«Ўзбекистон темир йўллари» ДАТК
Тошкент темир йўл муҳандислари институти

«Машина ва механизмлар назарияси»

5521100 – «Ер усти транспорт тизимлари» йўналиши бўйича таълим олаётган 2-курс бакалавриат талабаларига лаборатория ишларини бажаришга доир услубий кўрсатмалар (1-қисм)

Тошкент – 2008

УДК 621. 436

Ушбу услубий кўрсатма «Машина ва механизмлар назарияси» фанидан лаборатория ишларини бажаришнинг механика мутахассислиги бўйича таълим олаётган талабаларга мўлжалланган бўлиб, курс дастури талабларига жавоб беради. Услубий қўлланмада тўртта лаборатория иши берилган бўлиб, бу талабаларнинг амалий машғулотларга мустақил равишда тайёрланиш имконини беради.

Тошкент темир йўл муҳандислари институти Ўқув-услубий кенгаши тамонидан нашрга тавсия этилган.

Тузувчилар: Ш.С. Файзибаев – т. ф. д., профессор;
А.Н. Авдеева – ассистент;
Ш.И. Мамаев – стажёр-татқиқотчи

Тақризчилар: Ш.П. Алимухаммедов – ТАДИ авиасозлик факультети т.ф.д., профессори;
А.Д. Глущенко – т.ф.д., академик

© Тошкент темир йўл муҳандислари институти, 2008 й.

№ 1-2 ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

МЕХАНИЗМНИНГ КИНЕМАТИК СХЕМАСИНИ ЧИЗИШ ВА СТРУКТУРАСИНИ ТЕКШИРИШ

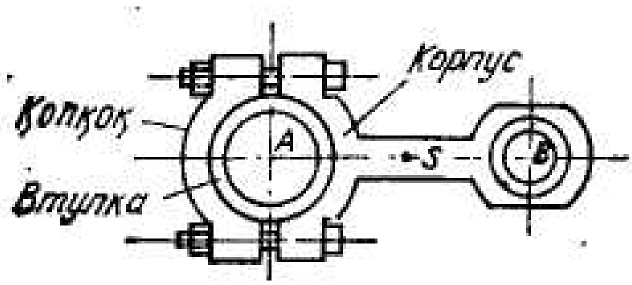
Ишдан кўзланган мақсад: механизмнинг схемасини чизиш ва унинг тузилишини таҳлил қилишдан иборат. Ишни бажариш учун ҳар бир талабага битта модель ва исталган бир механизмнинг кинематик схемаси берилади. Механизмнинг геометрик параметрларини ўлчаш, чизиш ва текшириш усуллари моделдан, схемани тўғри ўқий билиш ва текшириш усуллари эса кинематик схемадан ўрганилади.

Ишнинг назарий асосланиши

Мавжуд механизмни текширишда ёки янги механизм лойиҳалашда унинг структурасини, яъни қўзғалувчан бўғинлар сони билан уларнинг ўзаро бирлашиш усулини, механизмнинг ҳосил бўлишини ва етакчи бўғиндан етакланувчи бўғинларга ҳаракат узатиш тартибини аниқ билиш керак. Бир ёки бир неча жисмнинг ҳаракатини бошқа жисмнинг фойдали ҳаракатига айлантирувчи жисмлар тизими механизм деб аталади. Механизм таркибига кирувчи қаттиқ жисм бўғин деб аталади.

ММН курсида мутлақ қаттиқ жисмдан ташқари, деформацияланувчи ва эгилувчи жисмлар ҳам қаттиқ жисм дейилади. Бўғин бир ёки бир неча деталдан тузилган бўлади. Бўғинлар бир-бири билан ўзаро қўзғалувчан қилиб бирлаштирилади. Кинематик жуфт бир-бирига нисбатан ҳаракатланувчи икки ёки ундан ортиқ бўғиндан иборат. Масалан, 1-расмда кўрсатилган бўғин-шатун бир неча деталлардан: корпус, қопқоқ, втулка, болт, шплинтдан йиғилган. Бўғинлар ҳаракат қилиш-қилмаслилига қараб, қўзғалмас ва қўзғалувчан турларга бўлинади.

Қўзғалмас бўғин стойка дейилади. Стойкалар тузилишига қараб бир неча хил бўлади.



1-расм. Бўғин-шатун

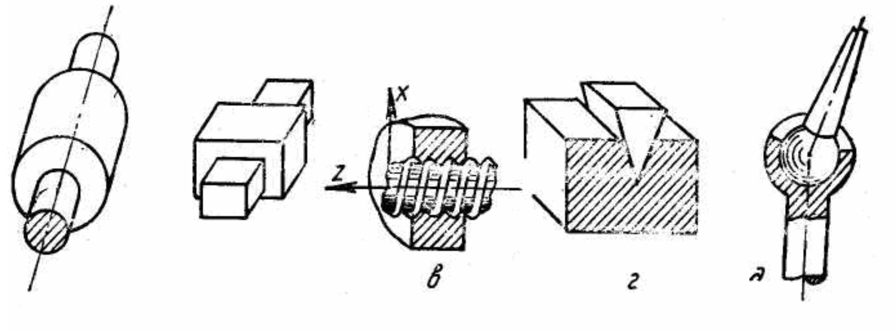
Қўзғалувчан бўғинлар кириш, чиқиш ва бирлаштириш бўғинлари ёки оралиқ бўғинларга бўлинади. Кўпинча, механизмда кириш ва чиқиш бўғини бўлиб, кириш бўғини ҳаракатни двигателдан олади. Чиқиш бўғини эса машинанинг иш органига ёки приборнинг кўрсаткичига уланади. Бир неча кириш ва чиқиш бўғинли механизмлар ҳам бўлади. Масалан, автомобил дифференциалида двигателдан ҳаракат олувчи битта кириш бўғини ва кетинги ғилдираклари бирлашган иккита чиқиш бўғини бор.

Механизмлар динамикасида бўғинга қўйилган ташқи кучларнинг бажарган элементар иши мусбат бўлса, бу бўғин етакчи бўғин деб, манфий ёки ноль бўлганда эса етакланувчи бўғин деб аталади. Бунда ҳаракатнинг турига қараб, кириш бўғини ёки чиқиш бўғини етакчи ёки етакланувчи бўғин бўлиши мумкин.

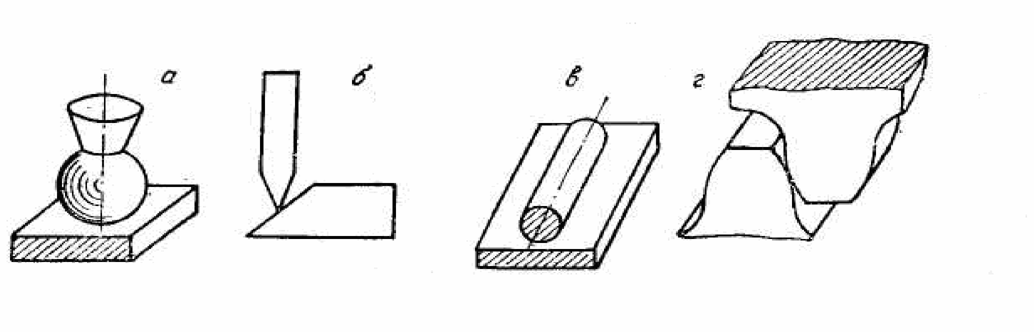
Кинематик жуфтлар: 1) кинематик белгиларнинг характери; 2) бўғинларнинг нисбий ҳаракати; 3) бўғинлар ҳаракатига қўйилган боғланиш шартлари сони каби белгиларига қараб, турларга бўлинади. Икки бўғиннинг ўзаро ҳаракатида уриниш жойи жуфтнинг кинематик элементи дейилади. Элементнинг шаклига қараб, кинематик жуфтлар қуйи ва олий жуфтларга бўлинади. Қуйи жуфтларда бўғинлар ўзаро юза бўйича (2-а, д, расм), олий жуфтларда эса нуқта (3-а, б, расм) ёки чизиқ (3-в, г, расм) бўйича уринади.

Бўғинларнинг ўзаро нисбий ҳаракатига қараб, кинематик жуфтлар текис ва фазовий бўлади. Кинематик элементнинг шакли ва уриниш характери

бўғинларнинг текис нисбий ҳаракатини ҳосил қилса, бу жуфт текис кинематик



2-расм



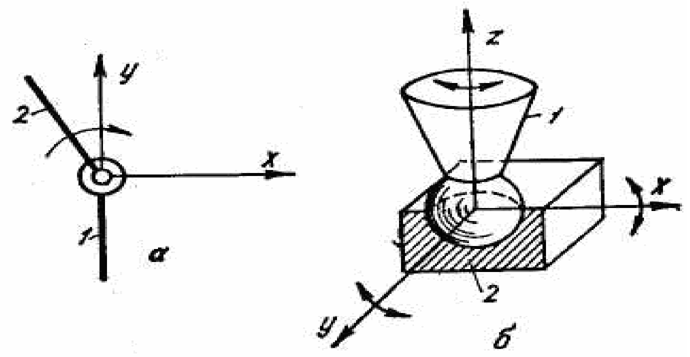
3-расм

жуфт бўлади (4-а, расм), қолган жуфтлар фазовий кинематик жуфтлардир.

Масалан, 4-а, расмда кўрсатилган шарнирнинг 1 ва 2 бўғинлари бир текисда ҳаракатланса, 4-а, расмда фазовий шарнирдаги шар фазода x, y, z ўқлар бўйлаб ҳаракат қилади. Кинематик жуфтни ташкил этувчи белгиларнинг нисбий ҳаракатига қўйилган чеклар (боғланиш шартлари) сони бўйича кинематик жуфтлар 5та синфга бўлинади.

Маълумки эркин жисм фазода ҳаракатланганда унинг эркинлик даражалари сони 6га тенг, яъни жисм x, y, z координата ўқлари бўйлаб боғлиқсиз учта илгариланма ва шу ўқлар атрофида учта айланма ҳаракат қила олади.

Унинг эркинлик даражалари сони H=6 ва боғланиш шартлари сони S нолга тенг (5-а, расм). Боғлиқсиз мумкин бўлган ҳаракатлар стрелкалар билан кўрсатилган. Агар шарни текислик билан боғласак, у кинематик жуфт ҳосил қилиб, 5та боғлиқсиз ҳаракатланиши мумкин, яъни унинг



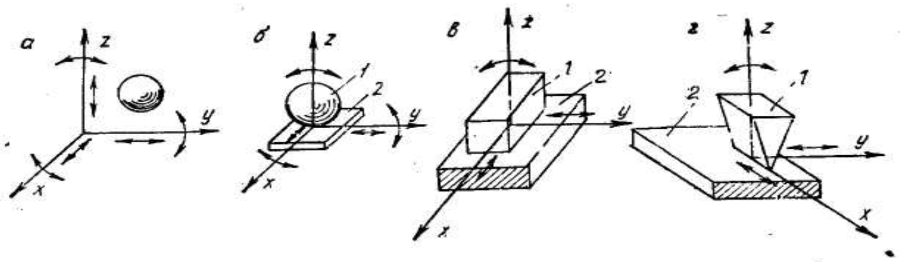
4-расм

эркинлик даражалари сони Р=5 бўлади.

Шар текисликда x, y,z ўқлар атрофида 3 та айланма ва x, y ўқлар бўйлаб иккита илгариланма ҳаракат қилади (5-б,расм). Демак, шарнинг текисликдаги нисбий ҳаракатига қўйилган боғланиш шартлари сони:

S=6-H=6-5=1

У 1 – синф кинематик жуфтдир.

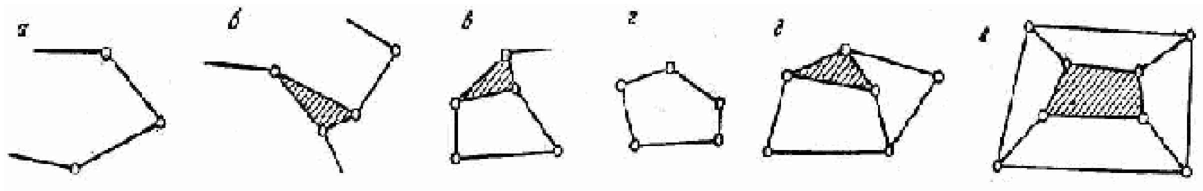


5-расм

Демак, 1 синф кинематик жуфтда боғланиш шартлари сони 1га, ҳаракатнинг эркинлик даражалари сони эса 5га тенгдир. 2-синф кинематик жуфтда боғланиш шартлари сони 2га, ҳаракатнинг эркинлик даражалари сони эса 4га тенг ва ҳоказо. Худди шу каби мулоҳаза юритсак, текисликда ётган цилиндр (3-в,расм) иккинчи синф кинематик жуфтни, ичи ковак шар билан сферик шар 2-д,расм) ва текисликда ётган параллелепипед (5-в,расм) ва призма (5-г,расм) 3 синф, втулка ичида ҳаракатланувчи цилиндр (2-расм,а) 4-синф, ковак параллелепипед ичида жойлашган яхлит параллелепипед (2-б,расм) ҳамда винтли туташма (2-в,расм) 4-синф кинематик жуфтларни ташкил қилади. Шуни таъкидлаб ўтиш керакки,

боғланиш шартлари сони, яъни кинематик жуфтнинг синфини аниқлашда фақат ўзаро боғлиқсиз ҳаракатларни ҳисоблаш керак. Масалан, винтли кинематик жуфт бир пайтда болт гайкага нисбатан илгариланма ҳаракат ҳам қила олади. Лекин илгариланма ҳаракат айланма ҳаракатга боғлиқ, бу жуфт 5 синф кинематик жуфт бўлади.

