинларнинг доимо тутashiда бўлиши кинематик жуфтнинг конструкцияси ёки қандайдир куч орқали таъминланади. Ҳар бир жуфтлик ўз элементига эга. **Бўғинларнинг бир-бири билан тегиб турувчи юзалари, чизиқлари ёки нуқталари кинематик жуфт элементлари дейилади.** 1-жадвалда турли элементлардан иборат кинематик жуфтларга мисоллар

келтирилган. Бўғинлар ҳаракатида кинематик жуфт элементлари ўз характерини (турини) ўзгартирмайди. Масалан, цилиндр текисликда.



2-шакл. Цилиндр текисликда.

Бунда жуфтлик элементи чизикдир ва у ҳаракат даврида нуктага ёки текисликка айланмай ўзгармас ҳолда бўлиши керак.

Бўғинлар нисбий ҳаракатини ўрганишда бўғинлардан бирини фикран қўзғалмас деб, иккинчисини ҳаракатлантириш керак. Масалан, 2-шаклда 1-текисликни фикран қўзғалмас деб қабул қилиб, 2-цилиндрни турлича ҳаракатлантирамиз. Бунда 4 та нисбий ҳаракатлар: стрелка билан кўрсатилган 2та айланма ва 2та илгарланма ҳаракатлар содир бўлади. Бир неча бўғинлар бир-бири билан боғланиши натижасида кинематик занжир ҳосил бўлади. 1-шаклда кўрсатилган механизм ҳам кинематик занжир ҳисобланади. Бу ҳақда батафсил навбатдаги маърузаларда баён қилинади.

Ҳаракатланувчанлик ва боғланишлар.

Ҳаракатланувчанлик бўғинлари узлуксиз ҳаракат қила оладиган механизмларнинг асосий хусусиятидир.

ММН фанида ҳаракатланувчанлик фундаментал тушунча бўлиб, механизмларнинг тузилиш асоси ҳисобланади.

Механизм бўғинларининг фазода силжий олиш хусусияти ҳаракатланувчанлик деб тушунилади.

Ҳар қандай силжиш (қўзғалиш) жисмнинг ҳолатини характерловчи маълум координат системасида координаталарнинг ўзгариши билан биргаликда бўлади. Бу ўзгарувчан координаталар эркинлик даражаси деб аталади ва бўғинни ҳаракатланувчанлик ўлчови сифатида хизмат қилади. Ўзгарувчан координаталар сони бўғиннинг эркинлик даражасига тенг бўлади.

Шунингдек, ҳаракатланувчанликни аниқлашнинг бошқа усули, яъни бир

бўғинни иккинчисига нисбатан қабул қилинган координат системаси ўқлари бўйлаб ва улар атрофида бир-бирига боғланмаган оддий ҳаракатлари сони орқали аниқлашнинг кинематик усули ҳам қўлланилади. Бундай бир-бирига боғланмаган ҳаракатларни ҳам эркинлик даражаси деб аталади.

Ҳаракатланувчанлик ва эркинлик даражаси кўп ҳолларда бир маънони англатади.

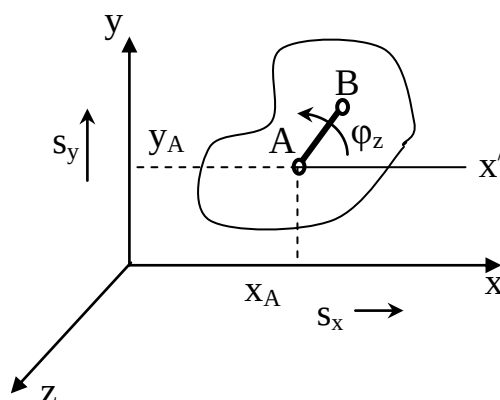
Ҳаракатланувчанлик тушунчасини эркин бўғинлардан ташқари кинематик жуфтлар ва занжирлар каби боғланган системаларга ҳам қўллаш мумкин.

Бўғинлар бир-бири билан боғланганда баъзи эркинликларини йўқотади. Боғланишнинг таъсири боғланиш шарти деб аталувчи чекланишлар сони билан баҳоланади. Ҳар бир боғланиш шарти битта эркинликни йўқотиш ёки оддий ҳаракатдан маҳрум бўлишни билдиради.

Биз асосан бўғинларни координаталарига боғлиқ бўлган геометрик ёки голоном боғланишларни ўрганамиз.

AB-бўғиннинг фазодаги ҳолати мустақил 6 та учта чизиқли X_A, Y_A, Z_A ва учта бурчакли $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ координаталари билан ифодаланади. Натижада бўғинни эркинлиги $f=6$ га тенг.

Текисликда жойлашган бўғин ҳолати (3-шакл) у билан қаттиқ боғланган AB тўғри чизиғининг ҳолати билан аниқланади.



3-шакл.

Тўғри чизиқнинг текисликдаги ҳолати эса X_A, Y_A, φ_z координаталари билан ифодаланади. Тўғри чизиқ координат ўқлари бўйлаб 2 та илгариланма (S_x, S_y) ва айланма (φ_z) ҳаракат қилиши мумкун. Шундай қилиб, эркин бўғин

текисликда 3 та эркинлик даражасига эга ($f=3$).

Кинематик жуфтлар классификацияси.

Кинематик жуфтларни турли мезонларда классификациялаш мумкин. (4-шакл). Боғланиш шarti сони асосида классификация.

Кинематик жуфт билан боғланган бўғинлар ўзининг бази бир ҳаракатланувчанлигини (қўзғалувчанлигини) йўқотади. Чунки уларнинг нисбий ҳаракатига боғланиш шarti кўринишида чекланишлар қўйилади. Кинематик жуфтларда боғланиш шarti сони $1 \leq S \leq 5$ чегарасида ўзгаради.

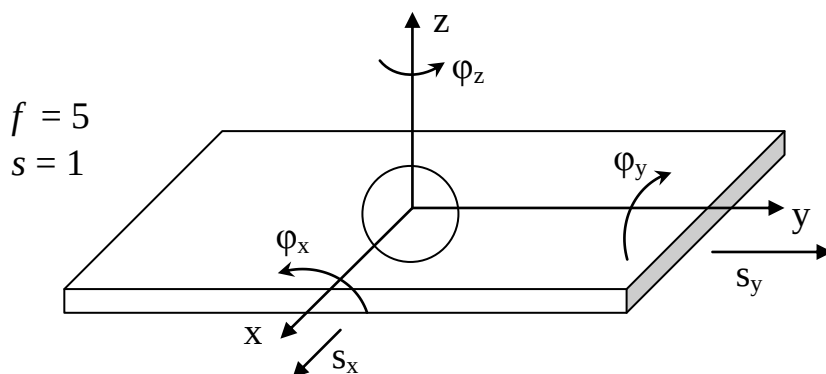
Эркинлик даражаси (f) боғланиш шarti (s) сонлари қуйидагича боғланган.

$$f + S = 6 \quad (1)$$

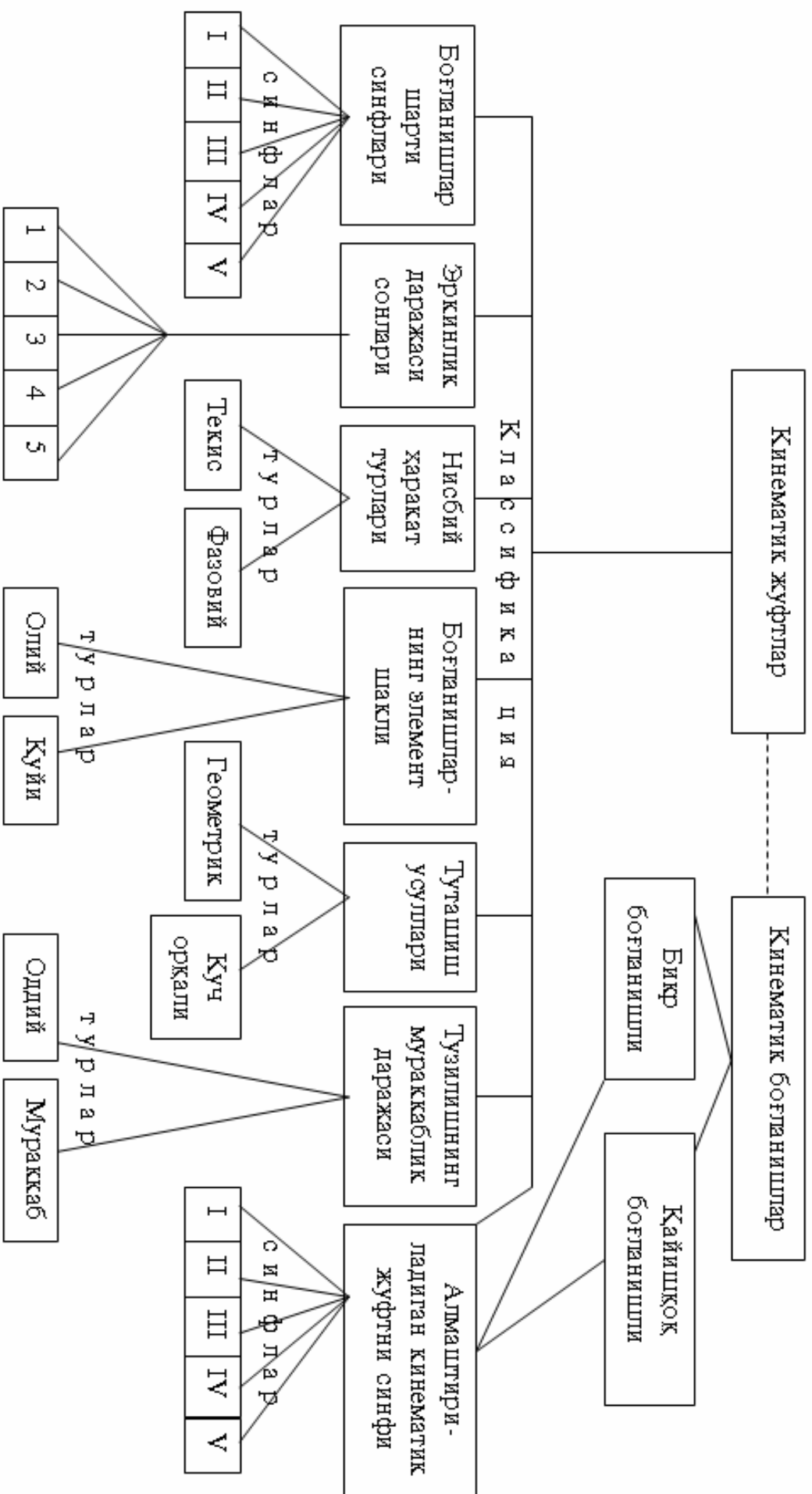
Профессор А.П.Малишев ва академик И.И.Артоболевский таклифи билан кинематик жуфтлар боғланиш шarti асосида 5 та I, II, III, IV ва V синфларга бўлинади. Синфнинг тартиби боғланиш шarti сони S га мос келади.

Ҳар бир боғланишни, яъни йўқотилган ҳаракатни чизиқли S_i ва бурчакли $\varphi_i = 0$ силжишларнинг тегишли ўқларини индексида кўрсатиб, нолга тенглаштиришни шартлашимиз.

I - синф кинематик жуфтда 6 та ҳаракатланувчиликдан биттаси чекланганлигини тан олиш мумкин. Масалан, шар текисликда (5-шакл). Шар текисликка нисбатан 5 та мустақил ҳаракатларга эга: 3 та айланма ($\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$) иккита илгариланма (S_x, S_y). Бунда шар z ўқ бўйлаб ҳаракат қилолмайди ($S_z=0$).



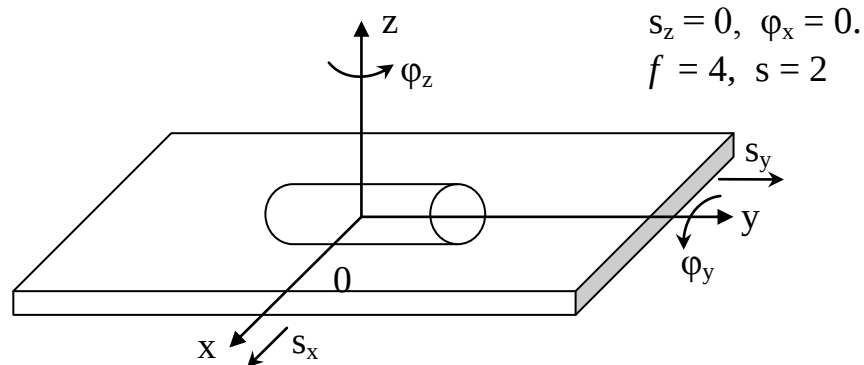
5-шакл. Шар текисликда I-синф кинематик жуфт.



4-шакл. Кинематик жуфтлар ва кинематик бугришлар классификацияси.

II - синф кинематик жуфтда бўғинлар нисбий ҳаракатига 2 та боғланиш шarti қўйилади. 6-шаклда II синф кинематик жуфт кўрсатилган. Цилиндр текисликка нисбатан 4 та мустақил ҳаракатни бажаради:

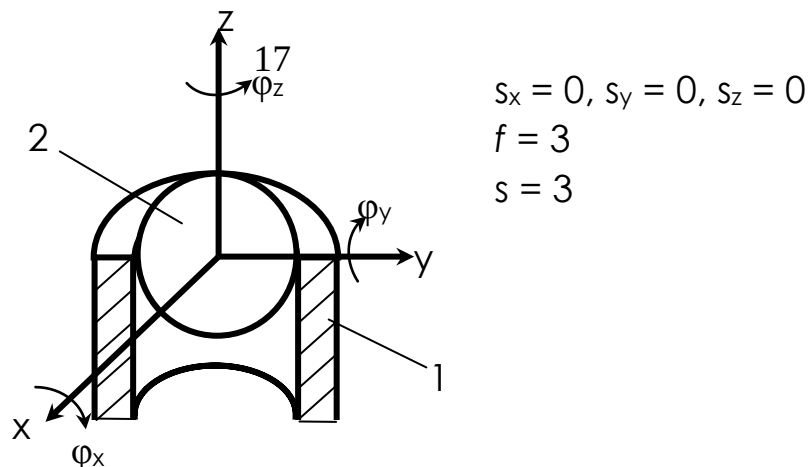
- s_y, s_x -илгариланма ва φ_y, φ_z -айланма



6-шакл. Цилиндр текисликда II-синф кинематик жуфт.

Бу кинематик жуфтда боғланиш шarti сони $s=6-f=6-4=2$. X ўқи бўйлаб айланма, Z ўқи бўйлаб илгариланма ҳаракатларга чек қўйилган. Демак, текисликда жойлашган цилиндр кинематик жуфт ҳисобланади.

III-синф кинематик жуфтда бўғинларнинг нисбий ҳаракатига 3 та боғланиш шarti қўйилади 7-шаклда III-синф кинематик жуфт кўрсатилган. Шар ҳалқали ариқчага нисбатан 3 та мустақил ҳаракатни бажаради: $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ - учта айланма. Бу кинематик жуфтда $s=6-f=6-3=3$.



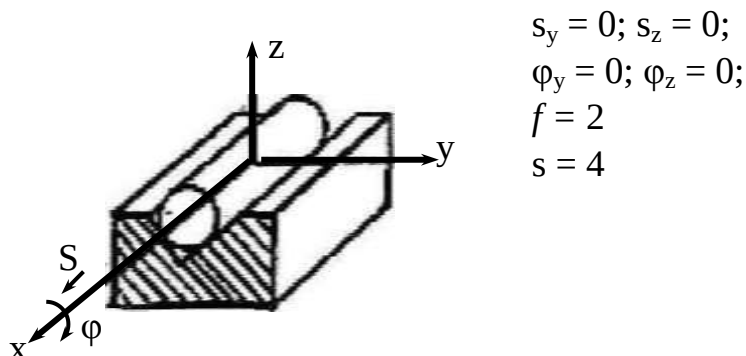
7-шакл. Шар ҳалқали ариқчада III-синф кинематик жуфт.

x, y, z ўқлари бўйлаб илгариланма ҳаракатларга чек қўйилган. Демак, бу кинематик жуфт III-синфли ҳисобланади.

III-синф кинематик жуфтда бўғинлар нисбий ҳаракатига 4 та боғланиш

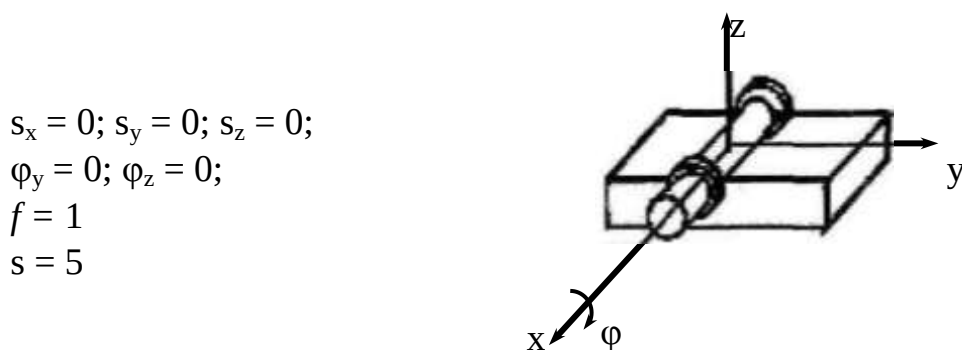
шарти қўйилади. 8-шаклда IV-синф кинематик жуфт кўрсатилган. Цилиндр призматик ариқчада 2 та мустақил ҳаракатни бажаради:

S_y, φ_x — илгариланма ва айланма.



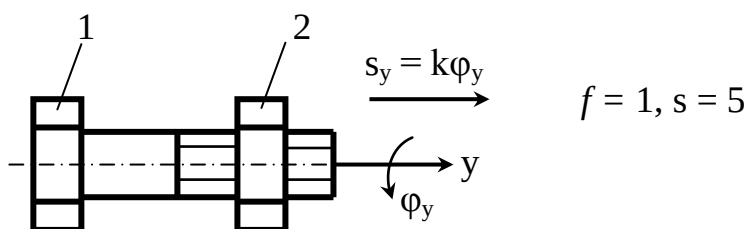
8-шакл. Цилиндр призматик ариқчада IV-синф кинематик жуфт.

V-синф кинематик жуфтда бўғинларни нисбий ҳаракатига 5 та боғланиш шарти қўйилади. 9-шаклда V-синф кинематик жуфт келтирилган. Цилиндр цилиндрсимон ариқчада 1 та мустақил φ_x айланма ҳаракатни бажаради.



9-шакл. Цилиндр ариқчада V-синф кинематик жуфт.

Юқорида бўғинларнинг ҳаракати бир-бирига боғлиқ бўлмаган бешта кинематик жуфтни кўриб чиқдик. Қуйида, бўғинларнинг нисбий ҳаракати бир-бирига боғлиқ бўлган кинематик жуфтни кўрайлик. Бундай кинематик жуфтга винтли жуфт мисол бўла олади. 10-шаклда винтли жуфтлик (болт ва гайка) кўрсатилган. Бу ерда бўғинларни нисбий ҳаракати иккита:



10-шакл. Винтли жуфтлик.

s_y - илгариланма ва φ_x - айланма ҳаракатлардир. Аммо бу икки ҳаракатлар бир-бири билан қуйидагича боғланган.

$$S_y = k\varphi_y \quad (1)$$

Шунинг учун икки ҳаракатни битта деб ҳисоблаш керак, чунки 2-гайкани бурамасдан уни U ўқи бўйлаб силжитиш мумкин эмас. Демак, винтли жуфтда $s=6-f=5$ ва у V -синфли кинематик жуфт ҳисобланади.

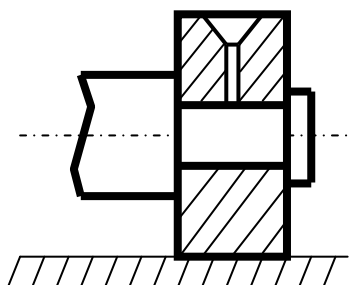
Текис ва фазовий кинематик жуфтлар. Доимий ҳаракат турига қараб кинематик жуфтлар иккита гуруҳга бўлинади: текис ва фазовий.

Текис кинематик жуфтларда бўғинларнинг нуқталари битта ёки параллел текисликларда ётувчи траекториялар чизади. Агарда бундай шарт бажарилмаса, бундай кинематик жуфтларни фазовий деб аталади. 1-жадвалдаги I, II, III синфли кинематик жуфтлар фазовий, IV ва V синфларни (винтли жуфтидан ташқари) текис эканлиги кўриниб турибди.

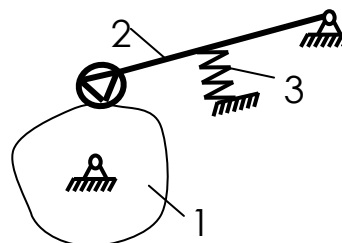
Олий ва қуйи кинематик жуфтлар. Бўғинлари тегиб турувчи элементларининг шаклига қараб кинематик жуфтлар олий ва қуйи турларга бўлинади (Рело асосида). Жуфтлиқ элементи икки бўғинни бир-бирига тегиб турувчи геометрик ўрни ҳисобланади. **Кинематик жуфтида тегиб турувчи элемент юза (цилиндрлик ёки текис) бўлса қуйи, нуқта ёки чизик бўлса олий деб аталади.** 1-жадвалнинг 3 ва 4 устунларида олий, 5 устунда қуйи кинематик жуфтлар кўрсатилган. Олий кинематик жуфтларда бўғинларнинг туташуш юзаси назарий жиҳатдан нолга тенг, аммо амалда бўғинлар деформацияси натижасида кичик юзача ҳосил бўлади. Бу эса олий кинематик жуфтларда қуйи кинематик жуфтларга нисбатан катта кучланиш ва юқори даражада ейилишга олиб келади. Қуйи кинематик жуфтлар ейилишга чидамли ва катта миқдордаги кучларга бардош бера олади. Шу билан бирга олий кинематик жуфтларда қуйи кинематик жуфтларга нисбатан ишқаланишдаги энергияни йўқотиш кам. Золдирли (шарикли) ва роликли подшипниклар олий кинематик жуфтлардир. Икки бўғин элементлари туташушини кинематик жуфт конструкцияси орқали ёки бўғинларни бир-бирига куч воситасида боғланишлари орқали амалга ошириш мумкин. 11-шаклда сирпанувчи

подшипникда айланувчи вал кўрсатилган бўлиб, V-синфли бу кинематик жуфт геометрик туташуш билан бажарилган.

Куч воситасида туташувчи кинематик жуфт 12 шаклда келтирилган бўлиб турткич муштумчага пружина орқали туташтириб турилади.



11-шакл. Геометрик
туташувчи



12-шакл. Муштумчали
механизмни куч воситасида
туташтириб турилади IV-синфли

Кинематик бирикмалар.

Кинематик жуфтларни алмаштирувчи кинематик занжирларга кинематик бирикмалар деб аталади.

Тайёрлаш мураккаб ва ишлатишда чидамсиз бўлган кинематик жуфтлар кўпинча кинематик бирикмалар билан алмаштирилади.

2-жадвалда шарнирли муфтalar асосида ишлаб чиқилган кинематик бирикмаларнинг баъзи бир схемалари кўрсатилган. Кўрсатилган бирикманинг синфи алмаштириладиган жуфтлик синфига тўғри келади. Муфта бир-бири билан IV-синфли кинематик жуфт орқали боғланган иккита 1 ва 2 вилкалар ҳамда крестовинадан иборат. Биз фақат А ва В кинематик жуфтларни ҳисобга олиб, уларга симметрик бўлган A_1 ва B_1 жуфтларни ташлаб юборамиз. Мураккаб кинематик жуфтнинг A_1 B_1 қисмлари ортиқча боғланишни бажаради. Кўриладиган занжир кетма-кет боғланган IV-синфли А ва В кинематик жуфтлардан иборат. Бир неча кетма-кет боғланган кинематик жуфтларнинг эркинлик даражаси қўшилади:

$$f = f_A + f_B$$

бу ерда f - кинематик бирикманинг эркинлик даражаси сони;

f_A – IV-синфли А кинематик жуфтнинг эркинлик даражаси сони

($f_A = 2$);

f_B – IV-синфли В кинематик жуфтнинг эркинлик даражаси сони

$$(f_B = 2)$$

Кинематик бирикманинг эркинлик даражаси сони $f=2+2=4$ ва умумий

боғланиш шarti

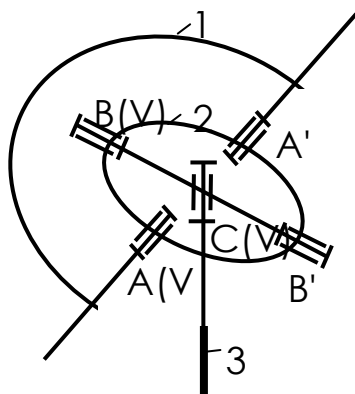
$$s=6-f=6-4=2$$

Кўрилаётган шарнирли муфта II-синфли кинематик жуфтни алмаштириш мумкин ва шу сабабли унга II-синф белгиси берилади. Ҳисоблаш қулай бўлиши учун кинематик бирикмага кирувчи ҳар бир кинематик жуфтни ёзув ҳарфида, жуфт синфларини эса қавс ичида рим рақамлари билан кўрсатилган.

Конструктив жиҳатдан кинематик бирикмалар турлича бўлиши мумкин. Мисол тариқасида III-синфли кинематик бирикманинг ҳосил бўлишини кўрайлик. Бирикмада ҳаракатланувчанлик $f=3$. Буни 2 ва 1 рақамларни турли комбинациялар йиғиндиси орқали олиш мумкин.

Биринчи комбинация: $3=2+1$. Бирикма таркибида иккита кинематик жуфтлар бўлишини билдиради: бири IV-синфли ($f=2$), иккинчиси V-синфли ($f=1$).

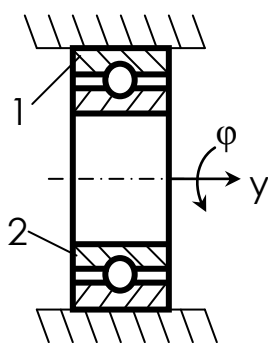
Иккинчи комбинация: $3=1+1+1$. Бирикма таркибида V-синфли ($f=2$) 3 та кинематик жуфт бўлади. Агарда V-синфли кинематик жуфтларни айланма ва илгариланма турларда бўлишини назарга олинганда уларнинг комбинацияси 4-вариантдаги кинематик бирикмаларга олиб келишини тасавур қилиш мумкин. Шулардан бири фақат V-синфли айланма кинематик жуфтлардан ҳосил бўлган кинематик бирикма 13-шаклида келтирилган.



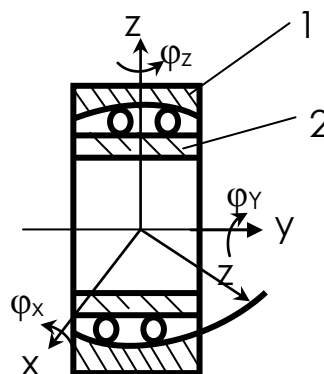
13-шакл. Кинематик бирикма.

Бундай кинематик бирикма III-синфли кинематик жуфтни алмаштиради.

Кинематик жуфтларни алмаштириш учун техникада кинематик бирикма тарзида бўлган, шарикли ва роликли подшипниклардан фойдаланилади. Бунда фақат подшипникларни конструкцияси рухсат этувчи ташқи ва ички халқаларни нисбий ҳаракати инобатга олинади. Бундай подшипниклар V-синфли битта кўзгалувчан айланма кинематик жуфтларни алмаштириши мумкин.



14-шакл. Радиал подшипник V-синфли кинематик бирикма



15-шакл. Ўзи ўрнашувчи сферик икки қаторли шарикли подшипник

Ўзи ўрнашувчи 2 қаторли сферик шарикли подшипник (15-шакл) III-синфли кинематик жуфтни алмаштиради. Бу ерда 2-ички халқа маҳкамланган 1-ташқи халқага нисбатан $\varphi_z, \varphi_x, \varphi_y$ учта айланма ҳаракатларни бажаради.

Кинематик жуфтлардаги ортиқча боғланишлар.

Боғланишлар дастлабки қўйилган боғланиш шартини такрорлайди ва шу сабали ортиқча боғланишлар дейилади.

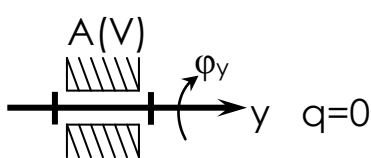
Кинематик жуфтлардаги ортиқча боғланишларни баъзида локал ортиқча боғланиш деб аталади, чунки улар механизм тузилишига таъсир этмайди.

16-шаклда оддий V-синф кинематик жуфти кўрсатилган. Бу жуфт бешта боғланиш шартини ($s=5$) қўйиб, битта $f=6-5=1$ ҳаракатланувчанликни (вални айланишини) қолдиради. Бундай содда кинематик жуфтда ортиқча боғланиш йўқ, яъни $q=0$. 17-шаклда мураккаб кинематик жуфт кўрсатилган. Кинематик жуфтлардан бири A_1 ёки A_2 такрорланувчи бўлиб, 5 та ортиқча боғланишни ҳосил қилади ($s=5$). Мураккаб кинематик жуфт хаммаси бўлиб 10 та боғланиш

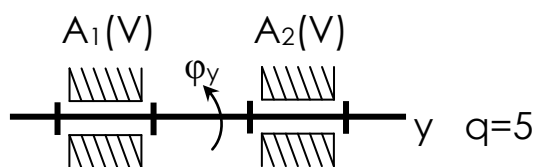
шартини киритади. Демак, бундай кинематик жуфтларда боғланиш шартлари қўшилади деган хулосага келиш мумкин.

$$s = s_{A_1} + s_{A_2} = 5 + 5 = 10$$

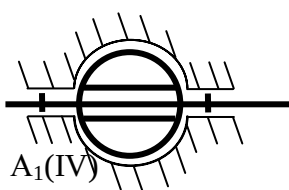
Агарда A_1 ва A_2 подшипникларнинг геометрик ўқлари бир чизикда бўлмаса салбий окибатларга олиб келади. Бунда вални подшипникларда деформациясиз йиғиш мумкин эмас. Натижада зўриқиш билан йигилган вал подшипникларда айланмаслиги мумкин. Бундай ҳолатда мураккаб кинематик жуфтларни юқори аниқликда тайёрлаб йиғишга қарамай номувоҳид деформациялар қушимча босим кучини ҳосил бўлишига ва ишқаланувчи юзаларнинг интенсив ёйилишига олиб келиши мумкин. Кинематик жуфтлар синфини пасайтириш ортиқча боғланишларни йўқотади. 17-шаклдаги кинематик жуфтда 5 та ортиқча боғланишни йўқотиш учун A_1 (II) ва A_2 (III) синфли кинематик жуфтлар билан алмаштирилади.



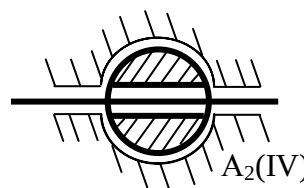
16-шакл. Ортиқча боғланишсиз



17-шакл. Бешта ортиқча боғланишли мураккаб кинематик жуфт

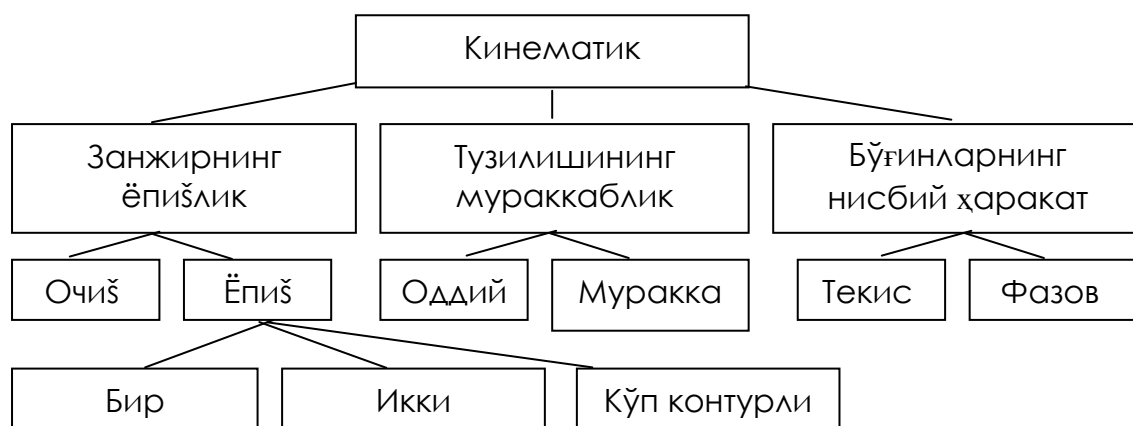


18-шакл. Ортиқча боғланишсиз мураккаб жуфт



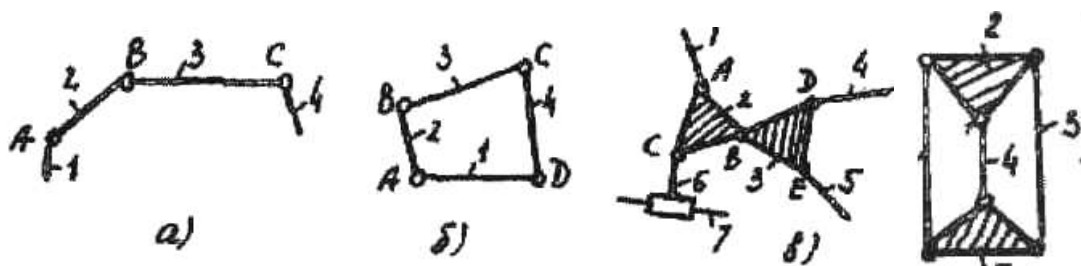
КИНЕМАТИК ЗАНЖИРЛАР ВА УЛАРНИНГ ТУРЛАРИ.

Кинематик жуфт ҳосил қилувчи бўғинлар системасига кинематик занжир деб аталади. Тузилишининг мураккаблиги, ҳаракатланувчи контурлар турига қараб кинематик занжирлар классификацияси схема тарзида 18-шаклда кўрсатилган.



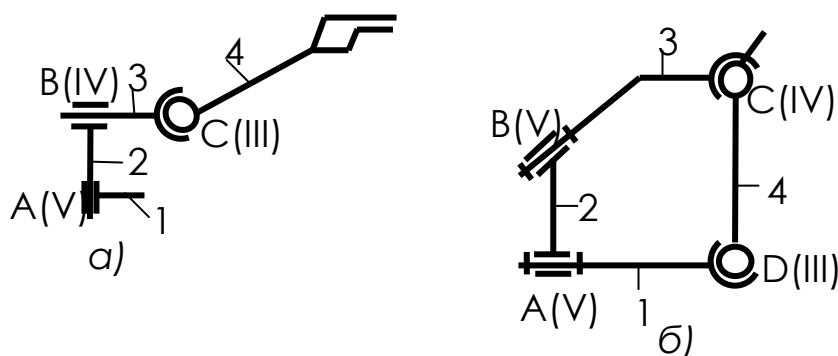
18-шакл. Кинематик занжирлар классификацияси

Ёпиқ кинематик занжирда бўғинлар ўзгарувчан ёпиқ контурларни ҳосил қилади. Очiq кинематик занжирларда бундай контурлар бўлмайди.



19-шакл. Текис кинематик занжирлар.

19а-шаклда оддий очик, 19в-шаклда мураккаб очик, 19б-шаклда оддий ёпиқ, 19г-шаклда мураккаб ёпиқ текис кинематик занжир кўрсатилган. Текис занжирларда бўғинлар текисликда траекториялар чизса, фазовий занжирларда бир-бири билан кесишувчи турли текисликлардаги траекториялар чизади.



20-шакл. Фазовий кинематик занжирлар.

20а-шаклда фазовий очик, 20б-шаклда фазовий ёпиқ кинематик занжирлар

тасвирланган.

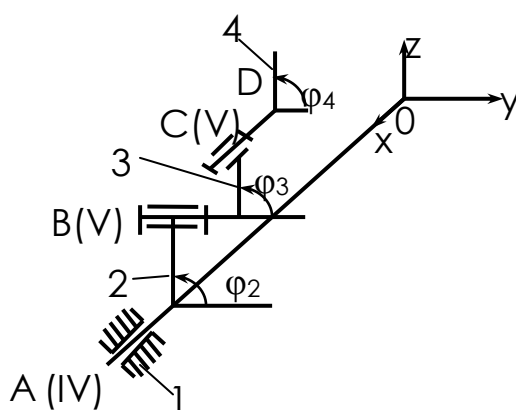
Текис занжирларда фақат IV ва V-синфли кинематик жуфтлар қўлланса, фазовийда ҳамма синфдаги кинематик жуфтларни учратиш мумкин.

Ёпиқ кинематик занжирлар контурлар сонига қараб 1, 2 ва кўп контурли бўлиши мумкин. Ўзгармас контурлар битта звено ҳисобланади. 19в-шаклда ABC, BDE учбурчакли бўғинлар ўзгармас контурлардир.

Техникада кўпроқ текис кинематик занжирлардан фойдаланилган. Кейинги йилларда, айниқса роботсозликни ривожланиши сабабли, фазовий кинематик занжирлар кенг қўллана бошланди. 3а-шаклда кўрсатилган фазовий кинематик занжир саноат роботлари манипуляторларида қўлланилмоқда.

1.3.2. Кинематик занжирларнинг эркинлик даражаси.

Таркибида IV ва V синф кинематик жуфтлар бўлган очиқ кинематик занжирларни (21-шакл) қўрайлик.



21-шакл. Очиқ кинематик занжирлар

Занжирнинг 1-бўғини OXYZ координаталар системаси билан қаттиқ боғланган. Занжир ҳолати кинематик жуфтларнинг эркинлик даражаларини ифодаловчи X_2, Y_2, Y_3, Y_4 координатлари орқали аниқланади. Ҳақиқатан А кинематик жуфт иккита, В ва С кинематик жуфтлар эса биттадан ҳаракатланувчанликларга эга. Уларнинг йиғиндисидан тўртта эркинлик даражаси келиб чиқади.

Шундай қилиб, механизмлар назариясида маълум бўлган, яъни очиқ кинематик занжирнинг эркинлик даражаси сони ундаги кинематик жуфтлар эркинлик даражалари сонларининг йиғиндисига тенг деган таъриф

тасдиқланади:

$$f = \sum_{i=1}^{i=5} (6-i)P_i \quad (1)$$

бу ерда f - кинематик занжирнинг эркинлик даражаси;

i - кинематик жуфтлар синфи ($i=1,2,3,4,5$)

P_i - I -нчи синфли кинематик жуфт сони (1) ифодада $(6-i)$ фарқи I -синфли кинематик жуфтнинг даражасига тенг.

Занжир бўғинлари ва турли синфдаги кинематик жуфтлар сонларидан фойдаланиб, эркинлик даражасини формулалардан аниқлаш мумкин. Бунда бўғинлар ўлчамлари назарга олинмайди ва шу сабабли бундай формулалар тузилиш формулалари деб аталади. Х.И.Гохман, П.О.Сомов, А.П.Малишев, П.Л.Чебишев, О.Г.Озол номлари билан аталувчи эркинлик даражасини аниқлаш формулалари қўлланилади. Шуларнинг баъзилари билан танишайлик.

Х.И.Гохман ва бир неча йиллардан сўнг О.Г.Озол ёпиқ кинематик занжирнинг эркинлик даражасини очик кинематик занжир эркинлик даражасидан кўзгалмас таянчга айланган бўғин эркинлик даражасини айириш орқали аниқладилар.

$$W = f - 6k + q \quad (2)$$

бу ерда W — ёпиқ занжирнинг эркинлик даражаси;

k – ўзгарувчан контурлар сони;

q — контурда ортиқча боғланишлар сони;

(1) ни қийматини (2) га қўйсақ фазовий занжирлар учун Гохман-Озол ифодаси келиб чиқади.

$$W = \sum_{i=1}^{i=5} (6-i)P_i - 6k + q \quad (3)$$

бу ерда:

$$\sum_{i=1}^{i=5} (6-i)P_i = 5_{P_I} + 4_{P_{II}} + 3_{P_{III}} + 2_{P_{IV}} + P_V \quad (4)$$

P_i – I -нчи синфли кинематик жуфтлар сони ($i = 1,2,3,4,5$). (4) ни (3) га қўйсақ,

$$W = 5_{P_I} + 4_{P_{II}} + 3_{P_{III}} + 2_{P_{IV}} + P_V - 6k + q \quad (5)$$

(3) ва (5) дан текис кинематик занжирларнинг эркинлик даражасини аниқлаш формуласи келиб чиқади.

$$W = \sum_{i=1}^{i=5} (6-i)P_i - 3k + q \quad (6)$$

Бу ерда
$$W = \sum_{i=1}^{i=5} (6-i)P_i = 2P_{IV} + P_V \quad (7)$$

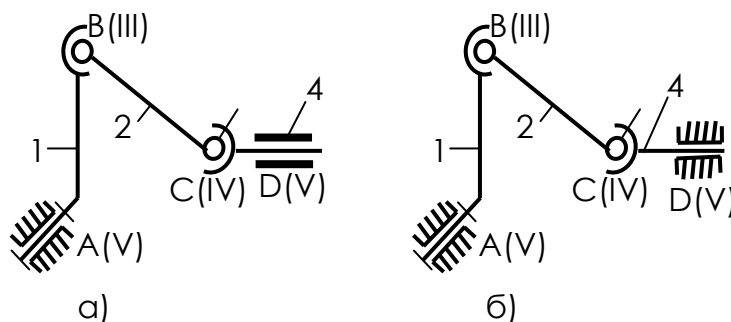
P_{IV} ва P_V – IV ва V-синф кинематик жуфтлар сони, q – текис кинематик занжирнинг ортиқча боғланишлар сони.

(7) ни (6) га қўйсак

$$W = 2P_{IV} + P_V - 3k + q$$

текис кинематик занжирнинг эркинлик даражасини аниқлаш формуласи келиб чиқади

22-шаклда келтирилган очик (а) ва ёпик (б) кинематик занжирларнинг эркинлик даражаси қуйидагича ҳисобланади.



22-шакл. Очик (а) ва ёпик (б) кинематик занжирлар.

а) очик, фазовий кинематик занжирда $P_I=0$, $P_{II}=0$, $P_{III}=1$, $P_{IV}=1$, $P_V=2$ ўзгарувчан контурлар йўқ ($k=0$).

$$W = 5P_I + 4P_{II} + 3P_{III} + 2P_{IV} + P_V - 6K = 5 \cdot 0 + 4 \cdot 0 + 3 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 2 = 7$$

7 сони кинематик жуфтларнинг ҳаракатлувчанликлари йиғиндисини ифодалайди. Ҳақиқатдан айланма кинематик жуфт А (V) битта, сферик В (III) жуфт учта, бармоқли сферик жуфт С (IV) иккита ва D (V) - битта эркинликка эга ($1+3+2+1=7$). Шунингдек, 7 рақами очик кинематик занжирнинг ҳолати мустақил, умумлашган координаталар билан аниқлашини кўрсатади.

б) Ёпик кинематик занжирда $P_I=0$, $P_{II}=0$, $P_{III}=1$, $P_{IV}=1$, $P_V=2$ ва битта ёпик

ABCA ($k=1$) ўзгарувчан контурга эга.

Бу занжирнинг эркинлик даражаси

$$W=5P_I+4P_{II}+3P_{III}+2P_{IV}+P_V-6K=5\cdot 0+4\cdot 0+3\cdot 1+2\cdot 1+2\cdot 6\cdot 1=1$$

Демак, занжирда битта умумлашган координата, масалан φ бурчаги орқали кинематик занжир ҳолатини аниқлаш мумкин.

Сомов-Малишевнинг фазовий кинематик занжирлар учун структуравий формуласи.

Сомов-Малишев формуласини Гохман-Озол формуласидан келтириб чиқариш мумкин. Бир неча контурли занжирда кинематик жуфтлар сони P , ҳаракатланувчи бўғинлар сони n ва контурлар сони K қуйидагича боғланган.

$$K=P-n \quad (7)$$

(7) ифода кўпқирраликлар учун Эйлер формуласи натижасидир. Бу ифодадан биринчи бўлиб, Х.И.Гохман фойдаланган. Очик кинематик занжирда $k=0$, демак $P=n$. (7) ни (5) га қўйсак.

$$W=5P_I+4P_{II}+3P_{III}+2P_{IV}+P_V-6(P-n)+q \quad (8)$$

бу ерда $P=P_I+P_{II}+P_{III}+P_{IV}+P_V \quad (9)$

Демак, $W=5P_I+4P_{II}+3P_{III}+2P_{IV}+P_V-6(P_I+P_{II}+P_{III}+P_{IV}+P_V)+6n+q$

Соддалаштириш натижасида фазовий кинематик занжирлар учун Сомов-Малишев формуласи келиб чиқади:

$$W=6n-5P_V-4P_{IV}-3P_{III}-2P_{II}-P_I+q \quad (10)$$

Бу ерда n -ҳаракатланувчи бўғинлар сони;

$P_i - i$ – нчи синфли кинематик жуфтлар сони;

q — кинематик занжирда ортиқча боғланишлар сони;

22-шаклда кўрсатилган кинематик занжирлардаги ортиқча боғланишлар сонини йўқ ($q=0$) деб ҳисоблаб аниқлайлик.

а) Очик кинематик занжир учун (5а-шакл)

$$n=4, P_V=2, P_{IV}=1, P_{III}=1, P_{II}=0, P_I=0.$$

$$W=6n-5P_V-4P_{IV}-3P_{III}-2P_{II}-P_I=6\cdot 4-5\cdot 2-4\cdot 1-3\cdot 1=7.$$

б) Ёпиқ кинематик занжир учун (5б-шакл).

$$n=3, P_V=2, P_{IV}=1, P_{III}=1, P_{II}=0, P_I=0.$$

$$W=6n-5P_V-4P_{IV}-3P_{III}-2P_{II}-P_I=6\cdot 3-5\cdot 2-4\cdot 1-3\cdot 1=1.$$

Шундай қилиб, Гохман-Озол ва Сомов-Малишев формулалари орқали аниқланган эркинлик даражалари натижалари бир хилдир. Аммо, амалда тарихий анъаналарга қараб, кўпроқ Сомов-Малишев формулалари қўлланилади.

Гохман-Озол формуласи механизмларнинг тузилишига бағишланган назарий ишларда кўпроқ қўлланилади.

Текис кинематик занжирлар учун П.Л. Чебишевнинг структуравий формуласи.

Гохман-Озолнинг текис занжирлар варианты формуласидан фойдаланамиз.

$$W=2P_{IV}+P_V-3\kappa+q \quad (8)$$

(8) га $\kappa=P-n=P_{IV}+P_V-n$ қўйсак,

$$W=2P_{IV}+P_V-3(P_{IV}+P_V-n)+q_T=3n-2P_V-P_{IV}+q \quad (9)$$

келиб чиқади. Бу ифода академик П.Л.Чебишевнинг тузилиши формуласи деб аталади.

$$W=3n-2P_V-P_{IV}+q \quad (10)$$

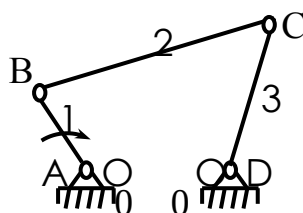
бу ерда n - ҳаракатланувчи бўғинлар сони;

P_{IV}, P_V –IV ва V синфли кинематик жуфтлар сони;

q - текис механизмда ортиқча боғланиш сони;

Механизмлардаги ортиқча боғланиш ва уни аниқлаш.

Ёпиқ кинематик занжирларда ортиқча боғланишлар ҳосил бўлади. Кинематик жуфтларнинг занжир бўғинларига қўйган умумий боғланишлари ортиқча боғланиш ҳосил бўлишининг асосий сабабидир. Буни тўрт шарнирли (23-шакл) механизм мисолида тушунтирамиз.



23-шакл. Тўрт шарнирли механизм

Механизм текис бўлгани учун унинг бўғинлари бир ёки параллел

текисликларда ҳаракатланиши керак. Механизм бўғинлари текис ҳаракат қилиши учун кинематик жуфтларининг ўқлари ўзаро параллел бўлиши керак. Бу талаб деталларни юқори аниқликда тайёрлашни талаб қилади, акс ҳолда кинематик жуфтларнинг ўқлари қийшайиб механизм бўғинларини деформация ва зўриқишсиз йиғиб бўлмайди. Натижада кривошип ва коромисло ечилади, шатун буралади.

Ортиқча боғланишларни йўқотиш зарур.

Бундай механизмлар статик аниқ бўлмагани учун кинематик жуфтларидаги реакция кучларини статика тенгламалари орқали аниқлаб бўлмайди.

Масалани ҳал қилиш учун сони ортиқча боғланишлар сонига тенг қўшимча деформация тенгламаларидан фойдаланиш керак.

Ортиқча боғланишлари йўқотилган механизмлар статик аниқ системалар бўлган учун, уларни тайёрлашда юқори даражадаги аниқлик талаб қилинмайди.

Ортиқча боғланишсиз механизмлар оптимал тузилишдаги механизмлар деб аталади.

1. Тузилиш формулалари орқали аниқлаш;
2. Йиғиш ва кесиш ўтиш мезони орқали аниқлаш;
3. Ҳаракатланувчанликнинг таҳлили орқали аниқлаш.

Бу усуллар билан қисқача танишайлик.

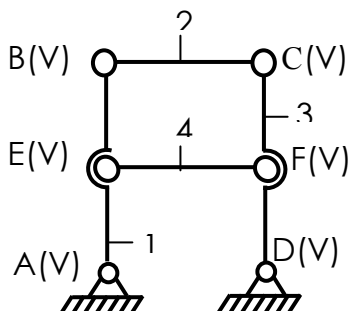
Тузилиш формулаларидан фойдаланиб ортиқча боғланишларни аниқлаш. Бунинг учун қандайдир, масалан, фикран ҳаракатлантириб ёки чизмада механизмни кетма-кет ҳолатларини чизиб, механизмни эркинлик даражаси аниқланади, сўнгра тузилиш формуласидан ортиқча боғланиш топилади.

Текис механизмлар таҳлилида ортиқча боғланишни текис схемадан (10-ифода) аниқлаш керак, сўнгра механизмни тайёрлаш ва йиғишда қўйилган хатолар натижасида кинематик жуфтлар ўқлари оғади ва механизмни фазовий деб тасаввур қилиб, таҳлилни фазовий механизмларининг тузилиш формуласи орқали давом этириш зарур.

1-мисол. а) Иккиламчи параллелограм механизмдаги (23-шакл) ортиқча

боғланишлар сони аниқлансин.

Механизмда $W=1$, $n=4$, $P_V=6$, $P_{IV}=0$



23-шакл. Шарнирли параллелограмли механизм

$$W=3n-2P_V-P_{IV}+q$$

Формуласидан $q = W - 3n + 2P_V + P_{IV} = 1 - 3 \cdot 4 + 2 \cdot 6 = 1$

EF шатун ортиқча боғланишни киритади.

Механизм $AB=CD$, $AE=DF$, $AD=EF=BC$ шarti бажарилганда ҳаракат қилиши мумкин, акс ҳолда механизм фермага айланади. Ортиқча боғланишни йўқотиш учун EF шатунни ташлаб юбориш керак.

б) Тўрт шанирли механизмни (24-шакл) фазовий деб, Сомов-Малишев формуласидан ортиқча боғланишни аниқлаймиз.

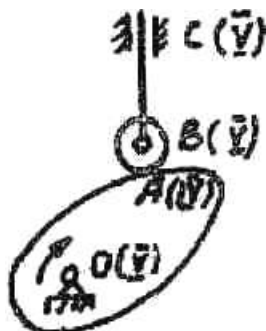
$$W=6n-5P_V-4P_{IV}-3P_{III}-2P_{II}-P_I+q$$

ёки $q = W - 6n + 5P_V + 4P_{IV} + 3P_{III} - 2P_{II} - P_I$

Формулага $n=3$, $P_V=4$, $W=1$ ни қийматларини куйсак:

$$q = 1 - 6 \cdot 3 + 5 \cdot 4 = 1 - 18 + 20 = 3$$

2 мисол. Ролик бўлган турткичли текис механизмда ортиқча боғланишлар аниқлансин.



24-шакл. Текис кинематик занжирлар.

а) Механизмнинг эркинлик даражаси $W=1$ деб Чебишев формуласидан ортиқча боғланишни сонини аниқлайлик.

$$q_T = W - 3n + 2P_V + P_{IV} = 1 - 3 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 1 \cdot 1 = -1$$

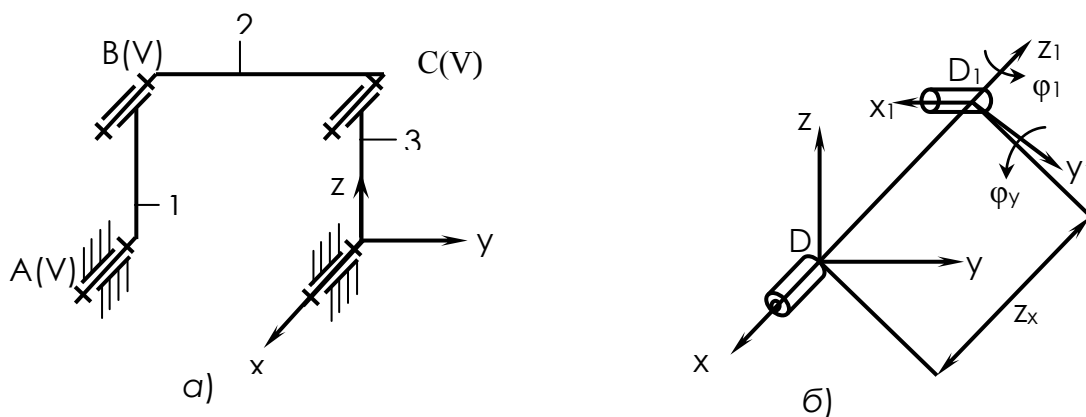
Манфий ортиқча боғланиш ҳаракатанувчанлик деб аталади. Демак, муштумчали механизм иккита-асосий ва маҳаллий эркинлик даражасига ($W=2$) эга бўлиши керак.

б) Механизмни фазовий деб тасаввур қилиб, Сомов-Малишев формуласидан ортиқча боғланишларни аниқлайлик.

$$(W=2, n=3, P_V=3, P_{IV}=1)$$

$$q = W - 6n + 5P_V + P_{IV} = 2 - 6 \cdot 3 + 5 \cdot 3 + 4 \cdot 1 = 3$$

2) Ортиқча боғланишларни йиғиш мезонлари орқали аниқлаш. Бу усул механизмни йиғиш жараёнини таҳлил қилиш асосида бажарилади. Бунда йиғиладиган охириги кинематик жуфтга асосий эътиборини бериш зарур. Йиғиш жараёнида бўғинларни учта координат ўқларига нисбатан яқинлашиши ва ўқлар атрофида айланишига диққатни жалб қилиш керак. Бўғинларнинг яқинлашишида ҳаракат фақат уларнинг деформацияси ҳисобига амалга ошса, механизмда шунча ортиқча боғланиш борлигини кўрсатади. Мисол учун тўрт шарнирли механизмни йиғиш жараёнини кўрайлик (25-шакл).



25-шакл. Йиғиш мезони орқали ортиқча боғланишни аниқлаш.

Фараз қилайлик охирги бўлиб D кинематик жуфт йиғилсин. D шарнир марказидан $DXYZ$ ва $D^1X^1Y^1Z^1$ координаталарни ўтказамиз. $DXYZ$ қўзғалмас бўғин билан $D^1X^1Y^1Z^1$ ҳаракатланувчи 3-шатун билан боғланган бўлсин. D шарнирни йиғиш учун иккита координаталар системаси биргаликда бўлиши керак. 9б-шаклда D кинематик жуфтни таянч билан тутатиши кўрсатилган. D кинематик жуфтни йиғиш учун $ABCD^1$ очиқ кинематик занжирни DX ва D^1X^1 координата ўқлари D^1 нуқтада кесишгунча 3 бўғинни ҳаракатлантириш, сўнгра ташқи куч таъсирида бўғинлар деформацияси ҳисобига 3 бўғинни D^1Y^1 ва D^1Z^1 ўқлари атрофида φ_4, φ_z бурчакларига буриб, $DXYZ$ ва $D^1X^1Y^1Z^1$ координата системалари бир-бирига мос бўлгунча DX ўқи бўйлаб S_x масофага силжитилади. Шундай қилиб, механизмни йиғишда $ABCD$ контурда иккита бурчак φ_4, φ_z ва битта чизиқли S_x силжишларни чекловчи учта ортикча боғланишлар бор деган хулосага келиш мумкин.

Назорат саволлари

1. Кинематик занжир нима?
2. Кинематик занжирларнинг турларини изоҳлаб беринг?
3. Очиқ кинематик занжирнинг эркинлик даражаси (Гохман-Озол) формуласи қандай аниланади?
4. Гохман-Озолнинг ёпиқ кинематик занжирни эркинлик даражаси формуласи қандай аниқланади?
5. Сомов-Малишевнинг фазовий кинематик занжирлар эркинлик даражаси формуласини изоҳлаб беринг?
6. Текис ёпиқ кинематик занжирларни П.Л.Чебишев формуласи қандай ифодаланади?
7. Ортикча боғланиш нима ва қандай аниқланади?
8. Ортикча боғланишларни аниқлашга мисоллар келтиринг.
9. Очиқ кинематик занжирларга мисоллар келтиринг.
10. Ёпиқ кинематик занжирларга мисоллар келтиринг.

11. Кинематик занжирда ўзгарувчан контур нима?
12. Ортиқча боғланиши бўлмаган механизмлар қандай механизмлар?
13. Кинематик занжир механизм бўла оладими?
14. Ҳаракатланувчанлик деганда нима тушунилади?
15. Йиғиш мезони орқали ортиқча боғланиш қандай аниқланади?

3-МАЪРУЗА

ТЕКИСЛИКДА ҲАРАКАТ ҚИЛУВЧИ МЕХАНИЗМЛАР КИНЕМАТИКАСИ. ТЕЗЛИК ВА ТЕЗЛАНИШЛАРНИ АНИҚЛАШ.

Маъруза режаси:

1. Кинематик таҳлил вазифалари ва механизмнинг кинематик характеристикалари.

2. Механизмларнинг кинематик таҳлили усуллари.

3. Кинематик таҳлилнинг график усули ва нуқталар траекторияларини аниқлаш.

Кинематик таҳлил вазифалари ва механизмнинг кинематик характеристикалари.

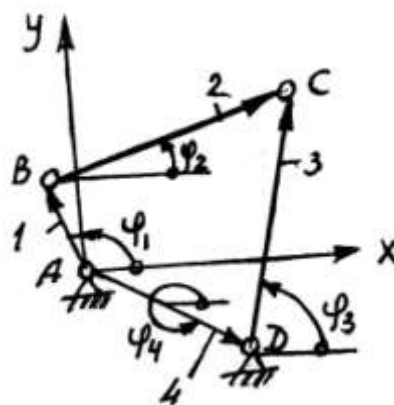
Ричагли механизмнинг кинематик таҳлили ҳаракатни битта кинематик цикли, масалан, кривошипни бир марта айланиш даври учун бажарилади. Ҳар қандай текис ричагли механизмларнинг кинематик таҳлили Ассур асосида ҳосил бўлиш тартибига мос ҳолда амалга оширилди. Дастлаб бошлангич бўғинни, сўнггра Ассур гуруҳларини кетма-кет 1-синф 1-тартибли механизмга қўшилиш тартибида нуқталар ва бўғинлар кинематик характеристикалари аниқланади. Кинематик таҳлилнинг асосий вазифалари қуйидагилардир:

а) Бўғинларнинг ҳолати ва уларга тегишли нуқталарнинг траекторияларнинг аниқлаш;

б) Айрим нуқталарнинг чизиқли (V) ва бурчак (ω) тезликларини аниқлаш;

в) Нуқталарнинг чизиқди (a) ва бурчак (ε) тезланишларини аниқлаш.

Юқорида кўрсатилган кинематик параметрлар умумлашган ҳолда кинематик характеристикалар деб аталади. 1-шаклда тўрт шарнирли механизм кинематик характеристикаларини аниқлаш схемаси келтирилган. Бу ерда бўғинлар вектор сифатида тасвирланган.



1-шакл. Тўрт шарнирли механизмнинг кинематик характеристикаларини аниқлаш схемаси.

№	Чиқувчи бўғин C нуқтаси учун	Чиқувчи CD бўғин учун
1	Ҳаракат қонуни $S_C = S_C(t)$	Ҳаракат қонуни $\varphi_3 = \varphi_3(t)$
2	Чизиқли тезликлар $V_C = \frac{dS_C}{dt}$	Бурчак тезликлар $\omega_3 = \frac{d\varphi_3}{dt}$
3	Чизиқли тезланишлар $a_c = \frac{dV_c}{dt}$	Бурчак тезланишлар $\varepsilon_3 = \frac{d^2\varphi_3}{dt}$

1-жадвалда кўрсатилган кинематик характеристикалар бошланғич бўғиннинг $\varphi_1 = \varphi(t)$ берилган ҳолатлари орқали аниқланади. Агарда бошланғич бўғиннинг ҳаракат қонуни номаълум бўлса, механизм учун бошқа кинематик характеристикалар аниқланади:

а) ҳолат функциялари $S_C = S_C(\varphi_1)$ ёки $\varphi_3 = \varphi_3(\varphi_1)$

б) тезлик аналоглари $V_{qc} = \frac{dS_C}{d\varphi_1}$ ёки $\omega_{qc} = \frac{d\varphi_3}{d\varphi_1}$

в) тезланиш аналоглари $a_{qc} = \frac{d^2S_C}{d\varphi_1^2}$ ёки $\varepsilon_{q^3} = \frac{d^2\varphi_3}{d\varphi_1^2}$

Кинематик характеристикалардан бирини билиб иккинчисига ўтиши осон. Нуқталарнинг тезликлари билан уларнинг аналоглари орасида қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$V_C = \frac{dS_C}{dt} = \frac{dS_C}{d\varphi_1} * \frac{d\varphi_1}{dt} = V_{q_C} \omega_1$$

Шунга ўхшаш тезланиш билан тезлик аналогиси орасида боғланиш бор:

$$a_C = a_{q_C} \omega_1^2 + V_{q_C} \varepsilon_1$$

Механизмларнинг кинематик таҳлили усуллари.

Ричагли механизмларнинг кинематик таҳлилида универсал усул йўқлигини таъкидлаб, турли синф ва тартибдаги механизмларнинг тадқиқоти турли усулларда бажарилишини айтиб ўтиш зарур. Фақат 1-синф 2-тартибли механизмларнинг кинематикаси аниқ ечимга эга. Механизмнинг тартиби ошиши билан яқунловчи тенгламалар юқори тартибли бўлиб, илдиз остида ечиш мумкин эмас. Уларни фақат тахминий усулларда ечиш мумкин.

Механизм ва машиналар назариясида аналитик, график, графоаналитик, тажриба ва моделлаштириш усуллари қўлланади. Аналитик усул турлича математик услублардан фойдаланиб, икки гуруҳга бўлиб, бажарилади:

1. Геометрик (тригонометрик) усулда
2. Алгебраик усулда

Геометрик усул векторлар контурларидан фойдаланишга асосланган. Векторлар контурларини координата ўқларига проекция тенгламаларидан фойдаланиб, механизмлар кинематик таҳлилининг кўп масалаларини ечиш мумкин. Шунингдек, ёпиқ векторлар контурлари тенгламаларини комплекс ва гиперкомплекс функциялар билан ифодалаш ва бошқа геометрик усуллар ҳам қўлланилмоқда. Геометрик усул афзалликлари билан фазовий механизмларнинг таҳлилида камчиликларга эга эканлиги намоён бўлмоқда. Механизм бўғинлари ўқларида ётувчи векторлар, фазовий механизм кинематик жуфтларининг хусусиятларини тўлиқ ифодаламайди.

Алгебраик усулда геометрик боғланишлар ва координат системасидаги ёпиқ занжир тенгламалари матрица шаклида битта тенглама билан ифодаланади. Шунинг учун кинематик жуфтларнинг барча ҳаракатланувчанлигини назарга олиниши алгебраик усулнинг фазовий механизмларни таҳлил қилишдаги афзаллиги ҳисобланади.

Математик аппаратни қўллаб, ЭХМ ёрдамида механизмлар кинематик тадқиқотининг автоматлашган системасини яратиш мумкинлиги аналитик усулнинг муҳим афзаллигидир.

Ҳозирда 1-синф 2-тартибли механизмлар тадқиқотини автоматлаштиришда, бошланғич бўғин ва икки поводокли Ассур гуруҳларининг кинематик таҳлили алгоритмлари ишлаб чиқилган. Бу эса натижалар аниқлигини ошириб, муҳандис ва конструкторлар ишини енгиллаштирилади.

Механизмлар кинематик таҳлилининг график усули узоқ вақт асосий усул ҳисобланаган. 1-синф 2-тартибли механизмларнинг бўғинлари ҳолатларини чизмада аниқлаш учун «кесиштириш» усули қўлланади. Юқори тартибли текис механизмлар ҳолатини график усулида аниқлашда бўғинларнинг шаблони, геометрик ўрни ва ҳ. к қўлланади.

Механизм нуқталарининг силжиши, тезлиги ва тезланишларини аниқлашда кинематик диаграммалар усулини қўллаш қулайдир. Натижалар геометрик қурилмалар орқали олинади. Бу усул аналитик усулга нисбатан ноаниқ бўлиб, ҳисоблаш машиналарининг ривожланиши натижасида иккинчи даражалига айланди. Аммо бу билан график усул ўз моҳиятини йўқотгани йўқ ва унинг аниқ натижаларини олиш зарурати бўлмаганда қўллаш мумкин.

