



O'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligida № 5D/20-20 raqam bilan ro'yxatga olingan va 2020 yil "21" 06 da 24 - sonli buyruq bilan tasdiqlangan namunaviy fan dasturi asosida tuzilgan.

**Tuzuvchilar:**

Karimov K.A. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedrasi professori, texnika fanlari doktori;

Nematov E.H. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedra mudiri, dotsent;

Begimov N.N. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedra dotsenti, texnika fanlari nomzodi;

Axmedov A.A. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedra dotsenti, texnika fanlari falsafa doktori;

Shaxobutdinov R.E. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedra katta o'qituvchisi;

Fayzullayev A.A. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedra assistenti;

Xurramov D.X. Toshkent davlat texnika universiteti «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedrasi assistenti;

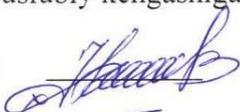
**Taqrizchilar:**

Alimuhamedov Sh.P. Toshkent avtomobil yo'llari instituti professori, texnika fanlari doktori;

Baratov N.B. Toshkent davlat texnika universiteti «Materiallar qarshiligi» kafedrasi professori, texnika fanlari nomzodi;

Boxodirov G'.O. O'zFA mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti yetakchi ilmiy xodimi, t.f.d. prof.

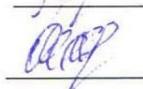
O'quv-uslubiy majmua fakultetning "Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi" kafedrasi majlisida (2020 yil "28" 05 20 -son bayonnoma) muxokama qilindi va fakultetning o'quv-uslubiy kengashiga tavsiya etildi.

Kafedra mudiri:  Dots. Nematov E.H.

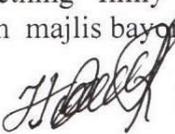
Kotib:  Kat.o'q. Xojibekov T.D.

O'quv-uslubiy majmua Mexanika fakultetining o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqildi (2020 yil "04" 06 10 - son bayonnoma) va universitetning Ilmiy-uslubiy kengashiga tasdiqlashga topshirildi.

O'quv-uslubiy kengash raisi:  Prof. Karimov SH.

Kotiba:  Asis. Abdukarimova S.

O'quv-uslubiy majmua universitetning Ilmiy - uslubiy kengashida ko'rib chiqildi va tasdiqlandi (2020 yil \_\_\_ - son majlis bayonnomasi).

Ilmiy - uslubiy kengash kotibi:  N. Mambetov

## МУНДАРИЖА

Кириш		5
<b>«ММН» ўқув курси бўйича таълим технологиясининг концептуал асослари</b>		10
1.	«ММН» курсининг долзарблиги ва ўқитиш структураси	11
2.	«ММН» ўқув курсининг мазмуни	13
3.	Ўқув курси бўйича маъруза ва амалий машғулотларда ўқитиш технологияларини ишлаб чиқишнинг концептуал асослари	14
<b>Маъруза ва амалий машғулотларда ўқитиш технологиялари</b>		19
1-мавзу	ММН фани, уни мақсади ва билим усуллари.	20
1.1.	Кириш-мавзу бўйича маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.	32
1.2.	Маъруза машғулотининг технологик картаси.	33
2-мавзу	Кинематик текшириш, тезлик ва тезланиш аналоглари.	66
2.1.	Маърузаларни ўқитиш технологияси.	66
2.2.	Индивидуал топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулотлар технологияси.	86
3-мавзу	Механизмларни кучга ҳисоблаш.	90
3.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	90
3.2.	Механизмларни динамик текшириш.	105
3.3.	Бош звенонинг ҳаракат тенгламаси.	114
4-мавзу	Тишли механизмлар синтези.	129
4.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	129
4.2.	Илашманинг асосий қонуни.	134
4.3.	Эвольвентали илашма. Тишнинг асосий ўлчамлари.	138
5-мавзу	Тишни асосий ишчи кесимини тайёрлаш.	147
5.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	147
5.2.	Амалий машғулот технологияси.	156
6-мавзу	Планетар механизмлар.	164
6.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	164
6.2.	Индивидуал топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулот технологияси.	166
7- мавзу	Дифференциал механизмлар.	167
7.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	167
7.2.	Топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулот технологияси.	168
8- мавзу	Планетар механизмлар синтези.	166
8.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	166
8.2.	Топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулот технологияси.	177
9- мавзу	Кулочокли механизмлар анализи.	181
9.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	181
9.2.	Топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулот	192

	технологияси.	
10- мавзу	Кулочокнинг минимал радиусини аниқлаш.	204
10.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	204
10.2.	Топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулот технологияси.	207
11- мавзу	Кулочок профилини лойиҳалаш.	215
11.1.	Маърузани ўқитиш технологияси.	215
11.2.	Топшириқларни бажаришга асосланган амалий машғулот технологияси.	219
12- мавзу	ММН курси бўйича саволномалар.	224
<b>Курс бўйича мониторинг ва мустақил ишни ташкил қилиш технологияси</b>		232
1.	Билимларни баҳолаш ва унинг мониторинги.	232
2.	Аудиториядан ташқари бажариладиган индивидуал мустақил иш	233

## Кириш

Бугунги кунда бутун дунёдаги таълим сифатини оширишга қаратилган глобал тенденциялар яратишга катта аҳамият қаратилмоқда. Шулар билан бир қаторда Республикамиз Олий таълим муассасаларида таълим самарадорлигини ошириш борасида ҳам аниқ мақсадга йўналтирилган, рақобатбардош тизимлар шакллантирилмоқда.

Ҳурматли талаба, Ўзбекистонимизнинг Олий таълим тизимида ўтказилаётган ислохатлар сен учун, сенинг келажагинг учун амалга оширилаётганини унутма, уларнинг фаол иштирокчиси эканлигинг доимо ёдингда бўлсин.

Таълимга бўлган катта эътибор бежиз эмас, зеро ёш давлатимиз жаҳонга юз тутиб, демократия, очик бозор иқтисодиётига асосланган жамиятни собитқадамлик билан боқичма-босқич кириб бораётган экан, бу ҳаракатларида шак-шубҳасиз улғайиб бораётган ёшларга таянади. Бу эса ўз навбатида ёшлардан Ватанни ардоқловчи, унинг мустақиллигини кўз қорачигидай асраб-авайлашга, керак бўлса, унинг учун жонини фидо қилишга тайёр, кенг тафаккурли, соғлом, маънавий ва маърифий жиҳатдан баркамол, иқтисодий ислохотларнинг моҳиятини тушунадиган ҳамда уларни янги ижтимоий муносабатларни шакллантириш орқали ҳаётга тадбиқ эта оладиган юқори малакали кадрлар бўлишингизни тақозо этади.

Биз профессор-ўқитувчилар учун таълим мазмунини такомиллаштириш, унинг сифатини ва самарадорлигини ошириш фаолиятимизнинг асосий масаласи ҳисобланиб, таълим тарбияга янгича услуб ва мазмун, шакл ва воситалардан фойдаланиб келмоқдамиз. Бу масалани ечимини, Сизлар билан ҳамкорликда янги педагогик технологиялар ёрдамида ахтаришимиз мумкин деб уйлаймиз.

Педагогик технология терминини қарасак «техника» юнонча сўз бўлиб, «моҳир», «ҳунарманд», «ҳунар», «санъат» маъносини билдиради. Технология - ҳунар, логос – таълимот ёки маҳорат ҳақидаги таълимотдир.

Педагогик технология- бу ўқитувчи томонидан ўқитиш воситалари ёрдамида талабаларга таъсир кўрсатиш ва бу фаолият маъсули сифатида уларга муайян шахс сифатларини шакллантириш жараёнidir.

Шундай қилиб педагогик технология - педагогик маҳорат тўғрисидаги фан бўлиб, амалиётга жорий этиш мумкин бўлган маълум педагогик тизимнинг ишланмасидир.

Педагогик тизим эса ўзаро боғлиқ воситалар, усуллар ва жараёнлар мажмуаси бўлиб, шахсдаги муайян сифатларни шакллантиришда педагогик нуқтаи назардан таъсир этишни мақсадга мувофиқ тарзда амалга оширади.

Ҳар бир жамиятда шахсни шакллантириш мақсади белгилаб олинади ва унга мос равишда педагогик ишлаб чиқилди. Агар мақсад ўзгарса тизим ҳам ўзгариши шарт. Президентимиз И.А. Каримовнинг ташаббуси билан ишлаб чиқилган Кадрлар тайёрлаш миллий дастури жамият, давлат ва ота-она олдида ўз жавобгарлигини ҳис этадиган ҳар томонлама ривожланган шахсни тарбиялашни асосий мақсад қилиб қўйган. Бошқача айтганда, миллий дастур бизда таълим ва тарбия соҳасидаги давлат буюртмаси сифатида қабул қилинган.

Педагог қўлида билимга чанқоқ ўқувчилар, фан мақсадига мос мазмун-дастур, қўлланма, дарсликлар мавжуд бўлса, у дидактик жараённи

муваффақиятли амалга ошириш учун билим фаолиятининг ташкилий шаклларида самарали фойдаланиб, янги педагогик технологияни амалиётга изчил ва кетма-кет жорий этиши мумкин. Бу эса педагогнинг маҳоратига боғлиқ. Тарихга назар солсак, педагогик технология тушунчаси истеъмолга анча аввал кириб келган. Масалан жадидчиликнинг ўзида бир олам янгича педагогик технологияни кўриш мумкин. Аммо мафкуралашган тузум бунга йўл қўймаган.

Бугунги профессор-ўқитувчиларнинг фаолиятига назар солсак аксарият қисмида иккиланиш, баъзан чўчиш, охиригача тушуниб етмаслик ва таҳлил етишмаётганлик элементларини кўраемиз.

Бунинг бош сабаби изланувчанлик ва ижодкорликнинг етишмаслигидир. Ўқитувчининг педагогик маҳорати шаклланишида «педагогик техника»га хос қобилият муҳим аҳамиятга эга. Чунки педагогик техниканинг негизида ўқувчи билан амалга ошириши лозим бўлган таълимий ва тарбиявий муносабатлар туради. Ана шу муносабатнинг узлуксиз ва барқарор куч олиши келгусида муайян педагогик технологияни келтириб чиқаради.

Педагогик технология бу тарбиячи ва педагогнинг ички фаолиятдан (ички диалогдан) келиб чиқадиган мазмунни ифодалай олиш қобилиятидир. Технология сўзи ўз таркибига – янгича, илғор, ижодкорлик, касб-тафаккури каби тушунчаларни қамраб олади. Янги педагогик технологиянинг асосий мақсади ва вазифаси янги услубий маҳоратни ўрганиш, умумлаштириш ва оммалаштиришга қаратилан бўлади. Янги педагогик технология билан бир сафда мақсади таълим тизимини компьютерлаштириш концепциясидан иборат бўлган янги ахбороттехнологиялари ўрин олган.

Педагогик ва ахборот технологиялар ёрдамида аниқлаш мумкин бўлган куйидаги ҳолатларни қараб чиқамиз:

1. замонавийлик; а) ўқув дастурларидан аҳамияти кам бўлган материалларни чиқариб ташлаш; б) илмий-техник ахборотларнинг ёрдамида, фан-техника ютуқлари асосида ўқув дастурларини янгилаш.
2. ўқув жараёнини мақбуллаштириш (оптимизация) кам куч сарфлаб, юқори натижага эришиш.
3. илмийлик – таълимда янги воситалар, фаол услублар, дидактик материаллар, ташкилий масалаларнинг янги ечимини қўллаш
4. ортиқча ҳаракатларни йўқотиш, юқори ҳамжиҳатликка эришиш. Педагогни «конструктор» сифатида фаолият кўрсатишга эришишини;
5. таълимни фаолаштирувчи ахборот технологияси ва техник воситалардан (компютер, электроника, алоқа, радио, ТВ) фойдаланишни;
6. моддий техника базасининг мақсадга мувофиқлигини;
7. ўқув-тарбиявий жараён натижаларини сифатли баҳолашда рейтинг тизимини қўллашни.

Янги педагогик технологияни яратиш мураккаб, узоқ давом этадиган жараёндир. Бу жараён ўқитувчининг босқичма-босқич педагогик маҳорат пиллапоя-ларини эгаллаб, унинг юксак педагогик даражасига кўтарилиш мақсадида сарфланган машаққатли меҳнатнинг самараси сифатида эришиши мумкин бўлган маҳорат чўққисидир.

Таълим технологиялари илғор педагоглар тажрибаларини ва уларнинг самарадорлигини аниқлаш билан бирга жаҳондаги турдош ОЎЮ да қилинаётган

ибратли усулларни ўзимиз учун мувофиқлаштириш ва уларни атрофлича ейиш билан ҳам шуғулланади.

“Илғор педагогик” бошқа профессор – ўқитувчилардан фарқ қилгани ҳолда, ўз дарсларида – маъруза ва амалий машғулотларида янгиликларни қўллаш мақсадида тинмай ўз устида ишлайди.

«Илғор педагог» аввало ўзининг яхлит педагогик восита ва усуллари-нинг мавжудлиги билан фарқланиб туради, илмийлик, ўзига танқидий кўз билан қараш хусусиятлари бўлади, уларнинг кўпчилигида бошқалар ўзига ишонмайдиган шароитларда ҳам ўз ишларининг тўғри эканлигига ишонч бўлади.

«Ижодкор ўқитувчилар» илғор педагогик тажрибаларини манбаларига танқидий нуқтаи назардан кўп ҳолларда мавжуд услубий йўл-йўриқларга ўз муносабатини билдириб, шароит ва вазият тақозосига, ўзининг имкониятларига қараб услубий ишланмаларга таянган ҳолда татбиқ этади.

Бу жараёнда таълим –тарбияга бутунлай янгича вазифалар талаби асосида такомиллаштириш, назарий ва услубий ишларни педагогик жараёнга қўллаш каби босқичларни ўз ичига олади. Бу жарёнларда Сиз - педагоглардан ҳам фаоллик талаб қилинади, бўлаётган услубий янгиликларга мунгосабатингиз биз учун айниқса кадрлидир. Маҳоратли, ўз ишининг устаси деганда ўз касбини мукамал ўрганган ўқитувчи тушунилади. Маҳорат катта тажриба билан чуқур назарий билим заминиди шаклланади. Ижодий ишлаш деганда ҳар қандай ёш, ҳали педагогик маҳорат чўққисини эгалламаган лекин, тинимсиз изланишда бўлган ўқитувчини фаолиятини тушуниш мумкин.

Педагогик ижоднинг энг муҳим шарти, шу соҳани билиш, тушуниш, уни севиш, унга жонкуярлик, ташаббус билан ёндошишдир. Шу билан бирга ижод қилиш педагогнинг юксак умумий маданиятидир (чуқур билим, қизиқиш, ақлий ревожланганлиги, ижтимоий фаоллиги ва ҳаказо).

Нима сабабдан янги педагогик технологияни қўллаш зарур:?

Биринчидан: Педагогик технология ёрдамида таълим жараёнидаги хато, камчиликларни, мавҳумликларни олдини олиш ва олдиндан таълим жараёнини лойиҳалаштириш ва уни бирин-кетин воқеликка айлантириш асосида уни такомиллаштириш масаласи ечилади.

Иккинчидан: Узок вақтдан бери қўлланилиб келинаётган ҳар бир дарсни оддий услубий жиҳатдан ишлаш ўрнига педагогик технология таълим жараёнида яхлит ёдашиш уни аввалдан лойиҳалаш-тириб, талабани билиш фаолиятининг тузилиши ва мазмунини белгилашга асос бўлади .

Бу айниқса, хозирги янги педагогик ахборот воситалари- дастурлашган таълим, таълим жараёни комптерлаштириш шароитида жуда муҳимдир.

Учинчидан: Педагогик технологиянинг муҳим хусусияти - бу мақсад кўя билишдир. Бу хусусиятнинг моҳияти шундаки, талабанинг ўқув материални ўзлаштиришини тўғри назорат қилишда диагностик мақсадни аниқлаб талаба шахсини ҳар тарафлама ривожланишини таъминлайди.

Тўртинчидан: Педагогик технология тизимини лойиҳалаштириш сифатида таълим жараёнининг яхлитлигини унинг мақсади, вазифаси, амалга ошириш шакллари, услубларини ҳамда талабалар фаолиятини бошқариш, билимининг назорати ва текширишнинг узвийлигини таъминланади.

Таълим жараёнини педагогик технология ёрдамида қараш ундаги детерминизм, айрим эскирган шакл ва услубларга сажда қилмасликка, янгиликка, ижодга интилишга замин ҳозирлайди.

Таълим технологиялари асосида «ММН» ўқув курси маъруза амалий машғулотларнинг лойиҳалаш технологиялари ишлаб чиқилган.

Мазкур қўлланмада таълим технологиясининг концептуал асослари ҳамда маъруза ва амалий машғулотлар ўқитиш технологияларидан фойдаланиш услублари келтирилган.

Дидактик воситалар (ДВ) мажмуасини ишлаб чиқиш учун аввало биз ўқув жараённини олиб бориш учун қандай турдаги дидактик воситалардан фойдаланиш яхши натижа беришини аниқлаб олишимиз керак бўлади. Чунки бугунги кунда ДВларнинг жуда кўплаб турлари мавжуд бўлиб ҳаммасидан бир вақтнинг ўзида фойдаланишнинг ҳеч имкони йўқ. Таълим технологиясининг концептуал асослари бўлимида «ММН» ўқув курсини ўқитишнинг долзарблиги асосланган, мазкур курснинг тузилмаси келтирилган ҳамда курс бўйича ДВлар асосида ўқитишнинг мазмуни очиқ берилган. Шу билан бирга ўқитиш, коммуникация, ахборот ва таълим жараёнини бошқариш усуллари ва воситаларининг концептуал асослари ёритилгандир.

Сўнгра курс бўйича ўқитиш технологиялари лойиҳалаштирилган:

1) маъруза машғулотларини кириш-маъруза, мавзу асосида маъруза, муаммоли маъруза, кўргазмали маъруза ва яқунловчи маърузаларни олиб боришнинг кўринишлари келтирилган;

2) амалий машғулотларни топшириқларни индивидуал тарзда ёки гуруҳда бажарилиши, вазиятли ишланма – кейс-стадилар усули, назарий билимлар асосида билимлар ва кўникмаларни чуқурлаштиришга йўналтирилган амалий топшириқлар шаклида олиб боришнинг лойиҳалаланиши кўрсатилган.

“Механизм ва машиналар назарияси” фанидан таълим технологияси, “Иқтисодий олий таълим муассасаларида маъруза ва семинарларни ўқитиш технологияси” ўқув қўлланмасида баён этилган дарс машғулотларида янги технологияларни қўллаш қонун-қоидаларига таянган ҳолда ишлаб чиқилган.

Талабаларга билим беришда замонавий таълим технологияларининг аҳамияти тўғрисида сўз борганда Президентимиз И. А. Каримовнинг “Ўқув жараёнига янги ахборот ва педагогик технологияларни кенг жорий этиш, болаларимизни комил инсонлар этиб тарбиялашда жонбозлик кўрсатадиган ўқитувчи ва домлаларга эътиборимизни янада ошириш, қисқача айтганда таълим-тарбия тизимини сифат жихатдан бутунлай янги босқичга кўтариш диққатимиз марказида бўлиши даркор” деган сўзларини таъкидлаш ўринлидир. Бу масала “Баркамол авлод йили” Давлат дастурида ҳам асосий йўналишлардан бири сифатида эътироф этилган.

Таълим технологияси барча олий ўқув юртларида, ўқитувчилар малака ошириш курсларида, ўқитиш технологиясида кўзда тутилган шароитлар ва вақти мавжуд бўлган ҳолда «ММН» курсини олиб боровчи ўқитувчилар томонидан қўлланилиши мумкин.

Ушбу қўлланмани ёзишда турдош олий ўқув юртлар, айниқса Тошкент автомобил йўллари институти нинг тажрибаларидан фойдаланилди.

Албатта, ўқув қўлланма камчиликлардан ҳоли эмас. Ўқув қўлланма ҳақидаги танқидий фикр – мулоҳазалар учун ўз миннатдорчилигимизни билдирамыз.

---

---

**«МЕХАНИЗМ ВА МАШИНАЛАР НАЗАРИЯСИ» ЎҚУВ  
КУРСИ БЎЙИЧА ТАЪЛИМ ТЕХНОЛОГИЯСИНING  
КОНЦЕПТУАЛ АСОСЛАРИ**

---

---

**1. «Машина ва механизмлар назарияси» фани олдида қўйилган мақсад ва топшириқ, ҳамда фанни ўқув жараёнидага тутган ўрни.**

**1.1 «Машина ва механизмлар назарияси» (ММН) фани бакалаврларни тайёрлашда асосий махсус умумназарий фан бўлиб, келажакда ўқиладиган малакавий фанлар учун асос ҳисобланади. Бу фан орқали машина ва механизмларни тузилишини текшириш, лойиҳалаш, фойдаланиш, иш жараёнлари ва машиналардан фойдаланиш кўрсаткичларини аниқлаш назарий асосларини ўргатади. ММН фанининг асосий мақсади талабаларни машина ва механизмлардан фойдаланиш, иш жараёнлари, техник таснифлари, тузилишлари, турлари ва маркалари, машина ва механизмлардан фойдаланишдаги кўрсаткичларини аниқлаш каби мавзуларни ўргатади.**

Фани ўзлаштириш жараёнида талабалар олдида қуйидаги масалалар қўйилади: машина ва механизмларни вазифалари бўйича қўлланиш назарияларини ўрганиш; машина ва механизмларни гуруҳланиши ва турларини ўрганиш; машиналарни тузилиши ва асосий ишчи жиҳозларни ўрганиш; машина ва механизмларни иш унумдорлигини аниқлаш усулларини ўрганиш; турли машина ва механизмларни кинематик, кинетостатик ҳисоблаш йўллари, ҳамда турли механизмларни лойиҳалаш йўллари тушинтира билишлари керак.

### **1.2 ММН фани олдида қўйилган мақсад:**

– талабаларни машина механизмларини текшириш ва лойиҳалаш усулларини ўргатиш;

– керакли бўлган ҳаракатни механизмлар ёрдамида амалга оширишларини, ҳамда механизмларини машиналар таркибида ўзаро ишлашини таъминлаш;

– талабаларни машина ва механизмларни лойиҳалашда берилган топшириққа асосан механизмларни самарали кўрсаткичларини таъминлашни ўргатиш;

– механизмларни лойиҳалашда компьютерни кенг қўллаши, уларни кўрсаткичларини аниқлаш учун алгоритм ва программалар аниқ механизмлар учун тузишни ўргатишдан иборатдир.

**1.3 Машина ва механизмлар назарияси фанини мукамал эгаллаш учун “Олий математика”, “Материаллар қаршилиги”, “Назарий механика”, “Физика” ва “Чизмачилик” фанларидан чуқур билимга эга бўлиши кераклиги талабаларга доимо тушунтириш керакдир.**

**1.4. Уқув режасидаги бошқа фанлар билан алоқаси. ММН фани юкорида келтирилган ушбу йуналишнинг фанлар билан боғлиқдир, жумладан: - автомобилларнинг назарияси ва эксплуатация килиш; - машина қисмларини лойиҳалашда; - ички ёнув двигателларини лойиҳалашда; - автомобиль ва турли йул қурилиш машиналарининг техник эксплуатация килишда.**

**1.5.** Фани укитишдаги янги технологиялар. ММН фанини укитиш жараёнида бу фанга оид ишлаб чиқилган мавзунинг электрон версияси, фаннинг асосий адабиётини электрон версияси, турли машина ва механизмларга оид кинофильмлар ва слайдалар кулланилади.

**2.** «Транспорт воситаларини ишлатиш ва таъмирлаш», «Ер усти транспорт тизими», «Касбга ўқитиш» (ЕУТТ ва ТВИ ва Т), «Кутариш-ташиш, йул курилиш машиналаридан фойдаланиш ва таъмирилаш» мутахассисликлари учун ММН фани ҳажми.

ММН фанининг умумий ва ўқув ишлари турлари бўйича ҳажми.

Ўқув режага кўра ММН фани 4 семестрда 131 соатга мўлжалланган бўлиб, шундан 36 соати маъруза, 18 соат амалий машғулот, 18 соати лаборатория ишларидан иборат, мустақил таълим учун 59 соат ажратилган.

### Машғулотлар турлари бўйича ўқув соатларининг тақсимланиши

№	Мавзу	Аудитория соатлари			Мустақил таълим
		Маъруза	Амалий машғулот	Лаборатория машғулоти	
<b>4 семестр</b>					
<b>1</b>	ММН фани, уни мақсади ва билиш усуллари.	4	2	2	4
<b>2</b>	Кинематик текшириш, тнзлик ва тезланиш аналоглари.	4	2	2	8
<b>3</b>	Механизмларни кучга ҳисоблаш. Механизмларни динамик текшириш.	6	3	3	10
<b>4</b>	Тишли механизмларни синтези. Илашманинг асосий қонуни.	4	2	2	6
<b>5</b>	Тишни асосий ишчи кесимини тайёрлаш.	2	1	1	4
<b>6-7</b>	Планетар механизмлар. Дифференциал механизмлар.	4	2	2	6
<b>8</b>	Планетар механизмлар синтези.	2	1	1	8
<b>9</b>	Кулочокли механизмларни анализ қилиш.	4	2	2	6
<b>10</b>	Кулочокли механизмларнинг асосий ўлчамларини аниқлаш.	6	3	3	7
		36	18	18	59

2.1.1. Машина ва механизмлар назарияси фани ҳамда асосий тушунчалар ММН -янги машина ва механизмлар яратишда илмий асос бўлиб, юқори кўрсаткичли механизмлар лойиҳалашда турли текшириш усулларига эга тўла илмий оқимдир. Механизмларни ишлатиш жараёнида уларни оптимал кўрсаткичларини аниқлаш, текшириш, синтез қилиш ва машина – автоматларни муаммоларини ҳал қилиш - 2с.