Кинематик занжир. Кинематик жуфт ёрдамида ўзаро боғланиб ҳаракатланувчи бўғинлар тизими кинематик занжир дейилади. Барча кинематик занжирлар текис ва фазовий синфларга бўлинади. Кинематик занжирларнинг битта бўғини маҳкамланганда қолган бўғинлар шу бўғин текислигига параллел ва текислик бўйича ҳаракатланса, у текис кинематик занжир ҳисобланади. Кинематик занжирлар оддий ва мураккаб бўлади. Ҳар бир бўғинда кинематик жуфтлар сони иккидан ортиқ бўлмаган занжир оддий кинематик занжир дейилади (6-а, расм). Жуфтлар сони иккидан ортиқ бўлган занжир мураккаб занжирлар ўз навбатида очиқ ва ёпиқ занжирларга бўлинади. Битта кинематик жуфти бўлган бўғинли занжир очиқ оддий ва очиқ мураккаб кинематик занжир дейилади. Ҳар бир бўғинининг кинематик жуфтлари сони иккитадан кам бўлмаган занжир ёпиқ оддий (6-г, расм) ва ёпиқ мураккаб (6-д,е, расм) кинематик занжир деб аталади.



6-расм

Ёпиқ кинематик занжирнинг битта бўғини қўзғалмас (стойка) қилиниб етакчи бўғинга ҳаракат берилса, қолган бўғинлари маълум мажбурий ҳаракат килувчи механизм ҳосил қилади. Агар механизм қўзғалувчи бўғинларининг барча нуқталари бир ёки параллел текисликларда ҳаракат қилса, текис (ясси) механизм деб аталади, Текис

механизмда фақат;5-синф кинематик жуфтлар бўлади. Механизм олий ва кинематик жуфтлик бўлади. Олий кинематик жуфтлар 4-синф, қуйи кинематик жуфтлар айланма ва илгариланма ҳаракатланувчи 5-синф кинематик жуфтга киради. Механизмларнинг кинематик схемасини чизишда кинематик жуфт ва бўғинлар шартли белгилар ёрдамида кўрсатилади.

Механизмнинг кинематик схемаси

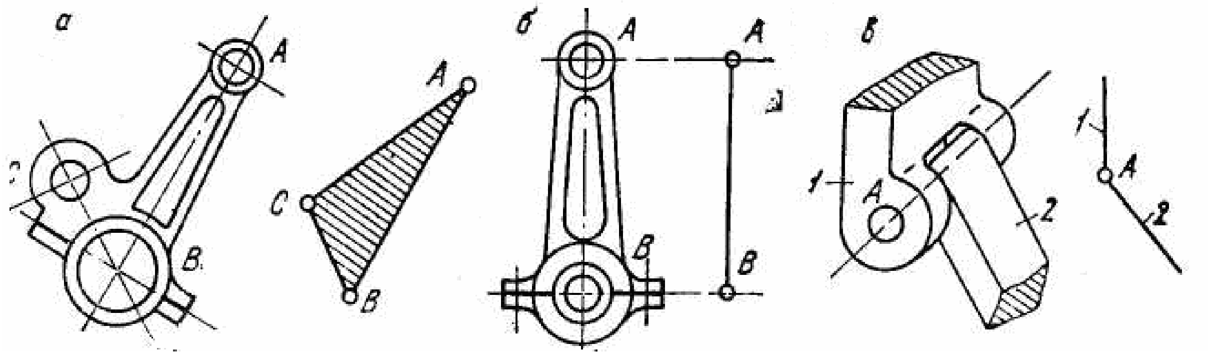
Механизмни текшириш ва лойиҳалаш унинг схемасини чизишдан бошланади. Механизмнинг схемасидаги кинематик жуфт ва бўғинлар шартли белгилар билан тасвирланади. Механизм схемаси структур ва кинематик бўлади. Ўлчамлари кўрсатилмай чизилган схема механизмнинг *структур схемаси* деб аталади.

У механизмнинг структурасини (тузилишини) текшириш мақсадида чизилади. Механизмнинг кинематикасини ва динамикасини текшириш мақсадида бўғинларнинг узунлиги ҳамда стойкаларининг жойлашиши кўрсатилиб чизилган схема *кинематик схема* дейилади.

Механизмнинг кинематик схемасини чизишда текширилаётган механизмнинг ёки моделнинг вазифаси, деталларининг тузилиши ва бўғинларининг ҳаракатини яхши билиш керак. Механизм таркибига кирувчи бўғинларнинг ва кинематик жуфтларнинг турини, сонини ҳамда қандай жойлашганлигини аниқлаш лозим. Кинематик схемани оддий, тўғри, аниқ ва тез чизиш бўлажак мухандиснинг асосий вазифасидир. Кинематик схемада механизмнинг кинематикасини текширишга таъллуқли бўлган қисмлар кўрсатилиши зарур. Бўғинлар ва кинематик жуфтларни схемада тасвирлашда уларнинг тузилиши, шакли ҳисобга олинмасдан, фақат кинематик жуфтнинг ҳолати ва бўғинларнинг геомегрик хусусиятлари белгиланади. Масалан, шатуннинг 7-а, б, расм да берилган схемасини кўрсатишда уни ташкил қилган барча деталларни чизмай,

фақат втулка ўқларининг ҳолати, яъни айланма кинематик жуфтлар доира (шарнир) шаклида, уларни бирлаштирувчи қаттик жисм эса чизиқ тарзида тасвирланади. Худди шунингдек, 7-расм, *в* да кўрсатилган *1 ва 2*-бўғинларнинг ўзаро боғланиши битта айланма кинематик жуфт, яъни *А* шарнир тарзида тасвирланади. Схемадаги етакчи бўғин асосан қўзғалмас бўғин-стойка билан кинематик жуфт ёрдамида бирлашиб, у стрелка билан белгиланади.

1-жадвалда айрим кинематик жуфтлар ва бўғинларнинг шартли белгилари, 2-жадвалда эса ҳаракат йўналишлари келтирилган.



7-расм

Машина ва механизмларнинг кинематик схемалари конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизими ЕСКД - (единая система конструкторских документации) бўйича ГОСТ 2.7С3- 68 ва ГОСТ 2. 721 -68 ГОСТ 2. 770-68 шартларига мувофиқ равишда чизилади, фақат кинематик жуфтнинг ҳолати ва бўғинларнинг геомегрик хусусиятлари белгиланади. Масалан, шатуннинг 7-а,в, расмда берилган схемасини кўрсатишда уни ташкил қилган барча деталларни чизмай, фақат втулка ўқларининг ҳолати, яъни айланма кинематик жуфтлар доира (шарнир) шаклида, уларни бирлаштирувчи қаттик жисм эса чизиқ тарзида тасвирланади. Худди шунингдек, 7-в, расмда кўрсатилган *1 ва 2-* бўғинларнинг ўзаро боғланиши битта айланма кинематик жуфт, яъни *А* шарнир тарзида

тасвирланади. Схемадаги етакчи бўғин асосан қўзғалмас бўғин-стойка билан кинематик жуфт ёрдамида бирлашиб, у стрелка билан белгиланади.

Машина ва механизмларнинг кинематик схемалари конструкторлик ҳужжатларининг ягона тизими ЕСКД — (единая система конструкторских документации) бўйича ГОСТ 2. 7СЗ- 68 ва ГОСТ 2. 721 -68 ГОСТ 2. 770-68 шартларига мувофиқ чизилади. Машинанинг кинематик схемаси механизмларга ҳаракат узатиш режаси кўринишида бўлиб, одатда ёйилма шаклга эга.

Кинематик схемада иш органларининг берилган ҳаракатини назорат қилиш, бошқариш ва созлаш учун белгиланган барча кинематик белгилар тасвир-ланиши керак. У схемада иш органларининг ўзида (ичида) айрим жуфтлар, занжирлар ва синфлар орасида кўзда тутилган кинематик боғланишлар ва ҳаракат манбаига бирлашиш усуллари кўрсатилиши лозим. Схемада ҳар бир кинематик синф элементининг номи ва чизиқлари ёрдамида барча кинематик синфларнинг асосий тавсифлари кўрсатилади. Машинанинг барча қисмлари схемада шартли графикавий белгилар ёки оддий контур чизиқлар кўринишида тасвирланади. Схемадаги шартли график белгилар ўлчамларининг нисбатлари машинадаги бу қисмларнинг ҳақиқий нисбатларига тахминан тўғри келиши керак. Валлар, ўқлар, стерженлар, шатунлар, кривошиплар ва ҳоказолар 5 мм қалинликдаги чизиқлар билан чизилади; контур чизиқлари билан соддалаштириб тасвирланган элементлар, шунингдек, шестернялар, червяклар, юлдузчалар, кулачоклар 5-2 мм қалинликдаги чизиқлар билан; машина (механизм, установка) нинг контури S=3 қалинликдаги чизиқлар билан алоҳида кўрсатилган ўзаро туташувчи бўғин жуфтлари орасидаги кинематик боғланишлар S=2 мм қалинликдаги пунктир чизиқлар билан чизилади.

Лаборатория иши, асосан, қуйидаги босқичлардан иборат:

1-босқич. Мавжуд машина, механизм ёки моделдан ҳар бир бўғиннинг ҳаракатланиши, кинематик жуфтларнинг турлари ва уларнинг ўзаро жойлашуви ҳамда синфлари аниқланади. Механизмнинг асосий геометрик параметрлари аслидан ўлчаб олинади.

Машина ёки моделнинг етакчи бўғини аста айлантирилиб, ҳаракатланувчи барча бўғинларининг ўзаро нисбий ҳаракати кузатилади. Бўғинлар ҳаракат-ланганда, уларнинг қандай кинематик жуфтлар билан бирлашгани аниқланади. Механизм структура схемасининг эскизи қўлда ихтиёрий масштабда чизилади ва қўзғалувчан бўғинлар сони, кинематик жуфтларнинг синфи ва уларнинг сони аниқланади. Шунда бўғинлар рақамлар билан, кинематик жуфтлар эса катта ҳарфлар билан белгиланади.Механизмнинг ортиқча эркинлик даражаси ва суст бўғинлари аниқланади. Механизмнинг кинематик схемаси ҳисобот варағига масштаб бўйича чизилади. Ўлчанган параметрлар жадвалга ёзилади.

2-босқич. Механизмнинг кинематик схемаси аслидан ўлчанган геометрик параметрлар бўйича маълум узунлик масштабида чизилади, схемада кинематик жуфтлар ва бўғинларнинг жойланиш тартиби кўрсатилади.

Механизмнинг кинематик схемасини чизиш тартиби
Кинематик схеманинг чизма масштаби танланади. Узунлик масштабининг коэффи-циенти қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\mu_e = \frac{l_{O_1}}{\overline{O_1A}} \frac{м}{мм}$$

бу ерда, ℓ_{OA} – бўғиннинг ҳақиқий узунлиги, м; O_1A – чизмадаги кесма узунлиги, мм.

Қўзғалмас нуқта ва чизиқлар танланган масштаб бўйича қоғозга туширилади; етакчи бўғиннинг ихтиёрий туриш ҳолати чизилади;

механизмдаги қолган бўғинларнинг узунликлари масштаб бўйича ҳисобланади.

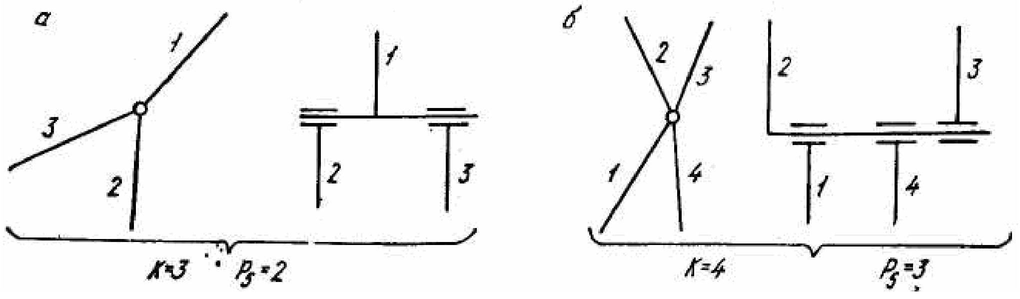
Схема чизилгандан сўнг чизиқлар қалинлаштирилади, қўзғалмас нуқта ва чизиқларнинг оралиқ ўлчамлари ёзилади.

3-босқич. Механизмнинг структураси текширилади. Бунда механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси аниқланади; механизм структураси синфларга ажратилади; механизмнинг синфи ҳисобланади; унинг таркибига кирувчи Ассур синфларининг тартиби аниқланади; механизмдаги суст ва ортиқча бўғинлар аниқланади, олий кинематик жуфтни қуйи кинематик жуфтга алмаштириш усуллари ўзлаштирилади.

Механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлаш

Машинасозликда текис механизмлар кўп ишлатилади. Бу механизмларда етакчи бўғинлар сони механизмнинг қўзғалувчанлик даражасига тенг бўлса, у маълум ҳаракат қилади. Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси Чебишев формуласи ёрдамида ҳисоблаб топилади:

$$W=3n-2P_5 - P_4$$



8-расм

бу ерда, n— қўзғалувчи бўғинлар сони, P_5 —5-синф кинематик жуфтлар сони, P_4 — 4-синф кинематик жуфтлар сони.

Қўзғалувчанлик даражалари сонига қараб, етакчи бўғинлар сони танланади. Агар W=1 бўлса, механизмда битта етакчи бўғин, W=2 бўлса, иккита етакчи бўғин олинади. Агар механизм таркибида иккидан ортиқ

бўғинни бирлаштирувчи мураккаб шарнирлар мавжуд бўлса, уларнинг ҳар бирида бир неча 5 - синф кинематик жуфтни ҳисоблаш керак бўлади. $P_ъ$ кинематик жуфтлар (шарнирлар) сони $Pь=K$-1 билан аниқланади.