Механизмлар кинематик таҳлилининг учинчи усули графоаналитик усулдир. Бунда чизмадаги қурилмалар баъзи ҳисоблар билан бажарилади. 1-синф 2-тартибли механизмлар тезлик ва тезланиш режалари юқори тартибли механизмлар учун «нотўғри» ҳолат бўлиб, бунда Ассурнинг «махсус» нуқтаси усуллари қўлланади. График ва графоаналитик усулларнинг соддалиги ва кўзга ташланувчанлиги уларнинг катта афзаллиги ҳисобланади.

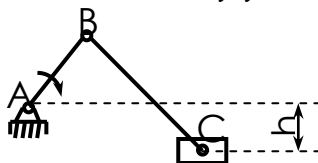
Кинематик таҳлилнинг тажрибалар усули кинематик характеристикаларни ўлчаш ва назарий тадқиқот натижаларини амалдагилари билан солиштириб, баҳолаш мақсадида ҳаракатланувчи

машина ва механизмларда ўтказилади. Ҳаракатга таъсир қилувчи факторларни (кинематик жуфтлардаги бўшлиқлар, бўғинлар деформацияси ва ҳ.к) тўлиқ инобатга олиб бўлмаслик тажрибавий тадқиқотлар ўтказишни тақазо қилади. Механизмларнинг кинематик тадқиқотида математик ёки физик ва электрон моделлаш усуллари ҳам қўлланилади.

Кинематик таҳлилнинг график усули ва нуқталар троекторияларини аниқлаш.

Механизм чизмада масштаб коэффицентини қабул қилиб чизилади. Масштаб коэффицентини қуйидагича аниқланади:

$$\mu_e = \frac{\text{бўғиннинг ҳақиқий узунлиги (мм)}}{\text{чизмадаги кесма узунлиги (мм)}}$$



2-шакл. Кривошип-ползунли механизм кинематик схемаси.

Масалан, 2-шаклдаги механизм бўғинларининг ҳақиқий узунликлари

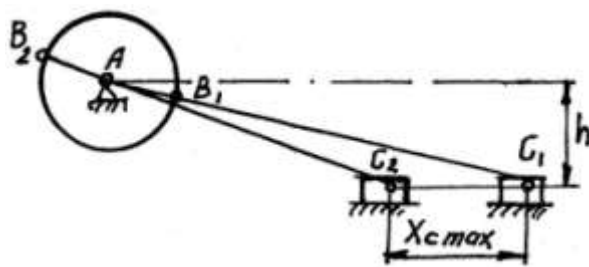
$$l_{AB}=100\text{мм}, l_{BC}=300\text{мм}, h_h=30\text{мм}$$

чизмадаги узунликлари.

$$AB=50\text{мм}, BC=150\text{мм}, h=15\text{мм бўлсин.}$$

$$\text{Механизм маштаби } \mu_e = \frac{l_{AB}}{AB} = \frac{100}{50} = 2 \frac{\text{мм}}{\text{мм}} \text{ ёки } 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

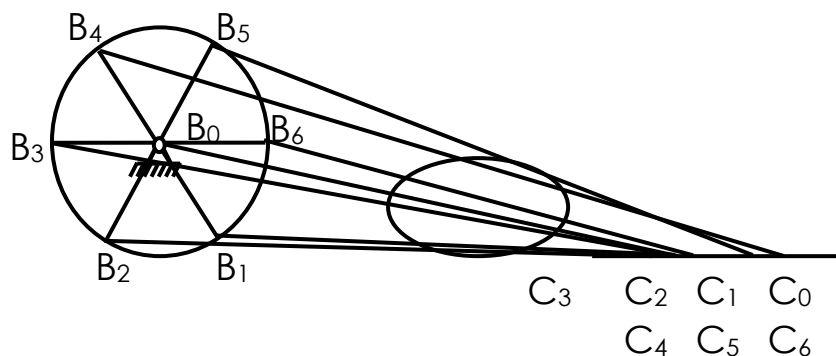
Бўғинлар нуқталарининг ҳолатини аниқлаш учун «кесиштириш» усули қўлланади. Бўғинларнинг кетма-кет ҳолатларини бошланғич бўғиннинг ихтиёрий ҳолатидан бошлаш мумкин, аммо баъзида уни чиқувчи бўғиннинг ихтиёрий ҳолатидан бошлайдилар. Масалан, кривошип-ползунли механизм C нуқтасининг четки ҳолатларини аниқлаш учун (3-шакл). Ползун ҳаракат чизиғида $R_1=AB+BC$ ва $R_2=BC-A$ В радиусли ёйларни кесиштириб, C нуқтани C_1 ўнг ва C_2 чап ҳолатлари топилади.



3-шакл. Кривошип-ползунли механизм C нуқтасининг четки ҳолатларини аниқлаш.

C_1 ва C_2 нуқталарни A нуқта билан туташтириб, бўғинлар ҳолатлари аниқланади.

Механизмнинг кетма-кетлик ҳолатларини куриш учун бошланғич бўғиннинг ҳаракатига мос ҳолда кривошипнинг B нуқтаси троекторияси чизилади. Агар $\omega_1 = const$ бўлса, кривошип айланаси тенг бир неча қисмларга бўлинади. «Кесиштириш» орқали C ва D нуқталарининг (4-шакл) ҳолатлари аниқланади. Ҳосил бўлган нуқталар туташтирилиб, D нуқтанинг троекторияси чизилади.



4-шакл. Кривошип-ползунли механизмнинг кетма-кетлик ҳолатлари режаси.

Механизм нуқталарининг траекториялари бошланғич бўғинни бир хил бурчака айланишида C ва D нуқталарининг силжиши ҳар хил эканлигини, яъни нуқталар нотекис ҳаракатланишини кўрсатиб турибди.

Нуқталарнинг йўл ёки оралик графикларини куриш.

Кинематик диаграммалар механизмлар кинематик характеристикаларининг график тасвири ҳисобланади.

Кинематик диаграммаларга қуйидагилар киради:

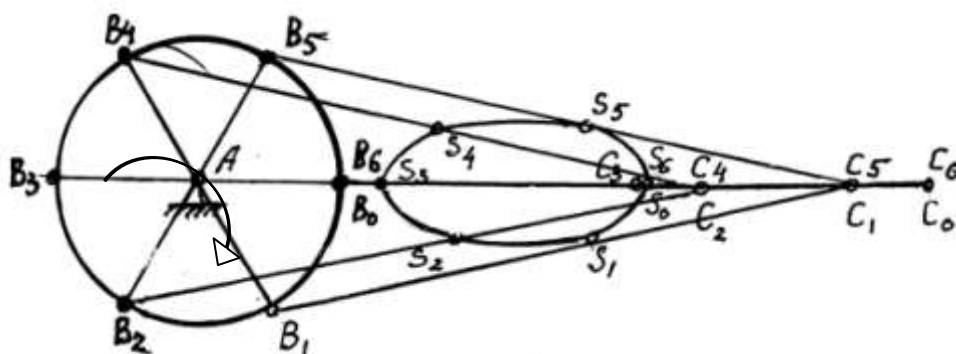
а) кўчиш (силжиш) диаграммаси, $S=S(t)$

б) тезликлар диаграммаси, $V=V(t)$

в) тезланишлар диаграммаси, $a=a(t)$

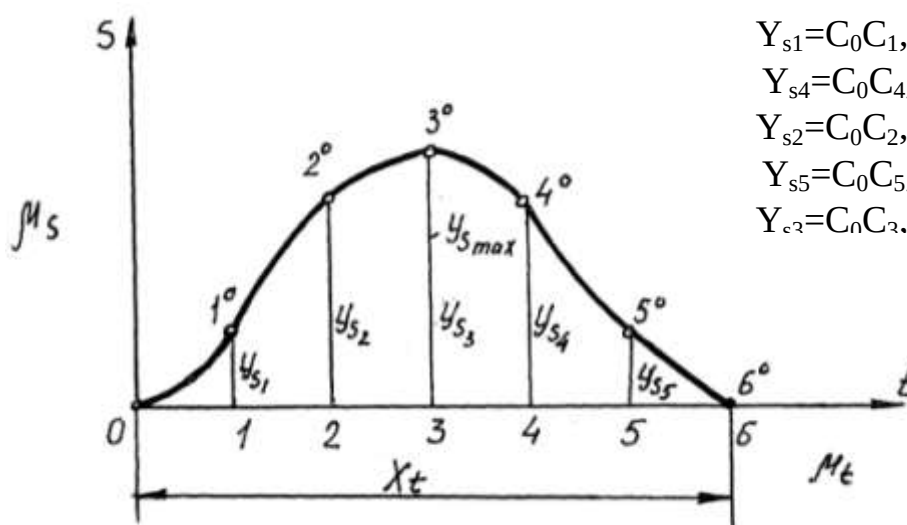
Кинематик диаграммалар ўзаро боғланган. Улардан бири маълум бўлса, қолганларини топиш мумкин.

Нукталар ҳаракат троекториялари бўйлаб доимо илгариланма-қайтма ҳаракатланиши мумкин. Илгариланма ҳаракатланувчи нукта учун йўл, илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи нукта учун оралик графиклари курилади. Кривошип-ползунли механизмнинг кетма-кет вазиятлари режасидаги С нуктанинг четки C_0 ҳолатидан ўлчанган масофа диаграммасини кураимиз.



5-шакл.

Абсцисса ўқиға кривошипнинг айланиш бурчагига пропорционал бўлган тенг қисмларини, ординаталарға С нукта масофаларини қўямиз.



6-шакл.

Агарда график кичик бўлса, ҳамма ординаталарни «С» марта ($C=2,3,4..$) катталаштириш мумкин. Аксинча график катта бўлса, ординаталарни «С» марта кичиклаштириш мумкин. Масофа диаграммасининг масштаблари аниқланади.

$$\mu_s = \frac{S_{\max}}{Y_{S_{\max}}}, \quad \frac{мм}{мм} \quad (1)$$

бу ерда, $S_{\max}$ -С нуқтанинг ҳақиқий максимал силжиши,

$Y_{S_{\max}}$ - графикдаги максимал ордината.

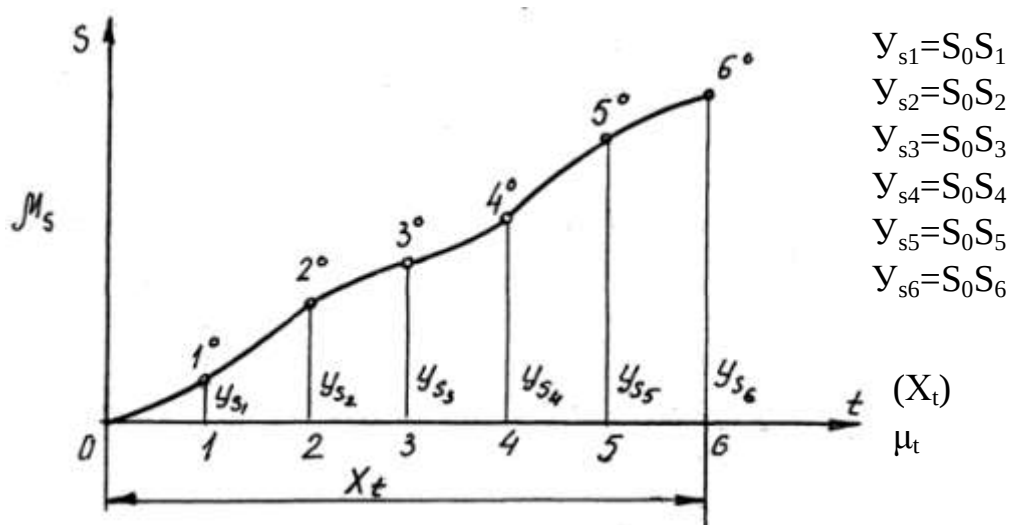
Абсцисса ўқининг вақт масштаби:

$$\mu_t = \frac{60}{n_1 x_t} \quad (2)$$

n_1 -(мин⁻¹)-кривошипнинг айланиш частотаси,

x_t -(мм)-абсцисса ўқининг узунлиги.

Юқоридагидек усулда S нуқтанинг йўл графиги қурилади. (3-шакл).
 Y_s



7-шакл.

Агарда график кичик бўлса, «С» марта катталаштириш, катта бўлса, аксинча кичиклаштириш мумкин. Йўл графигининг μ_s, μ_t масштаблари (1), (2) ифодалардан аниқланади.

График дифференциаллаш усуллари.

Йўл ёки оралик графиклари маълум бўлса, вақтга нисбатан

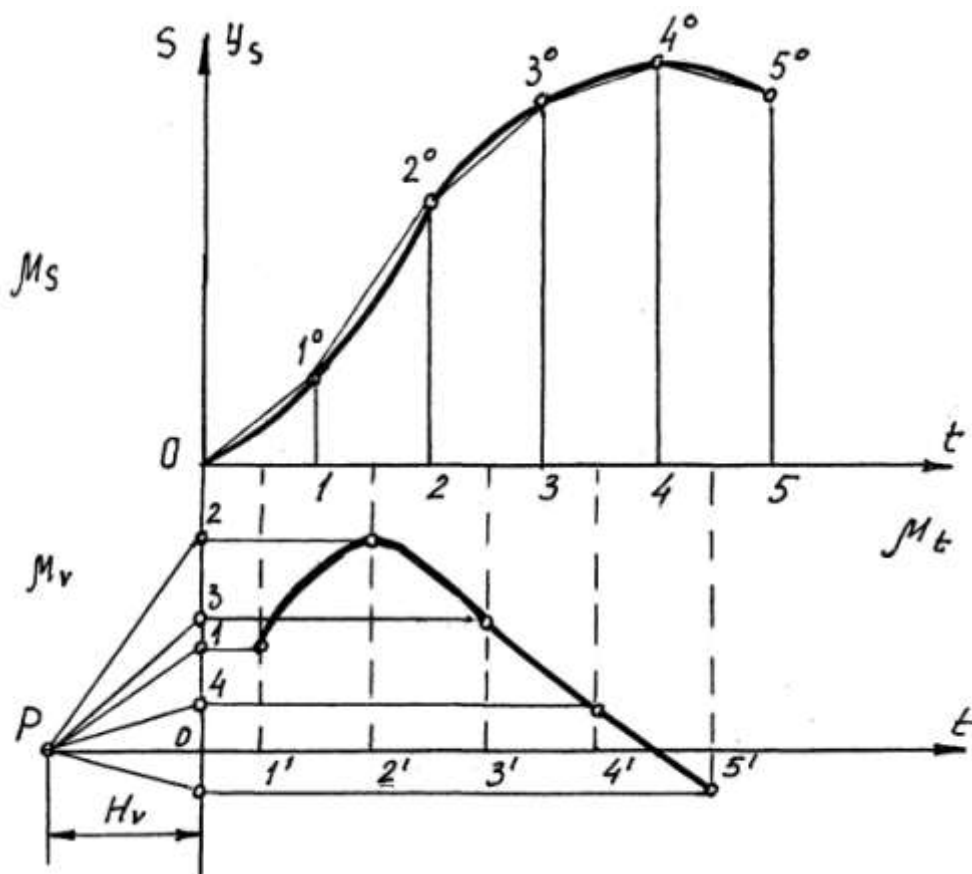
дифференциаллаб, тезлик ва тезланиш диаграммаларини олиш мумкин, чунки

$$V = \frac{dS}{dt}, a^t = \frac{dV}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}$$

Амалда қуйидаги график дифференциаллаш усуллари кўпроқ қўлланилади:

- 1) Ватарлар усули
- 2) Ордината ортормаларини ўлчаш усули.

Ватарлар усули қуйидагича бажарилади. $S-t$ эгри чизиғини $O-1^\circ$, $1-2^\circ$... синиқ чизиқлари (ватарлар) билан алмаштирамиз.



8-шакл.

Интервалдаги ўртача тезлик аниқланади

$$V_{yp} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\mu_s \Delta Y_s}{\mu_t \Delta X_t} = \frac{\mu_s}{\mu_t} \tan \alpha \quad (3)$$

Интервалдаги ўртача тезлик ватарни α қиялик бурчаги тангенсига пропорционалдор. P_v нуқтани белгилаб ҳар бир интервалдаги ватарларга $O1^0$, $1^0 2^0$... $P_v 1$, $P_v 2$ параллел чизиқлар ўтказилади. $\Delta O 1 1^0_\Delta$ ўхшаш $P_v O 1$ бўлгани

сабабли P_v нуктадан тарқалувчи чизиклар ордина ўқи билан кесишиб, ўртача тезликларга пропорционал кесмалар ҳосил қилади. Ордината ўқидаги 1,2,3,.. нукталардан 1'2'3'.. ўртача ординаталар билан кесишгунча горизонтал чизиклар ўтказиб, тезлик диаграммаси аниқланади. Диаграмманинг масштаб коэффициентини:

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t H_v} \quad (4)$$

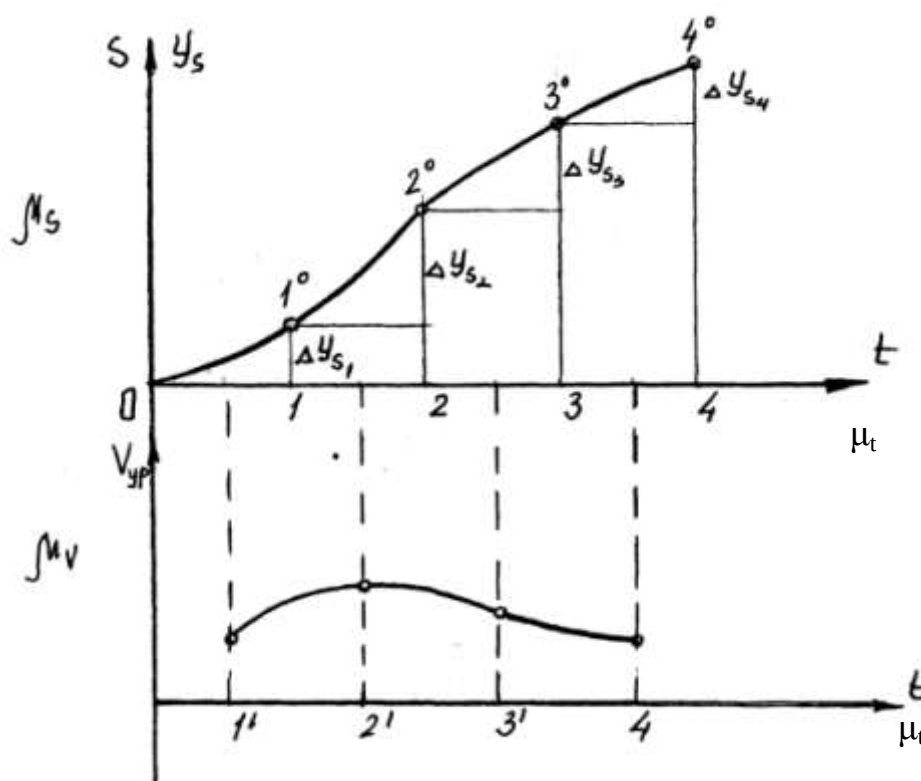
Бу ерда: μ_s — $S-t$ -графиги масштаби,

μ_t -вақт масштаби.

H_v -тезлик графигидаги қутб масофаси, мм.

$V(t)$ -диаграммани вақтга нисбатан дифференциаллаб,

a^t -тангенциал тезланиш диаграммаси келтириб чиқарилади.



9-шакл.

Тезланиш графиги масштаби коэффициентини:

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu H_a} \quad (5)$$

бу ерда: H_a -тезланиш графигидаги қутб масофаси, мм.

Агарда кўчиш диаграммасининг ордината ўқида ϕ бурчаги қўйилса,

вақтга нисбатан дифференциаллаб, ω - бурчак тезлиги, сўнгра ε - бурчак тезланиш диаграммаси аниқланади.

Ордината ортгирмаларини ўлчаш усули қуйидагича бажарилади. Нуқтани $S(t)$ эгри чизиғи интерваллардаги ординаталар $\Delta V_{s1}, \Delta V_{s2} \dots$ фарқларини белгилаймиз. (9-шакл)

$S-t$ графиги 0-1, 1-2, 2-3.. интерваллари ўртасидаги пунктлар $1^1, 2^1, 3^1 \dots$ ординаталарни ўтказамиз ва $\Delta V_{s1}, \Delta V_{s2} \dots$ -кесмаларини ўлчаб, « C_v » марта ($C_v=1,2,3$) катталаштириб, тезлик графигидаги $1^1, 2^1$ ординаталарга қўйилади ва ўртача тезлик диаграммаси келтириб чиқарилади. Диаграмма масштаби аниқланади:

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t C_v \Delta X_t} \quad (6)$$

бу ерда: C_v - ордината ортгирмаларини катталаштириш коэффициентини.

ΔX_t - битта интервал узунлиги, мм.

μ_t – вақт масштаби, с/мм.

μ_s – йўл графиги масштаби, мм /мм.

Тезлик графигидаги ординаталар ортгирмаларини ўлчаб тезланиш диаграммасини чизиш мумкин.

Диаграмманинг масштаби қуйидагича аниқланади:

$$\mu_a = \frac{\mu_v}{\mu_t C_a \Delta X_t}$$

бу ерда: C_a – ортгирмани катталаштириш коэффициентини.

ΔX_t - битта интервал узунлиги, мм.

μ_t – вақт масштаби, с/мм.

μ_v – тезлик графиги масштаби, мм/с.

Кинематик диаграммалар усулининг афзалликлари ва камчиликлари, мослик аломатлари.

Кинематик диаграммалар усули афзалликлар ва камчиликларга эга. Унинг афзалликлари қуйидагилардир:

1. Содда ва кўзга кўринарли;

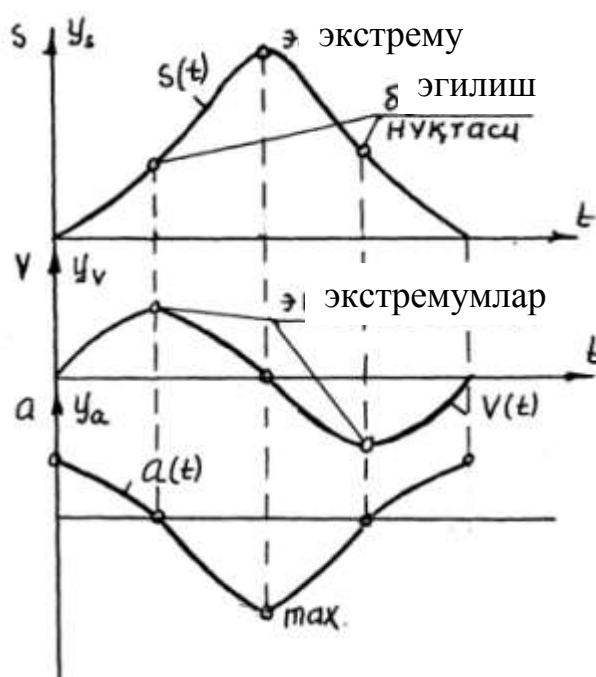
2. Нуқта тезлиги ва тезланишининг бир циклдаги ўзгариш характери маълум.

Камчиликлари қуйидагилардир:

1. Усул тахминий бўлиб, тезлик ва тезланишларнинг ўртача қийматлари келиб чиқади;
2. Тезлик ва тезланишларнинг йўналиши ноъмалум;
3. Нормал тезланишлар йўқ.

Кинематик диаграммаларнинг мослик аломатлари:

1. Функциянинг экстремал қийматида унинг ҳосиласи нолга тенг.



10-шакл.

2. Функцияни эгилиш нуқталарида унинг ҳосиласи экстремал (енг катта) қийматга эга бўлади. 10-шаклда кинематик диаграммаларнинг мос нуқталари тасвирланган. Масофани экстремал қийматида тезлик нолга тенг, тезлик максимумга (экстремалга) эришганда тезланиш нол бўлиши кўрсатилган.

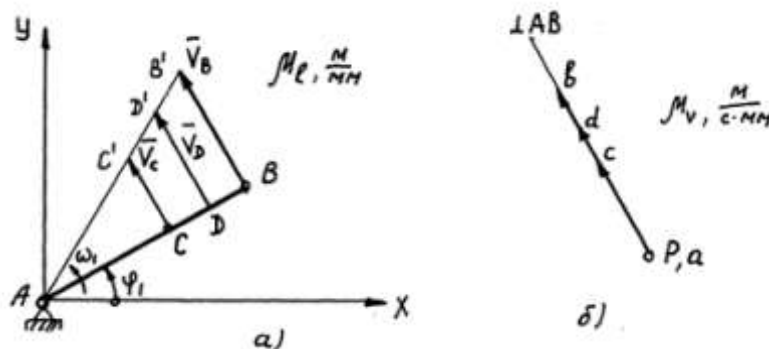
Тезлик режаларининг назарий асоси. Механизмларни кинематик таҳлил қилишда графоаналитик усул қўлланилади. Бунда вектор тенгламалардан фойдаланиб, тезлик режалари қурилади. Тезлик ва тезланиш режаларининг вектор тенгламалардан фойдаланиб қуришни биринчи бўлиб

1870 йилда Отто Мор таклиф этган ва ишлаб чиққан.

Механизм бўғинлари нуқталарининг шу ондаги тезликлари миқдорлари ва йўналишларига тенг векторларни кесмалар тарзида чизмада кўрсатилишига ёки бўғинларнинг тезлик режалари қутблари битта нуқтада бўлган чизмага механизмнинг тезлик режаси деб аталади.

Механизм таркибида бўғинларнинг уч хил текис ҳаракатини учратиш мумкин: кўзгалмас ўқ атрофида айланма ҳаракат, тўғри чизиқли илгариланма-қайтма ҳаракат ва иккала ҳаракатни ўз ичига олувчи текис мураккаб ҳаракатдир. Қуйида турли ҳаракатланувчи бўғинларнинг тезлик режаларига тўхталамиз.

1. Айланма ҳаракатланувчи бошланғич бўғиннинг тезликлар режалари. Механизм бошланғич бўғини айланма ҳаракатланса, унинг φ_1 бурчак координатаси умумлашган координата ҳисобланади. (11а-шакл)



11-шакл.

Бўғин В нуқтасининг чизиқли тезлиги $V_B = \omega_1 l_{AB}, \text{ м/с}$. В нуқта тезлиги АВ га тик йўналган ва V_B вектор билан ифодаланади. Тезлик режасида (11б-шакл) В нуқта тезлик вектори $P_B = \frac{V_B}{\mu_v}$. Бўғиннинг С нуқтаси $V_C = \omega_1 l_{AC}$ тезлик вектори $P_C = \frac{V_C}{\mu_v}$ ҳам АВ бўғинга тик йўналган ва ҳоказо.

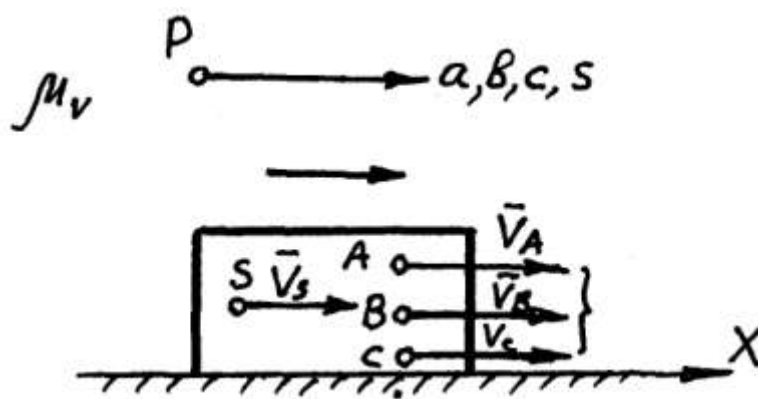
Айланма ҳаракатланувчи АВ бўғинга тегишли нуқталарнинг тезлиги чизиқли қонун билан ўзгариб, А-айланиш нуқтасига қараб камайиб боради. Демак, бўғин нуқталарининг чизиқли тезликлари турлича бўлиб, координата бошидан ўтувчи тўғри чизиқ қонуни билан ўзгаради. (11а-шакл).

V_B, V_D, V_C тезликлар қўзғалмас нукта атрофида айланувчи нукталар тезликлари бўлганлигидан улар абсолют тезликлар деб аталади. Бунда $V_B > V_D > V_C$.

Бўғиннинг ω_1 бурчак тезлиги унинг учун асосий қабул қилинган айланиш нуктасига боғлиқ эмас.

Илгариланма-қайтма ҳаракат қилувчи бўғиннинг тезликлар режалари.

Механизмда текис параллел ҳаракатланувчи бўғинлар кўп учрайди (12-шакл).



12-шакл.

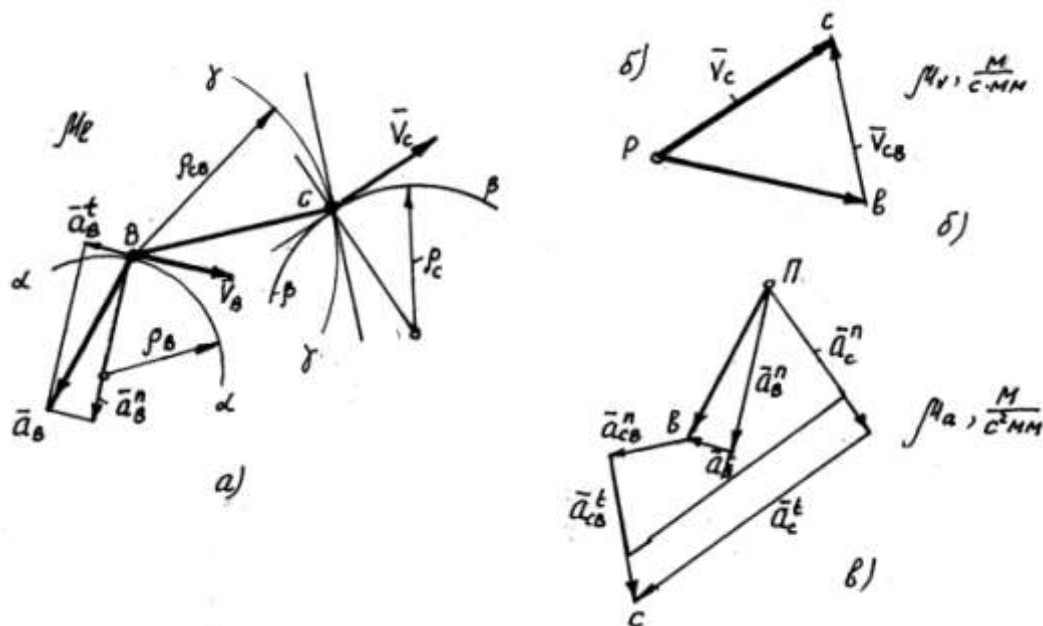
Бунда бўғиннинг барча A, B, C, S, нукталари қўзғалмас бўғинга нисбатан параллел ҳаракат қилади. Бўғиннинг ҳаракати X, Y текисликдаги ҳаракати орқали белгиланади.

Агар бўғин қўзғалмас текисликка нисбатан илгариланма ҳаракатда бўлса (ёки шу текислик бўйлаб ҳаракат қилса), у ҳолда бўғиндаги исталган нуктанинг тезлиги шу текисликка параллел ва бир-бирига тенг бўлади (12-шаклда $V_A = V_B = V_C = V_S$; $P_a = P_b = P_c = P_s$) бундай бўғинлар, масалан, ички ёнув юритмаларининг поршени, рандалаш станогининг суппорти, тўқув станогининг мокиси ва ҳ.к. бўлиши мумкин.

Мураккаб ҳаракатланувчи бўғиннинг тезликлар режалари. Нукта ёки бўғинни мураккаб ҳаракатида бир вақтда асосий ва ҳаракатланувчи системаларга нисбатан текширилади.

Бўғин ёки нуктанинг асосий системага нисбатан ҳаракати абсолют

ҳаракат деб аталади.



13-шакл.

Бўғин ёки нуктанинг қўзғалувчан системага нисбатан ҳаракати кўчирма ҳаракат деб аталади.

Нуктанинг мураккаб ҳаракатида унинг $\bar{V}_a$ - абсолют тезлиги $\bar{V}_e$ – кўчирма ва $\bar{V}_r$ - нисбий тезликларининг геометрик йиғиндисига тенг.

$$\bar{V}_a = \bar{V}_e + \bar{V}_r \quad (1)$$

Кўчирма тезликни аниқлашда нуктанинг нисбий ҳаракати тўхтатилган деб тахминланади.

Абсолют ҳаракатнинг элементи «а» нисбийники «г» кўчирманики «е» индекслар билан белгиланади. Амалда индекс сифатида нукта белгиси ва бўғин рақами киритилади. Масалан, V_{D2} , V_{C3} , V_{D2C3} ва ҳ.к.

3а-шаклда келтирилган ВС бўғиннинг текис мураккаб ҳаракатдаги (1) вектор тенгламаси қуйидагича ифодаланади.

$$\bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB} \quad (2)$$

(2) тенглама бўйича С нуктанинг $\bar{V}_C$ абсолют тезлиги В нукта ҳаракати билан аниқланадиган $\bar{V}_B$ кўчирма ва В нукта атрафида С нуктанинг айланма ҳаракатидаги $\bar{V}_{CB}$ нисбий тезликларнинг геометрик йиғиндисига тенгдир.

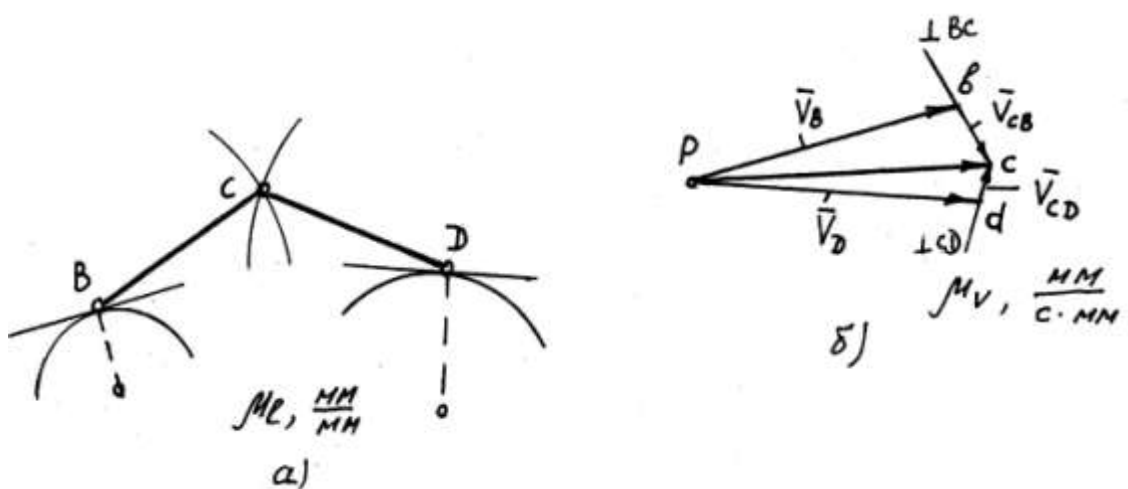
Абсолют ҳаракатда С ва В нуқталарнинг $\alpha\alpha$ ва $\beta\beta$ траекториялари маълум бўлса, ҳамма тезликларнинг йўналишлари ҳаракат траекторияларига уринма бўлади. Вектор тенгламаларни таҳлил қилганда векторлар битта ёки иккита чизиқлар билан белгиланади. Икки чизиқ вектор йўналиши ёки миқдори маълумлигини кўрсатади. (1) ифодада келтирилган вектор тенгламанинг ечими тезликларига пропорционал кесмалар кўринишда 3б-шаклда тасвирланган. Икки поводокли Ассур гуруҳларининг тезлик режаларини куриш учун ҳар бир бўғин учун тегишли вектор тенгламалар тузиб, биргаликда ечиш керак. Масалан, 1 модификацияли ВС ва CD бўғинлардан иборат тенгламалар тузилади.

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB \perp CB} \\ \bar{V}_C = \bar{V}_D + \bar{V}_{CD \perp CD} \end{cases} \quad (3)$$

(3) ни чап томони тенг, демак ўнг томони ҳам тенг бўлиши керак

$$\bar{V}_B + \bar{V}_{CB} = \bar{V}_D + \bar{V}_{CD} \quad (4)$$

С нуқта тезлигини аниқлаш учун В ва D нуқталар тезликларининг йўналиш ва миқдорлари маълум бўлиши керак. Бунда В нуқта бошланғич, D нуқта таянчга ёки илгари бириктирилган гуруҳга боғланган бўлиши керак. (3) ифоданинг ечими 4-шаклда кўрсатилган.



14-шакл.

14-шаклда В нуқтанинг V_B абсолют тезлик векторига СВ бўғин ҳолатига тик нисбий тезлик веторини қўшамиз, яъни тезлик режасининг b

нуқтасидан ВС – бўғинга тик чизиқ ўтказамиз. Шунингдек, D нуқта V_D тезлик вектори учидан CD бўғин ҳолатига тик ўтказиб, иккита тик чизиқлар кесишган нуқта C нуқта бўлиб, уни P-қутб нуқтаси билан туташтирсак, C нуқтанинг абсолют тезлик вектори келиб чиқади.

Тезликнинг ҳақиқий қийматини топиш учун P_c кесмани тезлик режаси μ_v масштабига кўпайтириш керак:

$$V_c = \mu_v P_c$$

Тезликлар режасида:

$V_B = \mu_v P_b$ – B нуқтанинг абсолют тезлиги;

$V_D = \mu_v P_d$ – D нуқтанинг абсолют тезлиги;

$V_{CB} = \mu_v P_{cb}$ – C нуқтанинг B нуқтага нисбатан тезлиги;

$V_{CD} = \mu_v P_{cd}$ – C нуқтанинг D нуқтага нисбатан тезлиги;

Тезлик режаларининг хоссалари.

Тезлик режаларининг хоссалари қуйидагилардир:

1. Тезлик режасининг P-қутбидан ўтувчи векторлар абсолют тезликларни ифодалайди (P_b, P_c).

2. Нуқталарни ўзаро туташтирувчи ва қутбдан ўтмайдиган векторлар нисбий тезликни ифодалайди ($bc, cd, \dots$)

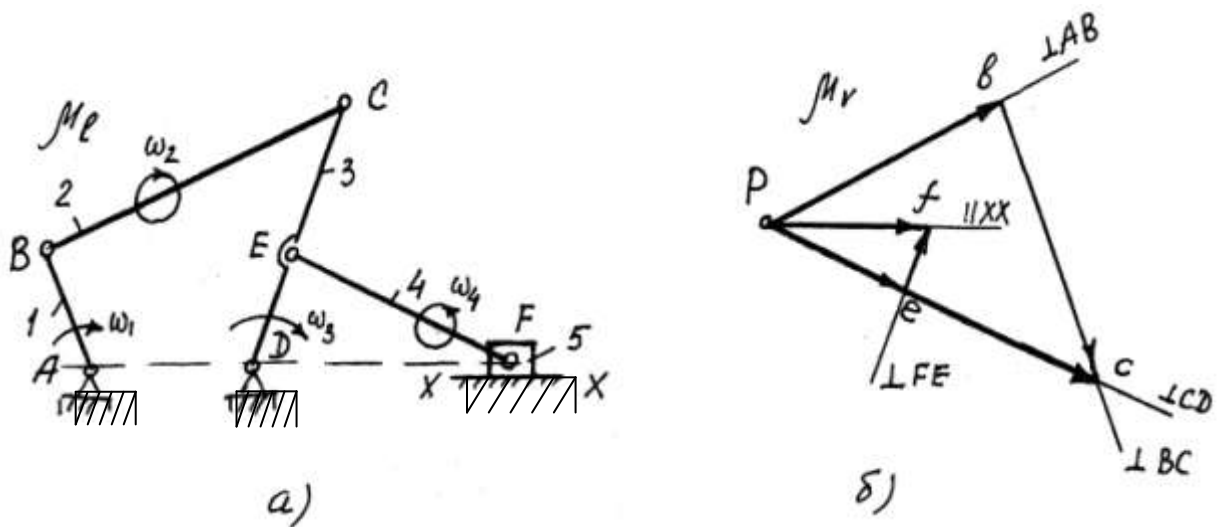
3. Тезликлари нолга тенг нуқталар қутбда ётади.

4. Тезликлар режасидаги нисбий тезликлардан ҳосил бўлган шакл механизмдаги бўғин шаклига ўхшаш бўлиб, унга нисбатан 90° бурилган бўлади.

1-синф 2-тартибли механизмнинг тезлик режаси.

Турли Ассур гуруҳларидан иборат бўлган механизмнинг (15а-шакл) берилган ҳолати учун тезлик режаси қуриш билан танишамиз.

Қуйидагилар берилган $l_{AB}, l_{BC}, l_{CD}, l_{i=D}, l_{EE}$, (мм), $n_1 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$



15-шакл.

Вазифа қуйидаги тартибда бажарилади:

1. Кривошип В нуктасининг тезлиги аниқланади $V_B = \omega, l_{AB} = \frac{\pi n_1}{30} l_{AB}, \text{ м/с};$

V_B кривошип ҳолатига тик йўналади.

2. Тезлик режасининг масштаби ҳисобланади.

$$\mu_v = \frac{V_B}{P_v}$$

Бу ерда P_v -тезлик режасида қабул қилинган кесма, мм.

P -кутб нуктасини танлаб, АВ-кривошип ҳолатига тик чизик ўтказамиз ва P_v кесмани қабул қиламиз.

3. С нуктанинг тезлигини аниқлаш учун В ва D нукталарнинг тезликлари билан боғлаб вектор тенгламалар тузилади.

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{\perp CB}^{CB} \\ \bar{V}_C = \bar{V}_D + \bar{V}_{\perp CD}^{CD} \end{cases}$$

Тенгламани биринчисига биноан (векторларни қўшиш қоида-сига биноан) тезликлар режасидаги В нуктадан ВС бўғин ҳолатига тик ўтказамиз.

D нукта тезлиги нолга тенг бўлгани учун, иккинчи тенгламага кўра, кутубдан CD га тик ўтказиб, иккала тик чизикнинг кесишув нуктасини С билан белгилаймиз. Натижада С нуктанинг абсолют тезлик вектори аниқланади.

4. Е нуктанинг тезликлар режасидаги ўрнини қуйидаги пропорция орқали белгилаймиз

$$\frac{DE}{DC} = \frac{Pe}{Pc}; \quad Pe = \frac{DE \cdot Pc}{DC}, \text{ мм}$$

Аниқланган Pe кесма Pc чизиқда P қутубдан бошлаб қўйилади ва «е» нукта аниқланади.

5. F нуктанинг тезлиги 4 ва 5 бўғинларнинг ҳаракатига боғлаб қуйидаги вектор тенгламалардан аниқланади.

$$\begin{cases} \bar{V}_F = \bar{V}_E + \bar{V}_{\perp FE}^{FE} \\ \bar{V}_F = \bar{V}_X + \bar{V}_{\perp XX}^{FX} \end{cases}$$

Биринчи тенгламага биноан «е» нуктадан FE га (4 бўғин ҳолатига) тик чизиқ, қутбдан эса XX га параллел чизиқ ўтказамиз. Бу иккала чизиқ f нуктада кесишади. Натижада Pf -F нуктанинг абсолют тезлик вектори келиб чиқади.

6. Тезликлар режалари ва масштабдан фойдаланиб, нукталар тезликларининг қийматлари аниқланади:

$$V_C = \mu_V P_C, \quad V_E = \mu_V P_E, \quad V_F = \mu_V P_F$$

Нисбий тезликлар аниқланади:

$$V_{CB} = \mu_V \cdot CB \quad V_{FE} = \mu_V fe$$

7. Бўғинларнинг бурчак тезликлари аниқланади:

$$\omega_2 = \frac{V_{CB}}{l_{CB}}; \quad \omega_3 = \frac{V_{CD}}{l_{CD}} = \frac{V_C}{l_{CD}}; \quad \omega_4 = \frac{V_{FE}}{l_{FT}}$$

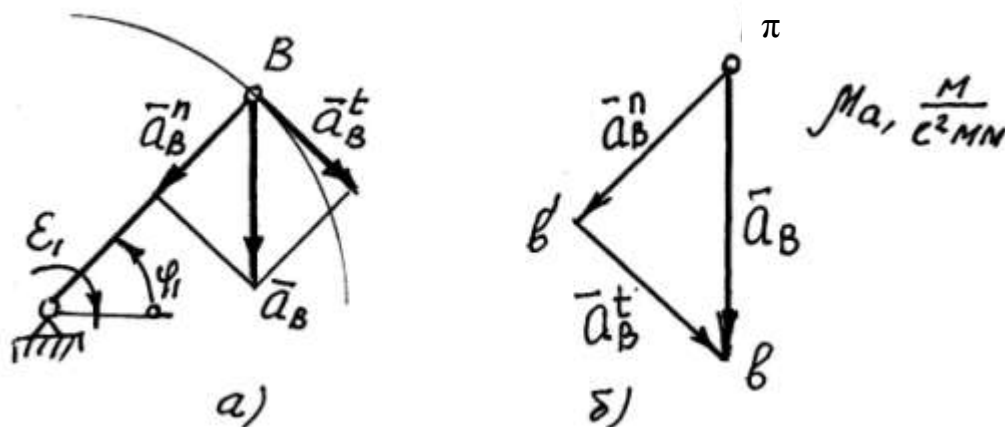
Тезланиш режаларининг назарий асоси.

Механизм вазияти тезланишларининг миқдор ва йўналишларига тенг кесмалар шаклидаги векторлардан иборат чизма тезланишлар режаси деб аталади.

Тезланишлар режаси механизм бўғинлари ҳаракатининг таҳлили асосида бажарилади.

а) Бошланғич бўғиннинг тезланишлар режаси.

Механизмда айланма ҳаракатланувчи кривошип бошланғич бўғин ҳисобланади. (16-шакл).



16-шакл.

Бўғиннинг В нуктаси А нукта атрофида айланганда a_B^n - нормал (В нуктадан А нуктага қараб йўналади) ва a_B^t - уринма (В нукта траекториясига уринма йўналади) тезланишлар ҳосил бўлади.

Тезланишлар режасида векторлар (16б-шакл) қуйидаги боғланишлар орқали қурилган

В нуктанинг нормал тезланиши:

$$a_B^n = \omega_2 l_{AB}, \quad \overline{\pi \hat{a}'} = \frac{\overline{a_B^n}}{\mu_a}$$

В нуктанинг уринма тезланиши:

$$a_B^t = \varepsilon_1 l_{AB}, \quad {}^1_B B = \frac{\overline{a_B^t}}{\mu_a}$$

В нуктанинг тезланиши:

$$\overline{a_B} = \overline{a_B^n} + \overline{a_B^t}; \quad \pi B = \pi B^1 + {}^1_B B = \frac{\overline{a_A}}{\mu_a}$$

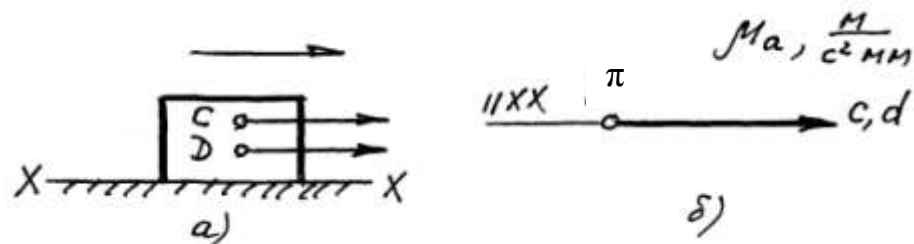
Нормал тезланиш вектори айлана радиуси бўйлаб, унинг марказига, яъни кривошипнинг айланиш ўқиға қараб йўналади ($\pi B^1 \parallel AB$) ва тезлик йўналиш ўзгаришини ифодалайди.

Уринма тезланиш тезлик модулининг ўзгаришини ифодалайди ва нуктанинг ҳаракат траекториясига уринма йўналади. (${}^1_B B \perp AB$).

б) Илгариланма ҳаракатланувчи бўғиннинг тезланишлар режаси.

Механизмда илгариланма-қайтма ҳаракатланувчи бўғинлар кўп учрайди.

Бундай бўғин ползун деб аталади. (17-шакл)



17-шакл.

Ползун XX текисликда илгариланма ҳаракатланганда унга тегишли C, D нуқталар тезланишлари миқдорлари тенг бўлиб, йўналишлари бир хил XX ҳаракат текислигига параллел бўлади (17б-шакл).

в) Мураккаб ҳаракатланувчи бўғин шатуннинг тезланишлар режалари.

Мураккаб ҳаракатланувчи бўғиннинг ҳаракати бир вақтда асосий ва кўзгалувчан ҳисоблаш системаларига нисбатан қаралади.

Бўғиннинг текис параллел ҳаракатида унинг хоҳлаган нуқтасини абсолют тезланиши икки: илгариланма кўчирма ва нисбий айланма ҳаракатлардаги тезланишларнинг геометрик йиғиндисига тенг.

$$\text{Яъни: } \bar{a}_a = \bar{a}_e + \bar{a}_r = \bar{a}_e + \bar{a}_r^n + \bar{a}_r^t \quad (1)$$

Мураккаб ҳаракатланувчи ВС бўғиннинг нуқталари тезланишларини аниқлаш учун (1) тенглама қуйидагича ёзилади.

$$\bar{a}_c = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB} = \bar{a}_B^n + \bar{a}_B^t + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^t \quad (2)$$

бу ерда:

$$a_c^n = \frac{V_c^2}{\rho_c}, \quad a_B^n = \frac{V_B^2}{\rho_B}; \quad a_{CB}^n = \frac{V_{CB}^2}{\rho_{CB}} = \frac{V_{CB}^2}{l_{CB}}$$

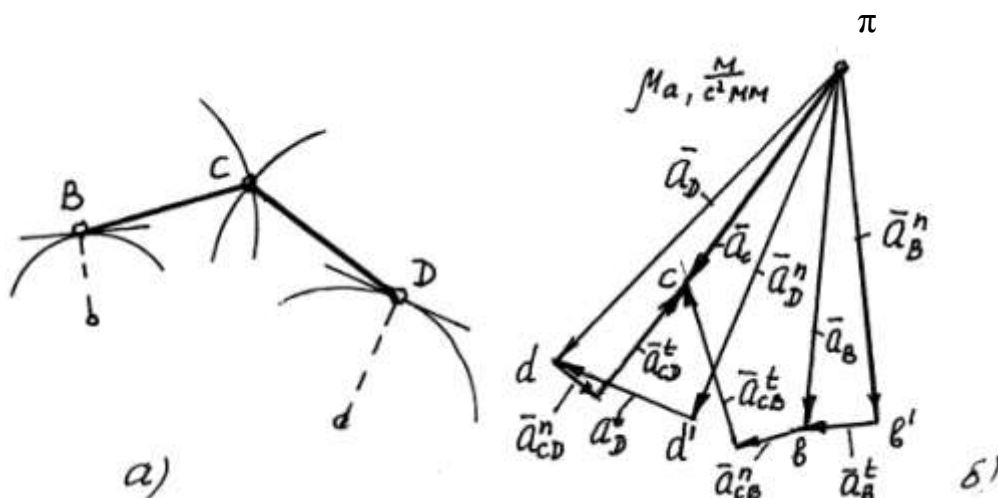
ρ_c , ρ_B ва $\rho_{CB} = l_{CB}$ – абсолют ва нисбий ҳаракат траекторияларининг эгрилик радиусларининг уринма $a_B^t = \frac{dV_B}{dt}$ тезланиши ҳам берилган.

1-синф 2-тартибли Асур гуруҳларининг тезланиш режалари.

Юқорида баён қилинган бўғинларнинг турли ҳаракатидаги тезланишлар режаларини қуриш усули асосида 1-синф 2-тартибли Асур гуруҳларининг тезланишлар режаларини қуриш мумкин. Бунинг учун ҳар бир бўғинга

вектор тенгламалар тузиб, биргаликда ечимини топиш керак.

Икки поводокли учта айланма кинематик жуфтлардан иборат Ассур гуруҳининг тезланишлар режасини курайлик (18-шакл)



18-шакл.

С нуктанинг тезланиши қуйидаги тенгламалардан аниқланади:

$$\bar{a}_c = \bar{a}_B + \bar{a}_{cB} = \bar{a}_B^n + \bar{a}_B^t + \bar{a}_{cB}^n + \bar{a}_{cB}^t$$

$$\bar{a}_c = \bar{a}_D + \bar{a}_{cD} = \bar{a}_D^n + \bar{a}_D^t + \bar{a}_{cD}^n + \bar{a}_{cD}^t \quad (3)$$

(3) нинг ўнг томонини тенглаштирамиз:

$$\bar{a}_B^n + \bar{a}_B^t + \bar{a}_{cB}^n + \bar{a}_{cB}^t = \bar{a}_D^n + \bar{a}_D^t + \bar{a}_{cD}^n + \bar{a}_{cD}^t \quad (4)$$

Демак, С нукта тезланишини иккала поводокларнинг В ва D нукталарини нормал ва уринма тезланишлари маълум бўлганда аниқлаш мумкин.

(3) ифоданинг график ечими тезланишлар режалари сифатида 4б-шаклда кўрсатилган.

Иккита айланма ва битта илгариланма кинематик жуфтдан иборат кулисали гуруҳнинг (19а-шакл) тезланишлар режалари қуйидагича бажарилади. Кулиса айланма ҳаракат қилса, у ҳолда тошнинг умумий (абсолют) тезланиши учта тезланиш йиғиндисидан иборат бўлади: тошнинг кулиса билан бирга кўчирма ҳаракатидаги тезланиши (a_3), тошнинг кулисага нисбатан тезланиши (a_{B2B3}) ва Кориолис тезланиш:

$$\bar{a}_{B2} = \bar{a}_{B3} + \bar{a}_{B2B3} + \bar{a}_{кор} \quad (5)$$

Иккинчи томондан кулиса ўз навбатида А нуктага нисбатан айланма ҳаракатланганда:

$$\vec{a}_{B3} = \vec{a}_A^n + \vec{a}_{B3A} = \vec{a}_A^n + \vec{a}_{B3A}^n + \vec{a}_{B3A}^t \quad (6)$$

Агарда a_{B2} ва a_A^n ларнинг скаляр ва вектор қийматлари маълум бўлса кулиса В₃ нуктасининг a_{B3} тезланишини (5) ўзгартириб, (6) билан биргаликда топиш мумкин.

$$\begin{aligned} \vec{a}_{B3} &= \vec{a}_{B2} + \vec{a}_{B3B2} + \vec{a}_{B3B2}^{кор} \\ \vec{a}_{B3} &= \vec{a}_A^n + \vec{a}_{B3A}^n + \vec{a}_{B3A}^t \end{aligned} \quad (7)$$

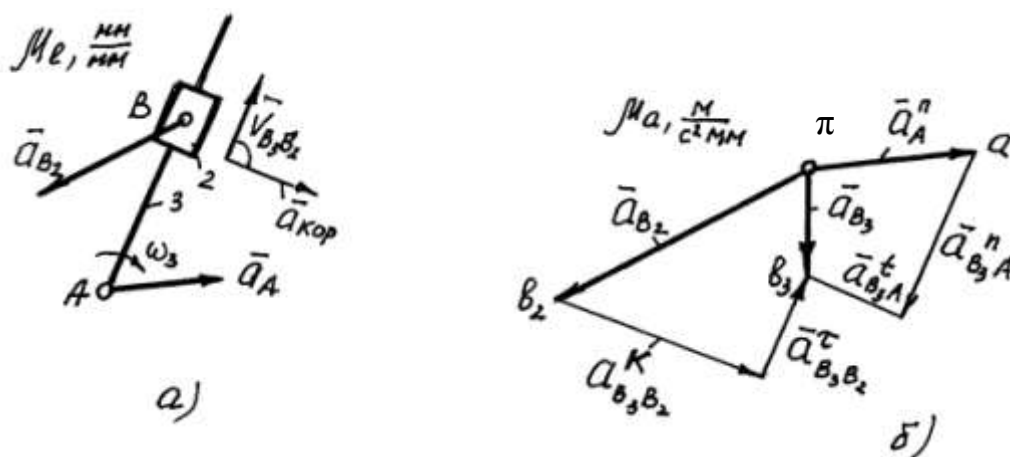
(7) тенгламадаги француз олими Кориолис номи билан аталувчи тезланиш қуйидагича аниқланади:

$$a_{B3B2}^{кор} = V_{B3B2} \omega_3$$

бу ерда: V_{B3B2} – тош билан кулиса орасидаги нисбий тезлик,
 ω_3 – кулисанинг бурчак тезлиги.

Кориолис тезланиш йўналиши тош нисбий тезлик векторининг ($\vec{V}_{B3B2}$) кулиса бурчак тезлиги (ω_3) айланган томонга қараб 90° айлантирилиб топилади.

(7) тенглама асосида қурилган тезланиш режаси 19б-шаклда келтирилган.

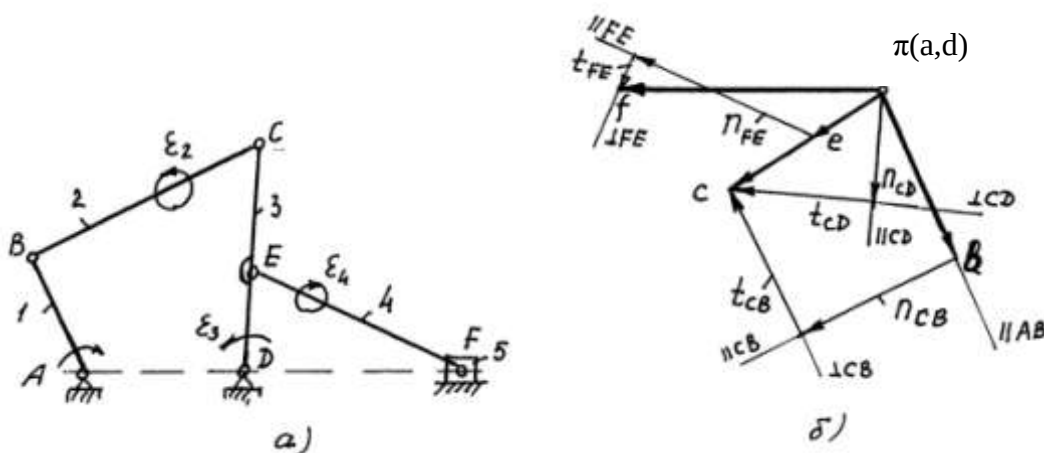


19-шакл.

**1-синф 2-тартибли механизмнинг тезланиш режаларини қуришга
 МИСОЛ.**

Турли Ассур гуруҳларидан иборат бўлган механизм ҳолати учун

тезланиш режаси куриш талаб қилинсин. Кинематик схемадаги (20а-шакл) бўғинларнинг геометрик ўлчамлари ва кривошипнинг айланиш частотаси берилган, кривошип текис ҳаракатлансин, яъни: $\omega_1 = \text{const}$, $\varepsilon_1 = 0$, $a_B^t = 0$



20-шакл.

Вазифа қуйидаги тартибда бажарилади.

1. В нуқтанинг нормал тезланиши аниқланади.

$$a_B^n = \frac{V_B^2}{l_{AB}}, \frac{M}{c^2}$$

2. Тезланиш режаси ҳисобланади.

$$\mu_a = \frac{a_B^n}{\pi_a}, \frac{M}{c^2 \text{ мм}}$$

3. С нуқтанинг тезланишини аниқлаш учун 2 ва 3 бўғин ҳаракатларини таҳлил қилиб, қуйидаги вектор тенгламалар тузилади.

$$\begin{cases} \vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^t \\ \vec{a}_C = \vec{a}_D + \vec{a}_{CD}^n + \vec{a}_{CD}^t \end{cases}$$

Бу ерда a_{CB}^n a_{CD}^n нисбий нормал тезланишлар,

$$a_{CB}^n = \frac{V_{CB}^2}{l_{CB}}, \frac{M}{C^2}; \quad n_{CB} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a}, \text{ мм}$$

$$a_{CD}^n = \frac{V_{CD}^2}{l_{CD}}, \frac{M}{C^2}; \quad n_{CD} = \frac{a_{CD}^n}{\mu_a}, \text{ мм.}$$

n_{CB} ва n_{CD} нисбий нормал тезланишларни ифодаловчи кесмалар юқоридаги вектор тенгламалар асосида В нуқтанинг ав тезланиш вектори

учидан СВ бўғин ҳолатига параллел қилиб ўтказилади. С нукта В нукта атрофида айланади деб фараз қилсак, a_{CB}^n вектори С нуктадан В нуктага қараб йўналади. Худди шу усулда $\bar{V}_D = 0$ назарга олиб, қутб нуктадан CD бўғинга параллел чизиқ ўтказиб p_{CD} кесма қўйилади.

$\bar{a}_{CB}^n$ ва $\bar{a}_{CD}^n$ тезланишлар векторларига $a_{CB}^t(t_{CB}^t)$ ва $a_{CD}^t(t_{CD}^t)$ векторларини қўшиб, С нуктанинг абсолют тезланиш вектори аниқланади.

4) Коромислонинг Е нукта тезланиши пропорция тузиб аниқланади

$$\frac{DC}{DE} = \frac{\pi_c}{\pi_e}; \quad \Pi e = \frac{DE \cdot \pi_c}{DC} \text{ мм.}$$

бу ерда: DC, DE бўғинларнинг узунликлари;

π_c, π_e – тезланиш режасидаги кесмалар.

π_e нинг ҳисобланган натижаси асосида Е нуктанинг тезланиш вектори аниқланади.

5. F нуктанинг абсолют тезланиши қуйидагича вектор тенгламадан аниқланади.

$$\begin{cases} \bar{a}_F = \bar{a}_E + \bar{a}_{FE}^n + \bar{a}_{FE}^t \\ \bar{a}_F = // \text{хх} \end{cases}$$

$$\text{бу ерда: } a_{FE}^n = \frac{V_{FE}^2}{l_{FE}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \quad n_{FE} = \frac{a_{FE}^n}{\mu a}, \text{ мм.}$$

6. Абсолют ва нисбий тезланишларнинг қийматлари ҳисобланади.

$$a_c = \mu a \pi_c, \quad a_E = \mu a \pi_e, \quad a_F = \mu a \pi_f, \text{ м/с}^2$$

$$a_{CB}^t = \mu a t_{CB}, \quad a_{FE}^t = \mu a t_{FE}, \text{ м/с}^2.$$

7. Бўғинлар бурчак тезланишларининг йўналиш ва миқдорлари аниқланади.

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{CB}^t}{l_{CB}}, \text{ рад/сек}^2, \quad \varepsilon_4 = \frac{a_{FE}^t}{l_{FE}}, \text{ рад/сек}^2$$

Назорат саволлари:

1. Механизмлар кинематик таҳлилининг асосий вазифаларини кўрсатинг?
2. Кинематик характеристикаларга нималар киради?
3. Тезлик аналоглари қандай аниқланади?

4. Тезланиш аналогиялари қандай аниқланади?
5. Кинематик таҳлил усуллари кўрсатинг?
6. Кинематик таҳлилнинг график усулига изох беринг.
7. Аналитик усул нечага бўлинади?
8. Кинематик таҳлилнинг график усулида бўғинлар ҳолати қандай аниқланади?
9. Механизмнинг четки ҳолатлари қандай аниқланади?
10. Нуқталарнинг траекторияларини аниқлаш қандай бажарилади?
11. Кинематик таҳлилнинг графоаналитик усулига изох беринг.
12. Тезликлар режаси деганда нима тушунилади?
13. Тезланишлар режаси деганда нима тушунилади?
14. Чизиқли тезлик қандай тезлик?
15. Бурчак тезлик қандай тезлик?
16. Масофа графиги нуқталарнинг қандай троекторияда ҳаракатланишида курилади?
17. Ёўл графиги нуқтанинг қандай троектория билан ҳаракатланишида курилади?
18. Кинематик диаграммаларга нималар киради?
19. Ватарлар усулини тушунтиринг?
20. Ордината орттирмалари усулини тушунтиринг?
21. Тезлик ва тезланиш графиклари масштаблари қандай аниқланади?
22. График усулининг афзалликлари ва камчиликлари нимада?
23. Кинематик диаграммаларнинг мослик аломатларини кўрсатинг?
24. Ватарлар усулида масштаблар қандай аниқланади?
25. Орторма усулида масштаблар қандай аниқланади?
26. Тезлик графигидан фойдаланиб, тезликлар қиймати қандай аниқланади?
27. Тезланиш графигидан фойдаланиб, тезланишлар қиймати қандай аниқланади?
28. Вақт масштаби қандай аниқланади?
29. Тезланиш графигида қандай тезланиш кўрсатилган?

30. График усулининг камчиликларини кўрсатинг.

Тезлик режаси деганда нима тушунилади?

31. Айланма ҳаракатда бошланғич бўғиннинг тезлик режаси қандай курилади?

32. Илгариланма ҳаракатланувчи бўғин нукталарининг тезликлари қандай аниқланади?

33. Мураккаб ҳаракатланувчи бўғинларнинг тезлик режасини куришда абсолют, нисбий ва кўчирма ҳаракатлар қандай ҳаракатлар ҳисобланади?

34. Мураккаб ҳаракатланувчи бўғинни (шатунни) тезлик режаси қандай курилади?

35. 1-синф 2-тартибли Ассур гуруҳининг тезлик режасини куриш тартибини мисолларда тушунтиринг.

36. Тезликлар режасининг асосларини изоҳлаб беринг.

37. 1-синф 2-тартибли текис ричагли механизмнинг тезликлар режаси қандай тартибда бажарилади?

38. Нисбий тезлик қандай тезлик?

39. Абсолют тезлик қандай тезлик?

40. Тезлиги нолга тенг нукта режада қаерда бўлади?

41. Бўғиннинг бурчак тезлиги қандай аниқланади?