2.1.2. ММН - ҳақида тушунча. Машина. Механизм. Механизм бўғинлари. Етакловчи ва етакланувчи бўғинлар. Қуйи ва олий кинематик жуфтлар. Кинематик занжирлар -2с.

2-мавзу.

2.1.3. Кинематик текшириш ва унинг олдида қўйилган масалалар. Механизмни керакли нукта ёки звеноларни тезлик ва тезланишларни аниқлаш - 2с.

2.1.4. Тезлик ва тезланиш аналоглари, компьютер ёрдамида механизмларни кинематик кўрсаткичларини аниқлаш. Очик занжир кинематикаси - 2с.

3-мавзу.

2.1.5. Механизмларни кучга ҳисоблаш. Кинематик занжирларни кинетостатик текшириш шартлари. Н. Е. Жуковецкий теоремаси - 2с.

2.1.6. Механизмларни динамик текшириш. Механизм бўғинларига таъсир этаётган кучларини синфлари. Текислик механизмлар учун келтирилган куч ва масса - 2с.

4-мавзу.

2.1.9. Тишли механизмларни синтези. Илашмани асосий қонуни. Эвольвентали илашма. Тишнинг асосий ўлчамлари - 4с.

5-мавзу.

2.1.16. Тишнинг асосий ишчи кесимини тайёрлаш кинематикаси. Тишли илашмани чизиш. Илашмани синтезида қўшимча шартлар - 2с.

6-7 мавзу.

2.1.17. Планетар механизмлар. Планетар узатмалар. Планетар узатмалар қутиси. Дифференциал механизмлар - 2с.

8-мавзу.

2.1.18. Ёпиқ планетар узатмалар ва уларни кинематик кўрсаткичларини аниқлаш -2с.

2.1.19. Планетар механизмларни синтези - 2с.

9-мавзу.

2.1.20. Кулачокли механизмларни анализ қилиш, кулачокнинг фаза бурчаклари. Турткичнинг тезлик ва тезланишларини аниқлаш - 2с.

2.1.21. Кулачокли механизмлар учун қутб тезлик ва тезланишлар планини қуриш. Узатиш бурчаги ҳақида тушунча - 2с.

10-мавзу.

2.1.22. Кулачокли механизмларни асосий ўлчамларни аниқлаш. Кулачокни минимал радиусини аниқлаш - 2с.

2.1.23. Кулачок профилини лойихалаш. Турткичи қайтма-илгариланма ҳаракат қилувчи кулачокли механизмларни лойихалаш-2с

2.1.24. Коромислоли кулачокли механизмларни лойихалаш-2с

3

**«ММН» ўқув курси бўйича маъруза ва амалий машғулотларда ўқитиш технологияларини ишлаб чиқишнинг концептуал асослари**

Олий таълимнинг бош масалаларидан бири талаба ёшларни замонавий илмий билимлар асослари билан қуролантириб уларни самарали амалий фаолиятга тайёрлашдан иборатдир.

Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётида амалга оширилаётган иқтисодий ислохатлар олий таълим тизими ўқув жараёнлари учун ҳам янги талабларни келтириб чиқармоқда. Шундай талаблардан бири ўқув жараёнида илгор педагогик ва таълим технологияларидан самарали фойдаланиш ҳисобланади. Таълим жараёнида педагогик ва таълим технологияларидан фойдаланишдан асосий мақсад таълим олувчида етарли даражада билим, малака ва кўникмаларни ҳосил қилиш асосида тингловчиларда эркин ва мустақил фикр баён қилиш кўникмаларини шакллантириш ҳисобланади. Таълим жараёнларига замонвий педагогик технологияларни қўллашда таълим олувчининг шахсини ҳурмат қилиш, ҳар бир шахснинг эркин фикр билдиришига имконият яратиш, ижод билан шугулланиши ва уз-узини ривожлантиришга қулай ижтимоий ва психологик муҳит яратиш орқали тингловчини шахс сифатида мустақил фикрлашга ундайди. Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А.Каримов Олий Мажлиснинг 14-сессиясида сузлаган нутқида: «Бизнинг олдимизда озод фуқаро шахсининг маънавиятини, бошқача айтганда, озод ҳар томонлама ривожланган, ўз ҳуқуқларини яхши биладиган, кучи ва қобилиятига ишониб таянадиган, атрофдаги ҳодисаларга ўзининг мустақил фикри ва муносабати мавжуд, ўз манфаатларини Ватан ва халқ манфаатлари билан уйғунлаштирадиган шахсни тарбиялаш вазифаси турибди» деб таъкидлаган эди. Кадрлар тайёрлаш миллий дастурида ҳам ўқув жараёнида илгор педагогик технологиялардан кенг фойдаланиш кўп марта такрорлаб ўтилган. Буларнинг барчаси «Механизм ва машиналар назарияси» махсус курси бўйича ўқув жараёнини технологиясини ишлаб чиқишга сабаб бўлди. Ушбу курс бўйича ўқув жараёнининг технологиясини ишлаб чиқишдаги асосий концептуал қоидалари қуйидагилардан иборат:

Мамлакатимизда Олий таълимнинг бундан кейинги ривожини барча фанларни ўрганишни тубдан яхшилаш ва такомиллаштиришни тақазо этмоқда. Уларнинг мазмуни ва усуллари фан ва техника ривожининг ҳозирги замон талаби ва келажагига мувофиқ бўлиши лозим.

Ўзбекистон ўз истиқлол ва тараққиёт йўлидан ривожланиб, халқаро майдонда ўзининг муносиб ўрнини топмоқда. Давлатимизнинг мустақил тараққиёт йўлини таъминлаш учун ижтимоий-сиёсий, иқтисодий, маданий ва маърифий соҳаларда чуқур ислохотлар амалга оширилмоқда. Жамият ва

инсон манфаатига қаратилган бу ислохотларнинг самараси бевосита таълим тизимида тайёрланаётган мутахассис кадрларнинг салоҳиятига боғлиқдир.

Шу боис мустақилликнинг дастлабки кунларидан бошлаб сифатли кадрлар тайёрлашга қодир миллий асосга қурилган ва жаҳондаги илғор давлатлар таълими тараққиёти тажрибаларига таянадиган кадрлар тайёрлаш тизимини яратиш асосий вазифаларидан бирига айланди. 1997 йилда қабул қилинган Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги қонуни ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” миллий таълим тараққиёти ва миллий кадрлар тайёрлаш тизими истиқболларини белгиловчи ҳужжат сифатида бу соҳадаги ишларни ривожлантиришда яна бир тарихий давр бошланишига замин яратди.

Ўзбекистон Республикаси Президенти ва ҳукумати ахборот технологиялари дастурий воситалари, маълумотларнинг ахборот базалари, мультимедиа асосида таълим жараёнини ахборотлаштириш, узлуксиз таълим тизимини ахборот тармоғи билан таъминлаш асосида жаҳон андозаларига мос келадиган кадрлар тайёрлаш масалаларига эътиборни сусайтирмай келмоқда. Узлуксиз таълимга ўтиш шароитида таълим муассасаларининг бу соҳадаги асосий вазифаларини аниқлаб, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси «Компьютерлаш тизимини янада ривожлантириш ва ахборот коммуникация технологияларини жорий этиш чора-тадбирлар тўғрисида»даги қарорида педагогика фани ва амалиёти олдида «... ўрта ва олий таълимнинг таълим стандартларига мувофиқ равишда электрон ўқитиш базасини яратиш, таълим муассасаларининг ахборот инфратузилмасини шакллантириш, барча ўқув муассасаларида инглиз тилини чуқур ўргатиш, шунингдек, республика ахборот тармоғида лотин алифбосига асосланган ўзбек тилидан фойдаланишнинг стандартлаштирилган механизминини ишлаб чиқиш ва жорий этиш дастурий чора-тадбирлар...»ни ишлаб чиқиш юклатилган.

Бироқ, Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Компьютерлаштиришни янада ривожлантириш ва ахборот коммуникация технологияларни жорий этиш тўғрисида»ги ПФ-3080-сонли фармони ва ушбу фармонни бажарилиши юзасидан Вазирлар Маҳкамасининг 2002 йил 8-июнда «2002-2010 йилларда компьютерлаштириш ва ахборот технологияларини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги қарорида жуда тўғри таъкидланганидек, узлуксиз таълим тизимида, шу жумладан, олий ўқув юртида таълим жараёнини ташкил этишнинг ҳозирги ҳолати илмий-техника, ижтимоий-иқтисодий тараққиётнинг тез ўсиб боровчи талабларига тўлиқ жавоб бермайди. Бошқача қилиб айтганда, аксарият кўпчилик мутахассислар тайёргарлигида ахборот технологиялари ўқитишнинг модулли тизими учун хос бўлган сифатлар - билимларнинг ҳаракатчанлиги, мустақил ва танқидий фикрлаш, ҳар қандай фаолиятда ижодийлик, мослашувчанлик ва ҳ.к. сустифодаланган.

Кадрлар тайёрлаш Миллий дастурининг иккинчи босқичи таълим жараёнидаги сифат кўрсаткичларини яхшилаш, яъни жаҳон андозаларига мос, рақобатбардош, юқори савияга эга бўлган мутахассислар тайёрлашдир. Ушбу мураккаб муаммоларни ечимини топиб уларни амалда кенг қўллаш

олий таълим тизими ходимлари олдига жуда катта вазифалар белгилайди. Бунда аниқ вазифалар сифатида бевосита ўқув жараёнини яхшилаш, ўқув дастурларини янада такомиллаштириш, ўқитишнинг замонавий педагогик технологияларини амалга жорий қилиш, техник воситаларидан кенг фойдаланиш ва шу асосда масофадан ўқитишни кенг жорий қилишдан иборатдир.

Таълим сифати ва усулига қараб билим ҳосил бўлади. Бу ўқитувчининг маҳоратинигина эмас, балки тингловчининг истак-хоҳиши, қобилияти ва билим даражасини ҳам белгилайди. Таълим узоқ давом этадиган жараёндир. Билим эса таълимнинг узлуксизлиги воситасида бериладиган мавҳум тушунчага эга бўлган ҳодисадир. Билим хусусийликка эга бўлса, таълим умумийликка эгадир. Таълим барча учун бир хилда давом этадиган жараён. Билим объектив борлиқдаги воқеа-ҳодисаларнинг инъикоси натижасида инсон миёсидаги мушоҳадалар ва тасаввурлар натижасида ҳосил бўладиган тушунчалар йиғиндиси сифатида намоён бўлади. Таълимдаги сифат уни беришда иштирок этадиган кишилар сифати билан белгиланса, билим индивидуалликка эга бўлади. Таълимни амалга оширадиган ёки дарс берадиган кишиларнинг савияси турлича бўлиши мумкин. Лекин гуруҳдаги талабаларга бериладиган таълим бир хилдир. Ўқитувчи билим эмас, балки таълим беради. Талаба эса ана шу таълим жараёнида билимга эга бўлади. Бунинг учун у мустақил ўқийди, тайёрланади, мушоҳада қилади, тасаввурларга эга бўлади, эшитганлари ва ўқитганларини синтез қилади. Натижада билимга эга бўлади.

Ўқув жараёни билан боғлиқ таълим сифатини белгиловчи ҳолатлар қуйидагилар: юқори илмий-педагогик даражада дарс бериш, муаммоли маърузалар ўқиш, дарсларни савол-жавоб тарзида қизиқарли ташкил қилиш, илғор педагогик технологиялардан ва мультимедиа қўлланмалардан фойдаланиш, тингловчиларни ундайдиган, ўйлантирадиган муаммоларни улар олдига қўйиш, талабчанлик, тингловчилар билан индивидуал ишлаш, ижодкорликка ундаш, эркин мулоқот юритишга, ижодий фикрлашга ўргатиш, илмий изланишга жалб қилиш ва бошқа тадбирлар таълим устиворлигини таъминлайди.

Замонавий Олий малакали мутахассисларга қўйиладиган талаблардан бири шуки, у ўз билимларини мустақил тўлдира олиши, заруратига қараб эса мутлақо янги билимларни ва янги фанларни эгаллай олишлари зарур. Талабаларни ўқитишнинг мазмуни ва усуллари ана шундай фаолиятга мумкин қадар максимал яқинлашган бўлиши зарур.

Айтилганлардан келиб чиқган ҳолда «Механизм ва машиналар назарияси» ўқув курси бўйича таълим технологиясини лойиҳалаштиришдаги асосий концептуал ёндошувларни келтирамиз:

**Шахсга йўналтирилган таълим.** Бу таълим ўз моҳиятига кўра таълим жараёнининг барча иштирокчиларини тўлақонли ривожланишларини кўзда тутди. Бу эса таълимни лойиҳалаштириладиганда, албатта, маълум бир таълим олувчининг шахсини эмас, аввало, келгусидаги мутахассислик фаолияти билан боғлиқ ўқиш мақсадларидан келиб чиқган ҳолда ёндошилишни назарда тутди.

**Тизимли ёндошув.** Таълим технологияси тизимнинг барча белгиларини ўзида мужассам этмоғи лозим: жарённинг мантиқийлиги, унинг барча бўғинларини ўзаро боғланганлиги, яхлитлиги.

**Фаолиятга йўналтирилган ёндошув.** Шахснинг жараёни сифатларини шакллантиришга, таълим олувчининг фаолиятни активлаштириш ва интенсифлаштириш, ўқув жараёнида унинг барча қобилияти ва имкониятлари, ташаббускорлигини очишга йўналтирилган таълимни ифодалайди.

**Диалогик ёндошув.** Бу ёндошув ўқув жараёни иштирокчиларнинг психологик бирлиги ва ўзаро муносабатларини яратиш заруриятини билдиради. Унинг натижасида шахснинг ўз-ўзини фаоллаштириши ва ўз-ўзини кўрсата олиши каби ижодий фаолияти кучаяди.

**Ҳамкорликдаги таълимни ташкил этиш.** Демократлилик, тенглик, таълим берувчи ва таълим олувчи ўртасидаги субъектив муносабатларда ҳамкорликни, мақсад ва фаолият мазмунини шакллантиришда ва эришилган натижаларни баҳолашда биргаликда ишлашни жорий этишга эътиборни қаратиш зарурлигини билдиради.

**Муаммоли таълим.** Таълим мазмунини муаммоли тарзда тақдим қилиш орқали таълим олувчи фаолиятини активлаштириш усулларида бири. Бунда илмий билимни объектив қарама-қаршилиги ва уни ҳал этиш усуллари, диалектик мушоҳадани шакллантириш ва ривожлантиришни, амалий фаолиятга уларни ижодий тарзда қўллашни мустақил ижодий фаолияти таъминланади.

**Ахборотни тақдим қилишнинг замонавий воситалари ва усуллари қўллаш** – янги компьютер ва ахборот технологияларини ўқув жараёнига қўллаш.

**Келтирилган концептуал йўриқларга асосланган ҳолда,** «ММН» курсининг мақсади, тузилмаси, ўқув ахборотининг мазмуни ва ҳажмидан келиб чиққан ҳолда, маълум шароит ва ўқув режасида ўрнатилган вақт оралиғида ўқитишни, коммуникацияни, ахборотни ва уларни биргаликдаги бошқаришни кафолатлайдиган усуллари ва воситалари танлови амалга оширилди.

**Ўқитишнинг усуллари ва техникаси.** Маъруза (кириш, мавзуга оид, визуаллаш), муаммовий усул, кейс-стади, пинборд, парадокслар ва лойиҳалар усуллари, амалий ишлаш усули.

**Ўқитишни ташкил этиш шакллари:** диалог, полилог, мулоқот ҳамкорлик ва ўзаро ўрганишга асосланган фронтал, коллектив ва гуруҳ.

**Ўқитиш воситалари** ўқитишнинг анъанавий шакллари (дарслик, маъруза матни) билан бир қаторда - компьютер ва ахборот технологиялари.

**Коммуникация усуллари:** тингловчилар билан оператив тескари алоқага асосланган бевосита ўзаро муносабатлар.

**Тескари алоқа усуллари ва воситалари:** кузатиш, блиц-сўров, оралик ва жорий ва яқунловчи назорат натижаларини таҳлили асосида ўқитиш диагностикаси.

**Бошқариш усуллари ва воситалари:** ўқув машғулоти босқичларини белгилаб берувчи технологик карта кўринишидаги ўқув машғулотларини режалаштириш, қўйилган мақсадга эришишда ўқитувчи ва тингловчининг биргаликдаги ҳаракати, нафақат аудитория машғулотлари, балки аудиториядан ташқари мустақил ишларнинг назорати.

**Мониторинг ва баҳолаш:** ўқув машғулотида ҳам бутун курс давомида ҳам ўқитишнинг натижаларини режали тарзда кузатиб бориш. Курс охирида тест топшириқлари ёрдамида тингловчиларнинг билимлари баҳоланади.

---

---

**МАЪРУЗА, АМАЛИЙ ВА ЛАБОРАТОРИЯ  
МАШҒУЛОТЛАРНИНГ ТАЪЛИМ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

---

---

1- мавзу	ММН фани, уни мақсади ва билиш усуллари
----------	---

### 2.1.1.Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 30 - 70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Кириш, визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ММН фани ҳақида тушунча;</li> <li>2. Машина, механизм, механизм бўғинлари;</li> <li>3. Қуйи, олий кинематик жуфтлар;</li> <li>4. Кинематик занжирлар;</li> <li>5. Механизмларни ишлатиш жараёнида уларни самарали кўрсаткичларини аниқлаш;</li> <li>6. ММН фанининг вазифалари ва бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги.</li> </ol>
<p>Ўқув машғулотининг мақсади: ММН фани талабаларни машина ва механизмларни текшириш ва лойиҳалаш усуллари билан таништиришдир. Булар кейинги махсус муҳандислик фанларини ўрганиш, автомобил ва турли йўл-қурилиш машиналарини таъмирлаш ва ишлатиш жараёнида муҳим ўрин тутади.</p>	
<p>Педагогик вазифалар.</p> <p>-ММН фани бакалаврларни тайёрлашда асосий махсус умумназарий фан бўлиб, келажакда ўқиладиган малакавий фанлар учун асос ҳисобланади;</p> <p>-ММН фани орқали талабалар машиналардан фойдаланиш, иш жараёнларини ва машиналардан фойдаланиш кўрсаткичларини аниқлаш назарий асосларини ўргатади;</p> <p>-машиналарни иш унумдорлигини аниқлаш усуллари ўрганиш;</p> <p>-машиналар иш жараёни технологияларини ўрганиш.</p>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба:</p> <p>-ММН фанининг нималигини изоҳлайди;</p> <p>-ММН фанидаги тушунчаларга изоҳ беради;</p> <p>-Машиналарнинг иш жараёнини, кўрсаткич-ларини аниқлашни билишлари;</p> <p>-Машиналарнинг иш унумдорлигини топиши;</p> <p>-ММН фанининг бошқа фанлар билан ўзаро алоқасини ва фанлар ичида тутган ўрнини тавсифлайди.</p>
Ўқитиш услуби ва техникаси	Визуал маъруза, блиц-сўров, баён қилиш, кластер, «ха-йўқ» техникаси
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ ва жуфтликларда ишлаш.
Ўқитиш шарт-шароити	Проектор, компьютер билан жиҳозланган аудитория
Мониторинг ва баҳолаш	Кузатиш, тезкор-саволлар ва тестлар

## Маъруза машгулотининг технологик картаси (1-машгулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1.Мавзу, унинг мақсади, ўқув машгулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади (Илова 1).	1.1. Эшитади, ёзиб олади
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <p>-ММН доир қандай атамаларни биласиз?</p> <p>Машина, механизм, кинематик жуфт деб нимага айтилади? (Илова 2).</p> <p>2.2.Ўқитувчи визуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади.</p> <p>Текисликда ва фазода кинематик жуфтлар, машина ва механизмларнинг турларга бўлинишини шархлайди.</p> <p>2.3.Механизмларда эркинлик даражасини аниқлашни тушунтириб беради, мисоллар келтиради.</p> <p>а).ММН фани нимани ўргатади?</p> <p>б).Бошқа фанлар билан қандай боғлиқлиги бор ва аҳамияти нимада каби саволлар орқали ММН фанини тушунтириб беради. (Илова 3).</p> <p>2.4.Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади.</p> <p>Навбат билан бир-бирларини такроламай атамаларни айти-шади.</p> <p>Ўйлайди, жавоб беради.</p> <p>2.2.Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3.Эслаб қолади, ёзади.</p> <p>Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади</p> <p>Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради.</p>
3-босқич Якуний (10мин)	<p>3.1.Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади.</p> <p>Фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2.Мустақил иш учун вазифа; мураккаб механизм учун эркинлик даражасини топиш вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.</p>	<p>3.1. Эшитади, аниқлаштира-ди.</p> <p>3.2.Топширикни ёзиб олади.</p>

## Маърузанинг мазмуни бўйича кўргазмали слайдлари

1-мавзу. *ММН фанига кириш.*

Илова -1

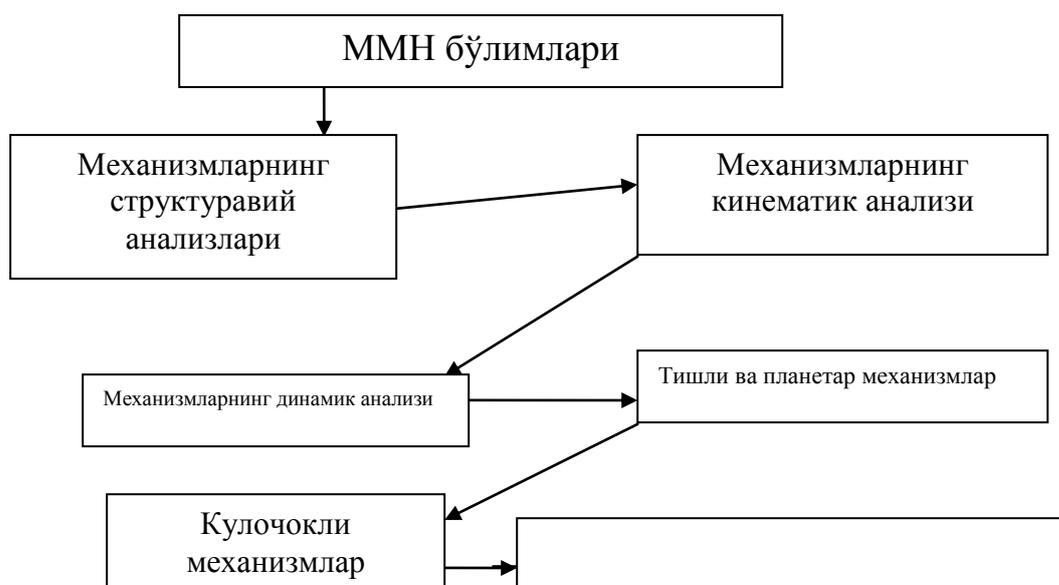
1. **Механизмларнинг турлари.**
  2. **Фазовий механизмдаги кинематик жуфтларнинг турлари.**
- Текисликдаги механизмларда кинематик жуфтларнинг турлари.**

Илова -2

### Таянч тушунча ва иборалар

**Механизм, машина, кинематик жуфт, очиқ кинематик занжир, қуйи ва олий кинематик жуфтлар, ички ёниш двигателлари, технологик машиналар, энергетик машиналар, ер усти транспорт машиналари, кибернетика машиналари.**

Илова-3



Илова-2(1.1))

### Асосий адабиётлар.

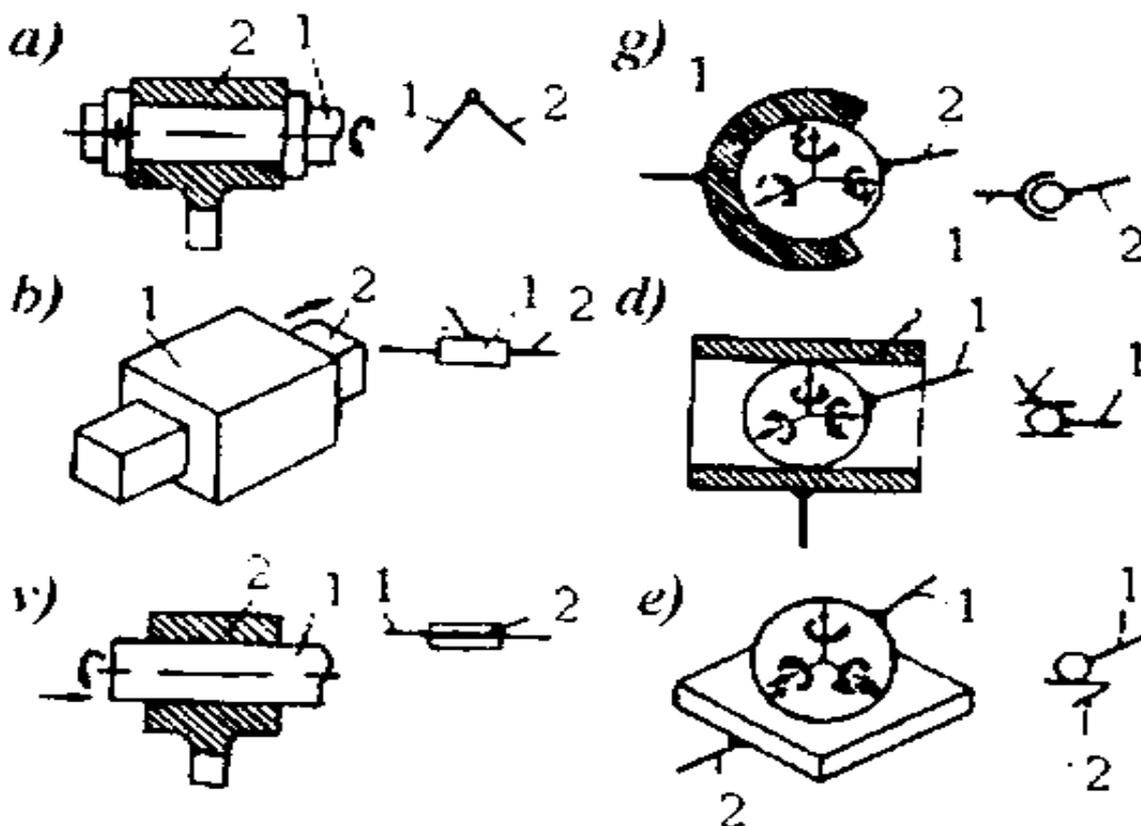
1. К.В. Фролов ва бошқалар “ТММ” Москва, 2003 йил (рус тилида).
2. К.В. Фролов ва бошқалар “ММН” Тошкент, Ўқитувчи 1991 йил (ўзбек тилида).
3. И.И. Артоболевский “Теория механизмов и машин” Москва, 1988 йил (рус тилида).
4. Х.Х. Усмонхўжаев “Машина ва механизмлар назарияси”, Тошкент 1961, 1970, 1981 йиллар (ўзбек тилида).
5. Джураев А ва б. “Механизмлар ва машина назарияси” Т, Ўқитувчи, 2004 й.