Бу ерда, *К* — мураккаб шарнир ёрдамида бирлашган бўғинлар сони 13-шаклда, мураккаб шарнир ёрдамида бирлашган бўғинлар чизмаси кўрсатилган. Агар механизмнинг қўзғалувчанлик даражалари W=0 ёки W=2 бўлиб, механизмнинг битта етакчи бўғин ишлаши аниқланса, бу ҳол механизм таркибида суст боғланишни ёки ортиқча эркинлик даражасини ҳосил қилувчи бўғин борлигини билдиради. Бу боғланишлар механизм бўғинларининг кинематикасига таъсир қилмайди ва механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини ҳисоблашда улар инобатга олинмайди. Мисол учун 9-а, расмда кўрсатилган текис механизмни текширайлик.

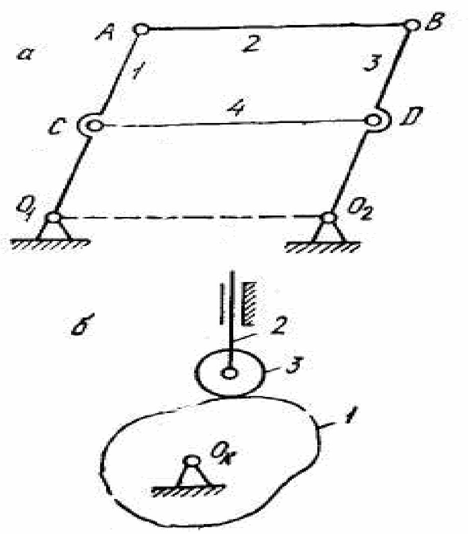
Бўғинларнинг узунлиги:

$$l_{O_1A}=l_{O_2B} \qquad l_{AB}=l_{CD}=l_{O_1O_2} \qquad l_{O_1C}=l_{AC} \quad l_{O_2D}=l_{BD}$$

Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси бирга тенг эканлиги кинематик схемадан кўриниб турибди. *1 - кривошипнинг ҳаракати 2 ва 4 - шатунлар орқали 3 - кривошипга узатилади..* Қўзғалувчанлик даражасини аниқлаймиз:

$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot4-2\cdot6-0=0$$

Бунда: n=4, P_5=6, P_4=0. W=0 бўлгани учун шаклдаги звенолар бирлашмаси механизм эмас, балки ўзаро қўзғалмас ферма тизимини ҳосил қилади. Иккинчи томондан, механизмни текшириб қарасак, ундаги O_1ABO_2 шакл доимо параллелограмм бўлиб, С ва *О* нуқталар оралиғи ўзгармасдан, *А* ва *В* ёки O, ва O_2 оралиғига тенг. У ҳолда, *CD* ёки *AB* бўғинни олиб ташласак, механизм ҳаракати ўзгармаслиги мумкин. Демак, С ва *D* кинематик жуфт билан қўшилган шатун *4* суст бўғин вазифасини ўтаб, механизм бўғинларининг ҳаракат траекторияси шаклига таъсир этмай, кинематик занжирни статик ноаниқ қилиб қўяди. Суст бўғинлар



9-расм

механизмни динамик ҳисоблаш методига таъсир этади. Агар суст бўғинни ҳисобга олмасак, бўлиб, механизмнинг хақиқий қўзғалувчанлик даражасини ифодалайди.

$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot 4-2\cdot 3-0=1$$

Айрим ҳолларда механизм таркибида бошқа бўғинларга боғлиқ бўлмай, мустақил ҳаракатланувчи бўғинлар учраши мумкин. Бу бўғинлар кинематик жуфтлар билан қўшилганда ортиқча эркинлик даражасини ҳосил қилади. Натижада механизмнинг қўзғалувчанлик даражалари сони бирдан ортиқ бўлади. Мисол учун 9-б, расмда кўрсатилган механизмни текширайлик:

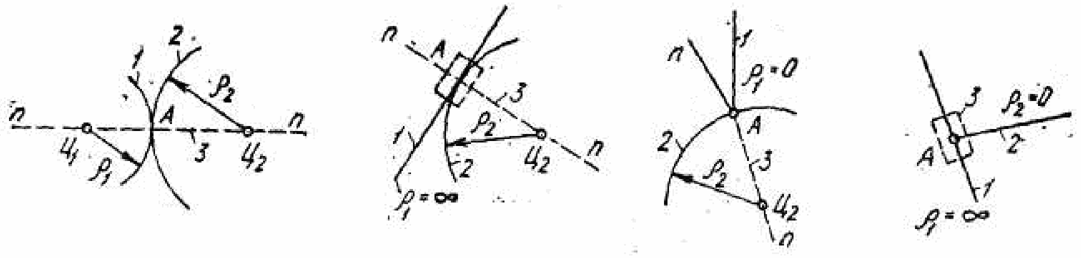
$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot 3-2\cdot 3-0=2$$

демак, бу механизмнинг ишлаши учун иккита етакчи бўғин танлаш керак. Бу эса ҳақиқатга тўғри келмайди, яъни бир йўла икки бўғин 1 ва 2 га ҳаракат бериб бўлмайди. Кулачок 1 га ҳаракат берилса, механизм ишлаши мумкин. Демак, механизм таркибида ортиқча бўғин бор. Бу бўғин 3 ролик бўлиб, у ўз ўқи атрофида механизмнинг умумий харакатига таъсир этмасдан айланиши мумкин. Механизмдаги эркин айланувчи ролик ортиқча қўзғалувчанлик даражасини ҳосил қилади. У ҳисобга олинмаса, механизмнинг ҳақиқий қўзғалувчанлик даражаси:

$$W=3\cdot2-2\cdot2-1=1$$

Агар механизм таркибида олий кинематик жуфт бўлса, механизмнинг тузилишини соддалаштириш учун уни қуйи кинематик жуфтга айлантириб алмаштирилган механизмнинг структурасини текширамиз.

Олий кинематик жуфтларни қуйи кинематик жуфтларга алмаштириш тартиби 10-расмда кўрсатилган. Алмаштирилган механизмни билиш тартиби қуйидагича бўлади: битта олий кинематик жуфт иккита айланма ёки битта айланма ва битта илгариланма ҳаракатланувчи қуйи кинематик жуфтли битта бўғинга алмаштирилади. Бунинг учун ҳар бир бўғиннинг олий кинематик жуфти уриниш нуқтасидан элементнинг эгри чизиғига *n*—*n* нормал ўтказиб, бўғинлар эгрилик радиусининг маркази топилади ва



10-расм

унга айланма жуфт (шарнир) қўйилади. Агар бўғин тўғри чизиқ бўйлаб урилса, унинг эгрилик радиуси чексизликда ётади. У ҳолда уриниш нуқтаси ўрнига тўртбурчаклик тарзида илгариланма қуйи жуфт қўйилади. Аниқланган жуфтларни бирлаштириб, қўшимча алмаштирилган эквивалент бўғинни ҳосил қиламиз. Алмаштирилган механизм шу ҳолатдаги ҳаракатни бажаради. Уриниш нуқтасининг ўзгариши билан алмаштирилган бўғиннинг узунлиги ўзгаради. Алмаштирилган механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$W=3n-2P_5$$

4-босқич. Механизмнинг синфи ва тартиби аниқланади. Бунда механизмнинг Ассур синфлари, уларнинг синф ва тартиби аниқланади, етакчи бўғинга уланади. Ричагли механизмлар структураси И.И.

Артоболевский таснифи бўйича аниқланади. Механизм етакчи бўғин ва Ассур синфларига ажратилади. Механизм ҳосил қилиш усулини биринчи марта рус олими Л.В. Ассур киритган эди. Ҳар қандай механизм 1-синф механизмни ташкил қилган етакчи бўғин ва стойкага қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлган кинематик занжир (Ассур синфи) қўшилишидан ҳосил бўлади.

Агар механизм таркибида етакчи бўғин бўлмаса, механизмнинг ҳаракатига қараб, уни танлаш мумкин.

Қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлган етакланувчи бўғинлар тизими бир ёки бир неча кинематик занжирдан иборат бўлиши мумкин. Бу шартни бажарувчи 5-синф кинематик жуфтдан тузилган етакланувчи бўғинлар синфси қуйидагича ёзилади:

$$W_{гр}=3n-2P_5$$

бундан; $P_5 = \frac{3}{2}n$

шартни бажариш учун синф таркибига кирувчи бўғинлар ва кинематик жуфтлар сони ўзаро тартибида боғланиши керак.

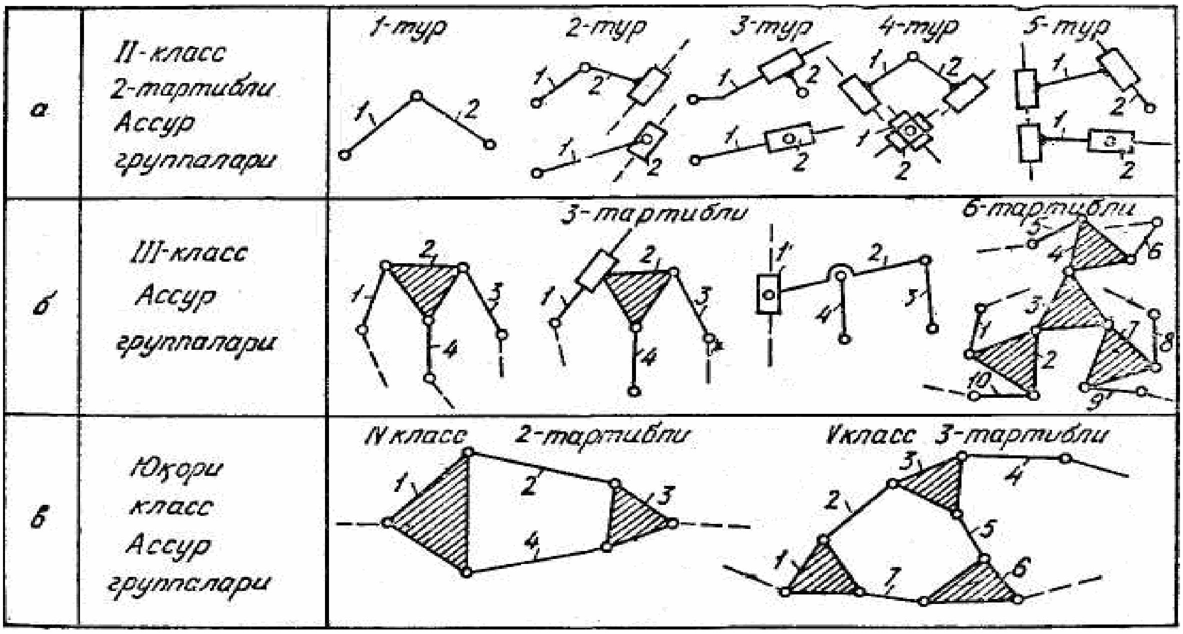
$$n= 2, 4, 6, 8,\ldots$$

$$P_5= 3, 6, 9, 12 ,\ldots$$

Академик И.И. Артоболевский таснифига кўра структура синфлар 2, 3, 4 ва ҳоказо синфларга бўлинади.2-синф Ассур синфида га S=2, $P_ъ$=3 бўлиб, ҳар бир бўғин фақат икки кинематик жуфтга қўшилади. 3 синф Ассур групппасида эса уч кинематик жуфтга қўшилувчи мураккаб бўғин бўлади.

Шунингдек, 4 ва ундан юқори синф синфларда синф номерига мос келган тўрт ва ундан ортиқ бўғинлардан тузилган ёпиқ контурли бўғинлар бўлади. И.И. Артоболевский усули билан аниқланган турли синфдаги Ассур синфлари чизмаси 11- а, б, в,расмда кўрсатилган. Синфнинг тартиби механизмга қўшилувчи синфнинг эркин (ташқи) кинематик

жуфтлар сони билан аниқланади. Барча 2-синф синфлар 2-тартибли бўлади. 2-синф синфлар айланма ва илгариланма кинематик жуфтларнинг ўзаро жойланишига ва бирлашишига қараб ҳар хил турларга бўлинади (11-а, расм).



11-расм

Механизмнинг синфи ва тартиби шу механизм таркибига кирувчи синфларнинг энг юқори синфи ва тартиби билан аниқланади. Шунинг учун механизмнинг структураси текширилганда, унинг етакчи бўғинини ажратиб, қолган кинематик занжир Ассур синфларига тарқатилади.

1. Бунинг учун механизмнинг етакчи бўғинидан занжир бўйича энг узоқдаги, қўзғалувчанлик даражаси Р=0 бўлган 2-синф Ассур синфи ажратилади. Бу синф ажралгандан сўнг, механизм қолган қисмининг қўзғалуванлик даражаси ўзгармаслиги керак.

2. Агар қолган механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси ўзгарса, синф нотўғри ажратилган бўлади. У ҳолда, бошқа юқори синфли синфни ажратиш керак, яъни 2-синф синфни ажраш мумкин бўлмаса, 3-синфни ажратиш ва *X5* нинг кинематикасини хисоблаш керак.

3. Сўнгра қолган механизмдан яна 2-синфни ажратиб, яна *№* ни ҳисоблаш лозим ва ҳ.к. Энг охири фақат 1 синфни ташкил этган механизминг етакчи бўғини қолиши керак.

Ажратилган синфларнинг синфи ва тартиби аниқланади. Энг охири механизмнинг тузилиш формуласи, яъни синфларнинг ўзаро қўшилиш тартиби ёзилади. Бу формулага асосланиб, механизмнинг кинематик ва динамик параметрларини ҳисоблаш усули танланади. Механизмнинг структурасини текширишда ва уни синфларга тарқатишда механизмнинг синфи етакчи бўғиннинг танланишига қараб ўзгаришини инобатга олиш керак.