42. Тезлик режасини куришда ўхшашлик теоремасини қўлланилишини тушунтиринг.

43. Тезлик режасидан фойдаланиб, чизиқли тезликлар қандай аниқланади?

44. Оний тезлик маркази нима?

45. Айланма ҳаракатда бўғин нуктасининг тезланишлар режаси қандай курилади?

46. Илгариланма ҳаракатланувчи бўғин нукталарининг тезланишлари қандай аниқланади?

47. Мураккаб ҳаракатланувчи бўғиннинг тезланишлар режаси қандай курилади?

48. Кориолис тезланиши қандай тезланиш?

49. 1-синф 2-тартибли Ассур гуруҳларининг тезланиш режалари қандай курилади?
50. Бўғинларнинг бурчак тезланишлари қандай аниқланади?
51. Тезланиш режасини қуришда ўхшашлик теоремаси қачон қўлланилади?
52. 1-синф 2-тартибли механизмнинг тезланишлар режаси қандай тартибда бажарилади? Мисоллар келтиринг.
53. Кориолис тезланишининг миқдори қандай аниқланади?
54. Кориолис тезланиши йўналиши қандай аниқланади?
55. Бурчак тезланиш йўналиши қандай аниқланади?
56. Тезланиш режасидан фойдаланиб, нисбий тангенциал тезланиш миқдори қандай аниқланади?
57. Оний тезланиш маркази қандай аниқланади?
58. Нисбий нормал тезланиш қандай йўналган?
59. Нисбий уринма тезланиш қандай йўналган?

4-МАЪРУЗА

МАВЗУ: РИЧАГЛИ ВА КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИНГ КИНЕМАТИК ТАҲЛИЛИ.

Маъруза режаси:

1. Координаталар усули.

2. Ёпиқ векторлар контури усули.

3. Муштурмчали механизмларнинг турлари, қўлланиш сохалари, афзаллик ва камчиликлари.

4. Муштурмчали механизмларнинг кинематик таҳлили

Координаталар усули.

Бу усулда механизм турли нуқталарининг берилган ва изланадиган координаталари орасидаги аналитик боғланишлар аниқланади. Ноаниқ координаталар аниқланиб, улар кетма-кет дифференциалланиб, нуқталарнинг ва бўғинларнинг тезлик ва тезланишлари топилади.

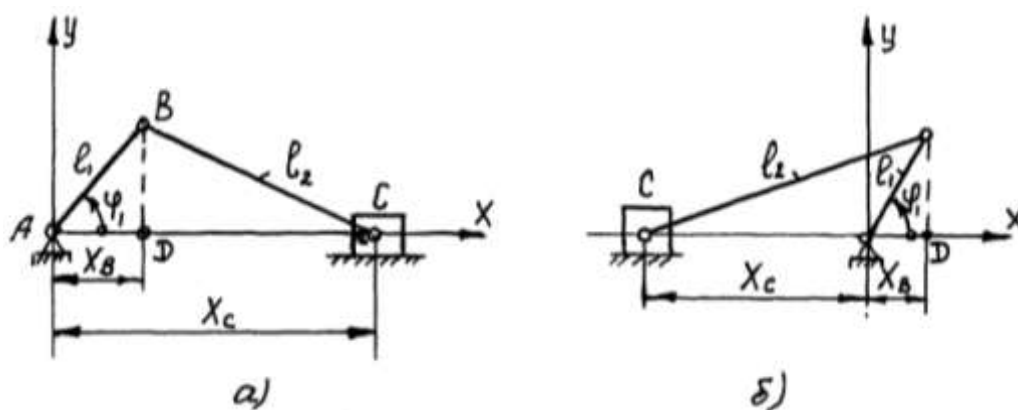
Кривошип-ползунли ABC механизм ҳолатлари, бўғинларининг l_1 ва l_2 узунликлари ва кривошипнинг ω бурчак тезлиги берилган бўлсин. Ползун C нуқтасининг координаталарини, тезликларини ва тезланишларини аниқлаш керак.

1-шаклда кўрсатилганидек, XAU координата ўқларини ўтказамиз ва BCD тўғри бурчакли учбурчакдан фойдаланиб, шатуннинг l_2 узунлигини аниқлаш ифодасини тузамиз:

$$(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2 = l_2^2 \quad (1)$$

$y_C = 0$ бўлгани учун

$$(x_C - x_B)^2 + y_B^2 = l_2^2 \quad (2)$$



1-шакл.

(2) ни ўзгартириб, X_C номуалумга нисбатан квадрат тенгламани оламиз.

$$X_C^2 - 2X_B X_C + X_B^2 + Y_B^2 - l_2^2 = 0$$

ёки
$$X_C^2 - 2X_B X_C + (X_B^2 + Y_B^2 - l_2^2) = 0$$

(3)

(3) дан C нуқта абсцисасини аниқлаш мумкин:

$$X_{C12} = X_B \pm \sqrt{X_B^2 - X_B^2 - Y_B^2 + l_2^2} = X_B \pm \sqrt{l_2^2 - Y_B^2} \quad (4)$$

Бу ерда: $X_B = l_1 \cos \varphi_1$, $Y_B = l_1 \sin \varphi_1$ (5)

Квадрат тенгламанинг иккита илдизи механизмни икки хилда йиғиш мумкинлигини кўрсатади. 1-шаклда йиғиш вариантлари кўрсатилган. 1-шаклнинг а-варианти (4) ифодани радикали олдида мусбат, б-варианти манфий ишоралар қўйилишига мосдир.

Реал механизмнинг ишлашида йиғиш варианты ўз-ўзидан ўзгармайди. Шунинг учун конкрет масалани ечишда механизмни йиғиш вариантыга мос илдиз олдидаги ишорани танлаш керак.

Квадрат тенгламани ечишда квадрат илдиздан чиқариш усулнинг асосий камчилиги ҳисобланади.

(3) тенглама вақтга нисбатан дифференциалланганда қуйидаги ифода келиб чиқади

$$2X_C \frac{dX_C}{dt} - 2X_B \frac{dX_C}{dt} - 2X_C \frac{dX_B}{dt} + 2X_B \frac{dX_B}{dt} + 2Y_B \frac{dY_B}{dt} = 0 \quad (6)$$

(6) дан:

$$\frac{dX_C}{dt} = \frac{X_C \frac{dX_B}{dt} - Y_B \frac{dY_B}{dt} - X_B \frac{dX_B}{dt}}{X_C - X_B} \quad (7)$$

Бу ерда: $\frac{dX_C}{dt} = V_C - C$ нуқтанинг тезлиги:

$$\frac{dX_B}{dt} = V_{BX} = -\omega_1 l_1 \sin \varphi_1 - B \text{ нуқта тезлигининг ОХ ўқига проекцияси;}$$

$$\frac{dY_B}{dt} = V_{BY} = \omega_1 l_1 \cos \varphi_1 - B \text{ нуқта тезлигининг ОУ ўқига проекцияси.}$$

Кирилган белгиларни назарга олсак, (7) ифода қуйидагича бўлади.

$$V_C = \frac{(X_C - X_B)V_{BX} - Y_B V_{BY}}{X_C - X_B} \quad (8)$$

ёки

$$V_C = -\omega_1 l_1 \frac{(X_C - Y_B) \cos \varphi_1 + Y_B \sin \varphi_1}{X_C - X_B} \quad (9)$$

(8) тенгламада кривошипни бурчак тезлигини $\omega=1$ деб қабул қилсак, С нуқтанинг тезлик аналогиси ҳосил бўлади.

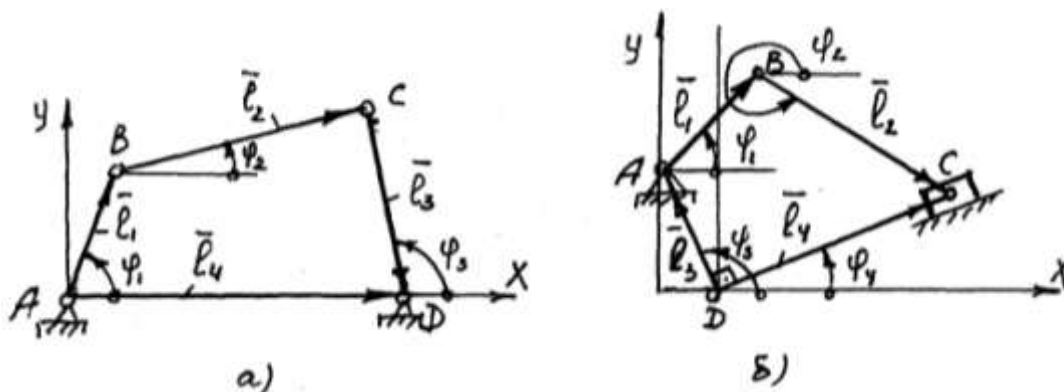
$$V_{qc} = -l_1 \frac{X_C \cos \varphi_1 + Y_B \sin \varphi_1}{X_C - X_B} \quad (10)$$

(7) ифодани вақтга нисбатан дифференциаллаб, С нуқтани тезланиши аниқланади.

Ёпиқ векторлар контури усули.

Кинематик таҳлилни бажаришда механизмни векторлар контури кўринишида тасаввур этиш қулайдир.

Бунинг учун механизм бўғинлари векторлар билан белгиланади. Векторларнинг йўналиши ихтиёрий бўлиши мумкин. 2-шаклда тўрт шарнирли (а) ва кривошип-ползунли (б) механизмлар ёпиқ векторлари билан кўрсатилган.



2-шакл.

Ҳар бир векторлар миқдор ва йўналишга эга. Векторнинг катталиги унинг узунлиги билан, йўналиши эса бурчаги билан ифодаланади. Бурчакнинг мусбат йўналиши мусбат абцисса ўқидан соат стрелкаси ҳаракатига қарши йўналишда белгиланади. Соат стрелкаси ҳаракати йўналишига мос бурчак манфий деб ҳисобланади.

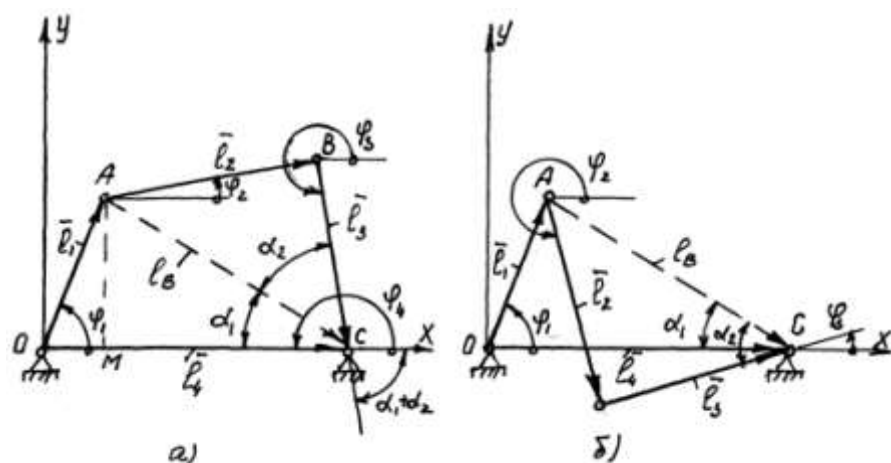
2-шаклда келтирилган механизмларнинг вектор тенгламалари қуйидагича ифодаланади.

$$\text{а) } \vec{l}_4 = \vec{l}_1 + \vec{l}_2 + \vec{l}_3 \quad \text{б) } l_4 = l_3 + l_1 + l_2 \quad (11)$$

Тўрт шарнирли механизмнинг ёпиқ векторлар контури усули бўйича кинематик таҳлили.

Механизм бўғинларининг узунликлари ва кривошипнинг ҳаракат қонуни берилган бўлсин. Механизмнинг берилган ҳолати учун унинг кинематик характеристикаларини аниқлаш керак.

Умумлашган 1 координатани ҳар бир қийматига иккита вариантда йиғиш тўғри келади (3-шакл) ABC диоганални AC вектор атрофида айлантириб, биринчи йиғиш вариантдан (3а-шакл) иккинчи (3б-шакл) вариантга ўтиш мумкин.



3-шакл.

Иккала вариантлар учун ёпиқ векторлар контурларининг координата ўқларига проекциялари бўйича тенгламалари қуйидагича:

$$\begin{aligned} l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4 &= 0 \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 + l_4 \sin \varphi_4 &= 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Кривошип А нуқтасининг координатаси аниқланади:

$$X_A = l_1 \cos \varphi_1, \quad Y_A = l_1 \sin \varphi_1 \quad (13)$$

АСМ учбурчагидан:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{Y_A}{l_4 - X_A} \quad (14)$$

Умуман l_B база векторининг α бурчагини аниқлаш алгоритмида ифоданинг махражи $l_4 - X_A = 0$ тенг бўлган ҳолат назарга олиниши керак. Бунда

$$\alpha_1 = \begin{cases} \arctg\left(\frac{Y_A}{l_4 - X_A}\right) & \text{агарда } l_4 \neq X_A \\ 0,5\pi & \text{агарда } l_4 = X_A, Y_A > 0 \\ \frac{3}{2}\pi & \text{агарда } l_4 = X_A, Y_A < 0 \\ 0 & \text{агарда } l_4 = X_A, Y_A = 0 \end{cases} \quad (15)$$

Диоганал АС векторининг узунлиги АСМ учбурчагидан аниқланади.

$$AC = \begin{cases} \frac{Y_A}{\sin \alpha_1} & \text{агар } \alpha_1 \neq 0 \\ l_4 - X_A, & \text{агар } \alpha_1 = 0 \end{cases} \quad (16)$$

α_2 бурчаги АВС учбурчагидан аниқланади.

$$\alpha_2 = \arctg \left[\frac{r}{(p-l_2)} \right] \quad (17)$$

бу ерда:

$$p = \frac{l_2 + l_3 + AC}{2}; \quad r = \sqrt{\frac{(p-l_2)(p-l_3)(p-AC)}{p}} \quad (18,19)$$

Коромислонинг φ_3 бурчаги куйидагича аниқланади:

$$\varphi_3 = \begin{cases} 2\pi - (\alpha_1 + \alpha_2) & \text{- йиғишнинг биринчи варианты учун} \\ \alpha_2 - \alpha_1 & \text{- йиғишнинг иккинчи варианты учун} \end{cases}$$

φ_2 бурчагини А ва В нуқталарининг координаталари орқали аниқлаш мумкин.

В нуқтанинг координати

$$X_B = l_4 - l_3 \cos \varphi_3; \quad Y_B = -l_3 \sin \varphi_3 \quad (21)$$

$$\varphi_z = \left\{ \begin{array}{l} \arctg \frac{y_B - y_a}{x_B - x_A}, \text{ агарда } x_B > x_A \text{ I вариант} \\ \pi + \arctg \frac{y_B - y_a}{x_B - x_A}, \text{ агарда } x_B < x_A \text{ I вариант} \\ \pi/2, \text{ агарда } x_B = x_A \text{ I вариант} \\ 2\pi - \arctg \frac{y_B - y_a}{x_B - x_A}, \text{ агарда } x_B > x_A \text{ II вариант} \\ \pi + \arctg \frac{y_B - y_a}{x_B - x_A}, \text{ агарда } x_B < x_A \text{ II вариант} \\ \frac{3\pi}{2}, \text{ агарда } x_B = x_A \text{ II вариант} \end{array} \right\}$$

Механизмнинг бўғинларининг ω_1, ω_2 ва ω_3 бурчак тезликларини аниқлаш учун тўрт бурчакли ёпиқ контур (12) тенгламасини вақтга нисбатан дифференциаллаш керак.

$$-l_1 \omega_1 \sin \varphi_1 - l_2 \omega_2 \sin \varphi_2 - l_3 \omega_3 \sin \varphi_3 = 0 \quad (23)$$

$$l_1 \omega_1 \cos \varphi_1 + l_2 \omega_2 \cos \varphi_2 + l_3 \omega_3 \cos \varphi_3 = 0 \quad (24)$$

бу ерда

$$\omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt}; \quad \omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt}; \quad \omega_3 = \frac{d\varphi_3}{dt};$$

Бўғинлар бурчак тезликларини (23) дан аниқлаш мумкин:

$$\omega_2 = \omega_1 l_1 \sin (\varphi_1 - \varphi_3) / l_2 \sin (\varphi_2 - \varphi_3) \quad (25)$$

$$\omega_3 = \omega_1 l_1 \sin(\varphi_1 - \varphi_2) / l_3 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) \quad (26)$$

В нуктанинг чизикли тезлиги аниқланади:

$$V_B = \omega_3 l_3 \quad (27)$$

(23) ва (24) ифодаларни вақтга нисбатан дифференциаллаб, бўғинларнинг ε бурчак тезланишлари аниқланади.

$$l_1 \varepsilon_1 \sin \varphi_1 + l_1 \omega_1^2 \cos \varphi_1 + l_2 \varepsilon_2 \sin \varphi_2 + l_2 \omega_2^2 \cos \varphi_2 + l_3 \varepsilon_3 \sin \varphi_3 + l_3 \omega_3^2 \cos \varphi_3 = 0 \quad (28)$$

$$l_1 \varepsilon_1 \cos \varphi_1 + l_1 \omega_1^2 \sin \varphi_1 + l_2 \varepsilon_2 \cos \varphi_2 + l_2 \omega_2^2 \sin \varphi_2 + l_3 \varepsilon_3 \cos \varphi_3 + l_3 \omega_3^2 \sin \varphi_3 = 0 \quad (29)$$

бу ерда:

$$\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = 0; \quad \varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt} = 0; \quad \varepsilon_3 = \frac{d\omega_3}{dt} = 0.$$

(28) ва (29) ифодалардан бўғинларнинг бурчак тезланишларини аниқлаш мумкин.

$$\varepsilon_2 (\omega_1^2 l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_3) + \omega_1^2 l_3 + \omega_2^2 l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_3) / l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3) \quad (30)$$

$$\varepsilon_3 (\omega_1^2 l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_2) + \omega_1^2 l_2 + \omega_2^2 l_3 \cos(\varphi_3 - \varphi_1) / l_2 \sin(\varphi_3 - \varphi_2) \quad (31)$$

Коромислонинг В нуктаси тезланиши аниқланади.

а) В нуктанинг тангенциал тезланиши

$$a_B^t = \varepsilon_3 l_3 \quad (32)$$

б) В нуктанинг нормал тезланиши

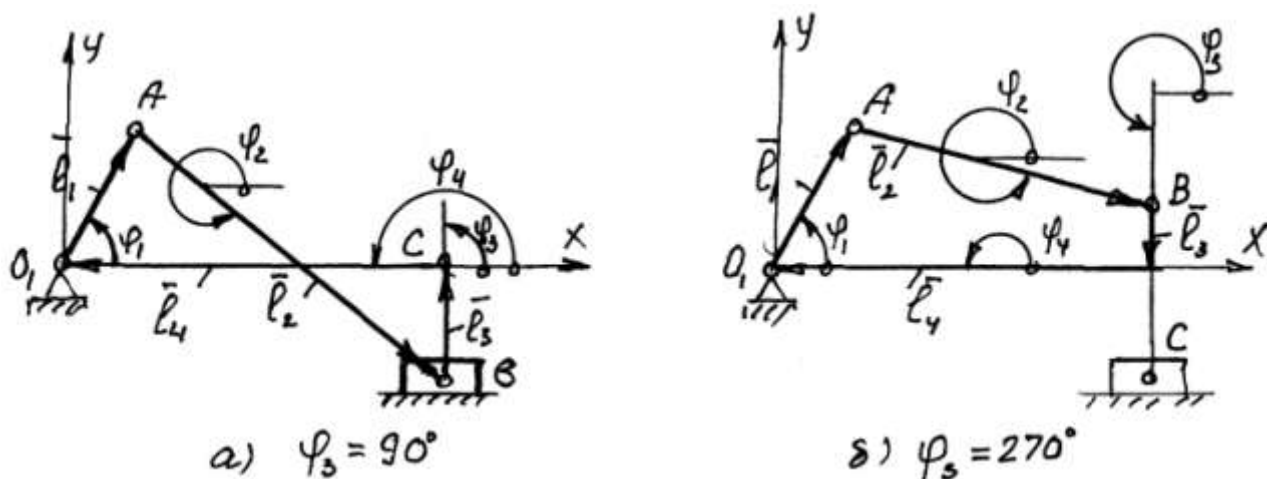
$$a_B^n = \omega_3^2 l_3 \quad (33)$$

в) В нуктанинг тўлиқ тезланиши

$$a_e = \sqrt{(a_e^n)^2 + (a_B^t)^2} \quad (34)$$

Кривошип-ползунли механизмнинг ёпиқ векторлар контури усулида кинематик таҳлили.

Кривошипнинг ҳаракат қонуни ва бўғинларнинг ўлчамлари маълум бўлсин (4-шакл)



4-шакл.

Ёпик векторлар контурларининг координата ўқларига проекциялари тузилади.

$$l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 + l_4 \cos \varphi_4 = 0 \quad (35)$$

$$l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 + l_4 \sin \varphi_4 = 0 \quad (36)$$

Механизмни икки хил йиғиш мумкин:

$\varphi_3 = 90^\circ$ (4а-шакл) ва $\varphi_3 = 270^\circ$ (4б-шакл). Бурчакларнинг кўрсатилган қийматларида $\cos \varphi_3 = 0$; $\varphi_4 = 180^\circ = \text{const}$ эканлигини назарга олганда (35) ва (36) тенгламаларни қуйидагича ифодалаш мумкин

$$l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 - l_4 = 0 \quad (37)$$

$$l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_3 \sin \varphi_3 = 0 \quad (38)$$

бу тенгламаларда

$$\varphi_2 = \arcsin (-l_3 \sin \varphi_3 + Y_A) / l_2 \quad (39)$$

$$l_4 = X_A + l_2 \cos \varphi_2 \quad (40)$$

бу ерда

$Y_A = l_1 \sin \varphi_1$, $X_A = l_1 \cos \varphi_1$ (37) ва (38) тенгламаларни вақтга нисбатан навбати билан дифференциаллаб, қуйидагиларни оламиз.

$$l_1 \omega_1 \sin \varphi_1 + l_2 \omega_2 \sin \varphi_2 + V_B \quad (41,a)$$

$$l_1 \omega_1 \cos \varphi_1 + l_2 \omega_2 \cos \varphi_2 = 0 \quad (41,b)$$

бу ерда: $V_B = \frac{dl_4}{dt}$

$$l_1 \varepsilon_1 \sin \varphi_1 + l_1 \omega_1^2 \cos \varphi_1 + l_2 \varepsilon_2 \sin \varphi_2 + l_2 \omega_2^2 \cos \varphi_2 + a_\varepsilon = 0 \quad (42)$$

$$l_1 \varepsilon_1 \cos \varphi_1 + l_1 \omega_1^2 \sin \varphi_1 + l_2 \varepsilon_2 \cos \varphi_2 + l_2 \omega_2^2 \sin \varphi_2 = 0 \quad (43)$$

бу ерда:
$$a_B = \frac{d^2 l_4}{dt^2}$$

ω_1 ва ε_1 қийматлари вақтни ҳар бир дақиқасида аниқдир. Изланаётган тезликлар қуйидаги тенгламалардан аниқланади.

$$\omega_2 = -l_1 \omega_1 \cos \varphi_1 / l_2 \cos \varphi_2 \quad (44)$$

$$V_B = -l_1 \omega_1 \sin \varphi_1 - l_2 \omega_2 \sin \varphi_2 \quad (45)$$

Тезланишлар (42) ва (43) ифода­лардан аниқланади.

$$\varepsilon_2 = (-l_1 \varepsilon_1 \cos \varphi_1 + l_1 \omega_1^2 \sin \varphi_1 + l_2 \omega_2^2 \sin \varphi_2) / l_2 \cos \varphi_2 \quad (46)$$

$$a_\varepsilon = -l_1 \varepsilon_1 \sin \varphi_1 - l_1 \omega_1^2 \cos \varphi_1 - l_2 \varepsilon_2 \sin \varphi_2 - l_2 \omega_2^2 \cos \varphi_2 \quad (47)$$

Муштумчали механизмларнинг турлари, қўлланиш сохалари, афзаллик ва камчиликлари.

Машиналарнинг ишчи жараёнлари уларни таркибидаги чиқувчи бўғин талаб қилинган қонун билан ҳаракатланувчи механизмлар бўлишини тақозо қилади.

Бундай вазифани содда, ихчам ва ишончли бўлган муштумчали механизмлар бажариши мумкин. Бундай механизмларда чиқувчи бўғиннинг – турткичнинг ҳаракати аниқ бўлади.

Механизмларда кирувчи бўғин муштумча деб аталади. **Турткичнинг ҳаракат қонуни муштумча профилига боғлиқ бўлиб, механизмни асосий характеристикаси ҳисобланади.** (5,6,7-шакллар)

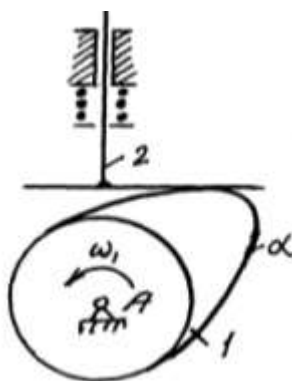
Муштумчали механизмларнинг юқорида кўрсатилган учта турини ҳар бирида муштумча ва турткични ўзаро жойлашишига, муштумчанинг ҳаракатига, чиқувчи бўғин элементининг геометрик шаклига қараб турли тоифадаги муштумчали механизмни олиш мумкин. Масалан, ба–шаклда кўрсатилган бўғини илгариланма ҳаракатланувчи муштумчали механизм турли кинематик схемаларга эга бўлиш мумкин (7-шакл). Муштумча кўзгалмас А ўқ атрофида айланиши (7а,б-шакл) ёки илгариланма ҳаракатланиши (7в-шакл) мумкин. Турткичнинг ҳаракат ўқи муштумчанинг

ҳаракат ўқиға тик (3в-шакл) ёки қандайдир бурчак бўлиши мумкин. Чиқувчи бўғин – турткич учи ўткир (7а,в-шакл), роликли (7б-шакл) ёки диски (5-шакл) бўлиши мумкин.

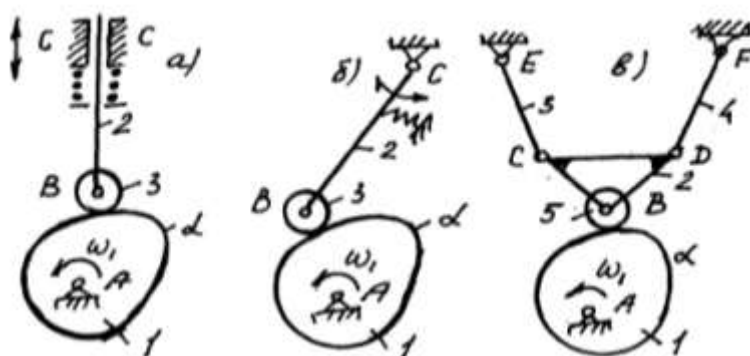
Турткичнинг ҳаракат ўқ чизиғи муштумча айланиш марказидан ўтса бундай муштумчали механизм аксиал деб, агар турткичнинг ўқ чизиғи муштумча айланиш марказини ёнлаб ўтса бундай муштумчали механизм дезаксиал деб аталади.

Машиналарда 6а,б-шаклда кўрсатилган муштумчали механизмлар кўпроқ қўлланилади.

Муштумчали механизмлар ишлаганда муштумча билан турткич доимо туташишда бўлиши керак. Олий кинематик жуфт элементларининг боғланиши геометрик куч таъсирида бўлиши мумкин.



5-шакл.



6-шакл.

Конструкцияси, ҳаракат тури, бўғинларнинг ўзаро жойлашишига қараб турли муштумчали механизмлар қўлланилади. Уларни чиқувчи бўғиннинг ҳаракатига қараб учта турга бўлиш мумкин:

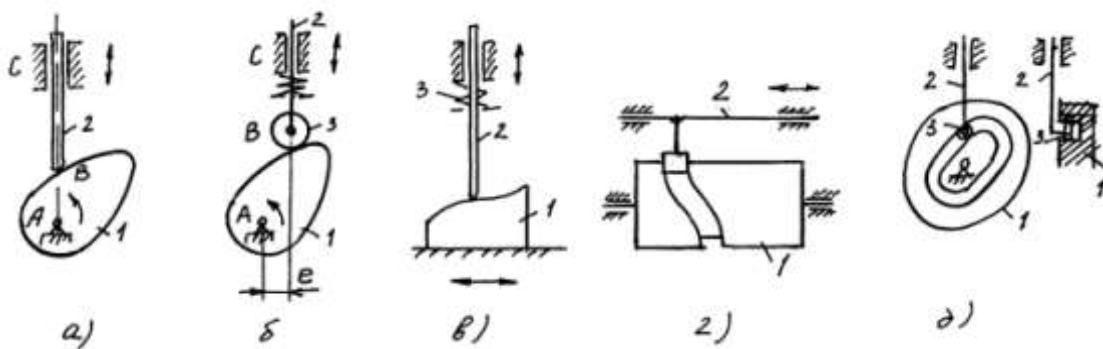
1. Илгариланма ҳаракатланувчи турткичли (6а-шакл);
2. Тебранма ҳаракатланувчи турткичли (6б-шакл).
3. Мураккаб ҳаракатланувчи турткичли (6в-шакл).

Муштумчали механизмда ўзгарувчан эгрилик радиусига эга бўлган олий кинематик жуфтли бўғин муштумча деб аталади.

Муштумчанинг ҳаракат текислигига параллел текисликдаги қирқимида ҳосил бўлган эгри чизик муштумча профили деб аталади. 2а-шаклда келтирилган механизмда 1-бўғин муштумча бўлса, α эгри чизик

профил ҳисобланади. Муштумча ω бурчак тезлик билан айланганда 3-роликка таъсир қилиб, 2-турткични С-С йўналтирувчи бўйлаб илгариланма ҳаракатлантиради.

6б-шаклда муштумчали механизмни 2-тури кўрсатилган. Муштумча айланганда 3-роликчага таъсир қилиб, 2-турткични С нукта атрофида тебрантиради.



7-шакл.

Ариқчали муштумча (7г,д-шакл) олий кинематик жуфт элементларининг геометрик боғланишини таъминлайди. Куч таъсирида боғланиш оғирлик кучи ёки пружинанинг эластиклик кучи воситасида амалга оширилади (6а, б-шакл; 7б, в-шакл).

Муштумчали механизмларни текис ва фазовий турларга ажратиш мумкин. Агар механизм бўғинлари бир ёки бир неча паралел текисликларда ҳаракат қилса, текис муштумчали механизм дейилади. (7а,б-шакл.) Агарда муштумча бир текисликда, турткич эса бошқа текисликда ҳаракат қилса фазовий деб аталади. (7г-шакл)

7г-шаклда кўрсатилган 1-цилиндрик барабан ўз ўқи атрофида айланади. Барабан сиртига маълум ҳаракат қонунига мослаб кичик ариқча ўйилган ва унинг ичига 2-турткичининг тўртбурчакли қисми тушиб туради. Барабан айланганда турткич илгариланма ҳаракатланади.

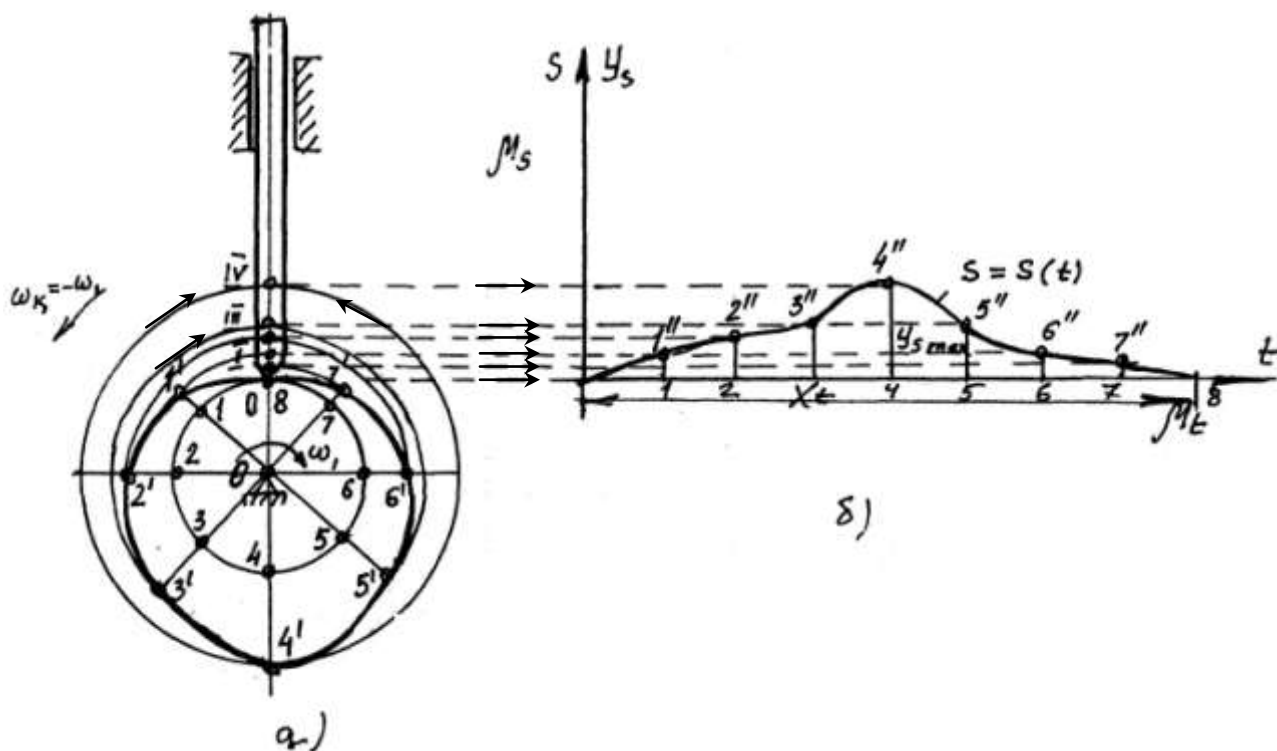
Муштумчали механизмларнинг кинематик таҳлили.

Кинематик таҳлилни бажариш учун «тескари айлантириш» усули қўлланилади. Буни қуйидагича таърифлаш мумкин. Муштумча айланиш ўқи

атрофида қўшимча $\omega_k = -\omega_1$ тезлик билан тескари айланмирилганда муштумча тўхтаб, унинг атрофида турткич айланади. Натижада турткич турли вазиятларда муштумча профилини турли нуқталарда кесиб ўтади. Бу нуқталар муштумчани айланишида турткичнинг турли ҳолатларини ифодалайди.

Текисликда ҳаракат қилувчи учи ўткир муштумчали механизмнинг кинематик таҳлили қуйидаги тартибда бажарилади. 2-турткичнинг ўқи 1-муштумча айланиш марказидан ўтади. Механизмни μ_1 масштабда турткич энг пастки ҳолатда бўлганда чизилади. Бунда муштумча профилининг радиуси R_0 – энг кичик (минимал) қийматда бўлади. (8а-шакл)

Сўнгра радиуси R_0 га тенг айлана чизиб, уни 8 тенг бўлақларга бўлинади ва муштумча айланиш йўналишига тескари равишда рақамлар билан белгиланади.



8-шакл.

Муштумчани айланиш марказидан ўтказилган айлананинг чизиқлари муштумча профили билан кесишгунча давом эттирилиб профилда $1^1, 2^1, 3^1 \dots$ нуқталари белгиланади. Шундай қилиб, $01^1, 02^1, 03^1$ лар муштумча профилидаги тегишли нуқталарнинг радиус векторлари ҳисобланади. Радиус

векторлари катталашиб борганда турткич юқорига кўтарилади, кичиклашганда эса пастга тушади. 8-шаклга қараганда турткич 4 ҳолатда максимал масофага кўтарилади.

Муштумчанинг 0 нуқтасини марказ қилиб $1^1, 2^1, 3^1, 4^1, 5^1, 6^1, 7^1$ нуқталарни турткичнинг дастлабки вертикал ҳолати ўқиға чиқарамиз ва I, II, III ... нуқталарини ҳосил қиламиз.

Турткичнинг кўтарилиб-тушиш графигини тузиш учун координата системасини ординаталар ўқиға μ_s масштабда, абсциссалар ўқиға эса муштумчани айланиш даври (T) ни x_t масштабда қўйилади (8б-шакл).

Вақт масштаби қуйидагича аниқланади:

$$\mu_t = \frac{60}{n_1 X_t}; \frac{с}{мм}$$

Бу ерда: n_1 – муштумчанинг айланиш частотаси, айл/мин

x_t – абсциссалар ўқиға олинган ихтиёрий кесма узунлиги.

Муштумчани энг кичик радиуси билан чизилган айланани саккизта тенг бўлакка бўлганимиз учун x_t оралиғи ҳам 8 та тенг бўлақларга бўлиниб, 0, 1, 2, 3 ... билан белгилаб чиқилади. Турткич устидаги I, II, III ... нуқталардан горизонтал чизиқлар ўтказиб, абсциссадаги 1, 2, 3... нуқталардан ўтказилган ординаталар билан кесишиш $1^{II}, 2^{II}, 3^{II}$... нуқталари аниқланади ва уларни туташтириб, s-t графиги ҳосил бўлади.

График масштаби аниқланади:

$$\mu_s = \frac{S_{max}}{Y_s_{max}} = \frac{\mu_l R_{max}}{Y_s_{max}}; \frac{мм}{мм}$$

Бу ерда: S_{max} – турткичнинг Ҳақиқий максимал кўтарилиш масофаси, мм

μ_l – механизм масштаби, $\frac{мм}{мм}$

R_{max} – муштумча профилининг энг катта радиуси, мм

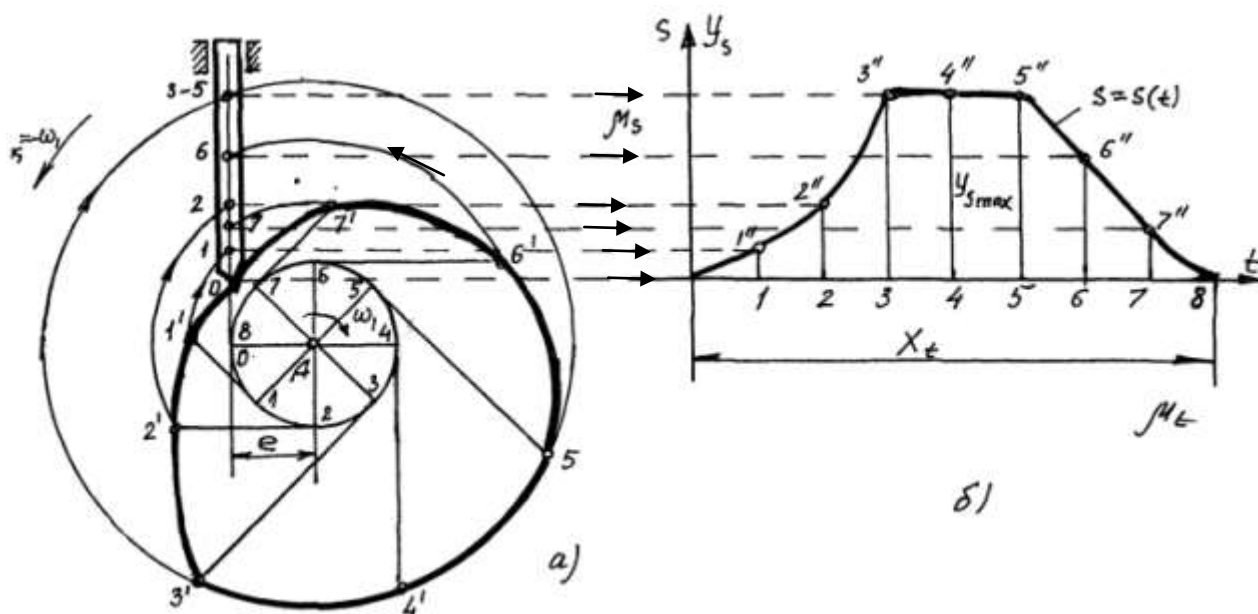
S-t графигини бир марта дифференциалаб, V-t тезлик графиги, икки марта дифференциялаб, турткичнинг a-t тезланиш графиги аниқланади.

Турткичнинг ҳаракат чизиғи муштумча айланиши ўқидан маълум

масофада жойлашган (дезаксиал) муштумчали механизмнинг кинематик таҳлили юқорида баён қилинган марказий (аксиал) муштумчали механизмларнинг кинематик таҳлиliga ўхшаш тартибда бажарилади.

Механизмни таҳлил қилиш учун муштумча айланиш марказидан e радиуси билан айлана чизилади (9а-шакл).

Турткичнинг вертикал ўқи e радиусли айланага уринма бўлади. Уриниш нуқтасини 0 билан белгилаб, айланани тенг бўлақларга бўлинади. 5а-шаклда айлана саккизта тенг бўлақка бўлинган. Бўлиниш нуқталарини 1, 2, 3... белгилаб, ҳар қайси нуқтадан уринма ўтказилади. Уринмаларнинг муштумча профили билан кесишган нуқталарини $1^1, 2^1, 3^1 \dots$ рақамлари билан белгилаб, муштумча марказидан радиуслари $A1^1, A2^1, A3^1 \dots$ бўлган айлана ёйлари ўтказилади ва уларни турткичнинг вертикал ҳолати билан кесиштирилади. Натижада турткич ўқи устида 1, 2, 3, 4... нуқталар ҳосил бўлади.



9-шакл.

Турткичнинг кўтарилиб-тушиш графигини (9б-шакл) чизиш усули юқорида баён қилинган аксиал муштумчали механизмларнинг S-t графигини куришга ўхшашдир. S-t графиги масштаблари аниқланиб, дифференциаллаш орқали турткичнинг тезлик ва тезланиш графиклари курилади.

Назорат саволлари

1. Координаталар усулида нуқтанинг тезлиги қандай аниқланади?
2. Координаталар усулида тезлик аналогиси қандай аниқланади?
3. Нуқтанинг тезлиги қандай аниқланади?
4. Нуқтанинг тезланиши қандай аниқланади?
5. Координаталар усулининг камчилиги нималардан иборат?
6. Ёпиқ вектор контурлари нима?
7. Вектор контурларининг тенгламалари қандай ифодаланади?
8. Тўрт шарнирли механизм ёпиқ векторлар контурининг координата ўқларига проекциялари қандай ифодаланади?
9. Бўғинларнинг (векторларнинг) бурчаклари қандай аниқланади?
10. Механизм бўғинлари ω_i – бурчак тезлиги ва ε_i – бурчак тезланишлари қандай аниқланади.
11. Механизмни йиғиш вариантлари турларини кўрсатинг.
12. Ёпиқ вектор контури деганда нима тушунилади?
13. Аналитик усулларнинг турларини кўрсатинг ва қисқача изоҳ беринг.
14. Кривошип-ползунли механизмнинг ёпиқ векторлар контури усулида кинематик таҳлили қандай бажарилади?
15. Аналитик усулда бурчак тезлик ва тезланишлар қандай аниқланади?
16. Муштумчали механизмлар қандай механизмлар?
17. Муштумчали механизм қандай бўғинлардан иборат?
18. Муштумча қандай бўғин?
19. Турткичнинг ҳаракат турига қараб муштумчали механизмлар қандай турларга бўлинади?
20. Муштумча профили деганда нима тушунилади?
21. Муштумчали механизмларнинг тузилишига қараб турларини кўрсатинг.
22. Текис ва фазовий муштумчали механизмлар турларини кўрсатинг.
23. Фазовий муштумчали механизмлар турларини кўрсатинг.
24. Муштумчали механизмларнинг кинематик таҳлили қандай усулда бажарилади?

25. Марказий (аксиал) муштумчали механизмнинг кинематик таҳлили қандай тартибда бажарилади?
26. Номарказий (дезаксиал) муштумчали механизмларнинг кинематик таҳлили қандай бажарилади?
27. Муштумчали механизмлар қаерларда қўлланилади?
28. Муштумчали механизмларнинг эркинлик даражаси қандай аниқланади?
29. Муштумчали механизмларнинг геометрик боғланишли турига мисоллар келтиринг.
30. Муштумчали механизмларнинг куч таъсирида боғланишли турига мисол келтиринг.

5-МАЪРУЗА

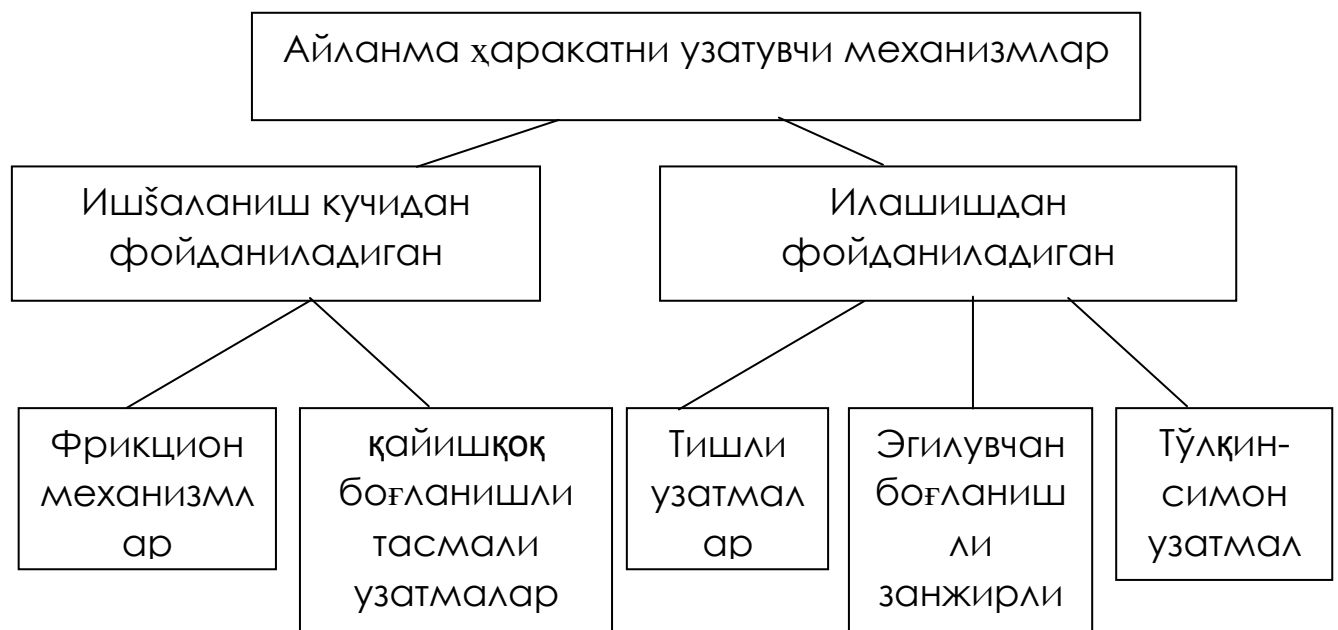
МАВЗУ: ФРИКЦИОН МЕХАНИЗМЛАР ВА КИНЕМАТИКАСИ.

Маъруза режаси:

1. Айланма ҳаракатни узатувчи механизмлар классификацияси.
2. Фрикцион механизмларнинг турлари ва кинематикаси.
3. Фрикцион механизмларнинг афзаллик ва камчиликлари.

Айланма ҳаракатни узатувчи механизмлар классификацияси.

Бундай механизмлар содда қилиб, узатмалар деб аталади. Узатмалар узлуксиз айланма ҳаракатни узатиш ёки илгарилланма ҳаракатга айлантиришда қўлланилади. Ҳаракат билан бир вақтда айлантирувчи моментлар ҳам узатилади ва ўзгартирилади. Узатмаларни иккита катта гуруҳларга ажратиш мумкин. (1-шакл)



1-шакл.

Фрикцион механизмларнинг турлари. Цилиндирсимон фрикцион механизмларнинг узатиш нисбати.

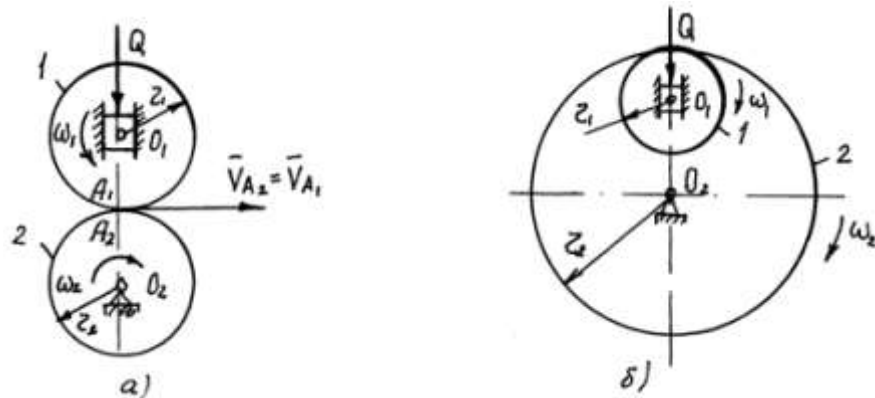
Фрикцион механизмларнинг тулари. Фрикцион механизмларда ҳаракат бир-бирига тегиб турувчи юзаларда ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Механизмни номи латинча *frictio* – ишқаланиш сўзидан олинган.

Фрикцион механизмларнинг қуйидаги турлари кўпроқ қўлланилади:

1. Цилиндрсимон ғилдиракли механизмлар;
2. Конуссимон ғилдиракли механизмлар;
3. Тезлиги бир текисда ўзгартиладиган механизмлар.

Цилиндрсимон ғилдиракли фрикцион механизмлар.

Цилиндрсимон фрикцион механизмлар бир-бирига сиқилган цилиндрлардан иборат бўлади.



2-шакл.

Ғилдиракларнинг тегиб турувчи A_1 ва A_2 нуқталарида нисбий сирпаниш бўлмади деб тахмин қилиб, тезликларни кўрганимизда

$$V_{A1} = V_{A2} \quad (1)$$

ёки

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \quad (2)$$

(2)дан

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = U_{12}$$

Бу ерда U_{12} узатиш нисбати ,

ω_1, ω_2 - ғилдиракларнинг бурчак тезликлари,

r_1, r_2 — ғилдиракларнинг радиуслари.

Масалан, биринчи бўғиндан (ғилдиракдан) иккинчисига узатиш нисбати

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{r_2}{r_1} \quad (3)$$

Узатиш нисбатининг мусбат ишораси цилиндрларни бирхил, манфий ишораси қарама-қарши йўналишини кўрсатади. Узатиш нисбатидан тескари

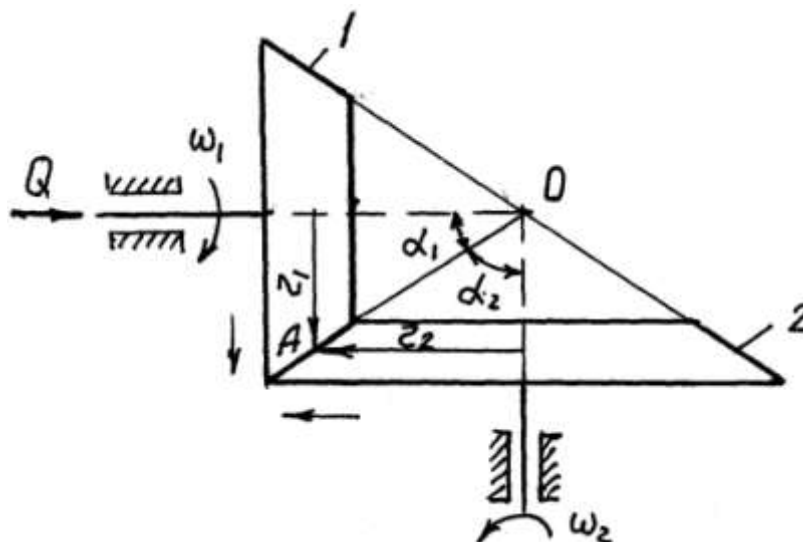
равишда иккинчи бўғиндан биринчига қараб фойдаланиш мумкин:

$$U_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \pm \frac{r_1}{r_2} \quad (4)$$

Бу ерда n_1 ва n_2 - ғилдиракларнинг айланиш частоталари бурчак тезликларига пропорционалдир.

Конуссимон ғилдиракли фрикцион механизмлар.

Конуссимон ғилдираклар сирпанмасдан бир-бирига нисбатан думалашлари учун иккита конусларнинг учи ғилдираклар учларининг кесишган нуқталари бўлиши керак. Нисбий сирпанмай думалайдиган бундай юзалар бўғинларнинг нисбий ҳаракатида аксоидлар деб аталиши назарий механикадан маълум.



3-шакл.

Конусимон фрикцион механизмнинг узатиш нисбати қуйидагича аниқланади

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} \quad (5)$$

Бу ерда r_1 ва r_2 конуссимон ғилдиракларнинг ўртача радиуслари. (5) ифодада узатиш нисбатининг ишораси мусбат деб олинади. Ғилдиракларнинг айланиш йўналишлари стрелка қоидасидан фойдаланиб аниқланади.

(5)даги синуслар нисбати қуйидагича ўзгартиришлардан келиб чиқади.

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{r_2 / OA}{r_1 / OA} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} \quad (6)$$

(6)ифода конуссимон ғидиракларнинг максимал ёки минимал радиусларини танлашга боғлиқ эмас. (6)дан α_1 ва α_2 бурчакларини аниқлаш мумкин. Бунинг учун қуйидаги тенгламалар биргалликда ечилади.

$$U_{12} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} \quad \alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (7)$$

Ўзгартиришлардан сўнг.

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\sin \alpha}{\frac{1}{U_{21}} + \cos \alpha} \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\sin \alpha}{U_{12} + \cos \alpha} \quad (9)$$

келиб чиқади.

$\alpha = 90^\circ$ бўлганда (8), (9)ифодалар соддалашади.

Тезлиги бир текисда ўзгартириладиган фрикцион механизмлар.

Чиқувчи бўғиннинг тезлигини текис ўзгартирувчи фрикцион механизмлар тезлик вариаторлари деб айтилади.

Ҳаракат қилувчи бўғинни ўзгармас деб қабул қилганда вариаторларнинг узатиш нисбатини бир текисда ўзгартириш мумкин.

Ўзгартириш диапазони вариаторларнинг асосий параметри ҳисобланади.

$$D = \frac{\omega_{2\max}}{\omega_{2\min}} = \frac{U_{12\max}}{U_{12\min}} \quad (10)$$

Бу ерда D-тезликни ўзгартириш (созлаш) диапазони,

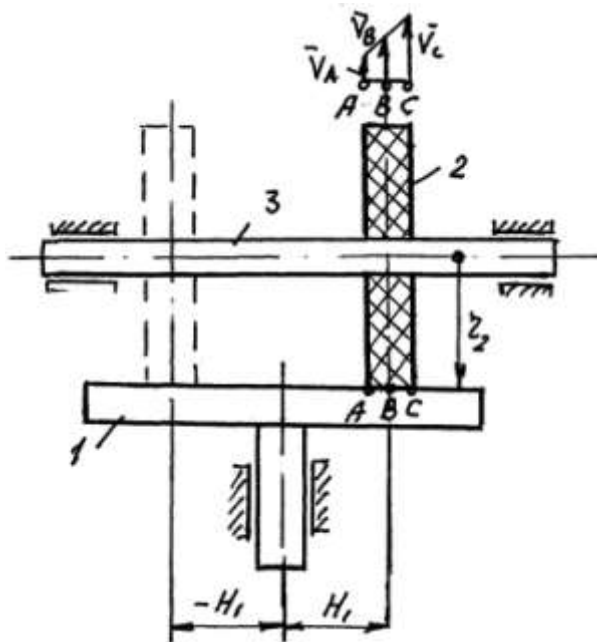
$\omega_{2\max}$ ва $\omega_{2\min}$ — чиқувчи бўғиннинг максимал ва минимал бурчак тезликлари,

$U_{12\max}$, $U_{12\min}$ — вариаторнинг максимал ва минимал узатиш нисбатлари.

Техникада қўланиладиган фрикцион вариаторларни иккита катта гуруҳга ажратиш мумкин.

1. Сирпанғичлари ўзаро туташидиган вариаторлар.
2. Ораликда бўғинли вариаторлар.

Биринчи гуруҳга айқашли узатмалар киради (4-шакл).



4-шакл.

Фрикцион механизмларнинг афзаллик ва камчиликлари.

Механизмнинг афзалликлари қуйидагилар:

- а) Конструкциянинг оддийлиги, тайёрлаш ва ишлатиш соддалиги;
- б) Катта юкланишда бўғинларнинг нисбий сирпаниш хусусияти ва механизм ишдан чиқишини муҳофазалаш;
- в) Шовқинсиз ишлаши.

Афзалликлар билан бир қаторда фрикцион механизмлар камчиликларга эга:

- а) Узатиш нисбатини доимий сақлаб бўлмаслик;
- б) Сиқувчи кучларнинг тасирида подшипникларда катта босимнинг ҳосил бўлиши ва уларнинг ишчи юзаларини пропорционал ейилиши.

Фрикцион жуфтликдаги сирпаниш узатиш нисбатини доимий бўлмаслигига ва сирпанчиғ ишчи юзаларнинг ейилишига олиб келади.

Сирпаниш қайишқоқ ва геометрик турларга бўлинади. Бунда ташқари ишқаланиш кучи етарли бўлмаганда етакловчи сирпанғич етакланувчига нисбатан сирпанади.

Қайишқоқ сирпаниш ғилдирак сиртқи қатламларининг тангенциал йўналишидаги қайишқоқ деформацияси натижасида ҳосил бўлади.

Ишқаланиш кучи тасирида етакловчи ғилдиракнинг сирт қисми туташуш зонасига сиқилган, зичланган ҳолда кирса, чиқишда чўзилган ҳолда бўлади. Етакловчи ғилдиракда деформациялар тескари тартибда бўлади ва натижада ҳисобланадиган узатиш нисбати ўзгаради.

Геометрик сирпаниш кирувчи ва чиқувчи ғилдиракларнинг туташуш чизиғи бўйлаб тезликнинг бир ҳилда ўзгармаслиги оқибатида ҳосил бўлади. Бу ҳодиса ҳамма турдаги фрикцион механизмларга тааллуқли.

4-шаклда кўрсатилган рўпарали узатмани кўрайлик. 1 дискнинг А, В ва С нуқталари турли тезлик билан ҳаракатланади. Диск билан туташувчи роликнинг нуқталари, шаклда кўрсатилганидек, бир хил тезлик билан ҳаракатланади. Узатиш нисбати қуйидагича аниқланади:

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{r_2}{H_1} \quad (11)$$

$$\text{Ифодадан:} \quad n_2 = \pm \frac{H}{r_2} n_1 \quad (12)$$

Агар роликни 3-ўқ бўйлаб силжитилса, Н ўлчам ўзгариб, узатиш нисбати ҳам ўзгаради. Агарда Н нинг қиймати манфий бўлса, роликнинг айланиш йўналиши ўзгаради. Бундай ҳолат 4- шаклда пунктир чизиқда кўрсатилган. Вариаторларни созлаш диапазони $D=2.5 \div 3$.

Диск билан туташувчи роликнинг нуқталари 4-шаклда кўрсатилгандек, турли В нуқтада тезликлар бир хил бўлиб, А,С нуқталарда турлича

$$V_{\text{сир}} = V_2 - \omega_1 H_1 \quad (13)$$

тезлик билан сирпанади.

Ейилишни камайтириш учун ишчи юзалари каттиқ бўлган ва ёғда ишлайдиган пўлат ғилдираклар (сирпангичлар) қўлланилади.

Фрикцион механизмларни кинематик таҳлилида ғилдиракларнинг сирпанишини ҳисобга олиш керак, яъни

$$V_{A2} = V_{A1}(1 - \zeta) \quad (14)$$

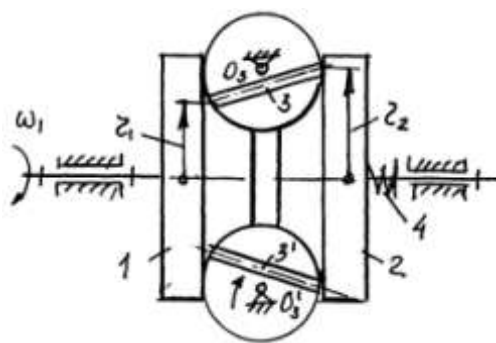
Демак, узатиш нисбати

$$U_1 = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\frac{V_{A_1}}{r_1}}{\frac{V_{A_2}(1-\zeta)}{r_2}} = \frac{r_2}{r_1(1-\zeta)} \quad (15)$$

бу ерда ζ -сирпаниш коэффициенти. Етакланувчи ғилдиракнинг бурчак тезлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{r_1}{r_2} (1-\zeta) \quad (16)$$

Ораликда бўғин бўлган вариатор сифатида 5- шаклда келтирилган торли вариаторни мисол қилиш мумкин. Вариатор 1- кирувчи 2- чиқувчи ва иккита ораликдаги 3-сирпанғичлардан иборат. Ҳамма сирпанғичлар ўз ўқлари атрофида айланади. 1 ва 2 сирпанғичларнинг сирти торнинг бир қисмини ҳосил қилади ва шунинг учун бўғинни O_3 ва O_3^1 ўқлари атрофида бир вақтда талаб қилинган бурчакка айлантириш мумкин.



5-шакл.

Уларнинг айланишида r_1 ва r_2 радиуслари ўзгариб узатиш нисбати ҳам ўзгаради.

Торли вариаторларда ораликдаги иккита 3 сирпанғичларнинг бўлиши кувватни тامينлайди ва созлаш диапазони $D=6\div 10$ гача ошириш мумкин.

Назорат саволлари

1. Айланма ҳаракатни узатувчи механизмларнинг турларини келтиринг.
2. Фрикцион механизмларда ҳаракат нима ҳисобига узатилади?
3. Фрикцион механизмнинг узатиш нисбати қандай аниқланади?
4. Центроида нима?

5. Конуссимон фрикцион механизмни узатиш нисбати қандай аниқланади?
6. Тезлик вариаторлари деб нимага айтилади?
7. Тезлик вариаторларининг узатиш нисбати қандай аниқланади?
8. Торли вариатор нима?
9. Фрикцион механизмнинг афзаллик ва камчиликларини кўрсатинг.
10. Нисбий сирпаниш нима?
11. Нисбий сирпанишни назарга олиб, фрикцион механизмнинг узатиш нисбати қандай аниқланади?
12. Фрикцион механизмнинг афзаллигини кўрсатинг.
13. Фрикцион механизмнинг камчилигини кўрсатинг.
14. Вариаторлар қаерда ишлатилади?
15. Вариатор деганда нима тушунилади?

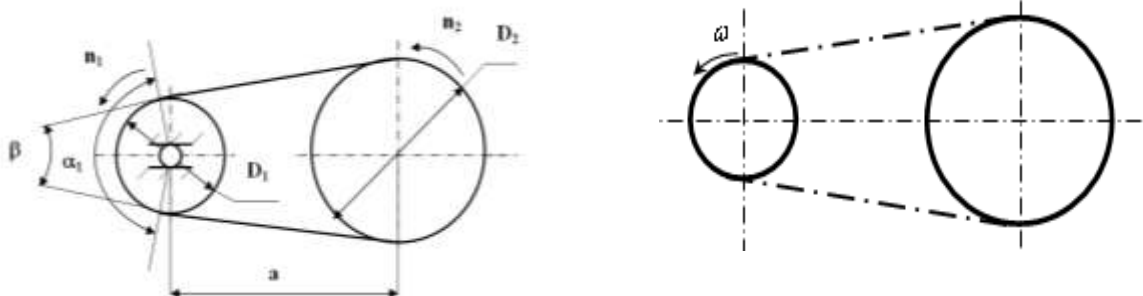
6-МАЪРУЗА

МАВЗУ: ЭГИЛУВЧАН ЗВЕНОЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИНГ КИНЕМАТИК ТАҲЛИЛИ

Маъруза режаси:

1. Эгилувчан звеноли механизмлар.
2. Тасмали узатма турлари ва узатма кинематикаси.
3. Занжирли узатма турлари ва узатма кинематикаси.

Эгилувчан звеноли механизмлар. Биз ҳозиргача қаттиқ звенолардан иборат механизмларни баён қилдик. Аммо ҳозирги замон техникасида эгилувчан звеноларни (арқонлар, тасмалар, ленталар, занжирлар, трослар ва бошқаларни) ўз ичига олувчи механизмлар ҳам кўп ишлатилади (1-шакл).



1-шакл. а) Тасмали узатма; б) Занжирли узатма.

Эгилувчан звеноли механизмлар ёрдами билан ўқлари етакловчи звено ўқиға паралел ва айқашиб ўтувчи звеноларга ҳаракат узатилади. Бундай механизмлар машинасозликнинг барча тармоқларида кенг миқёсда ишлатилади.

2. Тасмали узатма турлари ва узатма кинематикаси. Ҳаракат ва энергия етакловчи шкифдан етакланувчи шкифга, эластик тасма билан шкиф ўртасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ёрдамида узатиладиган узатмалар тасмали узатма деб аталади.

Тасмали узатма етакловчи шкив 1, етакланувчи шкив 2, ҳамда таранглик билан кийгизилган тасма 3 дан иборат бўлади.