### Қўшимча адабиётлар.

1. Р. Рустамхўжаев “Машина ва механизмлар назариясидан масала ҳамда мисоллар тўплами”, Тошкент, Ўқитувчи, 1987 й. (ўзбек тилида).
2. З.Х. Иззатов “Машина ва механизмлар назариясидан лаборатория машғулоти” Тошкент, Ўқитувчи 1979 й. (ўзбек тилида).
3. Р.Х. Қодиров “Машина ва механизмлар назариясидан курсовий лойиҳалаш” Тошкент, Ўқитувчи 1990 йил (ўзбек тилида).
4. А.С. Кореняко “Машина ва механизмлар назариясидан курс лойиҳаси” 1979 йил (рус тилида).
5. Qodirov R.X., Alimuhamedov SH. P., Ahmedjonov YU.A. “Mashina va mehanizmlar nazariyasidan kursoviy loyihalash” (nazariy qism) – o‘quv qo‘llanma T.TAII 2006y.

Илова 1.

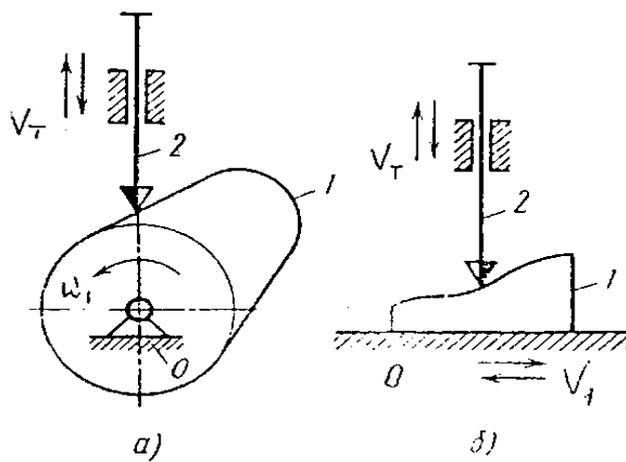
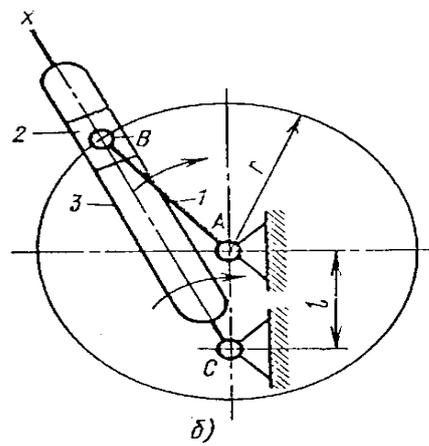
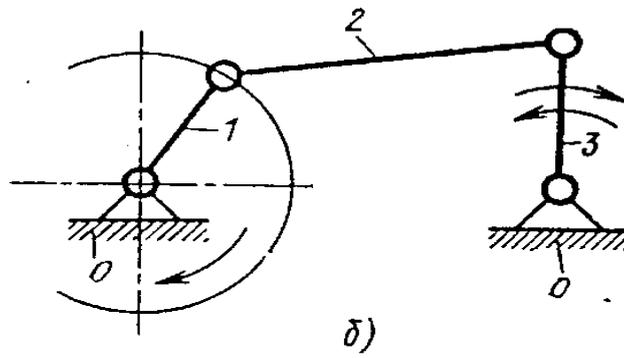
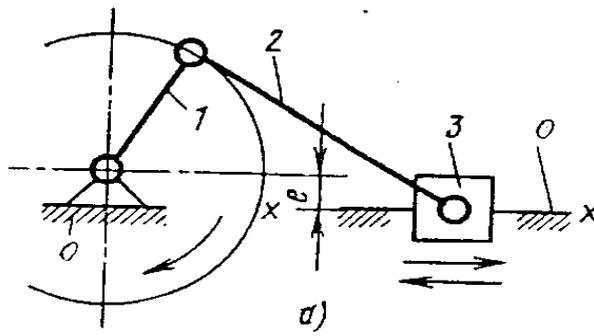
### Фазода ҳаракат қилувчи механизмларда кинематик жуфтларнинг турлари

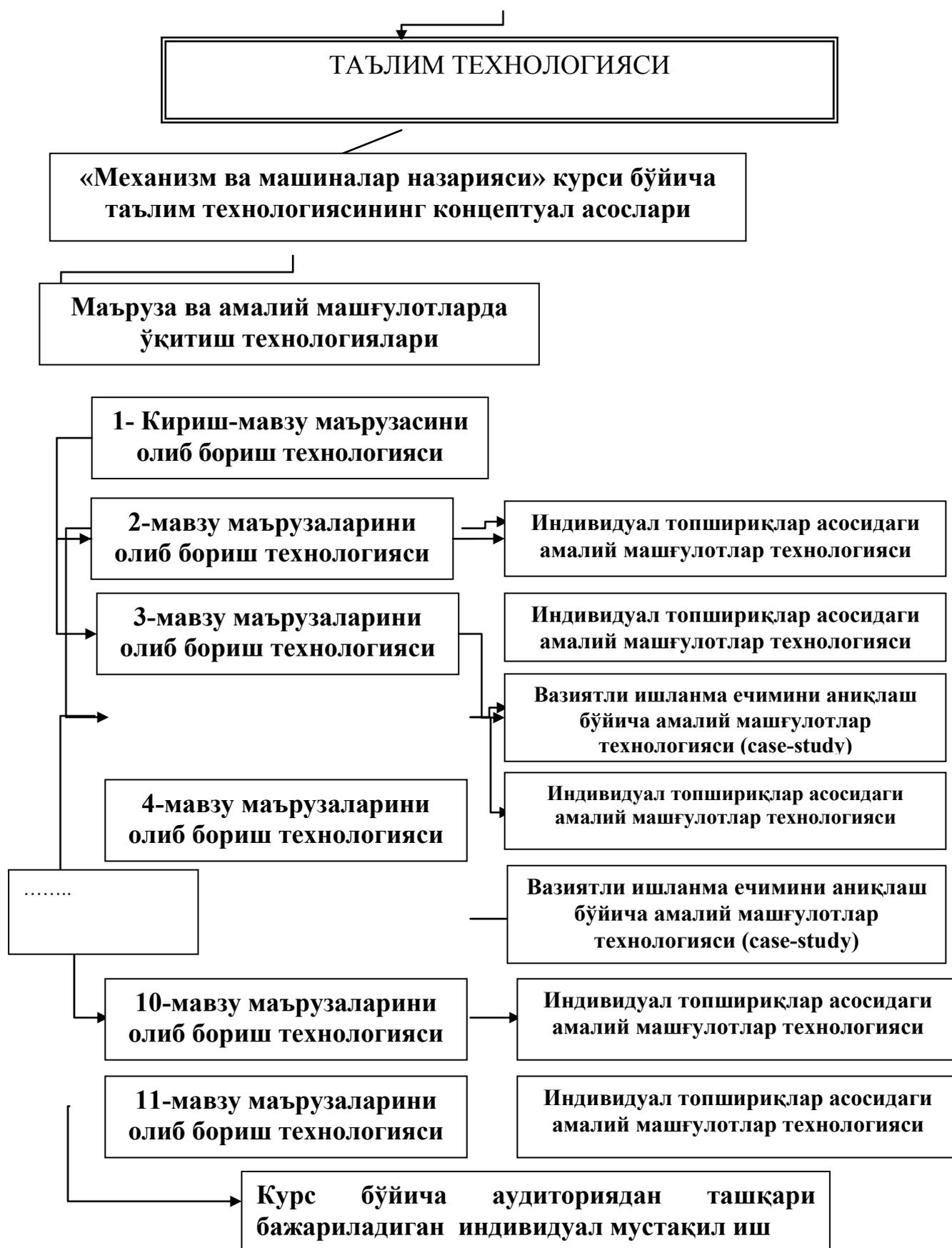


Илова 2.



Механизмларнинг турлари





Муддати	Назорат шакли	Рейтинг баллари
Амалий машғулот дарсида	Амалий машғулот инди - видуал топшириқларни бажариш ва гуруҳда ишлаш	30
Маъруза дарсида	Маъруза дарсида фаол иштирок этиш ва топшириқларни бажариш	0
1, 2 – жорий назоратгача	Мустақил иш	10
Амалий машғулот дарсида 1-2 оралик назорат	оралиқ назорат саволларига жавоб бериш	30
Курс якунида	ёзма иш топшириш	30
	Жами	100

85,1%- 100 % → 85,1- 100 балл «Аъло»  
 70,1%- 85 % → 70,1- 85 балл «Яхши»  
 55,1%- 70 % → 55,1- 70 балл «қоникарли»

Курс бўйича баҳолашда билиш, тушуниш, тадбиқ қила олиш, таҳлил қилиш ва баҳолаш мезонлари асосида баҳоланади.

Асосий тушунчаларни билади	Мавзу бўйича асосий модел ва усулларни тушунади	Усулларни қўллай олади	Натижаларни таҳлил қила олади
20%	20%	30%	30%

Ижодий ёндошув бўйича баҳолаш мезонлари қуйидагича:

Иқтисодий масаланинг мақсадини аниқлаган ҳолда математик моделини шакллантира олади	Масаланинг натижалари бўйича баҳо бера олади ва хулоса қила олади
50%	50%

#### Илова-5(1.1)

Механизм, машиналар назарияси фанининг предмети

“Механизм, машиналар назарияси” фани машиналар механикаси фанидан ажралиб чиққан бўлиб, у ҳозирги замон фан ва техникасининг ривожланиши иш унумдорлигини оширувчи ва инсон меҳнاتини енгиллаштирувчи, ҳамда табиат қонунларини ва инсон ҳаётини ўрганувчи янги машиналарни яратишга олиб келади.

Механизм, машиналар назарияси фани асосан, математика,

назарий механика ва физика фанлари қонуниятларига асосланган фандир.

XX- асрнинг 40 йилларида электрон ҳисоблаш машиналарининг кашф қилиниши, айниқса, ахборот технологияларининг кейинги тараққиёти, бир томондан математик усулларнинг имкониятини оширди ва иккинчи томондан унинг тадбиқлари доирасини кескин кенгайтди.

Юқорилардан келиб чиқиб ММН фанининг предмети ўрганаётган нарсаларнинг фазовий форма, моделлари ва улар орасидаги метрик муносабатлардир.

Илова-6(1.1)

Физикадаги  $S = \frac{gt^2}{2}$  формула юқоридан пастга эркин тушаётган жисмнинг босиб ўтган йўли билан вақтни боғлайди, бу ерда  $g$  эркин тушаётган жисмнинг жойга боғлиқ булган тезланишидир Бу формула қаралаётган жараён модел тенглама орқали ифода этилганини кўрсатиб турибди

Илова-7(1.1)

#### Модел

*Таъриф. Биз ўрганмоқчи бўлган борлиқ объектнинг ёки ҳаёлий нарсанинг энг муҳим хусусиятларини ифода қилувчи, унинг муҳим параметрларини ўзида мужассам қилган материал ёки идеал кўрилмага модел дейилади.*

Илова-8(1.1)

Математик моделлар идеал моделлар сирасига киради. Бу моделлар одатда математик белгилар, сонлар, функциялар, тенгламалар, графиклар ва ҳаказолар ёрдамида кўрилади.

Математик модел ўрганилаётган жараён ёки объектнинг муҳим параметрларини, хоссаларини ўзида мужасамлаштирган математик тавсифи

#### Моделлаштиришнинг турлари



**Иқтисодий объектларнинг математик моделлари**

**Иқтисодий моделларни кўришда қуйидагиларга риоя қилиш талаб қилинади.**

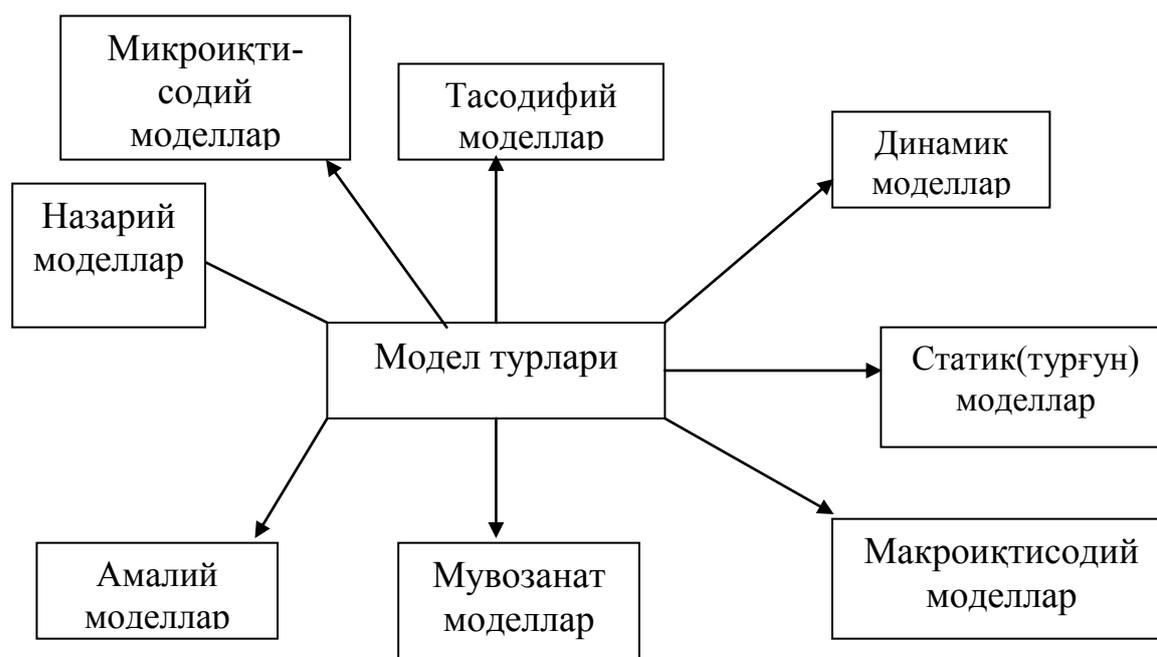
- 1) изланишнинг предмети ва мақсади баён қилинади;
- 2) қаралаётган иқтисодий объектдаги таркибий ва функционал элементлардан кўзланаётган мақсадга жавоб берувчилари ажратиб олиниб, шу элементларнинг энг муҳим сифат кўрсаткичлари баён этилади;

3) модел элементлари орасидаги боғланишлар сифати жиҳатлари сўз билан ифода қилиниб берилади;

иқтисодий объектнинг кўрсаткичларини белгилар ёрдамида ифодалаб, улар орасида боғланишларни имкони борича формаллаштириш керак бўлади. Натижада қаралаётган иқтисодий объектнинг математик модели тузилади, ҳосил бўлади; яратилган математик модел ёрдамида ҳисоб-китоблар олиб борилиб, олинган натижалар таҳлил қилинади

**Масалан формула:**  $x = x_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)$  орқали кўрилган математик моделни

турли маънода иқтисодий талқин этиш мумкин. Айтайлик, масалан банкнинг йиллик ставка фоизи 20% бўлса ( $p = 20$ ), бир йилдан сўнг 12000 сўм олиш учун ( $x = 12000$ ) банкка неча сўм ( $x_0 = ?$ ) қўйиш лозим, деган масала юқоридаги формула ёрдамида ечилади. Шунингдек, қуйидаги масалада яъни, техник янгиланишлар натижасида завод бир йилдаги ўртача иш унумдорлиги 20 % га ( $p = 20$ ) ортган бўлиб, йил охирида 12000 дона ( $x = 12000$ ) маҳсулот ишлаб чиққан бўлса, техник янгиланишдан аввал заводнинг ишлаб чиқариш ҳажми ( $x_0 = ?$ ) қанча бўлган, деган масала ҳам шу формула орқали ифодаланади.



### Иқтисодда учрайдиган функциялар.

Иқтисодий назария ва амалиётда функция кенг қўлланилади. Иқтисодда учрайдиган функциялар турлари ранг барангдир, чизиқли функциядан тортиб то махсус функция деб номланувчи функцияларгача қўлланилади.

Юқорида келтирилган элементар функциялар деб номланган функцияларнинг деярли барчаси иқтисодда қўлланилади.

Иқтисодда тез-тез учрайдиган ва ўзининг иқтисодий номига эга бўлган функциялар қаторига қуйидагиларни келтириш мумкин.

1. Фойдалилик функцияси. Бу функция фойдалиликни маълум бир факторлар таъсирига, боғлиқлигини аниқлайди.

2. Ишлаб чиқариш функцияси. Бу функция ишлаб чиқариш фаолияти натижасини, шу фаолиятнинг аниқловчи факторларга боғлиқлигини аниқлайди.

3. Маҳсулот ҳажми функцияси. Бу функция ишлаб чиқаришда маҳсулот ҳажмини ҳом-ашё захираси ва истеъмолчига боғлиқлигини аниқлайди.

4. Сарф-харажат функцияси. Бу функция ишлаб чиқаришда сарф – харажатларни маҳсулот ҳажми билан боғлиқлигини аниқлайди.

5. Талаб, истеъмол ва таклиф функциялари. Бу функциялар маҳсулотга бўлган талаб, истеъмол ва таклиф ҳажмларини турли

**факторларга (масалан, нарх-наво, даромад ва бошқа) боғлиқлигини аниқлайди.**

**Маълумки иқтисодий жараёнлар кўп факторлар таъсири натижасида юзага келгани учун уларни характерловчи функциялар кўп ўзгарувчилик функциялар бўлади.**

**Илова-12(1.1)**

### **Хулоса.**

**1. ММН табиат ва жамиятдаги реал жараёнларнинг математик моделини ўрганувчи фандир.**

**2. Модел: реал ёки ҳаёлий (идеал, абстракт) объектларнинг энг асосий хусусиятларини ифода қилувчи, унинг муҳим параметрларини ўзида мужассам қилган материал ёки идеал қурилма бўлиб, моделларнинг бир қанча турлари мавжуддир.**

**3. Математик моделлаштириш идеал моделлар сирасига киради. У сонлар, символлар, функциялар, тенгламалар, тенгсизликлар, графиклар ва ҳоказолар ёрдамида берилади ва ўрганилаётган жараённинг асосий қонуниятларини очиш учун хизмат қилади.**

**Илова-13(1.1))**

### **Мустақил таълим учун саволлар**

- 1. ММН фани предмети.**
- 2. Берилган масаланинг моделини қуриш учун нималар керак ?**
- 3. Қандай турдаги моделларни биласиз?**
- 4. Математик моделлаштиришнинг физик моделлаштириш билан фарқли томонлари нимада?**
- 5. Моделлаштириш жараёни босқичлари нималардан иборат?**
- 6. Графоаналитик усуллар ёрдамида иқтисодий масалани ифодалаш қандай амалга оширилади?**
- 7. Математик моделлаштириш нима?**
- 8. MS Office дастурлари ёрдамида компьютер моделлаштириш имкониятлари нималарда деб биласиз**
- 9. Моделнинг таърифи.**
- 10. Моделнинг турлари.**
- 11. Математик моделлар .**
- 12. Иқтисодий объект (жараён) ларнинг математик моделлари ва уларга қўйиладиган талаблар.**
- 13. Моделлаштириш нима учун керак?**

1- мавзу	ММН фани, уни мақсади ва билиш усуллари
----------	---

### 2.1.1.Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 30 - 70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Кириш, визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ММН фани ҳақида тушунча;</li> <li>2. Машина, механизм, механизм бўғинлари;</li> <li>3. Қуйи, олий кинематик жуфтлар;</li> <li>4. Кинематик занжирлар;</li> <li>5. Механизмларни ишлатиш жараёнида уларни самарали кўрсаткичларини аниқлаш;</li> <li>6. ММН фанининг вазифалари ва бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади: ММН фани талабаларни машина ва механизмларни текшириш ва лойиҳалаш усуллари билан таништиришдир. Булар кейинги махсус муҳандислик фанларини ўрганиш, автомобил ва турли йўл-қурилиш машиналарини таъмирлаш ва ишлатиш жараёнида муҳим ўрин тутлади.	
<p>Педагогик вазифалар.</p> <p>-ММН фани бакалаврларни тайёрлашда асосий махсус умумназарий фан бўлиб, келажакда ўқиладиган малакавий фанлар учун асос ҳисобланади;</p> <p>-ММН фани орқали талабалар машиналар-дан фойдаланиш, иш жараёнларини ва машиналардан фойдаланиш кўрсаткичларини аниқлаш назарий асосларини ўргатади;</p> <p>-машиналарни иш унумдорлигини аниқлаш усуллари ўрганиш;</p> <p>-машиналар иш жараёни технологияларини ўрганиш.</p>	Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба: -ММН фанининг нималигини изоҳлайди; -ММН фанидаги тушунчаларга изоҳ беради; -Машиналарнинг иш жараёнини, кўрсаткич-ларини аниқлашни билишлари; -Машиналарнинг иш унумдорлигини топиши; -ММН фанининг бошқа фанлар билан ўзаро алоқасини ва фанлар ичида тутган ўрнини тавсифлайди.
Ўқитиш услуби ва техникаси	Визуал маъруза, блиц-сўров, баён қилиш, кластер, «ха-йўк» техникаси
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ ва жуфтликларда ишлаш.
Ўқитиш шарт-шароити	Проектор, компьютер билан жихозланган аудитория

## Маъруза машгулотининг технологик картаси (1-машгулот)

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1.Мавзу, унинг мақсади, ўқув машгулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади (Илова 1.1.).	1.1. Эшитади, ёзиб олади
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтқазилади. (Илова 1.2.).</p> <p>-ММН доир қандай атамаларни биласиз?</p> <p>Машина, механизм, кинематик жуфт деб нимага айтилади?</p> <p>2.2.Ўқитувчи визуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади.</p> <p>Текисликда ва фазода кинематик жуфтлар, машина ва механизмларнинг турларга бўлинишини шархлайди.</p> <p>2.3.Механизмларда эркинлик даражасини аниқлашни тушунтириб беради, мисоллар келтиради.</p> <p>а). ММН фани нимани ўргатади?</p> <p>б). Бошқа фанлар билан қандай боғлиқлиги бор ва аҳамияти нимада каби саволлар орқали ММН фанини тушунтириб беради.</p> <p>2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади.</p> <p>Навбат билан бир-бирларини такрорламай атамаларни айтишади.</p> <p>Ўйлайди, жавоб беради.</p> <p>2.2.Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради.</p>
3-босқич Яқуний (10мин)	<p>3.1.Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. (Илова 1.3.).</p> <p>Фаол иштирик этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2.Мустақил иш учун вазифа; мураккаб механизм учун эркинлик даражасини топиш вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.</p>	<p>3.1. Эшитади, аниқлаштиради.</p> <p>3.2.Топшириқни ёзиб олади.</p>

## **1-Маъруза.**

### **Мавзу-1. Кириш. Механизмларни структуравий анализи (4-соат).**

#### **Таянч сўзлар ва тушунчалар.**

Машина, механизм, автоматлар, робот, манипуляторлар, мослама, кинематика, динамика, анализ, синтез, структура, механика.