Механизмнинг структура схемасини чизиш ва уни текшириш мисоллари

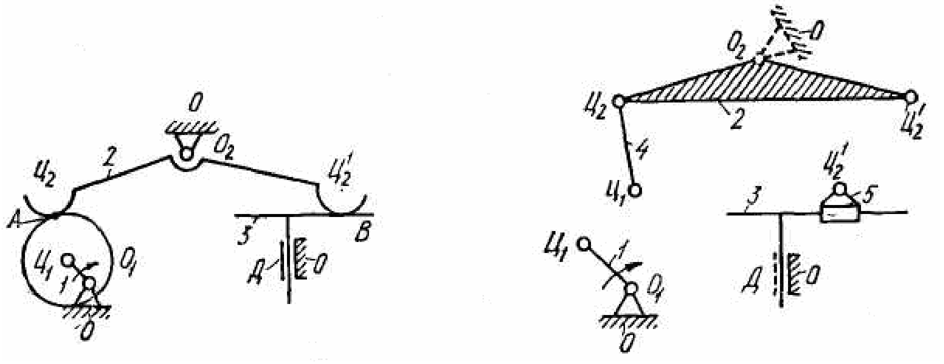
Мисол тариқасида ички ёнув двигателининг диафрагмали ёнилғи насоси кулачокли механизмини (12-расм) структурасини текширинг. Бу механизмдаги етакчи бўғин кулачокнинг айланма ҳаракати 5 туртқичнинг илгариланма ҳаракатига айлантирилади. Етакчи бўғин кулачокнинг ҳаракат қонуни стрелка билан кўрсатилади. Барча қўзғалмас бўғинлар стойкалар 0 рақами билан белгиланади. Кулачок ғазами_билан, коромисло *2,* турткич 5 билан белгиланади. Механизмнинг О, стойкаси кулачок *2* билан $O_{1(01)}$ шарнир нуқтасида $P_ъ$ 5-синф айланма қуйи кинематик жуфтни ташкил қилади. Шунингдек, *О* стойка коромисло *2* билан $O_{2(02)}$ шарнир нуқтасида айланма, йўналтиргич 5 билан $0_{\{03)}$ да илгариланма P_3 қуйи кинематик жуфтларни ҳосил қилади. Демак, P_3 бўлади. Кулачок билан коромисло 2 ва коромисло 2 билан туртқич 3 уриниш $A_{(12)}$ ва $/_{(23)}$ нуқталарида $P = \pm 4$ синф олий кинематик жуфтларни ҳосил килади. Демак, механизмда $P_6 = 3$ ва $P_4 = 2$ бўлади.

Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси П.Л. Чебишев формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot3-2\cdot3-2=1$$

бўлади.

Механизмнинг *AB* нуқталаридаги олий кинематик жуфтлар икки бўғинга $Ц_1$ ва $Ц_2$ нуқталарда белгиланган икки айланма кинематик жуфтли бўғин *4* га $Ц_2$ нуқтада белгиланган битта айланма ва битта илгариланма кинематик жуфтли 5-бўғин-ползунга алмаштирилади.



12-расм

Алмаштирилган механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси

$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot5-2\cdot7-0=1$$

Механизмни Ассур синфларига тарқатамиз. Механизмдан қўзғалувчанлик даражаси. У W = 0 бўлган *3* ва 5 бўғинлардан иборат. Ассур синфини ажратамиз. Қолган механизмда *4* ва *2* қўзғалувчи бўғинларнинг сони W= 3 ва $P_ъ$ кинематик жуфтлар сони P_3 = 4 бўлади. Унинг қўзғалувчанлик даражаси:

$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot5-2\cdot7=1$$

Демак, механизмдан *3* ва *5* бўғинлар синфи тўғри ажратилган бўлади. У ажратилган синф 2-синф, 2-тартиб, 5-кўринишли синф бўлади. Сўнгра У W= 0 бўлган *4* ва 2 бўғинлардан тузилган иккинчи Ассур синфини механизмдан ажратиб текширамиз. Механизм қолган қисмининг қўзғалувчанлик даражаси бўлади.

$$W=3n-2P_5-P_4=3\cdot1-2\cdot1=1$$

Ажратилган синф 2 синф, 2-тартибли, 1-кўринишли синф бўлади. Барча ажратилган синфлар 2 синф Ассур синфси бўлгани учун механизм ҳам 2

синфли механизм бўлади. Механизм қандай синфлардан тузилган ва улар ўзаро қандай тартибда қўшилганини билдирувчи тузилиш формуласини ёзамиз:

$$I_{(01)} + 2_{(42)} + 3_{(43)}$$

формуладаги рим рақами Ассур синфсининг синфини, қавслар ичидаги рақамлар бўғинларнинг рақамларини, плюс ишоралари эса етакчи бўғинга Ассур синфларининг кетма-кет қўшилиш тартибини билдиради.

Керакли асбоб ва ускуналар. Миллиметрли пўлат чизғич штангенциркуль, кронциркуль, транспортир ва чизмачилик асбоблари, лаборатория ҳисобот варағи (ҳисобот варағининг намунаси иловада берилган).

Ишни бажариш тартиби

Ҳар бир талаба лаборатория ишидан кўзланган мақсадни, бажарилиш тартибини ва назарий қисмга таъллуқли бўлган назорат саволларини яхши билиши керак. Механизмнинг структурасини текшириш учун талабага битта модель ва 3 шаклларда берилган кинематик схемалардан биттаси берилади.

1. Модель ёки механизмнинг тузилиши билан танишиб, унинг ҳаракати бўйича вазифаси белгиланади. Механизм бўғинларининг ўзаро жойлашуви яққол кўринган вазиятга ўрнатилади.

2. Кинематик жуфт ва бўғинларнинг шартли белгилари ёрдамида берилган механизмнинг тузилиш схемасининг эскизи чизилади.

3. Барча бўғинларни рақамлар билан белгиланг (стойкани С рақам билан белгиланг). Кинематик жуфтларни лотин алфавитининг бош ҳарфлари билан белгиланг.

4. Қўзғалувчи бўғин ва кинематик жуфтлар сони аниқланиб, Чебишев формуласи ёрдамида механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси W ҳисоблаб топилади.

5. Бўғинларнинг узунликлари, стойкалар оралиғи ва стоим билан йўналтирувчи оралиғи ўлчаниб, ҳисобот жадвалига ёзилади.

6. Механизмнинг L узунлик масштаби танланиб, унинг кинематик схемаси чизилади.

7. Агар механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси етакчи бўғинлар сонига мос келмаса, механизмдаги суст боғланишлар ёки ортиқча эркинлик даражасини ҳосил қилган бўғинлар аниқланиб, улар механизмдан шартли равишда ажратилади. Агар олий кинематик жуфт бўлса, у иккита қуйи кинематик жуфт бир бўғинга алмаштирилиб, алмаштирилган механизмнинг схемаси чизилади.

8. Етакчи бўғин стрелка билан кўрсатилади.

9. Механизм Ассур синфларига ажратилади. Ҳар бир синф алоҳида чизилиб, унинг синфи, тартиби ва тури кўрсатилади,

10. Механизмнинг синфи аниқланиб, унинг тузилиш формуласи ёзилади.

Кинематик схемани текшириш

1. Берилган схема ихтиёрий L узунлик масштабида чизилади.

2. Механизмнинг қўзғалувчи бўғинлари ва кинематик жуфтлари сони аниқланиб, механизмнинг W қўзғалувчанлик даражаси ҳисоблаб топилади.

3. Сўнгра юқорида ёзилган 7,10 пунктлар бажарилади.

Баён шакли

№1-2 Лаборатория иши

Механизмнинг кинематик схемасини чизиш ва унинг структурасини текшириш

1. Механизм номланиши.
2. Механизмнинг кинематик схемаси ва бўғинларнинг номланиши.
3. Кинематик парларнинг жадвали

№	Парларнинг схемада номланиши	Бўғин рақами	Парларнинг номланиши	Парларнинг синфи

4. Чебышев-Грюблер формуласи ёрдамида механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлаш.

5. Механизмларни Ассур синфларига бўлиш (олий кинематик жуфтликдан қуйи кинематик жуфтликка ўтиш).

6. Механизмни синфи ва тартибини аниқлаш.

7. Механизмни қуриш формуласи (кинематик жуфтликларни улаш тартиби).

8. Қўшимча маълумотлар.

Ишни бажарди............................2007й

Ҳисоботни қабул қилди.............2007й

Назорат саволлари

1. Бўғин, кинематик жуфт, кинематик занжир, механизм ва бўғиннинг элементи нима?

2. Кинематик жуфтларнинг боғланиш шарти ва кинематик элементи бўйича синфларга бўлиниш тартибини айтиб беринг.

3. Структура ва кинематик схема нима?

4. Қўзғалувчанлик даражаси нима? Уни аниқлаш формуласини ёзинг.

5. Механизмнинг суст боғланувчи бўғинлари ва ортиқча эркинлик даражаси нимани билдиради? Улар қандай мақсадда қўлланилади?

6. Ассур синфи нима, унинг синфи, тартиби акад. И.И. Артоболевский усулида қандай аниқланади?

7. Механизмнинг синфи ва тартиби қандай аниқланади?

8. Механизмнинг тузилиш тартиби формуласини ёзинг.

3-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ
ТИШЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИНГ КИНЕМАТИК ТАҲЛИЛИ

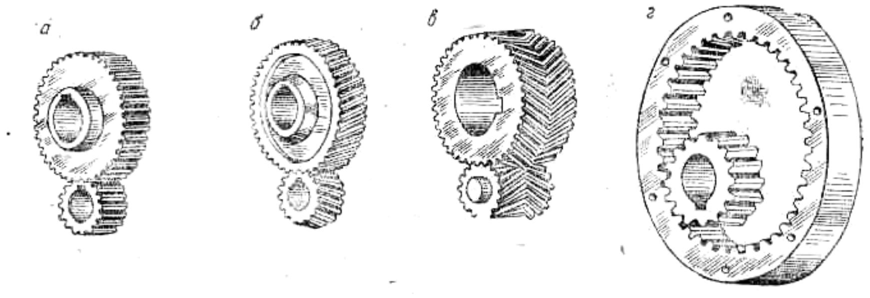
Бу лаборатория иши уч қисмдан иборат. Ҳар бир қисм учун алоҳида лаборатория иши ўтказилади.

1. Ўқлари қўзғалмас тишли механизмлар

Ишдан кўзланган мақсад: тишли механизмларнинг кинематик схемасини чизишни ўрганиш ва уларнинг қўзғалувчанлик даражаси, узатиш сони ва етакланувчи ғилдиракларнинг бурчак тезлигини (ёки айланиш частотасини) аниқлаш.

Ишнинг назарий асосланиши

Бўғинлари тишли ғилдираклардан иборат механизм *тишли механизм,* дейилади. Иккита тишли ғилдирак ва стойкадан тузилган оддий тишли механизм *тишли узатма* деб аталади. Тишли узатмалар бир валдан иккинчи валга ҳаракат (тезлик), куч ва буровчи момент узатиш учун хизмат қилади. Улар автомобиль ва трактор, қишлок хўжалик ва қурилиш машиналарида, металл кесиш дастгоҳларида, ўлчаш асбоблари ва ҳисоблаш машиналарида ва бошқа механизмларда ишлатилади. Узатмада қуйидаги афзаллик ва камчиликлар бўлади. Узатмаларнинг афзаллиги: 1) катта тезлик ва ишлаш хусусияти юқори ва кенг; 2) габарит ўлчамлари кичик; 3) чидамлилиги юқори; 4) фойдали иш коэффициенти юқори, 5) подшипник ҳамда валларга тушадиган нагрузка бошқа узатмалардагига нисбатан кам, 6) узатиш нисбати ўзгармас, 7) ишлатилиши оддий, 8) тузилиши ихчам, 9) ишқаланишга бўладиган сарф кам, 10) талаб қилинган тезликни ҳосил қилиш мумкин, 11) ишончли ишлайди.



3.1-расм

Узатмаларнинг камчиликлари: 1) механизмларни йиғиш ва тайёрлаш аниқлигига қўйилган талаблар юқори, 2) катта тезликда шовқин билан ишлайди, 3) тайёрланиш усули нисбатан мураккаб, 4) узатиш нисбатини бепоғона ўзгартириб бўлмайди, 5) ғилдираклар аниқ тайёрланмаса, катта зарб кучлари ва тебранишлар пайдо бўлади.

Узатмалар вазифасига кўра куч, тезлик ва ҳисоблаш турларига бўлинади. Тишли узатманинг тишлари кам ғилдираги *шестерня ,* тишлари кўпи эса *тишли гилдирак деб* аталади.

Узатмада шестерня 1 индекс билан, тишли ғилдирак эса *2* индекс билан белгиланади. Кўп ҳолларда, двигатель вали билан иш машинаси тишли узатмалар (редуктор, узатмалар қутиси ва бошқалар) ёрдамида бирлаштирилади. Тишли механизмлар текис ва фазовий бўлади. Текис механизмнинг барча ғилдираклари параллел текисликда айланади ёки ҳаракат қилади, яъни ғилдирак ўқлари параллел жойлашади (3.1-а, б, в, расм, — ташқи узатма ва 3.1- г, расм — ички узатма).

Фазовий механизмларда ғилдиракларнинг геометрик ўқлари фазода кесишади ва айқашади.

Ўқ атрофида айланма ҳаракат узатиш учун тўғри тишли (3.2-а, расм*),* қия тишли (3.2-б, расм*),* эгри тишли (3.2-в, расм*)* кесишувчи конуссимон узатмалар ва ўқлари кесишмай, ўзаро перпендикуляр жойлашувчи червякли (3-а, расм*),* винтли (геликоидаль) (3.3-б, расм*)* узатмалар бўлади.