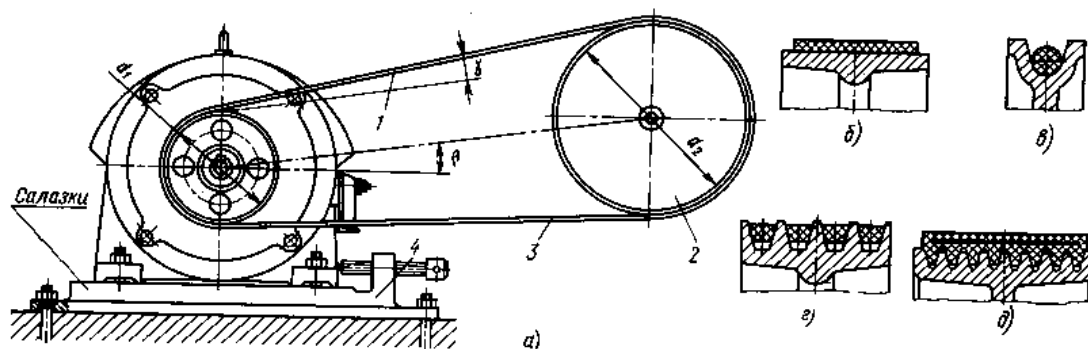
Тасмалар кўндаланг кесимнинг шаклига кўра ясси (2б-шакл), айланасимон (2в-шакл), понасимон (2г-шакл), ярим понасимон (2д-шакл) ҳамда тишли булиши мумкин,

Афзалликлари: Ҳаракатнинг нисбатан узоқ масофа (8...10 м) га узатиш мумкин; шовқинсиз ва равон ишлайди. Тузилиши оддий, нисбатан арзон туради, механизмларни сирпаниш Ҳисобига ўта юкланишдан сақланади.

Камчиликлари. Ташқи ўлчамларни нисбатан катталиги, узатиш сонини сирпаниш Ҳисобига ўзгарувчанлиги, таянчларга тушадиган куч қийматларни

нисбатан катталиги, ишлаш муддатининг камлиги (2000...3000с)

Механик узатмаларда тасмали узатмалар ҳаракатини камайтириш учун ишлатилиб, асосан юритмани тез ҳаракатланувчи поғонасида ишлатиш тавсия этилади. Узатмадаги қувват 50 кВтгача, айланма тезлиги 40..50 м/с гача узатиш сонини энг катта қиймати $u=5..6$ тарангловчи ролик ишлатилганда $u=6..10$ бўлиши мумкин.



2-шакл. Тасмали узатма ва тасма кесим турлари

Узатманинг кинематикаси. Шкивларни айланма тезликлари

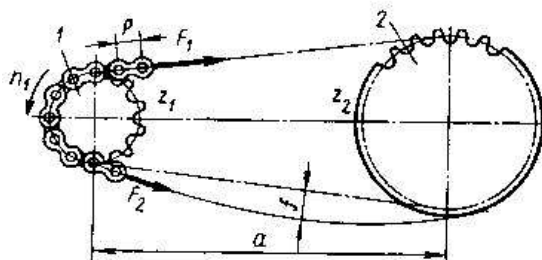
$$V_1 = \frac{\pi n_1 d_1}{60} \quad V_2 = \frac{\pi n_2 d_2}{60}.$$

Тасмаларни эластик силжишини Ҳисобга олиб $V_1 > V_2$ ёки $V_1 = V_2$ (1- ε) ёзиш мумкин, бунда узатиш сони.

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)}$$

Узатмаларда $\varepsilon = 0,01 \div 0,02$. Умуман оддий Ҳисоблашларда $u \approx \frac{d_2}{d_1}$ қабул қилиш мумкин.

Занжирли узатма турлари ва узатма кинематикаси. Занжирли узатма бу етакловчи юлдузча 1, етакланувчи юлдузча 2 ҳамда шу юлдузчага кийдирилган занжир 3 дан иборат (3-шакл). Занжир фақат бир текислик бўйича эгилади, шунинг учун ўқлар ўзаро параллел бўлиши шарт.



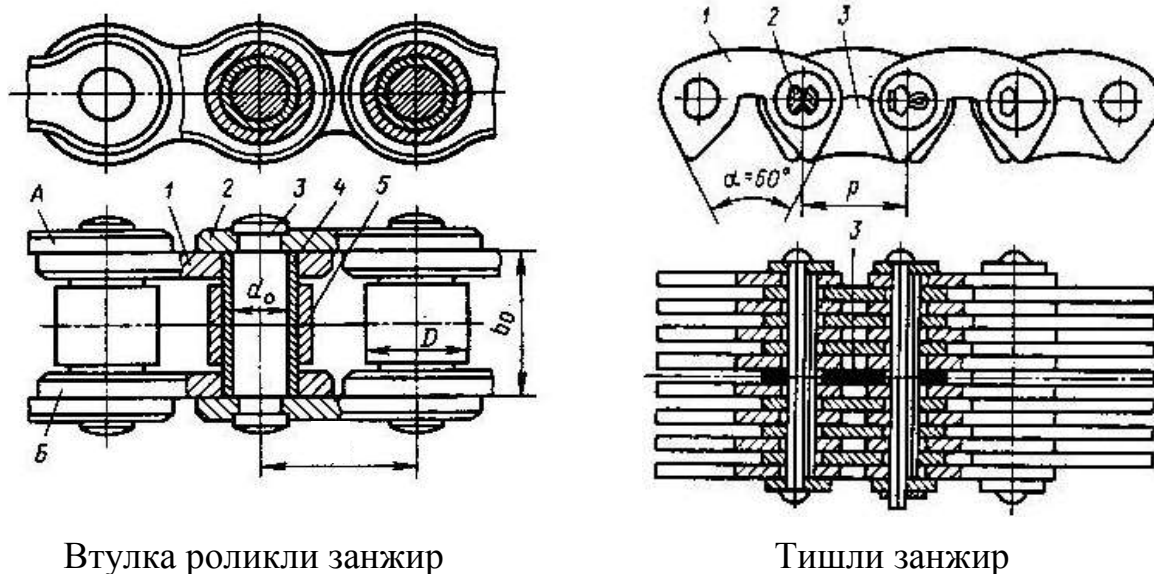
3-шакл. Занжирли узатма схемаси.

Занжирли узатмалар асосан қишлоқ хўжалик машиналарда, машина юритмаларида ҳар хил станокларда кун ишлатилади.

Афзалликлари: а) Ўқлараро масофа 6-8 м гача бўлиши мумкин; б) валларга тушадиган куч тасмали узатмаларга нисбатан кичик; в) 100 кВт гача қувват узатиши мумкин; г) сирпаниш ходисаси бўлмайди; д) ф.и.к юқори; е) бир поғанада узатиш сони $n \approx 7$ гача бўлиши мумкин;

Камчиликлари: а) таннархи юқори; б) юлдузчаларни тайёрлаш бирммунча мураккаб; в) ишлаш жараёнида эътибор билан қараб туришни ҳамда йиғишда юқори аниқликни талаб қилади; г) занжир элементларининг ейилиш звенолари узунлигининг ортишига ва қўшимча динамик кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади, бу эса узатманинг нотекис ишлашига сабаб бўлади.

Занжирлар. Узатмаларда асосан роликли ва тишли занжирлар ишлатилади. Роликли занжирлар втулка-роликли ва втулкали турларига бўлинади. Занжир қўйидаги элементлардан ташкил топган, бу ташқи ва ички пластиналар (1,2), ташқи пластина валик 3 га, ички пластина валикда айланаётган втулка 4 га пресслаб ўрнатилган (4-шакл). Валик билан втулка шарнир хосил қилади. Втулкага унинг атрофида бемолал айланадиган қилиб ролик 5 га ўрнатилган(шакл).



Втулка роликли занжир

Тишли занжир

4-шакл. Втулка роликли ва тишли занжирлар.

Втулкали занжирнинг втулка-роликли занжирдан фарқи шуки, унда втулка устига кийдирилган ролик 5 бўлмайди. Бунинг натижасида занжирнинг оғирлиги ва таннархи камаяди. Бироқ втулкали занжирнинг ҳамда у билан ишлашишда бўлган юлдузчаларнинг тишлари нисбатан тез ёйилади. Шунинг учун улардан кам юкланишли ва ҳаракат тезлиги нисбатан кичик узатмаларда фойдаланиш тавсия этилади.

Занжирни асосий геометрик ўлчами бу ролик ўқларини ўртасидаги масофа, яъни ролик қадами t .

Занжирни ўлчамлари ва тортиш даражаси унинг қадамига боғлиқ бўлиб, у қиймат қанча катта бўлса, тортиш даражаси шунча камаяди ҳамда занжирларни юлдузчалардан чиқиб кетиш ҳодисаси туғилади. Нисбатан секин ҳаракатланадиган узатмаларда занжир қадами $t > 25,4$ мм, тез ҳаракатланадиган узатмаларда $t < 25,4$ мм олиш тавсия этилади.

Тишли занжирлар нисбатан оғирлиги, тайёрлаш қийинлиги туфайли камроқ ишлатилади. Бу узатмалар роликли занжирларга нисбатан ишда ишончли ва мустаҳкам, катта тезлик билан ҳаракатланувчи узатмаларда ишлатиш мумкин(шакл).

Занжирларни пластиналари термик қайта-ишлаш мумкин бўлган ўрта углеродли ҳамда легирланган 45, 50 маркали пулат материалларидан тайёрланади, қаттиқлигини 40-50 HRC гача етказиш учун тоблаш йўли билан термик қайта ишланади. Ўқ, втулкаларни 15, 20, 15X, 20X маркали пулат материаллардан тайёрланиб қаттиқлигини 55-65 HRC гача еказиш учун углерод билан тўйинтириб тоблаш йўли билан термик қайта ишланади.

Бир қаторли роликли занжирлар учун узувчи кучнинг, қийматлари, занжир қадамига нисбатан 1-жадвалда берилган.

1-жадвал.

Занжир қадами t , мм	$F_{\text{ўз}}$ —бузувчи юкланиш, кН,	Занжир қадами t , мм	$F_{\text{ўз}}$, бузувчи юкланиш, кН
9,25	9,1	25,4	60,0
12,7	18,22	31,75	88,5
15,875	22,7	38,1	127,0
19,05	31,8	44,45	226,8

Узатманинг кинематикаси. Узатманинг узатиш сони

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

Занжирли узатмалар узатиш сонини $u \leq 4$ олиш тавсия этилади, лекин $u \leq 7$ гача олиш мумкин.

Занжир бўғинлари юлдузча атрофида кўпбурчак шаклида жойлашади. Юлдузчанинг бир марта айланишида занжир ҳосил қилган кўпбурчакнинг периметрига тенг масофани босиб ўтиб, занжир қадами юлдузча тишлари сонига мос бўлади. Юлдузчанинг бир дақиқада айланишлар сони n , тишлар сони- z ва занжир қадами- t_z маълумлигидан, занжир ва юлдузчанинг чизиқли тезлиги қуйидаги ифодадан аниқланади.

$$v = \frac{z t_z n}{60}.$$

7- МАЪРУЗА

МАВЗУ: ТИШЛИ МЕХАНИЗМЛАР. ТИШЛИ УЗАТМА ТУРЛАРИ, ИЛАШМАНИНГ АСОСИ ҚОНУНИ

Маъруза режаси:

- 1. Тишли механизмларнинг турлари.**
- 2. Тишли илашишнинг асосий қонуни. Виллис теоремаси.**
- 3. Тишли механизмларнинг узатиш нисбатини аниқлаш.**

Тишли механизмларнинг турлари.

Тишли механизмлар бир-бири билан олий таянч воситасида айланма ёки илгарланма кинематик жуфтлар ҳосил қилувчи тишли ғилдираклардан иборат.

Тишли узатмалар техникада кўп тарқалган бўлиб, юргизувчидан (двигателдан) ишчи машинага ёки машинанинг бир қисмидан иккинчисига айланма ҳаракат ва моментни узатиш учун ишлатилади.

Иккита тишли ғилдирак илашма ҳосил қилиб, биттасининг тиши иккинчисининг иккита тишлари орасига (чуқурлигича) кириб ён томонлари билан таъсир қилади ва айлантиради.

Бўғинларнинг нисбий ҳаракатига, тишли ғилдираклар ва тишларнинг шаклига, тишларни тегиб турувчи элементлари характериға, ғилдираклар нуқталарининг жойлашишига ва бошқа аломатларга қараб тишли механизмларни гуруҳларга ажратиш мумкин. (1-жадвал)



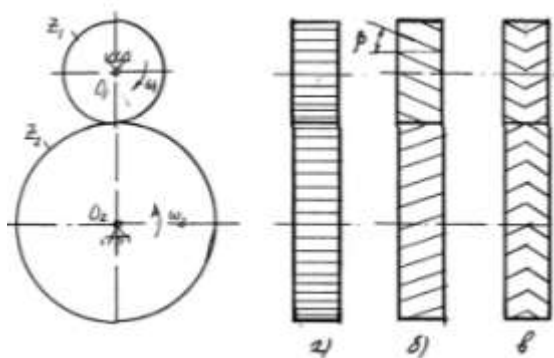
Бўғинлари бир текисликда ҳаракат қилувчи тишли узатмалар текис хисобланади. Масалан, **ўқлари параллел цилиндрик узатмаларда ғилдираклар бир ёки параллел текисликда ҳаракатланиши мумкин.**

Амалда доира шаклидаги ғилдираклар кўп қўлланилади, чунки улар узатиш нисбатини ўзгармас бўлишини таъминлайди. **Думалок бўлмаган (масалан, эллипси) тишли ғилдираклар фақат махсус ҳолларда қўлланилади.**

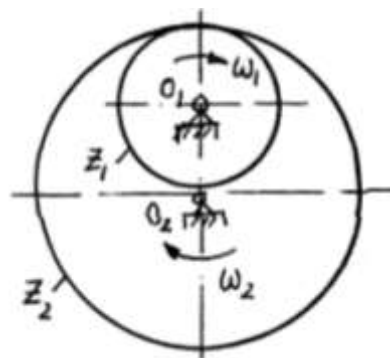
Олий жуфт элементига қараб, тишли механизмларнинг тишлари нукта ёки чизиқ орқали туташishi мумкин. Чизиқли туташишда солиштирма босим камаяди, аммо тишларнинг профили аниқ бўлиши керак, акс ҳолда ортиқча боғланишлар ҳосил бўлади. Нукта орқали туташишда тишларни тегиб турувчи қисмида солиштирма босим катта бўлади, лекин тишли узатмада ортиқча боғланиш бўлмайди.

Цилиндрсимон узатмалар ўқлари параллел жойлашганда, конуссимон узатмалар ўқлари тик, гиперболоидли (червякли) узатмалар ўқлари айқаш жойлашганда қўлланилади.

Цилиндрсимон тишли узатмаларни кўрайлик. Бундай узатмалар ғилдиракларнинг ўқлари параллел жойлашганда қўлланилади. Улар ташқи, ички ва рейкали илашишли турларга бўлинади. Тишларни жойлашишига қараб тўғри (1а-шакл), эгри (1б-шакл), шевронли (1в-шакл) ғилдираклар қўлланилади.



1-шакл.

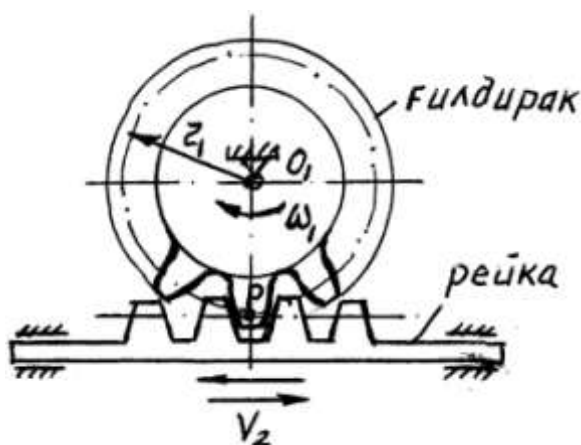


2-шакл.

2-шаклда цилиндрсимон ички илашишли узатма кўрсатилган.

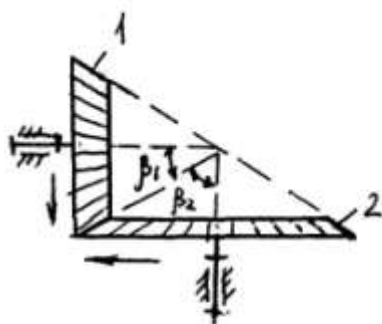
Ташқи илашишли тишли узатмаларда ғилдираклар қарама-қарши томонга, ички илашишда эса бир томонга ҳаракатланади.

3-шаклда цилиндрсимон узатманинг хусусий ҳоли – рейкали тишли механизм келтирилган. Бу механизмда тишли ғилдирак айланма, рейка илгарилама ҳаракатланади.

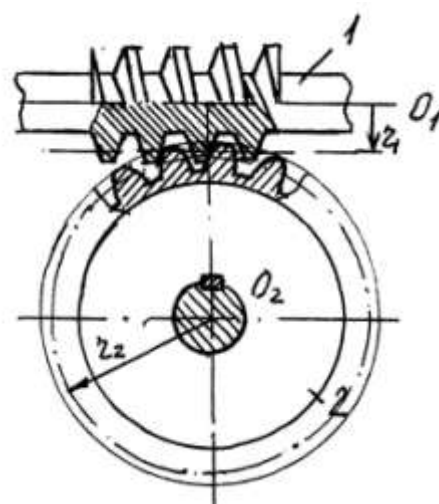


3-шакл.

Конуссимон тишли узатмалар (4-шакл) фазовий механизм бўлиб, айланиш ўқлари тик ёки қандайдир бурчак остида жойлашганда қўлланилади.



4-шакл.



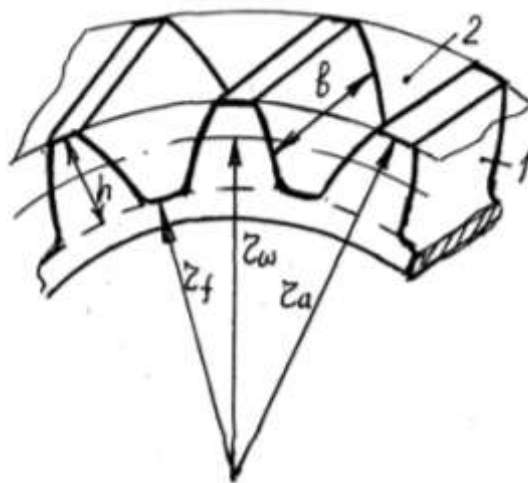
5-шакл.

Ўқлари 90° да айқаш жойлашган тишли узатмалар (5-шакл) червякли механизмлар деб аталади. 1-червяк ω_1 бурчак тезлиги билан O_1 ўз ўқи атрофида айланганда 2-червякли ғилдиракни ω_2 бурчак тезлиги билан O_2 ўқи атрофида ҳаракатлантиради. Агар червяк ғилдирак ўқиға тик текислик

билан кесилганда тишлар профили эвольвентали ғилдирак билан илашувчи рейка ҳосил бўлади. Бу текислик бош қирқим текислиги деб аталади. Демак, червякли узатманинг бош қирқимидаги илашишини рейкали илашиш тарзида кўз олдимизга келтиришимиз мумкин, яъни рейкани илгариланма ҳаракатлантирилганда ғилдирак ω_2 бурчак тезлиги билан айланади.

Тишли илашишнинг асосий қонуни. Виллис теоремаси.

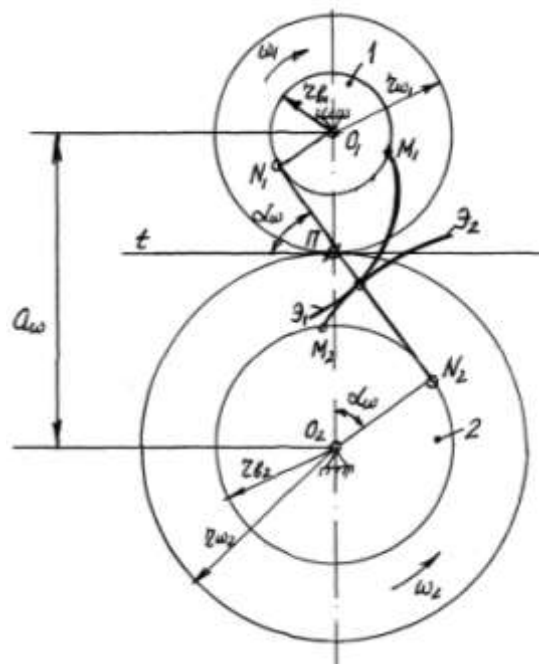
6-шаклда тишларнинг ён томонлари ва тишнинг бош ва оёқ қисмларидан ўтувчи цилиндрлик сиртлари кўрсатилган.



6-шакл.

Агарда тишни ҳосил қилувчи цилиндрларнинг радиуслари чексизликка интилса ғилдирак тўғри чизикли тишли рейкага айланади.

Тишли механизмнинг ҳосил бўлиш ғоясини тасмали узатмани конструктив ўзгартириш йўли билан тушунтириш мумкин.



7-шакл.

Ингичка ип шаклидаги тасмадан иборат нисбий сирпаниш бўлмаган кесишиб ўтувчи идеал тасмали узатма берилган (7-шакл). Шкивга нисбатан тасманинг нуқталари эвольвента траекторияларини ҳосил қилади.

3-тасмада (7-шакл) К нуқтани танлаймиз ва унинг нисбий ҳаракатдаги траекториясини дастлаб биринчи шкивга, сўнгра иккинчи шкивга нисбатан чизамиз. Натижада $\mathcal{E}_1$ ва $\mathcal{E}_2$ доира эвольвенталари ҳосил бўлади. $\mathcal{E}_1$ эвольвентани биринчи шкив билан, $\mathcal{E}_2$ эвольвентани иккинчи шкив билан қаттиқ боғлаймиз. $\mathcal{E}_1$ ва $\mathcal{E}_2$ эвольвенталарни металлдан тайёрланган ва бир-бирига тегиб турувчи тишларнинг ён томонлари деб фараз қилайлик.

Агар 3- тасмани ташлаб юбориб, 1-тишли ғилдиракни ҳаракатлантирсак, $\mathcal{E}_1$ эвольвентали тиш $\mathcal{E}_2$ эвольвентали тишга таъсир қилиб, иккинчи ғилдиракни айлантиради. Ҳосил бўлган тишли узатма кинематик жиҳатдан кесишиб ўтувчи тасмали узатмага эквивалент бўлади.

7-шаклдан кўриниб турибдики тасманинг илгариланма ҳаракатида N_1 ва N_2 нуқталарнинг тезликлари бир-бирига тенг бўлади.

$$VN_1 = VN_2$$

$$V_{N1} = \omega_1 r_1 \quad V_{N2} = \omega_2 r_2 \quad (1)$$

назарга олинса, ифода қуйидагича бўлади:

$$\omega_1 r_{B1} = \omega_2 r_{B2} \quad (2)$$

$$\text{ёки} \quad \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_{\hat{a}2}}{r_{\hat{a}1}} \quad (3)$$

Бу ерда V_{N1}, V_{N2} N_1 ва N_2 нуқталарнинг чизиқли тезликлари,
 ω_1, ω_2 1 ва 2- ғилдиракларнинг бурчак тезликлари,
 r_{B1}, r_{B2} - тишли ғилдираклар асосий айланаларининг радиуслари (тасмали узатма шкивларининг радиуслари).

Иккита тишнинг $\mathcal{E}_1$ ва $\mathcal{E}_2$ профилларини бир-бирига тегиб турувчи K нуқтаси доимо эвольвентанинг умумий $N_1 N_2$ нормал чизиғида ётади.

2-шаклдан бир-бирига ўхшаш $O_1\pi N_1$ ва $O_2\pi N_2$ учбурчаклар томонларининг пропорциясини тузамиз

$$\frac{O_2 N_2}{O_1 N_1} = \frac{O_2 \pi}{O_1 \pi} \quad (4)$$

бу ерда: $O_2 N_2 = r_{B2}, O_1 N_1 = r_{B1}$

Бунда (4) қуйидагича бўлади.

$$\frac{r_{B2}}{r_{B1}} = \frac{O_2 \pi}{O_1 \pi}$$

ёки (3) ни назарга олсак

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{O_2 \pi}{O_1 \pi} \quad (5)$$

Агарда $O_1\pi$ ва $O_2\pi$ кесмалари ўзгармаса, яъни π нуқтаси $O_1 O_2$ марказларининг чизиғидаги ҳолати ўзгармаси, U_{12} узатиш нисбати ҳам ўзгармайди.

Шундай қилиб, илашишнинг асосий қонуни ёки Виллис теоремаси деб аталувчи тишли узатманинг асосий хусусиятларидан бири аниқланади.

Бу теорема (қонун) қуйидагича ифодаланади.

Тишли узатманинг узатиш нисбати ўзгармас бўлиши учун икки тишни тегиб турувчи нуқтасидан ўтган нормал доимо π нуқтадан ўтиб, α_ω – марказлар оралиғини ғилдираклар бурчак тезликлари нисбатига тескари пропорционал тарзда бўлиши керак.

π нуқта илашиш қутби, r_{B1} ва r_{B2} радиусли айланалар асосий айланалар

деб аталади.

Илашишнинг асосий қонуни талабларини турли шаклдаги жуфт эгри чизиклар қониктиради. 1764 йилда улуғ математик олим Л. Эйлер таклиф қилган эвольвентали илашиш амалда кўпроқ қўлланилмоқда. Шунингдек, циклоидали айлана бўйлаб винтли (Новиков илашмаси) ва бошқа илашмалар ҳам қўлланилмоқда.

Илашишнинг асосий қонунига бўйсинувчи ва $U_{12} = \text{const}$ таъминловчи тишларнинг профили туташувчи профиллар деб аталади.

2-шаклда келтирилган тишларнинг Θ_1 ва Θ_2 эвольвентали профиллари туташувчи профиллар ҳисобланади.

Узатиш нисбатининг доимийлигини таъминлаш тишли узатмаларнинг асосий афзаллигидир.

Тишли механизмларнинг узатиш нисбатини аниқлаш.

Жуфт ғилдираклар бурчак тезликларининг нисбатига узатиш нисбати деб айтилади.

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{r_2}{r_1} \quad (6)$$

Бу ерда: r_1 – биринчи (ҳаракат кирувчи) фрикцион радиуси;

r_2 – иккинчи (ҳаракат чиқувчи) фрикцион радиуси.

Цилиндрларни нисбий сирпанмай бир-бирига нисбатан думалайди деб тахмин қилинган эди. Худди шунга ўхшаш илашишда бўлган иккита ғилдирак учун узатиш нисбати ифодасини тузиш мумкин.

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{r_{\omega 2}}{r_{\omega 1}} = \pm \frac{z_2}{z_1} \quad (7)$$

Бу ерда: $r_{\omega 1}$ ва $r_{\omega 2}$ -тишли ғилдиракларнинг бир-бирига нисбатан сирпанмай думалайдиган бошланғич айланаларининг радиуслари;

z_1 ва z_2 – ғилдиракларнинг тишлари сони ($r_{\omega 1} = \frac{mz_1}{z_1}$; $r_{\omega 2} = \frac{mz_2}{z_2}$)

Мусбат ишора ғилдираклар бир томонга, манфий ишора қарама-қарши томонга айланганда қабул қилинади. **Узатиш нисбати билан бирга узатиш сони ҳам ишлатилади. Узатиш сони деганда катта ғилдирак**

тишларининг сонини кичик ғилдиракни тишлар сони нисбатига айтилади.

Ташқи илашишда ғилдиракларнинг бурчак тезликлари бир хил бўлиб, аксинча узатиш нисбати мусбатдир.

Рейкали илашишда ω_1 ва V_2 тезликлар ўзаро боғланган:

$$V_2 = \omega_1 (0, P) = \omega_1 r_1 \quad (8)$$

Конуссимон тишли узатмаларнинг (6-шакл) узатиш нисбати қуйидагича аниқланади.

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r\omega_2}{r\omega_1} = \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1} \quad (9)$$

Бу ерда: n_1 ва $n_2 - 1$ ва 2 ғилдиракларнинг айланиш частоталари,

β_1 ва β_2 – бошланғич конуслар учининг бурчаклари,

$r_{\omega 1}$ ва $r_{\omega 2}$ – бошланғич конуслар асосининг радиуслари.

Ўқлари 90° бурчакда айқаш жойлашган червякли узатмани (7-шакл) узатиш нисбати қуйидагича аниқланади.

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_r} \quad (10)$$

Бу ерда: ω_1 ва ω_2 - червяк ва червякли ғилдиракнинг бурчак тезликлари,

Z_2 – червякли ғилдирак тишларининг сони,

Z_r – червяк кирими (червяк арикчасининг ўрамлари сони).

Тишли илашмалардан икки турдаги қўп бўғинли тишли механизмларни тузиш мумкин: поғонали ва қаторли.

8-шаклда икки поғонали тишли механизм кўрсатилган. z_1 ва z_2 илашма биринчи z_3 ва z_4 илашма иккинчи поғона ҳисобланади. Механизм узатиш нисбати таърифидан:

$$U_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} \quad (11)$$

(11) нинг суръат ва махражини ω_2 га бўламиз:

$$U_{1-4} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \frac{\omega_2}{\omega_4}$$

$\omega_2 = \omega_3$ бўлгани учун,

$$U_{1-4} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_4} = U_{12} \cdot U_{34} \quad (12)$$

Демак кўп бўғинли тишли узатманинг узатиш нисбати унинг таркибидаги тишли илашмаларнинг узатиш нисбатлари кўпайтмасига тенглигини назарга олсак,

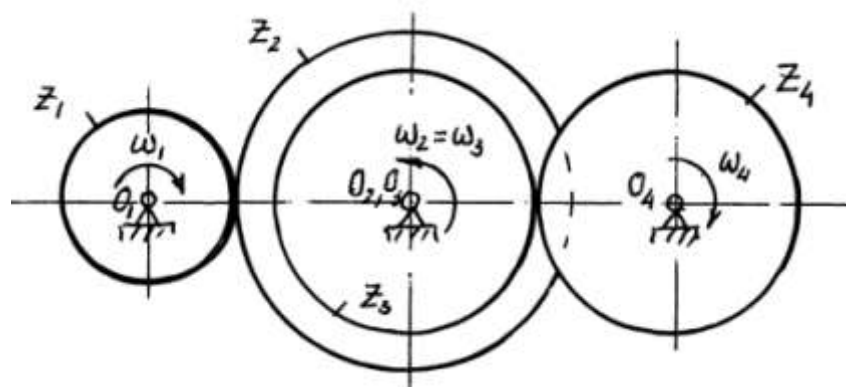
$$U_{12} = -\frac{Z_2}{Z_1}, \quad U_{34} = -\frac{Z_4}{Z_3}, \quad U_{14} = \frac{Z_2}{Z_1} \frac{Z_4}{Z_3} \quad (13)$$

келиб чиқади.

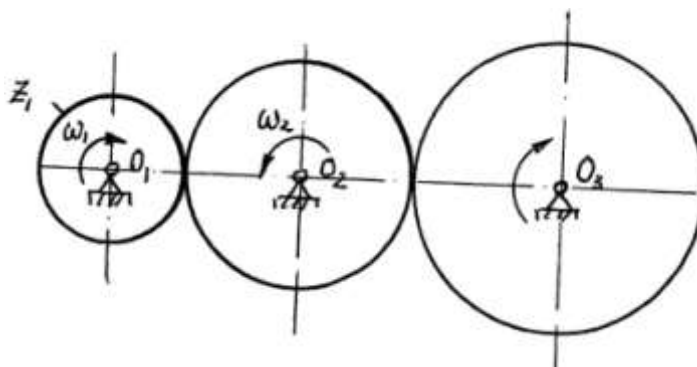
Қаторли кўп бўғинли кетма-кет илашган Z_1 , Z_2 ва Z_3 ғилдираклардан иборат тишли узатма 9- шаклда тасвирланган. Бундай механизмнинг узатиш нисбати қуйидагича аниқланади.

$$U_{13} = U_{12} \cdot U_{23} = \left(-\frac{Z_2}{Z_1}\right) \left(-\frac{Z_3}{Z_2}\right) = \frac{Z_3}{Z_1} \quad (14)$$

Қаторли тишли узатманинг узатиш нисбати чиқувчи ғилдирак тишлар сонини кирувчи ғилдиракнинг тишлар сонига нисбати билан аниқланади. Ораликдаги ғилдираклар канча бўлишига қарамай узатиш нисбати қийматига таъсир қилмай фақат чиқувчи ғилдиракнинг айланиш йўналишини ўзгартириши мумкин.



8-шакл.



9-шакл.

Назорат саволлари

1. Тишли механизмни ҳосил бўлиш ғоясини тушунтиринг.
2. Илашишнинг асосий қонуни қандай таърифланади?
3. Туташувчи профиллар қандай профиллар?
4. Тишли ғилдиракли механизмлар классификациясини тушунтиринг.
5. Қандай узатмалар цилиндрсимон деб аталади?
6. Цилиндрсимон узатмаларнинг турларини кўрсатинг.
7. Қандай узатмалар рейкали, конуссимон ва червякли деб аталади?
8. Тишли механизмларнинг узатиш нисбати қандай аниқланади? Турли узатмалар мисолида тушунтиринг.
9. Қандай узатмалар поғонали ёки қаторли деб аталади?
10. Қаторли ва поғонали узатмаларнинг узатиш нисбатлари қандай аниқланади?
11. Тишли узатмаларнинг узатиш сони деганда нима тушунилади?
12. Тишларнинг профиллари қандай эгри чизик билан ҳосил бўлган?
13. Новиков илашмаси қандай илашма?
14. Машиналарда кўпроқ қандай тишли механизмлар қўлланилади?
15. Тишли узатмаларнинг асосий афзаллик ва камчиликларини кўрсатинг.

8-МАЪРУЗА

МАВЗУ: ТИШЛИ ИЛАШМА ВА УНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИ.

ҚОПЛАШ КОЭФФИЦИЕНТИ

Маъруза режаси:

- 1. Тишли илашманинг асосий элементлари.**
- 2. Эвольвентали илашиш назарияси асослари**
- 3. Илашиш ёйи ва қопланиш коэффиценти.**

Тишли илашишнинг асосий элементлари

Илашишда бўлган иккита цилиндрсимон ғилдиракларнинг кўндаланг қирқимини кўрайлик (1-шакл). Тишли ғилдиракларнинг бошланғич айланалари тушунчасини киритамиз. Бунда бир-бирига нисбатан сирпанмай думалайдиган иккита айланалар тасаввур қилинади. Шундай қилиб, бошланғич айланалар тишли ғилдиракларнинг нисбий ҳаракатидаги центроидалар ҳисобланади. Тишлар ва тишли ғилдираклар бошланғич айланалари билан боғлиқ бўлган ҳамма ўлчамлар халқаро шартномаларга асосан “ ω ” индекси билан белгиланади. 1-шаклда бошқа айланалар тегишли индексларда, масалан “ a ”индексда бош қисм айланалари, “ f ” индексда оёқ қисм айланалари “ b ” индексда - асосий айланалар кўрсатилган. Бошланғич айланалар иккита тишли ғилдиракли илашишида ҳосил бўлади.

Иккита ғилдиракнинг бошланғич айланасидаги қадами бир хил бўлиши керак, акс ҳолда битта ғилдирак тиши иккинчи ғилдиракнинг тишлари орасига сиғмаслиги мумкин.

Илашиш назариясида илашиш қадами билан бирга бурчак қадами тушунчаси ҳам қўйилади. P_{ω} - қадам ёйини ўз ичига олган марказий τ бурчак қадами дейилади. Улар қуйидагича боғланган:

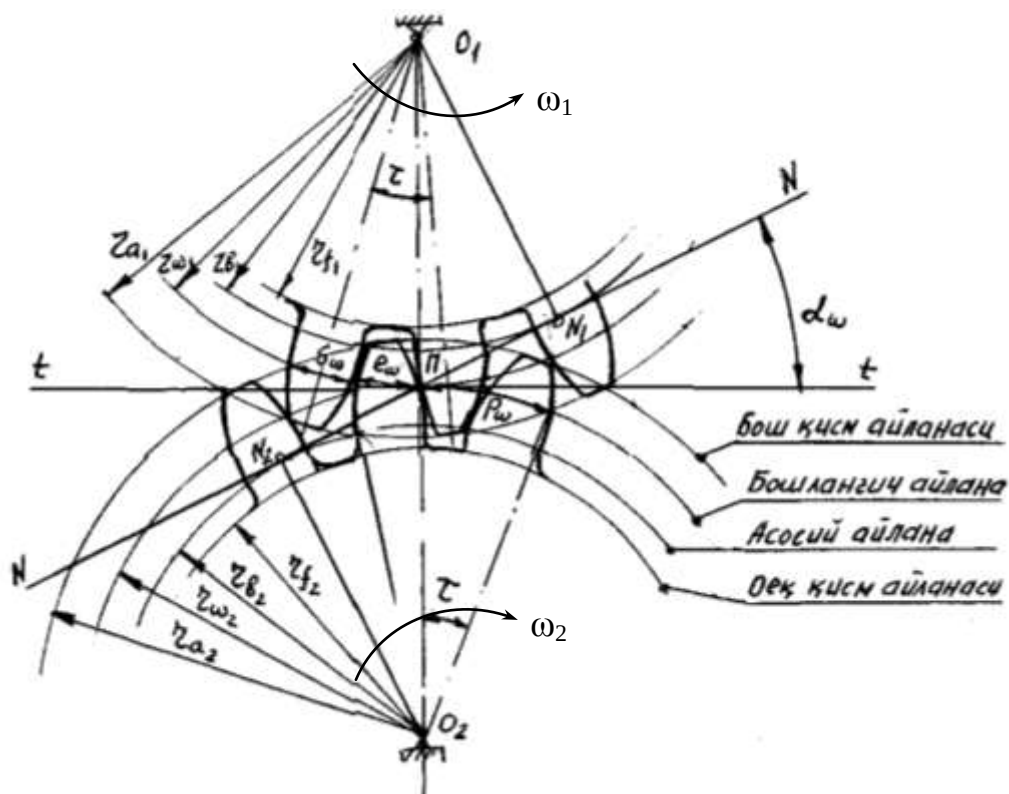
$$P_{\omega} = \tau \cdot r_{\omega} \quad (1)$$

Бу ерда τ - илашишнинг бурчак қадами
 r_{ω} - бошланғич айлана радиуси

Илашиш қадами P_ω тиш қалинлиги ва икки тиш e_ω оралиғининг йиғиндисига тенг.

$$P_\omega = S_\omega + e_\omega \quad (2)$$

Бу ерда S_ω ва e_ω бошланғич айланаларда ётувчи ўлчамлардир.



1 – шакл

Механик қайта ишланган ғилдиракда $S_\omega = e_\omega$ натижасида тишнинг икки тиш оралиғига зич кириши таъминланади.

Тишли ғилдирак қадамини 1-шаклда тасвирланган айланаларнинг хоҳлаганидан ўлчаш мумкин. Бунда қадам илашувчи иккита ғилдираклар учун бир хилда бўлмайди. Шунинг учун ғилдираклар ўлчамларини аниқлаш учун база ҳисобланган айлана киритилади. Бундай айлана ғилдиракларнинг бўлувчи айланаси деб айтилади. Бўлувчи айлана бўлувчи цилиндрнинг асоси ҳисобланади. Тишли ғилдиракнинг бўлувчи айлана бўйлаб қадами қирқувчи асбобнинг қадамига тенг бўлади.

Тишли ғилдирак қадамидан фойдаланиб, унинг ўлчамларини аниқлашнинг аналитик боғланишлар системасини тузиш мумкин. Аммо қадамли системани иррационаллиги амалда ноқулайликлар яратгани учун

модул системаси билан алмаштирилади. Хар бир ғилдиракни тайёрлашда унинг модули кўрсатилади. Ғилдиракнинг модули доимо қирқувчи асбоб модулига тенг бўлади.

Бўлувчи айлана узунлигини қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$Pz = 2\pi r \quad (3)$$

Бу ерда, P - бўлувчи айлана бўйлаб қадам

Z - ғилдирак тишлари сони

r - бўлувчи айлана радиуси

(3) дан:

$$r = \frac{P}{\pi} \cdot \frac{Z}{2} \quad (4)$$

(4) ифодада формула $\frac{P}{\pi} = m$ белгилаймиз.

Бунда:

$$r = m \cdot \frac{Z}{2} \quad (5)$$

Бу ерда m – илашиши модули, мм

Тишли ғилдиракнинг бўлувчи айлана бўйлаб қадами ва модули қуйидагича боғланган

$$P = \pi m \quad (6)$$

(5) дан тишли ғилдиракнинг геометрик моҳиятини аниқлаш мумкин

$$m = \frac{2r}{Z} \quad (7)$$

Тишли ғилдирак модули бўлувчи айлана диаметрининг битта тишга тўғри келадиган узунлигидир. Модулнинг қиймати стандартлашган инженерлик ҳисобларида тишли ғилдирак модулини мустахкамликка ҳисоблашдан аниқланади ва стандарт бўйича яқинроқ қиймати қабул қилинади.

Эвольвентали илашиш назарияси асослари

Замонавий машинасозликда қатор афзалликларга эга бўлган эвольвентали илашиш алоҳида ўринни эгаллайди. Эвольвентали илашишда профилларининг асосий қисми доира эвольвентасидан иборат.

Ташқи илашишли цилиндрсимон узатма мисолида эвольвентали илашиш назарияси ҳолатларини кўриб чиқамиз.

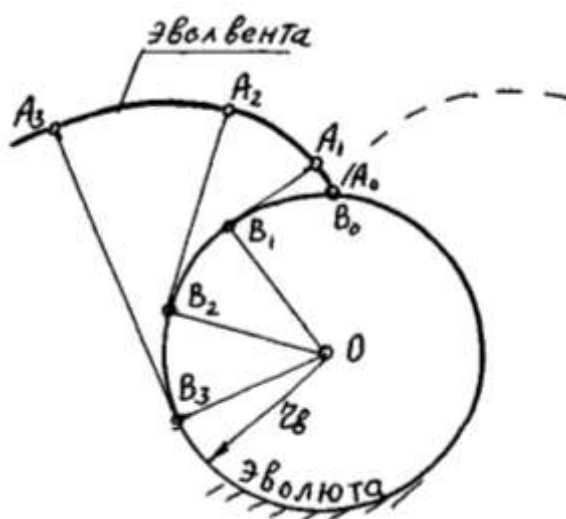
Қўзғалмас айланада тўғри чизикни сирпанмай думалашида унинг нуқтаси чизган эгри чизик доира эвольвентаси деб аталади. Думалайдиган чизикни ҳосил қилувчи чизик, қўзғалмас айланали эволюта ёки асосий айлана деб аталади (4 шакл).

Эвольвентани қурилишидан келиб чиқадиган баъзи хоссаларини эслатиб ўтамиз.

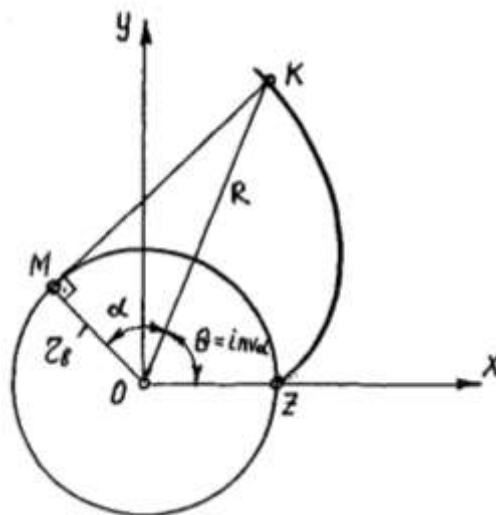
1. Доира эвольвентаси икки тармоққа эга;
2. Асосий айлананинг айлана билан ҳосил қилувчи чизикнинг кесмалари орасида қуйидагича боғланишлар мавжуд.

$$\begin{aligned} \cup B_0B_1 &= A_1B_1, \\ \cup B_0B_2 &= A_2B_2 \\ \cup B_0B_3 &= A_3B_3 \quad \text{ва х.к} \end{aligned} \quad (14)$$

3. Эвольвента ҳоҳлаган нуқтасининг нормали эволютага уринма ҳисобланади.
4. A_1B_1 , A_2B_2 ва х.к нормалларнинг кесмалари эвольвента $A_1A_2 \dots$ нуқталарининг эгрилик радиуслари ҳисобланади
5. Эволюта эвольвента эгрилик марказларининг геометрик ўрни ($B_1, B_2 \dots$) нуқталари ҳисобланади.



4 – шакл



5 – шакл

5-шаклдан фойдаланиб, эвольвентанинг параметрик тенгламасини келтириб чиқарамиз.

$\triangle OMK$ дан:

$$R = \frac{r_b}{\cos \alpha} \quad (15)$$

Бу ерда R - эвольвентанинг радиус вектори;

r_b - асосий айлананинг радиуси

Эвольвентанинг 2 хусусиятидан фойдаланиб

$$\cup MZ = MK \quad (16)$$

ва $\cup MZ = r_b(\alpha + \theta)$, $MZ = r_b \cdot \operatorname{tg} \alpha$ инобатга олиб (16)ни қуйидаги

кўринишга келтириш мумкин:

$$r_b(\alpha + \theta) = r_b \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

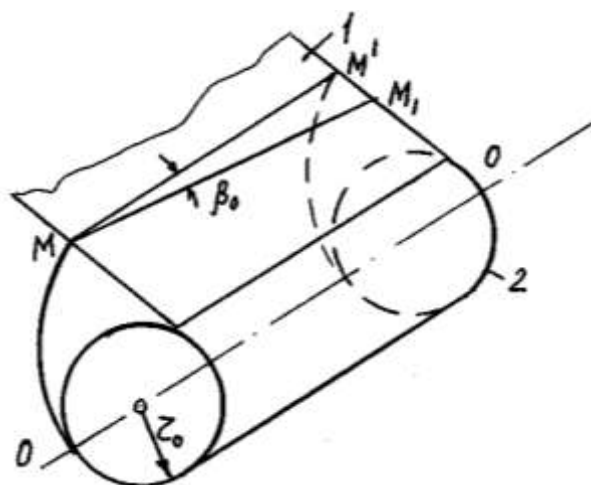
Соддалаштиришдан сўнг

$$\theta = \operatorname{tg} \alpha - \alpha \quad (17)$$

$\operatorname{tg} \alpha - \alpha = \operatorname{inv} \alpha$ ифодаси эвольвента функцияси ёки α бурчагининг инвалютаси θ бурчагига тенгдир.

Инвалютани аниқлаш учун тегишли жадваллар ишлаб чиқилган (17) ифодада α ва θ бурчаклари радиан ўлчамига эга.

Эвольвентали тиш ён томонининг ҳосил бўлишини қуйидагича кўз олдимизга келтиришимиз мумкин, (6-шакл). Ҳосил қилувчи асосий



6 – шакл.

2-цилиндрга тегиб турувчи текислик сирпанмай думаласин. Текисликнинг думалашада MM_1 чизик тўғри тишнинг ён томонини ҳосил қилади. Бунда MM' ва MM_1 чизикларида ётувчи нуқталар доира эвольвентасини чизади.

Юқорида қайд қилинганлардан тишнинг ён томонини тўғри чизикли қирқувчи асбоб ёрдамида тайёрлаш имкониятлари борлиги келиб чиқади. Бу хусусият эвольвентали илашишнинг муҳим хусусиятларидан бири ҳисобланади.

Тишларнинг туташувчи профиллари $u=\text{const}$ бўлишини таъминлайди. Эвольвентали профилларнинг туташишда бўлишини исботлаймиз. 7-шаклда эвольвентали профиллар $\mathcal{E}_1$ ва $\mathcal{E}_2$ ҳарфлари билан белгиланади.

Маълумки,

$$U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r\vartheta_2}{r\vartheta_1}$$

Асосий айланаларнинг $гв_1$, $гв_2$ радиуслари ва NN нормалнинг ҳолати илашманинг ишлаш жараёнида ўзгармаслиги эвольвентали илашишда узатиш нисбатини ҳар доим ўзгармас сақлашга имконият беради. Шунинг учун

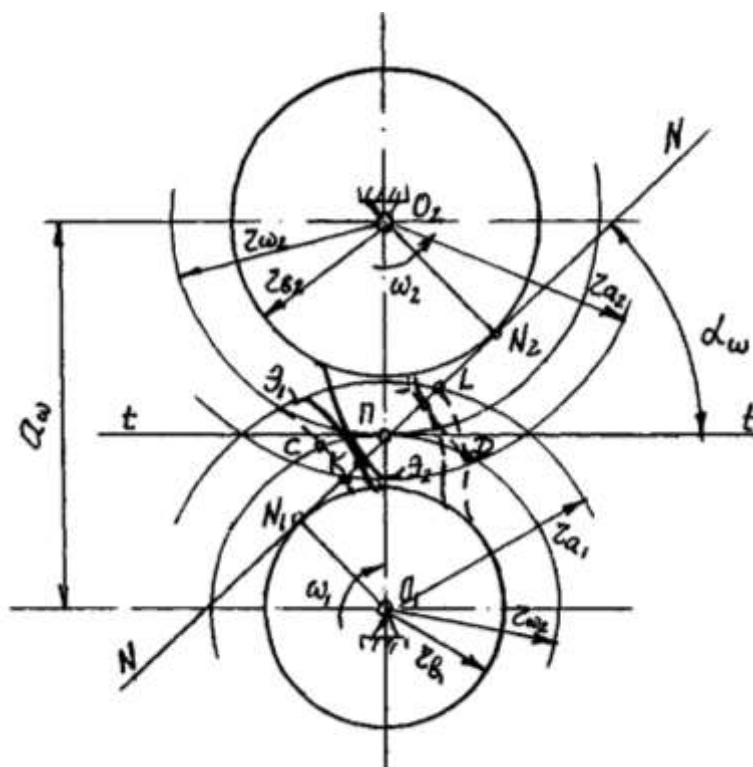
$$U_{12} = \frac{r\vartheta_2}{r\vartheta_1} = \text{const}, \text{ чунки } r\vartheta_1 = \text{const}, \quad r\vartheta_2 = \text{const} \text{ (1-шакл)}$$

Эвольвентали илашишнинг яна битта ажойиб хусусиятини айтиб

ўтиш лозим: тишли узатмани a_w марказлари оралиғи бироз ўзгарганда унинг узатиш нисбати ўзгармайди. a_w нинг узатиш нисбати ифодасига кирмаслиги бунинг исботи ҳисобланади.

Илашиш чизиғи, бурчаги, ёйи ва қопланиш коэффициент

Иккита туташувчи тишлар профилларининг тегиб турувчи нуқталарини геометрик ўрни илашиш чизиғи деб аталади.



7 – шакл

Эвольвентали узатмада илашиш чизиғи NN умумий нормал бўйлаб йўналган (7-шакл). Ҳақиқатан, агарда иккита эвольвентали тишларни тегиб турган ихтиёрий нуқтасидан нормал ўтказилса, эвольвентанинг 3 хусусиятига асосан (эвольвента хоҳлаган нуқтасининг нормали эволютага уринма ҳисобланади), у иккала асосий айланаларга уринма бўлиб NN умумий нормалга мос келади. Шундай қилиб, илашиш чизиғи умумий нормал ҳисобланади.

7-шаклда туташувчи $\mathcal{E}_1$ ва $\mathcal{E}_2$ эвольвента профилларининг икки ҳолати ҳам тишларнинг тегиб турувчи нуқтаси NN нормалда жойлашган.

Илашиш чизиғининг тўғри чизиқлиги эвольвентали узатманинг яна бир афзаллиги ҳисобланиб, бир тишнинг иккинчи тишга нисбатан босим кучининг йўналиши ўзгармас сақланади.

Илашишнинг бази турларида, масалан, циклоидали илашишда, илашиш чизиғи эгри чизиқдир.

Илашиш чизиғида O_1 ва O_2 нуқталаридан туширилган тик чизиқларнинг NN билан кесишган N_1 ва N_2 нуқталари орасида қисми назарий илашиш чизиғи ҳисобланади.

Тишлар бош қисми айланаларининг NN нормал билан кесишган KL қисми ҳақиқий ёки амалий илашиш чизиғи деб аталади (7 шакл) Иккита тиш K нуқтада илашишга кирса, L нуқтада илашишдан чиқади. Агарда иккита тишнинг бир-бирига тегиши N_1N_2 назарий илашиш чизиғидан ташқарида бўлса, тишларнинг интерференцияси, яъни бир жойда бирданига иккита ғилдиракларнинг тишлари пайдо бўлганда содир бўлади. Бундай бўлиши мумкин эмас.

Бошланғич айланаларга ўтказилган tt умумий нормал билан NN чизиғи орасидаги α_o бурчак илашиш бурчаги деб аталади. Хусусан, $\alpha_o = 20^\circ$ тенг.

Илашиш ёйи ва қопланиш коэффиценти.

Нуқтани бошланғич айлана бўйлаб, илашиш вақтида босиб ўтган йўли CD илашиш ёйи дейилади. 7-шаклда илашиш ёйи биринчи ғилдирак учун кўрсатилган.

Илашиш ёйининг илашиш қадамига нисбати қопланиш коэффиценти деб аталади.

$$\varepsilon_\alpha = \frac{CD}{P\omega} \quad (18)$$

Бу ерда ε_α - қопланиш коэффиценти,

CD – илашиш ёйи,

$P\omega$ - илашиш қадами

Тишли илашмани текис ва узлуксиз ишлаши учун ε_α бирдан катта

бўлиши керак.

Бунда биринчи жуфтлик илашишдан чиқмасдан иккинчи жуфтлик илашишга киради. Агар бу шарт бажарилмаса ε_α бирдан кичик бўлиб, навбатдаги жуфт тишлар зарба билан илашишга киради ва узатмани ишлаш шароити ёмонлашади.

Шунинг учун $\varepsilon_\alpha \geq 1,05$ шarti бажарилиши керак

Назорат саволлари

1. Бошланғич айланалар қандай айланалар?
2. Бошланғич айланалардаги параметрларни кўрсатиг.
3. Бўлувчи айлана деб қандай айланага айтилади?
4. Илашиш қадами ва модули нима?
5. Доира эвольвентаси ва унинг асосий хусусиятларини кўрсатиг?
6. Эвольвентанинг параметрик тенгламаси қандай келтириб чиқарилади?
7. Назарий ва амалий илашиш чизиғи қандай чизиқ?
8. Амалий илашиш чизиғи қандай аниқланади?
9. Қопланиш коэффиценти қандай аниқланади?
10. Илашиш чизиғи қандай чизиқ?
11. Нормал илашишда илашиш бурчаги қиймати нимага тенг?
12. Қопланиш коэффиценти қиймати нима учун 1 дан катта бўлиши керак?
13. Тиш қалинлиги қандай аниқланади?
14. Икки тиш ораси қандай аниқланади?
15. Ғилдирак илашиш нуқтаси қандай нуқтадир.

9-МАЪРУЗА

МАВЗУ: ПЛАНЕТАР ВА ДИФФЕРЕНЦИАЛ МЕХАНИЗМЛАР.

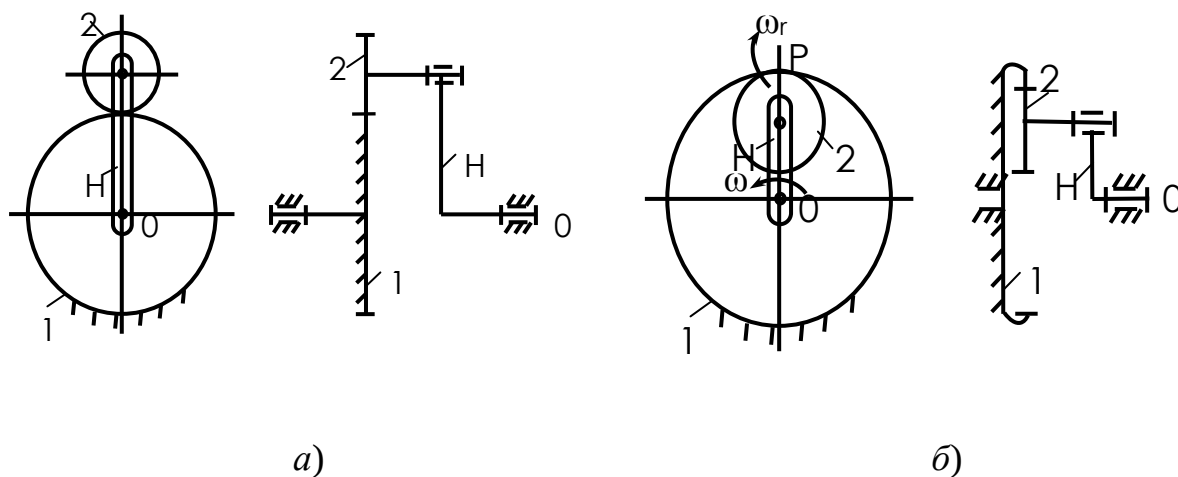
Маъруза режаси:

1. Эпициклик механизмларнинг турлари, афзаллиги ва камчилиги.
2. Эпициклик механизмларнинг кинематик тахлили.

Баъзи ғилдиракларининг айланиш ўқлари фазода ҳаракатланувчи тишли механизмлар эпициклик механизмлар деб аталади. Айрим ҳолларда эпициклик механизмларни планетар ёки сателлитли механизмлар деб аталади.

1-шаклда Z_1 ва Z_2 ғилдираклари ташқи (1а-шакл) ва ички (1б-шакл) илашишли эпициклик механизмларнинг кинематик схемалари келтирилган. Бу механизмлар бўғинларининг номлари билан танишамиз.

Ўқлари фазода ҳаракатланувчи ғилдираклар сателлит деб аталади. Кўрилаётган механизмда Z_2 бўғин сателлитдир. Эпициклик механизмларда сателлитлар бир нечта бўлиши мумкин. Сателлитлар конструктив жиҳатдан битта ёки иккита боғланган ғилдираклардан ташкил топиб, бошқа ғилдираклар билан ташқи ёки ички илашишда бўлиши мумкин.



1-шакл

Сателлитларнинг ўқлари жойлашган бўғинлар етакловчи (водило) деб аталади. Одатда водило H ҳарфи билан белгиланади. Эпициклик механизмларда водилолар бир нечта бўлиши мумкин.

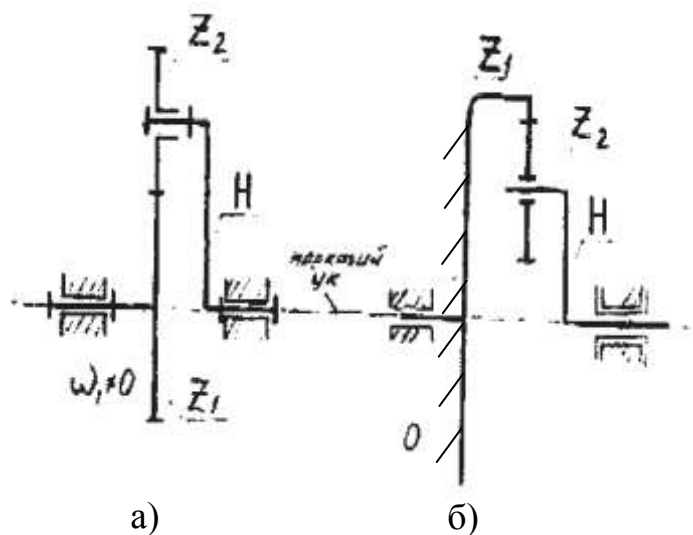
Эпициклик механизмларнинг марказий ўқи атрофида айланувчи

тишли ғилдираклар марказий, қўзғалмаслари эса таянчли ёки қуёшли деб аталади. 1-шаклда кўрсатилган механизмларда 1-ғилдирак марказий-қуёшли, Н-водило, 2-ғилдирак сателлит деб аталади.

Водилони ω_H бурчак тезлиги билан айлантирилганда, 2-сателлит қўзғалмас 1-ғилдиракка нисбатан Р-оний айланиш маркази атрофида ω_2 бурчак тезлиги билан айланади (1б-шакл).

Эпициклик механизмлар иккита катта гуруҳга бўлинади: планетар ва дифференциал механизмлар.

Дифференциал механизмда (2а-шакл) ҳамма бўғинлар (ҳамма ғилдираклар ва водило) ҳаракатланиб, унинг эркинлик даражаси иккига тенг. Планетар механизмда (2б-шакл) марказий ғилдирак Z_1 қўзғалмас, унинг эркинлик даражаси бирга тенг.

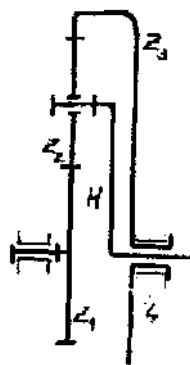


2-шакл. Эпициклик механизмлар

Чебишевнинг тузилиш формуласидан дифференциал механизмнинг эркинлик даражасини аниқлаймиз ($n=3$, $P_V=3$, $P_{IV}=1$)

$$W = 3n - 2P_V - P_{IV} = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 3 - 1 \cdot 1 = 2$$

3-шаклда сателлити иккита марказий ғилдираклар билан ички ва ташқи илашишда бўлган бир қаторли эпициклик механизм тасвирланган. Бу механизмда сателлит паразит ғилдирак вазифасини бажаради.

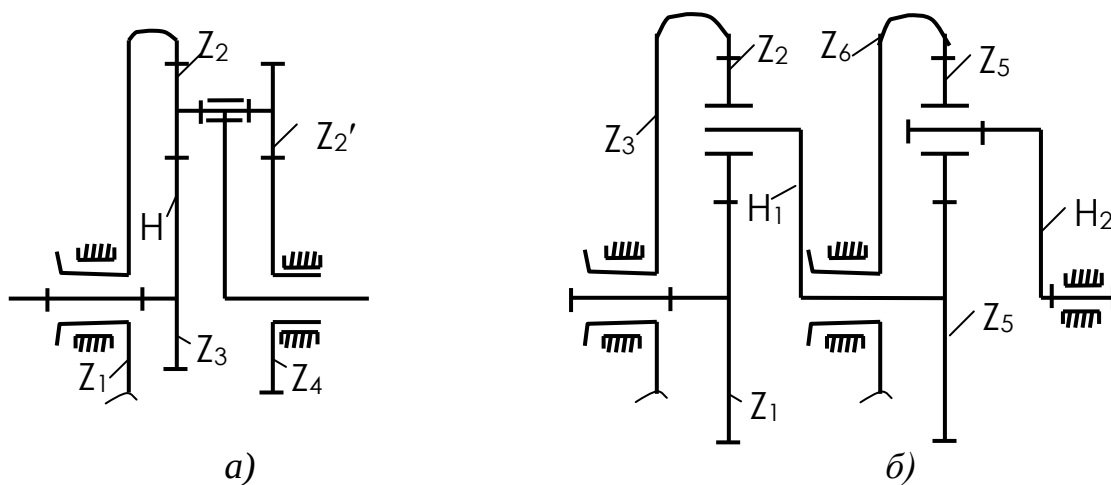


3-шакл. Иккита марказий ғилдиракли эпициклик механизм:

(Z_1, Z_3 -марказий ғилдираклар; Z_2 -сателлит; H -етақчи); битта сателлитли ички ва ташқи илашишли.

4а-шаклда Z_2 ва Z_2' сателлитлар Z_1 ва Z_3 марказий ғилдираклар билан ташқи ва ички илашган эпициклик механизм тасвирланган. Сателлит конструкцияси поғонали узатмани тузишга имкон беради.

Эпициклик механизмлар учта ва ундан ортиқ марказий ғилдиракларга эга бўлиши мумкин (4б-шакл).

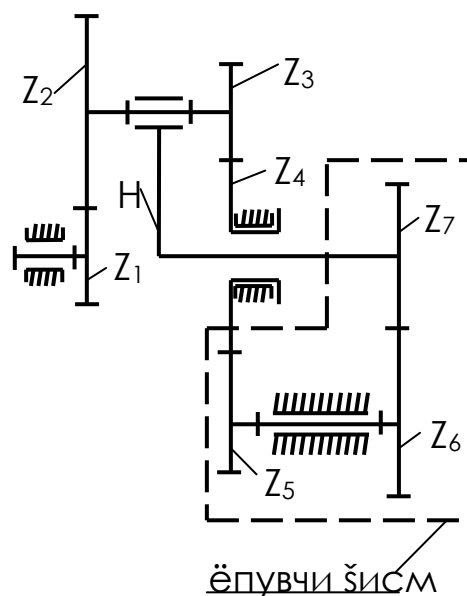


4-шакл.

4б-шаклда келтирилган механизмнинг тузилишини бир хил бир қаторли иккита эпициклик механизмларнинг кетма-кет қўшилиши деб тасаввур қилиш мумкин.

Юқорида планетар механизмларнинг эркинлик даражаси $w=1$ эканлиги қайд қилинган эди. Аммо $w=1$ бўлганда эпициклик механизмлар доимо планетар бўлавермайди. Техникада эркинлик даражаси бирга тенг бўлган ёпиқ дифференциал механизмларнинг катта гуруҳи маълум.

5-шаклда ташқи кўринишидан дифференциал механизмга ўхшаш (хамма ғилдираклари ва водило ҳаракатланувчи) механизм тасвирланган.



5-шакл.

Аммо механизмда Z_3 ғилдирак ва H водило бир-бири билан ўқлари қўзғалмас бўлган Z_5 , Z_6 ва Z_7 ғилдираклар орқали боғланган (ёпилган). Ёпиқ дифференциал механизмнинг эркинлик даражаси ($n=5$, $P_V=5$, $P_{IV}=4$).

$$W = 3n - 2P_V - P_{IV} = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 5 - 1 \cdot 4 = 1$$

Демак, ёпиқ механизмнинг эркинлик даражаси иккига тенг эмаслигини унутмаслик керак.

Эпициклик механизмларда ортиқча боғланишни топиш мумкин. Бу ҳол механизмни юқори аниқликда тайёрлаш талабини қўяди, йиғиш шароитини мушкуллаштиради ва сифатли ишлаш даражасини пасайтиради. Шунинг учун ортиқча боғланишларни аниқлаш ва йўқотиш муаммосига катта эътибор берилади.

6-шаклда ортиқча боғланишлари йўқотилган бир қаторли планетар механизмнинг оптимал тузилишли вариантларидан бири келтирилган.