**Мавзу:** Механизм ва машиналар назарияси фани, вазифалари, роли.

#### **Маъруза режаси:**

1. Кириш. ММН фанининг механика тараққиётидаги роли. ММН фанининг вазифалари.

2. ММН фаннини мазмуни ва уни умуммуҳандислик фанлари орасидаги ўрни.

3. Машина, механизм, тушунчалари, машинанинг турлари, унга талаблар.

4. Автоматлар, робот манипуляторлар ҳақида тушунчалар. Машина ва механизмларни лойиҳалашда компьютернинг ўрни.

5. Машина асосини ташкил этувчи механизмлар.

#### **А д а б и ё т л а р:**

1. Ҳ.Х. Усмонхўжаев. “Механизм ва машиналар назарияси” 1981 й. 3-20 бетлар.

2. К.В. Фролов ва бошқалар “Механизм ва машиналар назарияси”, Ўқитуви, 1990й, 4-17 бетлар.

1. Ҳаётимизни машиналарсиз тасаввур қилиб бўлмайди. Мавжуд машина ва мосламаларни ҳаракатини, ишлашини таҳлил қилиш, янги машиналарни яратиш, фан техника тараққиётини асосини ташкил этади. Ушбу масаларни ҳал қилишда машина ва механизмлар назарияси фани асосий ўрин эгаллайди.

Механизм ва машиналар назарияси (ММН) фани механизмларнинг тузилишини, уларни кинематикасини ва динамикасини анализ ҳамда синтез қилиш масалаларни ўргатади.

ММН куйдаги асосий масалаларни ҳал қилади ва текширади:

а) Механизмлар анализи – бунда мавжуд механизмлар структура схемаси, кинематикаси ва динамикаси жиҳатидан текширилади.

в) Механизмлар синтези. (Механизмларни лойиҳалаш)- берилган геометрик, кинематик ва динамик параметрлар бўйича талаб қилинган ҳаракат қонунини амалга оширувчи механизм лойиҳалаш (яратиш) масаласини ечади.

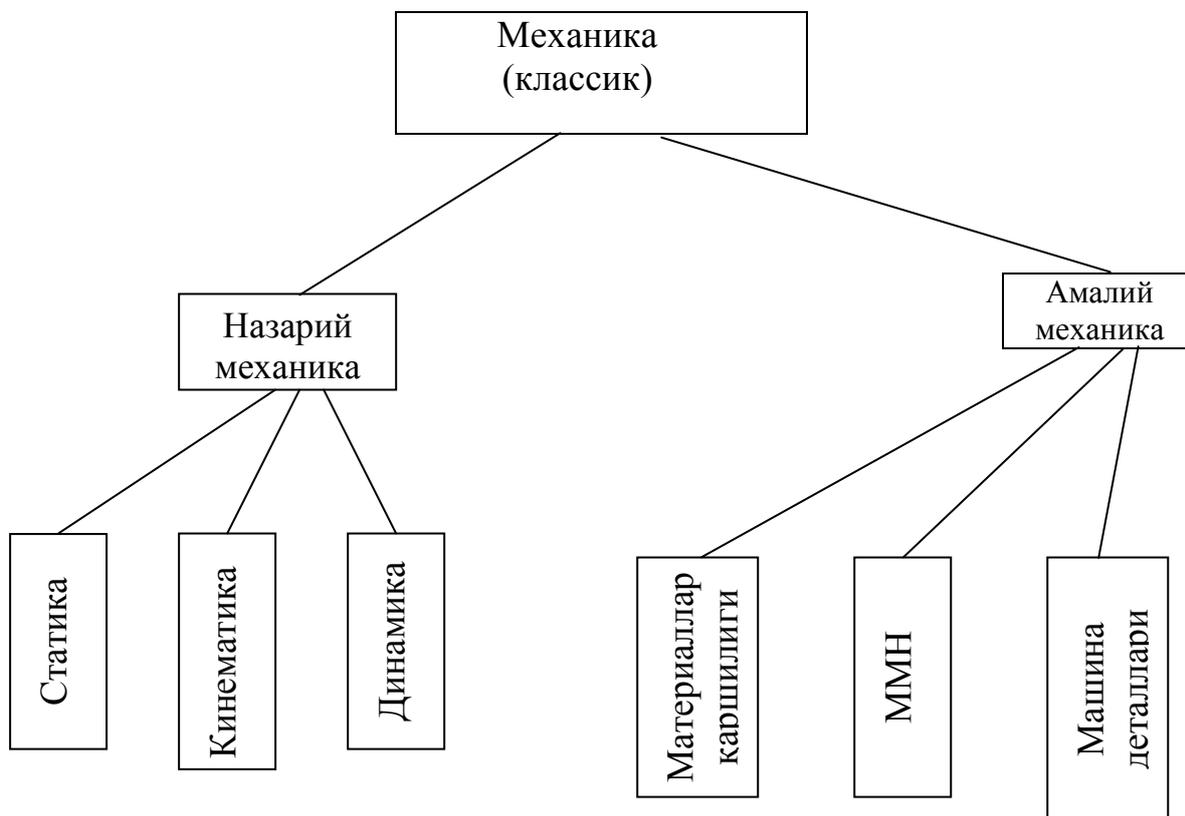
с) Машина ярим автомат ва автомат – системаларнинг бошқариш назарияси.

Механизмни ҳаракатига содир бўладиган қўзғалиш, тезлик, тезланиш ва ўзгариш қонунларини ўрганиш ва шу асосда янги механизмларни яратиш ММН фанининг асосий вазифасидир.

Ҳозирда компьютерда янги программаларни яратилиши турли машина ва механизмларни лойиҳалаш усулларини такомиллаштириш вазифасидир.

2. ММН фани механика фанига асосланади. Механика асосан икки қисмдан иборатдир. Умуммухандислик фанларини ўзаро боғлиқлиги куйдаги схема орқали ифодаланган:

Илова 1.1.



Расм.-1.1

3. Машина- инсон ақилий ва жисмоний меҳнатини осонлаштирувчи ва меҳнат унумдорлиги ошириш, ишлаб чиқаришнинг ақлий ва физиологик вазифаларни бажариш йўлида ишлатиладиган ва инсон томонидан яратиладиган сунъий мосламадир.

Машина маълум тартибда тузилган бўлиб унинг қисмлари муайин ҳаракат қилади ва фойдали иш бажаради.

Машиналарга куйдаги талаблар қўйилади:

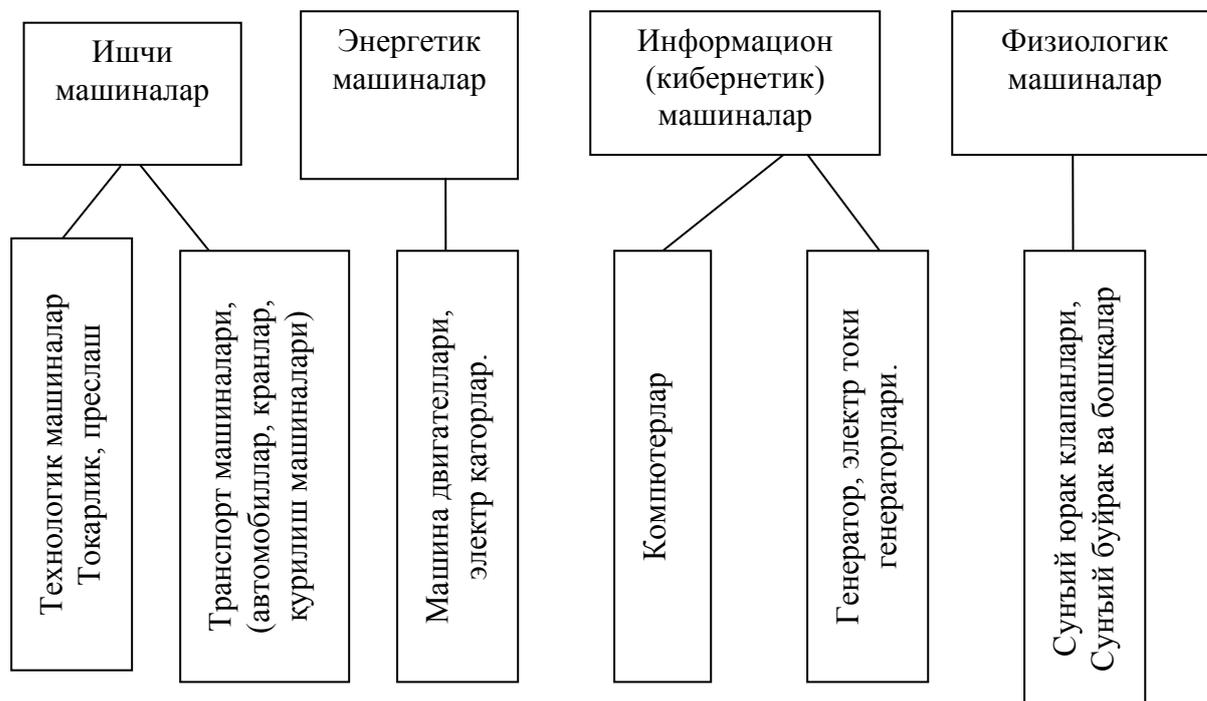
1. Юқори унумдорлик ва сифат;
2. Иқтисодий тежамкорлик;
3. Соддалик, қулайлик, хавфсизлик;
4. Дидга мослик (ихчам ва чиройли-дизайин талаби).

Машиналар асосан уч қисмдан – юритувчи, узатувчи ва технологик жараённи бажарувчи (ишчи) механизмларда иборат.

Машинани асосини кўп ҳолларда ричагли, кулачокли, тишли механизмлар ташкил қилади.

Машиналарнинг куйидаги асосий турлари мавжуддир:  
Машиналар

Илова 1.2.

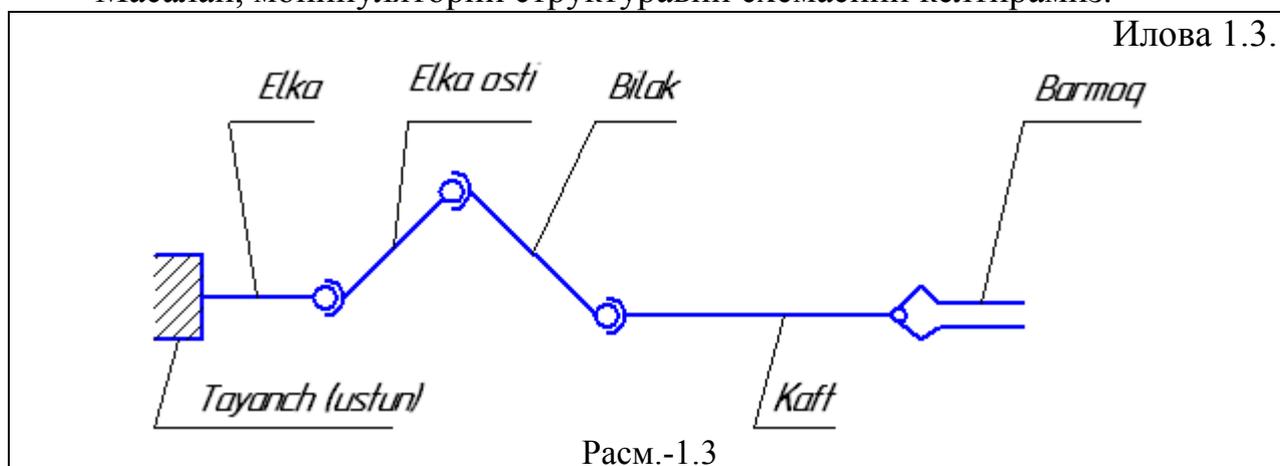


Расм-1.2

4. Белгиланган ишни (харакатни) инсонни иштироксиз амалга оширадиган машиналарга автоматлар дейилади. Агарда машина ҳаракатида инсонни иштироки қисман бўлса, уна ярим автомат дейилади.

Инсонни ёки ҳайвонларни сунъий моделлари роботлар дейилади.

Масалан, манипуляторни структуравий схемасини келтирамыз.



Расм.-1.3

Машиналар турли механизмлардан иборат. Механизм деб, жисмларни (звеноларни) сунъий ҳолда боғланиб, бирининг ҳолатига боғлиқ қолганларнинг ҳаракатининг таъминловчи системага айтилади.

Механизм воситасида маълум ҳаракат ҳосил қилиши ёки бирор ҳаракат ўзгартирилиши мумкин.

Умуман куйдаги механизм турлари мавжуд:

1. Ричагли механизмлар.
2. Мушт-ричагли механизмлар.
3. Тишли ғилдиракли механизмлар.
4. Винтли механизмлар.
5. Фрикцион (ишқаланиш) механизмлар.
6. Эгилувчан звеноли механизмлар.
7. Эластик звеноли механизмлар.
8. Гидравлик ва кинематик механизмлар.
9. Электрик (Эл. момент) механизмлар.
10. Электрон механизмлар

### **Назорат саволлари.**

1. ММН фаининг машинасозликдаги роли қандай?
2. Машина ва механизм деб нимага айтилади?
3. ММН фани қандай жисмлардан иборат?
4. Машинага қандай талаблар қўйилади?
5. Машиналар қандай қисмлардан иборат?

### **2-Маъруза.**

Мавзу: **Машина ва механизмларнинг тузилиш асослари.**

#### **Таянч сўзлар ва тушунчалар.**

Звено, кинематик жуфт, кинематик занжир, кинематик элемент, кўзғаланувчанлик даражаси, ортикча боғланишлар, пассив звенолар. Ассур гурухи, структуравий формула, ортикча боғланишлар.

Мавзу режаси:

1. Детал, звено, кинематик жуфт. Звено ва уларнинг турлари. Ричагли механизмларнинг тузилиши.
2. Кинематик жуфт. Кинематик жуфтларнинг синфларга бўлиниши
3. Кинематик занжир ҳақида тушунчалар.
4. Механизмларнинг кўзғалувчанлик даражаси.
5. Ортикча боғланишлар. Пассив звенолар.
6. Механизмларни Ассур гурухларига бўлиниши.

#### **Адабиётлар:**

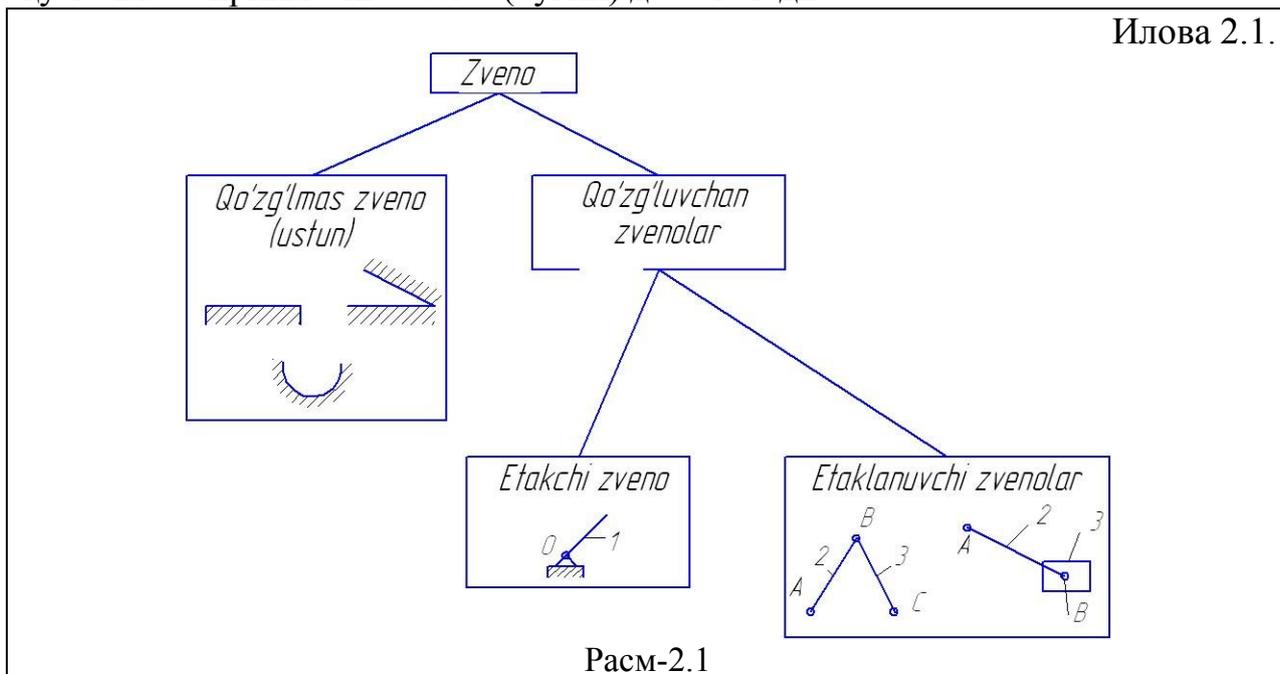
1. Х.Х. Усмонхўжаев “Машина ва механизмлар назарияси” 1981й. 39-57 бетлар.
2. К.В. Фролов ва бошқалар. “Машина ва механизмлар назарияси” Тошкент, “Ўқитувчи” -1990й. 18-48 бетлар.
3. Р.Х. Қодиров “Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш” Тошкент “Ўқитувчи”-1990й. 6-11 бетлар.

Бу бўлимда биз механизмларни тузилиши ва уларнинг ҳосил бўлиши қонуниятлари билан танишиб чиқамиз.

1. Ҳар қандай машина ва механизмлар айрим қисмлардан иборат бўлади. Бу қисмларга деталлар (қисмлар) деб аталади. *Детал* деб йиғиш операциясиз ва бир хил турдаги материалдан ишланган механизмнинг қисмига айтилади. Қисмлар бир ва бир неча деталларнинг кўзғалмас

бирикмасидан иборат бўлиши мумкин. Бир ёки бир неча деталларнинг қўзғалмас бирикмасига **звено** (бўғин) деб аталади.

Илова 2.1.

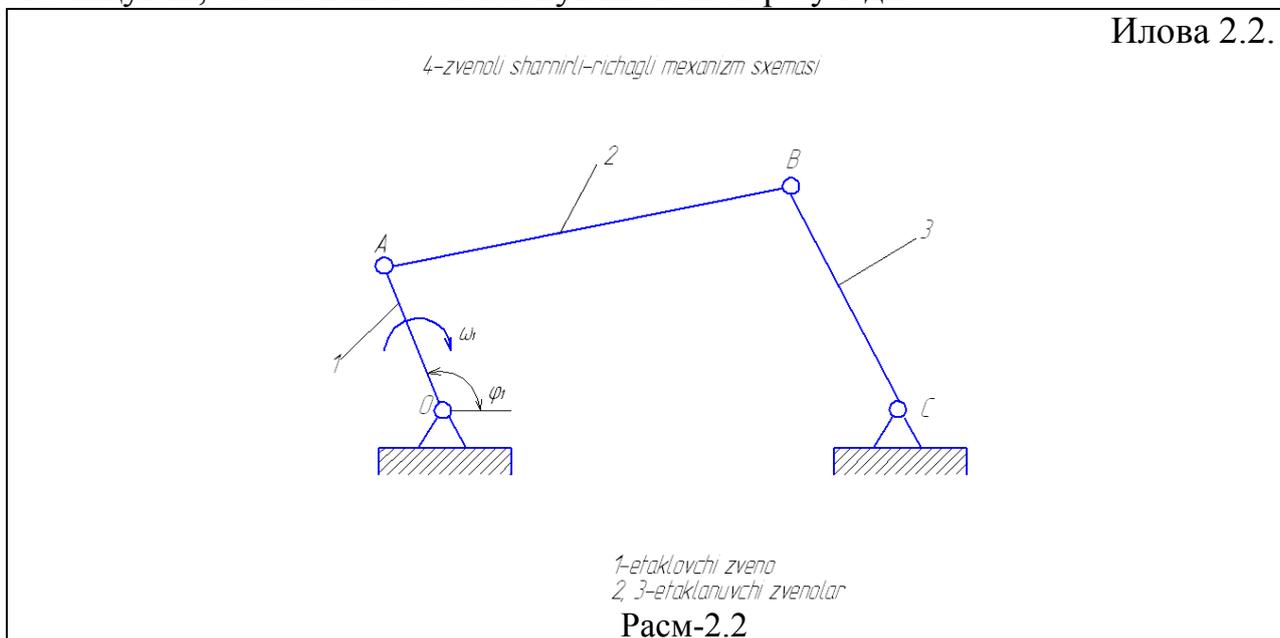


Расм-2.1

Механизмларда бир неча қўзғалувчан ва бита қўзғалмас звено бўлади. Қўзғалмас звенони таянч (устун) деб аталади. Қўзғалувчан звенолар улар механизм таркибида бажарадиган ҳаракатига қараб номланади. Тўлиқ айлана ҳаракат қилувчи звенога **кривошип**, айлана –тебранма ҳаракат қилувчи звенога **чайқалғич (коромысло)**, илгаринланма –қайтма ҳаракат қилувчи звенога **судралғич (ползун)**, мураккаб ҳаракат (текис -паралел) қилувчи звенога **шатун** дейилади. Агарда айланма-тебранма ҳаракат қилса уни тош йўналтирувчисига **кулиса** дейилади. Ричагли механизмларни номланиши асосан уларнинг таркибига звенолар номи билан белгиланади.

Механизм деганда, олдинда берилган ҳаракат қонунини қаноатлантирувчи нисбий ҳаракат қилувчи система тушунилади. Механизмда албатта кирувчи ва чиқувчи, етакловчи ва етакланувчи звенолар бўлади.

Илова 2.2.

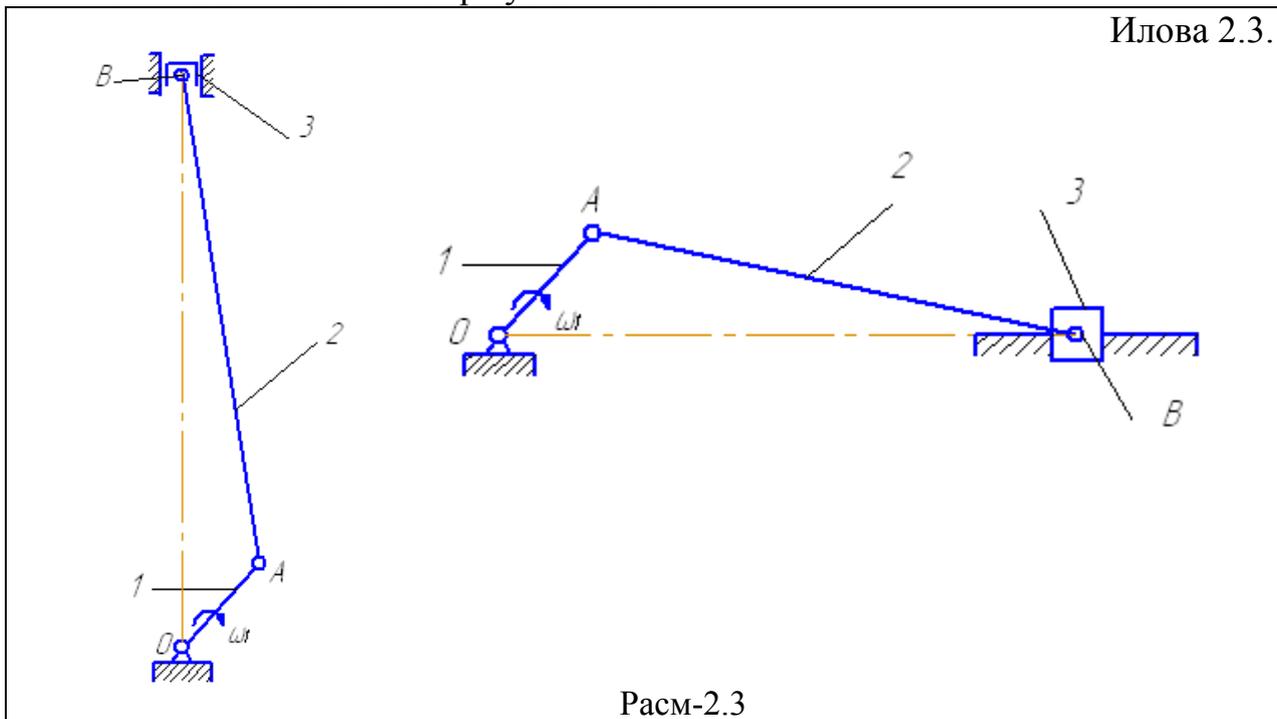


Расм-2.2

Механизмларда звенолар кинематик жупт ёрдамида ўзаро боғланишда бўладилар.