Ўқлари кесишмайдиган ва ўзаро перпендикуляр бўлмайдиган гиперболоид (3.3-в, расм*)* ва гиприд (3.3-г, расм*)* айқаш узатмалар ҳам бўлади. Тишли мураккаб механизмлар ғилдиракларининг ўқлари қўзғалмас ва қўзғалувчан турларга бўлинади.

Ўқлари қўзғалмас тишли механизм икки синфга бўлинади:

1) ҳар бир валга биттадан ғилдирак ўрнатилган қаторли узатма.

2) валларнииг ҳар бирига (чекка валдан ташқари) иккитадан ғилдирак ўрнатилган поғонали узатмалар.

Узатмалар тишли ғилдиракларининг тузилишига қараб, улар узатиш сони ўзгармас доиравий (3.1-3.3-расмларга қаранг) ва узатиш сони ўзгарувчан нодоиравий (3.4-а, б, в, расм*)* бўлади. Узатманинг асосий тавсифи узатиш нисбати (сони) бўлиб, у узатма бир валининг айланиш частотаси бошқа валининг айланиш частотасидан неча марта ортиқ ёки кам эканлигини кўрсатади. Узатиш нисбати (сони) *U* харфи билан белгиланади.

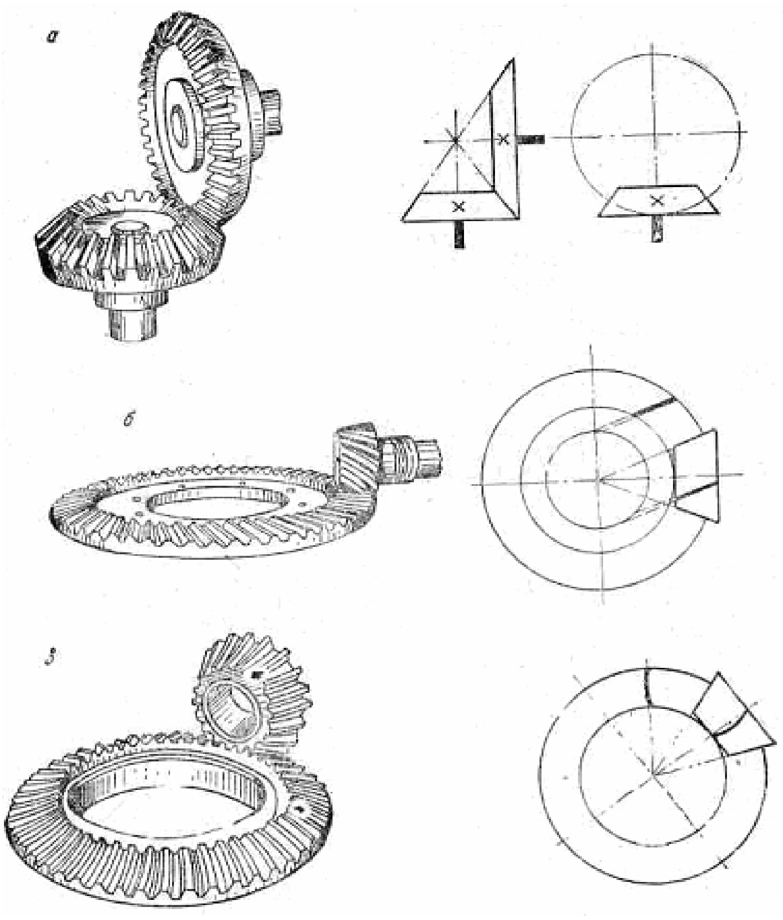
Узатиш нисбати етакчи валнинг бурчак тезлигини (ёки айланиш частотасини) етакланувчи валнинг бурчак тезлигига (ёки айланиш частотасига) нисбати билан аниқланади:

$$\upsilon_{12} = \pm\frac{n_1}{n_2} \equiv \pm\frac{\varpi_1}{\varpi_2}$$

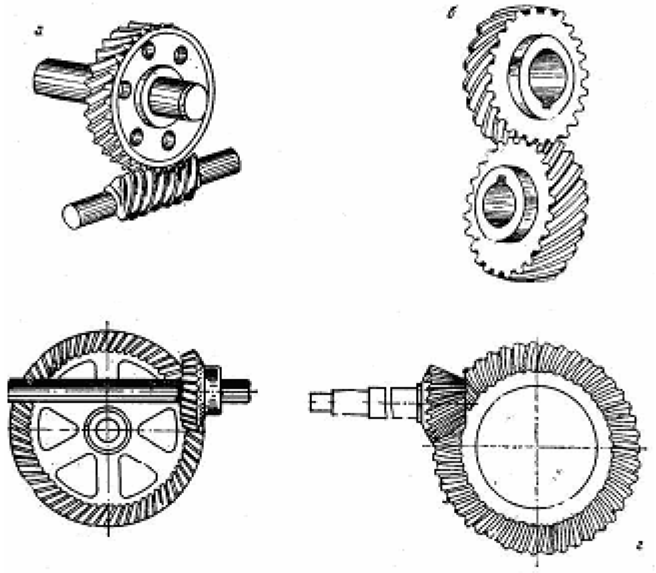
Бу ерда мусбат ички илашмали, манфий ишора эса ташқи илашмали узатмаларга таалуқли бўлади.

Бурчак тезликларининг нисбатига қараб, бурчак тезлиги пасаядиган ва бурчак тезлиги ошадиган узатмалар бўлади.

Бурчак тезлиги пасаядиган узатмада $\varpi_2 < \varpi_1$ ва $U_{12} \equiv \frac{\varpi_1}{\varpi_2} > 1$ бўлиб, у куч узатувчи тишли механизм деб, бурчак тезлиги ошадиган узатмада $U_{12} \equiv \frac{\varpi_1}{\varpi_2} < 1$ ва бўлиб, у кинематик тишли механизм деб аталади. Уч бўғинли тишли механизмлар (узатмалар) узатиш нисбати унча катта.



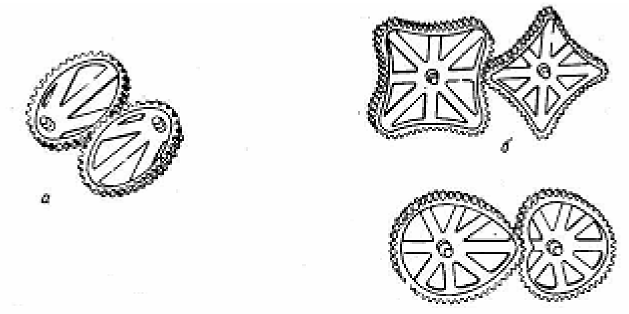
3.2-расм.



3.3-расм

бўлмаган ҳаракатни узатади. Амалда, узатиш сони қуйидаги қийматларга тенг бўладиган узатмалар ишлатилади:

Тишли оддий узатмаларнинг узатиш сонини аниқлаш усулларини кўриб чиқамиз



3.4-расм

№	Узатма тури	Узатиш сони	
		ўртача	максимал
1	**Цилиндрик**:		
	тўғри тишли	3...5	10
	қия тишли	3 ...6	15
2	конуссимон:	2...6	10
3	винтли	2...4	5
4	червякли	10..60	100

А) цилиндрик тишли узатма ташқи (3.5-расм, *а*) ва ички (3.5-расм, *б*) илашмали бўлади. Бу узатманинг ғилдиракдан ғилдиракка ҳаракат узатиш сони қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

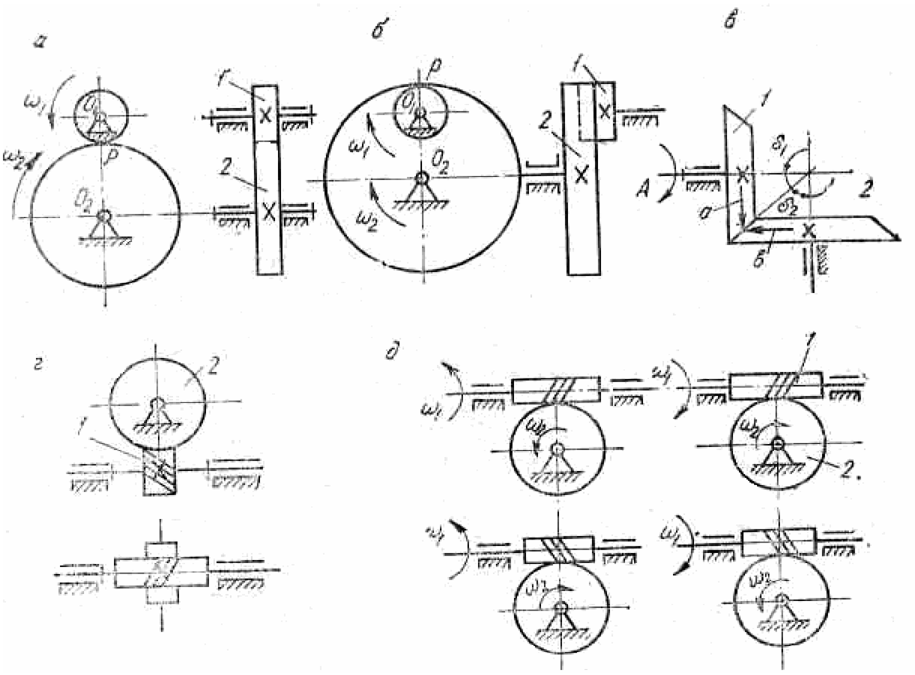
$$U_{12} = \pm \frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm \frac{Z_1}{Z_2}$$

Бу ердаги минус ишора иккинчи ғилдиракнинг биринчи ғилдиракка нисбатан тескари томонга айланишини билдиради.

Б) конуссимон тишли узатманинг (3.5-расм,б) узатиш сони цилиндрик узатманики каби аниқланади:

$$U_{12} = \pm \frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm \frac{Z_1}{Z_2}$$

Иккинчи ғилдиракнинг айланиш йўналиши стрелка қоидаси бўйича аниқланади (3.5-в,расм) яъни вал *А* нинг стрелка йуналиши бўғин



3.5-расм

бўйлаб ҳолатига кўчирилади ва иккинчи ғилдиракнинг “в” стрелкаси учини “а” га йўналтириб, унинг айланиш томони аниқланади.

В) винтли узатманинг винтли ғилдираги тишлари сони қиримлар сонига тенг бўлган қисқа (энсиз) кўп қиримли винт деб ҳисобланади (3.5-г, расм). Унинг узатиш сони қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$U_{12} = \pm\frac{\omega_1}{\omega_2} = \pm\frac{Z_1}{Z_2}$$

Г) червякли узатманинг (3.5-д, расм) узатиш сони червяк ғилдираги тишлари сони Z нинг червякнинг ғиримлар сопи z_4 га нисбати билан аниқланади:

$$U_ч = \frac{Z}{Z_ч}$$

Червяк ғилдирагининг айланиш йўналиши кирим чизиғининг қиялик бурчагига ва червякнинг айланиш йўналишига боғлиқ бўлади.

Тишли мураккаб узатмалар бир неча оддий тишли узатмалардан иборат бўлади. Улар қаторли (3.6-а. расм) ва поғонали (3.*6-б, расм*) бўлиши мумкин. Қаторли тишли узатмалар, асосан, узатманинг охирги

ғилдирагининг айланиш йўналишини ўзгартириш ва етакчи валнинг ҳаракатини узоқ оралиқда жойлашган етакланувчи валга узатиш учун хизмат қилади. Қаторли узатмадаги ғилдираклар бир текисликда кетма-кет жойлашган бўлиб, ғилдиракнинг хар бири ўз ўқи атрофида айланади (3.6-расм).

Қаторли тишли узатманинг умумий узатиш сони қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$U_{1П} = (-1)^K \frac{\omega_1}{\omega_П} = (-1)^K \frac{z_n}{Z_1}$$

бу ерда z_n – етакланувчи (охирги) ғилдиракнинг тишлари сони; Z_1- етакчи ғилдиракнинг тишлари сони; К- ташқи тишли ғилдиракларнинг илашмалари сони.

Поғонали узатмаларда ҳар бир валга икки ва ундан ортиқ ғилдирак ўрнатилади (3.6-б, расм). Уларнинг умумий узатиш сони кетма-кет поғона бўлиб, қўшилган ҳар бир узатманинг узатиш сонлари кўпайтмасига тенг.

Ташқи илашма – “к” нинг қиймати жуфт сонга тенг бўлса, узатиш нисбати мусбат бўлиб, етакчи бўғин 1 билан етакланувчи ғилдирак *n* бир томонга айланади, акс ҳолда тескари томонга айланади. Формуланинг суратидаги кўпайтма ҳар бир поғонанинг етакланувчи ғилдираклари тишлари сонини, махраждаги кўпайтма эса етакчи ғилдиракларнинг тишлари сонини билдиради. Лаборатория ишини бажариш учун 7-расмда тишли механизмларнинг кинематик схемалари келтирилган.

Керакли асбоб ва ускуналар. Тезликлар қутисининг модели ёки редуктор, узатмаларнинг кинематик схемаси, чизмачилик асбоблари ва логарифмик линейка.