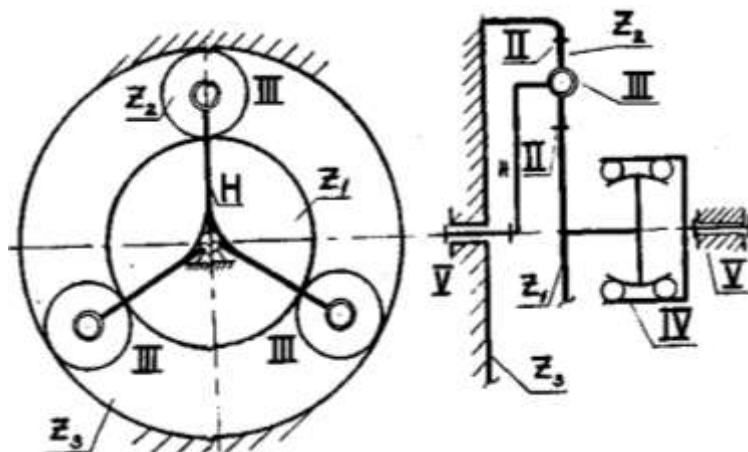
Сомов-Малишев формуласидан фойдаланиб бажарилган ҳисоб ортиқча боғланишнинг нолга тенглигини тасдиқлайди.

$$(n = 6, P_V=2, P_{IV}=1, P_{III}=3, P_{II} = 6)$$

$$q = W - 6n + 5P_V + 4P_{IV} + 3P_{III} + 2P_{II} = 1 - 6 \cdot 6 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 6 = 0$$

Бу механизмда Z_1 марказий ғилдирак ўз ўқи атрофида айланади ва ўқ

бўйлаб бироз силжийди.



6-шакл.

Натижада Z_1 фазода ўзи ўрнашиб, сателлитларда юкланишни текислайди. Шунинг учун Z_1 марказий ғилдиракни ўзи ўрнашувчи ғилдирак деб аталади. Ғилдирак ва сателлитларнинг тишлари чизикли II синфли кинематик жуфтлар билан боғланган, бу эса сателлит тишларини узунаси бўйлаб, юкланишни бир хилда тақсимланишига имкон беради.

Юқорида кўрилган ортиқча боғланишлари бўлмаган механизм вариантыдан ташқари бошқа турдаги схемаларни ишлаб чиқиш мумкин.

Афзаллиги:

1. Массаси кичик ва ихчам.
2. Равон ҳамда кам шовқин билан ишлайди.
3. ФИК юқори.
4. Узатиш сони ката.

Камчилиги:

1. Деталларни тайёрлаш ва йиғиш қийин.
2. Юқори аниқлик даражасини талаб қилади.

Эпициклик механизмларнинг кинематик таҳлили.

Эпициклик механизмларнинг тишли ғилдираклари ва водилонинг бурчак тезликларини аниқлаш кинематик таҳлилнинг асосий вазифаси ҳисобланади.

Кинематик таҳлилнинг бир неча усуллари бор. Шулардан кўпроқ

қўлланиладиган иккита усулни қўрамыз.

1. Виллиснинг аналитик усули.
2. Тезликлар учбурчаклари ва айланиш частоталари режалари усули.

Виллиснинг аналитик усули эпициклик механизмнинг айланиш ўқларини қўзғалмас тишли узатмага ўзгартириш мақсадида тескари айлантириш усулини қўллашга асосланган.

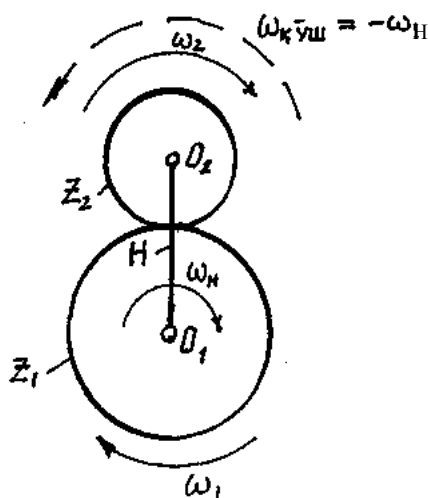
7-шаклда тасвирланган дифференциал механизмнинг марказий ўқи атрофида $\omega_{\text{қўшимча}} = -\omega_H$ бурчак тезлик билан айлантирамыз. Бунда ҳамма бўғинларнинг бурчак тезликларини абсолют қийматлари ўзгариб, янги қийматлари қўйидагича бўлади:

$$\varpi_1 = \omega_1 - \omega_H \quad (1)$$

$$\varpi_2 = \omega_2 - \omega_H \quad (2)$$

$$\varpi_H = \omega_H - \omega_H = 0 \quad (3)$$

Водилонинг бурчак тезлиги $\omega_H = 0$ бўлгани учун механизм ўқлари қўзғалмас тишли узатмага айланади.



7-шакл.

Ўзгартирилган ўқлари қўзғалмас тишли узатманинг узатиш нисбати маълум бўлган ифодадан аниқланади.

$$U_{12}^{(H)} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_2 - \omega_H} \quad (4)$$

бу ерда ω_1 - биринчи ғилдиракнинг бурчак тезлиги,

ω_2 -иккинчи ғалдиракнинг бурчак тезлиги,

ω_H -водилонинг бурчак тезлиги.

Бу формула буюк олим Виллис номи билан аталади. Формуладаги U_{12} нинг (Н) индекси ифодани водило кўзғалмас бўлганда келтириб чиқарилганини кўрсатади.

(4) ифодада $\omega_H = 0$ қўйилса, ўқлари кўзғалмас оддий тишли узатманинг узатиш нисбати келиб чиқади. Шунинг учун (4) ифодани Виллиснинг универсал формуласи деб аталади.

(4) ифодада ω лар ўрнига унга пропорционал бўлган n -айланиш частоталарини қўйиш мумкин:

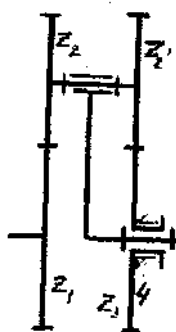
$$U_{1-2}^{(H)} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_2 - \omega_H} = \frac{n_1 - n_H}{n_2 - n_H} \quad (5)$$

бу ерда n_1 - биринчи ғилдиракнинг айланиш частотаси,

n_2 - иккинчи ғилдиракнинг айланиш частотаси,

n_H - водилонинг айланиш частотаси.

Виллис формуласи асосида ҳисобларни бажаришда унга кирувчи қийматларнинг ишораларини назарга олиш шарт.



8-шакл. Иккита марказий ғилдиракли эпициклик механизм:

(Z_1, Z_3 -марказий ғилдираклар; Z_2 -сателлит; Н-етакчи); иккита сателли ташқи илашишли.

8-шаклда келтирилган мураккаб механизм учун Виллис формуласини ёзамиз.

$$U_{13}^{(H)} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H} \quad (6)$$

ва тенгламани ω_3 га нисбатан ечамиз

Агар $u_{13} < 0$ бўлса, 1 ва 3 ғилдираклар бир-бирига тескари томонларга айланади. Агар $u_{13} > 0$ бўлса, ҳар иккала ғилдирак (1,3) бир томонга айланади.

$$U_3 = \frac{\omega_1}{U_{13}^{(H)}} + \left(1 - \frac{1}{U_{13}^{(H)}}\right) \omega_H \quad (7)$$

$\frac{1}{U_{13}^{(H)}} = U_{31}^{(H)}$ ни назарга олсак, (7) қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\omega_3 = \omega_1 U_{31}^{(H)} + (1 - U_{31}^{(H)}) \omega_H \quad (8)$$

Келтирилган ифодадан дифференциал механизмда марказий ғилдиракнинг ω_3 бурчак тезлиги иккита қўшилувчининг алгебраик йиғиндисидан иборатлиги кўриниб турибди.

Биринчи қўшилувчи ғилдиракнинг ω_1 айланиш тезлиги, иккинчи қўшилувчи ω_H водилонинг айланиш тезлиги орқали аниқланади. Шундай қилиб, дифференциал механизм, айтиб ўтилганидек, бир-бирига боғлиқ бўлмаган иккита ҳаракат манбаининг тезлигини қўшади.

Марказий Z_1 ғилдираги қўзғалмас планетар механизм учун (6-шакл) (8) формулага $\omega_H = 0$ қўйилса ифода қуйидагича бўлади.

$$\omega_3 = (1 - U_{13}^{(H)}) \omega_H \quad (9)$$

Агар Z_3 марказий ғилдирак қўзғалмас бўлганда (4в-шакл) Z_1 марказий ғилдиракдан Н — водилага U_{1H} узатиш нисбатини аниқлайлик.

(6) ифодага $\omega_3 = 0$ қўйиб тегишли ўзгартиришлар киратамиз

$$U_{13}^{(H)} = \frac{\omega_1 - \omega_H}{-\omega_H} = -\frac{\omega_1}{\omega_H} + 1, \quad \frac{\omega_1}{\omega_H} = U_{1H} \text{ бўлгани учун} \quad (10)$$

$$U_{1H} = 1 - U_{13}^{(H)}$$

$$\text{Бу ерда } U_{31}^{(H)} = \left(-\frac{z_2}{z_1}\right) \left(-\frac{z_3}{z_2}\right)$$

Тишлар сонининг маълум қийматларида планетар механизмлар жуда катта узатиш нисбатини таъминлашини мисолларда кўриш мумкин.

Мисол, 8-шаклда келтирилган Давиднинг планетар механизмида $Z_1=99$, $Z_2=100$, $Z_3=101$, $n_H=10000$ айл/мин аниқлансин (9) дан:

$$n_3 = (1 - U_{31}^H) n_H \quad (11)$$

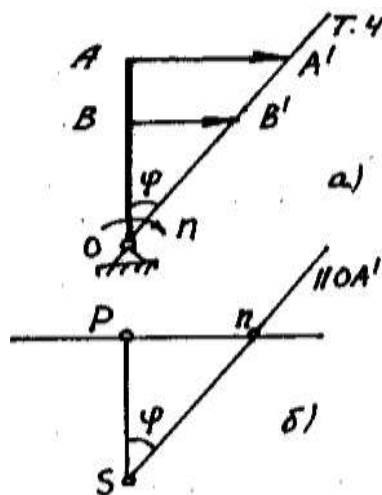
$$U_{31}^{(H)} = \left(-\frac{z_1}{z_2} \right) \left(-\frac{z_2}{z_3} \right) = \left(-\frac{99}{100} \right) \left(-\frac{101}{100} \right) = \left(\frac{9999}{10000} \right) \quad (12)$$

(12) ни (11) га қўйсак $n_3 = \left(1 - \frac{9999}{10000} \right) \cdot 10000 = 1 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ натижада тезлик 10000

марта камайтиради.

Тезлик учбурчаклари ва айланиш частоталарининг режалар усули назарий механиканинг баъзи ҳолатларига асосланган.

Қўзғалмас ўқ атрофида айланувчи бўғиннинг тезлиги бўғин бўйлаб тўғри пропорционал қонунда тақсимланади (9 шакл)



9-шакл.

$$V = \omega l = \frac{\pi n}{30} l \quad (13)$$

бу ерда l кўриладиган нуқтанинг айланиш радиуси

9а-шаклда A ва B нуқталарнинг тезликлари, AA' ва BB' кесамалари билан тасвирланади. Тезлик векторининг турли узунликлари бу нуқтанинг l_{OA} ва l_{OB} айланиш радиусларининг турли қийматлари билан асосланади. V_A ва V_B тезликлари векторларининг A' ва B' учлари айланиш марказидан ўтувчи битта Т4-тезлик чизиғида ётади Т4 чизиғи тезлик чизиғи деб аталади

Тезлик чизиғини ўтказиш учун иккита нуқтанинг тезлигини билиш керак. Хусусий ҳолда нуқталардан бирининг тезлиги нолга тенг бўлиши мумкин.

Тезлик чизиғи ОА буғин билан φ бурчаги ҳосил қилади. Бу бурчакнинг тангенсини аниқлаймиз.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{V_A}{l_{OA}} = \frac{\pi n}{30} \quad (14)$$

$$n = \frac{30}{\pi} \operatorname{tg} \varphi \quad (15)$$

Демак, буғиннинг айланиш частотаси φ бурчаги тангенсига пропорционал. Бу эса бўғиннинг n айланиш частотасини график аниқлашга имкон беради.

1. 9б-шаклда ОАА' учбурчагига ўхшаш SP_n учбурчак қурилган. Бу учбурчакда P_n катети айланиш частотаси n га тенг. Шунинг учун,

$$n = \mu_n P_n \quad (16)$$

бу ерда μ_n -айланиш частотаси режасини масштаби. ОАА' учбурчаги тезлик учбурчаги. SP_n учбурчаги айланиш частотаси режаси деб аталади.

Схемаси μ_e масштабида чизилган Джеймс планетар механизмининг (10-шакл) кинематик таҳлилини бажарамиз.

n_3 берилган бўлса, n_2 ва n_n айланиш частоталари аниқланиши талаб қилинади.

Учинчи ғилдиракнинг В нуқтаси тезлиги аниқланади.

$$V_B = \left(\frac{\pi n_3}{30} \right) l_{OB} \quad (17)$$

В нуқтани O_1 нуқта билан туташтириб, учинчи ғилдиракнинг Т4 тезлик чизиғи аниқланади. Сўнгра нуқталарнинг V_B ва $V_A=0$ маълум бўлган тезликлари орқали икки сателлитнинг Т42 тезлик чизиғи ўтказилади. O_2 нуқтадан водилонинг Т4Н тезлик чизиғи аниқланади.

Айланиш частотаси режасини қуриш учун горизонтал чизиқ ўтказиб, унда Р қутб танланади. ZZ чизиқ остида Х масофада S нуқта танланади. S

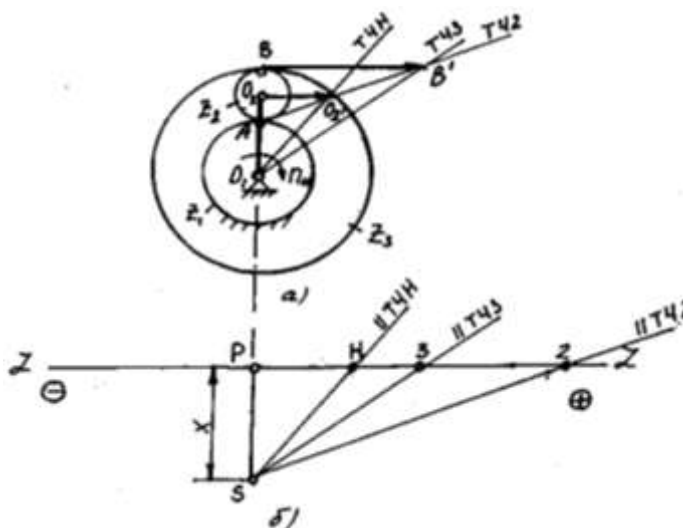
нуқтадан T42, T43 тезлик чизикларига параллел S2, S3, S4 чизиклар ўтказилиб, ZZ чизиғи билан кесишган 2, 3, 4 нуқталари аниқланади. P2, P3, PH кесмалари n_2 , n_3 , n_H айланиш частоталарига пропорционал бўлади. Айланиш частотаси режаси масштаби аниқланади.

$$\mu_H = \frac{n_3}{P_3}, \quad \frac{\text{айл}}{\text{мин} \cdot \text{мм}} \quad (18)$$

айланиш частоталарининг абсолют қийматлари аниқланади.

$$n_2 = \mu_n P_2, \quad n_H = \mu_n P_H$$

бу ерда P2 ва PH кесмалари айланиш частоталари режасидан ўлчанади.



10-шакл.

Назорат саволлари

1. Қандай механизмлар эпициклик механизмлар деб аталади?
2. Сателлит қандай бўғин?
3. Қандай ғилдираклар марказий деб аталади?
4. Қандай механизм дифференциал деб аталади?
5. Қандай механизм планетар деб аталади?
6. Ёпиқ дифференциал механизм қандай механизм?
7. Дифференциал механизмларнинг эркинлик даражаси қандай аниқланади?
8. Планетар механизмнинг эркинлик даражаси қандай аниқланади?
9. Дифференциал ва планетар механизмлар қаерларда ишлатилади?
10. Эпициклик механизмлар кинематик тахлилининг аналитик усуллари

изоҳланг.

11. Тезлик учбурчаги деганда нима тушунилади?
12. Тезлик режаси нима?
13. Айланиш частотаси режаси нима?
14. Планетар механизм қаерда ишлатилади?
15. Дифференциал механизм қаерда ишлатилади?

10-МАЪРУЗА

МАВЗУ: МЕХАНИЗМЛАР ДИНАМИКАСИ. МЕХАНИЗМЛАРНИ КУЧНИНГ ТАЪСИРИ БЎЙИЧА ҲИСОБЛАШ.

Маъруза режаси:

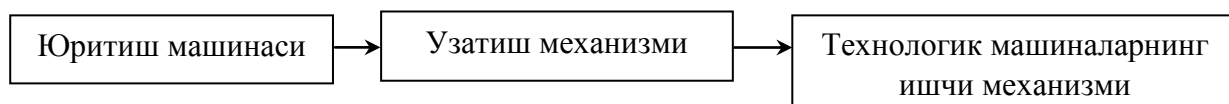
1. Механизм ва машиналар динамикасининг асосий масалалари ва вазифалари.

Механизмларнинг кинематикаси масалалари, яъни бўғинлар ва нуқталарнинг ҳаракати механизмнинг тузилиши ва геометриясига таъсир қилувчи кучларни назарга олмай ўрганилган эди. **Механизмларнинг динамик анализида ҳаракатга таъсир қилувчи барча кучларни ҳисобга олиб қаралади.**

Механизмлар динамикасида қуйидаги **асосий масалалар** ҳал қилинади:

а) машинага таъсир қилувчи кучларнинг моҳиятини таҳлил қилиш; б) механизмларни кучга ҳисоблаш. Ташқи, оғирлик, инерция, ишқаланиш кучларини бўғинлар ва кинематик жуфтларга таъсирини ўрганиш ва динамик юкланишларни камайтириш усуларини аниқлаш; в) механизм бўғинларининг инерция кучларини мувозанатлаш; г) механизмнинг кинематик жуфтларида ишқаланиш ва ейилишини камайтириш; д) кучлар таъсирида механик ҳаракатни ўрганиш ва механизмнинг барқарор Ҳаракатини таъминлаш усулларини аниқлаш; е) машина ҳаракатини ростлаш; ж) титраш ва титрашдан муҳофазалаш усулларини аниқлаш.

Машина таркибига, умуман, машина агрегати таркибига юритиш машинаси (юритгич), узатувчи механизм ва технологик машинанинг ишчи механизми киради. 1-шаклда **машина агрегатининг** схематик динамик модели келтирилган. Ундан кўриниб турибдики, машина агрегати таркибига кирувчи учала механизм ўзаро тўғри ва тескари боғланишда бўлади.



11-МАЪРУЗА

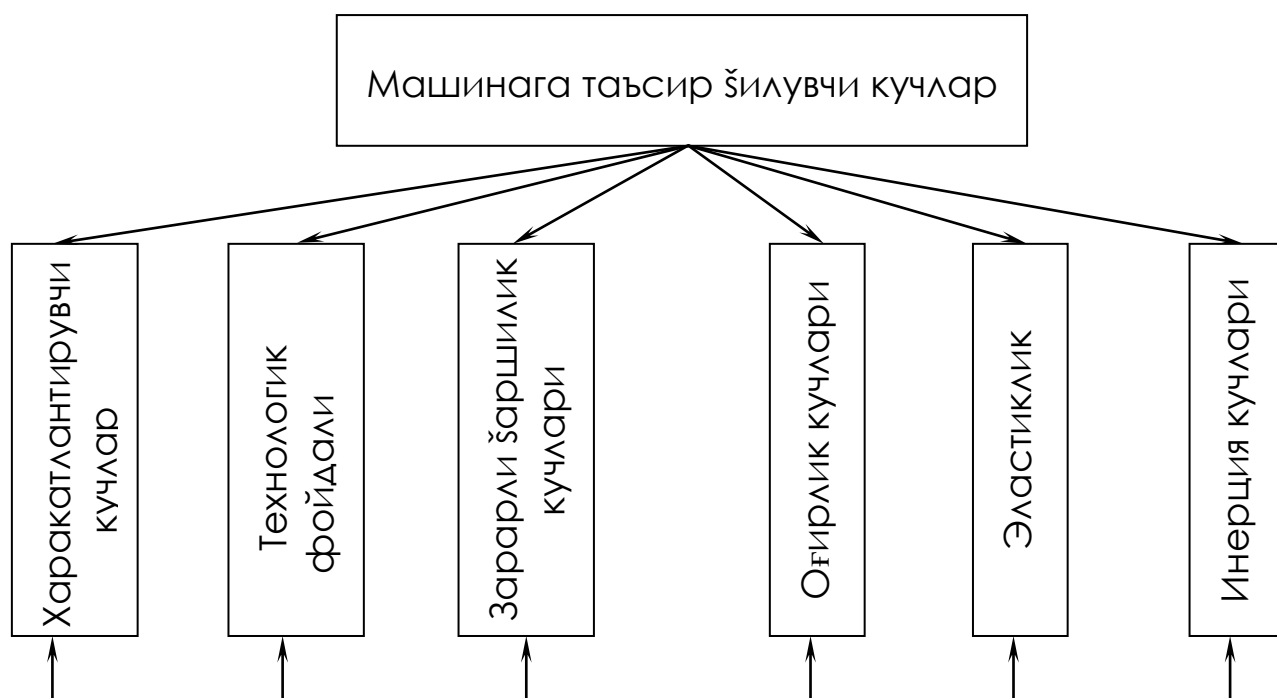
МАВЗУ: МЕХАНИЗМ БЎҒИНЛАРИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР. БЎҒИНЛАРДАГИ ИНЕРЦИЯ КУЧЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Маъруза режаси:

1. Машина агрегатига таъсир қилувчи кучлар классификацияси.

2. Инерция кучлари.

Машина ва механизмлар бўғинлари ва кинематик жуфтларининг мустаҳкамлигини, бикрлигини ва чидамлилигини таъминлаш масалаларини ечишга тўғри келди. Бу масалани ечиш учун **бўғин ва кинематик жуфтларнинг кучлар таъсирида юкланганлигини билиш** зарур. Умуман, машинада таъсир қилувчи кучлар 6 та турга бўлинади. 1-шаклда кучлар классификацияси схемаси кўрсатилган. Барча кучларни ўзаро боғлиқлиги шаклдан кўриниб турибди.



1-шакл. Кучлар классификацияси.

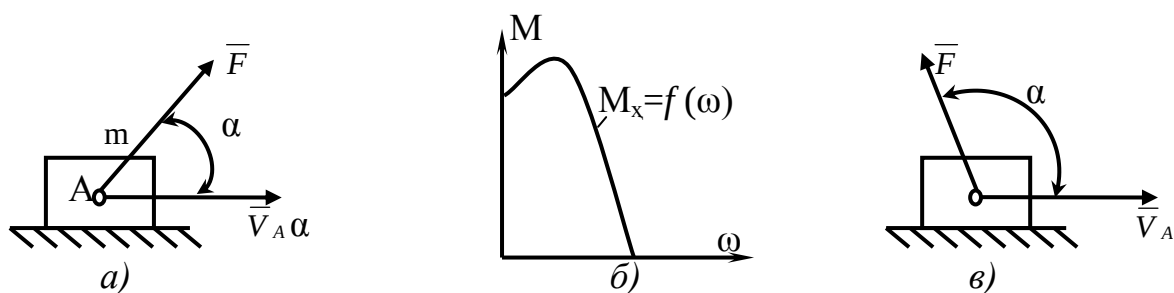
Уларни мохиятини кўриб чиқайлик.

Механизм ва машинани ҳаракатлантирувчи кучлар.

Уларни F_x ёки M_x – моментлар билан белгилаймиз.

Ҳаракатлантирувчи кучлар мусбат иш бажариб, ҳаракат тезлиги

вектори билан ўтқир бурчак ҳосил қилади (2а-шакл).



2-шакл.

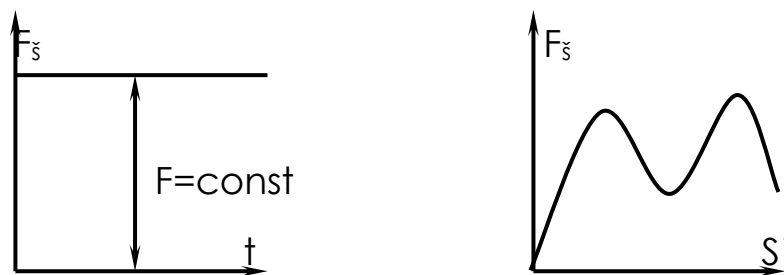
Бу кучлар ҳаракатни тезлаштиради.

Асинхрон электр юритувчиларда ҳаракатлантирувчи момент махсус механик характеристикалар орқали кўрсатилади (2б-шакл).

Фойдали қаршилик кучлар. F_k ёки M_k иш машинасининг ишлашида технологик бошқа сабабларга кўра вужудга келади. Уларнинг йўналиши ҳаракат йўналиши билан ўтмас бурчак ҳосил қилиб, манфий иш бажаради (3в-шакл).

$$(F_k, V) = \beta > \frac{\pi}{2}$$

Фойдали қаршилик кучлари вақтга, силжишга, тезликка боғлиқ равишда ўзгариши мумкин (3-шакл).



3-шакл.

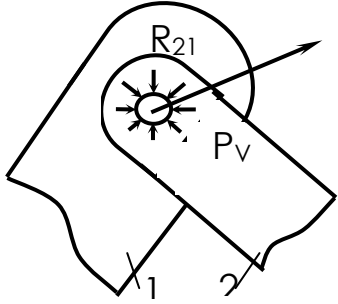
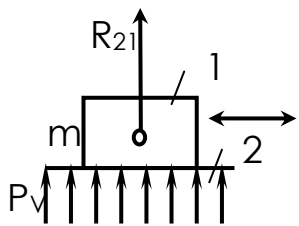
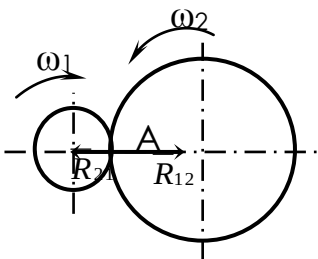
Механизм бўғинларининг оғирлик кучлари. Бу кучлар механизм ҳаракатига ёрдам беради ёки қаршилик кўрсатади. Юк кўтаришда оғирлик кучи манфий, туширишда мусбат иш бажаради.

Зарарли қаршилик кучлари. Булар кинематик жуфтларда вужудга келадиган ишқаланиш кучларидир. Ишқаланиш кучлари асосан манфий иш

бажаради ва улардан кўп ҳолларда тўхтатиш мосламаларида самарали фойдаланилади (турли тормозлар, тўхтатгичлар ва ҳ.к.).

Кинематик жуфтлардаги реакция кучлари учта хусусият орқали ифодаланади (1-жадвал)

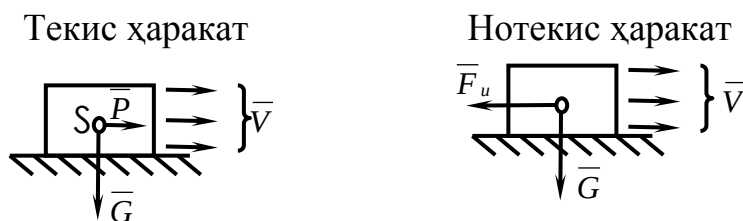
Жадвал 1.

Т/р	Кинематик жуфтлар	Маълум	Номаълум
1		Қўйилиш нуқтаси	Катталиги, йўналиши
2		Йўналиши	Катталиги, қўйилиш нуқтаси
3		Қўйилиш нуқтаси, йўналиши	Катталиги

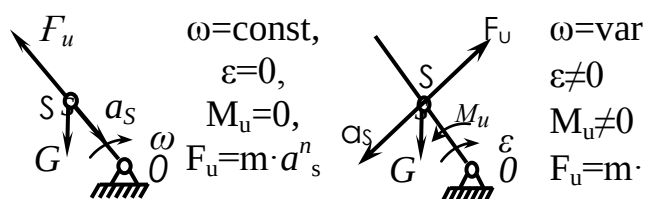
Инерция кучлари. Машина бўғинининг ўзгарувчан тезликдаги ҳаракати натижасида инерция кучлари вужудга келади. Бу кучни бўғиннинг оғирлик марказига қўйилган деб қабул қиламиз. **Ҳаракат қилаётган бўғиннинг тезланиш векторига қарши йўналган ҳаракатни сақлаш**

қобиятини белгилайдиган кучга инерция кучи дейилади. Турли бўғинларда инерция кучлари ҳар хил бўлади (4а-шакл).

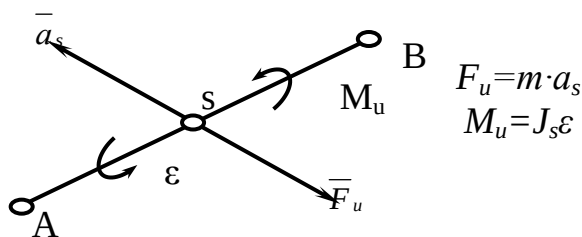
а) Илгариланма ҳаракат (ползун ҳаракати)



б) Айланма ҳаракат (кривошип ҳаракати)

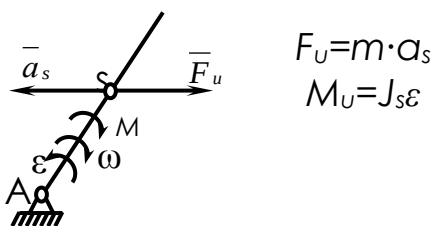


в) Мураккаб ҳаракат (шатун ҳаракати)



4-шакл.

г) Тебранма ҳаракат (коромисло ҳаракати)



5-шакл.

F_n инерция кучи бўғин оғирлик марказига қўйилган бўлиб, унинг йўналиши a_s тезланиш йўналишига тескарисидир (4б,в-шакллар). F_n инерция кучининг моменти бўғин ϵ бурчак тезланишига тескари йўналган (4в-шакл).

Эластик кучлар. Механизм ҳаракатининг маълум қисмларида ушбу

кучлар ё мусбат, ёки манфий иш бажариши мумкин. Бироқ тўла кинематик давр жараёнида ушбу кучлар бажарган иш нолга тенг бўлади, чунки уларнинг қуйилиш нуқтаси даврий ҳаракатланади.

Эластик кучлар асосан қайишқоқ бўғин ва элементларнинг дастлабки ҳолатларини сақлашга интилади.

Текис механизмда бўғинлар битта ёки параллел бир неча текисликларда ҳаракат қилади.

Ҳозирда катта тезлик билан ҳаракатланувчи механизмлар кўп қўлланилади ва бўғинни тезланиш билан ҳаракатланишини назарга олмаслик лойиҳалаш ҳисобларида хатога олиб келиши мумкин.

Ҳаракатланувчи бўғинларга шартли равишда инерция кучи Φ_i бош вектори ва M_{Φ_i} бош моментни қўйиб бўғинларни тезланиш билан ҳаракатланиши назарга олинади ва масалани ечиш кинетостатика усулида амалга оширилади. Бунда **Даламбер принциpidан фойдаланилади. Бу принцип қуйидагича таърифланади: бўғинга таъсир қилувчи кучларга шартли равишда инерция кучларини қўшиб, системани шу онда мувозанатда деб қараш мумкин.**

Натижада ҳар бир бўғин учун кинетостатиканинг учта тенгламасини ечиш мумкин.

$$\sum F_x + \Phi_{ix} = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y + \Phi_{iy} = 0 \quad (2)$$

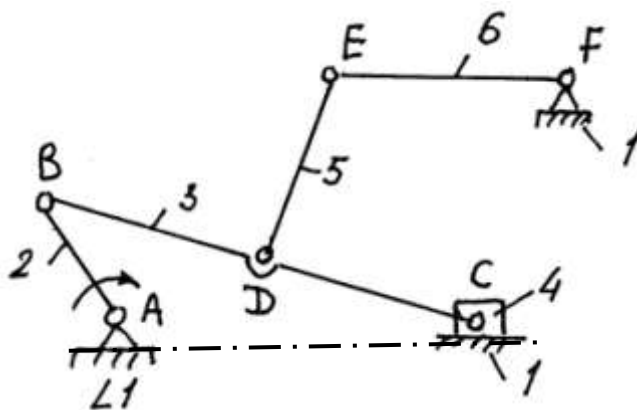
$$\sum M_0(F) + \sum M + M_0(\Phi_i) + M_{\Phi_i} = 0 \quad (3)$$

(1) ва (2) алгебраик тенгламалар эквивалент вектор тенглама билан алмаштирилиши мумкин. Аслида бўғинга инерция кучлари Φ_i бош вектори $M(\Phi_i)$ бош моменти таъсир қилмайди ва фақат бўғинларни тезланиш билан ҳаракатланишини назарга олиш учун (1), (2), (3) тенгламаларга математик катталиқ сифатида киритилган холос.

(1), (2), (3) тенгламаларда кинематик жуфтлардаги реакция кучлари $\sum F_x$, $\sum F_y$, $\sum M_0(F_i)$ суммалар таркибида бўлиб, улардан аниқланади. Бу тенгламаларда

Φ_{ix} , Φ_{iy} , $M_{\phi i}$ тезланишга боғлиқ бўлгани учун реакция кучлари ҳам тезланишларга боғлиқдир. Демак, механизмни кучлар таъсирида ҳисоблаш учун унинг ҳаракат қонунини билиш керак.

Механизмларни кучлар таъсирида ҳисоблаш кинематик ҳисоблаш тартибига тескари бўлиб, механизмни охирига қўшиладиган Ассур гуруҳидан бошланади.

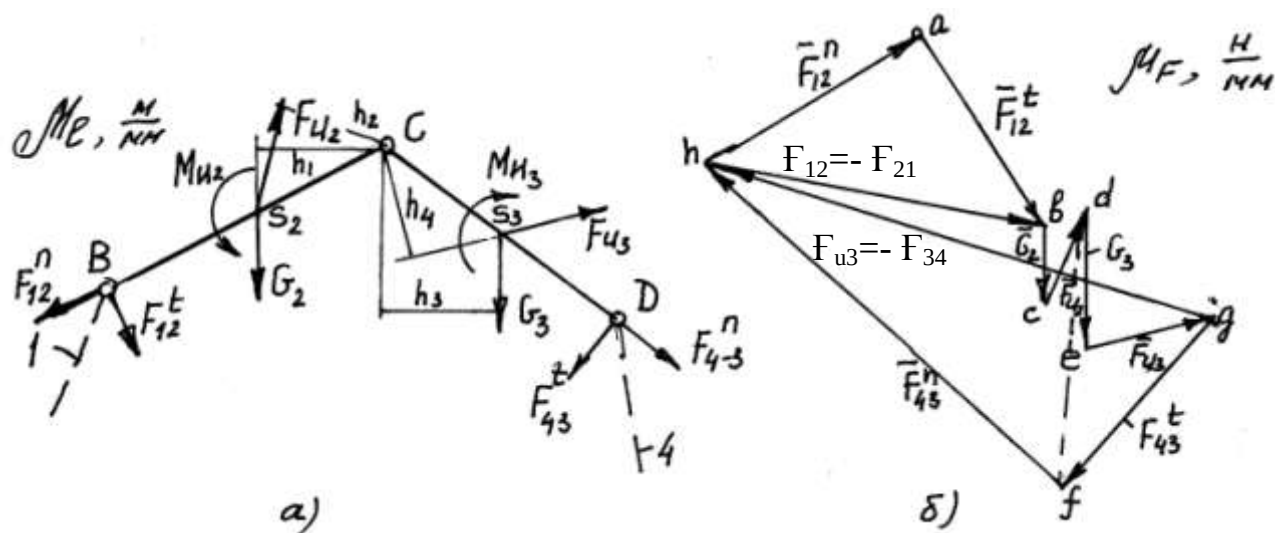


1-шакл. Ассур гуруҳларидан ҳосил бўлган механизм схемаси.

1-таянч ва 2-бошланғич бўғиндан иборат 1 тартибли Ассур гуруҳи, 3 ва 4 бўғинлардан иборат 2 тартибли Ассур гуруҳи қўшилган. Сўнгра 5-6 гуруҳ ҳам қўшилган. Механизмни куч таъсирида текшириб, охириги Ассур гуруҳидан бошлаб, 2-бошланғич бўғин билан якунланади.

1-синф 2-тартибли Ассур гуруҳлари кинетостатикаси.

2-шаклда 1 модификацияли Ассур гуруҳи μ_e масштабида чизилган. Унинг 2 ва 3 бўғинларига G_2 , F_{u2} , M_{u2} ва G_3 , F_{u3} , M_{u3} кучлар ва моментлар таъсир этсин. 1,4-бўғинлар пункт равишда кўрсатилган. 1-бўғин 2-бўғин билан, 3-бўғин эса 4-бўғин билан боғлансин. (2а – шакл)



2-шакл. Ассур гуруҳи (а) ва унинг куч режаси (б).

Кинематик жуфтлардаги реакция кучларини аниқлаш учун куч режалари куриш усулини қўлаймиз. В ва Д нуқталаридаги F_{12} ва F_{43} реакция кучларини шартли равишда иккитага ажратилади. ВСД гуруҳининг мувозанат тенгламаси:

$$\sum F_{ui}=0 \quad \bar{F}_{12}^n + \bar{F}_{12}^t + \bar{G}_2 + \bar{F}_{u2} + \bar{G}_3 + \bar{F}_{u3} + \bar{F}_{43}^t + \bar{F}_{4-3}^n = 0 \quad (4)$$

Бу тенгламада реакция кучларининг йўналиши ва қўшилиш нуқталари маълум. Натижада (4) тенгламада ноъмалумлар сони 4 та. Статиканинг моментлар тенгламасини тузамиз. Бунинг учун иккинчи бўғин кучларидан С нуқтага нисбатан момент олинади. $\sum M_c=0$

$$-F_{12}^t l_{cB} - G_2 h_1 \mu_e + F_{u2} h_2 \mu_e - M_{u2} = 0 \quad (5)$$

(5) да F_{12}^n кучи моменти нолга тенг, чунки унинг елкаси нолга тенг бўлиб, кучнинг таъсир чизиғи С нуқтадан ўтади.

(5) дан F_{12}^t кучи миқдори аниқланади. 3-бўғин кучларидан С нуқтага нисбатан момент олинади: $\sum M_c=0$

$$F_{4-3}^t l_{cD} + G_3 h_3 \mu_e - F_{u3} h_4 \mu_e + M_{u3} = 0 \quad (6)$$

(6) дан F_{4-3}^t миқдори аниқланади. Натижада (4) тенгламада 2 та номаълум қолади, яъни F_{12}^n ва F_{4-3}^n кучларининг миқдорлари ноъмалум. (4) тенглама асосида куч режаси курилади. (2б-шакл) Бунинг учун а нуқтадан F_{12}^t

куч вектори ав кесма билан кўрсатилади. Бунда ав кесма қабул қилиниб, куч режаси масштаби $\left(\mu_f \frac{F_{12}}{ав} \frac{н}{мм}\right)$ ҳисобланади. F_{12}^t кучига (в нуқтадан) G_2 кучи вектори қўйилади. Бунда вс кесма ҳисобланади: $вс = \frac{G_2}{\mu_F}, мм$ С нуқтадан cd кесма билан F_{u2} кучи қўйилади, de кесмада G_3 , ed кесмада F_{u3} , gf кесмада F_{4-3}^t қўлланади. f нуқтадан gf ва а нуқтада ав кесмага тик чизиклар ўтказилиб, уларнинг кесишиш h нуқтаси орқали F_{12}^n ва F_{4-3}^n кучлари топилади. F_{12}^n ва F_{1-2}^t ҳамда F_{4-3}^t ва F_{4-3}^n кучлари қўшилиб, В ва D кинематик жуфтлардаги реакция кучлари аниқланади: $F_{12} = \mu_F \cdot bh$, н, $F_{43} = \mu_F \cdot gh$, н.

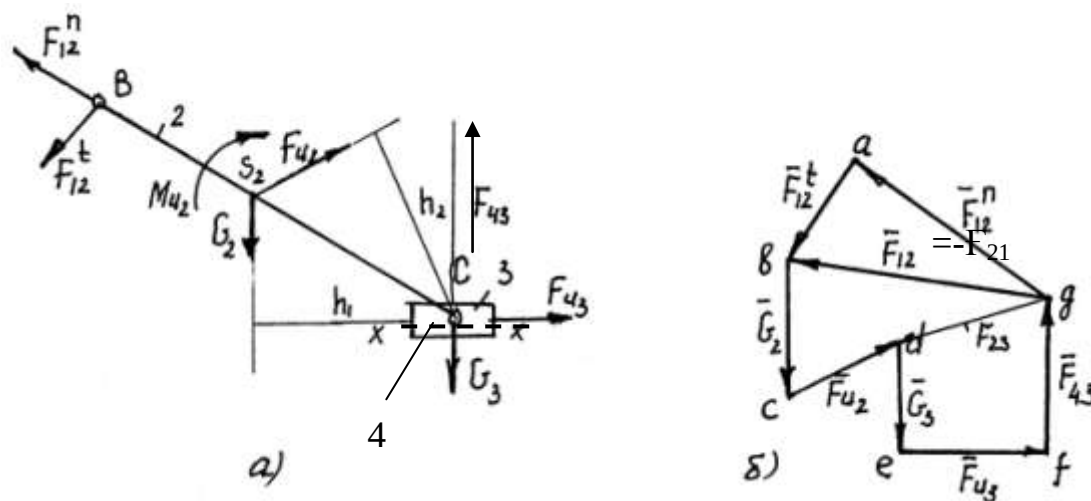
2 ва 3 бўғинларни боғловчи кинематик жуфтдаги реакция кучи 3-бўғинни қолдириб, 2-бўғинни ташлаб, унинг таъсирини F_{23} реакция кучи билан алмаштириб, мувозанат тенгламаси тузилади: $\sum F_{ui}=0$

$$\bar{G}_3 + \bar{F}_{u3} + \bar{F}_{43} + \bar{F}_{23} = 0 \quad (7)$$

(7) да F_{23} номаълум куч режасини қуриб аниқланади. Бунинг учун гуруҳни F масштабада чизилган (2б-шакл) куч режасидан фойдаланамиз. Режадаги f ва d нуқталарини пунктр чизигда туташтириб, F_{23} реакция кучи аниқланади:

$$F_{23} = \mu_F \cdot fd, н.$$

Иккинчи модификацияли Ассур гуруҳини кўрайлик (3а-шакл).



3-шакл. Ассур гуруҳи (а) ва унинг куч режаси (б).

Гуруҳга ташқи F_2 , G_2 , F_{u3} , G_3 кучлар ва M_{u2} момент таъсир этсин. 3-бўғин

4-таянч билан илгарилама кинематик жуфт орқали боғланиб, х-х ўқи бўйлаб ҳаракатлансин, кинематик жуфтлардаги реакция кучлари куч режасини куриб аниқланади. Гуруҳни кучлар таъсирида мувозанат тенгламаси тузилади: $\sum F_{ui}=0$

$$\bar{F}_{12}^n + \bar{F}_{12}^t + \bar{G}_2 + \bar{F}_{u2} + \bar{G}_3 + \bar{F}_{u3} + \bar{F}_{43} = 0 \quad (8)$$

F_{12} реакция кучининг қўйилиш нуқтаси маълум. Унинг икки ташкил этувчисини F_{12}^t ва F_{12}^n шартли равишда ажратиб кўрсатиш мумкин. F_{43} реакция кучи фақат йўналиши маълум –х текислигига тик йўналган.

F_{12}^t кучи 2-бўғин кучларидан С нуқтага нисбатан момент олиб аниқланади.

$$\sum M_c = 0 \quad - F_{12}^t l_{BC} - G_2 h, \mu_l + F_{u2} h_2 \mu_e + M_{u2} = 0 \quad (9)$$

$$F_{1-2}^t = \frac{-G_2 h, \mu_e + F_{u2} h_2 \mu_e + M_{u2}}{l_{BC}}, n.$$

(8) тенглама асосида куч режаси курилади. Бунинг учун ихтиёрий а нуқтада μ_F масштабда F_{12}^n реакция кучи ав кесма жойлаштирилади ва b нуқтадан G_2 кучи bc кесма билан чизилади: $bc = \frac{G_2}{\mu_F}, mm$. Куч векторларини кетма-кет қўшиб, f нуқтадан вертикал ва a нуқтадан BC бўғин ўқиға параллел чизик ўтказиб, уларнинг кесишиш нуқтаси d билан белгиланади. d ва в нуқталарни бирлаштириб F_{12} реакция кучи йўналиши аниқланади.

Куч режасидан кучнинг микдори аниқланади. $F_{12} = \mu_F \cdot bg, n$; $F_{43} = \mu_F \cdot fd, n$

2 ва 3 бўғинларни боғловчи С кинематик жуфтдаги реакция кучи 2 ёки 3 бўғинлардан бирини ташлаб иккинчисини қолдириб, мувозанат тенгламасидан аниқланади. Масалан, 2-бўғинни ташлаб 3-бўғин қолдирилсин: бунда 3-бўғиннинг мувозанат тенгламаси қуйидагича ифодаланади: $\sum F_{ui}=0$

$$\bar{G}_3 = \bar{F}_{u3} = \bar{F}_{u3} = \bar{F}_{23} = 0 \quad (10)$$

F_{23} реакция кучини μ_F масштабда қурилган куч режасидан (3б-шакл) кўрсатиш мумкин. Бунинг учун G_3 кучи бошланиш d нуқтасини F_{43} кучи тугаш d нуқтаси билан туташтирамиз. Натижада F_{23} реакция кучи вектори

келиб чиқади: $F_{23} = \mu_F \cdot dg$, н.

Бошланғич бўғиннинг кинетостатикаси ва механизмни мувозанатловчи (ҳаракатлантирувчи) кучни аниқлаш.

Бошланғич бўғин таянч билан айланма ёки илгариланма кинематик жуфт билан боғланиши мумкин. Айланма кинематик жуфт билан боғланган бошланғич бўғинга механизмни ҳаракатланувчи бўғинларининг таъсир кучи F_{21} реакция кучи, таянч билан боғланувчи кинематик жуфтдаги реакция кучи F_{01} ва номаълум мувозанатловчи (ҳаракатлантирувчи) F_M куч таъсир қилсин. Бўғиннинг мувозанат тенгламаси: $\sum F_{ui}=0$

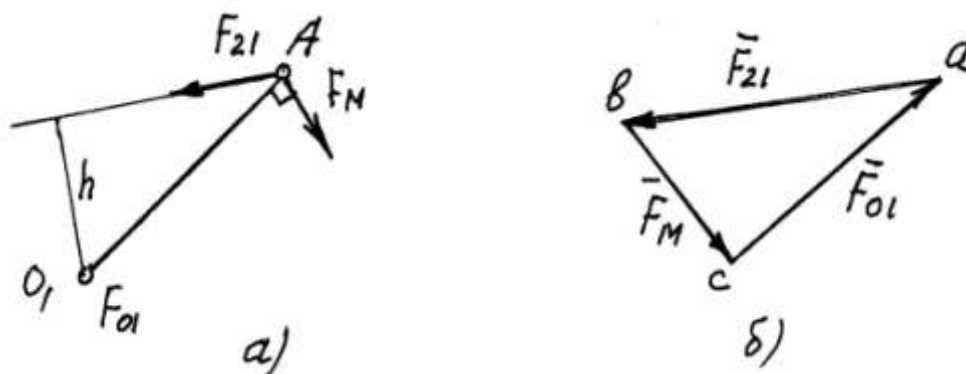
$$\bar{F}_{21} + \bar{F}_M + \bar{F}_{01} = 0 \quad (11)$$

Номаълумлар: F_M ва F_{01} .

Бўғиннинг 0 нуқтасига нисбатан момент олинади.

$$F_{12} h - F_M 0 A = 0: \quad (12)$$

Бу ерда: $F_M = \frac{F_{21}h}{0A}$, н. Кучларга мос келувчи ав, вс кесма узунликлари аниқланиб, куч режаси (4б-шакл) M_F масштабда курилади. F_{01} реакция кучи аниқланади: $F_{01} = \mu_F$ ас,н



4-шакл. Бошланғич бўғин (а), кучлар режаси (б).

Назорат саволлари

1. Механизмлар динамикасининг асосий вазифаларини изоҳлаб беринг.
2. Машина схематик агрегатининг динамик моделини тушунтириб беринг.
3. Машинага таъсир қилувчи кучларни тушунтириб беринг.
4. Машинани ҳаракатлантирувчи кучлар қандай кучлар?

5. Фойдали қаршилик кучлари қандай пайдо бўлади?
6. Оғирлик кучларининг механизм ҳаракатига таъсири қандай?
7. Зарарли қаршилик кучлари қандай ҳосил бўлади?
8. Айланма кинематик жуфтдаги реакция кучининг хусусиятларини кўрсатинг.
9. Илгариланма кинематик жуфтдаги реакция кучининг хусусиятларини кўрсатинг.
10. Илгариланма ҳаракатдаги инерция кучи қандай аниқланади?
11. Айланма ҳаракатдаги инерция кучлари қандай аниқланади?
12. Мураккаб ҳаракатда инерция кучлари қандай аниқланади?
13. Эластик кучлар қандай кучлар?
14. Инерция кучи қандай шароитда ҳосил бўлади?
15. Динамик модел деганда нима тушунилади?
16. Ассур гуруҳлари нима учун статик аниқ гуруҳ деб аталади?
- 17.1-синф 2 тартибли Ассур гуруҳи кинетостатикаси қандай тартибда бажарилади?
18. Бўғинларни боғловчи кинематик жуфтдаги реакция кучи қандай аниқланади?
19. Бошланғич бўғиннинг кинетостатик таҳлили қандай бажарилади?
20. Бўғинларга қандай кучлар таъсир қилади?
21. Куч режаси деганда нима тушунилади?
22. Куч режаси масштаби қандай аниқланади?
23. Гуруҳнинг мувозанат тенгламаси қандай тузилади?
24. Кинетостатик таҳлил нима маънони билдиради?
25. Статиканинг тенгламалари нечтага бўлинади?
26. Куч режасидан реакция кучлари миқдори қандай аниқланади?
27. Мувозантловчи куч қандай аниқланади?
28. Бошланғич бўғиннинг кинетостатикаси қандай бажарилади?
29. Куч режасидан фойдаланиб реакция кучи миқдори қандай аниқланади?
30. Кинематик жуфтлардаги ишқаланиш назарга олинганми?

12-МАЪРУЗА

МАВЗУ: МАШИНА АГРЕГАТИНИНГ ҲАРАКАТ ҚОНУНИНИ АНИҚЛАШ МУАММОЛАРИ КЕЛТИРИЛГАН КУЧ ВА МОМЕНТНИ АНИҚЛАШ

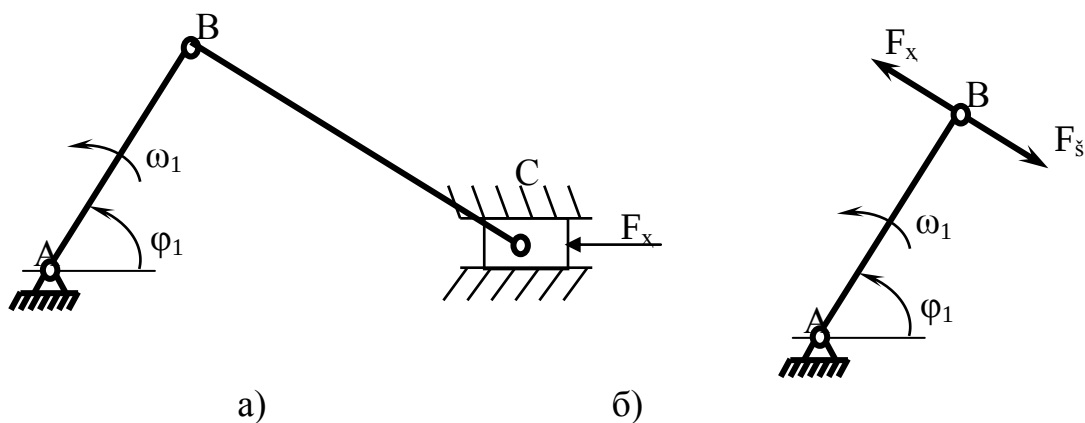
Мавзу режаси

1. Машина агрегатининг ҳаракат қонунини аниқлаш муаммолари ва динамик моделдан фойдаланиш.
2. Келтирилган куч ва моментни аниқлаш.
3. Механизмнинг кинетик энергиясини аниқлаш.
4. Келтирилган масса ва инерция моментини аниқлаш.

Машина агрегатининг ҳаракат қонунини аниқлаш муаммолари ва динамик моделдан фойдаланиш.

Машина агрегати деганда таркибида ҳаракатлантирувчи, узатувчи ва ишчи механизмлардан иборат кўп бўғинли системага айтилади.

Бундай системанинг ҳаракат қонунини аниқлаш мураккаб вазифа ҳисобланади. Кучлар таъсирида ҳаракатланувчи механизмни (1а-шакл) таҳлил қилишда бўғинларга таъсир этувчи кучларни механизмнинг битта бўғинига таъсир қилувчи куч билан алмаштириш қулай ҳисобланади. Бунда шартли қабул қилинган бўғин механизмнинг динамик модели ҳисобланади. (1б-шакл).



1-шакл.

Моделнинг ҳаракат қонунини аниқлаш билан механизм бошланғич бўғинининг ҳаракат қонуни маълум бўлади. Бунда вақтнинг хоҳлаган вақтида

$$\omega_1 = \omega_m \quad (1)$$

Бу ерда: ω_1 - бошланғич бўғиннинг бурчак тезлиги,

ω_m – моделнинг бурчак тезлиги.

Келтирилган куч ва моментни аниқлаш.

Келтирилган куч ва моментлар ҳақида баъзи тушунчалар:

(1) ифода шартини бажарувчи алмаштирилган куч келтирилган куч, алмаштирилган момент келтирилган момент деб аталади.

Келтирилган куч, таъсир қилувчи бўғин, келтириш бўғини ва ундаги куч қўйилган нуқта келтириш нуқтаси деб аталади. Келтирилган куч вақтнинг ўтишида ўзгарувчан функцияда бўлиши мумкин.

Келтирилган кучнинг элементар иши механизм бўғинларига таъсир қилувчи кучларнинг элементар ишлари йиғиндисига тенг бўлиши керак.

Агарда механизм эркинлик даражаси бирга тенг бўлса, унинг ҳаракат қонунини ўрганиш учун бўғинларидан бирининг ҳаракат қонунини (умумлашган координатани ўзгариш қонунини) билиш кифоя.

Амалда келтириш бўғини сифатида умумлашган координатали бўғин, масалан: кривошип қабул қилинади. Кривошипни умумлашган координатаси φ бурчаги ҳисобланади (1б-шакл). Кривошипнинг В нуқтасига унинг ўқиға тик иккита кучлар келтирилган:

F_x -келтирилган ҳаракатлантирувчи куч,

F_k – келтирилган қаршилиқ кучи.

Бунда F_x кучи бўғинларнинг ҳамма ҳаракатлантирувчи кучлари бажарган ишга тенг иш бажариши керак. Кўпинча келтирилган куч деганда қувватларнинг тенглиги назарга олинади. Келтирилган кучнинг ёки унинг моментини аниқлаш учун қуйидаги ифодадан фойдаланиш мумкин:

$$P_k = \sum_1^n P_i \quad (2)$$

Бу ерда: P_k – келтирилган куч ёки моментдан ҳосил бўлган қувват,

P_i -бўғинларга таъсир қилувчи кучлар ёки моментлардан ҳосил

бўлган қувватлар.

P_k – қувват қуйидагича аниқланади:

$$P_k = F_k V_B = M_k \omega \quad (3)$$

Бу ерда: F_k – V нуқтага келтирилган куч,

V_B – V келтириш нуқтасининг тезлиги,

M_k – келтирилган момент-ҳаракатлантирувчи ёки қаршилиқ кучи моменти бўлиши мумкин.

ω – келтириш бўғинининг бурчак тезлиги.

Келтирилган куч ва момент қуйидагича аниқланади:

$$F_k = \frac{\sum_1^n M_i}{V_B} \quad (4)$$

$$M_k = \frac{\sum_1^n M_i}{\omega} \quad (5)$$

$$(4) \text{ ва } (5) \text{ да: } \sum_1^n M_i = \sum_1^n F_i V_i \cos \alpha_i + \sum_1^n M_i \omega_i \quad (6)$$

Бу ерда: F_i , M_i – i бўғинга қўйилган куч ва момент,

V_i – F_i кучи қўйилган нуқтанинг тезлиги,

ω_i – i бўғиннинг бурчак тезлиги,

α_i – F_i кучи ва V_i тезлик вектори орасидаги бурчак

(6) ни (4) ва (5) га қўйсак

$$F_k = \sum_1^n F_i \frac{V_i \cos \alpha_i}{V_B} + \sum_1^n M_i \frac{\omega_i}{V_B} \quad (7)$$

$$M_k = \sum_1^n F_i \frac{V_i \cos \alpha_i}{V_B} + \sum_1^n M_i \frac{\omega_i}{\omega} \quad (8)$$

(7) ва (8) ифодалардан қуйидагича хулоса қилиш мумкин: механизмнинг турли ҳолатларида унинг бўғинларига таъсир қилувчи кучлар ва моментлар маълум бўлса, F_k – келтирилган куч ва M_k – келтирилган момент тезликлар нисбатига, умуман механизм бўғинлари ҳолатига – умумлашган координатага боғлиқ бўлади.

Демак, келтирилган куч ва моментни аниқлаш учун механизмнинг ҳар

бир ҳолати учун тезликлар режасини қуриш кифоя. (7) ва (8) тенгламаларида тезликлар нисбати режадаги кесмалар нисбати билан ифодаланади.

Механизмнинг кинетик энергиясини аниқлаш.

Текисликда ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси уни масса маркази билан илгариланма ва масса маркази атрофида айланма ҳаракатидан ҳосил бўладиган кинетик энергиялар йиғиндисидан иборат. Шунинг учун механизмнинг кинетик энергиясини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (m_i V_i^2 + J_i \omega_i^2) \quad (9)$$

Бу ерда: m_i – i бўғин массаси,

V_i – масса маркази тезлиги,

J_i – бўғиннинг масса марказидан ўтувчи ўқга нисбатан инерция моменти,

ω_i – бўғиннинг бурчак тезлиги.

Бўғинларни ҳаракат турига қараб, уларнинг кинетик энергияси қуйидагича аниқланади.

Илгариланма ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси:

$$T = \frac{mv_s^2}{2} \quad (10)$$

Бу ерда: m – бўғин массаси,

v_s – бўғиннинг оғирлик маркази тезлиги.

Айланма ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси.

$$T = \frac{J\omega^2}{2} \quad (11)$$

Бу ерда J – айланиш ўқига нисбатан массанинг инерция моменти,

ω – бўғиннинг бурчак тезлиги.

Мураккаб ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси.

$$T = \frac{Jp^2}{2} \quad (12)$$

Бу ерда: J_p – бўғиннинг оний айланиш марказидан ўтувчи ўқга нисбатан инерция моменти,

ω - бўғиннинг оний бурчак тезлиги

Бўғиннинг инерция моменти J_p қуйидагича аниқланади:

$$J_p = J_s + mlp_s \quad (13)$$

Бу ерда: lp_s – оний айланиш марказидан масса марказигача бўлган масофа,

J_s - масса марказига нисбатан инерция моменти (13) ни назарга олсак, (12) қуйидагича бўлади.

$$T = \frac{(J_s + mlp_s^2)\omega^2}{2} = \frac{J_s\omega^2}{2} + \frac{m\omega^2lp_s^2}{2} = \frac{J_s\omega^2}{2} + \frac{mv_s^2}{2} \quad (14)$$

Бўғинларнинг кинетик энергияларини қўшиб, механизмнинг кинетик энергияси аниқланади.

Келтирилган масса ва инерция моментини аниқлаш.

Эркинлик даражаси бирга тенг бўлган механизмда бошланғич бўғин битта бўлиб, уни келтирилган бўғин деб қабул қилиш мумкин. (1б-шакл) В нукта келтириш нуктаси бўлсин, яъни 1а-шаклдаги механизмни унинг динамик модели билан алмаштирамиз. Моделни келтирилган массаси m_k ва инерция моменти J_k бўлсин. m_k қуйилган нукта келтириш нуктаси деб, инерция моменти келтирилган бўғин келтириш бўғини деб аталади. m_k ва J_k келтирилган масса ёки инерция моменти кинетик энергияси билан келтирилувчи массаларнинг ёки инерция моментларининг кинетик энергиялари йиғиндисига тенглигидан фойдаланиб аниқланади. 1 шаклдаги механизм учун:

$$T_k = T_1 + T_2 + T_3 \quad (15)$$

Бу ерда: T_k – келтирилган масса ёки инерция моментидан ҳосил бўлган кинетик энергия,

T_1, T_2, T_3 – механизм бўғинлари массалари ёки масса инерция моментларидан ҳосил бўлган кинетик энергиялар.

(15) ифода қуйидагича ифодаланади.

$$\frac{m_e v_A^2}{2} = \frac{J_A \omega_1^2}{2} + \left(\frac{J_2 \omega_2^2}{2} + \frac{m_2 v_{s_2}^2}{2} \right) + \frac{m_3 v_c^2}{2} \quad (16)$$

(16) дан:

$$m_k = J_A \left(\frac{\omega_1}{V_B} \right)^2 + J_2 \left(\frac{\omega_2}{v_B} \right)^2 + m_2 \left(\frac{v_s}{v_B} \right)^2 + m_3 \left(\frac{v_c}{v_B} \right)^2 \quad (17)$$

Тезлик режаси кесмаларидан фойдаланиб;

$$\omega_1 = \frac{v_B}{l_{AB}}, \quad \omega_2 = \frac{Vc\theta}{lc\theta} \quad \text{эканлигини назарга олсак,}$$

$$m_k = \frac{J_A}{l_{AB}^2} + \frac{J_2}{l_{CB}^2} \left(\frac{V_{CB}}{V_B} \right)^2 + m_2 \left(\frac{v_s}{v_B} \right)^2 + m_3 \left(\frac{v_c}{v_B} \right)^2 = \frac{J_A}{l_{AB}^2} + \frac{J_2}{C_{CB}^2} \left(\frac{c\theta}{p\theta} \right)^2 + m_2 \left(\frac{P_s}{P_\theta} \right)^2 + m_3 \left(\frac{P_c}{P_\theta} \right)^2 \quad (18)$$

Келтирилган инерция моменти қуйидагича топилади.

$$\frac{J_k \omega_1^2}{2} = \frac{J_A \omega_1^2}{2} + \frac{J_2 \omega_2^2}{2} + \frac{m_2 v_s^2}{2} + \frac{m_3 v_c^2}{2} \quad (19)$$

$$(19) \text{ дан } \omega_1 = \frac{v_B}{l_{AB}} \text{ ва } \omega_2 = \frac{Vc\theta}{lc\theta} \text{ эканлигини назарга олинса,}$$

$$J_k = J_A + J_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 + m_2 l_{AB}^2 \left(\frac{v_s}{v_B} \right)^2 + m_3 l_{AB}^2 \left(\frac{v_c}{v_B} \right)^2 = J_A + J_2 \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 + m_2 l_{AB}^2 \left(\frac{pc}{p\theta} \right)^2 + m_3 l_{AB}^2 \left(\frac{P_c}{P_\theta} \right)^2$$

Назорат саволлари:

1. Динамик модел деганда нима тушунилади?
2. Келтирилган куч қандай куч?
3. Келтирилган момент қандай момент?
4. Келтирилган масса ва инерция моменти қандай ифодаланади?
5. Келтириш бўғини деб қандай бўғинга айтилади?
6. Келтириш нуқтаси деб қандай нуқтага айтилади?
7. Келтирилган бўғинга қандай кучлар таъсир қилади?
8. Келтирилган куч қандай аниқланади?
9. Келтирилган момент қандай аниқланади?
10. Келтирилган масса қандай аниқланади?
11. Келтирилган массанинг инерция моменти қандай аниқланади?
12. Илгариланма ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси қандай аниқланади?

13. Айланма ҳаракатланувчи бўғинининг кинетик энергияси қандай аниқланади?
14. Мураккаб ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси қандай аниқланади?
15. Кривошип-ползунли механизмнинг кинетик энергияси ифодасини келтиринг.

13-МАЪРУЗА

МАВЗУ: АЙЛАНУВЧИ МАССАЛАРНИ МУВОЗАНАТЛАШ

Мавзу режаси

1. Айланувчи бўғинларнинг инерция кучларини мувозанатлаш.

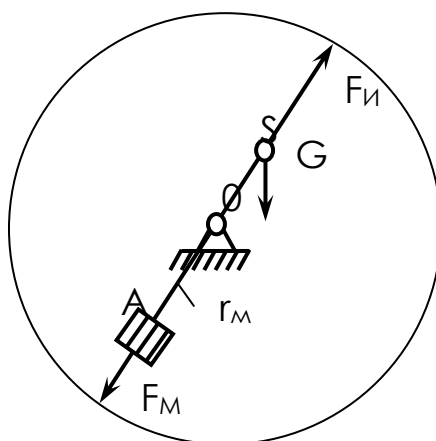
2. Айланувчи массаларни статик мувозанатлаш.

3. Айланувчи массаларни динамик мувозанатлаш.

4. Механизмларни мувозанатлаш муаммолари.

Айланувчи бўғинларнинг инерция кучларини мувозанатлаш.