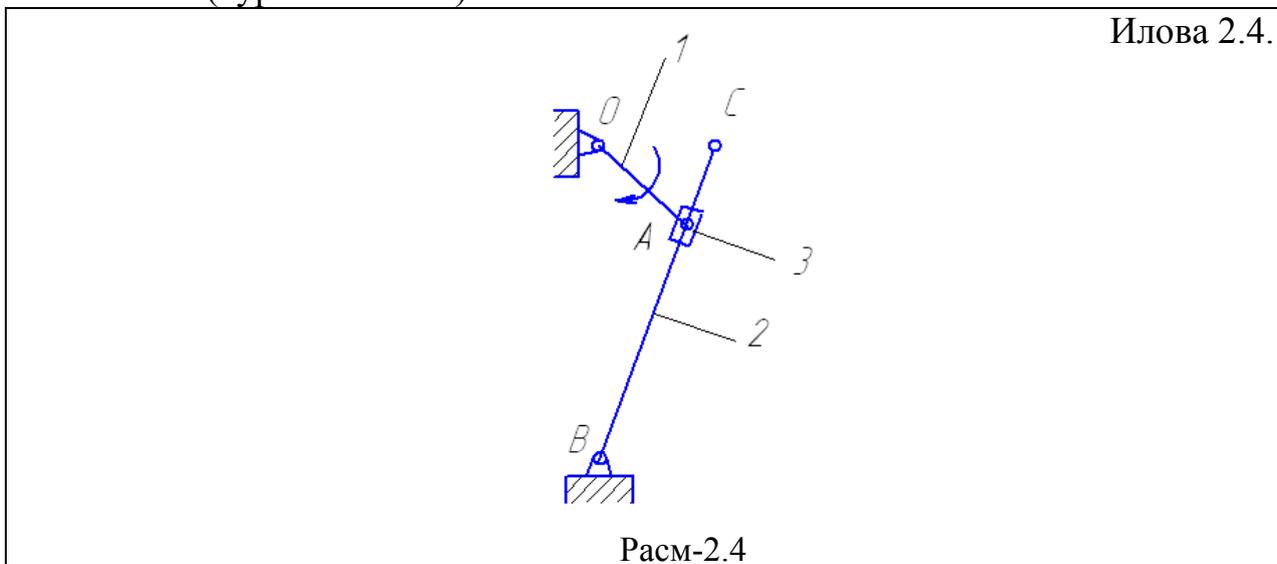
Звенолар ўзаро нукталари силжймайди.(эластик ва эгилувчан звенолардан ташқари).

2. Ричагли механизмлар тузилиши.



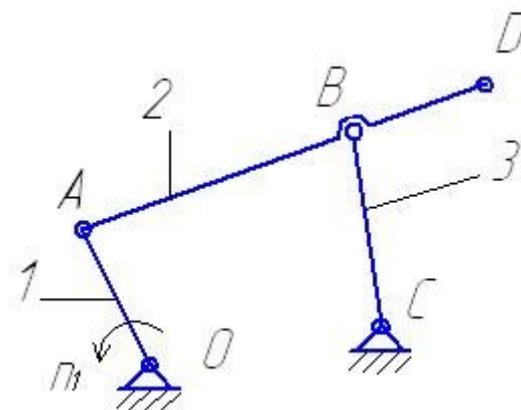
**Кривошин судралувчи механизм схемаси:**

- 1-кривошин
- 2- шатун
- 3-судралгич (ползун)
- 4-тянч (кўрсатилмаган)



**Кулисали механизм схемаси:**

- 1 – кривошин
- 2 – кулиса
- 3 – тош



Расм-2.5

**Коровислоли механизм схемаси:**

1. Кривошин
2. Шатун
3. Коровисло

2. Бир-бирига нисбатан ҳаракат қилувчи икки звенонинг бирикмасига кинематик жуфт деб аталади.

Юқорида кўрсатилган кулисали механизмда қуйидаги кинематик жуфтлар мавжуд:

а) айланма кинематик жуфт билан қуйидаги звенолар боғланган:

4 ва 1; 4 ва 2; 1 ва 2.

б) илгаринланма –қайта ҳаракат қилувчи кинематик жуфт -2 ва 3 звенолар  
Кинематик жуфтлар қуйидаги турларга бўлиниши қуйидаги тартибга асосланади.

1. боғланиш шарти асосида
2. боғланиш элементи турлари асосида.
3. ҳаракат тури асосида.

Фазода жисм 6 ҳаракат эркинлигига эга. Ўқлар бўйича – илгаринланма – қайтма ва айланма.

Эркинлик даражасини аниқлаш учун ҳаракатларга қўйилган боғланишлар ёки чекланишларни айириб ташланади.

$$S = 6 - H$$

Боғланиш шартини “S” билан белгилаймиз.

6-фазодаги (максимал) эркинлик даражаси.

Масалан:  $H = 6 - S = 6 - 1 = 5$  ёки  $S = 2$  да  $H = 6 - 2 = 4$  та эркинликка эга.

Мисол: Шар 5 та ҳаракатга (эркинлик) эга,  $H = 5$ ;  $S = 1$ . Текисликдаги цилиндр 4 га эркинликка эга,  $H = 4$ ;  $S = 2$

3) Текисликдаги призма 3 та ҳаракатга эга.  $H = 3$ ;  $S = 3$

4) Вални таянчга нисбатан икки ҳаракати (эркинлик мавжуд).  $H = 2$ ;  $S = 4$

5) Ўқни таянчга нисбатан фақат айланма ҳаракати (эркинлиги) мавжуд,  
 $H = 6 - S = 6 - 1 = 5$  5- синф  $S = 5$

4- звеноли шарнирли механизмда:

- О -5 синф айланма кинематик жуфт
- А -5 синф айланма кинематик жуфт
- Б -5 синф айланма кинематик жуфт
- Б<sub>1</sub> -5 синф айланма кинематик жуфт

Звеноаларни кинематик жуфт билан боғлаш натижасида уларнинг эркинлик даражаси ўзгаради.

Агарда 2 таси боғланиб, хар бирининг эркинлик даражаси ўзгарса, бунда турли тоифадаги кинематик жуфтларни хосил бўлишини кўрсатиш мумкин.

Кинематик жуфтлар синфларга бўлиниши боғланишлар сони С билан белгиланади.

$$S_1 = 1 \text{ (1 синф) } - P_1$$

$$S_2 = 2 \text{ (2 синф) } - P_2$$

$$S_3 = 3 \text{ (3 синф) } - P_3$$

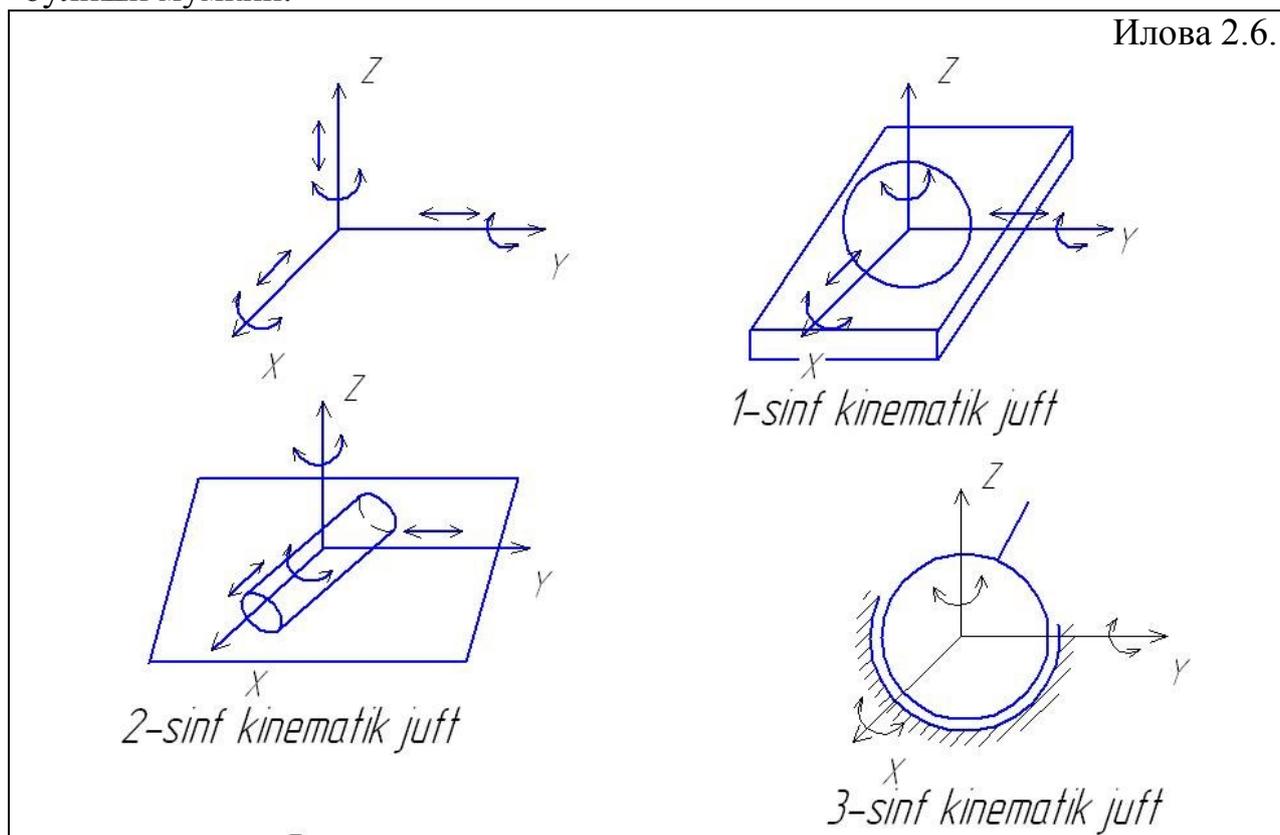
$$S_4 = 4 \text{ (4 синф) } - P_4$$

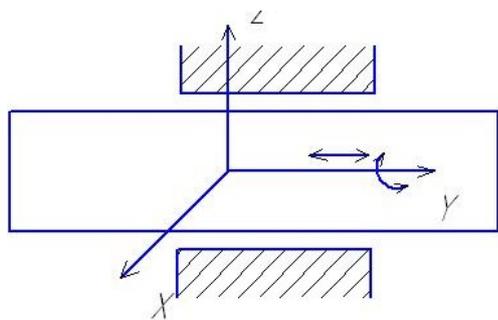
$$S_5 = 5 \text{ (5 синф) } - P_5$$

Икки звеноли кинематик жуфт орқали боғланишда тегиб турган ерларига **кинематик элемент** дейилади. Бунда кинематик жуфтлар **олий** ва **қуйи** турларга бўлинади. (Расм-2.7)

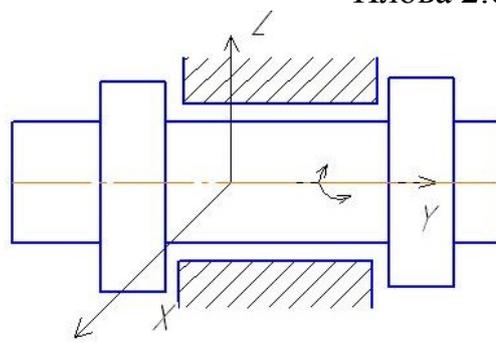
Боғланиш элементи нуқта ёки чизик бўлса, олий, юза ёки текислик бўлса, қуйи деб аталади.

Ҳаракат турига қараб айланма ва илгаринланма кинематик жуфтлар бўлиши мумкин.

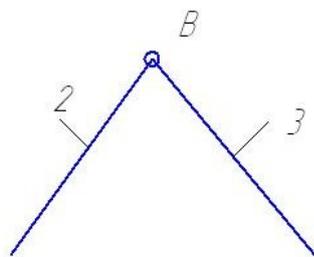




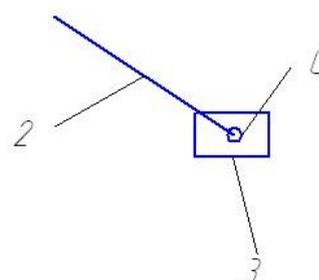
4-sinf kinematik juft



5-sinf kinematik juft



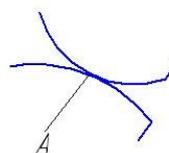
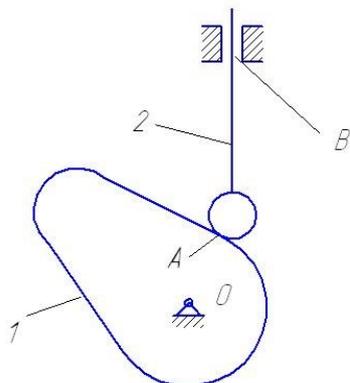
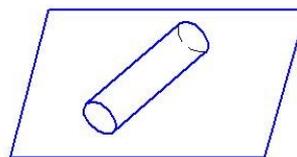
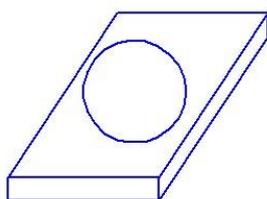
5-sinf kinematik juft



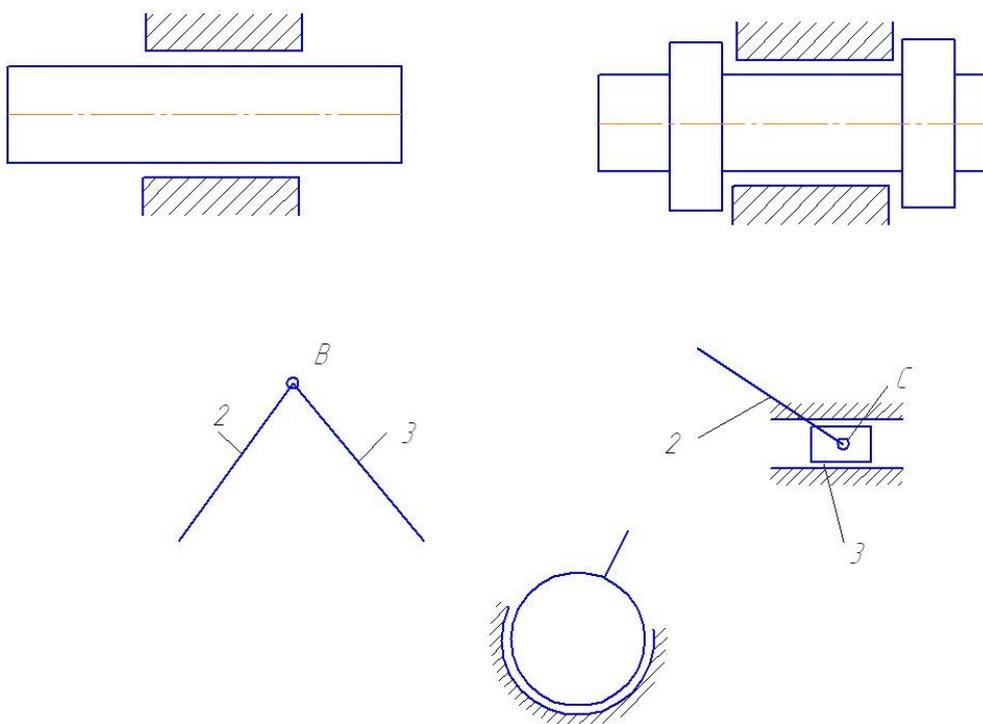
5-sinf kinematik juft

Расм-2.6

*Oliy kinematik juftlarga misollar*

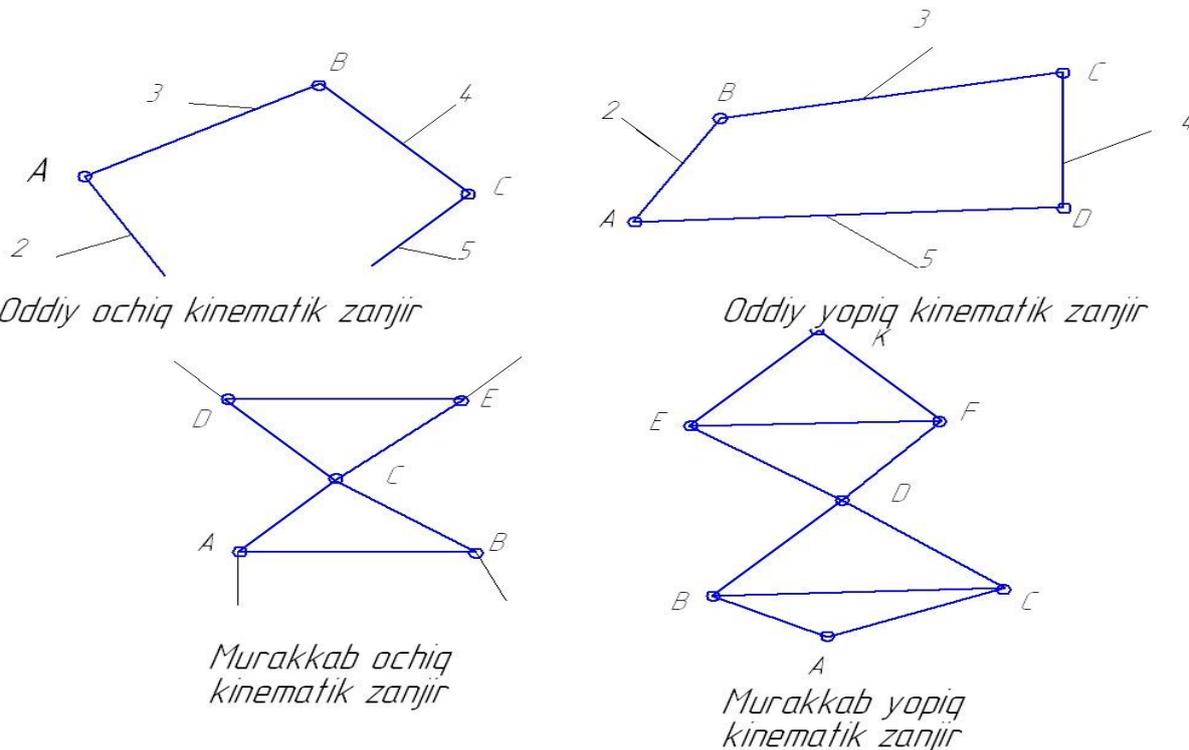


*Quyidagi kinematik juftlarga misollar*



Расм-2.7

3. Бир неча звеноларнинг кинематик жуфтлар воситаси билан бирикмасидан хосил бўладиган қўзғалувчан система **кинематик занжир** деб аталади. Кинематик занжир **оддий** ва **мураккаб**, **очиқ** ва **ёпиқ** бўлиши мумкин.



Расм-2.8

Агар кинематик занжир таркибига кирувчи звеноларнинг бири фақат иккитадан кинематик жуфтга кирса, бундай занжир **оддий кинематик занжир** деб, кинематик занжир таркибидаги звеноларнинг бири иккитадан ортиқ кинематик жуфтга қўшилса, бундай занжир **мураккаб кинематик занжир** деб аталади.

Оддий кинематик занжир таркибида 2 ёки 3 кинематик жуфт бўлади.

4. Механизмларни қўзғалувчанлик даражаларини топиш учун, уларни таркибидаги барча звенолар сонини “К” деб белгилаймиз. Бунда қўзғалувчан звенолар сони  $n=K-1$  бўлади. Механизмдаги барча боғланишлар сони

$$S=5P_5 + 4P_4 + 3P_3 + 2P_2 + P_1 \quad (1)$$

бу ерда:  $P_1$  – 1 синф кинематик жуфтлар сони,  $P_2$  – 2 синф кинематик жуфтлар сони,  $P_3$  – 3 синф кинематик жуфтлар сони,  $P_4$  – 4 синф кинематик жуфтлар сони,  $P_5$  – 5 синф кинематик жуфтлар сони.

Ҳар бир  $P_5$  учун 5 тадан ҳаракат чекланган, шунинг учун унинг олдига 5 сонини қўямиз. Механизмда ҳар бир звено дастлаб 6 та ҳаракатга эга бўлса.

$$W=6n-5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1 \quad (2)$$

Ифода (2) фазода ҳаракат қилувчи механизмларни қўзғалувчанлик даражасини топиш **“Сомов-Малишев” формуласидир**. Агарда ортиқча боғланишлар ҳисобга олинса

$$W=6n-5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1 + q \quad (3)$$

q- ортиқча боғланишлар сони.

Текисликда фазога нисбатан умуман учта ҳаракат чекланади.

Текис механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси академик П.Л.Чебишев формуласи билан топилади:

$$W=3n - 2P_5 - P_4 \quad (4)$$

W- Текис механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси.

n - қўзғалувчан звенолар сони

$P_5$  – бешинчи синф кинематик жуфт сони

$P_4$  – тўртинчи синф кинематик жуфт сони

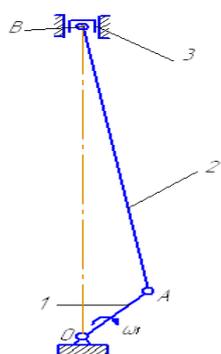
Агарда ортиқча боғланишлар ҳисобга олинса

$$W=3n - 2P_5 - P_4 + q \quad (5)$$

Механизмларнинг қўзғалувчанлик даражасини топишда пассив звенолар ҳисобга олинмайди.

Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси механизмдаги етакчи звенолар сонини кўрсатади.

Мисол: Кривошип-шатун механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлансин.



$n=3$ -қўзғалувчан звенолар сони (1,2 ва 3)

$P_5=4$  (O, A, B, B<sub>1</sub>)

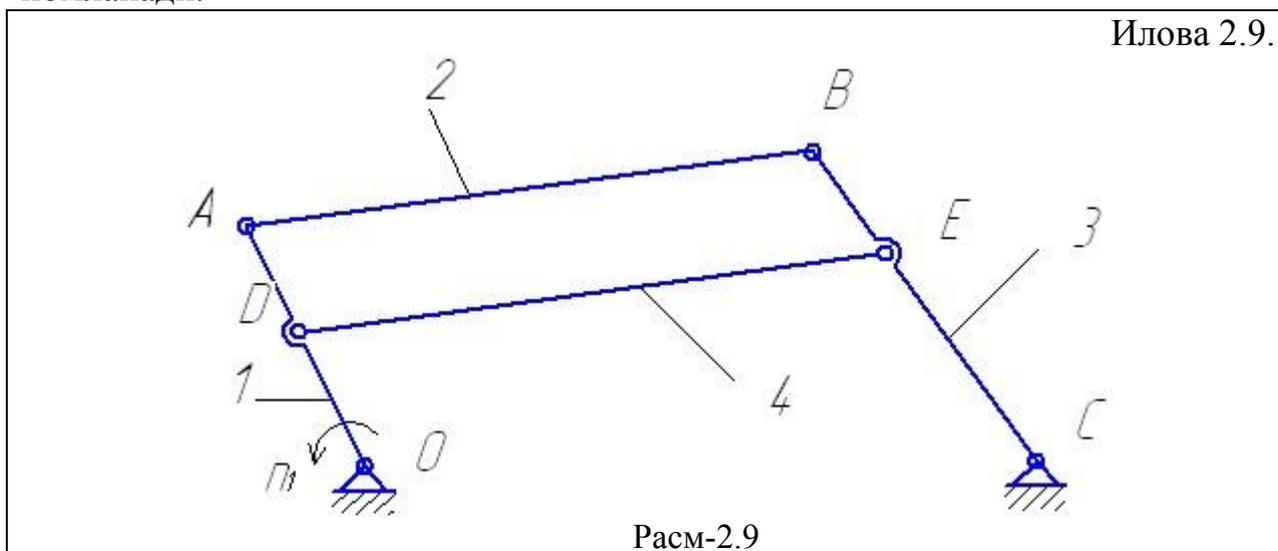
$P_4=0$

П.Л.Чебишев тенгламасига қўйиб, ушбу механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси аниқланади.

$$W=3*3 - 2*4 - 0 + 0 = 1$$

Бу механизмнинг битта етакчи звеноси бор-1-звено – кривошип.

5. Айрим механизмларнинг бикирлигини ошириш мақсадида қўшимча звенолар қўйилади. Бундай звенолар механизмларнинг ишлашига ҳеч таъсир кўрсатмайди, ҳаракатини ўзгартирмайди. Шунинг учун улар пасив звено деб номланади.



2.9 расмда келтирилган шарнирли параллелограмм механизмда 4-звено пасив звенодир. Унинг қўзғалувчанлик даражаси қуйидагича аниқланади:

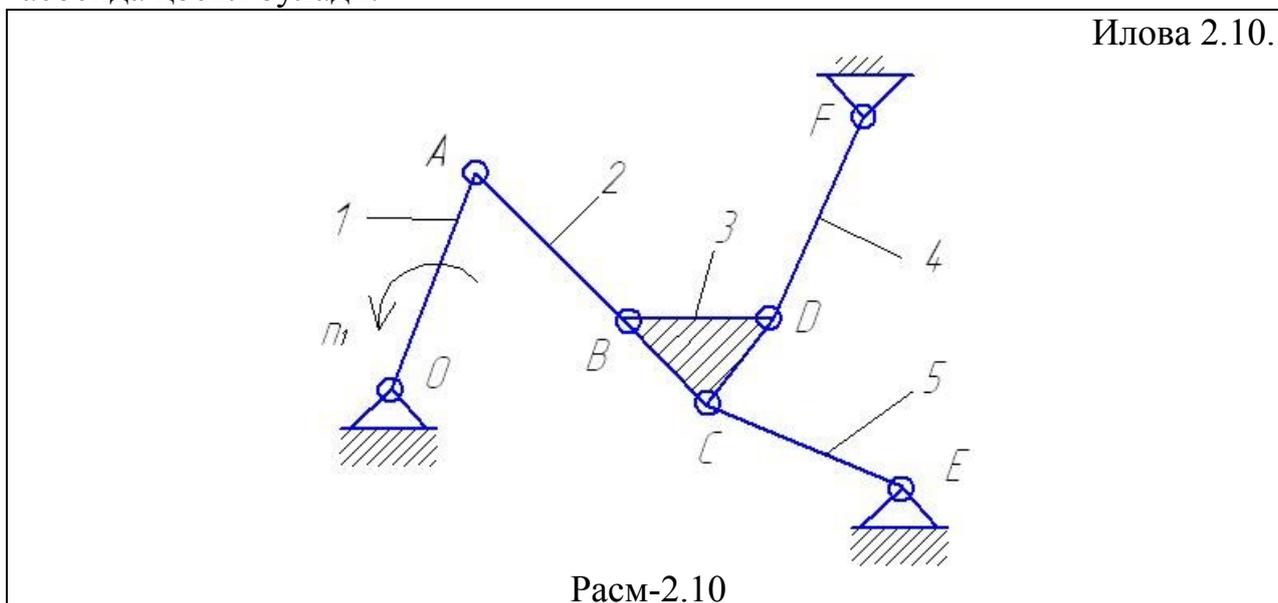
$$W = 3n - 2P_5 - P_4 + q$$

$$n = 4; P_5 = 6; P_4 = 0; q = 1$$

$$W = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 6 - 0 + 1 = 1$$

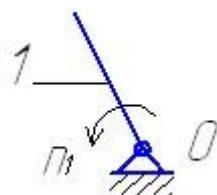
Механизмларни қўзғалувчанлик даражасини тўғри аниқлаш таҳлил учун жуда зарурдир.