Ишни бажариш тартиби

I. Узатмалар қутисининг модели ёки реал машинанинг узатмалар қутиси кинематик таҳлил қилинади. Бунинг учун:

1) моделнинг етакчи ғилдираги валини аста айлантириб, узатмадаги бўғинларнинг ҳаракат қилиши кузатилади;

2) унинг кинематик схемаси чизилиб, ҳаракатланувчи бўғинлар ва кинематик жуфтларнинг турлари аниқланади;

3) узатманинг қўзғалувчанлик даражаси ҳисобланади;

4) барча ғилдиракларнинг тишлари саналиб, узатманинг узатиш сони ҳисобланади;

5) етакчи ғилдиракнинг маълум айланиш частотасида етакланувчи ғилдиракнинг айланиш частотаси нечага тенг эканлиги ҳисобланади ва ҳисоб натижаси тажриба ўтказиш ёрдамида текширилади.Бунинг учун берилган n_1, қиймат бўйича етакчи ғилдиракни айлантириб, етакланувчи валдаги шкала ёрдамида унинг айланиш сони аниқланади. Тажрибада аниқланган қиймат ҳисобланиб, натижалари билан таққослаб кўрилади ва уларнинг фарқи аниқланади.

II. Ўқитувчи берган 3.7-расмдаги тишли механизмларнинг кинематик схемаси текширилади. Бунинг учун:

1) берилган кинематик схема ихтиёрий масштабда ҳисобот варағига чизилади;

2) схеманинг қўзғалувчанлик даражалари сони ҳисобланади;

3) етакчи валдан етакланувчи валгача бўлган ҳар бир узатма поғонасининг узатиш сони ҳисобланади ва унинг кўпайтмаси олиниб, умумий узатиш сони аниқланади;

4) ҳар бир узатманинг етакланувчи валининг айланиш сони ҳисобланади;

5) ҳисобот варағи намуна бўйича тўлдирилиб,иш топширилади.

Назорат саволлари

1. Қатор ва поғонали узатмалар бир-биридан нима билан фарқ қилади?

2. Узатиш сони ва нисбати қандай аниқланади?

3. Қаторли тишли узатмаларнинг узатиш сони қандай ҳисобланади?

4. Поғонали тишли узатмаларнипг узатиш сони қандай ҳисобланади?

5. Узатмалар қутисинииг вазифасини тушунтиринг.

6. Қаторли узатмалардаги оралиқ тишли ғилдираклар нима учун ишлатилади?

7. Ташқи, ички конус, винтли, червякли узатмалар бир-биридан нима билан фарқ қилади?

8. Куч узатмаси билан кинематик узатманинг бир-биридан фарқини айтиб беринг.

9. Доиравий ва нодоиравий узатмаларда узатиш сони қандай ўзгаради?

III. Ўқлари қўзғалувчан тишли механизмлар

Бу қисмда планетар ва дифференциал тишли механизмларга оид лаборатория ишлари бажарилади

1. Планетар механизмнинг кинематик таҳлили

Ишдан кўзланган мақсад. Планетар механизм моделининг кинематик схемасини чизиш, унинг қўзғалувчанлик даражаси ва узатиш сонини, етакланувчи, бўғиннинг айланиш частотасини (бурчак тезлигини) аниқлаш.

Ишнинг назарий асосланиши

Таркибидаги бирор ғилдиракнинг геометрик ўқи қўзғалувчан бўлган узатма *планетар механизм* дейилади.

Планетар механизмнинг қўзғалувчанлик даражалари сони бирга тенг бўлиб, у қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$W=3n-2P_5-P_4$$

ёки

$$W=n-P_{ил},$$

бу ерда: $P_{ил}$ — тишли илашмалар (олий кинематик жуфтлар) сони, *n*-қўзғалувчан бўғинлар сони.

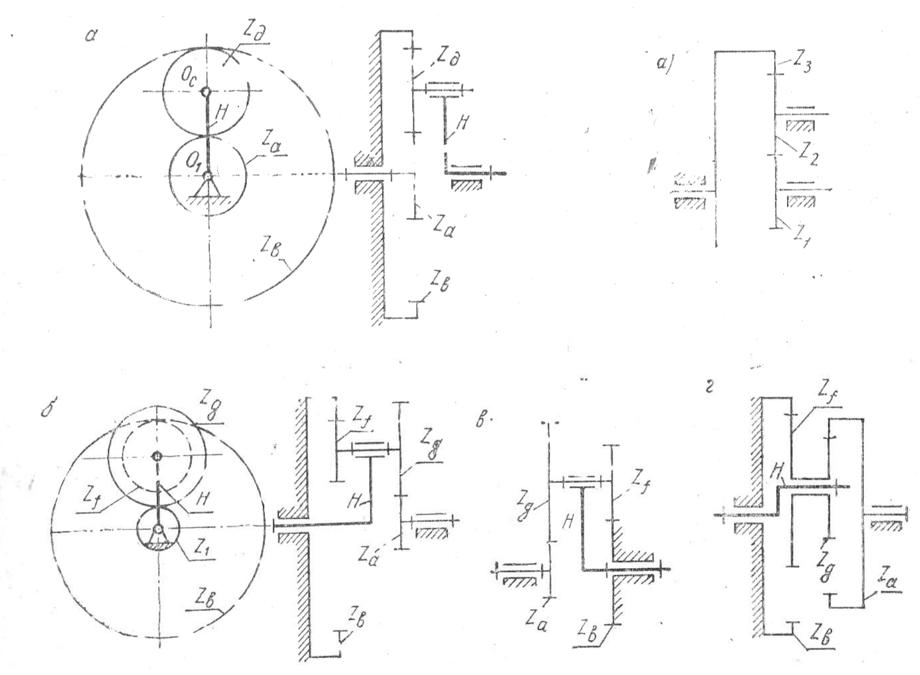
Планетар узатма, асосан, қўзғалувчан марказий ғилдирак Z_a, ўқи ҳаракатланувчи ғилдирак Z_a — сателлит, ўз ўқи атрофида айланувчи ва унга сателлит ўрнатилган бўғин- водило ва қўзғалмас марказий ғилдирак Z_s дан иборат (8-а, расм). Планетар узатма бошқа тишли узатмаларга нисбатан массаси кичик, ихчам, равон бўлиб кам шовқин билан ишлайди, ФИК кичик, узатиш сони катта. Унинг асосий камчилиги деталларини тайёрлаш ва йиғиш анча мураккаб, у юқори аниқлик даражасини талаб қилади.

Бу узатмалардан металл кесиш дастгоҳлари, юк кўтариш машиналари, транспорт ва иш машиналари, авиация двигателлари, пахта териш аппарати, ҳисоблаш машиналари ва машинасозлик ҳамда асбобсозликда ишлатиладиган редукторлардан кенг кўламда фойдаланилади. Планетар механизм ёрдамида турли узатиш нисбатларини ҳосил қилиш мумкин.

Қуйида 4 ва 5 бўғинли цилиндрик ғилдиракли энг кўп тарқалган планетар узатмаларнинг узатиш нисбатини аниқлаймиз:

$$U_{aH} = \frac{\omega_a}{\omega_H}$$

Оддий Джеймс планетар механизми (3.6-а, расм*)* марказий етакчи ғилдирак Z_a, сателлит Z_s водило H ва марказий қўзғалмас ғилдираклар Z_e дан иборат. Унинг узатиш нисбатини аниқлаш учун “ҳаракатни қайтариш" усулини татбиқ этамиз, яъни ҳаёлан водилонинг бурчак тезлигига тенг ва тескари йўналишда барча бўғинларни қўшимча ($—\omega_н$) тезлик билан айлантирамиз. Бунинг натижасида водило сателлитнинг қўзғалмас ўқига, механизм эса оддий тишли узатмага (3.6-а, расм*)* айланади.У ҳолда марказий *a* ғилдирак $\omega'_{aa} = \omega_a - \omega_H$ бурчак тезлик билан, иккинчи марказий қўзғалмас *b* ғилдирак эса $\omega'_{aa} = -\omega_H$ бурчак тезлик билан айланади.Бунда “қайтарилган" механизмнинг узатиш нисбатини (сонини) аниқлашнинг қуйидаги формуласини ҳосил қиламиз:



3.6-расм

Агар водилони етакчи бўғин, марказий ғилдирак Z_a ни эса етакланувчи деб қабул қилсак,

$$U_{ab}^{H} = \frac{\omega_a^{\prime}}{\omega_b^{\prime}} = \frac{\omega_a - \omega_H}{-\omega_H} = 1 - \frac{\omega_a}{\omega_H} = 1 - U_{aH}^{b}$$

бўлади. Бу ерда U нинг юқориги H ва $в'$ индекслари бўғинларнинг қўзғалмаслигини, пастки индексларнинг биринчи рақами етакчи ва иккинчи рақами етакланувчи бўғинни билдиради,

“Қайтарилган" механизмнинг узатиш сони *(Ua,)* қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

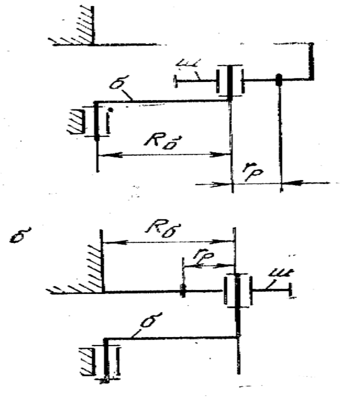
$$U_{ab}^{H} = (-1)^{1}\frac{z_b}{z_a} = -\frac{z_b}{z_a}$$

У ҳолда Джеймс планетар механизмининг узатиш сони

$$U_{aH}^{b} = 1 - U_{ab}^{H} = 1 - \left(-\frac{z_b}{z_a}\right) = \frac{z_a + z_b}{z_a}$$

бўлади. U^{b}_{aH} ни ҳисоблашда формуланинг ишорасига катта аҳамият бериш керак. Ишорани хато олиш нотуғри натижага олиб келади. Турли планетар механизмларнинг (3.6-а, б, в, г, расм*)* узатиш сонларини аниқлаш

формулалари ва узатиш сонларини тахминан қанча қабул *қилиш* кераклиги 3- жадвалда берилган.



3.7-расм

Пахта териш аппаратининг шпинделларини айлантириш учун фрикцион планетар механизм (3.7-а, б, расм) ишлатилади. Шпинделлар барабанидан шпинделларга ҳаракат узатишда узатиш сони (сирпаниш ҳисобга олинмаганда) қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$U_{бш} = \frac{\omega_б}{\omega_ш} = \frac{R_б \pm r_р}{r_р}$$

бу ерда $\omega_б$ ва $\omega_ш$— барабан ва шпинделнинг бурчак тезлиги,1$с^{-1}$; $R_б$ — барабаннинг шпиндель ўқлари бўйича радиуси; $r_р$— шпиндель ролигининг радиуси. Формуладаги + ишора барабаннинг иш зонаси (3.7-а, расм), - ишора эса барабан шпинделидан пахтани ажратиб олиш зонаси (3.7-б, расм*)* га тегишли.

Кeракли асбоб ва ускуналар. Планетар механизмнинг модели, пахта териш аппарати, механизмнинг кинематик схемаси, чизмачилик асбоблари, логарифмик линейка.

$$U_{бш} = \frac{\omega_б}{\omega_ш} = \frac{R_б \pm r_р}{r_р}$$

Баён шакли

№ 3- лаборатория иши

Тишли механизларнинг кинематик таҳлили

1. Тишли механизмнинг кинематик схемаси.
2. Тишлар сонини аниқлаш.

Z_1	Z_2	Z_3	………………	Z_n	i

3. Ўқдошлик шартини текшириш.
4. Механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлаш.
5. Тишли механизм таснифи ва унинг турини аниқлаш.
6. Тишли механизмни кинематик таҳлили.
7. Кинематик таҳлил натижаси.

Ишни бажарди............................2007 й

Ҳисоботни қабул қилди.............2007 й

Ишни бажариш тартиби

1. Моделнинг етакчи ғилдирагини аста айлантириб,унинг тузилиши билан танишилади ва кинематик схемаси чизилади.

2. Схеманинг эркинлик даражаси *W* ва узатиш сони *u* ҳисобланади.

3. Механизмнинг берилган кинематик схемаси чизилади. Кинематик схеманинг варианти (ўқитувчи томонидан берилади).

4. Унинг эркинлик даражаси ва узатиш сони ҳисобланади.

5. Етакланувчи бўғиннинг бурчак тезлиги ҳисобланади.

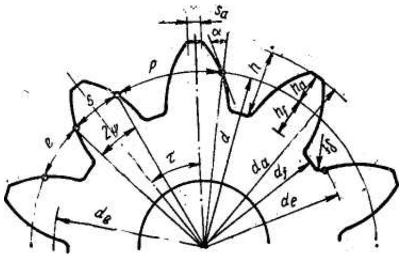
6. Ҳисобот варағи тўлдирилиб, иш топширилади.

4 - ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ
ТИШЛИ УЗАТМАЛАРНИНГ АСОСИЙ ГЕОМЕТРИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Ишдан кўзланган мақсад: оддий ўлчаш асбоблари ёрдамида тишли ғилдиракларнинг геометрик параметрларини ўлчаш, ҳисоблаш ва узатманинг турини аниқлаш.

Ишнинг назарий асосланиши

Саноатимиз ва чет эл ишлаб чиқарган машиналарнинг тишли ғилдираклари синиб, уни алмаштириш зарур бўлганда, тишли ғилдирак тайёрлаш технологияси ва тузилишини ўрганишда, турли экспертиза ишларида 4.1-расмдаги ғилдирак чизмаси бўлмаганида, яъни авария содир бўлган пайтда ғилдиракнинг ейилиши, узатмада ёмон ишлаши сабабларини ва унинг қанчалик аниқ тайёрланганлигини аниқлашда, таъмирлаш ишларида ва бошқаларда тишли узатмаларнинг геометрик параметрларини аниқлаш талаб қилинади. Лаборатория ишида тишли узатманинг тури ва ғилдиракнинг қуйидаги параметрлари аниқланади (4.1-расм): тишлар сони z, илашма модули *m,* бўлиш айланаси диаметри *d,* бўлиш айланаси бўйича тиш қадами *P,* асосий айлана диаметри d_b, тиш каллагининг диаметри d_a, тиш асосининг (оёғининг) диаметри d_f, бўлиш айланаси бўйича тиш қалинлиги *S,* тиш каллагининг баландлик коэффициенти. h_a, радиал зазор коэффициенти C*, рейканинг силжиш



4.1-расм

коэффициентлари x_t ва x_2, узатманинг илашиш бурчаги a_w, марказлар оралиғи a_w аниқланади. Агар ихтиёримизда тишли узатма бўлса, унинг

ғилдираклари тишлари сони z ва z_2, ғилдиракнинг тишлари чизиғи ва ботиқлиги айланасининг диаметрлари d_a ва d_f, умумий нормал узунлиги W_n ва марказлар оралиғи a_w ни ўлчаш мумкин. Қолган параметрлар эса ҳисобланади.