Айланма ҳаракатланувчи бўғинларнинг инерция кучларидан ҳосил бўладиган динамик юкланишларни амалда мувозанатлаш муаммоли масаладир. Механимни лойиҳалашда массаларни тўғри тақсимлаб, динамик кучларни камайтириш мумкин. Аммо бунда бўғинлар шакли ва оғирлиги конструктив жиҳатдан яхши бўлмайди. Шунинг учун бу усул кўпроқ катта массага ва тезликка эга бўлган айланма ҳаракатланувчи бўғинларни мувозанатлашда қўлланилади. Буларга йиғирув машиналарининг урчуқлари ёки роторлари, турбиналар, тараш машиналари барабанлари, тўқув дастгохлари валлари ва ҳ.к. кирази. Бундай деталларнинг баъзиларини айланиш частоталари минутига 15000 дан 50000 гача бўлиши мумкин. Мувозанатлаш масаласининг долзарблигини қуйидаги мисолда кўришимиз мумкин. Айланувчи ротор шаклидаги бўғиннинг m —массаси, n —айланиш частотаси ва айланиш марказидан масса S — марказигача масофа берилган бўлсин (1-шакл) ($m = 1\text{Н}$, $n = 10000$ айл/мин, $r_{os} = 0,01\text{мм}$)



1- шакл. Айланувчи ротор.

Ротор айланганда F_u инерция кучи ҳосил бўлади:

$$F_u = m\omega^2 r_{os} = 1 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 10000}{30} \right)^2 \cdot 0,01 = 10000H$$

Бундай куч роторни ишдан чиқариши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун роторни мувозанатлаш талаб қилинади ва унга қўшимча юк (балансир) ўрнатилади. Бу юк r_{os} радиуси бўйлаб, О нуқтадан қарама-қарши томонга r_m радиусда ўрнатилади.

Инерция кучларини мувозанатлашни икки мустақил масалага ажратиш мумкин: механизм асосига (таянчга) таъсир қилувчи динамик кучларни мувозанатлаш ва кинематик жуфтлардаги динамик кучларни мувозанатлаш.

Механизмлар асосларидаги динамик кучларни мувозанатлаш учун бўғинларнинг инерция кучларини бир кучга (куч бош векторига) ва жуфт кучга (момент бош векторига) келтирамиз.

Механизм инерция кучлари бош векторининг координата ўқларига проекциялари:

$$F_{ux} = -\sum m_i \ddot{x}_i, \quad F_{uy} = -\sum m_i \ddot{y}_i, \quad F_{uz} = -\sum m_i \ddot{z}_i \quad (1)$$

бу ерда m_i – бўғин массаси

$\ddot{x}_i, \ddot{y}_i, \ddot{z}_i$ – бўғин i нуқтаси тезланишини x, y, z ўқларига проекциялари

Бош момент векторини x, y, z ўқларига проекциялари қуйидагича ифодаланади:

$$M_{ux} = \sum (y_i F_{uzi} - z_i F_{uyi}) = -\sum m_i (y_i \ddot{z}_i - z_i \ddot{y}_i)$$

$$M_{uy} = \sum (z_i F_{uxi} - x_i F_{uzi}) = -\sum m_i (z_i \ddot{x}_i - x_i \ddot{z}_i) \quad (2)$$

$$M_{uz} = \sum (x_i F_{uyi} - y_i F_{uxi}) = -\sum m_i (x_i \ddot{y}_i - y_i \ddot{x}_i)$$

Текис механизмда ўқлардан бирини, масалан ОZ ўқини, бўғинлар ҳаракат текислигига тик қилиб олиш маъқул. Бунда ОХ ва ОY ўқлари механизмнинг ҳаракат текислигида ётади ва $F_{uz} = 0$. Натижада (1) ва (2) ифодалар бироз соддалашади.

$$F_{ux} = -\sum m_i \ddot{x}_i, \quad F_{uy} = -\sum m_i \ddot{y}_i, \quad F_{uz} = 0.$$

$$M_{ux} = -\sum m_i z_i \ddot{y}_i, \quad M_{uy} = -\sum m_i z_i \ddot{x}_i, \quad M_{uz} = -\sum (m_i (x_i \ddot{y}_i - y_i \ddot{x}_i)) \quad (3)$$

Механизм инерция кучларини тўлиқ мувозанатлаш учун инерция

кучлари ва инерция моментларини x, y, z ўқларига проекцияларининг шартли бажарилиши керак.

$$F_{ux} = 0, \quad F_{uy} = 0, \quad M_{ux} = 0, \quad M_{uy} = 0, \quad M_{uz} = 0$$

Мувозанатлаш масаласини ечишда уни шартли равишда иккига ажратиб кўриш мақсадга мувофиқдир: статик мувозанатлаш, яъни $F_{ux} = 0$ ва $F_{uy} = 0$ шартини бажариш ва динамик мувозанатлаш, яъни $M_{ux} = 0, M_{uy} = 0, M_{uz} = 0$ шартини бажариш.

Механизмнинг асосига таъсир қилувчи инерция кучларини мувозанатлаш масаласи анча мураккаб масала бўлиб, уни махсус мавзуда кўришга тўғри келади. Шунинг учун мувозанатлашнинг иккинчи масаласи кинематик жуфтлардаги динамик кучларни мувозанатлашга тўхтаб ўтамиз.

Айланувчи массаларни статик мувозанатлаш.

Вални айланиш $z-z$ ўқиға тик текисликларда m_1, m_2, m_3 массалар айланиш ўқидан r_1, r_2, r_3 масофаларда $\alpha_{1-2}, \alpha_{1-3}$ бурчаклар остида жойлашган бўлсин. (2-шакл)

Массаларни айланишида марказдан қочма инерция кучлари ҳосил бўлади.

$$F_{u1} = m_1 \omega^2 r_1, \quad F_{u2} = m_2 \omega^2 r_2, \quad F_{u3} = m_3 \omega^2 r_3 \quad (4)$$

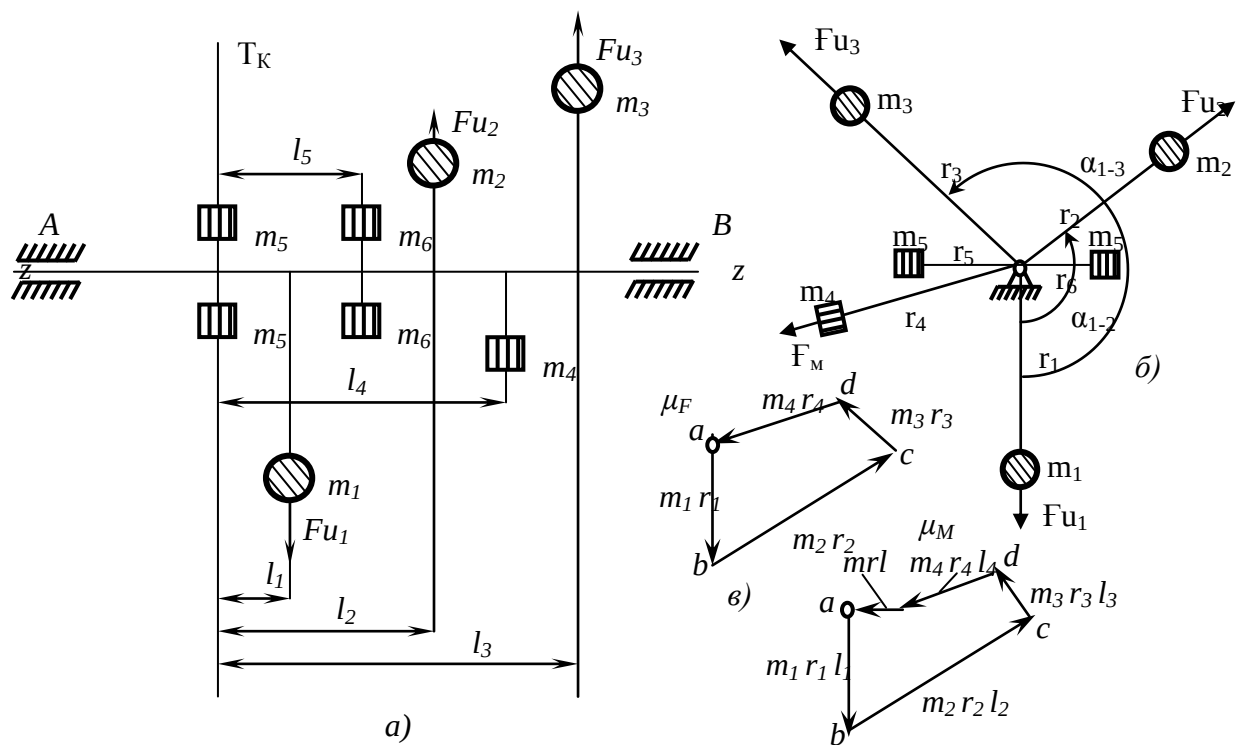
Инерция кучларини вални $z-z$ ўқиға тик ихтиёрий T_k текислигига кўчирамиз. Бунинг учун T_k текислигида F_{u1}, F_{u2} ва F_{u3} кучлар миқдорига тенг, йўналиши қарама-қарши бўлган иккита куч қўямиз (назарий механикада Пуансон услуби деб аталади). Натижада F_{u1}, F_{u2}, F_{u3} инерция кучлари T_k текислигида жойлашиб, қўшимча инерция моментлари M_{u1}, M_{u2}, M_{u3} ҳосил бўлади.

T_k текислигидаги F_{u1}, F_{u2}, F_{u3} кучларни қўшиш учун куч кўпбурчаги қурилади. (2б-шакл). Инерция кучлари m массани r радиусга кўпайтмасига пропорционал бўлгани учун уларни ўрнига $m_1 r_1, m_2 r_2$ ва $m_3 r_3$ кўпайтмаларини қўйилади. $m_4 r_4$ вектори мувозанатловчи кучни ифодалайди.

$$F_m = m_4 \omega^2 r_4 \quad (5)$$

(5) ифодадан m_4 массани қабул қилиб, r_4 ёки аксинча r_4 ни қабул

қилиб, m_4 аниқланади ва F_m куч вектори йўналишида вал узунаси бўйлаб исталган нуқтада, масалан T_K текислигида ℓ_4 масофада жойлаштирилади (2б-шакл). Натижада m_4 масса орқали А, В подшипникларда инерция кучларини йиғиндисидан ҳосил бўлган юк статик мувозанатланади. Аммо статик мувозанатлашни доимо битта масса билан мувозанатлаб бўлмайди. Масалан, тирсакли валнинг конструкцияси иккита массани қўллашни талаб қилади, чунки бу массаларнинг жойлашган текисликлари оралиғида шатун жойлашиши керак.



2-шакл. Бир неча массаларни мувозанатлаш.

Айланувчи массаларни динамик мувозанатлаш.

Айланувчи m_1, m_2, m_3, m_4 массаларни инерция кучларидан ҳосил бўлган $M_{u1}, M_{u2}, M_{u3}, M_{u4}$ инерция моментлари динамик кучларни келтириб чиқаради. Бу кучларни мувозанатлаш учун T_K келтириш текислигини О нуқтасига нисбатан инерция моментлари аниқланади:

$$M_{u1} = m_1 \omega^2 r_1 l_1, \quad M_{u2} = m_2 \omega^2 r_2 l_2, \quad M_{u3} = m_3 \omega^2 r_3 l_3, \quad M_{u4} = m_4 \omega^2 r_4 l_4 \quad (6)$$

Моментлар ётувчи текисликлар ($F_{u1}, F_{u2}, F_{u3}, F_{u4}$ кучлари ётувчи текисликлар) $z-z$ ўқидан ўтгани учун моментлар векторлари $z-z$ ўқига тик

бўлади, яъни инерция кучлари ётувчи текисликларга тик бўлади. Инерция моментлари векторлари билан инерция кучлари векторлари орасидаги бурчак 90^0 га тенг. Моментлар векторларини соат стрелкаси йўналишига қарши 90^0 га бурсак, инерция кучлари векторлари йўналишига мос келади. Буни назарга олиб, моментлар режасини курамиз (2г-шакл). (6) ифодада ω^2 доимий бўлгани учун уни назарга олмасан бўлади.

Моментлар кўпбурчагидан мувозанатловчи момент $M_m = \mu_m \overline{ae}$, Н·мм.

Мувозанатловчи M_m момент ётувчи текислик z-z ўқидан ўтиб режадаги момент векторига мос келади, чунки юқорида моментлар векторларини 90^0 га буриш таъкидланган эди.

Моментларни мувозанатловчи $m_5 = m_6$ массалар вал узунаси бўйлаб хоҳлаган жойда ўрнатилиши мумкин. Массалардан биттасини (m_5) T_k текислигига ва иккинчисини (m_6) T_k текисликдан l_5 ораликда ётувчи текисликка ўрнатамиз. Массалар орасидаги l_5 масофа қабул қилиниб, $m_5 = m_6$ массалар ва $r_5 = r_6$ радиуслари аниқланади:

$$M_m = m_5 r_5 l_5 \quad (6)$$

$$l_5 = \frac{M_m}{m_5 r_5} \text{ мм} \quad (7)$$

Шундай қилиб, валга ўрнатилган m_1, m_2, m_3 массаларни m_4, m_5, m_6 массалари билан тўлиқ мувозанатга келтирилди.

Механизмларни мувозанатлаш муаммолари.

Тўлиқ мувозанатлашни назарга олиб, лойиҳаланган детал материални бир тоифада бўлмаслиги, тайёрлашдаги ноаниқликлар ва баъзи сабабларга кўра тўлиқ мувозанатланмаслиги мумкин. Шунинг учун катта тезлик билан айланувчи деталлар махсус машиналарда текшириб кўрилади. Бундай машиналар мувозанатловчи машиналар деб аталади ва уларнинг конструкцияси турлича бўлиши мумкин. Текшириладиган детал қайишқоқ асосга эга бўлган мосламага жойлаштириб, уни резонансга яқин тезликда ҳаракатлантирилади. Бунда мувозанатланмаган кучлардан ҳосил бўлган тебранишлар амплитудасига қараб мувозанатловчи массани ўрнатиш жойи

аниқланади. Бу вазифа анча меҳнатни талаб қилади ва уни аниқ бажариш муҳим масала ҳисобланади.

Назорат саволлари:

1. Бўғинларни мувозанатлашнинг сабабларини кўрсатинг.
2. Механизмларни мувозанатлаш муаммолари нималардан иборат?
3. Статик мувозанатлаш қандай бажарилади ва доимо битта масса билан амалга ошириладими?
4. Динамик мувозанатлаш сабабини кўрсатинг.
5. Механизм бўғинларини тўлиқ мувозанатлаш мумкинми?
6. Деталлар амалда қандай мувозанатланади?
7. Мувозанатлашнинг иккита масаласини тушунтиринг.
8. Айланувчи масалаларни статик мувозанатлаш тартибини тушунтиринг.
9. Айланувчи массаларни динамик мувозанатлаш тартибини тушунтиринг.
10. Келтириш текислиги қандай текислик?
11. Инерция кучлари келтириш текислигига қандай келтирилади?
12. Инерция кучлари кўпбурчаги қандай қурилади?
13. Моментлар кўпбурчаги қандай қурилади?
14. Айланувчи валга ўрнатилган массаларнинг инерция кучлари қандай аниқланади?
15. Статик ва динамик мувозанатлаш фарқини кўрсатинг.

МАВЗУ: МАШИНА ҲАРАКАТИ ТЕНГЛАМАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ТАҲЛИЛИ

Мавзу режаси

1. Машинанинг ҳаракат тенгламаси шакли.

2. Машинанинг ҳаракат даври ва уларнинг тенгламаси, таҳлили.

Машинанинг ҳаракат тенгламаси шакли.

Машина агрегатининг ҳаракат тенгламасини кинетик энергия тенгламаси шаклида ифодалаш мумкин. Бунда механик система кинетик энергиясининг жонли кучини ўзгариш теоремаси асос қилиб олинган: **бирор вақт ичида моддий нуқта кинетик энергиясининг ўзгариши шу нуқтага қўйилган кучларнинг бажарган ишлари йиғиндисига тенг**

$$T - T_B = \Sigma A \quad (1)$$

Бу ерда: T - ҳаракатнинг охиридаги кинетик энергия;

T_B – ҳаракатнинг бошланишидаги кинетик энергия;

ΣA – кучлар бажарган ишларнинг йиғиндиси.

(1) ифода дифференциал шаклда қуйидагича бўлади:

$$dT = dA \quad (2)$$

ёки

$$dT = dA_x - dA_{\phi.k} - dA_{з.к} \pm dA_G \quad (3)$$

(3) ифоданинг умумий кўриниши:

$$T_2 - T_1 = A_x - A_{\phi.k} - A_{з.к} - A_G \quad (4)$$

Бу ерда: A_x – Ҳаракатлантирувчи кучлар бажарган иш;

$A_{\phi.k}$ – фойдали қаршилик кучлари бажарган иш;

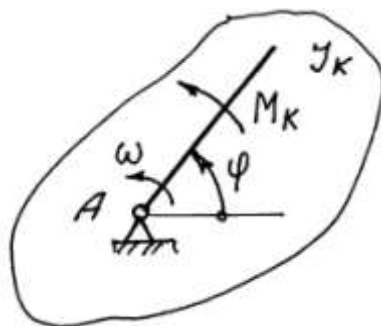
$A_{з.к}$ – зарарли қаршилик кучлари бажарган иш;

A_G - оғирлик кучлари бажарган иш.

Машина ҳаракат тенгламасининг дифференциал шакли (Лагранжнинг 2 даражали тенгламаси) кинетик энергиянинг ўзгариш теоремасидан фойдаланиб, куч ва массаларни келтириш усулини қўллаб, механизм моделига (1-шакл) алмаштириб аниқланади. (2) ифодада кинетик

энергиянинг ўзгариши қуйидагича ифодаланади:

$$dT = d \left(\frac{J_k \omega^2}{2} \right) \quad (5)$$



1-шакл. Динамик модел.

M_k – келтирилган момент бажарган иш:

$$dA = M_k d\varphi \quad (6)$$

(5) ва (6) ни (2) га қўямиз.

$$M_k d\varphi = d \left(\frac{J_k \omega^2}{2} \right) \quad (7)$$

(7) дан M_k аниқланади.

$$M_k = \frac{d \left(\frac{J_k \omega^2}{2} \right)}{d\varphi} = \frac{J_k}{2} 2\omega \frac{d\omega}{d\varphi} + \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ_k}{d\varphi} = J_k \omega \frac{\frac{d\omega}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi} =$$

$$J_k \omega \frac{\varepsilon}{\omega} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi} = J_k \varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ_k}{d\varphi}$$

$$\text{ёки} \quad M_k = J_k \varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ_k}{d\varphi} \quad (8)$$

бу ерда M_k – келтирилган момент;

J_k – келтирилган инерция моменти;

ω, ε - бурчак тезлиги ва тезланиши.

(8) ифодада машина ҳаракатининг 2-даражали Лагранж шаклидаги тенгламасидир.

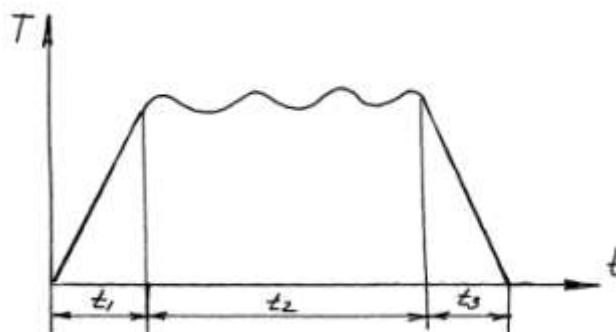
Машинанинг ҳаракат даври ва уларнинг тенгламаси, таҳлили.

Ҳар қандай машина ҳаракатида учта асосий давр бўлади (2-шакл).

а) юргизилиш (жадаллашиш) даври (t_1);

б) барқарор юриш даври (t_2);

в) тўхташ (секинлашиш) даври (t_3);



2-шакл. Машинанинг ҳаракат даври.

(3а-шакл) кинетик энергия ошиб боради ва ҳаракат тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$T_2 - T_1 = A_x - A_{ф.к} - A_{з.к}. \quad (9)$$

Ҳаракат бошланишида $t_1 = 0$ $T_1 = 0$ демак, (9) ифода қуйидагича бўлади:

$$T_2 = A_x - A_{ф.к} - A_{з.к}.$$

ёки

$$A_x = T_2 + A_{ф.к} + A_{з.к}. \quad (10)$$

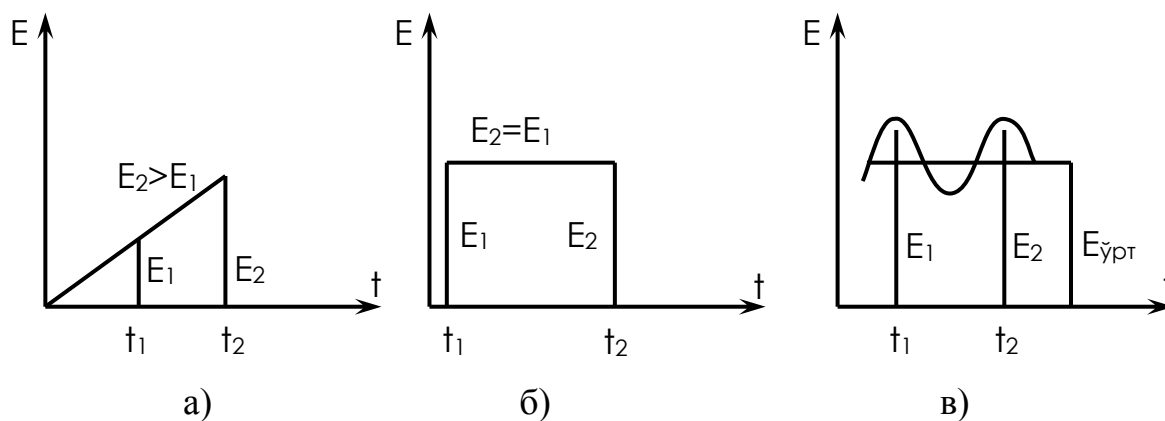
Юргизилиш даврида ҳаракатланувчи кучларнинг иши фойдали ва зарарли қаршиликлар ишидан катта бўлиши шарт ва кинетик энергиянинг ошиб боришини таъминлаши керак.

Машинанинг барқарор ҳаракати 2 та кўринишда бўлиши мумкин:

а) ўзгармас барқарор ҳаракат;

б) ўзгарувчан барқарор ҳаракат.

Ўзгармас барқарор ҳаракатда машинанинг кинетик энергияси ўзгармайди, яъни $E_1 = E_2$ (3,б-шакл)



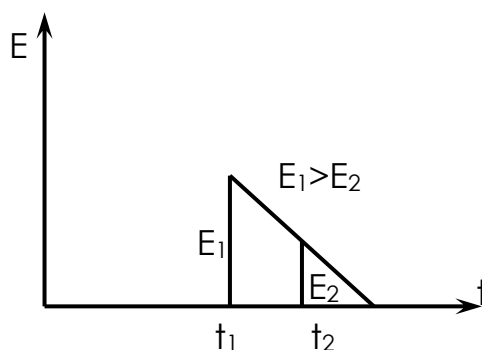
3-шакл. *Машинанинг ҳаракат даври ва кинетик энергияларнинг ўзгариши.*

Ўзгарувчан барқарор ҳаракатда машинанинг кинетик энергияси $E_{\text{урт}}$ ўртача кинетик энергия атрофида даврий равишда ўзгариб туради (3-шакл, в). Циклларда $E_{\text{урт}}$ ўзгармайди. 1 циклда ҳаракатлантирувчи кучлар бажарган иш

$$A_x = A_{\text{ф.к.}} + A_{\text{з.к.}} \quad (11)$$

Машинанинг тўхташ (секинлашиш) даврида (4-шакл) кинетик энергия камайиб бориб, охирида $E_2 = 0$ бўлади. Давр бошланишида машинани юритувчи (двигател) тўхтатилади. Баъзида $A_{\text{ф.к.}} = 0$ бўлади. Натижада

$$E_1 = A_{\text{з.к.}} \quad (12)$$



4-шакл. *Машинанинг тўхташ даври.*

Бу ерда: E_1 – йиғилган кинетик энергия.

Машинани тўхташида ҳаракат вақтида тўпланган кинетик энергия зарарли қаршиликлар (ишқаланиш кучлари) ишини енгиш учун сарфланади. Бунда сунъий равишда зарарли қаршиликни кўпайтириб, машинани тўхтатиш мумкин, деган натижа чиқади. Бу масала машинанинг бош валига

махсус тормозлар ўрнатиш йўли билан ҳал қилинади.

Назорат саволлари.

1. Машинанинг ҳаракат тенгламалари қандай шаклларда бўлади?
2. Машинанинг ҳаракат даврларини кўрсатинг.
3. Машинанинг жадаллашиш даври тенгламаси қандай кўринишда бўлади?
4. Машинанинг барқарор ҳаракат тенгламасини кўрсатинг.
5. Машинани тўхташ даври тенгламаси қандай кўринишда бўлади?
6. Машинанинг барқарор ҳаракати нечта кўринишда бўлади?
7. Ўзгармас барқарор ҳаракатда кинетик энергия ўзгарадими?
8. Ўзгарувчан барқарор ҳаракатда кинетик энергия қандай ўзгаради?
9. Зарарли қаршилик кучлари қандай кучлар?
10. Фойдали қаршилик кучлари қандай кучлар?
11. Машинанинг жадаллашиш даврида кинетик энергия ошадими?
12. Машинани тўхташ даврида кинетик энергия қандай ўзгаради?
13. Нима учун механизм моделга алмаштирилади?
14. Кинетик энергиянинг ўзгариш тенгламаси қандай кўринишда бўлади?
15. Машинанинг тўхташ даврида тўпланган кинетик энергия нимага сарфланади?

15-МАЪРУЗА

МАВЗУ: МАШИНА ҲАРАКАТИНИ БИР МЕЪЁРДА САҚЛАШ (РОСТЛАШ)

Мавзу режаси:

- 1.Машинанинг нотекис ҳаракати ва бошланғич бўғиннинг текис айланиш коэффиценти.**
- 2.Энергомасса диаграммаси.**
- 3.Маховикни энергомасса диаграммаси усулидан фойдаланиб ҳисоблаш.**

Машинанинг нотекис ҳаракати ва бошланғич бўғиннинг текис айланиш коэффиценти.

Машина ҳаракатининг бир текисда бўлиши ҳозирги замон техникасида катта аҳамиятга эга.

Машинанинг барқарор ҳаракатида бошланғич бўғиннинг тезлиги ўзгариб туради. Тезликнинг ўзгариши 2 хил бўлади: даврий ва давриймас ўзгариш. Машинанинг барқарор ҳаракатини тўлиқ циклида ҳаракатлантирувчи кучлар бажарган иш қаршилиқ кучлари бажарган ишга тенг бўлади. Аммо цикл ичида улар тенг бўлмайди ва натижада цикл ичида бошланғич бўғин нотекис ҳаракатланади. Тезликнинг циклик тарзда ўзгариб туриши даврий ўзгариш ҳисобланади.

Тезликнинг давриймас ўзгариши фойдали ёки зарарли қаршилиқнинг тўсатдан ўзгариши ёки машинага бирор масса қўйилиши сабабли келиб чиқиши мумкин. Кўпчилик машина ва механизмларда тезликнинг икки хил ўзгаришини кузатиш мумкин. Механизм барқарор ҳаракатида бир меъёрга сақлаш учун унинг бўғинлари массаларини мақсадга мувофиқ жойлаштириш керак бўлади. Шу мақсадда механизм таркибида қўшимча масса киритилади.

Бу масса механизм ҳаракати тезлашганда ортиқча кинетик энергияни чиқариб турувчи аккумулятор вазифасини ўташи керак. Механизмнинг

етакловчи бўғинига ўрнатиладиган маховик ана шундай массадири.

Тезликнинг давриймас ўзгаришида ростлаш масаласи механизм ёки машинага махсус механизмни ўрнатиш йўли билан ҳал қилинади. Бундай механизмлар ростлагичлар (меъёрга келтирувчилар) деб аталади.

Машина ҳаракати тезлигини унинг $[\delta]$ нотекис айланиш коэффиценти чегарасида сақлаб туриш ростлашнинг асосий масаласи ҳисобланади.

Машина ҳаракатининг нотекислик коэффиценти:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{yp}} \quad (1)$$

Бу ерда
$$\omega_{yp} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2} \quad (2)$$

(1) ва (2) дан.
$$\omega_{\max} = \omega_{yp} \left(1 + \frac{\delta}{2}\right), \quad \omega_{\min} = \omega_{yp} \left(1 - \frac{\delta}{2}\right) \quad (3)$$

(2) ифоданинг чизиқли тезликда кўриниши:

$$\begin{aligned} VA_{\max} &= VA_{yp} \left(1 + \frac{\delta}{2}\right) \\ VA_{\min} &= VA_{yp} \left(1 - \frac{\delta}{2}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

Машина тезлигининг катта даражада ўзгариши негатив натижаларга олиб келиши мумкин:

- а) Бўғинларнинг қўшимча инерция кучларини ҳосил бўлиши;
- б) Машинанинг тебраниши;
- в) Технологик жараённинг бузилиши.

Маховикни ўрнатиш натижасида машинанинг нотекис ҳаракати камайтиради.

Хамма машиналар нотекис айланиш коэффицентининг рухсат этилган даражасини сақлаш шартлари асосида лойихаланади.

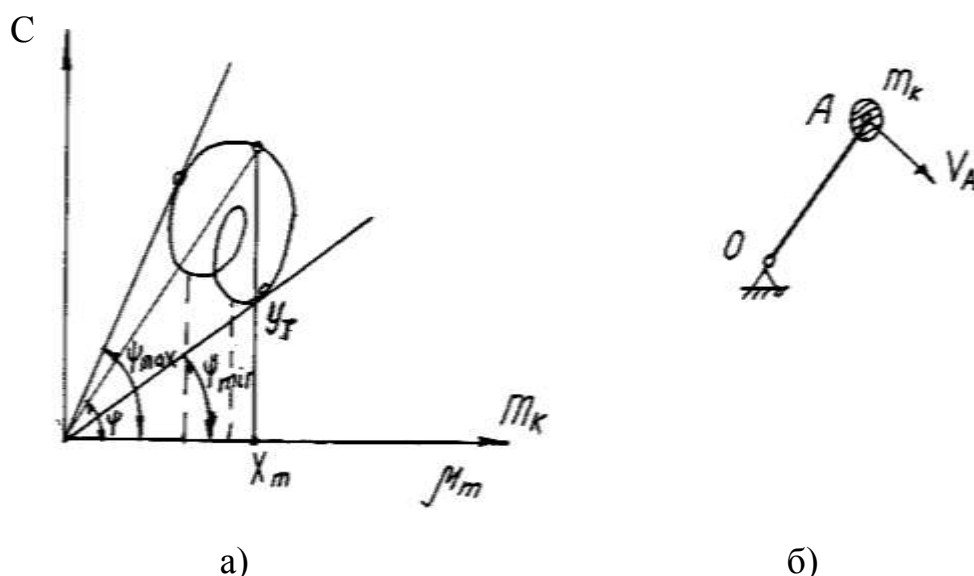
Масалан, электр токи генераторлари учун $[\delta] = \frac{1}{100}; \frac{1}{300}$, тўқув дастгохлари учун $[\delta] = 30\%$ ва ҳ.к.

Маховикни хисоблашнинг турли усуллари мавжуд. Энергомасса ёки профессор Виттенбауэр усулини кўрайлик. Бу усул аниқ геометрик курилмаларга асосланган.

Энергомасса диаграммаси.

Машинанинг ҳамма ҳолатлари учун M_k келтирилган масса ва E кинетик энергия маълум бўлсин. Бу катталикларни энергомасса диаграммассанинг координаталари деб қабул қилайлик. Бунда $T = \mu_F \cdot Y_F$,

$$M_k = \mu_m \cdot X_m$$



1- шакл. Энергомасса диаграммаси (а) ва келтирилган масса (б)

Диаграммада ихтиёрий нукта танлаб, ψ бурчаги тангенсини аниқлаймиз (1а- шакл)

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{Y_T}{X_m} = \frac{\frac{T}{\mu_m}}{\frac{m_k}{\mu_m}} = \frac{T}{\mu_F} \cdot \frac{\mu_m}{m_k} = \frac{\mu_m}{\mu_F} \cdot \frac{m_k \cdot V_A^2}{2m_k} = \frac{\mu_m}{2\mu_F} V_A^2 \quad (5)$$

Бу ерда μ_m, μ_F масштаблар; V_A – А нуктанинг тезлиги (1б - шакл).

(5) дан:

$$V_A = \sqrt{\frac{2\mu_T}{\mu_m} \cdot \operatorname{tg} \psi} \quad (6)$$

(6) асосида А нуктанинг максимал ва минимал тезликлари аниқланади.

$$V_{A_{\max}} = \sqrt{\frac{2\mu_T}{\mu_m} \cdot \operatorname{tg} \psi_{\max}} \quad (7)$$

$$V_{A_{\min}} = \sqrt{\frac{2\mu_T}{\mu_m} \cdot \operatorname{tg} \psi_{\min}} \quad (8)$$

(7) ва (8) ифодалардан $\operatorname{tg} \psi_{\max}$, $\operatorname{tg} \psi_{\min}$ билан $V_{A_{\max}}$ ва $V_{A_{\min}}$ бир - бирига боғлиқлиги маълум. Демак, машинанинг δ нотекис ҳаракати коэффиценти орқали $\operatorname{tg} \psi$ ни максимал ва минимал қийматларини аниқлаш мумкин.

Маховикни энергомасса диаграмаси усулидан фойдаланиб ҳисоблаш.

Механизмнинг барқарор ҳаракатида қуйидагилар маълум бўлсин:

а) $\Delta T = f(m_k)$

б) T_0 – бошланғич кинетик энергия

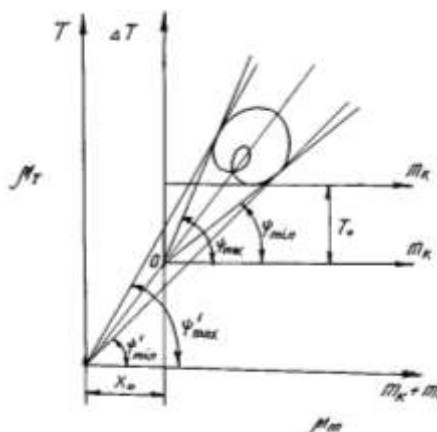
Ўртача тезликни ўзгартирмай механизм массасини m_0 қийматига оширайлик ва буни машина ҳаракатининг нотекслик коэффиценти таъсири баҳолаймиз. (2 - шакл)

$$2 - \text{шаклдан } \psi_{\max} < \psi_{\max} \quad (V'_{A_{\max}} < V_{A_{\max}}), \quad \psi_{\min} > \psi_{\min} \quad (V'_{A_{\min}} > V_{A_{\min}})$$

кўриниб турибди.

(1) ни назарга олиб, ҳаракатнинг янги δ' нотекис айланиш коэффиценти дастлабки δ га нисбатан камайганлигини таъкидлаш мумкин:

$$\delta' < \delta \quad (9)$$



2 – шакл. Машинанинг нотекис айланиш коэффиценти келтирилган массага боғлиқлиги.

Демак, машина массасини ошириб ҳаракатнинг нотекслик

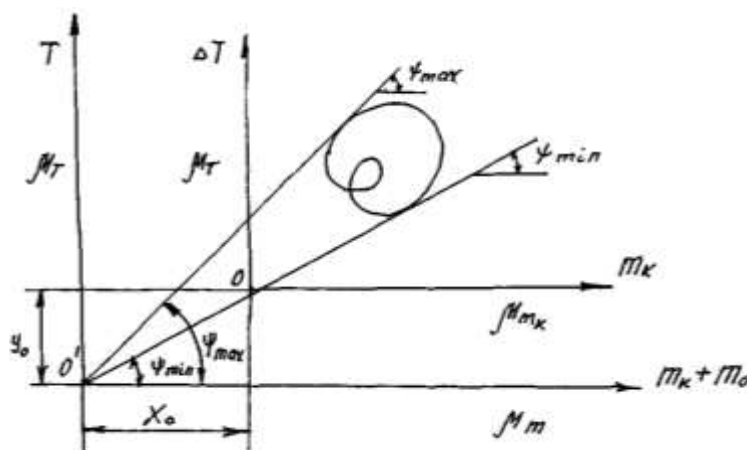
коэффициентини камайтириш мумкин. Амалда машина валларидан бирига қўшимча детални ўрнатиб, масса оширилади. Бундай детал маховик деб аталади. Маховикни ўрнатиш орқали бошланғич бўғин тезлиги камайтирилади. Аммо абсолют текис ҳаракатга эришиб бўлмайди. Бунинг учун маховикнинг массаси чексиз катта бўлиши керак.

Машинани барқарор ҳаракат даври учун маховик қуйидагича ҳисобланади, яъни юқоридаги масалага тескари бўлган масalani кўрамиз.

Қуйдагилар берилган бўлсин.

а) $\Delta T = f(m_k)$ б) $V_{A_{yp}} = \frac{m_{yp}}{30} l_{o_A}$

в) машинанинг рухсат этилган нотекис айланиши коэффициенти - $[\delta]$



3 – шакл. Маховик массасини аниқлаш диаграммаси.

Масала қуйдаги тартибда ечилади.

а) Бошланғич бўғин А нуқтасининг максимал ва минимал тезликлари ҳисобланади.

$$V_{A_{max}} = V_{A_{yp}} \left(1 + \frac{[\delta]}{2}\right), \quad V_{A_{min}} = V_{A_{yp}} \left(1 - \frac{[\delta]}{2}\right)$$

б) ψ_{max} ва ψ_{min} бурчаклари аниқланади.

$$\operatorname{tg} \psi_{max} = \frac{\mu_m}{2\mu_T} \cdot V_{A_{max}}^2, \quad \operatorname{tg} \psi_{min} = \frac{\mu_m}{2\mu_T} \cdot V_{A_{min}}^2$$

в) ψ_{max} ва ψ_{min} бурчаклари остида уринма чизиклар ўтказилади ва яъни координатанинг O' бошланиш нуқтаси аниқланади.

г) Маховик массаси аниқланади: $m_0 = \mu_m \cdot X_0$

б) Маховикнинг келтирилган моменти ҳисобланади.

$$J_0 = m_0 \cdot l_0^2 \cdot A \quad (10)$$

Назорат саволлари.

1. Машина ҳаракатини ростлаш муаммолари нималардан иборат?
2. Бошланғич бўғиннинг нотекис ҳаракати тезлиги қандай ўзгаради?
3. Машинанинг ҳаракат тезлигини бир меъёردа сақлаш йўлларини кўрсатинг.
4. Машина ҳаракатининг нотекислик коэффиценти қандай аниқланади?
5. Машинанинг нотекис ҳаракати қандай оқибатларга олиб келади?
6. Энергомасса диаграммаси қандай қурилади?
7. Маховикни ҳисоблаш тартибини кўрсатинг.
8. Нима учун механизм таркибига қўшимча масса киритилади?
9. Машинанинг нотекис ҳаракати қандай камайтирилади?
10. Маховикни ҳисоблашни қандай усуллари бор?
11. Қандай қилиб ҳаракатнинг нотекислик коэффицентини камайтириш мумкин?
12. Маховик машинанинг қаерига ўрнатилади?
13. Машина бош валининг абсолют текис ҳаракатига эришиб бўладими?
14. Бошланғич бўғин нуқтаси ҳаракат тезлигининг максимал ва минимал тезликлари қандай аниқланади?
15. Машинанинг барқарор ҳаракат даврида маховик қандай вазифани бажаради?

16-МАЪРУЗА

МАВЗУ: ИШҚАЛАНИШ ТУРЛАРИ. КИНЕМАТИК ЖУФТЛАРДАГИ РЕАКЦИЯЛАРНИ ИШҚАЛАНИШ КУЧЛАРИНИ ҲИСОБГА ОЛИБ АНИҚЛАШ.

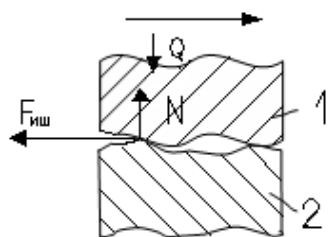
Маъруза режаси

1. Ишқаланиш турлари.
2. Амонтон-Кулоннинг ишқаланиш қонунлари.
3. Илгариланма кинематик жуфтларда ишқаланиш.

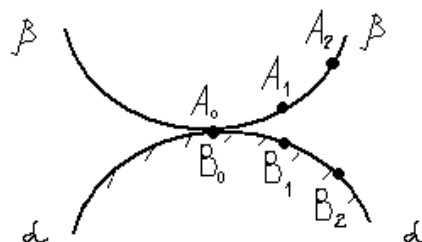
Ишқаланишнинг келиб чиқиш сабабларини ўрганишда ташқи ишқаланишни ички ишқаланишдан фарқ қилиш керак. Ташқи ишқаланиш икки жисмни бир-бирига нисбатан силжишида туташувчи юзаларида ҳосил бўлган уринма қаршиликдир.

Ички ишқаланиш қаттиқ, суюқ ва газсимон жисмларнинг деформациясида ҳосил бўлиб, механик энергияни қайтмас тарқалишига олиб келади.

Маърузада асосан ташқи ишқаланишга тўхтаб ўтамиз. Жисмларни бир-бирига тегиб турувчи юзалари нотекисдир ва нисбий силжишга қаршилик кўрсатади. **Ташқи куч таъсирида бир жисм юзасини иккинчи жисм юзасига нисбатан силжишига қаршилик кўрсатувчи юзаларга уринма йўналган куч ишқаланиш кучи деб аталади (1-шакл).**



1-шакл. Сирпанишдаги
ишқаланиш.



2-шакл. Думалашдаги
ишқаланиш.

Жисмларнинг нисбий ҳаракатида 2 хил-сирпанишдаги ва думалашдаги ишқаланишлар учраб туради. Сирпанишдаги ишқаланишда битта жисм юзасининг нуқтаси иккинчи жисм юзасининг ҳамма нуқталари билан

туташган бўлади (1-шакл).

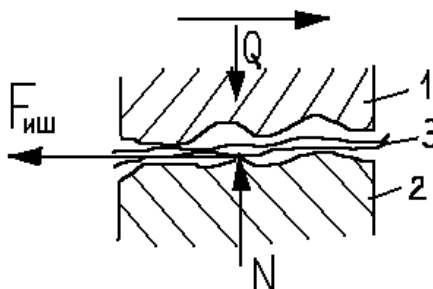
Думалашдаги ишқаланишда бир жисм юзасининг нуқталари (A_0, A_1, A_2) иккинчи жисм юзасининг аниқ нуқталари ($B_0, B_1, B_2, \dots$) билан туташади (2-шакл). Бунда:

$$\cup A_i A_{i+1} = \cup B_i B_{i+1} \quad (1)$$

Агарда (1) ифода бажарилмаса, думалаш сирпаниш билан намоён бўлади. Энергетик нуқтаи назардан думалашдаги ишқаланиш самарадор бўлиб, машинасозликда шарикли ва роикли подшипниклар қўлланилади.

Ишқаланишни икки турга ажратиш мумкин: қуруқ ва суюқ.

Қуруқ ишқаланишда туташувчи юзалар бир-бирига тегиб туради (1-шакл).



3-шакл. Суюқ ишқаланиш.

Суюқ ишқаланишда (3-шакл) сирпанувчи 1,2-юзаларни 3-мой қатлами ажратиб туради.

Баъзи ҳолларда ярим қуруқ ёки ярим суюқ ишқаланишлар учраб туради.

Қуруқ ва суюқ ишқаланишлар табиати бир-биридан тубдан фарқ қилади. Шунинг учун механизмларда ишқаланиш кучларини ҳисобга олиш усуллари турличадир.

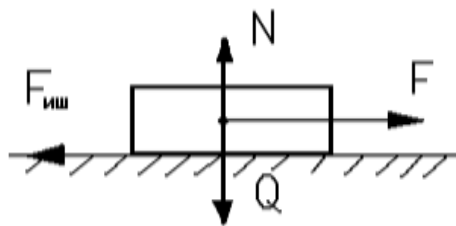
Қуруқ ишқаланиш. Амонтон-Кулоннинг ишқаланиш қонунлари.

Q- оғирликдаги ползун F кучи таъсирида текисликда ҳаракатланганда (4-шакл) $F_{иш}$ ишқаланиш кучи ҳосил бўлади:

$$F_{иш} = f \cdot N \quad (2)$$

бу ерда: N - нормал босим кучи;

f - сирпанишдаги ишқаланиш коэффициенти.



4-шакл. Илгариланма кинематик жуфтда ишқаланиш.

(2) ифода Амонтон қонуни деб аталади.

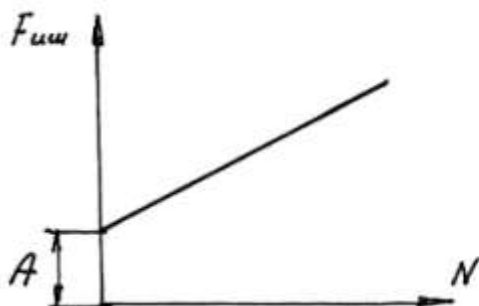
XVII аср охирида француз олими Кулон ўзининг ва бошқа олимларнинг (асосан Амонтонни) тадқиқотларига асосланиб, қуйидаги асосий ҳолларни баён қилди:

- а) сирпанишдаги ишқаланиш кучи нормал босимга пропорционал;
- б) ишқаланиш сирпанувчи юзаларнинг материалига ва ҳолатига боғлиқ;
- в) ишқаланиш силжувчи жисмларнинг нисбий тезлигига ва туташувчи юзалар катталигига боғлиқ эмас;
- г) тинч ҳолатдаги ишқаланиш ҳаракатдаги ишқаланишдан катта.

Кулон қонуни қуйидагича ифодаланади:

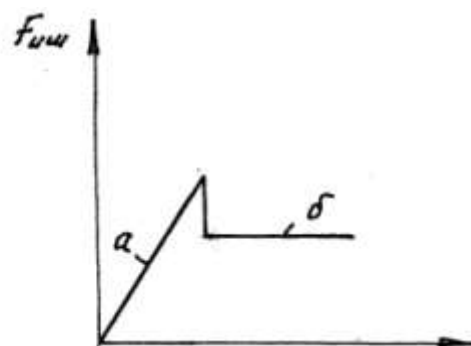
$$F_{иш} = A + f \cdot N \quad (3)$$

бу ерда: A - ишқаланишда босимга боғлиқ бўлмаган тегиб турувчи юзаларнинг ёпишқоқлик коэффициенти.



5-шакл.

Ишқаланиш кучини
нормал кучга боғлиқ



6-шакл. Ишқаланиш

кучининг турли ҳолатларда
ўзгариши (а-ҳаракат
бошланишида, б-ҳаракат

(3) ифоданинг график тасвири 5-шаклда кўрсатилган. Жисмни тинч ҳолатидаги ишқаланиш кучи ҳаракатидаги ишқаланиш кучидан каттадир (6-шакл).

Жисмни F ҳаракатлантирувчи куч унинг тинч ҳолатдаги ишқаланиш кучига тенг бўлиши керак:

$$F = F_{\text{ёш.ё}} = f_m \cdot N \quad (4)$$

бу ерда: $F_{\text{ёш.ё}}$ - тинч ҳолатдаги ишқаланиш кучи;

f_m - тинч ҳолатдаги ишқаланиш коэффиценти.

$$F = f \cdot N \quad (5)$$

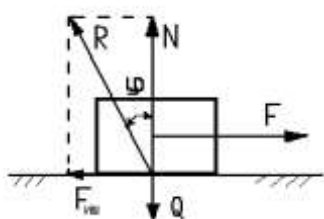
бу ерда: f - ҳаракатдаги ишқаланиш коэффиценти.

Илгариланма кинематик жуфтларда ишқаланиш.

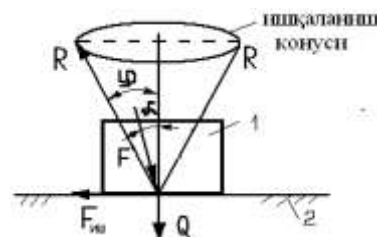
Юқорида таъкидланганидек, горизонтал текисликда ҳаракатланувчи ползунга F ҳаракатланувчи, Q оғирлик кучи, N нормал босим кучи ва $F_{\text{иш}}$ ишқаланиш кучлари таъсир этсин (7-шакл). Нормал ва ишқаланиш кучлари векторларини қўшамиз:

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{иш}} = \vec{R} \quad (6)$$

бу ерда: R – тўла реакция.



7-шакл. R - тўла реакция ва φ - ишқаланиш бурчаги.



8-шакл. Ишқаланиш конуси.

7-шаклдан:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{F_{\text{иш}}}{N} = \frac{N}{N} \cdot f \quad (7)$$

$$\varphi = \arctg f \quad (8)$$

бу ерда: φ - ишқаланиш бурчаги;

f - ишқаланиш коэффициенти.

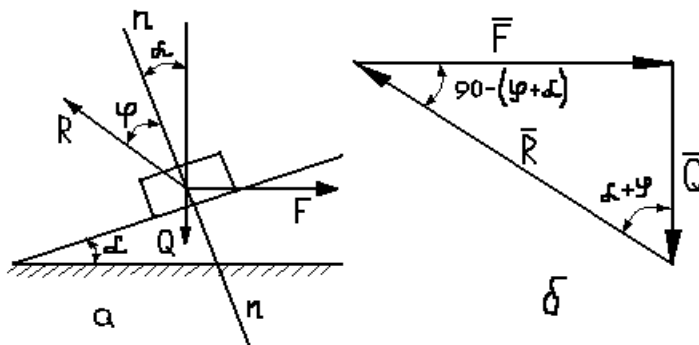
1- ползунни 2- текисликда ўнг томонга сирпантисак, $F_{\text{иш}}$ ишқаланиш кучи чап томонга йўналади. Агар ползунни чап томонга сирпантисак, ишқаланиш кучи ўнг томонга йўналади. Иккала ҳолда ҳам тўла реакция R бўлади. Ползунни қандай йўналишда ҳаракатлантирмайлик тўла реакция R бўлади. Натижада R тўла реакция вертикал ўқ атрофида айланиб, ясовчиси R бўлган конус чизади (8-шакл). Бу конус ишқаланиш конуси деб аталади.

Агар F ҳаракатлантирувчи куч конус ичида ($\alpha < \varphi$) таъсир этса, тикилиш содир бўлиб, ҳаракат бўлмайди.

Ползунни ҳаракатлантириш учун ($\alpha \geq \varphi$) бўлиши шарт, яъни F кучи ишқаланиш конусидан ташқарида бўлиши керак.

Қия текисликда ишқаланиш.

Қия текисликда ползун юқорига ҳаракатлансин (9-шакл).



9-шакл. Қия текисликда ишқаланиш (а), куч режаси (б).

Ползуннинг мувозанат вектор тенгламаси:

$$\bar{Q} + \bar{R} + \bar{F} = 0 \quad (9)$$

Куч режасини курамиз (9б-шакл) ва синуслар теоремасидан фойдаланамиз:

$$\frac{F}{\sin(\alpha + \varphi)} = \frac{Q}{\sin(90 - (\alpha + \varphi))} = \frac{Q}{\cos(\alpha + \varphi)} \quad (10)$$

(10) дан

$$F = Q \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos(\alpha + \varphi)} = Q \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (11)$$

Ползун пастга ҳаракатланганда φ ишқаланиш бурчаги манфий бўлади ва умумий ифода қуйидагича бўлади:

$$F = Q \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi) \quad (12)$$

Бу ерда: φ - ишқаланиш бурчаги, $\varphi = \arcsin \operatorname{tg} f$;

Q – ползун оғирлиги;

α - қия текислик бурчаги.

Винтларда ишқаланиш.

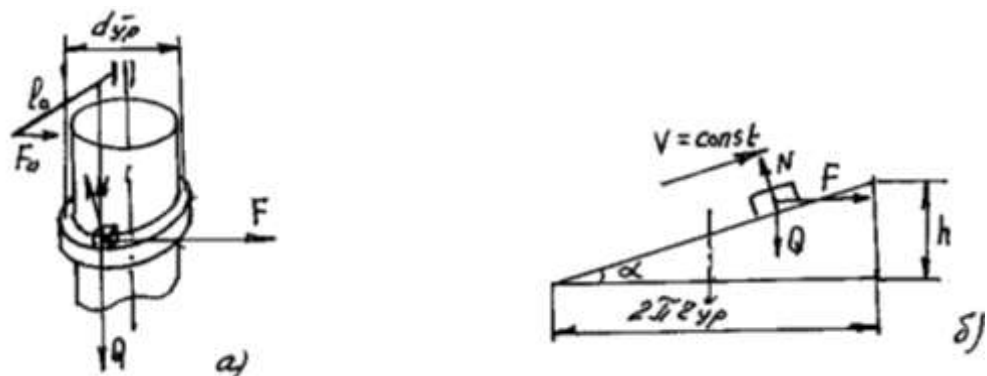
Тўғри резъбали винтни кўрайлик (1а-шакл). Юқорида таъкидланганидек, қатор фаразлар қабул қилинади. Улар қуйидагилардир:

а) Резъбага таъсир қилувчи босим резъбанинг ўртача радиуси бўйлаб тақсимланган.

б) Винтли жуфтда кучнинг таъсири қия текисликда ползунга таъсир қилувчи кучга ўхшайди.

в) Винтли чизик бўйлаб ишқаланиш бир хилда тақсимланган.

Винтли чизикнинг бир ўрамини текисликка ёямиз. Натижада винтнинг қия текислик шаклидаги модели ҳосил бўлади Винт билан гайка (1б-шаклда гайка элементи тасвирланган) нисбий ҳаракатда бўлсин. Q юкнинг оғирлик кучи ва винт ўқиға тик текисликда жуфт куч- ҳаракатлантирувчи M_X момент гайкага тасир қилади.



1-шакл. Винтли жуфт (а), винт линияси ёйилмаси(б)

Гайкани юқорига ҳаракатланиши учун $M_X = M_{ush}$ (1) шарти бажарилиши

керак.

M_x – ҳаракатлантирувчи куч моменти:

$$M_x = F_0 \cdot l_0 \quad (2)$$

Бу ерда: F_0 - гайкани айланттирувчи куч (иш кучи)

l_0 – кучнинг елкаси (айланттирувчи калит узунлиги)

$M_{иш}$ – Ишқалиниш моменти:

$$M_{иш} = F \cdot r_{yp} = Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi) r_{yp} = Q \cdot r_{yp} \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi) \quad (3)$$

(2) ва (3) ни тенглаштириб ва уни f_0 га нисбатан ечиб қуйидаги ифода олинади.

$$F = \frac{Q \cdot r_{yp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha \pm \varphi)}{l_0} \quad (4)$$

Бу ерда: F_0 – ишчининг гайкани айланттирувчи кучи;

r_{yp} – винтли чизиқнинг ўртача радиуси;

α - винтли чизиқнинг кўтарилиш бурчаги;

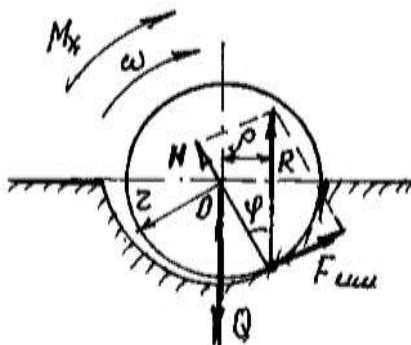
φ - ишқаланиш бурчаги, $\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} f$

l_0 - ишчи кучининг елкаси (калит узунлиги)

Айланма кинематик жуфтларда ишқаланиш.

Сирпаниш подшипниклари айланма кинематик жуфт хисобланади. Машина ёки механизмларда подшипник ва цапфа бўлади. Подшипникда айланувчи валнинг бир қисми цапфа деб аталади. Цапфа валнинг охирида бўлиб, шип ўртасида бўлса бўйин деб аталади.

Сирпанувчи подшипникда айланувчи валнинг шипини кўрайлик (2-шакл).



2 - шакл. Подшипникда вал

Ишқаланиш моментини аниқлаймиз. 2- шаклдан

$$M_{иш} = R \cdot \rho$$

Бу ерда R – тўла реакция,

ρ - ишқаланиш доирасининг радиуси

Валнинг O марказидан радиуси ρ га тенг айлана чизилса, у ҳолда тўлиқ реакция бўлади ва айланага уринма бўлиб ўтади. Радиуси ρ га тенг доира ишқаланиш бурчаги ёки ишқаланиш доираси деб аталади.

Ишқаланиш радиуси қуйидагича бўлади.

$$\rho = r \cdot \sin \varphi \quad (6)$$

(6) да φ ишқаланиш бурчаги кичик бўлгани учун $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$ деб қабул қилсак,

$$\rho = r \cdot \operatorname{tg} \varphi = rf \quad (7)$$

$$\sum Y = R - Q = 0 \quad \text{ёки} \quad R = Q \quad (8)$$

(7) ва (8) ни назарга олсак, (5) қуйидагича бўлади.

$$M_{иш} = Q \cdot rf \quad (9)$$

Бу ерда: $M_{иш}$ - ишқаланиш momenti;

Q - радиал юкланиш;

r - шипнинг радиуси;

f - сирпанишдаги ишқаланиш коэффициенти.

Думалашдаги ишқаланиш.

Юқорида кўриб ўтилган қуйи кинематик жуфтлардаги ишқаланишдан ташқари машина ва механизмларнинг олий кинематик жуфтларида ҳам ишқаланиш содир бўлади. Бундай ишқаланишни иккинчи турдаги ишқаланиш деб аталади.

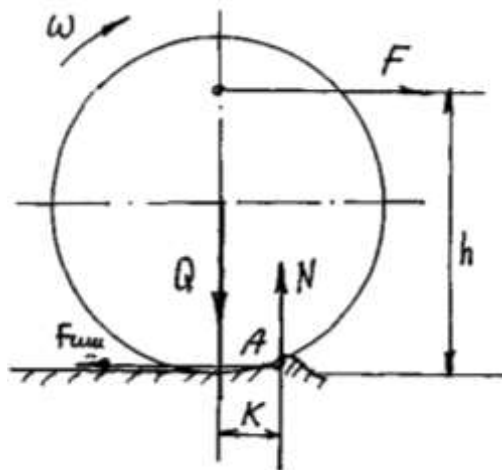
Бўғинни думалашига кўрсатилган қаршилик думалашдаги ишқаланиш деб аталади. Шар ёки цилиндр текисликда думалатилганда (текислик

нисбатан юмшоқ бўлганда) N нормал реакция кучи цилиндр марказидан K масофада ўтади, чунки текисликнинг деформацияси натижасида цилиндр олдида югурувчи тўлқин ҳосил бўлади.

$$\text{Цилиндрнинг думалаш шarti: } M_x = M_K \quad (10)$$

Бу ерда: M_x - ҳаракатлантирувчи момент;

M_K - қаршилиқ моменти



3 – шакл. Думалашда ишқаланиш

$$\text{3- шаклдан: } M_x = F \cdot h \quad (11)$$

$$M_K = N \cdot K \quad (12)$$

(11) ва (12) назарга олсак, (10) ифода қуйидагича бўлади.

$$Fh = N \cdot K \text{ ёки } F = \frac{K}{h} \cdot N = \frac{K}{h} Q \quad (13)$$

Ҳаракатлантирувчи F кучнинг таъсирида 3 та ҳол учраши мумкин:

- а) жисм думалаши мумкин
- б) жисм сирпаниши мумкин
- в) жисм сирпаниб думалаши мумкин.

Жисмни фақат думалаши қуйидаги шарт бажарилганда бўлиши мумкин:

$$F_{ush} > F \text{ ёки } f \cdot Q > \frac{K}{h} \cdot Q \quad (14)$$

Демак $f > \frac{K}{h}$ шarti бажарилганда соф думалаш содир бўлади.

$$\text{Жисмни тоза сирпаниш шарти: } f < \frac{K}{h} \quad (15)$$

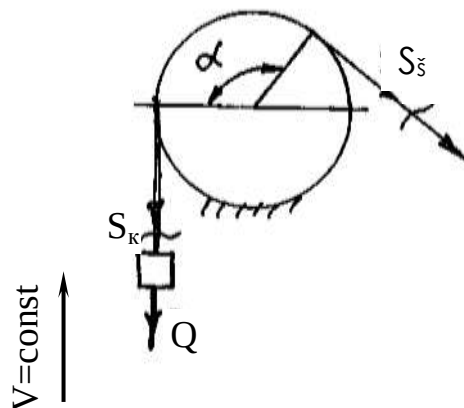
$$\text{Жисмни сирпаниб думалаш шарти: } f = \frac{K}{h}$$

(16) Думалашдаги қаршилик сирпанишдаги қаршиликдан доимо кичик бўлгани учун сирпанишдаги ишқаланиш думалашдаги ишқаланишга алмаштирилади. Масалан, думаловчи подшипниклар, ғилдираклар ва ҳ.к.

Эгилувчан бўғинларда ишқаланиш.

Машинасозликда эгилувчан бўғинли механизмлар кўп қўлланилади. (тасмалар, канатлар). Эгилувчан ип юзаси нотекис цилиндрда сирпансин (4-шакл). Бунда ип чўзилмайди ва оғирликка эга эмас деган фарқ қабул қилинган.

Эгилувчан ипнинг ҳаракатида цилиндрга келувчи қисми келувчи, цилиндрдан кетувчи қисмини кетувчи дейилади. Эгилувчан ипнинг цилиндр билан туташган ёйи қамровчи ёй ва унга мос α марказий бурчак қамровчи бурчак деб аталади.



4 – шакл. Ипнинг таранглик кучларини аниқлаш.

Ипнинг тармоқларидаги тортиш (таранглик) кучларини бир – бири билан боғланиши Эйлер формуласидан келиб чиқади:

$$\frac{S_{\text{коч}}}{S_{\text{кел}}} = e^{f\alpha}, S_{\text{коч}} = S_{\text{кел}} \cdot e^{f\alpha}, S_{\text{кел}} = \frac{S_{\text{коч}}}{e^{f\alpha}} \quad (17), (18), (19)$$

$S_{\text{коч}}$ - ипнинг қочувчи тармоғидаги тортиш кучи;

$S_{\text{кел}}$ - ипнинг келувчи тармоғидаги тортиш кучи;

e - натурал логарифмнинг асоси, $e = 2,71$;

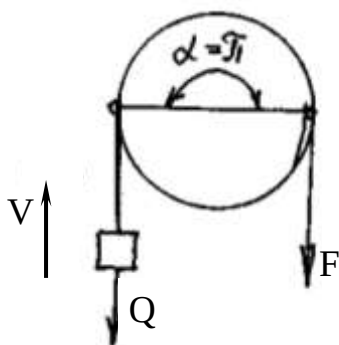
f - сирпанишдаги ишқаланиш коэффиценти;

α - ипнинг цилиндрни (шкивни) қамраш бурчаги.

Мисол: Қўзғалмас цилиндрга ташланган эгилувчан бўғиннинг (ипни) бир учига $Q = 100\text{H}$ юк осилган. Ипнинг сирпанишдаги F кучини аниқлаш учун $f = \frac{1}{\pi} = 0,3$, $\alpha = \pi$ маълум бўлсин $S_{\text{коч}} = S_{\text{кел}} \cdot e^{f\alpha}$, $S_{\text{коч}} = F$, $S_{\text{кел}} = Q$.

Натижада,

$$F = Q \cdot e^{f\alpha} = 100 \cdot 2,71 \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \pi = 271\text{H}$$



5 – шакл. Ипни сирпантнривчи кучни аниқлаш схемаси

Назорат саволлари

1. Ташқи ва ички ишқаланишлар қандай ҳосил бўлади?
2. Ташқи ишқаланишларнинг қандай турлари бор?
3. Қуруқ ишқаланиш деб нимага айтилади?
4. Суюқ ишқаланиш деб нимага айтилади?
5. Амонтон қонунини изохлаб беринг.
6. Кулон қонунини изохлаб беринг.
7. Илгариланма кинематик жуфтда тўла реакция кучи қандай аниқланади?
8. Илгариланма кинематик жуфтда ишқаланиш кучи қандай аниқланади?
9. Ишқаланиш бурчаги қандай топилади?
10. Ишқаланиш конуси нима?
11. Ҳаракатлантирувчи куч конус ичида бўлганда ҳаракат бўладими ёки йўқми?

12. Қия текисликда ползун юқорига ҳаракатланган холдаги мувозанат тенгламасини қуринг.
13. Ползун юқорига ҳаракатланганда ишқаланиш бурчаги қандай бўлади?
14. Ползун пастга ҳаракатланганда ишқаланиш бурчаги қандай бўлади?
15. Қия текисликда ползунни ҳаракатлантирувчи кучи қандай аниқланади?
16. Ички ишқаланиш қандай ҳосил бўлади?
17. Винтлардаги ишқаланишни аниқлашда қандай фаразлар қабул қилинган?
18. Юкланган винтли жуфтда ҳаракатлантирувчи момент қандай аниқланади?
19. Резьбали ишқаланиш моменти қандай аниқланади?
20. Сирпанувчи подшипникда $M_{ин}$ - ишқаланиш моменти қандай аниқланади?
21. Ишқаланиш доираси нима?
22. Думалашдаги ишқаланиш қандай аниқланади?
23. Думалашдаги ҳаракатлантирувчи ва қаршилик моментлари қандай аниқланади?
24. Айланувчи вал қандай қисмлардан иборат?
25. Цилиндрнинг думалаш шарти қандай ифодаланади?
26. Думалашда қандай холлар содир бўлади?
27. Жисмни фақат думалаш шарти қандай ифодаланади?
28. Жисмни тоза сирпаниш шарти қандай ифодаланади?
29. Жисмни думалаб сирпаниш шарти қандай ифодаланади?
30. Эйлер формуласи нима мақсадда ишлатилади?
31. Ипнинг тармоқларидаги тартиб кучлар тармоқларидаги тортиш кучлари бир-бири билан қандай боғланган?

МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАР НАЗАРИЯСИ ФАНИНИНГ АСОСИЙ ТАЯНЧ ТУШУНЧАЛАРИ

Машина - инсонни жисмоний ва ақлий меҳнати бажариш ёки енгиллаштириш мақсадида энергияни, материалларни ва ахборотларни механик ҳаракат орқали ўзгартирувчи мосламадир.

Машина - автомат-энергия, материаллар ва ахборотларни инсонни иштирокисиз ўзгартирувчи машинадир.

Автоматик оқим - маълум технологик жараёни бажарш мақсадида бир нечта машина-автоматларнинг боғланган ҳолатидир.

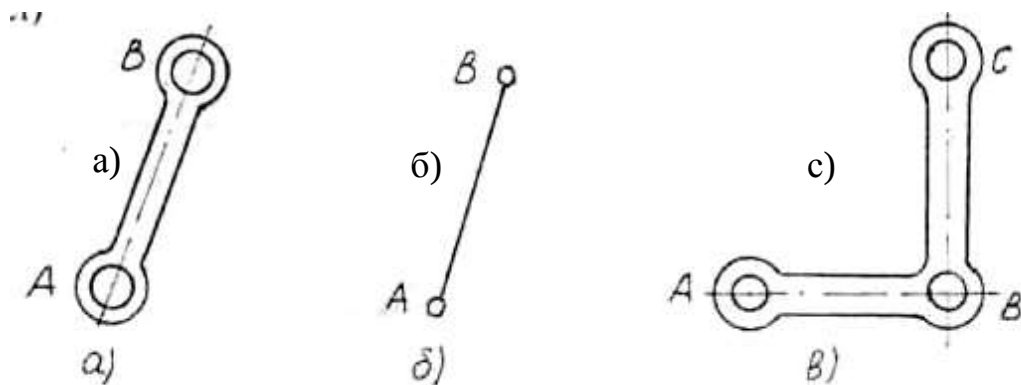
Машина агрегати - юритувчи, узатувчи ва ишчи механизмлардан ва баъзи ҳолларда назорат-бошқариш ҳамда ҳисоблаш-ечиш мосламалари киритилган ривожланган машиналар мажмуидир.

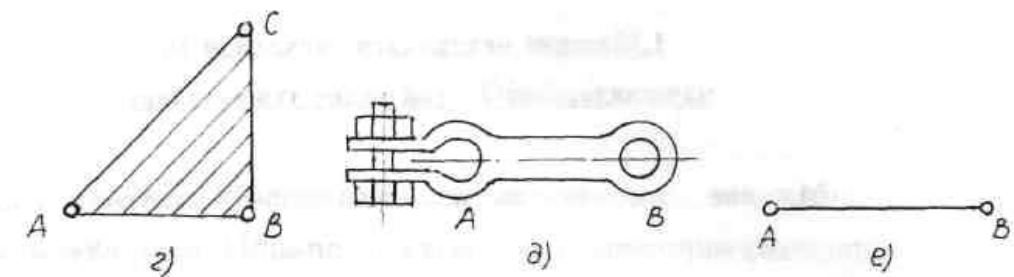
Механизм - бир ёки бир неча жисмларни ҳаракатини бошқа жисмларни талаб қилинган ҳаракатига айлантирувчи жисмлар системасидир. (Қўзғалмас бўғинга эга бўлган ёпиқ кинематик занжир).

Машиналар механикаси - механизмлар ва машиналар назарияларидан ташкил топган фандир.

МЕХАНИЗМЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

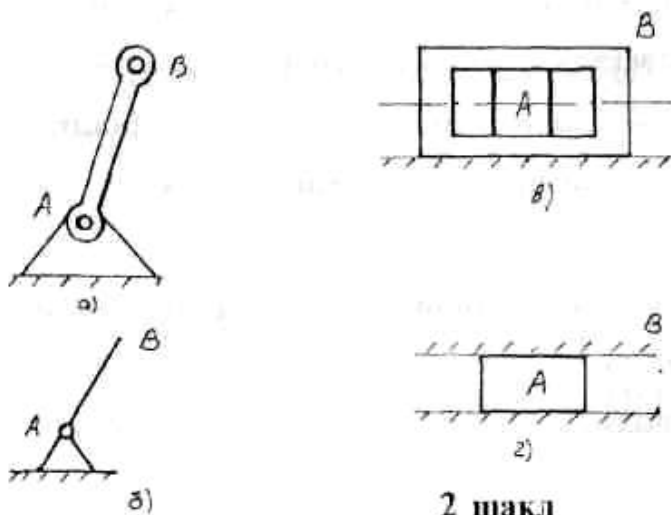
Ҳаракатланувчи бўғин - ҳаракатланувчи детал ёки деталлар гуруҳидан ҳосил бўлган жисмларнинг битта бикр системасидир. (1-шакл)





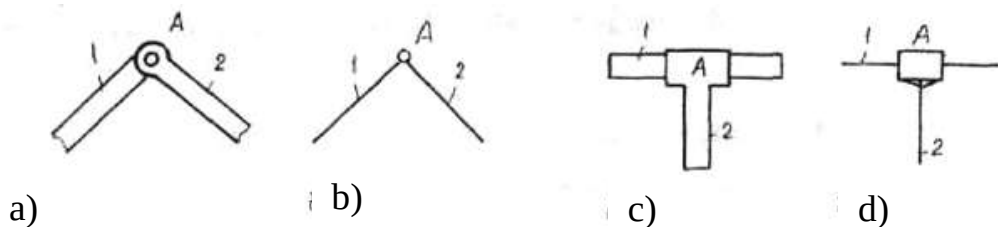
1-шакл

Ҳаракатланмайдиган бўғин (таянч) – ҳаракатланмайдиган деталлардан ҳосил бўлган жисмларнинг бикр системаси. (2 шакл)



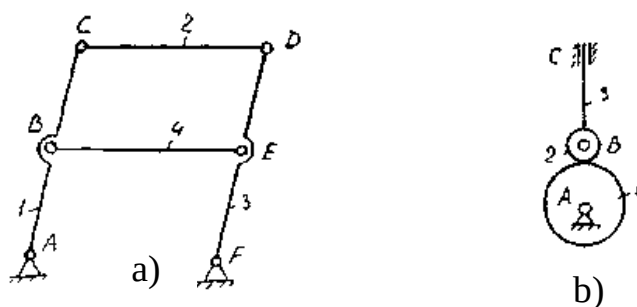
2 шакл

Пассив бўғин - механизмни ҳаракатига (эркинлик даражасига) таъсир қилмайдиган, унинг мустахкамлигини оширувчи бўғин. (4-шакл)



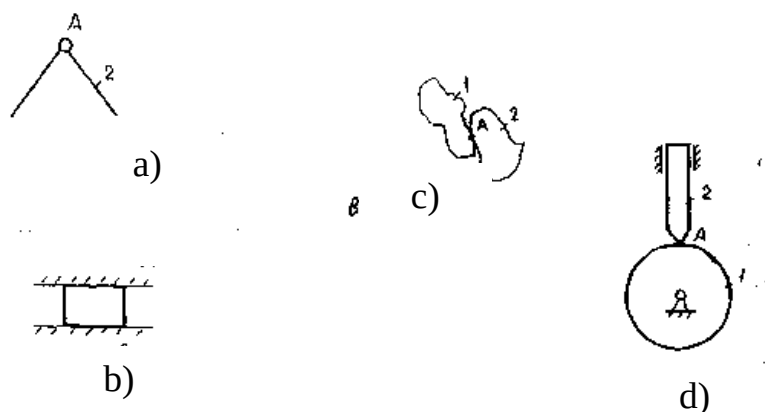
3-шакл

Кинематик жуфт - икки бўғинни нисбий ҳаракат қила олишига имкон берадиган боғланиш. (3-шакл)



4 – шакл

Кинематик жуфт элементи - бўғинни бошқа бўғин билан туташишдаги юза, чизик, нуқта кабилардир. (5-шакл)



5 – шакл

Айланма кинематик жуфт - бўғинларни нисбий айлана ҳаракатидаги жуфт. (5- шакл,а)

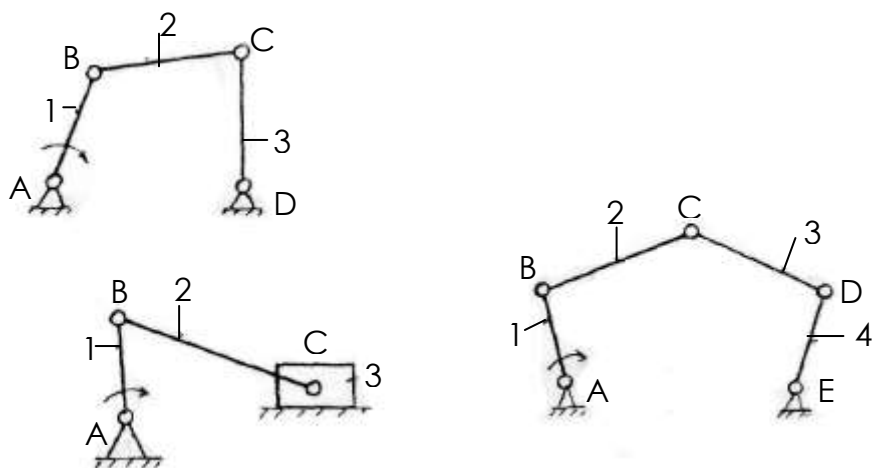
Илгариланма кинематик жуфт – бўғинларнинг нисбий илгариланма ҳаракатидаги жуфт. (5- шакл,б)

Олий кинематик жуфт – боғланиш элементи нуқта ёки чизик бўлган жуфт. (5-шакл в, г)

Қуйи кинематик жуфт – боғланиш элементи юза бўлган жуфт. (5-шакл а,б)

Кирувчи бўғин – Манбадан ҳаракатни қабул қилиб олувчи биринчи

бўғин. (6- шакл)



1 - Кирувчи (етакловчи); 1,4 - Кирувчи (етакловчи); 1 - Кирувчи;
3 - Чиқувчи (етакланувчи); 2,3 - Чиқувчи (етакланувчи); 4,5-Чиқувчи;

6 –шакл

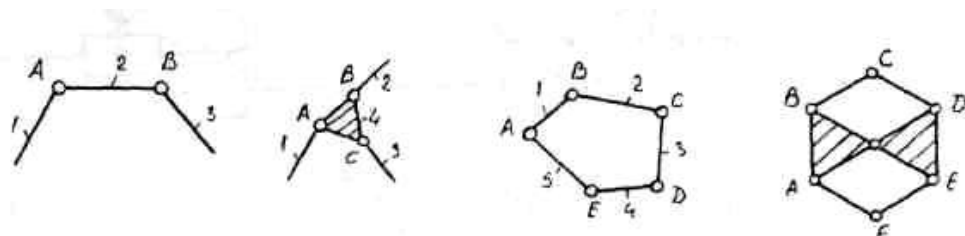
Чиқувчи бўғин - талаб қилинган ҳаракатни бажарувчи бўғин. (6 -шакл)

Етакловчи бўғин - бўғинларни ҳаракатга келтирувчи бўғин (ҳаракат манбаи берилган бўғин). (6 - шакл)

Етакланувчи бўғин - етакловчи бўғиндан ҳаракат олувчи бўғин. (6-шакл)

Ортиқча такроран боғланиш - механизм ҳаракатига таъсир қилмайдиган ва уни статик бўлмаган системага айлантирадиган бошқа боғланишларни такрорлайдиган боғланишдир.

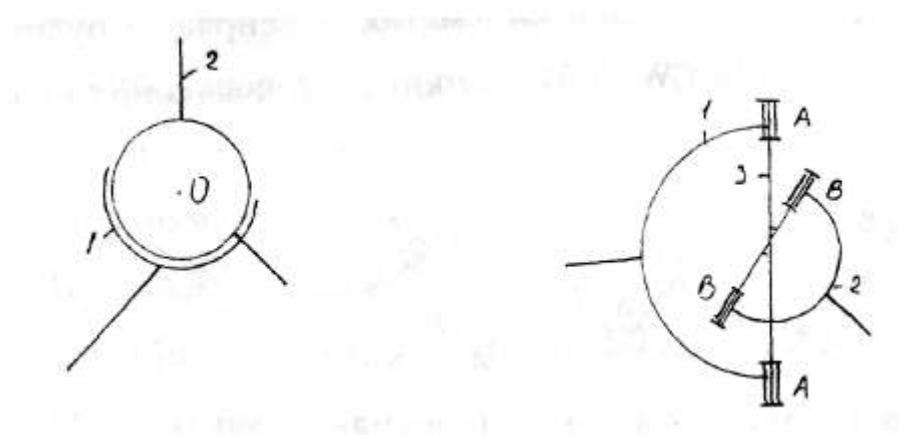
Кинематик занжир - кинематик жуфтлар билан боғланган бўғинлар системаси.



а) Оддий очик б) Мураккаб в) Оддий ёпик г) Мураккаб
занжир; очик занжир: занжир: ёпик занжир:

7-шакл

Кинематик боғланиш - турли синфдаги кинематик жуфтларни (масалан, 4-синфли, 5-синфли кинематик жуфтлар бўлган кинематик занжир билан) алмаштирилишидан ҳосил бўлган боғланиш. (8-шакл)



8- шакл

Кинематик схема - механизм бўғинларининг ўлчамлари ва шакллари назарга олган ҳолда, кинематик жуфтлар билан боғланишини шартли белгилар асосидаги тасвири. (4,6-шакллар)

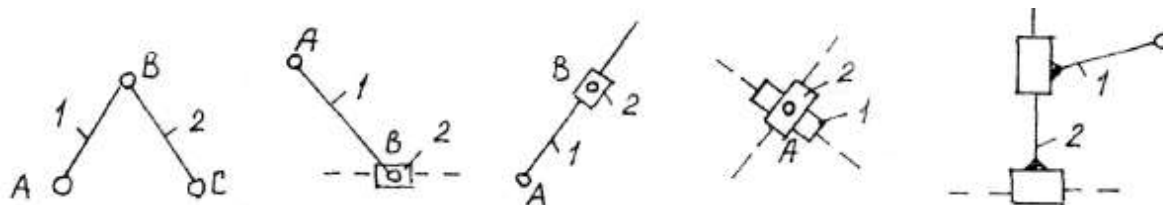
Механизмнинг умумлашган координатаси - таянчга нисбатан ҳамма бўғинлар ҳолатини аниқловчи бир-бирига боғлиқ бўлмаган координата. (ф бурчакли ёки S - чизиқли, 9-шакл)



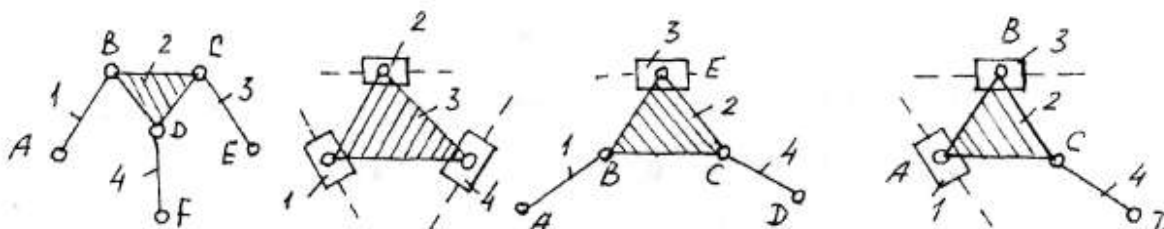
9- шакл

Бошланғич бўғин - механизмни бир ёки бир неча умумлашган координатаси белгиланган бўғин. (9-шакл)

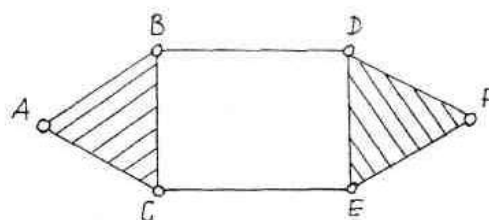
Ассур гуруҳи - оддий кинематик занжирларга бўлина олмайдиган, эркинлик даражаси $W=0$ бўлган кинематик занжир. (10-шакл)



а) 2 поводокли 5 турдаги Ассур гурухлари.



б) 3 поводокли 4 турдаги Ассур гурухлари.



в) 4 синф ёпиқ контурли Ассур 1 гурухи.

10 –шакл

МЕХАНИЗМЛАРНИНГ КИНЕМАТИК ТАҲЛИЛИ

Бурчак тезлиги (ω) - вақт бирлиги ичида бўғин айланиш бурчагининг ўзгариши. ($\omega = 2\pi/T = 2\pi n/60 = \pi n/30$)

Бурчак тезланиши (ϵ) - вақт бирлиги ичида бўғин бурчак тезлигининг ўзгариши. ($\epsilon = d\omega/dt$)

Тезлик аналог - бошланғич бўғиннинг айланиш бурчагига нисбатан бўғинлар айланиш бурчакларининг ўзгариши ёки бўғиннинг ўлчамсиз бурчак тезлиги. ($W\phi = d\phi_k/d\phi$)

Тезланиш аналог - бўғин тезлик аналогининг бошланғич бўғин айланиш бурчагига нисбатан ўзгариши. ($\epsilon_\phi = d\omega_\phi/d\phi$)

Механизмнинг перманент (асосий) ҳаракати - бошланғич бўғиннинг ўзгармас бурчак тезлик билан ҳаракати. ($\omega = \text{const}$)

Масштаб коэффициенти (масштаб) - турли параметрлар ҳақиқий ўлчамининг чизмадаги ўлчамга нисбати.

Механизмнинг кинематик схемаси масштаби - бўғинларнинг ҳақиқий узунлигини чизмада миллиметрда ифодаланиши. ($\mu_e = l_{AB}; \text{мм/мм}$)

Тезлик (тезлик режаси) масштаби - тезликнинг чизмада миллиметрда ифодаланиши ($\mu_v = V_A/P_a; \text{ì / ñ · ìì}$); тезланиш (тезланиш режаси) масштаби - тезланишнинг чизмада миллиметрда ифодаланиши. ($\mu_a = a_A/P_a; \text{м/с}^2\text{мм}$)

Вақт масштаби - вақтни чизмада миллиметрда ифодаланиши. ($\mu_t = 60/P_{x_t}; \text{с/мм}$)

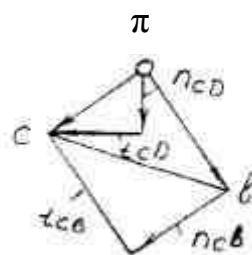
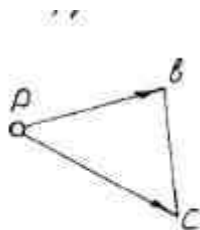
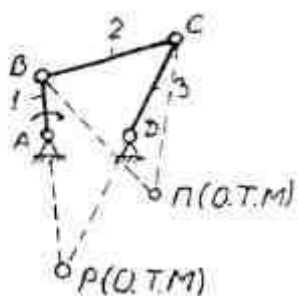
Тезлик режаси - нуқталарнинг тезлик векторларидан ҳосил бўлган кўп бурчакли шакл. (11-шакл б)

Тезланиш режаси - бўғинлар нуқталарининг тезланиш векторларидан ҳосил бўлган кўп бурчакли шакл. (11-шакл, с)

Тезлик ва тезланиш режалари қутблари - абсолют тезлик ёки тезланиш векторлари бошланадиган нуқталар. (11 шакл, б,с; R ва P нуқталар)

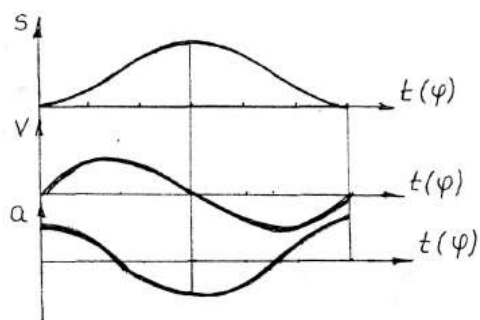
Оний тезлик маркази - бўғин ҳаракатида унинг шу ондаги тезлигини 0га тенг бўлган нуқтаси. (11-шакл; R оний тезлик маркази)

Оний тезланиш маркази - бўғин ҳаракатида унинг шу ондаги тезланишини 0 га тенг бўлган нуқтаси. (11-шакл а; π - оний тезланиш маркази)



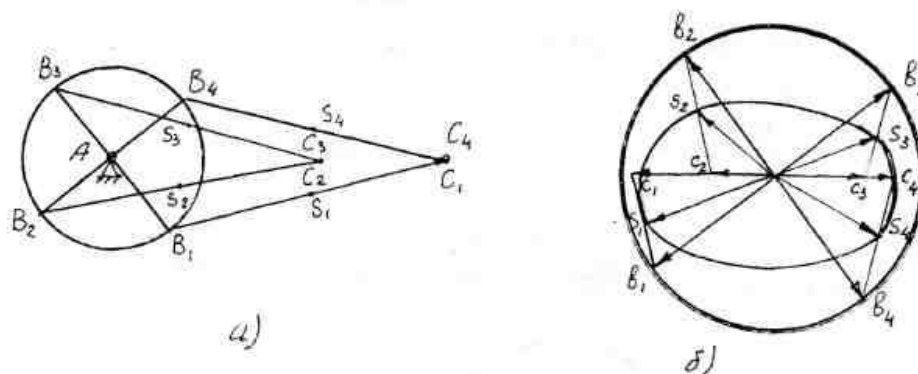
11 - шакл

Кинематик диаграмма - силжиш (йўл ёки масофа) тезлик ва тезланишларни вақтга (t) ёки умумлашган координатага (ϕ) нисбатан ўзгаришини кўрсатувчи графиклар. (12-шакл)



12 – шакл

Тезлик ва тезланиш годографлари - механизмнинг турли ҳолатларидаги нуқталар абсолют тезлик ёки тезланиш векторларининг учларини туташтирувчи эгри чизикли шакл. (13- шакл)

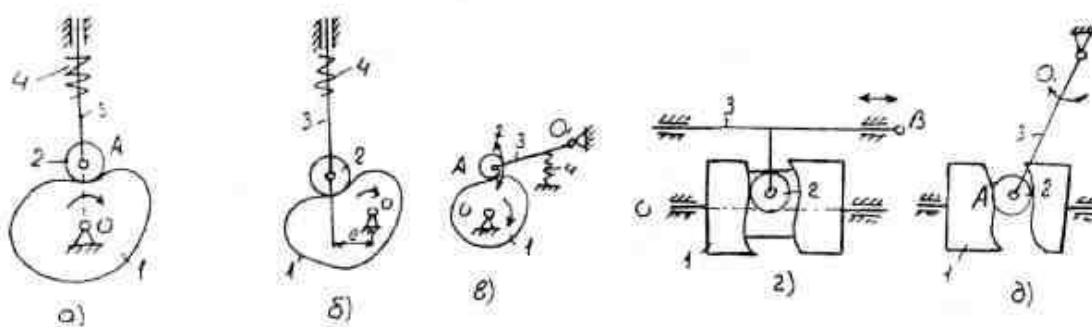


13 -шакл

МУШТУМЧАЛИ МЕХАНИЗМЛАР

Ясси муштумча - эгрилик радиуси ўзгарувчан бўлган кичик қалинликдаги олий кинематик жуфтли бўғин. (14-шакл)

Ясси муштумча профили - муштумча ҳаракат қилувчи текисликка параллел бўлган текисликдаги қирқимда ҳосил бўладиган эгри чизик. (14-шакл, а,б,с)



14 -шакл

Турткич - илгариланма ёки тебранма ҳаракатланадиган чиқувчи (етақланувчи) бўғин. (14-шакл, 3 бўғин)

Марказий турткичли (аксиал) муштумчали механизм - турткичнинг ҳаракат чизиғи муштумчани айланиш марказидан ўтувчи механизм. (14-шакл,а)

Номарказий (дезаксиал) турткичли муштумчали механизм -турткичнинг ҳаракат чизиғи муштумчани айланиш марказидан маълум масофада (е) ўтувчи механизм. (14-шакл,б)

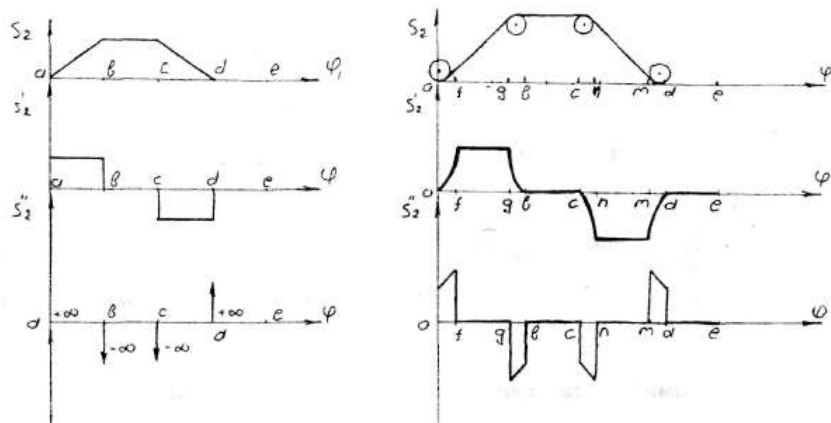
Тебранма турткичли механизм - турткич қўзғалмас ўқ атрофида тебранадиغان механизм. (14-шакл, б)

Куч билан боғланишли муштумчали механизм - турткич билан муштумчани доимий туташилини таъминлаш мақсадида турткичга куч (пружина) қўйилган механизм. (14-шакл, а,б,с)

Геометрик боғланишли муштумчали механизм - турткич билан муштумчанинг доимий туташилини муштумчага қирқилган ариқча воситасида таъминлайдиган механизм. (14-шакл, д,е)

Қаттиқ зарба - тезланиш аналогига функциянинг а,в,с,д нуқталарида узилиши, тезланишнинг тўсатдан чексизликка интилиши ва кинематик жуфт элементларини - муштумча ва турткичнинг туташидан чиқиши ва бири-бирига урилиши. (15-шакл,а)

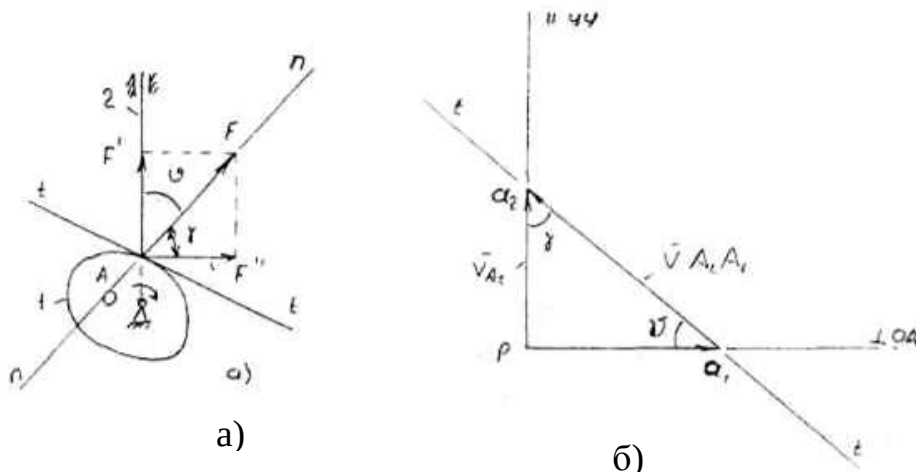
Юмшоқ зарба – параболик, косинусоидали ҳаракат қонунларига хос тезланишлар эгри чизиқларининг узилиш нуқталарида (а ф г б д ҳ м д) тезланиш ва инерция кучларини тўсатдан ошиши натижасида турткич билан муштумча орасидаги ҳосил бўладиган зарба. (15-шакл б)



15 –шакл

Узатиш бурчаги γ - турткич билан муштумча профилининг туташиш А нуқтасининг абсолют (R_{a2}) ва нисбий (a_1 a_2) тезликлари орасидаги бурчак. (16-шакл)

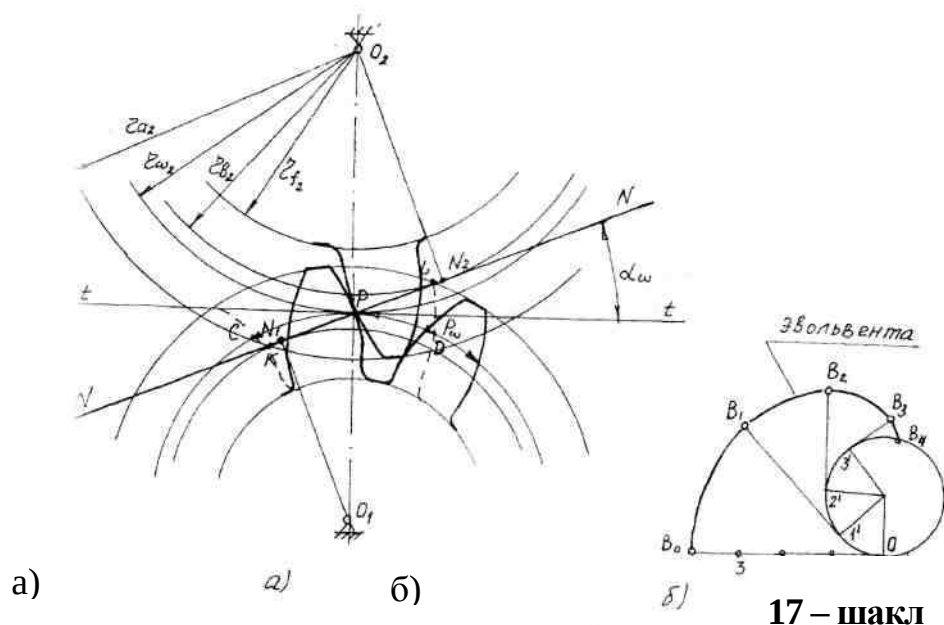
Босим бурчаги ν - турткич билан муштумча профилининг туташиш нуқтасидан ўтказилган нормал чизиқ билан турткич ҳаракат чизиғи орасидаги бурчак. ($\nu=9-\gamma$) (16-шакл)



16 -шакл

ТИШЛИ УЗАТМАЛАР

Илашиш қутби - тишли узатма бўғинлари орасидаги узатиш нисбатини доимий ($U_{12}=\text{const}$) бўлиши учун тиш филларининг тегиб турувчи нуқтасидан ўтказилган умумий NN ва марказлар чизиғи O_1O_2 билан кесишган ўзгармас P нуқтадир. (17- шакл,а)



17 – шакл

Илашиш чизиғи - эвольвента профилли тишларнинг бир-бирига туташуш нукталари ётувчи умумий NN нормал чизиғидир. (17-шакл, а)

Эвольвента - айлананинг ёйилмасы ёки айланага уринма АВ чизиқни думалашида унинг нуктаси қолдирган издир. (17-шакл, б)

Эволюта - АВ уринма чизиғи думаловчи айлана ёки эвольвента эгрилик марказларини $1^1, 2^1, 3^1$ геометрик ўрни. (17-шакл, в)

Илашиш бурчағи α_w - илашиш чизиғи NN билан ғилдиракларини бошланғич айланаларига ўтказилган $t t$ уринма чизиқ орасидағи бурчак. (17-шакл, а)

Амалий (актив) илашиш чизиғи KI - ғилдираклар тишлари бош қисми айланаларининг илашиш чизиғи билан кесишган нукталари орасидағи чизиқ. (17-шакл, а)

Назарий илашиш чизиғи $N_1 N_2$ - илашиш чизиғининг ғилдиракларни асосий (эволюта) айланалари билан уруниш нукталари орасидағи чизиқ. (17-шакл, а)

Бошланғич айланалар - цилиндрлик тишли ғилдиракларнинг бир-бирига уринма центроидалари - радиуслари $r_{w1} r_{w2}$ айланалари. (17-шакл, а)

Бошланғич айлана бўйлаб тиш қадами R_w - бошланғич айлана узунлигини тишлар сонига нисбати. $\left(P_w = \frac{D_w}{z} \right)$; (17-шакл, а)

Илашиш модули m - илашиш қадамини π сонига нисбати ёки бошланғич

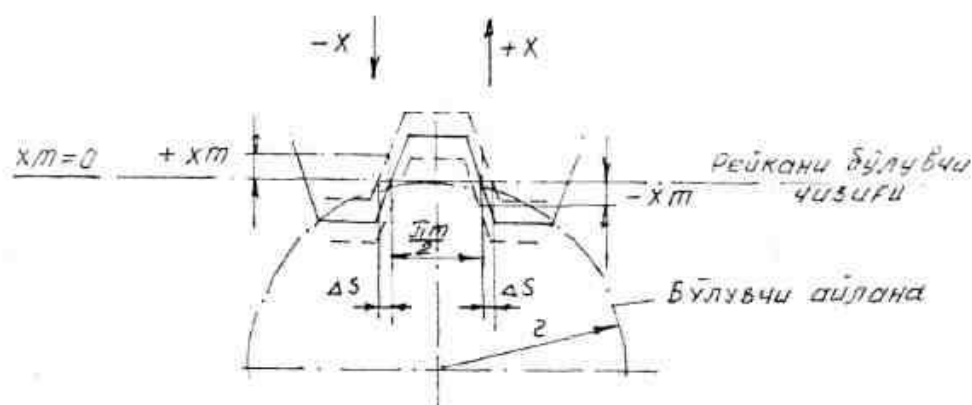
айлана диаметридаги бир тишга тўғри келадиган кесма узунлиги .

Қопланиш коэффициенти ε - илашиш ёйининг тиш қадамига нисбати.

$$(\varepsilon = \frac{CD}{P_w}); (17\text{-шакл, а})$$

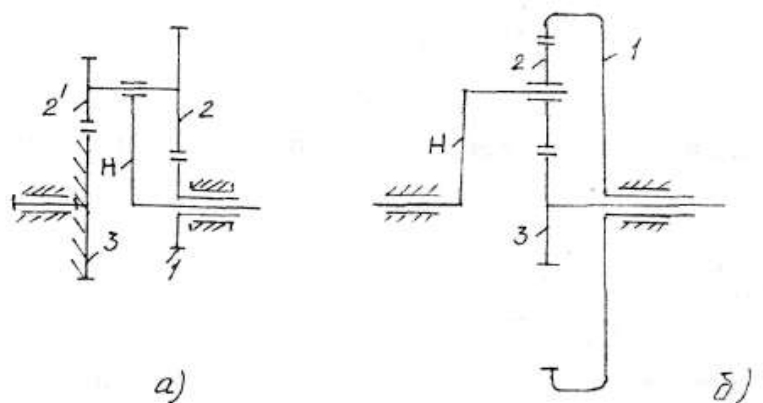
Нулли узатма - қирқувчи асбобни (рейкани) силжитмасдан ($xm=0$) қирқилган тишли ғилдирақлардан иборат узатма. (18- шакл)

Манфий узатма - қирқувчи асбобни (рейкани) ғилдирақ ўқиға қараб ($-xm$) силжитиб қирқилган тишли узатма. (18- шакл)



18 – шакл

Планетар механизм - марказий ғилдирақлардан бири қўзғалмас, эркинлик даражаси бирга тенг, ўқи ҳаракатланадиган ғилдирақлар бўлган механизм.



19 – шакл

Дифференциал механизм - баъзи ғилдирақларнинг ўқлари ҳаракатланувчи, эркинлик даражаси икки ва ундан ортиқ бўлган тишли

узатма. (19-шакл, б)

Сателлит - ўқи қўзғалувчан тишли ғилдирак -2 (19-шакл)

Водило (етакловчи) - сателлит ўқлари жойлашган бўғин-Н. (19-шакл)

Марказий (қуёшли) ғилдираклар - ўқлари қўзғалмас тишли ғилдираклар.
(1.3)(19-шакл)

МЕХАНИЗМНИ КУЧ ТАЪСИРИДА ҲИСОБИ

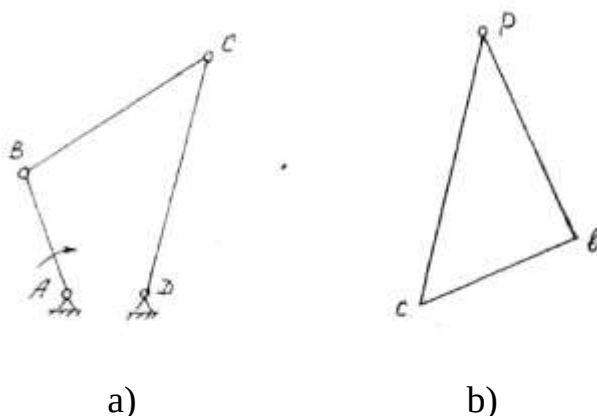
Кинетостатик ҳисоблаш - турли кучлар қаторига инерция кучларини қўшиб ҳисоблаш ёки статик ҳисоблаш усули билан кинематик жуфтлардаги зўриқишларни (реакция кучларини) аниқлаш.

Мувозанатловчи куч (мувозанатловчи момент) - бошланғич бўғинни берилган қонунда ҳаракатини таъминловчи куч (момент)

Машиналарда мувозанатловчи куч (момент) - ишчи машинани юритувчи (тирсақли валга таъсир қилувчи) реактив куч.

Статик аниқ занжир - аниқланиши керак бўлган параметрлар сони мувозанат тенгламалари сонига тенг бўлган занжир.

Жуковский қаттиқ ричаги - қўзғалувчанлик (20-шакл, а) даражаси $W=1$ бўлган ричагли механизмни 90° га бурилган ҳолатидаги тезлик режаси (20-шакл,б).



20-шакл

Статик мувозанатлаш - инерция кучлари векторларининг йиғиндисини

нолга ($\Sigma F_i = 0$), яъни ҳаракатланувчи бўғинлар массалари марказлари қўзғалмас бўлган ҳолат.

Динамик мувозанатлаш - статик мувозанатланган системада инерция кучлари моментлари векторларининг йиғиндиси нолга тенг бўлган ҳолат.

Номувозанатлик (дисбаланс) бош вектори D - массани айланиш марказидан маълум r_c масофада жойлашиши. (21-шакл, а)

Номувозанатлик (дисбаланс) бош моменти $M_{\dot{u}}$ - массанинг оғирлик маркази айланиш ўқида бўлган ҳолда ($r_c = 0$, $D_{ct} = 0$) бош инерция ўқини айланиш ўқиға нисбатан γ бурчак остида жойланиши. ($I_{xz} \neq 0$, $I_{yz} \neq 0$, $M_d = D_i \cdot h$); (21-шакл, б)

Динамик номувозанатлик - масса оғирлик марказини айланиш марказидан r_c масофада ($r_s \neq 0$) ва бош инерция ўқини айланиш ўқиға нисбатан γ бурчагида ($I_{xz} \neq 0$, $I_{yz} \neq 0$) жойлашиши. (21-шакл, б)

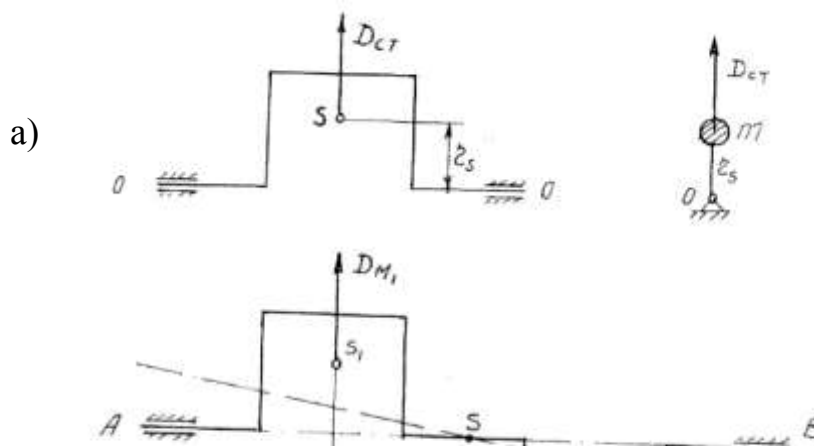
Келтирилган куч (момент) - механизмни текшириладиган ҳолатида бўғинларига таъсир қилувчи кучлардан (моментлардан) ҳосил бўлган ишлар ёки қувватлар йиғиндисига тенг иш бажарувчи ёки қувват ҳосил қилувчи шартли куч (момент)

Келтирилган бўғин - келтирилган куч (момент) қўйилган бўғин.

Келтириш нуқтаси - келтирилган бўғиннинг куч қўйилган нуқтаси.

Келтирилган масса (m_k) - бўғинлар массаларини кинетик энергияларининг йиғиндисига тенг кинетик энергия ҳосил қилувчи келтирилган бўғиннинг шартли массаси.

Келтирилган инерция моменти (I_k) - механизм ҳолатида бўғинлар инерция моментларининг кинетик энергияларини йиғиндисига тенг кинетик энергия ҳосил қилувчи келтирилган бўғиннинг шартли инерция моменти.



б)

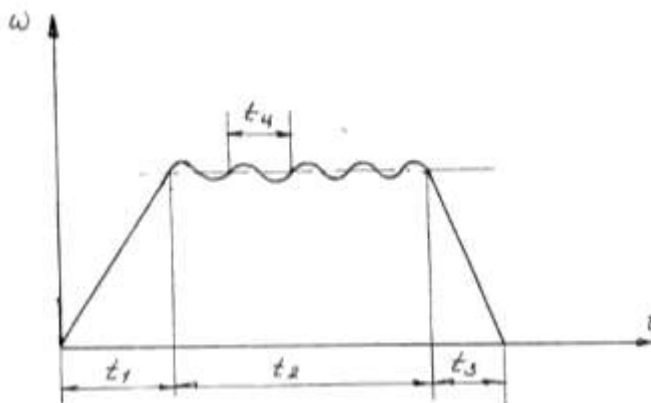
21 - шакл

Ҳаракатлантирувчи куч - машинани қабул қилиш органига таъсир этиб, уни ҳаракатга келтирувчи куч.

Фойдали қаршилик кучлари - технологик жараёни бажариш учун сарфланадиган машина ҳаракатига қарама-қарши йўналувчи кучлар.

Зарарли қаршилик кучлари - бўғинларнинг нисбий ҳаракатида кинематик жуфтлардаги ишқаланиш, муҳитнинг қаршилиги ва х.к. кучлар.

Механизмни юргизиш даври t_1 - ҳаракатлантирувчи кучларнинг иши фойдали ва зарарли қаршиликлар ишидан катта бўлиб, бошланғич бўғиннинг тезлигини ошиб бориш даври. (22-шакл)



22 – шакл

Механизмнинг барқарор юриш даври t_2 - ҳаракатлантирувчи кучларнинг иши фойдали ва зарарли қаршилик кучлари ишининг йиғиндисига тенг бўлган ва ҳаракатда кинетик энергия вақтнинг даврий функцияси ҳисобланиб, тезликнинг ўртача қийматидан биров ўзгариб туриш даври. (22-шакл)

Механизмни тўхташ даври t_3 - механизмни тўхташидан уни ҳаракат вақтида тўплаган кинетик энергиясини зарарли қаршилиқлар ишини енгитиш учун сарфланиши ва тезликни ўртача қийматдан нолга камайтиб бориш даври. (22-шакл)

Механизмни даврий ҳаракати - механизмни барқарор ҳаракати даврида (t_2) механизм доимий ҳаракат циклларида (t_c) эга бўлиб, уларнинг ҳар бирида ҳаракатни ўзгармас қонун билан амалга оширидаги ҳаракат. (22-шакл)

Механизмни тахограммаси - бошланғич бўғин бурчак тезлигини вақтга боғлиқ равишда ўзгаришини кўрсатувчи эгри чизиқ. (22-шакл)

Фойдали иш коэффиценти - механизмни барқарор ҳаракат циклида фойдали қаршилиқ кучлари бажарган ишнинг ҳаракатлантирувчи кучлар томонидан бажарилган ишга нисбати. $\eta = \frac{A_{\phi, \kappa}}{A_x}$

МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАРНИНГ НОТЕКИС ҲАРАКАТИ

Тезликнинг даврий ўзгариши - ҳар бир цикл охирида тезликнинг дастлабки қийматига эришишидаги бўғинлар тезликларини аниқ циклда ўзгариши.

Тезликнинг даврий бўлмаган ўзгариши - бошланғич бўғин тезлигини ноаниқ циклларда тасодифан ўзгариши.

Ростлагич - бошланғич бўғиннинг барқарор ҳаракатида тезлигини даврий ўзгаришини камайтирувчи механизм.

Бошланғич бўғинни ўртача тезлиги - катта (мах) ва кичик (мин) тезликлар йиғиндисининг ярмига тенг тезлик. $\left(V_{yp} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2} \right);$

Механизм ёки машинанинг нотекис ҳаракат коэффиценти (δ) - максимал ва минимал тезликлар фарқининг ўртача тезликка нисбатини ифодаловчи коэффицент.

$$\left(\delta = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{yp}} \right);$$

Механизм ёки машинанинг динамик коэффиценти - бурчак тезланишининг максимал қийматини бурчак тезлигининг ўртача қиймати квадратига нисбати.

$$\left(K = \frac{\varepsilon_{\max}}{w_{\text{ур}}^2} \right);$$

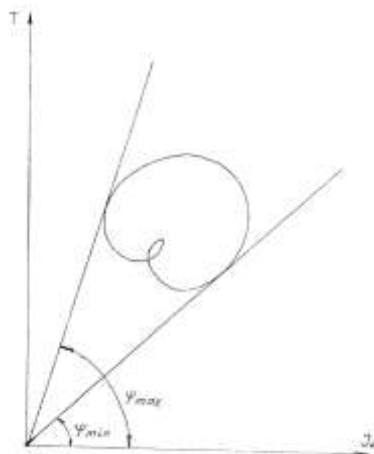
Маховик - механизм айрим бўғинининг келтирилган массаси ёки инерция моментини ошириш орқали бурчак тезлигини ўзгаришини камайтирувчи валлардан бирига (бошланғич бўғин валига) ўрнатилган детал.

Виттенбауер диаграммаси - кинетик энергияни келтирилган инерция моментига нисбатан ўзгаришини ифодаловчи эгри чизиқ. (23-шакл)

Маховикнинг характеристикаси-маховик гардиши массасини диаметри квадратига кўпайтмаси. ($mD^2=4I_m$)

ИШҚАЛАНИШ

Статик ишқаланиш - туташувчи жисмларнинг қўзғалмас ҳолатидаги ишқаланиш.



23 – шакл

Кинетик ишқаланиш - туташувчи жисмларнинг нисбий ҳаракатидаги ишқалиниши.

Қуруқ ишқаланиш - жисмларнинг туташуш юзаларида мой ёки бошқа суюқликлар бўлмагандаги ишқалиниш.

Чегарали ишқаланиш - туташувчи юзаларда кам миқдорда мой бўлишидаги ишқаланиш.

Суюқ ишқаланиш - ишқаланувчи юзаларни мой пардалари билан копланиб, бир-биридан ажралган холдаги ишқаланиш.

Ярим суюқ ишқаланиш - суюқ ишқаланиш билан чегарали ишқаланишнинг бир вақтда содир бўлишидаги ишқалиниш.

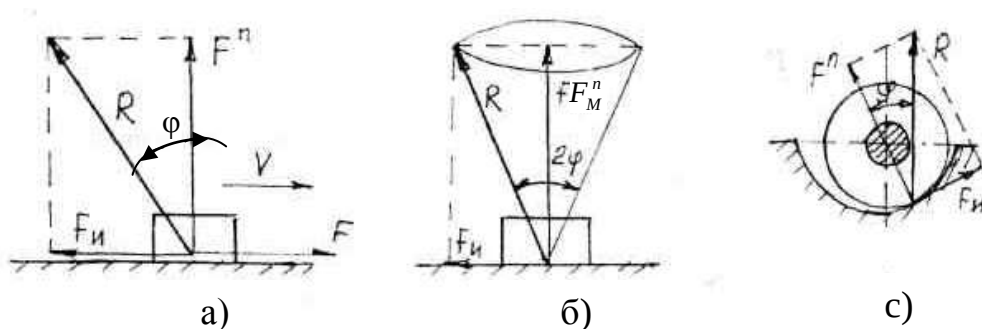
Ярим қуруқ ишқаланиш - бир вақтда қуруқ ва чегарали ишқаланишларнинг содир бўлишидаги ишқаланиш.

Газли ишқаланиш - туташувчи юзалар орасида газ қатлами бўлгандаги ишқаланиш.

Ташқи ишқаланиш - жисмларнинг нисбий ҳаракатида туташувчи юзаларга уринма йўналишда энергия диссипацияси билан содир бўлувчи қаршилиқ.

Ички ишқаланиш - каттик, суюқ ва газ шаклидаги жисмлар деформацияси ҳамда механик энергияни қайтариб бўлмайдиган тарқалишига олиб келувчи ишқаланиш.

Ишқаланиш кучи (F_n) - ташқи куч таъсирида бир жисмнинг иккинчисига нисбатан ҳаракатида уларнинг умумий чегаравий юзаларида ҳосил бўладиган уринма қаршилиқ кучи. (24-шакл)



24 - шакл

Ишқаланиш бурчаги ϕ - тўлиқ (R) ва нормал (F^n) реакция кучлари орасидаги бурчак.

Ишқаланиш конуси - тўлиқ реакция кучини нормал чизик атрофида айлантиришда ҳосил бўлган шакл. (24-шакл, б)

Ишқаланиш доираси - айланма кинематик жуфтли ишқаланишда ҳосил бўладиган тўлиқ реакция кучи R (нормал ва ишқаланиш кучларини

тенг таъсир этувчиси) уриниб ўтувчи, маркази шарнир марказида бўлган доира. (22-шакл, б)

Ейилиш - қаттиқ жисм юзасидан материални едирилиб ажралиши ва аста-секин ўлчамлари ва шаклини ўзгариш жараёни.

Механик ейилиш - механик таъсир оқибатида ейилиш.

Коррозион-механик ейилиш - механик таъсирни химиявий ёки электр таъсири билан биргаликда содир бўлишидаги ейилиш.

Абразив ейилиш - қаттиқ заррачаларни қирқиши ёки тирнаши натижасидаги ейилиш.

Еррозион ейилиш - суюқлик ёки газ таъсирида ейилиш.

Чарчашдаги ейилиш - даврий равишда таъсир қилувчи юкланиш оқибатида юза қатлами заррачаларининг бўялиши.

Пластик туташинидаги ейилиш - материални кўп маротаба пластик деформацияси натижасида зарарланган микроструктураларни тўпланиши ва заррачага айланиб, материалдан ажралиши.

Чегаравий ейилиш - материални чегаравий ҳолатга олиб келувчи ейилиш даражаси.

Рухсат этилган ейилиш - маҳсулотни ишга яроқлигини сақлаб қолган ҳолдаги ейилиш даражаси.

Ейилиш тезлиги - ейилиш қийматини вақт бирлигида ўзгариши.

Ейилишнинг интенсивлиги - ишқаланиш йўли бирлигига тўғри келувчи ейилиш.

МАШИНА АГРЕГАТИ БЎҒИНЛАРИНИНГ ҚАЙИШҚОҚЛИГИНИ НАЗАРГА ОЛИБ ТЕКШИРИШ

Диссипатив кучлар (қаршилик кучлари) – кинематик жуфтлардаги ишқаланиш, ички ишқаланиш ва тебранишни сўндиргичлардаги кучлар.

Қовушқоқ қаршилик - диссипатив кучлар кўрсатувчи қаршилик.

ТИТРАШГА АКТИВЛИК ВА ТИТРАШДАН МУХОФАЗАЛАШ

Чизиқли ўта юкланиш - тебраниш манбаи ҳаракатининг жадаллашишида (тезланишни ошишида) ҳосил бўладиган кинематик таъсир этиш.

Титрашнинг таъсир этиши - (кинематик ва куч таъсирида) - вақт функциясида куч ёки моментнинг объектга таъсири ва титрашдан мухофазалаш объектини ҳаракат йўли ва тезлиги билан боғлиқ тебраниш манбаининг тезланиши таъсири.

Зарбанинг таъсир этиши - қисқа муддатли механик таъсирда кучнинг максимал даражага эришгандаги таъсири.

Объектни ишламай қолиши - объектнинг бузилиши ёки бошқа қайтарилмайдиган ўзгаришлар билан боғлиқ бўлмаган ҳолда ишдан чиқиши.

Титрашга чидамлилиқ - механик таъсир этишда объектни бузилмаслик фазилати.

Титрашга барқарорлик - механик таъсир этишда нормал ишлаб туриш қобилиятини ўзгартирмаслик.

Консерватив система - тебранишда тўлиқ механик энергия ўзгармас бўлган система.

Динамик бўйсунувчанлик (податливость) - объектнинг $L_{BA}(w)$ частота характеристикаси.

Динамик бикрлик - объектнинг $K_{BA}(iw)$ частота характеристикаси.

Демпфер - сўндиргич, тинчлантиргич.

Диссипатив кучлар - қайишқоқ бўлмаган қаршилиқ кучлари.

Қовушқоқ қаршилиқ (вязкое сопротивление) - газ ёки суюқликда кичик тебранишларда Ҳосил бўладиган қаршилиқ.

МЕХАНИЗМЛАР СИНТЕЗИ

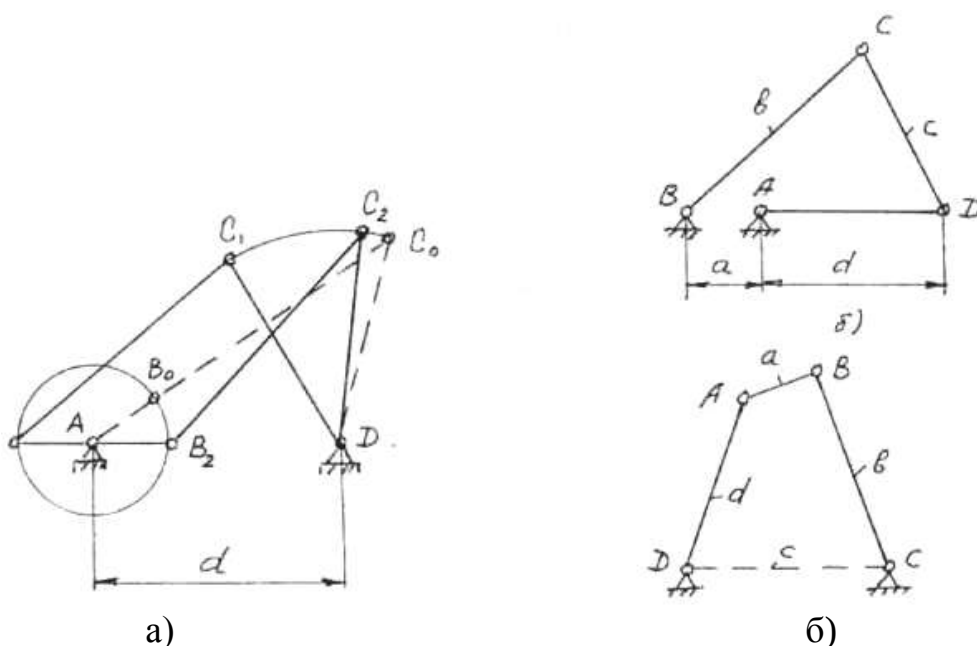
Грасгоф қоидаси - тўрт шарнирли ричагли механизмда энг кичик ва энг катта бўғинлар узунликлари йиғиндиси қолган бўғинлар узунликлари йиғиндисидан кичик бўлганда, узунлиги энг кичик бўғин (AB) кривошип

бўлиши мумкин. ($d + a < e + c$) (25-шакл, а)

Кривошип-коромислоли механизм - Грасгоф қоидасини қониқтирувчи ва энг қисқа бўғинга (AB) яқин бўғин таянч сифатида қабул қилинган механизм. (25- шакл,а)

Икки кривошипли механизм - Грасгоф қоидасини қониқтирувчи ва энг қисқа бўғин таянч сифатида қабул қилинган механизм. (25-шакл,б)

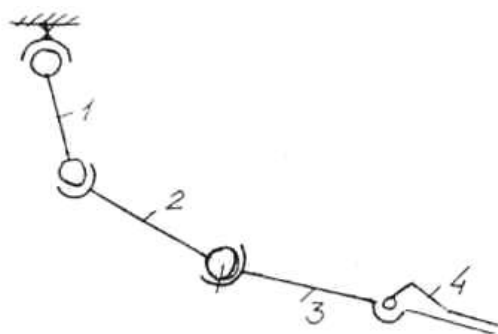
Икки коромислоли механизм - энг кичик ва энг катта бўғинлар узунликларини йиғиндиси қолган бўғинлар узунликлари йиғиндисидан кичик ва энг кичик бўғин шатун бўлган механизм. (25-шакл, в)



25-шакл

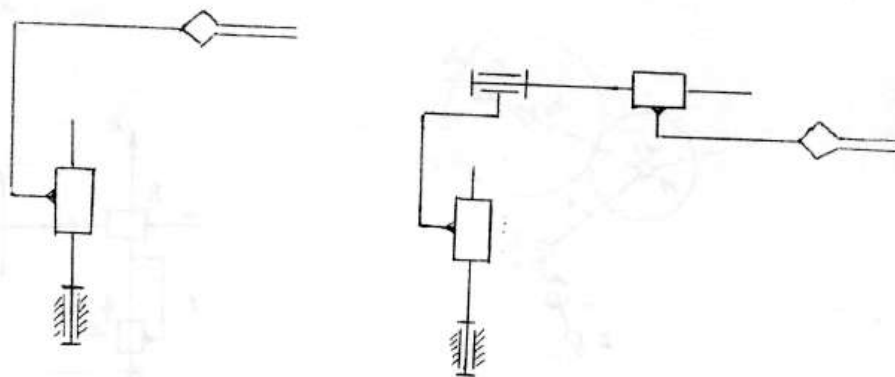
МАНИПУЛЯТОРЛАР

Манипулятор - бир неча эркинлик даражасига эга бўлган очик кинематик занжирдан иборат фазовий ричагли механизм (инсонни қўлини, функциясини бажарувчи техник мослама). (26-шакл)



26 – шакл

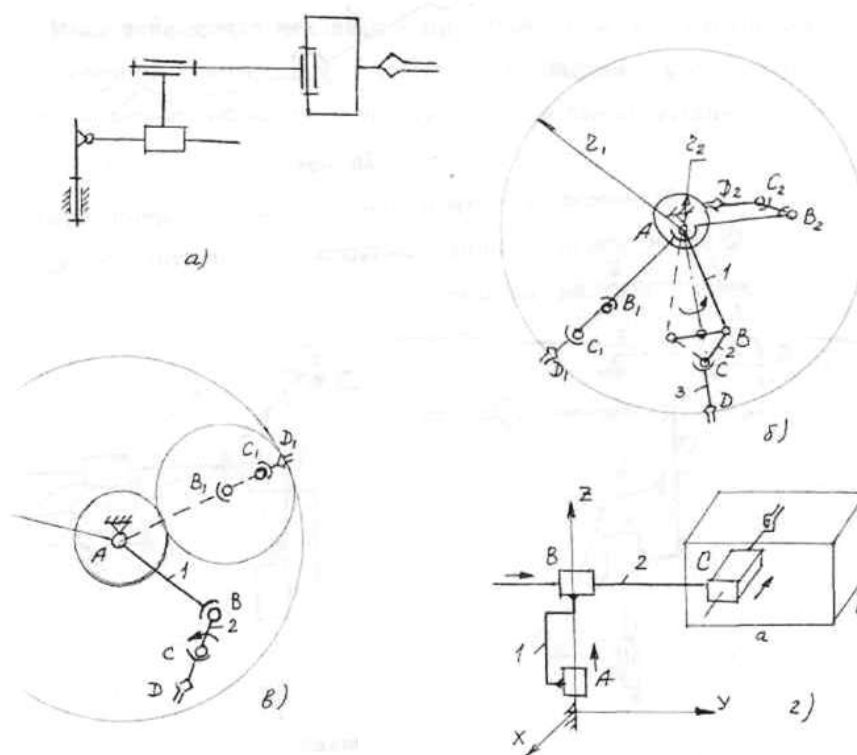
Автооператор – турли транспорт жараёнларини бажариш учун қўлланиладиган аниқ дастурда автоматик бошқариладиган манипуляторлар. (27-шакл)



а. - шакл

Робот - автоматик бошқариш системаси ва бўғинларни ҳаракатлантирувчи органларга эга бўлган манипуляторлар. (27-шакл)

Саноат роботлари - ишлаб чиқаришда технологик ва транспорт жараёнларини кўп марталаб бажарувчи, ўзгартира оладиган дастурда автоматик бошқариладиган манипулятор. (28-шакл, а)



28 – шакл

Манипуляторнинг ишчи ҳажми - бармоқнинг мумкин бўлган турли ҳолатлари билан чегараланган ҳажми. (1.2.3 бўғинлар узунликлари билан чегараланган r_1 радиусли сфера, 28-шакл, б)

Манипуляторнинг чаққонлиги (маневрлиги) - ишчи ҳажмнинг берилган нуқтасига механизм кинематик занжирларининг турли йўллار билан келиш имконияти ёки нуқтага келтирилган бармоқларнинг қўзғалмас ҳолатидаги механизм эркинлик даражаси. (28-шакл, б, конус сирти)

Хизмат қилиш (ишчи) зона - ишчи ҳажмнинг манипулятор билан иш бажарила оладиган қисми. (28 шакл, б. r_1 , ва r_2 радиуслари билан чегараланган сфера)

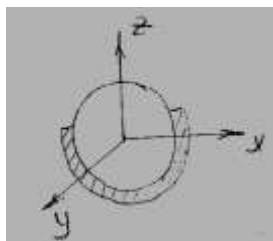
Сервис бурчаги (ψ) - манипуляторнинг ишчи зона нуқтасига бориши чегараланган бурчак.

Сервис коэффиценти (θ) - нуқта сервис бурчагининг унинг максимал қийматига (4π) нисбати.

МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАР НАЗАРИЯСИ ФАНИДАН ТЕСТ САВОЛЛАРИ

1. «Механизм ва машиналар назарияси» фанининг нечта асосий бўлимлари бор?
А) Иккита
Б) Учта
С) Тўртта
Д) Бешта
2. Механик мосламанинг ҳарактерли хусусиятини кўрсатинг.
А) Ҳаракатни узатиш ва ўзгартириш
Б) Энергияни узатиш ва ўзгартириш
С) Кучни узатиш ва ўзгартириш
Д) Ахборотни узатиш ва ўзгартириш
3. Механизм таркибида қандай элементлар бор?
А) Ҳаракатланувчи бўғинлар
Б) Бўғинларни боғловчи кинематик жуфтлар
С) Таянч ва у билан боғланган бўғин
Д) Бўғинлар ва уларни боғловчи кинематик жуфтлар
4. Бўғинларни қандай боғланишига кинематик жуфт деб аталади?
А) Ҳаракатланувчан
Б) Қўзғалмас
С) Қайишқоқ
Д) Пайвандли
5. Кинематик жуфтда боғланиш шарти ва эркинлик даражаси йиғиндиси нимага тенг?
А) Нолга
Б) Бирга
С) Учга
Д) Олтига

6. 1- шаклда кўрсатилган кинематик жуфт нечанчи синфли?



1-шакл

- А) Биринчи синфли
- Б) Иккинчи синфли
- С) Учинчи синфли
- Д) Тўртинчи синфли

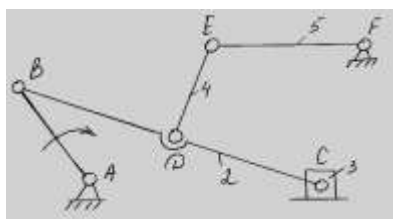
7. Олий кинематик жуфтда қандай элементлар бўлади?

- А) Нуқта ва чизиклар
- Б) Юзалар
- С) Текисликлар
- Д) Фақат нуқталар

8. Сомов-Малишевни $W=6n-5p_V-4p_{IV}-3p_{III}-2p_{II}-p_I+q$ формуласида q нима маънони билдиради?

- А) Эркинлик даражасини
- Б) Кинематик жуфтлар сонини
- С) Бўғинлар сонини
- Д) Ортиқча боғланишлар сонини

9. 2-шаклда кўрсатилган механизмни W эркинлик даражаси нечага тенг?



2-шакл

- А) $w=0$
- Б) $w=3$
- С) $w=1$
- Д) $w=2$
- Э) $w=-1$

10. 3-тартибли Ассур гуруҳида нечта бўғин (n) ва кинематик жуфтлар (p_V) бор?

- А) $n=2$, $p_V=3$
- Б) $n=3$, $p_V=4$
- С) $n=1$, $p_V=2$
- Д) $n=4$, $p_V=6$

11. 2-шаклда кўрсатилган механизм нечанчи синф ва тартибли механизмдир?

- А) 1-синф 1-тартибли

- Б) 1-синф 2-тартибли
- С) 1-синф 3-тартибли
- Д) 1-синф 4-тартибли

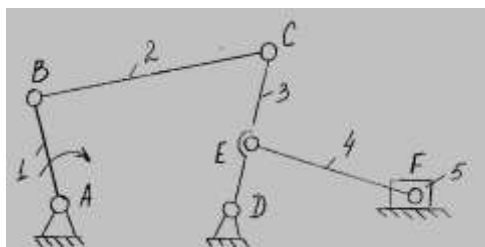
12. Механизмларда ортикча боғланиш қандай хусусиятга эга?

- А) Фойдали ва улар сонини ошириш керак
- Б) Зарарсиз ва ундан ташвишланмаса бўлади
- С) Зарарли ва уни йўқотиш керак
- Д) Ҳеч қандай хусусиятга эга эмас

13. Оддий кинематик занжирда бир бўғин бошқа бўғинлар билан нечта кинематик жуфт орқали боғланган?