6. Механизмлар оддийдан мураккабга айлантирилганда маълум бир қонуниятларга бўйсинади. Буни биринчи бўлиб, Петербург ФА академиги профессор Л. Ассур 1914 йилда илмий ишлар асосида изоҳлаб берди. Оддий механизмга эркинлик даражасини ўзгартирмасдан турли тоифадаги кинематик занжирларни қўшиш билан янги қаторларни ҳосил қилади. Таркибида 4-5 синф кинематик жуфтлари бўлган механизмлар маълум қонун асосида ҳосил бўлади.



Ассур классификациясининг таркибида  $P_4$ ,  $P_5$  класс кинематик жуфтли механизмларга таълуқлидир.  $II_4$  класс кинематик жуфт бўлган механизмларни (яъни олий кинематик жуфт бўлган механизмларни)  $P_5$  класс кинематик жуфтли механизмларга алмаштириш мумкин.

Илова 2.11.



Расм-2.11

2.11-расмда келтирилган – биринчи синф, биринчи тартибли механизмлардир.

Ассур II- синф II-тартибли механизмга қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлган турли кинематик занжирларни – Ассур гуруҳларини – қўшиб қатор механизмларни яратди.

Бунда

$$W=W_1+W_2+W_3+\dots+W_n=1+0+0+\dots+0=1 \quad (6)$$

II синф II тартибли механизм қўзғалувчанлик даражаси  $W_1=1$  бўлади.

Ассур гуруҳларининг ажратишда ва механизмларни классификациясини тузишда IIВ-синф кинематика жуфтлари билан алмаштирилади, у ҳолда, Ассур гуруҳи учун П.Л.Чебишев формуласи.

$$W=3n-2P_5=0 \quad (7)$$

ёки

$$P_5 = \frac{3}{2}n \quad (8)$$

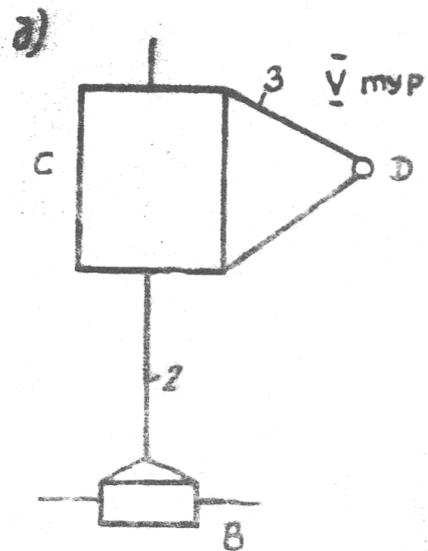
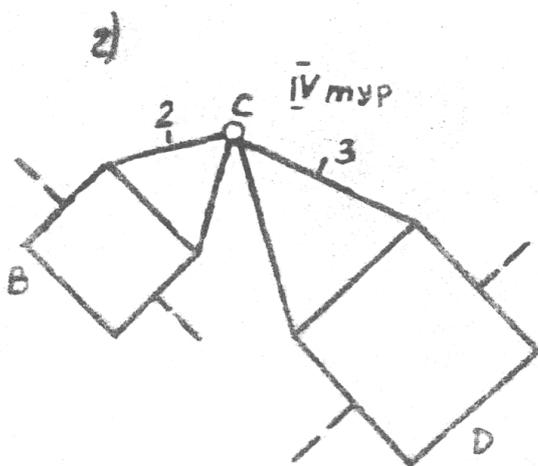
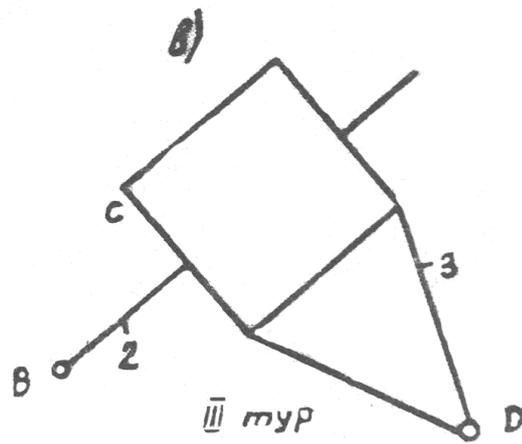
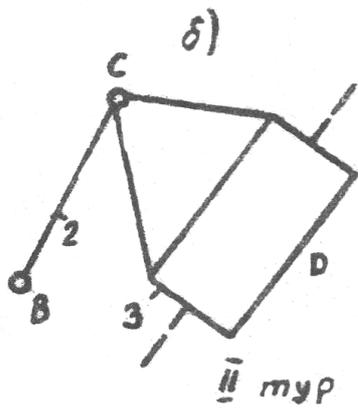
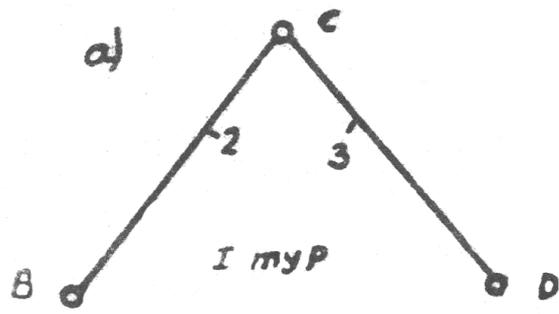
(7) тенглама– Ассур гуруҳи тузилиш формуласидир. Қийматлар бериб жадвал тузамиз.

Ассур гуруҳларини структуравий формуласи. 4-ифодада  $n$ -бутун сонлардир.

Структура формуласи асосида Асур гуруҳлари келиб чиқади ва унда қуйдагича кўрсатиб бериш мумкин.

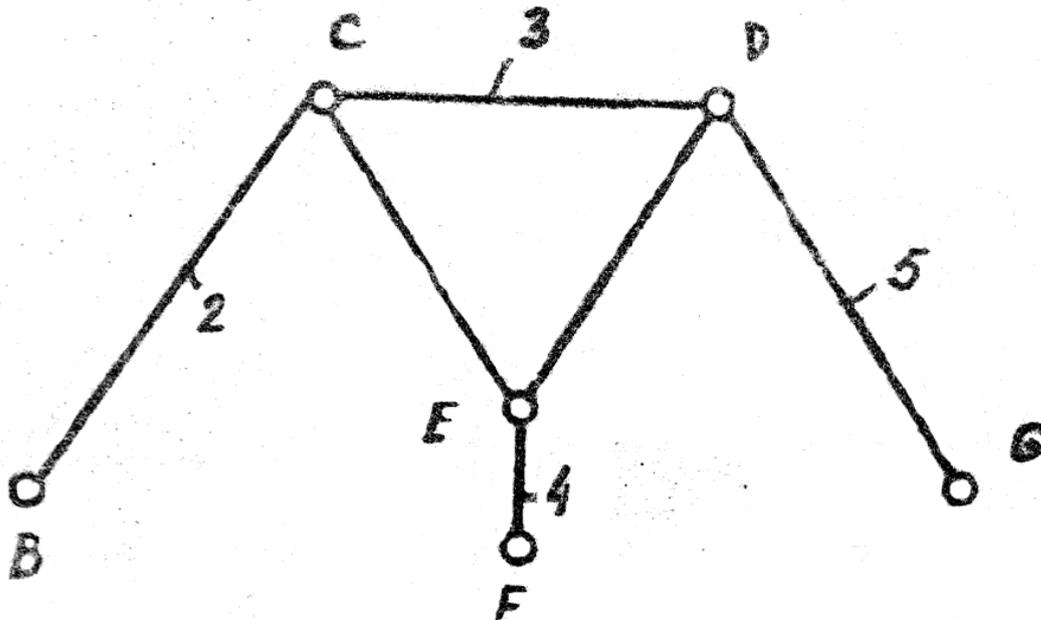
Ассур гуруҳи	2 3 4 5 6 7 ..
Звенолар сони	2 4 6 8 10 12 ...
Бешинчи синф кинематик жуфт сони	3 6 9 12 15 16 ...

Иккинчи синф иккинчи тартибли Ассур гуруҳлари бешта кўриниш бўлиши мумкин;  $n=2$ :  $P_5=3$ . (2.12-расм)



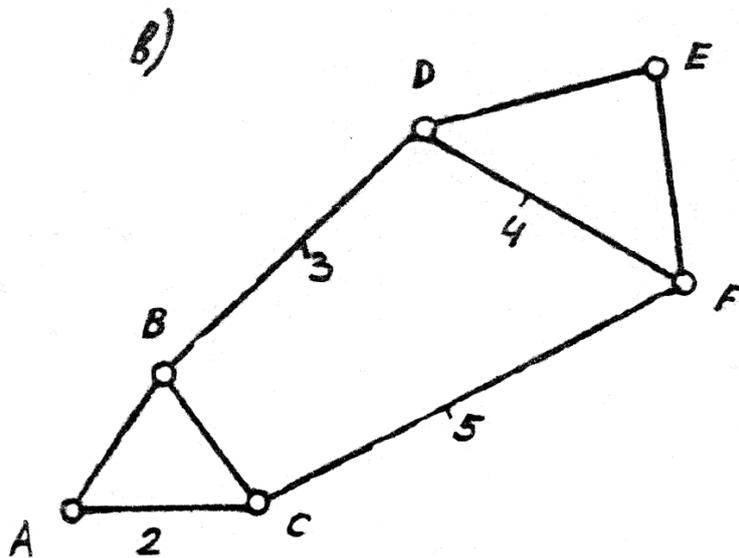
Расм-2.12

3-синф 3 тартили (3-повадокли) мисоллар: (2.13-расм)  
 $n=4; P_5=6$



Расм-2.13

4-синф Ассур гурухи учун  $n=6$ ;  $P_5=9$ : (2.14-расм)



Расм-2.14

Туркумларда ички ва ташки кинематик жуфтлар (уларнинг сони туркумнинг тартибини билидиради) орқали туркум маълум ҳаракатда бўлган системага (етакловчи ва қўзғалмас звеноларга) уланса, ички кинематик жуфт орқали эса унинг звенолари ўзаро боғланган бўлади.

**Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг Ассур-Артоболевский бўйича таснифланиши (классификацияси).**

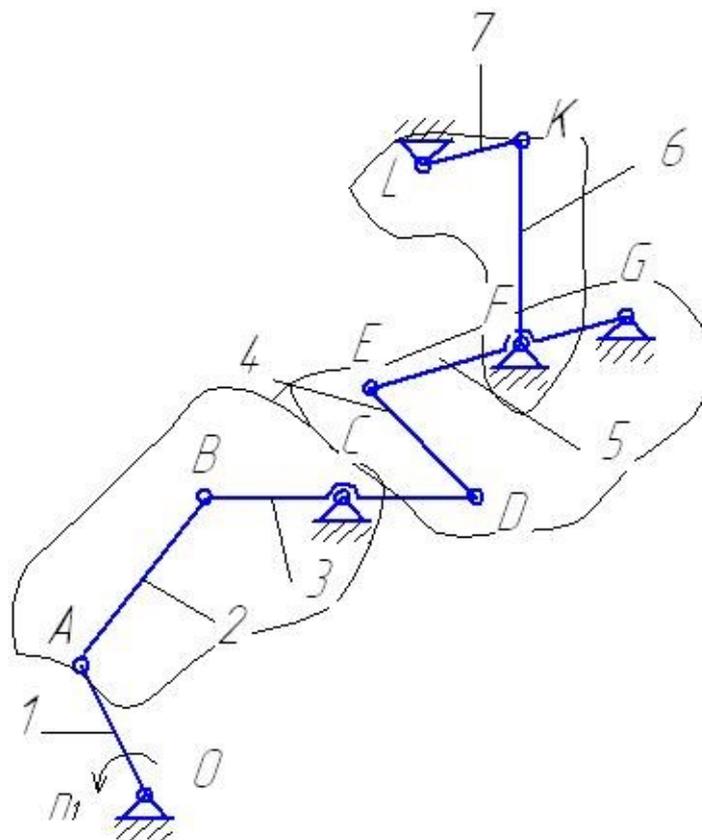
Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларни Ассур-Артоболевский бўйича таснифлаш учун қуйидаги уч шарт бажарилиши лозим:

1. Механизм таркиби фақат бешинчи синф кинематик жуфтлардан тузилган бўлиши керак. Агар, механизм схемасида тўртинчи синф кинематик жуфтлари мавжуд бўлса, уларни битта звено ва иккита бешинчи синф кинематик жуфтлари орқали алмаштириш лозим бўлади

2. Механизмдаги етакловчи звеноларнинг сони унинг қўзғалувчанлик (эркинлик) даражасига тенг бўлиши керак.

3. Механизмнинг етакловчи звеноси қўзғалмас звено билан бешинчи (5) синф кинематик жуфт ҳосил қилиши керак.

Илова 2.15.



Расм-2.15

2.15 расмда механизм схемасини Ассур гуруҳларига бўлиниши кўрсатилган.

Ассур гуруҳининг энг катта синфи механизмнинг синфини белгилайди.

Юқорида келтирилган схемани Ассур гуруҳларига бўлганда, унинг энг катта синфи-2 синф, демак механизмнинг синфини ҳам 2-синф бўлади.

Механизмнинг структуравий формуласи:  $I(0,1) \rightarrow II(2,3) \rightarrow II(4,5) \rightarrow II(6,7)$ .

Механизмларнинг кинематик ва динамик таҳлили Ассур классификация асосида амалга оширилади.

#### Назорат саволлари.

1. Звено ва кинематик жуфтлар деб нимага айтилади?
2. Кинематик жуфтларни синфларга бўлиниш асосларини тушунтиринг?
3. Кинематик жуфтларни қандай турларини биласиз?
4. Ортикча боғланиш нима ва унинг моҳиятини тушунтиринг?

5. Фазовий ва текисликда ҳаракат қилувчи механизмларни қўзғалувчанлик даражалари қандай топилади?
6. Пассив звенога мисол келтиринг?
7. Механизмда Ассур гуруҳларини эркинлик даражаси нимага тенг?
8. Механизмни синф ва тартиби қандай аниқланади?
9. 1-синф ва 2 тартибли Ассур гуруҳларини турларини кўрсатинг?
10. Структуравий формулага асосан механизм структураси қандай курилади?
11. Ортиқча боғланиш қандай аниқланади ?

### **Оддий стерженли механизмларни лойиҳалаш.**

#### **Маъруза режаси.**

1. Лойиҳалаш ҳиллари.
2. Ползуннинг ўртача тезлиги бўйича кривошип-ползунли механизмни лойиҳалаш.
3. Ўртача тезликни ўзгариш коэффициенти бўйича кривошип-кулисали механизмни лойиҳалаш.
4. Кривошипнинг мавжудлик шарти.
5. Босим бурчагини ҳисобга олиб коромисло-кулисали механизмни лойиҳалаш.

#### **Лойиҳалаш ҳиллари.**

Схема босқичида механизмларни лойиҳалаш уч ҳилга бўлинади:

- структуравий;
- кинематик ёки геометрик;
- динамик;

Структуравий лойиҳалаш – бу механизмнинг структура схемасини ишлаш, яъни унинг схемасини звено ўлчамларисиз аниқлаш.

Кинематик (геометрик) лойиҳалаш берилган геометрик ва кинематик параметрлар бўйича берилган типдаги механизм звено ўлчамини аниқлаш тушунилади.

Динамик лойиҳалашда механизмнинг динамик параметрлари (куч ва инерцион) ҳисобга олинади.

Динамик лойиҳалаш баъзи бир махсус ҳолатларда қўлланилади. Асосан кинематик лойиҳалаш, кенг ишлаб чиқилган ҳолда олиб борилади.

Кинематик лойиҳалаш қуйидаги ҳилларга бўлинади:

- кириш ва чиқиш звеноларнинг берилган ҳолатлари бўйича;
- чиқиш звенонинг ўртача тезлиги бўйича;
- чиқиш звенонинг ўртача тезлигини ўзгариш коэффициенти бўйича;
- бошқа ҳиллар.

Механизмни исталган лойиҳалаш усулида баъзи бир конструктив шартларга риоя қилиш керак, хусусий ҳолда кривошипли механизмда кривошипнинг мавжудлик шартига риоя қилиш керак, бу тўғрида кейинроқ гапирилади.

Кинематик лойиҳалашнинг баъзи-бир ҳилларини кўриб чиқамиз.

**Ползуннинг ўртача тезлиги бўйича марказий кривошип-ползунли механизмни лойиҳалаш.**

Бу ҳолатда, берилганлар қуйидагича:

- ползуннинг ўртача тезлиги  $V_{3\dot{y}p}$ (м/с);
- кривошипнинг айланиш частотаси  $n$ , (айл./мин.);
- шатун узунлигини кривошипка нисбати  $\lambda=l_2/l_1$ .

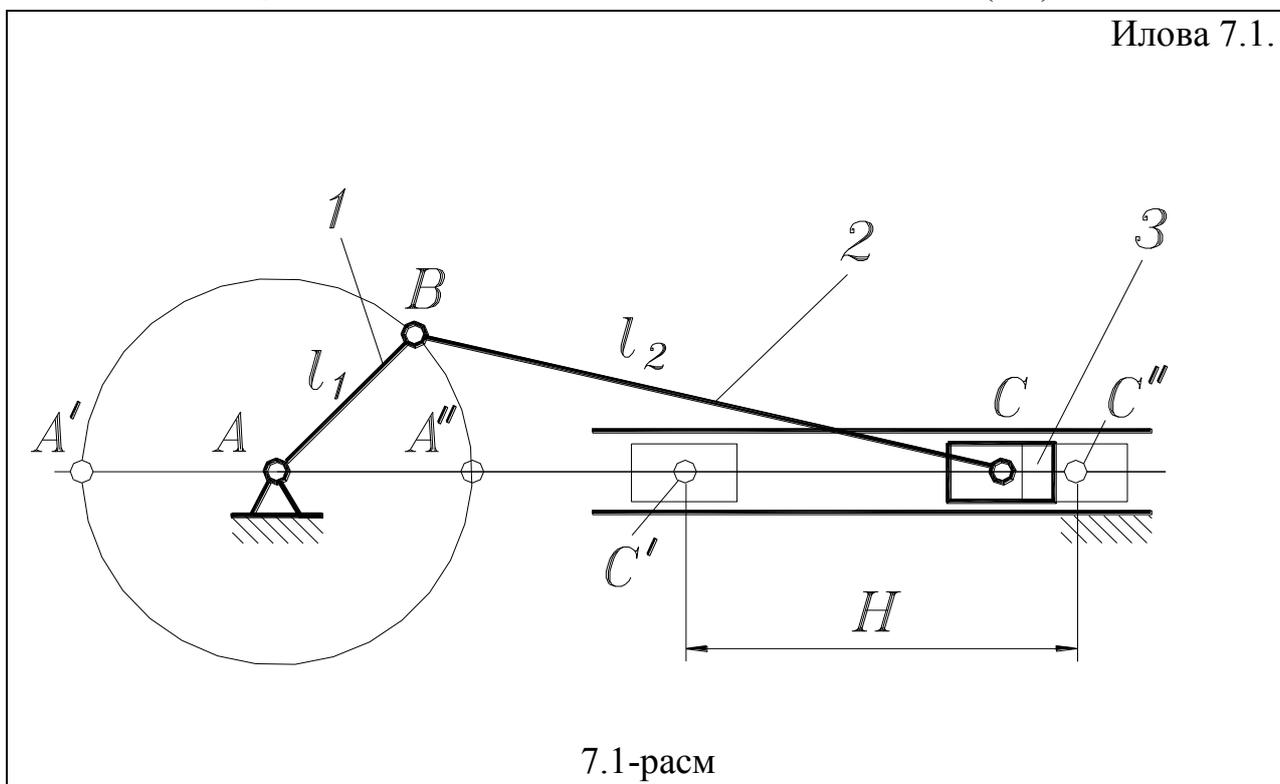
Кривошип ва шатун узунлигини топиш талаб этилади.

Марказий кривошип-ползунли механизмни ишлашида 1-2-3 (7.1-расм) звенолар иккита четки ҳолатдан ўтади, яъни кривошип ва шатун бир тўғри чизиққа тушиб қолади  $AB'C'$  ҳолат ва  $AB''C''$  7.1-расмда кўрсатилган, ползун эса четки позицияни эгаллайди. Механизм схемасини кўриб чиқиб иккита хулосага келиш мумкин: биринчидан ползун чап четги ҳолатдан ўнг четки ҳолатга кривошипнинг  $180^\circ$  га айланган вақтда силжиши мумкин, яъни, ярим айланада  $AB'$  ҳолатдан  $AB''$  ҳолатга; иккинчидан, ползуннинг юрган йули кривошип узунлигининг иккиланганига тенг. Шундай қилиб қуйидаги тенглик:

$$H = v_{3\dot{y}p} t \quad (7.1)$$

Бу ерда  $t$  – кривошипнинг ярим айланага буришдаги вақти.

$$l_1 = 0.5 H \quad (7.2)$$



Кривошипнинг ярим айланиши учун кетган вақтни топиш учун, пропорция тузиб ечиш кифоядир: 1 минут – 60 секундда кривошип  $n$  марта айланади, ярим айланани эса у  $t$  секундда ўтади:

$$\begin{aligned} n - 60 \\ 0,5 - t \end{aligned}$$

$$\text{Бундан } t = \frac{0,5 \cdot 60}{n} \text{ (с)} \quad (7.3)$$

(7.3) ни (7.1) га қўйиб оламиз:

$$H = \frac{30v_{3\text{од}}}{n} \text{ (м)} \quad (7.4)$$

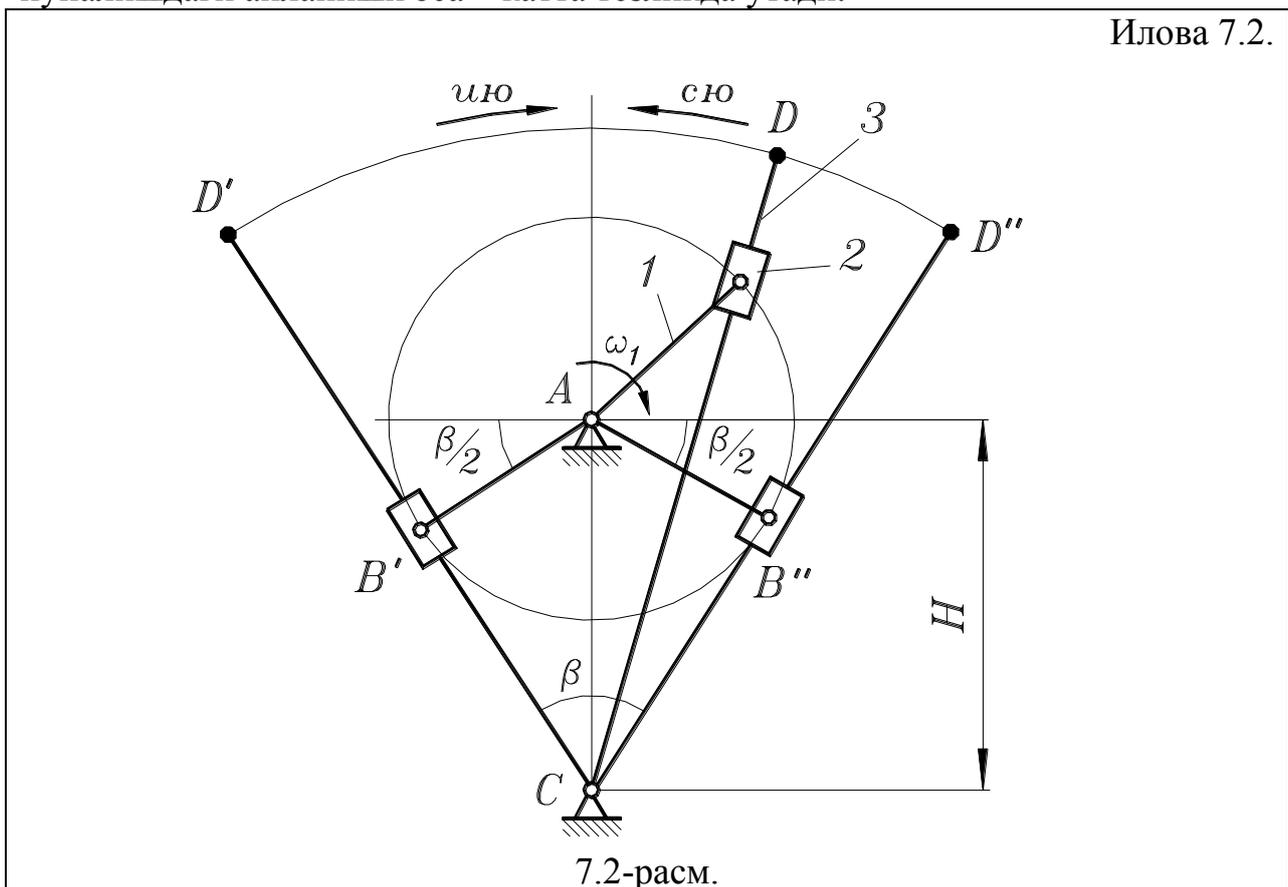
(7.4) ни (7.2) га қўйиб кривошип узунлигини топамиз:

$$l_1 = \frac{15v_{3\text{од}}}{n} \text{ (м)}$$

Шатун узунлиги:  $l_2 = \lambda l_1$  (м)

**Кулисанинг ўртача тезлигининг ўзгариш коэффициентини бўйича кривошип-кулисали механизмни лойиҳалаш.**

Кривошип-кулисали механизм (7.2-расм) кривошип 1-нинг текис айланма ҳаракатини кулиса 3 нинг ўзгарувчан тезликдаги силкиниш ҳаракатига айлантириб беради. Кривошипнинг бир марта айланишида кулиса битта силкиниб ҳаракатланади, яъни соат стрелкаси бўйича  $\beta$  бурчакка айланма ҳаракатланади ва шу бурчакка тескари йўналишда кўрсатилган схемада кривошипнинг айланиш йўналишида, кулиса соат стрелкаси йўналишида  $CD'$  ҳолатдан,  $CD''$  ҳолатга айланади, бу кривошипнинг  $(180^\circ + \beta)$  бурчакка айланишига тўғри келади. Кулисанинг тескари ҳаракатланиши, яъни  $CD''$  ҳолатдан  $CD'$  ҳолатга айланганда кривошип  $(180^\circ - \beta)$  бурчакка мос равишда айланади. Бундан келиб чиқадики, кулисанинг соат стрелкаси бўйича айланиши кичик бурчак тезликда ўтади, тескари йўналишдаги айланиши эса – катта тезликда ўтади.