Ғилдиракнинг илашиш модули *m* ни аниқлаш

Машинасозликда, асосан, тишларининг ён профиллари эвольвента бўйича ясалган тишли узатмалар ишлатилади. Ғилдирак тишининг асосий параметрлари модуль қиймати билан аниқланади. Эвольвента профилли икки ғилдирак нормал илашмада бўлиши учун уларнинг асосий айлана қадамлари тенг бўлиши керак:

$$P_b=\pi\ m\cos a_1 = \pi m \cos a_2 \qquad (1)$$

Маълумки, тишнинг ён профили эвольвента бўйича тайёрланган бўлса, унинг параметри r_B асосий айлана радиусига боғлиқ бўлади, яъни қуйидагича аниқланади:

$$r_B = 0{,}5 \cdot mr\cos a \qquad (2)$$

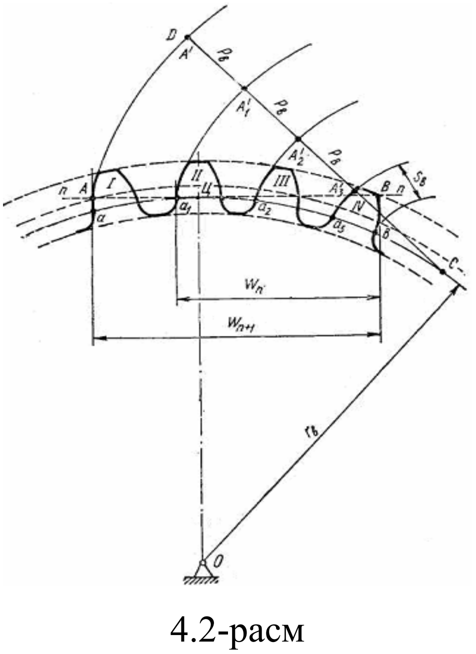
(2) формуладан кўринадики, тишлар сони *z* маълум бўлган ғилдиракнинг тиш профилининг шакли фақат *mcosa* кўпайтмага қараб ўзгаради .

Собиқ СССР даврида асосан ГОСТ 9563 — 60 га кўра тиш профилининг бурчаги *a* = 20° қабул қилинган эди. Демак, ғилдиракнинг бошқа геометрик параметрларини ҳисоблаш учун илашиш модули *m* ни аниқлаш кифоя.

У эвольвентанинг асосий хоссаси - эвольвентанинг исталган нуқтасидан ўтказилган нормал чизиқ асосий айланага уринма бўлади деган хоссасидан фойдаланиб аниқланади. Асосий айлананинг уриниш нуқтаси уринма эгрилик радиусининг маркази бўлади. Шунга кўра, 4.2-расмдаги *AB* тўғри чизиқ; асосий айлана r_b бўйлаб думалатилса, *aA'* эвольвентага эквидистант a_1A_1, $a_2A'_г$ .. эвольвенталар чизилади.

Демак, асосий айлананинг *Қ* нуқтасидан ўтказилган *АВ* уринма ғилдиракнинг I ва 4 тишлари эвольвента чизиғининг *А* ва *В* нуқталаридан ўтказилган уринмалар бўлади. *АВ* оралиғи умумий нормал узунлик деб аталади. У штангенциркуль ёрдамида ўлчанади, *АВ* кесма айлана бўйлаб думалатилса, эвольвента хоссасига кўра *А* нуқта *а* нуқта устига, *В* нуқта б нуқта устига тушади. Икки тишнинг профилларидаги бир хил нуқталар оралиғи тишнинг *асосий қадами* дейилади. У $A'A_1 = aa_1 = P_b$ бўлади. Шунга асосланиб, аввал ғилдиракнинг умумий нормал чизиғида жойланувчи ўлчанадиган тишлар сони Z_n аниқланади. У ғилдиракнинг тишлари сони *z* га, *х* силжиш коэффициентига ва рейканинг профил бурчаги *а* га боғлиқ ўзгаради. Агар ғилдирак тишлари рейка силжитилмасдан ёки силжиш коэффициенги *x<2* бўлса, ўлчанадиган тишлар сони

$$Z_n = \frac{z}{9} + 1 \qquad (3)$$



4.2-расм

формула ёрдамида ҳисобланиб, бутун сонга яқин қиймат қабул қилинади.

Бошқа ғилдираклар учун z_n сони махсус жадвал ёки формула ёрдамида аниқланади.

z_n сонини белгилаб, штангенциркуль ёрдамида W_n.оралиқ ўлчанади. Сўнгра тишлар сони битта оширилиб, W_{n+1} кесма ўлчанади (4.2-расм қаранг). Иккала ҳолда хам штангенциркуль лаблари тишлар профилининг эвольвента қисмига тегиши керак.

Ғилдиракнинг кам ейилган тишлари ўлчанади. Сўнгра

$$P_B=W_{n+1}-W_n \tag{4}$$

формула ёрдамида тишнинг асосий айлана бўйича қадами ҳисобланади.

Ўлчаш аниқлигини ошириш учун ғилдиракнинг турли қисмларида жойлашган бир неча тиши 3-5 марта ўлчаниб, унинг ўртача арифметик қиймати

$$P_B=\frac{P_{B1}+P_{B2}+.....+P_{Bn}}{n} \tag{5}$$

формула ёрдамида ҳисобланади, сўнгра илашиш модули

$$m=\frac{P_B}{\pi\cos\alpha}=\frac{P_B}{3{,}14\cos 20^0}\approx 0{,}34P_B \tag{6}$$

формула ёрдамида аниқланади.

Модулнинг ўлчанган қиймати стандарт қийматидан фарқ қилиши мумкин. Стандарт модуллар жадвалидан (ГОСТ 9563—60) модулнинг аниқланган қийматига яқини олинади.

Ўлчанадиган ғилдирак тишларининг нормаллиги ёки коррекцияланганлиги номаълум бўлгани учун тишнинг асосий айланаси бўйича қалинлиги S_B аниқланади 4.2-расмдан эканлиги кўриниб

$$W_{n+l}=ab=S_B+Z_n\,P_в \tag{7}$$

турибди. Бундан

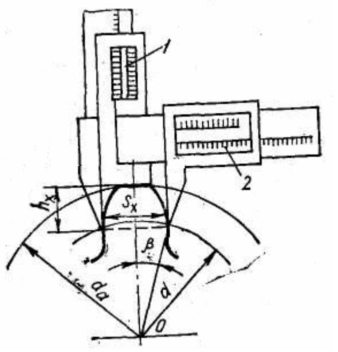
$$S_B=W_{n+1}-P_BZ_n \tag{8}$$

бўлади.

Коррекция коэффициенти x ни аниқлаш учун тишнинг асосий айланаси бўйича қалинлигини аниқловчи

$$S_B = \frac{P_B}{\pi}\left(2xtg\alpha + \frac{\pi}{2} + z \cdot inv\alpha\right) \qquad (9)$$

формуладан фойдаланиб қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:



4.3-расм

Тишнинг бўлиш айланаси бўйича қалинлиги қуйидагича бўлади:

$$S_X^{/} = m(\frac{\pi}{2} + 2X \cdot tg\alpha)\mathrm{j} \qquad (10)$$

Ғилдирак параметрларининг қанчалик аниқ ўлчанганлигини текшириш учун тишнинг бўлиш айланаси хордаси бўйича қалинлиги S_X ни штанген тиш ўлчагич билан ўлчанади. Тишнинг бўлиш айланаси ватари бўйича қалинлиги (4.3-расм) қуйидаги формула ёрдамида топилади:

$$S_X^{/} = \pi \cdot m \cdot \sin\beta = \pi \cdot m \cdot \sin\frac{90}{Z} \qquad (12)$$

Бу ватар икки шкалали штанген тиш ўлчагич билан ўлчанади. Бунинг учун ғилдирак радиуси бўйича тиш каллаги айланасидан ўлчанадиган ватар оралиғи

$$h_X = \frac{d_a - d\cos\frac{90}{Z}}{2}$$

формула ёрдамида ҳисобланиб, тиш радиуси бўйича штанген тиш ўлчагичнинг пластинкаси тиш каллагига теккизилади, нониус ёрдамида A_x белгиланади ва *2* нониус ёрдамида тишнинг ватар бўйича қалинлиги S'_x

ўлчанади. Сўнгра ўлчаш аниқлиги қуйидаги формула ёрдамида текширилади:

$$\Delta S = S_X - S_X^{/} \qquad (13)$$

Узатма турини аниқлаш

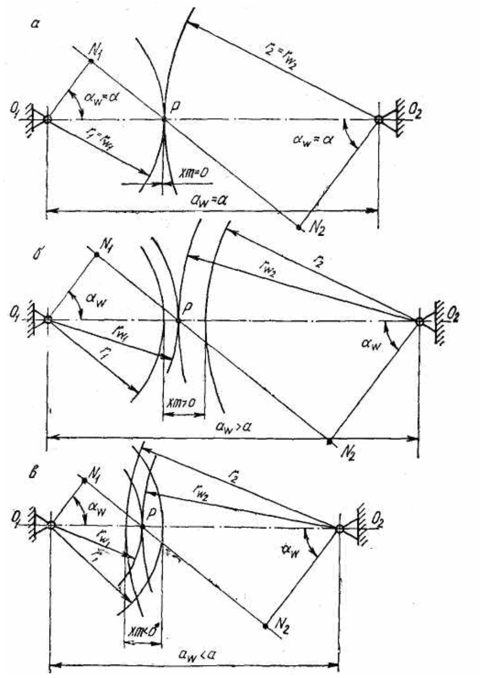
Тишли узатмалар ғилдиракларнинг илашмасига қараб, нормал (ноль), мусбат ва манфий турларга бўлинади.

I. Нормал узатма

Нормал узатмалар икки хил бўлади.

1.Иккала ғилдирак нормал, яъни уларнинг тишлари рейка силжитилмасдан ясалган бўлиб, ғилдиракларнинг x_t ва x_2 силжиш коэффициентлари нолга тенг (4.3-расм, *а),* бунда x_x = O,X_2 = 0,

$r_2 = fwu, r_2 — r\backslash y_2.$



4.3-расм

2. Узатманинг битта ғилдираги рейкани мусбат; иккинчи ғил-дираги эса манфий силжитиб ясалган, уларнинг +дг, ва — x_2 силжиш

коэффициентларининг абсолют қийматлари бир-бирига тенг бўлади. Бундай узатма *тенг силжитилган узатма* деб аталади (4.1-расм).

Бу узатмаларда $x,$ $+x_2 = 0$, $a=a_W$ ва уларнинг бошланғич (полоид) айлана радиуси бўлиш айланаси радиуси тенг бўлиб, $r_w = r = \frac{mz}{2}$, улар P қутб нуқтасида тегади ва сирпанмасдан бир-бири устида думалайди.

Нормал тишли узатмаларнинг марказлар оралиғи a_w бўлиш айланаларининг марказлар оралиғи a га тенг:

$$a_w = r_1 + r_2 = 0,5\text{-}rn(r_i+r_2) = a \qquad (14)$$

Лекин уларнинг тиш чизиғи айланаси ва тиш ботиғи айланаси диаметрлари $2xm$ қийматга ўзгаради. Уларнинг тиш каллаги ва оёғи баландликлари ҳам ўзгаради.

2. Мусбат тишли узатма

Илашмадаги тишли ғилдиракларнинг силжиш коэффициентларининг йиғиндиси нолдан катта $x_l=x_i+x_2>0$ бўлади. Бундай узатмалар мусбат ёки нотенг силжитилган узатма деб аталади.

Улар қуйидаги турларга бўлинади:

1) иккала ғилдирак ҳам рейкани мусбат силжитиш нули билан ясалади:

$$\mathbf{x_x = + x, x_t = +x, x\text{-}z > 0} \qquad \mathbf{(15)}$$

2) битта ғилдирак мусбат силжитиб ясалади, иккинчи ноль ғилдирак бўлиши мумкин:

$$\mathbf{x_1=+x \;\; x_2 = 0, x_\Sigma>0} \qquad \mathbf{(16)}$$

3) битта ғилдирак мусбат силжитиб ясалади, иккинчи ғилдирак манфий бўлади. Лекин манфий ғилдирак силжиш коэффициентининг мутлақ қиймати мусбат. Ғилдирак силжиш коэффициентининг мутлақ қийматидан кичик, яъни $|+x_1| > | — x_2|$ бўлиши керак. Шунда:

$$\mathbf{x_\Sigma>0} \qquad \mathbf{(17)}$$

бўлади.

Полоид (бошланғич) айланалар қутб нуқтасига тегиб, сирпанмадан бир-бири устида думалайди (4.3-б,расм*)*. Бошланғич айланалар бўлиш айланаларига мос келмайди. Уларнинг радиуслари бўлиш айланалари радиусларидан катта, яъни $r_{w1} > r_1$ *ва* $r_{w2} > r_2$ бўлади, бунда бўлиш айланалари бир-бирига тегмайди. Узатманинг марказлар оралиғи қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$a_W = 0{,}5(r_1 + r_2)\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_W} = a\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_W} \qquad (18)$$

Илашиш бурчаги a_w катталашади, яъни $a_w > a$ бўлади. (*а*- рейка контури профилининг бурчаги).