- А) Бита
- Б) Иккита
- С) Учта
- Д) Тўртта

14. 3-шаклда келтирилган механизмнинг эркинлик даражаси нечага тенг?



3-шакл

- А) Бирга
- Б) Иккига
- С) Учга
- Д) Тўртга

15. Ассур гурухи тузилиш формуласининг тўғриси кўрсатинг.

- А) $P_5 = \frac{1}{2}n$
- Б) $P_5 = \frac{3}{2}n$
- С) $P_5 = 3n$
- Д) $P_5 = 5n$

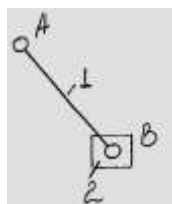
16. Ассур гурухлари асосида механизм қандай хосил бўлади?

- А) Кинематик жуфтларни узатиш йўли билан
- Б) Ассур гурухларини таянчга боғлаш йўли билан
- С) Ассур гурухларини дастлабки (бирламчи) механизмга ва таянчга кетма-кет боғлаш йўли билан
- Д) Ассур гурухларини ихтиёрий боғлаш йўли билан

17. Механизмнинг синф ва тартиби қандай аниқланади?

- А) Ассур гурухининг катта синф ва тартиби орқали
- Б) Ассур гурухининг кичик синф ва тартиби орқали
- С) Ассур гурухлари сони орқали
- Д) Механизмнинг эркинлик даражаси орқали

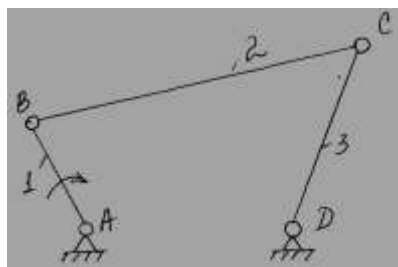
18. 2-шаклда кўрсатилган Ассур гурухининг синф ва тартибини аниқланг.



2-шакл

- А) 1-синф 1-тартибли
- Б) 1-синф 2-тартибли
- С) 1-синф 3-тартибли
- Д) 1-синф 4-тартибли

19. 3-шаклда кўрсатилган механизмда биринчи бўғин бошлангич бўлганда унинг синф ва тартибини аниқланг.



3-шакл

- А) 1-синф 2-тартибли
- Б) 1-синф 3-тартибли
- С) 1-синф 4-тартибли
- Д) 2-синф 6-тартибли

20. 1-синф 2-тартибли Ассур гурухлари турлари сонини (модификацияларини) кўрсатинг.

- А) Учта Б) Тўртта
- С) Бешта Д) Олтита

21. Механизмнинг кинематик анализини кинематик диаграммалар ёрдамида ечиш қайси усулдир?

- А) Аналитик Б) График
- С) Графоаналитик Д) Моделлаштириш

22. Ордината орттирмаларини ўлчаш усулида график дифференциаллашда тезлик графиги масштаби қайси формула орқали аниқланади?

$$\begin{array}{ll} \text{А) } \mu_v = \frac{\mu_t}{C_v \Delta X_t} & \text{Б) } \mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t C_v \Delta X_t} \\ \text{С) } \mu_v = \frac{\mu_l}{\mu_t C_v} & \text{Д) } \mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t H_v} \end{array}$$

23. Бўғиннинг (4-шакл) «В» нуқтаси тезлиги малум бўлса, «С» нуқтаси тезлиги вектори қандай аниқланади?



4-шакл

$$\begin{array}{ll} \text{А) } \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB} & \text{Б) } \bar{V}_C = \bar{V}_{BC} + \bar{V}_B \\ \text{С) } V_C = \frac{V_B}{V_{CB}} & \text{Д) } V_C = \frac{V_{CB}}{V_B} \end{array}$$

24. 4-шаклда кўрсатилган бўғиннинг «В» нуқтаси тезланиши маълум бўлса, «С» нуқта тезланиши қандай аниқланади?

$$\begin{array}{ll} \text{А) } \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{BC} & \text{Б) } \ddot{a}_{\tilde{N}} = \ddot{a}_{\tilde{A}} + \ddot{a}_{\tilde{N}\tilde{A}}^n + \ddot{a}_{\tilde{N}\tilde{A}}^t \\ \text{С) } \bar{a}_C = \bar{a}_B - \bar{a}_{CB} & \text{Д) } a_C = \frac{a_B}{a_{CB}} \end{array}$$

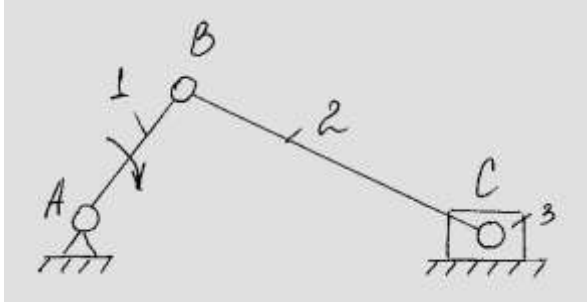
25. 4-шаклда кўрсатилган бўғин «С» нуқтасининг a_{CB}^t тангенциал тезланиши қандай аниқланади?

$$\begin{array}{ll} \text{А) } a_{CB}^t = \frac{\varepsilon}{l_{CB}} & \text{Б) } a_{CB}^t = \varepsilon^2 l_{CB} \\ \text{С) } a_{CB}^t = \varepsilon l_{CB} & \text{Д) } a_{CB}^t = \varepsilon l_{CB}^2 \end{array}$$

26. 4-шаклда келтирилган кривошип-ползунли механизм «с» нуқтасининг тезлигини аниқлашни тўғри вектор тенгламасини кўрсатинг.

$$\begin{array}{ll} \text{А) } \begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB} \\ \bar{V}_C = V_S + V_{CS} \end{cases} & \text{Б) } \begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA} \\ \bar{V}_C = II \ XX \end{cases} \\ \text{С) } \begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB} \\ \bar{V}_C = II \ XX \end{cases} & \text{Д) } \begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA} \\ \bar{V}_C = V_B + V_{CB} \end{cases} \end{array}$$

27. 4-шаклда келтирилган кривошип-ползунли механизм шатунининг бурчак тезлиги ω_2 ни аниқлашни тўғри ифодасини кўрсатинг.



4-шакл

А) $\omega_2 = \frac{V_C}{l_{BC}}$

Б) $\omega_2 = \frac{V_{CB}}{l_{CB}}$

С) $\omega_2 = \frac{V_B}{l_{CB}}$

Д) $\omega_2 = \frac{V_C}{l_{AB}}$

28. Муштумчали механизмларни асосий афзалликларини кўрсатинг.

А) Юқори Ф.И.К.

Б) Таъмирлашни осонлиги

С) Мойловчи материални кам сарфлаш

Д) Турткични талаб қилинган қонунини таъминлаш, кам бўғинлилик.

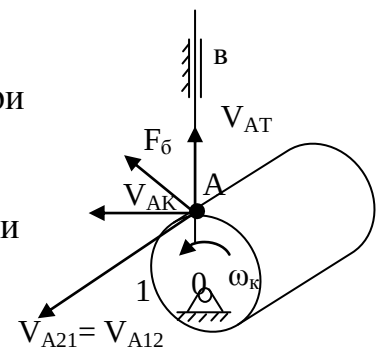
29. Қандай бурчак узатиш бурчагидир?

А) Турткич ва муштумчанинг абсолют тезликлари йўналишлари орасидаги ўткир бурчак

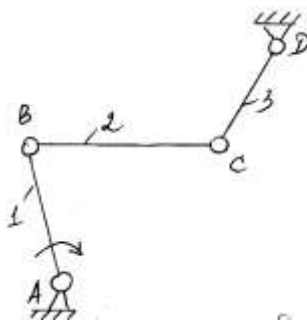
Б) Турткич ва муштумчанинг абсолют тезликлари йўналишлари орасидаги ўтмас бурчак

С) Турткичнинг муштумча профили билан туташиш нуқтасини абсолют ва нисбий тезликлари орасидаги ўткир бурчак

Д) Турткични муштумча профили билан туташиш нуқтасининг



30. 5-шаклда кўрсатилган механизм «С» нуқтасининг тезлигини аниқлаш вектор тенграмасини тўғриси кўрсатинг.



5-шакл

$$\text{А) } \begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_A + \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

$$\text{Б) } \begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

$$\text{С) } \begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_A \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

$$\text{Д) } \begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB} \\ \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD} \end{cases}$$

31. $\gamma \geq [\gamma]$ шарти бажарилганда муштумчали механизм қандай ишлайди?

(γ - узатиш бурчаги, $[\gamma]$ - рухсат этилган узатиш бурчаги).

А) Нормал ишлайди

Б) Олиб борувчи тезлик билан ишлайди

С) Нотекис ишлайди

Д) Турткични «тиқилиши» натижасида механизм аварияга учрайди

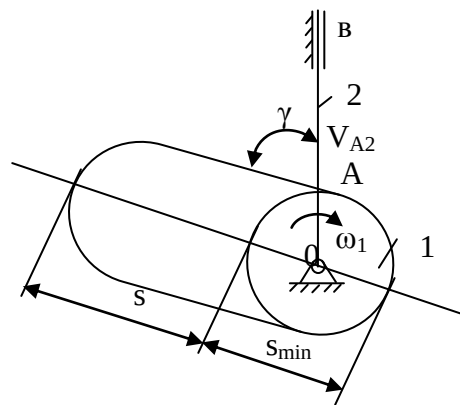
32. Узатиш бурчагини аниқлашнинг тўғри ифодасини кўрсатинг.

$$\text{А) } \operatorname{tg} \gamma = \frac{S_{\min}}{V_{A2} \omega_1}$$

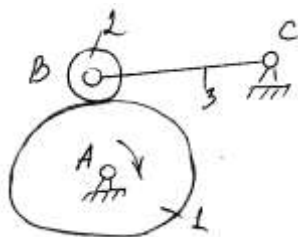
$$\text{Б) } \operatorname{tg} \gamma = \frac{S + S_{\min}}{\frac{V_{A2}}{\omega_1} \pm e}$$

$$\text{С) } \operatorname{tg} \gamma = \frac{S + S_{\min}}{e}$$

$$\text{Д) } \operatorname{tg} \gamma = \frac{S_{\min} + S}{V_{A2} \cdot \omega_1}$$



33. Муштумчали (6 шакл) механизмнинг эркинлик даражаси нечага тенг?



6-шакл

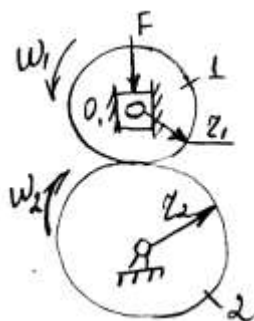
А) $w=0$

Б) $w=-1$

С) $w=4$

Д) $w=2$

34. Турткич синусоидали қонун билан ҳаракатланганда «зарбалар» бўладими?
- А) Зарбалар бўлмайди
 - Б) Юмшоқ зарбалар бўлади
 - С) Қаттиқ зарбалар бўлади
 - Д) Юмшоқ ва қаттиқ зарбалар биргаликда бўлади
35. Муштумчанинг амалий профили қандай профил?
- А) Ролик марказидан ўтган профил
 - Б) Ҳақиқий эквидистант профил
 - С) Ролик тегиб турувчи профил
 - Д) Тескари айлантиришда ролик маркази траекторияси
36. Тишли узатмаларда айланма ҳаракатни узатиш нимани ҳисобига бажарилади?
- А) Тишларни бир-бири билан илашиши орқали
 - Б) Тишлар орасидаги нисбий сирпаниш орқали
 - С) Тишлар орасидаги ишқаланиш орқали
 - Д) Бир тишни икки тиш орасида бўлиши орқали
37. 7-шаклда кўрсатилган фриクション узатманинг узатиш нисбати қандай аниқланади?



7-шакл

А) $u_{1-2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$

Б) $u_{1-2} = \frac{\omega_1}{r_1}$

С) $u_{1-2} = \frac{\omega_2}{r_2}$

Д) $u_{1-2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$

38. Ассур гурухи статик аниқ гуруҳ ҳисобланадими?

- А) Ха
- Б) Йўқ
- С) Бунинг ахамияти
- Д) Баъзида хисобланади

39. Тиш профилининг қайси қисми кўпроқ едирилади?

- А) Бош қисми
- Б) Асос қисми
- С) Оёқ қисми
- Д) Кирувчи ғилдирак тишининг бош қисми

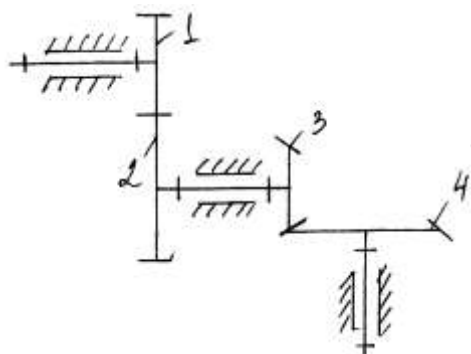
40. Илашиш қадами қандай аниқланади?

- А) $P_w = \frac{\pi}{m}$
- Б) $P_w = \frac{m}{\pi}$
- С) $P_w = \pi - m$
- Д) $P_w = \pi m$

41. Қайси ифода $\text{inv}\alpha$ - бурчак инвалютаси деб аталади?

- А) $\text{inv}\alpha = \tan \alpha - \alpha$
- Б) $\text{inv}\alpha = \tan \alpha + \alpha$
- С) $\text{inv}\alpha = \alpha + \tan \alpha$
- Д) $\text{inv}\alpha = \tan \alpha / \alpha$

42. Икки поғонали тишли узатманинг узатиш нисбати қандай аниқланади?



- А) $u_{1-4} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} \cdot \frac{z_3}{z_4}$
- Б) $u_{1-4} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_2}{z_3} \cdot \frac{z_4}{z_3}$
- С) $u_{1-4} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_2} \cdot \frac{z_4}{z_3}$
- Д) $u_{1-4} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}$

43. Бошланғич айлана радиуси қандай аниқланади?

- А) $r_w = \pi m$
- Б) $r_w = \pi / m$

С) $r_\omega = mz/2$

Д) $r_\omega \omega = mz$

44. Тиш профиллари қандай эгри чизикдан иборат?

А) Параболадан

Б) Гиперболадан

С) Эвольвентадан

Д) Циклоидадан

45. Ўқлари фазода ҳаракатланувчи ғилдирак қандай аталади?

А) Шестерня

Б) Ғилдирак

С) Марказий ғилдирак

Д) Сателлит

46. Ишқаланиш ҳисобига ҳаракатни узатувчи механизмни кўрсатинг.

А) Фрикцион узатмалар

Б) Тишли узатмалар

С) Малта механизми

Д) Занжирли узатмалар

47. Айланувчи ўқлар паралел жойлашганда тишли узатманинг қайси тури қўлланади?

А) Червякли

Б) Цилиндрсимон

С) Конуссимон

Д) Винтли

48. Цилиндрсимон тишли ғилдираклар узатиш нисбатининг тўғри ифодасини кўрсатинг.

А) $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{z_1}{z_2}$

Б) $U_{12} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \pm \frac{z_1}{z_2}$

С) $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_2}{n_1} = \pm \frac{z_1}{z_2}$

Д) $U_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{z_2}{z_1}$

49. Қандай ғилдирак мусбат деб аталади?

А) Рейкали асбобни силжитмай қирқилган

Б) Рейкани заготовка марказидан узоқлаштириб қирқилган

С) Рейкани заготовка марказига яқинлаштириб қирқилган

Д) Махсус асбоб билан қирқилган

50. Универсал Виллис формуласининг тўғри ифодасини кўрсатинг.

A) $U_{1-n}^{(H)} = \frac{n_1 + n_H}{n_n + n_H}$

Б) $U_{1-n}^{(H)} = \frac{n_1 - n_H}{n_n - n_H}$

С) $U_{1-n}^{(H)} = \frac{n_n + n_H}{n_1 + n_H}$

Д) $U_{1-n}^{(H)} = \frac{n_H - n_1}{n_H - n_n}$

Е) $U_{1-n}^{(H)} = \frac{n_H + n_1}{n + n_n}$

51. Фрикцион механизмларда узатиш нисбати қандай бўлади?

А) Гоҳо ўзгарувчан

Б) Ўзгармас

С) Ўзгарувчан

Д) Гоҳо ўзгармас

52. Механизмлар динамикасида қандай масала ўрганилади?

А) Механизмлар ҳаракатини текшириш

Б) Механизмлар тузилишини текшириш

С) Механизмларни кучлар таъсирида текшириш

Д) Механизмларни йиғиш

53. Қандай кучлар зарарли қаршилик кучлардир?

А) Ҳаракатлантирувчи

Б) Оғирлик

С) Инерция

Д) Ишқаланиш

54. Механизмларнинг кинетостатик таҳлили деганда нима аниқланади?

А) Инерция кучлари

Б) Инерция моменти

С) Ишқаланиш кучини

Д) Кинематик жуфтлардаги реакция кучлари

55. Механизм қуввати қандай формуладан аниқланади?

$$A) P = \frac{M}{\omega}$$

$$B) P = M\omega$$

$$C) P = V\omega$$

$$D) P = \frac{M}{v}$$

56. Кинетостатик тахлил қандай тартибда бажарилади?

- A) Хохлаган тартибда
- Б) Охирги бўғиндан бошлаб
- С) Охирги Ассур гурухидан бошлаб
- Д) Бошланғич Ассур гурухидан бошлаб

57. Мураккаб ҳаракатланувчи шатуннинг инерция кучлари қандай аниқланади?

- A) $F_u = m a_s, M_u = \omega v$
- B) $F_u = m a_s, M_u = \varepsilon J$
- C) $F_u = m v^2, M_u = \omega J$
- D) $F_u = G \cdot a, M_u = aJ$

58. Механизмларнинг кинетостатик тахлилида нима аниқланади?

- A) Кинематик жуфтлардаги реакция кучлари
- Б) Оғирлик кучлари
- С) Инерция кучлари
- Д) Технологик кучлар

59. Илгариланма ҳаракатда инерция кучи қандай аниқланади?

- A) $F_u m a_s$
- B) $F_u = J \varepsilon_2$
- C) $F_u = m v^2$
- D) $F_u = m \omega$

60. Фойдали қаршилик кучларига нималар киради?

- A) Кинематик жуфтлардаги реакция кучлари
- Б) Оғирлик кучлари
- С) Инерция кучлари
- Д) Мувозанатлаштирувчи кучлар

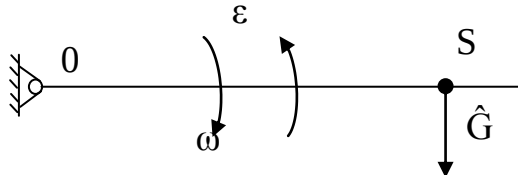
61. Инерция моменти қандай аниқланади?

- A) $M_U = P \cdot \omega$
 B) $M_U = J_S \cdot \varepsilon$
 C) $M_U = J_S \cdot \omega$
 D) $M_U = J_S \cdot P_U$

62. Чизмада кўрсатилган бўғиннинг инерция кучи Φ_U аниқлансин.

Берилганлар: $l_{os}=200\text{мм}$, $\omega = 50 \frac{P_{a\partial}}{c}$, $\varepsilon = 200 \frac{P_{a\partial}}{c^2}$, $J_s = 0.25 \text{ кг/м}^2$,

$G = 100 \text{ Н}$

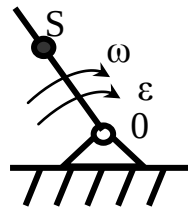


- A) 560 Б) 1820 С) 3210 Д) 5010

63. Чизмада кўрсатилган бўғиннинг инерция кучлар моменти аниқлансин

$l_{os}=200\text{мм}$, $w = 50 \frac{P_{a\partial}}{c}$, $\varepsilon = 200 \frac{P_{a\partial}}{c^2}$, $J_s = 0.25 \text{ кг/м}^2$, $G = 100 \text{ Н}$

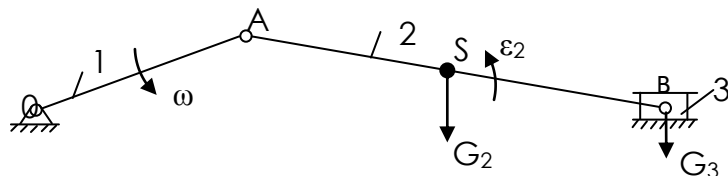
- A) 25
 Б) 50
 С) 75
 Д) 100



64. Шатуннинг (2) инерция кучи F_{u2} аниқлансин.

Берилган: $a_s = 500 \text{ м/с}^2$, $a_B = 600 \text{ м/с}^2$, $\varepsilon_2 = 800 \text{ рад/с}^2$, $G_2 = 30 \text{ Н}$, $G_3 = 50 \text{ Н}$, $J_s = 0.2 \text{ кгм}^2$

- A) 150
 Б) 1500
 С) 1500
 Д) 15



65. Шатуннинг инерция моменти аниқлансин.

Берилган: $a_S = 500 \text{ м/с}^2$, $a_B = 600 \text{ м/с}^2$, $\varepsilon_2 = 800 \text{ рад/с}^2$, $G_2 = 30 \text{ Н}$, $G_3 = 50 \text{ Н}$,

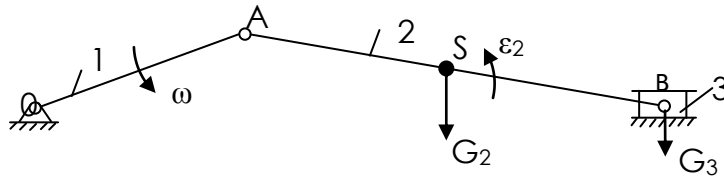
$$J_S = 0.2 \text{ кгм}^2$$

А) 10

Б) 60

С) 100

Д) 160



66. Ползуннинг (3) инерция кучи аниқлансин

Берилган: $a_S = 500 \text{ м/с}^2$, $a_B = 600 \text{ м/с}^2$, $\varepsilon_2 = 800 \text{ рад/с}^2$, $G_2 = 30 \text{ Н}$, $G_3 = 50 \text{ Н}$,

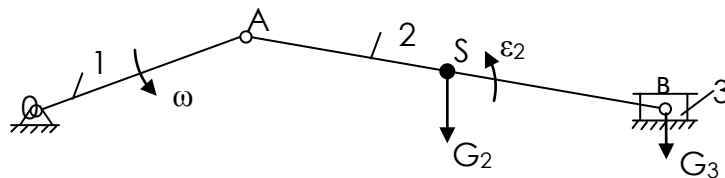
$$J_S = 0.2 \text{ кгм}^2$$

А) 150

Б) 765

С) 500

Д) 300 [Н]



67. Статик мувозанатлашда қандай кучлар мувозанатланади?

А) Оғирлик кучлари

Б) Инерция кучлари

С) Инерция моментлари

Д) Фойдали қаршилик кучлари

68. Динамик мувозанатлашда қандай кучлар мувозанатланади

А) Оғирлик кучлари

Б) Инерция кучлари

С) Инерция кучлар моментлари

Д) Фойдали қаршилик кучлари

69. Айланувчи система қандай ҳолда статик мувозанатда бўлади?

А) Ҳамма кучлар йиғиндиси нолга тенг бўлганда

Б) Оғирлик кучлар йиғиндиси нолга тенг бўлганда

С) Инерция кучлари векторлари йиғиндиси нолга тенг бўлганда

Д) Ишқаланиш кучлари йиғиндиси нолга тенг бўлганда

70. Айланувчи массалар тўла мувозанатда бўлиши учун нима нолга тенг бўлиши керак?

А) Инерция кучларининг йиғиндиси

Б) Инерция кучлар моментлари ва инерция кучлар вектор йиғиндиси

С) Ишқаланиш кучлари йиғиндиси

Д) Оғирлик кучлари йиғиндиси

71. Кинематик жуфтлардаги реакция кучлари қандай тартибда бажарилади?

А) Бошланғич бўғиндан бошлаб

Б) Ихтиёрий ҳолда

С) Хохлаган Ассур гуруҳидан

Д) Механизмни йиғишдаги охириги Ассур гуруҳидан

72. Дисбаланс дегани нима?

А) Бўғинларнинг оғирлиги

Б) Бўғинларнинг инерция кучлари

С) Бўғинлар массасини айланиш ўқидан оғирлик марказигача бўлган масофага кўпайтмаси

Д) Бўғинлар инерция кучини айланиш радиусига кўпайтмаси

73. Статик мувозанатлашда қайси шарт бажарилади?

А) $\sum \bar{M} = 0$ Б) $\sum \bar{G} = 0$, С) $\sum \bar{R} = 0$, Д) $\sum \bar{D} = 0$,

74. Динамик мувозанатлаш шартини кўрсатинг?

А) $\sum \bar{M} = 0$, Б) $\sum \bar{G} = 0$,

С) $\sum \bar{R} = 0$, Д) $\sum \bar{D} = 0$,

75. Айланувчи массаларнинг тўлиқ мувозанат шартини кўрсатинг?

А) $\sum \bar{M} = 0, \sum \bar{G} = 0$, Б) $\sum \bar{G} = 0, \sum \bar{F} = 0$,

$$C) \sum \bar{F} = 0, \sum \bar{D} = 0,$$

$$D) \sum \bar{D} = 0, \sum \bar{M} = 0,$$

76. Айланма ҳаркатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси қандай аниқланади?

$$A) T = \frac{mv^2}{2} \quad B) T = \frac{J\omega^2}{2} \quad C) T = \frac{m\omega^2}{2} \quad D) T = mv \quad E) T = \frac{m}{v}$$

77. Келтирилган куч қайси ифодадан аниқланади?

$$A) F_k = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{V_k} \quad (V_k - \text{келтирилган куч қўйилган нукта тезлиги})$$

$$B) F_k = \frac{\sum_{i=1}^n M}{\ell} \quad (\ell - \text{кривошип узунлиги})$$

$$C) F_k = \sum_{i=1}^n m_i \cdot a_s$$

$$D) F_k = f \cdot N \quad (N - \text{нормал куч})$$

78. Келтирилган кучнинг иши қандай кучлар ишларининг йиғиндисига тенг?

A) Бўғинларнинг инерция кучларини

B) Реакция кучларидан ташқари барча кучларини

C) Кинематик жуфтдаги реакция кучларини

D) Бўғинларнинг оғирлик кучларини

79. Келтирилган масса бу қандай масса?

A) Кривошип айланиш нуқтасига қўйилган ва кинетик энергияси барча бўғинлар массаларининг кинетик энергиясига йиғиндисига тенг бўлган масса

B) Барча бўғинлар массаларининг йиғиндисига тенг бўлган масса

C) Механизмни мувозанатлаш учун ўрнатилган барча посонгилар массаларининг йиғиндисига тенг бўлган масса

Д) Кривошип посонгиси массаси

80. Келтирилган масса инерция моменти бу қандай инерция моментиدير?

А) Кривошипга қўйилган ва кинетик энергияси барча бўғинларнинг кинетик энергияси йиғиндисига тенг бўлган масса инерция моментиدير

Б) Барча бўғинлар массалари инерция моментлари йиғиндисига тенг бўлган масса инерция моментиدير

С) Механизмни мувозанатлаш учун ўрнатилган барча посонгилар массалари инерция моментлари йиғиндисига тенг бўлган масса инерция моментиدير

Д) Кривошип посонгиси массасининг инерция моментиدير

81. Илгариланма ҳаракатланувчи бўғиннинг кинетик энергияси қандай аниқланади?

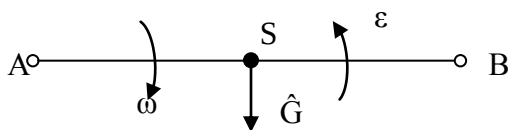
А) $T = 2 mv^2$

Б) $T = JE$

С) $T = JW^2$

Д) $T = 0,5 mv^2$

82. Шатуннинг кинетик энергияси қандай аниқланади?



А) $T = 2 mv^2 + J_2 E$

Б) $T = J_S E^2 + 0.5 mv^2$

С) $T = 0.5 J_S W^2 + 0.5 mv^2$

Д) $T = 0.5 mv^2 + 2J_S \cdot E$

83. Келтирилган куч келтирувчи бўғиннинг симметрик ўқиға нисбатан қайси бурчакда қўйилади?

А) 0°

Б) 45^0

С) 30^0

Д) 90^0

84. Ползуннинг кинетик энергияси қандай аниқланади?

А) $T=ma$ Б) $T=mJ$ С) $T=mv^2/2$ Д) $T=J\varepsilon$

85. Машинанинг ҳаракат давлари нечта?

А) Бешта

Б) Еттита

С) Учта

Д) Тўртта

86. Машинани юргизиш даврида ҳаракатланувчи кучларнинг иши қандай?

А) Фойдали ва зарарли қаршилик кучларидан кичик

Б) Фойдали ва зарарли қаршилик кучларига тенг

С) Фойдали ва зарарли қаршилик кучларидан катта

Д) Фойдали ва зарарли қаршилик кучларига боғлиқ эмас

87. Машинанинг барқарор ҳаракатида машина кинетик энергияси қандай бўлади?

А) Ўзгаради

Б) Ўзгармайди

С) Ўртача кинетик энергия атрофида даврий ўзгаради

Д) Ўртача кинетик энергияга тенг бўлади

88. Машина ҳаракатининг иккинчи даражали Лагранж тенгламасини тўғрисида кўрсатинг?

А) $M_k = J_k \cdot \varepsilon + \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ_k}{d\varphi}$

Б) $M_k = J_k \cdot \varepsilon - \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ_k}{d\varphi}$

С) $M_k = d\left(\frac{J_k \omega^2}{2}\right)$

Д) $M_k = dA + d\varphi$

89. Машина валининг ўртача бурчак тезлиги қандай аниқланади?

A) $w_{yp} = \frac{w_{max}}{2}$

Б) $w_{yp} = \frac{w_{min}}{2}$

С) $w_{yp} = \frac{w_{min} + w_{max}}{2}$

Д) $w_{yp} = \frac{w_{max} - w_{min}}{2}$

90. Машина ҳаракатининг нотекислик коэффицентини кўрсатинг?

A) $\delta = \frac{w_{max} + w_{min}}{w_{\delta\delta}}$

Б) $\delta = \frac{w_{max} - w_{min}}{w_{yp}}$

С) $\delta = \frac{w_{yp}}{w_{vax} - w_{min}}$

Д) $\delta = \frac{w_{yp}}{w_{min} + w_{vax}}$

91. Маховик нима?

A) Мураккаб ҳаракат қилувчи бўғин

Б) Машина валига ўрнатилган қўшимча масса

С) Илгариланма ҳаракат қилувчи бўғин

Д) Ҳаракатни камайтирувчи ғилдирак

92. Сирпанишдаги ишқаланиш қайси формула бўйича аниқланади?

A) $F = \frac{M}{n}$

Б) $F = \frac{P}{V}$

С) $F = R \cdot V$

Д) $F = f \cdot N$

93. Думалашдаги ишқаланиш моменти қайси формула бўйича аниқланади?

A) $M = Fl$

Б) $M = P/V$

С) $M = N K$

Д) $M = N V$

94. Сирпанишдаги ишқаланиш сабабларини тўғриси кўрсатинг

A) Туташувчи юзалар молекулаларининг ўзаро таъсири

Б) Жисмларнинг бир-бирига механик таъсири

- С) Жисмларнинг ўзаро таъсиридаги химиявий жараёнлар
- Д) Юзалардаги механик илашиш, молекулаларнинг ўзаро тортишиш кучи ва ўрганилмаган бошқа сабаблар
95. Ишқаланиш бурчаги қандай бурчак?
- А) Юза нормали ва ишқаланиш кучи орасидаги бурчак
- Б) Юза нормали ва ҳаракатлантирувчи куч орасидаги бурчак
- С) Реакция ва оғирлик кучлари орасидаги бурчак
- Д) Тўла реакция ва нормал кучлар орасидаги бурчак
96. Қия текисликда жисмни ҳаракат қилмаслик шартини аниқланг
- А) Жисмнинг оғирлиги ишқаланиш кучидан катта бўлганда
- Б) Жисмнинг оғирлиги ишқаланиш кучидан кичик бўлганда
- С) Ишқаланиш бурчаги текисликнинг қиялик бурчагидан кичик бўлганда
- Д) Ишқаланиш бурчаги текисликнинг қиялик бурчагидан катта бўлганда
97. Ишқаланиш коэффициентини қиймати нимага боғлиқ эмас?
- А) Бўғинлар материалига
- Б) Ишқаланаётган юзанинг қийматига ва нормал босимига
- С) Юзаларни ғадир-будирлигига
- Д) Ишқаланаётган юзаларнинг мойланишига
98. Понасимон кинематик жуфтда ишқаланиш коэффициенти f_k нимага тенг.
- А) $f_k = \operatorname{tg} \alpha$
- Б) $f_k = \frac{f}{\sin \alpha}$
- С) $f_k = \frac{f_2}{\sin \alpha}$
- Д) $f_k = \frac{f \cos \alpha}{\sin \alpha}$
99. Резьбадаги келтирилган ишқаланиш коэффициенти қандай аниқланади?
- А) $f_k = \operatorname{tg} \alpha$
- Б) $f_k = \frac{f}{\sin \alpha}$

$$\text{C) } f_k = \frac{f}{\cos \alpha}$$

$$\text{Д) } f_k = \frac{f}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Эслатма: α - резбани ўткир бурчаги.

100. Фойдали иш коэффициентини кўрсатинг

$$\text{А) } \eta = \frac{A_\phi}{A_x}$$

$$\text{Б) } \eta = \frac{A_x}{A_\phi}$$

$$\text{С) } \eta = A_x - A_\phi$$

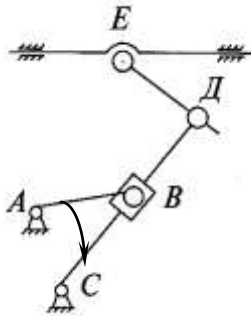
$$\text{Д) } \eta = A_x + A_\phi$$

Эслатма: A_x – ҳаракатланувчи кучлар бажарган иши.

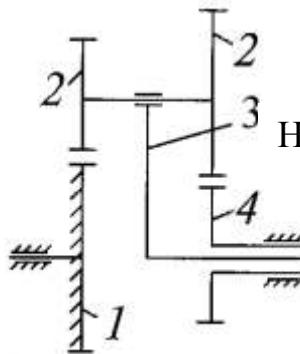
A_f – фойдали қаршилиқ кучлари бажарган иши

МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАР НАЗАРИЯСИ ФАНИДАН МАСАЛАЛАР

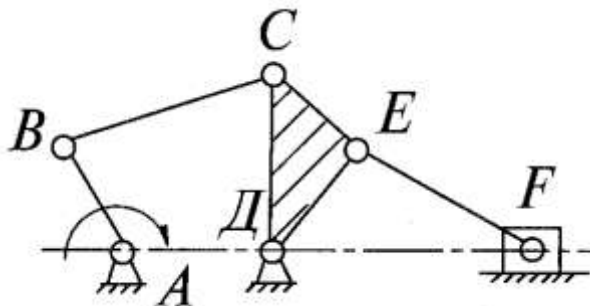
1. Механизмни синф ва тартиби аниқлансин.



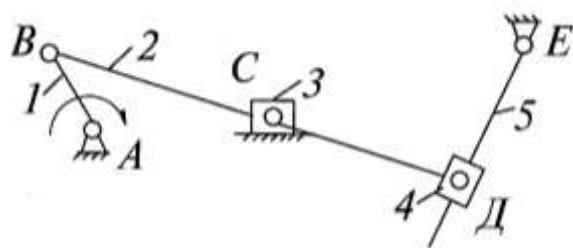
2. Планетар механизмда $Z_1 = 60$; $Z_2 = 30$; $Z_3 = 40$; $Z_4 = 50$ ва $n_H = 10$ айл/мин бўлганда n_H ни аниқланг.



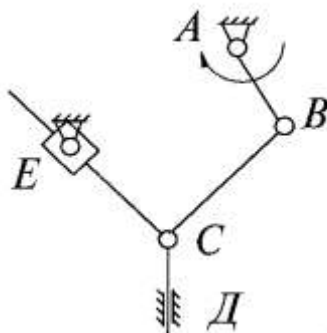
3. Механизмни берилган ҳолати учун тезлик режаси қурилсин.



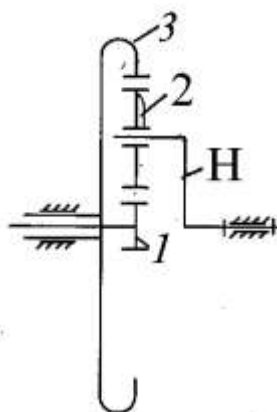
4. Механизмнинг эркинлик даражаси, синф ва тартиби аниқлансин.



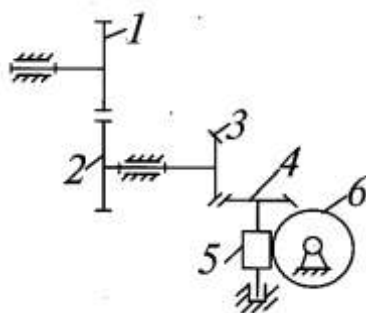
5. Механизмнинг эркинлик даражаси, синф ва тартиби аниқлансин.



6. Дифференциал механизмда $Z_1 = 20$; $Z_2 = 20$; $Z_3 = 60$; $n_1 = 100$ айл/мин, $n_H = -10$ айл/мин бўлганда, n_3 ни аниқланг

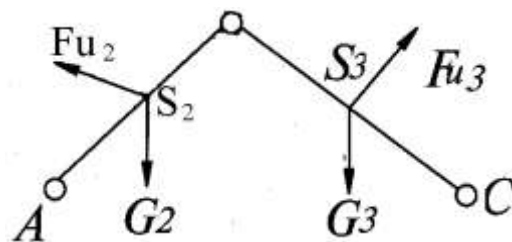


7. Кўп поғонали тишли узатмада $Z_1 = 18$; $Z_2 = 36$; $Z_3 = 20$; $Z_4 = 20$; $Z_5 = 5$; $Z_6 = 6$; $n_1 = 100$ айл/мин бўлганда n_6 ни аниқланг

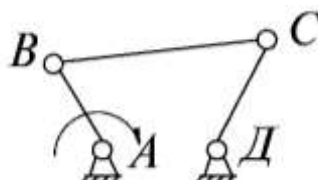


8. Ассур гуруҳини кинетостатик тахлили асосида кинематик

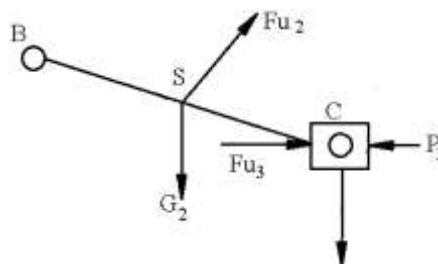
жуфтлардаги реакция кучлари аниқлансин.



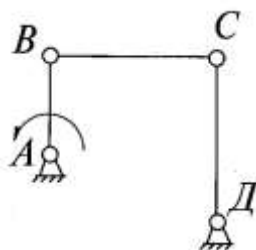
9. Механизмда ортиқча боғланиш аниқлансин.



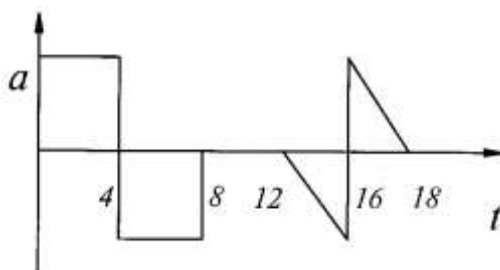
10. Ассур гуруҳининг кинетостатик таҳлили асосида кинематик жуфтлардаги реакция кучлари аниқлансин.



11. Механизмда $\omega_1 = 20 \text{ рад/с}$; $L_{AV} = 100 \text{ мм}$; $L_{SD} = 500 \text{ мм}$ ва $\angle ABC = \angle BCD = 90^\circ$ бўлса C нукта тезлиги ва тезланиши аниқлансин.

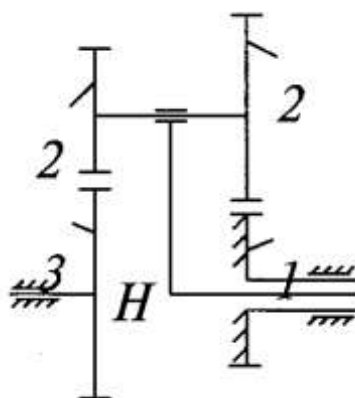


12. Турткичнинг тезланиш графигидан масофа графигини келтириб чиқариш.

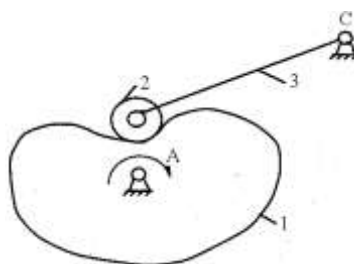


13. Планетар механизмда $Z_1 = 20$; $Z_2 = 40$; $Z_2^1 = 20$; $Z_3 = 40$ ва $n_H = 100$

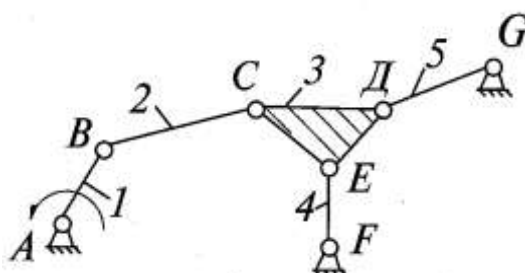
айл/мин бўлганда, n_3 ни аниқланг.



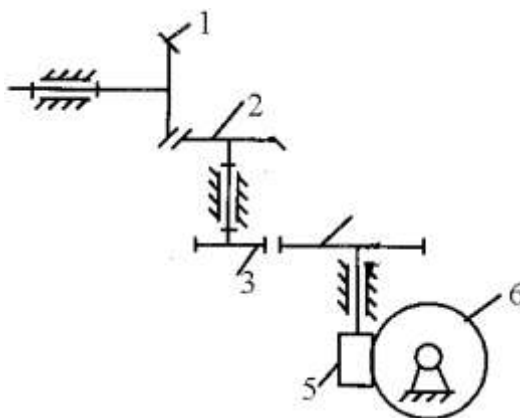
14. Муштумчали механизмнинг эркинлик даражаси аниқлансин.



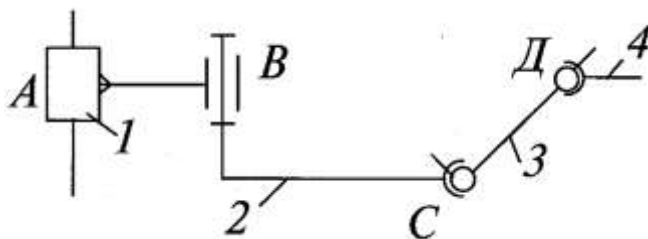
15. Механизмнинг эркинлик даражаси, синф ва тартиби аниқлансин.



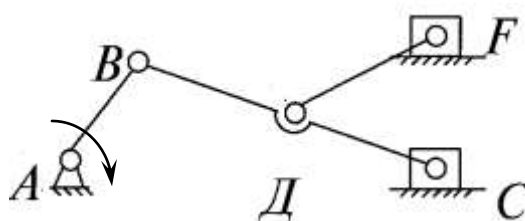
16. Тишли узатмада $Z_1=20$; $Z_2=30$; $Z_3=25$; $Z_4=50$; $K_5=1$; $Z_6=40$; $n_1=120$ айл/мин бўлганда, n_6 ни аниқланг.



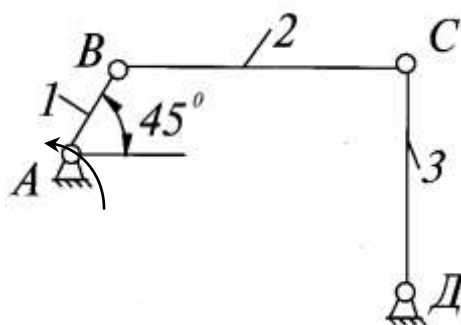
17. Манипуляторнинг эркинлик даражаси аниқлансин.



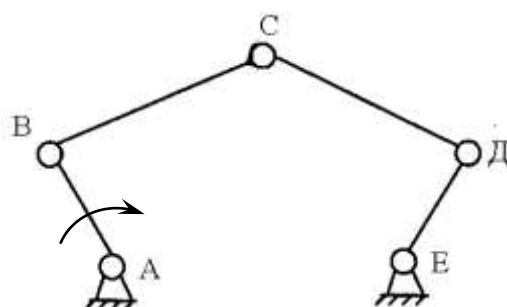
18. Механизм ҳолати учун тезлик режаси қурилсин.



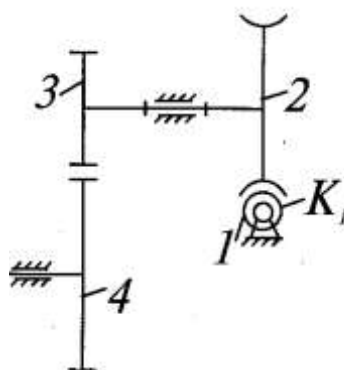
19. Агар $\omega_1 = 10 \text{ рад/с}$; $L_{AV} = 100 \text{ мм}$ бўлса, C нуқтани тезлиги аниқлансин.



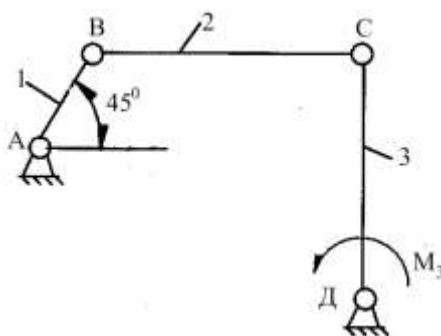
20. Механизм эркинлик даражаси аниқлансин.



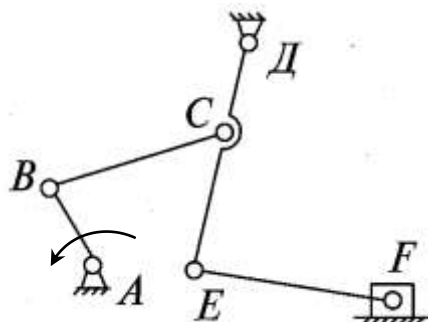
21. Агар узатмада $K_1=2$; $Z_2=50$; $Z_3=20$; $Z_4=40$; $n_1=100$ айл/мин бўлганда n_4 ни аниқланг.



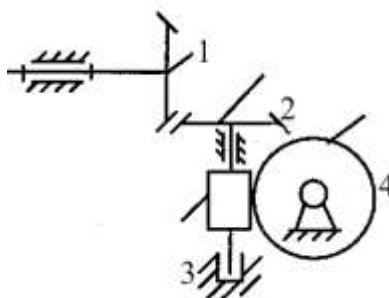
22. Агар $L_{CD} = 100$ мм; $M_3 = 10$ н·М бўлса, етакловчи 1 – звенодаги мувозанатловчи F_m кучини аниқланг.



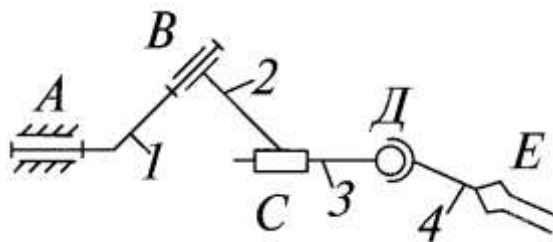
23. Механизмнинг берилган ҳолати учун тезлик режалари қурилсин.



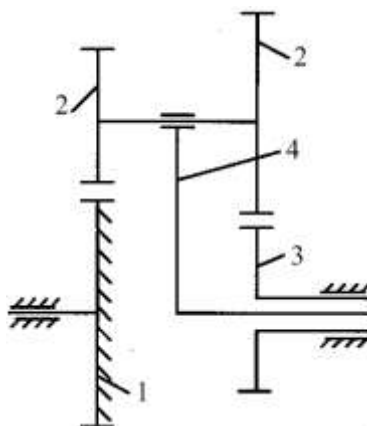
24. Агар $Z_1=20$; $Z_2=40$; $Z_3=2$; $Z_4=20$; $n_1=100$ айл/мин бўлганда, n_4 ни аниқланг.



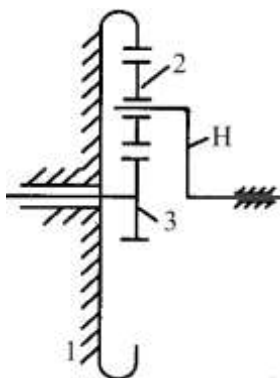
25. Манипуляторнинг эркинлик даражаси W аниқлансин.



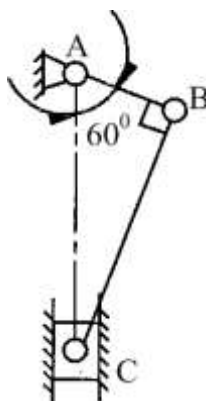
26. Механизмда $Z_1=50$; $Z_2=25$; $Z_3=45$; $K_2^1=30$; $n_3=100$ айл/мин бўлганда, n_4 ни аниқланг.



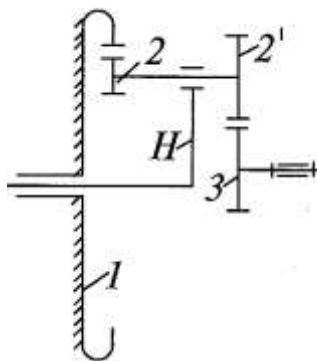
27. Планетар механизмда $Z_1=100$; $Z_2=20$; $Z_3=60$; $n_3=100$ айл/мин бўлганда, n_H ни аниқланг.



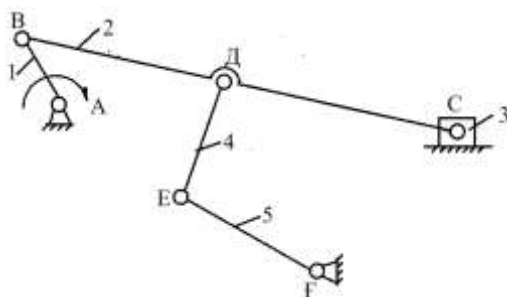
28. Агар $V_{CB}=2$ м/с бўлса, C нуктанинг V_S тезлигини аниқланг.



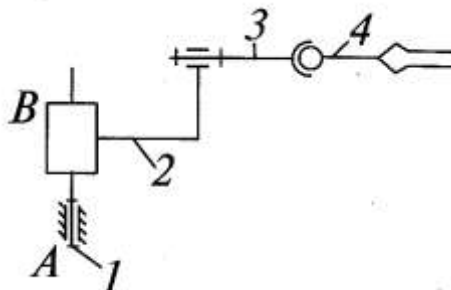
29. Планетар механизмда $Z_1 = 100$; $Z_2 = 20$; $Z_2^1 = 40$; $Z_3 = 40$ $n_N = 100$ айл/мин бўлганда, n_3 ни аниқланг.



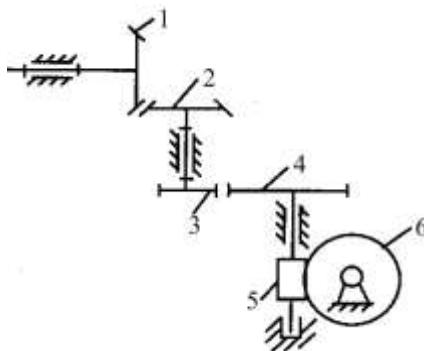
30. Механизмнинг берилган ҳолати учун тезланиш режаси қурилсин.



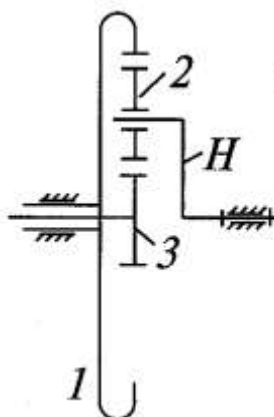
31. Манипуляторнинг эркинлик даражаси аниқлансин.



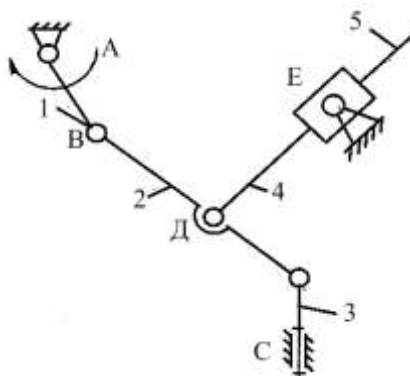
32. Агар $Z_1 = 20$; $Z_2 = 20$; $Z_3 = 18$; $Z_4 = 36$; $K_5 = 2$; $Z_6 = 50$; $n_1 = 200$ айл/мин бўлганда, n_6 ни аниқланг.



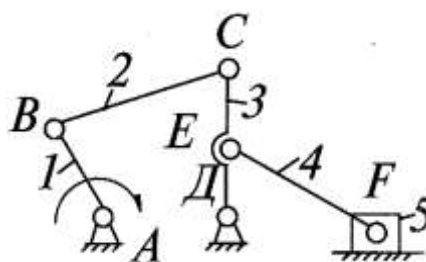
33. Дифференциал механизмда $Z_1 = 100$; $Z_2 = 20$; $Z_3 = 60$; $n_1 = 10 = 10$ айл/мин, $n_4 = -20$ айл/мин бўлганда, n_3 ни аниқланг.



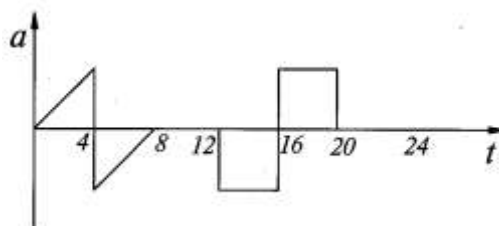
34. Механизмнинг эркинлик даражаси, синф ва тартиби аниқлансин.



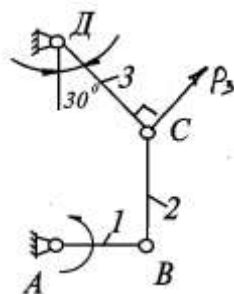
35. Механизмнинг берилган ҳолати учун тезлик режалари қурилсин.



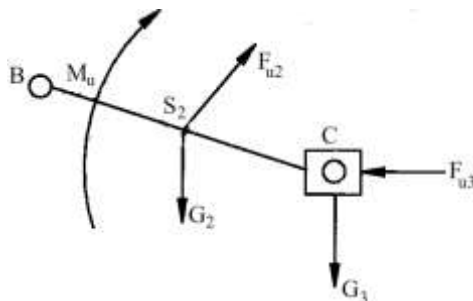
36. Турткичнинг тезланиш графигидан масофа графиги келтириб чиқарилсин.



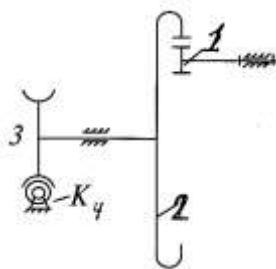
37. Агар $R_3=40\text{Н}$; $ДС_3=C_3C$ бўлса, АВ етакловчи звенодаги мувозанатловчи куч аниқлансин (АВ горизонтал, ДС вертикалга нисбатан 30° бурчак остида бўлсин)



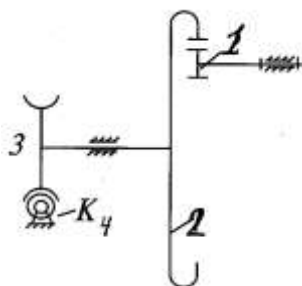
38. Ассур гуруҳининг кинетостатик тахлили асосида кинематик жуфтлардаги реакция кучлари аниқлансин.



39. Тишли узатмада $Z_1 = 20$; $Z_2=50$; $Z_3=50$; $K_4=2$; $n_4=1000$ айл/мин бўлганда, n_1 ни аниқланг.

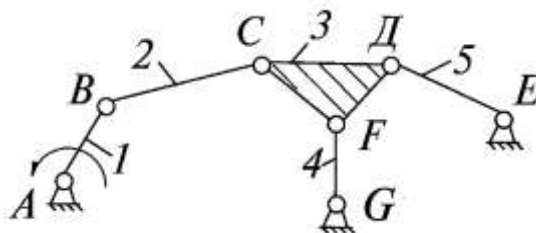


40. Агар $C_2=50\text{Н}$; $ДС=СД$ бўлса, етакловчи звенога келтирилган F_M мувозанатловчи куч аниқлансан.

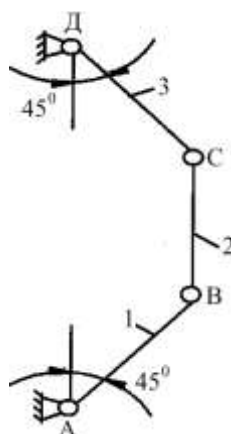


41. Агар $\omega_1=10$ рад/с; $L_{AB}=10$ мм $L_{BC}=10$ мм; $L_{CB}=120$ мм; $G_2=100$ Ч $G_3=$

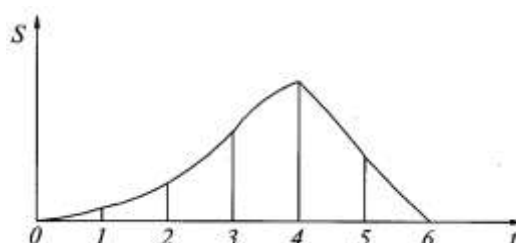
200 Ч; $L_{BS2}=1/2 \cdot P_{CD}$ бўлса, бўғинларнинг инерция кучлари аниқлансин.



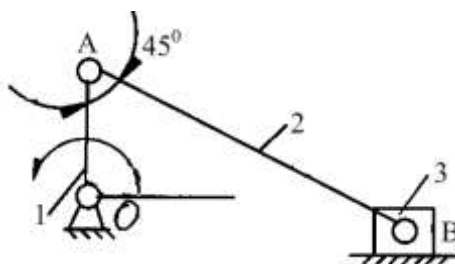
42. Агарда $K_1=2$; $Z_2=50$; $Z_3=20$; $Z_4=40$; $Z_5=20$; $Z_6=20$; $n_1=1000$ айл/мин бўлганда, n_6 ни аниқланг.



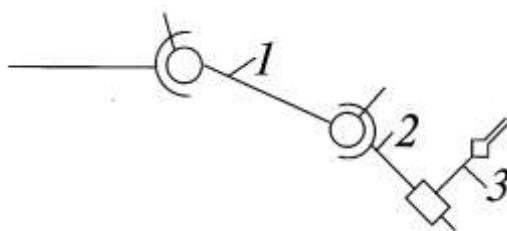
43. Турткининг масофа графиги асосида профили лойиҳалансин. Бунда $R=40$ мм ; $G_p=20$ мм



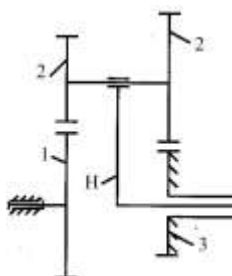
44. Агар $OA=100$ мм; $\omega_1=20$ рад/с, $m_3=5$ нс²/м бўлса, 3-бўғиннинг инерция кучи аниқлансин.



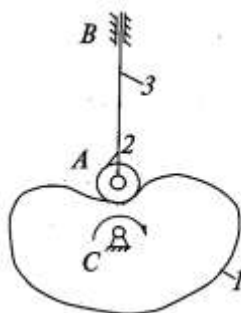
45. Манипуляторларнинг эркинлик даражаси аниқлансин.



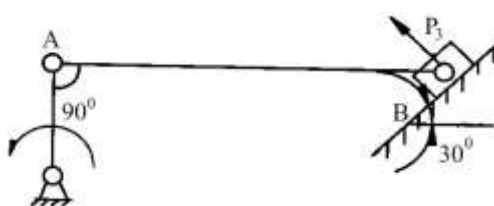
46. Планетар механизмда $n_1=1000$ айл/мин, $Z_1=40$; $Z_2=40$; $Z_2^1=20$; $Z_3=60$; n_H ни аниқланг.



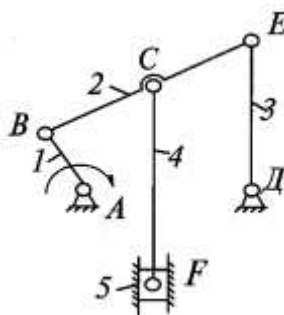
47. Механизмнинг эркинлик даражаси аниқлансин.



48. Агар $R_3=50\text{H}$ бўлса, етакловчи бўғиндаги $F_{\text{ч}}$ - мувозанатловчи куч аниқлансин (R_3 кучи $x-x$ текислигига тик йўналган).

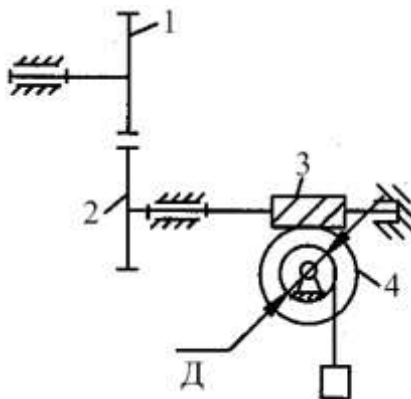


49. Механизм ҳолати учун тезлик ва тезланиш режалари қурилсин.

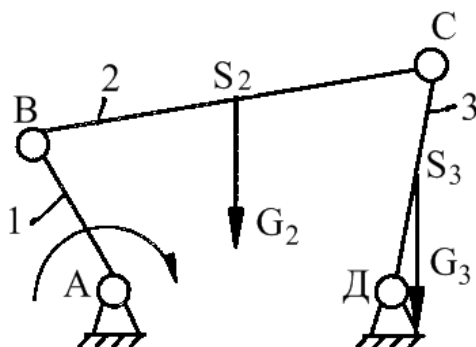


50. Тишли узатмада $n_1=1000$ айл/мин $Z_1=20$; $Z_2=40$; ; $Z_4=50$; $K_3=1$; $D_6=1$;

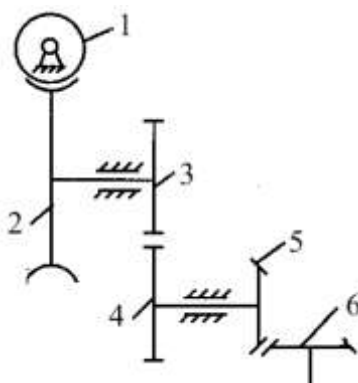
метр бўлса, барабанни айланиш частотаси n_6 ва V_6 тезлиги ҳисоблансин.



52. Агар $\omega_1 = 10$ рад/с; $L_{AB} = 10$ мм; $L_{BC} = 100$ мм; $L_{CB} = 120$ мм; $G_2 = 100$ Ч; $G_3 = 200$ Ч; $L_{BC2} = 1/2 \cdot P_{BC}$ бўлса, бўгинларнинг инерция кучлари аниқлансин.



52. Агарда $K_1 = 2$; $Z_2 = 50$; $Z_3 = 20$; $Z_4 = 40$; $Z_5 = 20$; $Z_6 = 20$; $n_1 = 1000$ айл/мин бўлганда, n_6 ни аниқланг.



ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. И.А.Каримов «Юксак маънавият – енгилмас куч», Т.: «Маънавият», 2009.-176 б.
2. Усмонхўжаев Ҳ.Ҳ. «Механизм ва машиналар назарияси». (Дарслик). «Ўқитувчи». Т., 1981.-576 б.
3. Артоболевский И. И. «Теория механизмов и машин». (Учебник) М., Наука, 1988.-640 с.
4. Фролов К.В. ва бошқалар. «Механизм ва машиналар назарияси». (Дарслик). «Ўқитувчи». Т., 1990.-496 б.
5. Жўраев А, Мавлявиев М.Р., Абдукаримов Т., Мирахмедов Ж.Ю. «Механизм ва машиналар назарияси». (Дарслик). «Ғофур Ғулом нашриёти». Т., 2004.-592 б.
6. «Учебно-методический комплекс по теории механизмов и машин». Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э.Баумана. E-mail: office@msra.ac.ru
7. «Учебно-методический комплекс по общетехническим дисциплинам». Санкт-Петербургский институт точной механики и оптики.
E-mail: www.ifmo.ru/, mir@mail.ifmo.ru

МУНДАРИЖА

1.	Кириш. Механизмларнинг асосий турлари.	3
2.	Механизмларнинг тузилиши, классификацияси. Кинематик жуфтлар	13
3.	Текисликда ҳаракат қилувчи механизмлар кинематикаси. Тезлик ва тезланишларни аниқлаш.	36
4.	Ричагли ва кулачокли механизмларнинг кинематик таҳлили.	64
5.	Фрикцион ва винтли механизмларнинг кинематик таҳлили.	80
6.	Эгилувчан звеноли механизмларнинг кинематик таҳлили.	88
7.	Тишли механизмлар. Тишли узатма турлари, илшаманинг асосий қонуни.	92
8.	Тишли илашма ва унинг параметрлари. Қоплаш коэффициенти.	102
9.	Планетар ва дифференциал механизмлар.	111
10.	Механизмлар динамикаси. Механизмларнинг кучнинг таъсири бўйича ҳисоблаш.	123
11.	Механизм бўғинларига таъсир қилувчи кучлар. Бўғинлардаги инерция кучларини аниқлаш.	124
12.	Машина агрегатининг ҳаракат қонунини аниқлаш муаммолари. Келтирилган куч ва моментни аниқлаш.	135
13.	Айланувчи массаларни мувозанатлаш	142
14.	Машина ҳаракати тенгламалари ва уларнинг таҳлили	148
15.	Машина ҳаракатини бир меъёрда сақлаш (ростлаш)	153
16.	Ишқаланиш турлари. Кинематик жуфтлардаги реакцияларни ишқаланиш кучларини ҳисобга олиб аниқлаш	159