Кўпинча, кичик тезликда ҳаракатланувчи звено ҳаракатини ишчи юриш дейилади (ию 7.2-расмда), кагга тезликдагисини эса салт юриш дейилади (сю 7.2-расмда). Ёки тўғри ва тескари юриш дейилади.

Берилганлар бу ҳолат учун қуйидагилар:

- кулисанинг ўртача тезлигининг ўзгариш коэффиценти – ўртача тезликнинг салт ва ишчи юришдаги нисбати;

- кривошипнинг айланиш маркази ва кулисанинг силкиниш нуқтаси  $H$  масофа.

Кулисанинг ўртача тезлигининг ўзгариш коэффиценти:

$$k = \frac{\omega_{3c}}{\omega_{3u}} > 1 \quad (7.5)$$

Бу ерда:  $\omega_{3c}$  – салт юришдаги кулисанинг ўртача бурчак тезлиги;

$\omega_{3u}$  – ишчи юришдаги кулисанинг ўртача бурчак тезлиги; Кулисанинг ўртача бурчак тезлигини топамиз:

$$\omega_{3n} = \frac{\beta}{t_n} \quad ; \quad \omega_{3u} = \frac{\beta}{t_u}$$

Кулисанинг ишчи ва салт юришдаги вақти кривошипнинг  $(180^\circ + \beta)$  ва  $(180^\circ - \beta)$  бурчакка бурилишдаги вақтига тенг, унда:

$$t_c = \frac{180 - \beta}{\omega_1} \quad ; \quad t_u = \frac{180 + \beta}{\omega_1}$$

Бу қийматларни олдингига қўйиб, оламиз:

$$\omega_{3c} = \frac{\beta \omega_1}{(180 - \beta)} \quad ; \quad \omega_{3u} = \frac{\beta \omega_1}{(180 + \beta)}$$

Бу қийматларни (7.5)га қўйиб, ўртача тезликнинг ўзгариш коэффиценти ҳисоблаш формуласини келтириб чиқазамиз:

$$k = \frac{180 + \beta}{180 - \beta} \quad (7.6)$$

$\beta$  га нисбатан (7.6)ни ечиб, берилган ўртача тезликнинг ўзгариш коэффиценти га нисбатан кулисанинг силкиниш бурчагини ҳисоблаш учун формулани келтириб чиқамиз.

$$\beta = 180 \frac{k - 1}{k + 1} \quad (7.7)$$

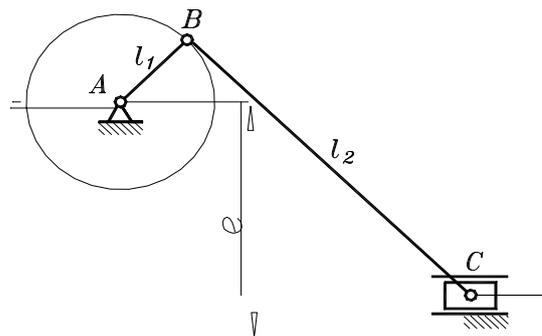
(7.7) ифода ҳисоблашган, берилган  $\beta$  ва  $H$  қиймати буйича АВ'С тўғри бурчакли учбурчакдан кривошип узунлигини топамиз.

$$l_1 = H \sin \frac{\beta}{2} = H \sin 90^\circ \frac{k - 1}{k + 1}$$

### Кривошипнинг мавжудлик шарти

Таркибида кривошип бўлган механизмларни лойиҳалашда, шунга эътибор бериш керакки кривошип звеноси тўла айланма ҳаракат қилиши керак. Механизмда шундай звенонинг борлиги аниқ шартларини бажариши керак, ҳар хил оддий стерженли механизмда кривошипнинг мавжудлик шартини кўриб чиқамиз.

Кривошип-ползунли механизм. Марказий кривошип-ползунли механизмда ползуннинг ҳаракат чизиғи кривошипнинг айланиш ўтади ва марказий бўлмаган механизмни эксцентрикли ёки дезоксисалний дейилади.



7.4-расм.

(7.4) – расмдан кўришиб турибдики, АВ звено кривошип бўлишлиги учун, у тўла айланиши керак, бунда ВС звено АВ звенодан катта бўлиши керак

$$l_2 > l_1.$$

Марказий бўлмаган механизмда ползуннинг ҳаракат чизиғи кривошипнинг айланиш марказидан ўтмайди, е эксцентриситет деб аталувчи масофа узоклигида бўлади (7.4-расм). Бу ҳолатда АВ звено кривошип бўлишлиги учун, ВС звено АВ ва унинг суммасидан катта бўлиши керак:

$$l_2 > l_1 + e$$

Кривошип-коромислоли механизм. Бундай механизм схемаси 7.5-расмда кўрсатилган, бунда шартлар бажарилиши керак:

$$l_1 < l_2 < l_3 < l_4$$

Кривошипнинг мавжудлик шартини, механизмнинг АВ<sub>1</sub> С<sub>1</sub> D ҳолатида, бунда кривошип кўзғалмас нуқта билан бирлиштирилиб тўғри чизикда ётишидан топамиз. Расмдан кўринадик: АВ звено айланиши учун, яъни кривошип бўлиши учун, звено ўлчамлари шундай бўлиши керак, бунда С<sub>1</sub> нуқта кўрсатилган ҳолатда AD тўғри чизикда ётмаслиги керак, В<sub>1</sub>С<sub>1</sub>D фигура ҳамма вақт учбурчакдан иборат бўлиши керак. Бу қуйдаги шартни бажарилишида бўлади:

$$l_1 + l_4 < l_2 + l_3$$

Кривошип мавжудлигини кўриш мумкин: шарнирли тўрт звеноли механизмда энг қисқа звено кривошипдир, бунда энг қисқа ва энг узун звенолар йиғиндиси қолган икки звено йиғиндисидан кичик бўлиши керак.

Кривошип-кулисали механизм. Кривошип-кулисали механизмлар силкинувчи ва айланувчи кулисалиларга бўлинади. Кулисаси силкинувчи кривошип-кулисали механизмда (7.6а-расм) кривошипнинг айланиш маркази ва кулисанинг силкиниш нуқтаси оралиғидаги Н масофа кривошип

узунлигидан катта бўлиши керак ( $H > l_1$ ), кулисали айланувчи кривошип-кулисали механизмда (7.6б-расм) бу масофа кривошип узунлигидан кичик бўлиши керак ( $H < l_1$ ).

Шундай қилиб, кривошипнинг мавжудлик шарти кулисали механизмларда шундай ифодаланади:

$$H \neq l_1$$

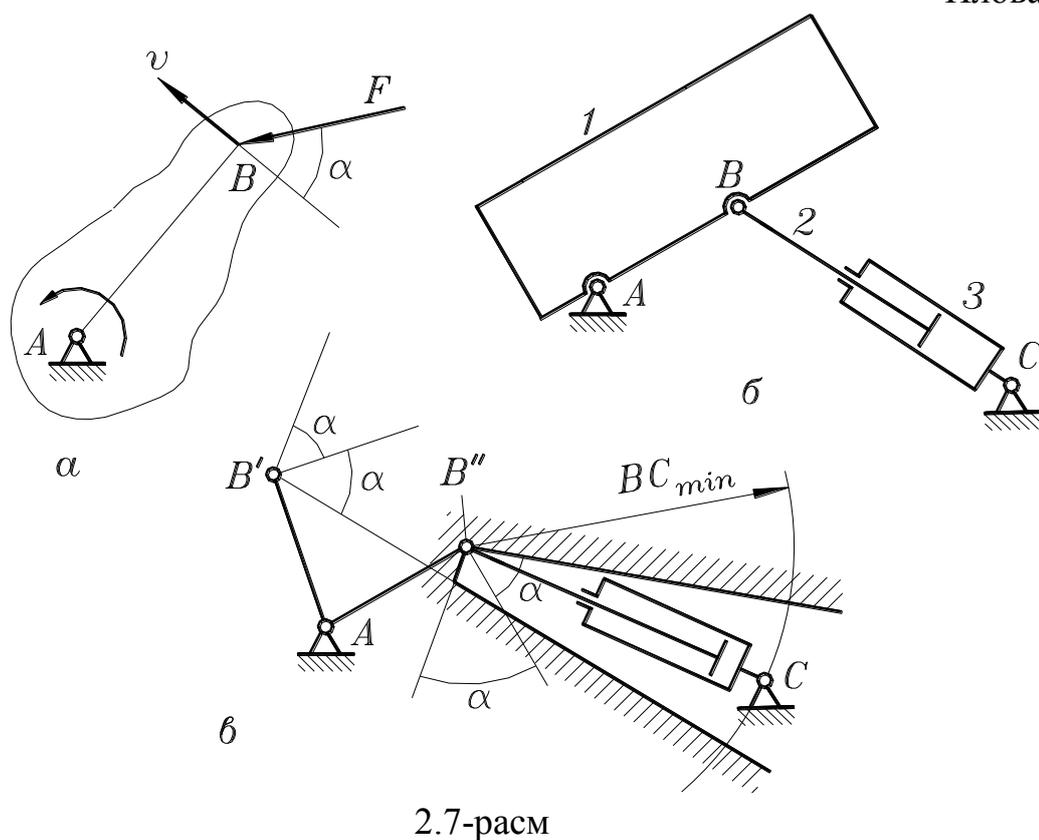
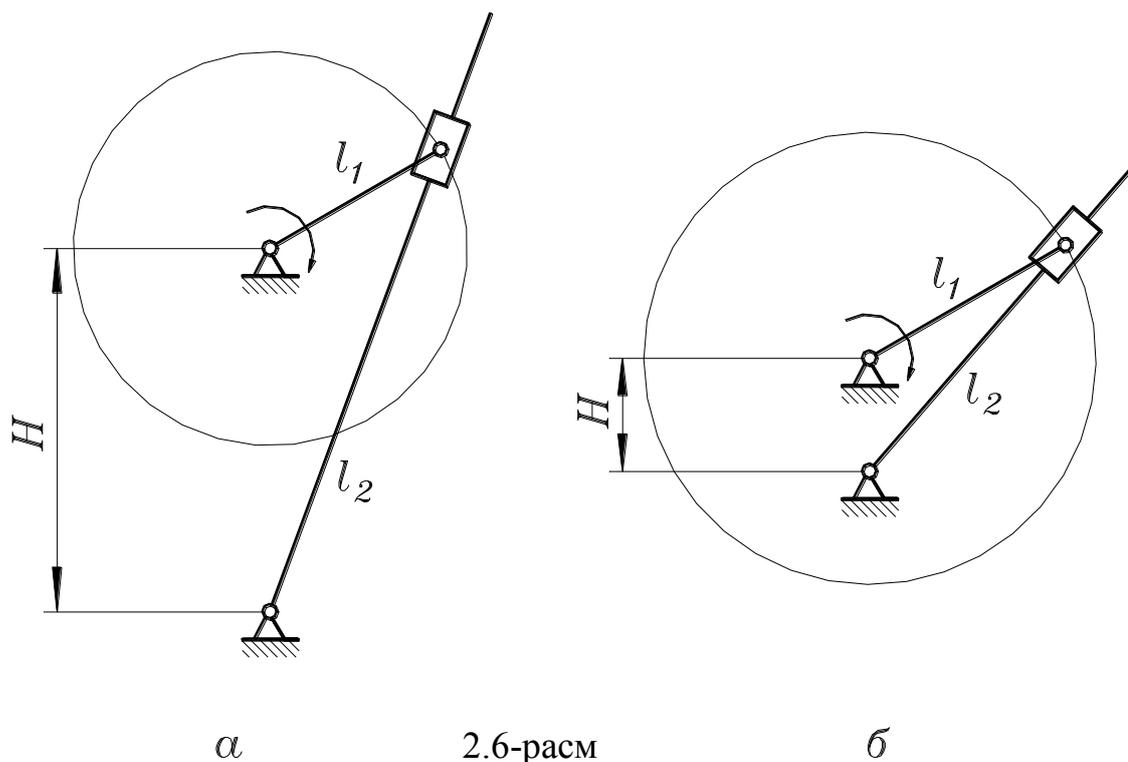
Баъзи бир механизмларни лойиҳалашда, рухсат этилган босим бурчагини ҳисобга олиб, звенолар ўртасида кучларни узатиш шартини бажарилишини таъмирланиши керак. Бу мисолда кўриб чиқамиз.

### **Рухсат этилган босим бурчагини ҳисобга олиб коромисло-кулисали механизмни лойиҳалаш.**

Босим бурчаги – бу 7.7а-расмда кўрсатилганидек куч вектори ва бу куч қўйилган нуқтанинг тезлик вектори орасидаги ўткир бурчак. Расмдан кўришиб турибди, энг яхши кучни узатиш шарти куч ҳаракати чизиги ва тезликни устма-уст тушишида, яъни  $\alpha=0$ . Босим бурчаги қанча катта бўлса, шунча кучни узатиш шарти ёмонлашади, унинг ташкил этувчиси звено ҳаракатига қаршилик кўрсатади. Бу ташкил этувчи ҳаракатга қаршилик кўрсатиб, А шарнирда ишқаланиш ҳосил қилади (7.7-расм). Агар  $\alpha=90^0$  ҳаракатланиш бўлмайди; А шарнирдаги ишқаланишни ҳисобга олмаганда. Агар уни ҳисобга олсак, у ҳолда кучни узатиш ва звено ҳаракати орасидаги босим бурчаги  $90^0$  минус ишқаланиш бурчаги бўлса, звено ҳаракатдан тўхтайдди. (кўпинча ишқаланувчи материал ва мойланишига қараб ишқаланиш бурчаги  $\varphi_T=(3-5)^0$  оралиғида бўлади.

Стерженли механизмларни ишлаш даврида босим бурчагининг қиймати кучни бир звенодан иккинчи звенога узатишда ўзгаради, механизмни лойиҳалашда берилган рухсат этилган босим бурчаги  $[\alpha]$  ошмаслиги керак.

Силкинувчи гидроцилиндрли механизмни лойиҳалашда бу бурчак қандай ҳисобга олинишини кўриб чиқамиз. 7.7б-расмда кўрсатилганидек бу механизм кузовни ағдариш механизми ҳисобланади (самолёт оёқларини олишни лойиҳалаш ҳам шунга ўхшашдир). Уни лойиҳалашда шток 2 дан гидроцилиндр 3 кузов 1 га кучни узатиш шартини ҳисобга олиш керак. Бу шартлар силкинувчи гидроцилиндр С нуқтасининг жойлашиш жойига қараб ўзгариши мумкин. Бу нуқтанинг ҳолатини аниқлаш методи 7.7в- расмда берилган. Берилган қийматлар қуйидагича:



- АВ звенонинг узунлиги;
- АВ звенонинг бурилиш бурчаги, яъни, унинг четки АВ' ва АВ'' ҳолатлари;

- гидроцилиндрнинг силкиниш нуктаси ва В нукта орасидаги минимал масофа, яъни  $BC_{\min}$ ;

- В нуктадаги рухсат этилган босим бурчаги  $[\alpha]$ .

Силкинувчи гидроцилиндр С нукта ҳолатини аниқлаш талаб этилади.

Механизмни четки ҳолатларида кучни узатиш шарти энг мураккаб бўлганлиги учун, звенонинг АВ' ва АВ'' ҳолатларини кўрамиз. Гидроцилиндр штоки АВ звенога В нуктада бўланганлиги сабабли, куч гидроцилиндрдан звенога бу нукта орқали узатилади. Куч вектори тезлик вектори билан В нуктада исталган бурчак ҳосил қилади, рухсат этилган босим бурчаги оралиғида. В' нуктадан тезлик таъсир чизигини звенога перпендикуляр қилиб ўтказамиз, ва бу чизикдан соат стрелкаси йуналишида  $[\alpha]$  бурчакни кўямиз. Бу иккиланган бурчакнинг ичида гидроцилиндрнинг куч вектори ётади, ёки В'С кесма, В' нукта билан гидроцилиндр силкиниш нуктасининг учрашган нуктасидир. В'' нуктада ўхшаш қурилишларни қилиб, В' ва В'' нуктадан иккита иккиланган  $[\alpha]$  бурчакни кўйиб, 7.7в – расмда штрихланган умумий зона чегараларини ҳосил қиламиз. Агар куч гидроцилиндрдан звенога В нукта орқали бу зонанинг ичида жойлашиб ўтказилса, бу кучни узатиш шарти звенонинг икки четки ҳолати учун яхши бўлади. Бу зонанинг ичида гидроцилиндрнинг силкиниш нуктаси В' нуктадан  $BC_{\min}$  оралиғида жойлашади.

Аниқ С нуктанинг ўрни  $BC_{\min}$  радиусида кўшимча конструктив шартларни бериб топилади, агарда улар йуқ бўлса, ихтиёрий танланади.

### **Таянч сўзлар.**

1. Стерженли механизмларни лойиҳалаш – бу берилган талабаларга кўра звено узунликларини ва кўзгалмас нуктанинг жойлашиш ўрнини аниқлаш.

2. Ўртача тезликнинг ўзгариш коэффициенти – бу қайтма илариланма ёки силкинма ҳаракат қилувчи чиқиш звеносининг салт ва ишчи юришдаги ўртача тезлик нисбати.

3. Кривошипнинг мавжудлик шарти – бу звено узунликларининг шундай нисбатики, унда энг қисқа звено тўла айланма ҳаракат қилади.

4. Босим бурчаги – бу куч кўйилган нуктанинг тезлик вектори билан куч вектори орасидаги ўткир бурчак.

### **Контрол саволлар.**

1. Стерженли механизмларни лойиҳалашнинг қандай ҳиллари бор?

2. Ползуннинг ўртача тезлиги бўйича кривошип-ползунли механизмни лойиҳалашдан қандай хулоса чиқариш мумкин?

3. Стерженли механизм чиқиш звеносининг ўртача тезликнинг ўзгариш коэффициенти нима?

4. Стерженли механизмларни кинематик лойиҳалашда қандай геометрик параметрлар топилади?

5. Босим бурчаги нима ва у стерженли механизмни лойиҳалашда қандай ҳисобга олинади.

Мавзу	Механизмнинг структуравий ва кинематик анализи
<b>2.3.1. Амалий машғулотда ўқитиш технологияси.</b>	
Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича амалий машғулоти.
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механизмни структуравий жиҳатдан текшириш мисоллар ечиш.</li> <li>2. Механизм схемасини танланган узунлик масштабида чизиш ва звеноларнинг ҳолатларини аниқлашда мисоллар ечиш.</li> <li>3. Механизмни кинематик текширишда мисоллар ечиш.(тезлик ва тезланиш режаларини қуриш).</li> <li>4. Келтирилган момент графигини бажарилган иш ва келтирилган инерция моментлари графикларини қуриш бўйича мисоллар ечиш.</li> <li>5. Маховикнинг инерция моментини аниқлаш.</li> </ol>
<u>Ўқув машғулотининг мақсади:</u> Механизмларни лойиҳалашда кинематик ва динамик текширишда билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни тақослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Мавзуга оид масаларни ечишда амалий кўникмаларни шакллантириш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ўзига берилган вазифа бўйича механизмнинг схемасини танланган масштабда чизишни билиш.</li> <li>- Структуравий анализни бажариш.</li> <li>- Механизм звено нуқталарининг чизиқли тезлик ва тезланишларини ҳамда звеноларнинг бурчак тезлик ва тезланишларини аналитик ва графо-аналитик усулда аниқлашни билиш.</li> <li>- Ташқи кучлардан келтирилган момент қийматларини ҳисоблашни ва графикни қуришни билиш.</li> <li>- График интеграллаш усули ёрдамида бажарилагн иш графикни қуришни билиш.</li> <li>- Келтирилган инерция моментини аниқлаш ва графикни қуришни билиш.</li> <li>- Етакчи звенонинг кинематик энергия ўзгаришни графикни қуришини ва шунга асосланиб миховликнинг инерция моментини аниқлаш (мерцалов усули).</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда қўйилган масалларни ечиш, мунозара, такдимот, блиц –сўров.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланма, методик қўлланма, маъруза матни, линейка, циркуль, колькулятор. .
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.3.1. Амалий машғулотининг технологик картаси (1- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (15мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>Топшириқларни тарқатади.</p> <p>1.2. Курс лойиҳаси тўғрисида, унинг хажми, топшириш мудати хақида маълумот беради.</p> <p>Адабиётлар билан таништиради.</p> <p>1.3. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.1. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Тинглайдилар, ёзиб оладилар.</p> <p>1.3. Саволларга жавоб бердилар</p>
2-Босқич Асосий (55 мин)	<p>2.1. Талабаларни 4-5 гуруҳга ажратади ва 1-масала билан топширади. Ҳар бир талаба берилган топшириққа асосланиб масалани ечади.</p> <p>2.2. Кинематик анализда мисол келтиради.</p> <p>2.3. Масалани бажаришда асосий хулосаларга эътибор қаратади.</p> <p>2.4. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларни баҳолашни ташкил этади. Вазифани бажариш жараёнидаги асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Ўқув топшириқларини баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонлари билан танишадилар.</p> <p>Вазифани бажарадилар.</p> <p>2.2. Кинематик анализда талаба берилган топшириқни ечимини ўз гуруҳдаги мунозара шаклида ҳамда ҳисоб-китоб ва график асосида топади.</p> <p>2.3. Эштади.</p> <p>2.4. Эштади ва ёзиб олади.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Талабаларга кейинги дарсга топшириқлар беради.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади..</p>

### 2.3.1. Амалий машғулотнинг технологик картаси (2- машғулот).

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси айтади.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказади.</p> <p>1.3. Талабаларни жавобини эшитади ва ўз ўтган дарсда берилган топшириқ устида масаллар ечишни эълон қилади.</p>	<p>1.2. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p> <p>1.3. Эшитадилар.</p>
2- Босқич Асосий (55 мин)	<p>2.1. Механизмнинг динамик текширишда келтирилган моментни аниқлаш ва унинг графигини чизишда мисолни ечади. Талабалар ўз топшириқларини бажаришни айтади.</p> <p>2.2. График интеграллаш усулида бажарилган иш графигини куришида мисол келтиради.</p> <p>2.3. Келтирилган инерция моментини ҳисоблаш ва унинг графигини чизишни кўрсатади.</p> <p>2.4. Мериолов усулидан фойдаланиб, етакчи звенодаги кинетик энергия ўзгариш графигини куришни ва маховикнинг инерция моментини аниқлашни доскада чизиб кўрсатади.</p> <p>2.5. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини баҳолашни ташкил этади, билимларни умумлаштиради, вазифани бажариш жараёнидаги асосий хулосаларга эътиборни қаратади.</p>	<p>2.1. Ўқув топшириқларини баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонлари билан танишадилар. Вазифани бажарадилар.</p> <p>2.2. Кинематик анализда талаба берилган топшириқни ечимини ўз гуруҳдаги мунозара шаклида ҳамда ҳисоб-китоб ва график асосида топади.</p> <p>2.3. Эштади.</p> <p>2.4. Эштади ва ёзиб олади.</p> <p>Такдимот қилинади. Ёзиб олади.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлатиради.</p> <p>3.2. Талабаларга кейинги амалиёт дарсига вазифалар беради.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар. Аниқлаштирадилар.</p> <p>3.2. Вазифани ёзиб олади..</p>

## **Механизм турлари ва структуравий жиҳатдан текширишда ақлий ҳужум усулидан фойдаланамиз.**

Ақлий ҳужум – амалий ёки илмий муаммолар ечиш ғоясини жамоавий юзага келтириш.