3. Манфий узатма

Бунда илашмадаги тишли ғилдираклар силжиш коэффициент-ларининг йиғиндиси нолдан кичик, яъни $x_1 + x_2 < 0$ бўлади. Манфий узатмалар қуйидаги турларга бўлинади:

1) иккала ғилдирак ҳам рейкани манфий силжитиб ясалади: $x_i = —x,$

$$x_1 = — x \;\; x_2 = — x,\; x_{\sum} < 0; \qquad (19)$$

2) бир ғилдирак манфий, иккинчиси эса ноль қилиб ясалади:

$$x_1 = -x,\; x_2 = 0,\; x_{\sum} < 0; \qquad (20)$$

3) бир ғилдирак манфий, иккинчиси мусбат қилиб ясалади:

$$x_1 = x \;\; x_2 = +x, \qquad (21)$$

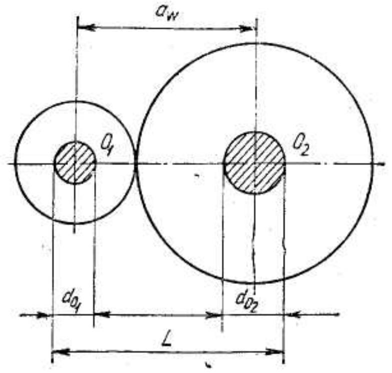
лекин $| x_1 | > | x_2 |$ ва $x_{\sum} < 0;$бўлади. Бунда бошланғич айланаларнинг радиуслари бўлиш айланаларининг радиусларидан кичик бўлади, яъни $r_w < r$ (4.3-расм, *в)*. Бўлиш айланалари ўзаро кесишади. Бу узатмаларда $a_w <$ *а,* $a_w <, a$ бўлади. Силжитилган ғилдиракларнинг асосий айланалари ўзгармайди, шунинг учун нормал асосий қадам (илашма қадами) ҳам ўзгармайди. Демак, силжиш коэффициенти исталганча бўлган

ғилдиракларни ўзаро илаштириб бўлмайди. Лекин улар эвольвентанинг баъзи қисмларида, илашмада бўлади.

Узатма турини аниқлашнинг бир неча усули бор. Шуларнинг айримлари билан танишиб чиқамиз:

1. Берилган узатманинг марказлари оралиғини

$$a_w = L - \left(\frac{d_{01} + d_{02}}{2}\right) \qquad (22)$$



4.4-расм

формула ёрдамида аниқлаймиз; бу ерда L — ғилдираклар валининг ташқи ўлчами оралиғи (4.4-расм).

Биринчи ва иккинчи ғилдирак валининг диаметри d_{01} ва d_{02}. Буларни штангенциркуль ёрдамида ўлчаймиз. Марказлар оралиғи a_w нинг ҳақиқий қийматини аниқлаб, уни қуйидаги бўлиш айланаларининг марказлари оралиғининг формула ёрдамида аниқланган қиймати билан таққослаймиз.

$$a_w = 0{,}5m(z_1 + z_2) \qquad (23)$$

Агар ўлчанган a_w қиймат билан ҳисобланган ***a*** **қ**иймат тенг бўлса, узатма нормал ёки тенг силжитилган, акс ҳолда эса нотенг силжитилган мусбат $a_w > a$ ёки манфий $a_w < a$ узатма бўлади. Шунингдек, нормал ёки тенг силжитилган узатмалар ғилдирак тишларининг ҳақиқий баландлиги қуйидаги тенглик ёрдамида аниқланади:

$$A = (2{,}2\ldots2{,}25)\ m \qquad (24)$$

Агар ғилдиракнинг тишлари йирик бўлса, унинг баландлиги штангенциркуль ёрдамида тўғридан-тўғри ўлчанади. Агар ғилдиракнинг тишлари майда бўлса, тишнинг баландлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

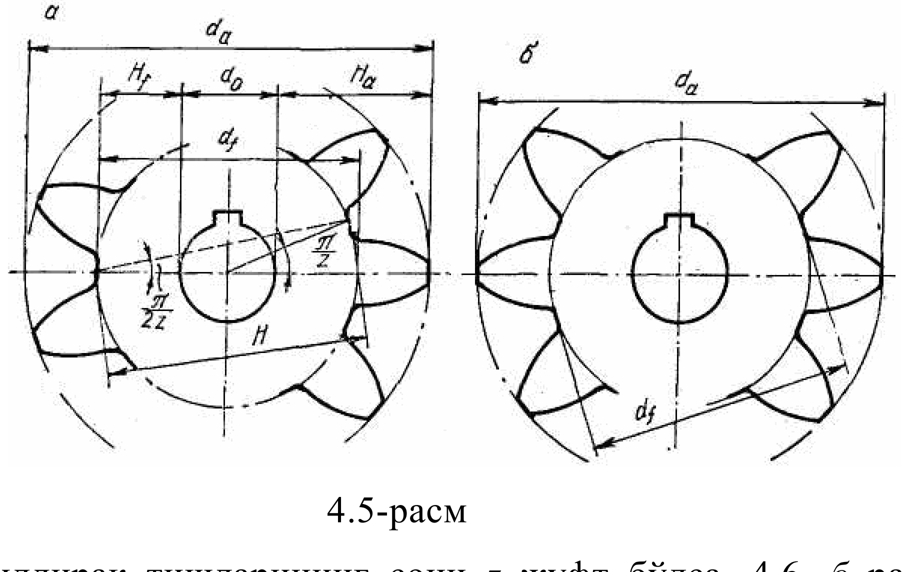
$$h = \frac{d_a - d_f}{2} \qquad (25)$$

бу ердаги d_a ва d_f — ғилдирак тиш каллаги ва ботиғи айланаларининг диаметрлари (штангенциркуль ёрдамида ғилдиракнинг ўзидан ўлчанади).

а) Агар ғилдирак тишларининг сони *г* ток бўлса, 4.5-расм, *а* да кўрсатилган тешикнинг d_0 диаметри ва H_a, H_f оралиқлари ўлчаниб, тиш каллагининг ва оёғининг диаметри қуйидаги формулалар ёрдамида аниқланади:

$$d_a = d_0 + 2\ H_a, \qquad (26)$$

$$d_f = d_0 \text{-\textbackslash-}\ 2\ H_f \text{ ёки } d_f = \frac{H_f}{\cos\frac{\pi}{2z}} \qquad (27)$$



4.5-расм

б) Агар ғилдирак тишларининг сони *z* жуфт бўлса, 4.6, *б* расмда кўрсатилган d_a ва d_f диаметрлар ғилдиракнинг ўзидан ўлчанади.

Узатманинг турини тўла аниқлаш учун унинг илашиш a_w бурчаги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$\cos a_w = \frac{a}{a_W}\cos a \qquad (28)$$

ҳисоблаш натижасида илашиш бурчаги a_w нинг қиймати 20° га тенг бўлмаса, узатма нотенг силжитилган бўлади. Ўлчанган параметрлар ёрдамида ғилдирак тишларининг қолган параметрлари қуйидагича ҳисобланади:

1. Тишнинг бўлиш айланаси бўйича радами:

$$\mathbf{P=\pi m} \qquad (29)$$

2. Бўлиш айланасининг диаметри:

$$\boldsymbol{d = mz}. \qquad (30)$$

3. Тиш каллагининг баландлик коэффициенти:

$$h^*{}_a = \frac{d_a - d}{2m} \qquad (31)$$

4. Тиш каллагининг баландлиги:

$$h_a^* = h_a \qquad (32)$$

5. Тиш оёғининг баландлиги:

$$h_f = \frac{d - d_f}{2} \qquad (33)$$

Керакли асбоб ва ускуналар. Цилиндрик турли тишли узатма, штангенциркуль, штанген тиш ўлчагич, логарифмик линейка.

Ишни бажариш тартиби

1. Узатма шестерняси ва ғилдиракларининг z_1 ва z_2 тишлари саналади.

2. Ўлчанадиган ғилдиракларнинг тишлари сони z_n формула ёрдамида аниқланади.

3. Ғилдиракда тишлар сони *г,,* белгиланиб, W_n кесма ва у битта тиш сони қадар оширилиб, W_{n+i} кесма ўлчанади.

4. Ғилдирак тишининг асосий айлана бўйича 3 - 4 қисмида ўлчанган қадами $P_в$ формула ёрдамида ҳисобланиб, унинг ўрта сон қиймати

формула билан аниқланади.

5. Илашиш модули ***m*** формула ёрдамида ҳисобланади. Стандарт жадвалидан унга энг яқин қиймат танланади.

6. Тишнинг асосий айланаси бўйича қалинлиги S_B формула ёрдамида аниқланиб, (30) формула ёрдамида рейканинг силжиш коэффициенти x ҳисобланади.

7. Тишнинг бўлиш айланаси бўйича қалинлиги S, қадами P ва диаметри d ҳисобланади.

8. Тишнинг бўлиш айланаси ватари бўйича қалинлиги S_x формула ёрдамида ҳисобланади. Штанген тиш ўлчагич тиш каллаги айланаси қисмидан бўлиш айланасидаги ватар оралиғи A_x га ўрнатилиб, тиш ватарининг қалинлиги S'_x ўлчанади. Сўнгра формула ёрдамида AS нинг ўлчаш аниқлиги ҳисобланади.

9. Шестерня ва ғилдиракнинг тиш *чизиғи* ва ботиғи диаметрлари d_a ва d_f ни аниқлаш учун d_0, H_a, H_t ларнинг қийматлари ўлчанади.

10. Ғилдиракнинг бўлиш айланаси диаметри d формула ёрдамида ҳисобланади.

11. Сўнгра тиш каллагининг баландлик коэффициенти А*, тиш каллаги ва тиш оёғининг баландликлари формулалар ёрдамида ҳисобланади.

12. Узатманинг турини аниқлаш: а) берилган узатманинг L, d_0 ва d_Q параметрлари ўлчаниб, формула ёрдамида марказлар оралиғи a_w аниқланади; б) узатма бўлиш айланаларининг марказлар оралиғи a формула ёрдамида ҳисобланади; a_w билан a бир-бирига таққосланиб, қандай узатмалиги белгиланади; в) сўнгра узатманинг илашиш бурчаги формула ёрдамида ҳисобланади, узатманинг тури аниқланади.

13. Узатма ғилдиракларининг силжиш коэффициентлари x_t ва x_2 ҳисоблаб топилади.

14. Бажарилган иш ҳисобот варағига ёзилиб,сўнгра топширилади.

Баён шакли

№ 4 - лаборатория иши

Тишли механизмларни асосий параметрларини аниқлаш.

1. Ғилдиракни эскизи ва асосий ўлчамлари.

ℓ_1= *мм* ℓ_2= *мм* D_e= *мм* D_i= *мм*

Z= *тишлар*

2. Ғилдиракнинг асосий параметрларини ҳисоблаш.

t_0= *мм* m= *мм* t= *мм* d_0= *мм*

h'= *мм* h''= *мм* ξ = *мм*

S_x= *мм* (формула бўйича) S_x= *мм* (ўлчанганда)

Ишни бажарди............................2007 й.

Ҳисоботни қабул қилди.............2007 й.

Назорат саволлари

1. Тишли ғилдиракнинг геометрик параметрлари нима сабабдан аниқланади?
2. Тишнинг геометрик параметрларига нималар киради?
3. Ўлчанадиган ва ҳисобланадиган геометрик параметрларни айтиб беринг.
4. Эвольвентанинг хоссаларини айтиб беринг.
5. Илашиш модули қандай аниқланади?
6. Бўлиш айланаси ва асосий айлананинг бир-биридан фарқи нима ва уларнинг кайси бирини ўлчаш мумкин?
7. Силжиш коэффициенти нима? Унинг қиймати тиш профили шаклига қандай таъсир этади ?
8. Тиш ясашда (қирқишда) рейкани силжитиш сабабини тушунтиринг.
9. У нормал, мусбат ва манфий узатмаларнинг бир-биридан фарқини тушунтиринг.
10. Рейкани силжитиб ғилдирак тиши ясалганда унинг тиш қалинлиги қандай ўзгаради?

Адабиётлар

1. Арботолевский И.И. “Теория механизмов и машин”. ГИТТЛ. 1996.
2. Арботолевский И.И, Эдельштейн Б.В. “Сборник задач по теории механизмов и машин”. Наука. 1975.
3. Баранов Г.Н. “ Курс теории механизмов и машин”. Машгиз. 1991.
4. Марголин Ш.Ф. “Теория механизмов и машин”.Высшая школа, 1988.
5. Шкловская Ф.А. ”Кинематический таҳлил зубчатых механизмов”. Руководство к лабораторным работам по ТММ. МИХМ. 1989.
6. Юдин В.А. и Петрокас Л.В. “Лабораторный практикум по теории механизмов и машин”. Москва. 1982.

Мундарижа

1,2 - лаборатория иши. Механизмнинг кинематик схемасини
чизиш ва унинг структурасини текшириш..................................3
3 - лаборатория иши. Тишли механизларнинг таҳлили........................23
4 лаборатория иши. Тишли узатмаларнинг асосий геометрик
параметрларини аниқлаш...36
Адабиётлар...49

Муҳаррир: Ю.Й. Нурметова

Нашрга рухсат этилди 03.07.2008 Ҳажми 3,2 б. т.

Қоғоз бичими 60×84/16 Адади 30 нусха Буюртма № 421

ТошТЙМИ босмахонаси Тошкент ш., Одилхўжаев кўчаси, 1