Иштирокчилар ақлий ҳужум вақтида мураккаб муаммони ҳал этишга ҳаракат қиладилар: уларни танқид қилишга йўл қўймай уни ҳал этишнинг кўпроқ шахсий ғояларини юзага келтирадилар, сўнгра кўпроқ оқилона (самарали), мақбул ва бошқа ғояларни ажратадилар, уларни муҳокама қиладилар ва ривожлантирадилар, уларни исботлаш ёки қайтариш имкониятларини баҳолайдилар.

Бу усул ҳамма вазифаларни бажаради, лекин унинг асосий вазифаси – таълим олувчиларни ўқув-билиш фаолиятини фаоллаштириш, уларни муаммони мустақил тушунтириш ва ечишга қизиқтириш ва уларда муомала маданияти, фикр алмашиниш малакаларини ривожлантириши, ташқи таъсир остида фикрлашдан озод бўлиш ва ижодий топшириқни ечишда бирламчи йўл фикрларини енгиб ўтишни тарбиялайди.

Анъанавий таълимда вазифани ечиш вақтида кўпгина таълим олувчилар ўз ғояларини айтишга ботина олмайдилар. Ўз таклифларининг хатолиги ва таълим берувчининг салбий муносабатидан, бошқа иштирокчиларнинг йўқ қилиб юборувчи танқиди ва кулгусидан асосли кўрқадилар.

### **Ақлий ҳужум қондаси:**

**Ҳеч қандай бирга баҳолаш ва танқидга йўл қўйилмайди!**

Таклиф этилаётган ғояни баҳолашга шовша, агарда у ҳаттоки ажойиб ва ғаройиб бўлса ҳам ҳамма нарса мумкин.

**Танқид қилма, ҳамма айтилган ғоялар қимматли тенг кучлидир.**

**Ўртага чиқувчини бўлма!**

**Туртки беришдан ўзингни ушла!**

**Мақсад миқдор ҳисобланади!**

Қанча кўп ғоялар айтилса, ундан ҳам яхши: янги ва қимматли ғояларни пайдо бўлиши учун кўп имкониятдир.

**Агарда ғоялар қайтарилса, хафа бўлма ва ҳижолат чекма.**

**Тасаввурингни “жўш уришига” рухсат бер!**

**1-машғулот. Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларининг кинематик схемасини чизиш ҳамда уларни тузилишини таҳлил қилиш.**

**2.2.1. Лаборатория машғулотига ўқитиш технологияси.**

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулотига.
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фанга таълуқли асосий атом ва тушунчалар. (деталь, звено, кинематик жуфт, кинематик занжир).</li> <li>2. Звено турлари.</li> <li>3. Кинематик жуфт ва уларнинг синфини аниқлаш.</li> <li>4. Механизмнинг эркинлик даражасини аниқлаш.</li> <li>5. Механизм схемасини Ассур гуруҳларига ажратиш, уларнинг синфи ва аниқлаш.</li> <li>6. Механизм синфини аниқлаш ва струтуравий формуласини ёзиш.</li> <li>7. Узунлик масштаби танлаш ва кинематик схемани узунлик масштабда чизиш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Текисликда ҳаракат қилувчи турли механизмларни номини, ишлаш принципини ва уларни струтуравий таҳлил қилиш билимларини чуқурлаштириш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Ўз фикрини шакллантириш ва билдириш жараёнини ташкил қилиш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фанга таълуқли асосий тушунчаларга таъриф беради ва чизмаларда кўрсатади.</li> <li>- Турли механизмлар макетларида звеноларни кўрсатиб. Уларнинг турлари, мумкин бўлган ҳаракат тўғрисида маълумот беради ва номлайди.</li> <li>- Макетларда кинематик нурларни кўрсатиб, уларнинг синфини аниқлайди.</li> <li>- Механизм схемасини Ассур гуруҳларга бўлади, уларнинг синфини ва механизм синфини аниқлайди.</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда ўқиш, мунозара, таъкидлаб, билим-сўров, график ташкил этувчилар табица-жадвал “Вена” диаграммаси.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланмалар маъруза матни, плакат ва макетлар, линейка ва циркуль.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Фан бўйича лаборатория ишларини ўтказиш, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.2.1. Лаборатория машғулотининг технологик картаси (1- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режасини айтади.</p> <p>1.2. Талабаларни фаолиятларини мақсадида мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказажи.</p> <p>1.3. Талабалардан жавобни эшитиши ва мавзу муҳокамаси гуруҳларга ишлар тақдиротидан сўнг давом этишни эълон қилади.</p> <p>Ҳар бир талаба гуруҳ баҳосини мос равишда балл олиши тушунтирилади, гуруҳларда ишлаш қоидалари билан таништирилади. Гуруҳларда ишлаш на-тижаси қоғозларда кўрсатиши кераклигини маълум қилади.</p>	<p>1.3. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (30 мин)	<p>2.1. талабаларни 4-5 гуруҳга ажратади. Ўқув топшириқларини (вазифаларни) тарқатади. Вазифа бутун гуруҳ томонидан бажарилишини эълон қилади. Вазифани бажаришда дарслик, маъруза матнлари, методик қўлланмалардан фойдаланиш мумкинлигини таъкидлайди. Гуруҳларда ишларни бошлашни эълон қилади.</p>	<p>2.1. Ўқув топшириқларини баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонлари билан танишадилар. Вазифани бажарадилар.</p>
3-Босқич Тақдирот (35мин.)	<p>3.1. Тақдирот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини ўзаро баҳолашни ташкил этади. Жавобларни шархлайди, билимларни умумлаштирилади, вазифани бажариш жараёнидаги асосий хулосаларга эътиборни қаратади.</p>	<p>3.1. Таъкидлаб ўтишади. Бошқа гуруҳларга саволлар беради ва ўзаро баҳолашни амалга оширади. Ёзиб олади.</p>
4-босқич Яқуний (10 мин)	<p>4.1. Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>4.2. Лаборатория иши учун вазифа беради.</p>	<p>4.1 Тинглайдилар, аниқлаштирадилар.</p> <p>4.2. Лаборатория иш учун вазифани ёзиб оладилар.</p>

**Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг кинематик схемасини  
чизиш ҳамда уларни тузилишини таҳлил қилиш.**

**Лаборатория ишида таълим воситалари технологиясининг  
таркибидан фойдаланамиз.**

**Режа:**

1. Таълим воситалари: тушунча ва мазмуни.
2. Графикли органайзерлар техникаси.

### **ТАЪЛИМ ВОСИТАЛАРИ: ТУШУНЧА ВА МАЗМУНИ**

**Таълим воситалари** – ўқув материални кўргазмали тақдим этиш ва шу билан бирга ўқитиш самарадорлигини оширувчи ёрдамчи материаллар ҳисобланади.

**Таълим воситалари:**

1. Таълим беришнинг техник воситалари (ТТВ);
2. Ёрдамчи таълим воситалари (ЁТВ);
3. Ўқув услубий материаллар (ЎУМ).

**Таълимнинг техник воситалари (ТТВ)** – ўқув материални кўргазмали намойиш этишга, уни тизимли етказиб беришга ёрдам беради; талабаларга ўқув материални тушунишларига ва яхши эслаб қолишларига имкон беради.

**Ёрдамчи таълим воситалари (ЁТВ)** – графиклар, чизмалар, намуналар ва ҳ.к. бошқ.

**Ўқув – услубий материаллар (ЎУМ)** – ўқув материаллар, ўзлаштирилган ўқув материалларини мустаҳкамлаш учун машқлар. Булар талабаларнинг мустақил ишларини фаоллаштиришга ёрдам берадилар.

Талабаларни ўқув – билиш фаолиятларини жадаллаштиришга ёрдам берувчи ҳар турдаги таълим воситаларини танлаш ва улардан фойдаланиш қуйидагиларга боғлиқ: 1) мақсадни белгилаш; 2) асосий билим манбаига; 3) таълим усулига; 4) ўқув материалнинг янгилигига ва мураккаблигига; 5) талабаларни ўқув имкониятларига.

Бу лаборатория ишини ўтказишда таълимнинг техник воситаларидан диапроектор, доска-блокнот, доска-стенд, ёзув тахтаси, мультимедияли объектларни таҳлил этиш жараёнида уларнинг мазмуни, шакли, ўлчови ва рангини ўзгарувчан бошқариш, энг кўп кўргазмаликка эришишда тўхтатиш ва ҳоҳлаган жойида яна ишга тушириш мумкин.

Ёрдамчи таълим воситаларидан модел, муляжлар, намуналар, чизма, схема ва бошқалардан фойдаланилади.

Ўқув – услубий материаллар – иш варақаси, эслатма назорат варағи, матнлардан фойдаланилади.

**Мавзу бўйича назорат саволлари:**

1. Механизм деб нимага айтилади?
2. Узунликнинг масштаб коэффициентини нима?
3. Механизмнинг қандай турларини биласиз?
4. Фазода ва текисликда ҳаракат қилувчи механизмларда кинематик жуфтлар қандай бўлади.
5. Структуравий ва кинематик схема нима?
6. Эркинлик даражаси қандай топилади?
7. Эркинлик даражасини топиш формуласига кирган ҳарфий ифодаларнинг номини айтиб беринг?



2- мавзу	2.1.3. Механизмларни лойиҳалаш. 2.1.4. Механизмларни кинематик таҳлили.
----------	--

### 2.1.2. Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 30 - 70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинематик анализ нима?</li> <li>2. Нуқта ёки звеноларнинг тезлик тезланишлари.</li> <li>3. Бурчак тезлик ва бурчак тезланишлар.</li> <li>4. Тезлик ва тезланишлар планининг хоссалари.</li> <li>5. Тезлик, тезланиш аналоглари.</li> <li>6. Компьютер ёрдамида механизмларни кинематик кўрсаткичларини аниқлаш.</li> </ol>
<p>Ўқув машғулотининг мақсади: Механизмларни кинематик анализ қилишда, звеноларга тегишли бўлган нуқталарнинг тезлик ва тезланишларини, бурчак тезлик, бурчак тезланишларни аниқлашдан иборатдир. Тезлик ва тезланиш аналогларини аниқлаш эса келгусида компьютер ёрдамида механизмларни кинематик кўрсаткичларини аниқлашда муҳим ўрин тутди.</p>	
<p>Педагогик вазифалар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кинематик анализ тушунчасини тушунтириш.</li> <li>- Нуқта ёки звеноларнинг тезлик ва тезланишлари, бурчак тезлик, бурчак тезланишни аниқлашни кўрсатиш ва уларни тезлик, тезланиш аналоглари ўртасидаги фарқни кўрсатиш.</li> <li>- Компьютер ёрдамида механизмларни кинематик кўрсаткичларини аниқлашни тушунтириб бериш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кинематик анализ нималигини изоҳлайди;</li> <li>- Тезлик, тезланиш, бурчак тезлик, бурчак тезланишларга изоҳ беради;</li> <li>- Тезлик ва тезланиш аналогларига изоҳ беради ва уларнинг ҳақиқий тезлик, тезланишдан фарқини айтиб беради.</li> </ul>
Ўқитиш услуби ва техникаси	Визуал маъруза, блиц-сўров, баён қилиш, кластер, «ха-йўк» техникаси
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ ва жуфтликларда ишлаш.
Ўқитиш шарт-шароити	Проектор, компьютер билан жиҳозланган аудитория.

### 2.1.3. Маъруза машғулотининг технологик картаси (3-машғулот)

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади.
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <p>- Кинематик анализ деб нимага айтилади?</p> <p>- Тезлик, тезланиш қандай маънога эга.</p> <p>2.2. Ўқитувчи визуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади.</p> <p>Текисликда ҳаракатланувчи механизмларда звено нукталарининг тезлик, тезланишларини топиш учун кутб тезлик ва тезланишлар планини қуради.</p> <p>2.3. Звеноларнинг тезлик тезланишини топиш учун мисоллар келтиради.</p> <p>2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади.</p> <p>Навбат билан бир-бирларини такроламай атамаларни айтишади.</p> <p>Ўйлайди, жавоб беради.</p> <p>2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3. Эслаб қолади, ёзади.</p> <p>Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади.</p> <p>Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади.</p> <p>Фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Мустақил иш учун вазифа;</p> <p>Аниқ берилган механизм учун тезлик ва тезланишлар планини қуриш вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.</p>	<p>3.1. Эшитади, аниқлаштиради.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади.</p>

## 2.1.4. Маъруза машғулотининг технологик картаси (4-машғулот)

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади.
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <p>- Тезлик, тезланиш аналоглари деб нимага айтилади.</p> <p>- Ҳақиқий тезлик ва тезланиш билан аналоглар орасида қандай боғланиш бор.</p> <p>2.2. Ўқитувчи визуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади.</p> <p>Компьютер ёрдамида механизмнинг кинематик кўрсаткичларини аниқлашни кўрсатиб беради.</p> <p>Аналог қийматлардан ҳақиқий тезлик, тезланиш қийматларини ўтишни тушунтириб берилади.</p> <p>2.3. Звеноларнинг тезлик тезланиши-ни топиш учун мисоллар келтиради.</p> <p>2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади.</p> <p>Навбат билан бир-бирларини такроламай атамаларни айтишади.</p> <p>Ўйлайди, жавоб беради.</p> <p>2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3. Эслаб қолади, ёзади.</p> <p>Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади.</p> <p>Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади.</p> <p>Фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Мустақил иш учун вазифа;</p> <p>Аниқ берилган механизм учун компьютерда кинематик кўрсаткичларни аниқлаш вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.</p>	<p>3.1. Эшитади, аниқлаштиради.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади.</p>

## **2-Маъруза: Механизмларни лойиҳалаш ва уларни кинематик тахлили.**

(4соат).

### **Таянч сўзлар ва тушунчалар.**

Тезлик, айланишлар сони, синтез қилиш, кинематик анализ, узатиш функцияси, тезлик ва тезланиш аналоглари.

#### **Маъруза режаси:**

1. Кинематик анализ натижасида ечиладиган асосий масалалар.
2. Текисликда ҳаракатланувчи механизмларни лойиҳалаш:
3. Кинематик анализ усуллари.
4. Механизм ҳолатларини қуриш;
5. Узатиш функцияси.

#### **А д а б и ё т л а р:**

1. 1. Х.Х. Усмонходжаев “Машина ва механизмлар назарияси” 1981й., 69-84 бетлар.
2. К.В. Фролов ва бошқалар. “Машина ва механизмлар назарияси” Тошкент, “Ўқитувчи” -1990й. 40-59 бетлар.
3. Р.Х. Қодиров “Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш” Тошкент “Ўқитувчи”-1990й. 11-123 бетлар.

**1.** Механизм кинематикасининг асосий масалаларини кўриб чиқамиз. Механизм кинематикасида, асосан, қуйида масалалар ечилади:

1. Механизмлар ҳолатлари тузилади, механизм звеноларидаги оғирлик марказ нукталарнинг траекториялари чизилади;
2. Илгариланма ҳаракат қиладиган звено нукталарнинг чизиқли силжиши (С), звено нукталарнинг чизиқли тезлиги (Й) ва тезланишлари (А);
3. Айланма ҳаракат қиладиган звеноларнинг бурчак тезлиги ( $w$ ) ва бурчак тезланишлари ( $\epsilon$ ) топилади.

Механизмларни лойиҳалашдан мақсад струкраси ва геометрик ўлчамлари бўйича кинематик параметрларнинг ўзгариш қонунини таъминлайдиган кинематик схемани яратишдир.

Механизмларни лойиҳалашда динамик кўрсаткичларни ҳисобга олиш керак. Булардан бири кучларни етакчи звонадан етакланувчи звенога узатиш шартидир. Звенога кучлар таъсирининг характери босим бурчаги звенога таъсир етувчи куч вектори билан куч қўйилган нуктанинг тезлик вектори орасидаги бурчакдир. Механизм нормал ишлаши учун босим бурчагининг максимал қиймати рухсат етилган қийматидан ошмаслиги керак.

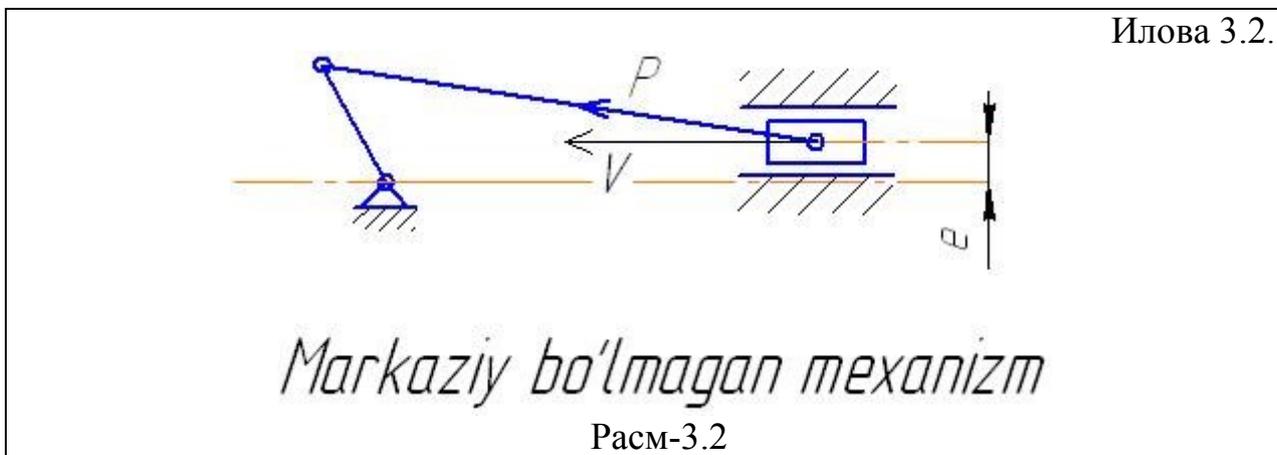
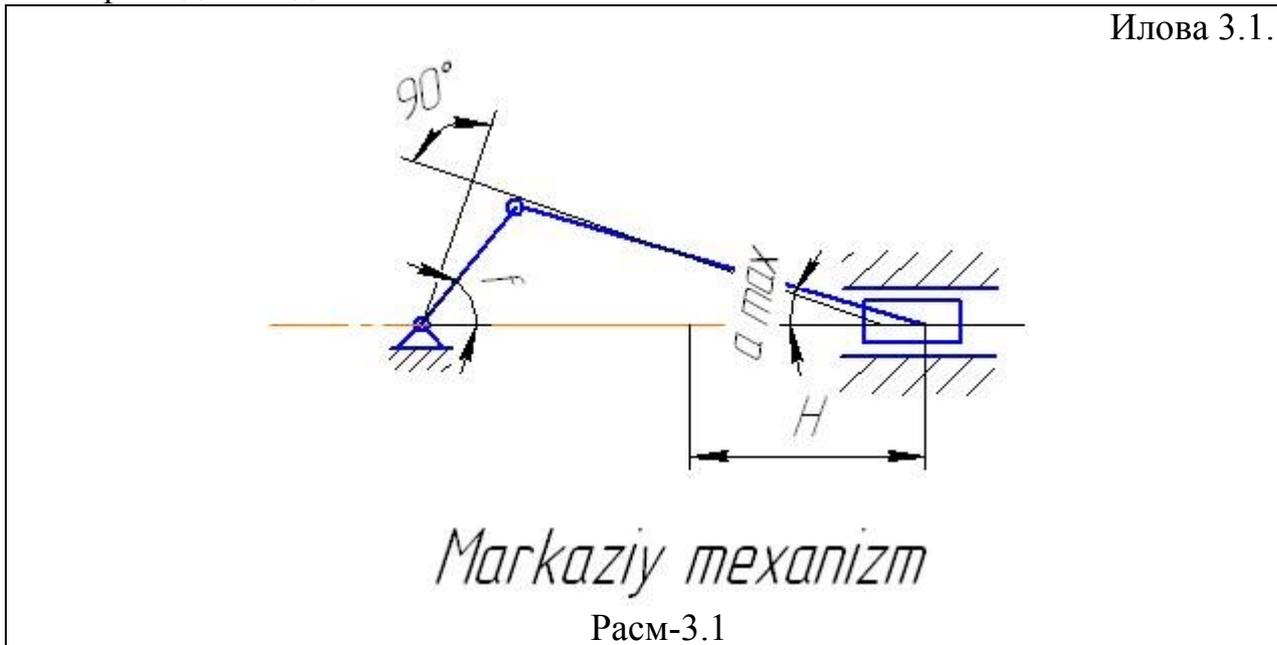
#### **2. Текисликда ҳаракатланувчи механизмларни лойиҳалаш.**

*Механизмни ползуннинг ўртача тезлиги, валнинг айланиш сони ва кривошин шатун узунликлари нисбати бўйича лойиҳалаш.*

Кривошин-ползунли механизмлар. Кривошин- ползунли механизм яъни ёнув двигателлари, компрессорлар ва бошқа қурилмалар учун асосий мезанизм бўлиб, илгариланма ҳаракатни айланма ҳаракатга ва аксинча, айланма ҳаракатни илгариланма ҳаракатга айлантириш учун хизмат қилади.

Силиндр ўқи ва кривошиннинг айлантириш маркази бита тўғри чизиқда ётса марказий механизм дейилади.

Агар цилиндрнинг ўқи кривошин айланма марказга нисбатан маълум бир “e” масофага силжиган бўлса, бундай механизм марказий бўлмаган кривошин-ползунли механизм дейилади., “e” –эксцентриситет ёки силжиш масофаси дейилади



Бу вариант кўпинча марказий кривошин-ползунли механизмларни лойиҳалашда учрайди. Ползуннинг ҳаракатини кузатиб, шуни кўриш мумкинки, кривошин бир марта айланганда ползун  $2H$  масофани босиб ўтади ( $H$ -ползуннинг енг четки ҳолатлари оралиғи). Ползуннинг бир минутда босиб ўтадиган йўли  $2Hn$  бўлади, ( $n$ -кривошиннинг бир минутдаги айланишлар сони).

1мин=60 секунд, у ҳолда поршен тезлиги  $v_{o'r} = \frac{2Hn}{60} \left[ \frac{m}{s} \right]$  бундай поршен йўли аниқланади:

$$H = \frac{30V_{\text{пр}}}{n} \text{ [m]} \tag{3.1}$$

Кривошин узанлиги поршен йўлининг ярмига тенг:

$$l_1 = H/2 \tag{3.2}$$

Лойиҳалаш шартига биноан кривошин узунлигини шатун узунлигига нисбати  $l_1/l_2 = \lambda$  коэффициентидан фойдаланиб, шатун узунлиги аниқланади:

$$l_2 = \frac{l_1}{\lambda} \quad (3.3)$$

$\lambda = l_1/l_2$  нисбат босим бурчагининг максимал қийматини таъминлайдиган кўрсаткич. Босим бурчаги – куч вектори билан тезлик векторлари орасидаги бурчак бўлиб, унинг қиймати ошиб борган сари механизм Ф.И.К. камайиб боради. Кривошин –ползунли механизмлар учун босим бурчагининг максимал қиймати  $11^0-19^0$  бўлиб, босим бурчагининг бу қийматида  $\frac{1}{5} = \frac{1}{3}$  бўлишини тақозо қилади.

Босим бурчаги  $\alpha$  нинг  $\lambda$  га боғлиқлиги 3.2 -расмда кўришиб турибди. Схемادا босим бурчаги цилиндр ўқи билан шатун ҳосил қилган бурчак бўлиб, шатуннинг энг четки ҳолатида унинг қиймати энг катта бўлади. Шатуннинг энг четки ҳолатида шатун билан кривошин ўзаро  $90^0$  бурчак ҳосил қилишни кўриш қийин эмас.

Бундан:  $tg\alpha = l_1/l_2 = \lambda$

Демак,  $\lambda$  коэффициенти шатуннинг максимал оғиш бурчагини белгилайдиган кўрсаткичдир.

$$\alpha_{\max} = \arctg l_1/l_2 = \arctg \lambda \quad (3.4)$$

3. Механизмлар кинематик анализнинг қуйдаги асосий усули мавжуд:

а) **Аналитик усул** – Бу усул формулалар ёрдамида амалга оширилади. Усул анча мураккаб бўлиб, аниқ механизмлар кинематикасида маълумотлар олиш мумкин. Компьютерни қўллаб анализ амалга оширилади.

б) **График усул** – Бу усул анча содда, кўзга тушувчан бўлиб, аниқ механизмлар кинематикасидан аниқ маълумотлар бермайди. Механизмлар кинематикасидан ўртача маълумотлар олинади.

с) **Графо-аналитик усул**. (тезлик ва тезланишлар режалари усули). График усулга нисбатан механизмлар кинематикасидан аниқроқ маълумотлар олинади. Тезлик, тезланиш, бурчак тезлик ва тезланишларнинг қийматлари билан биргаликда уларнинг йўналишлари ҳам маълум бўлади.

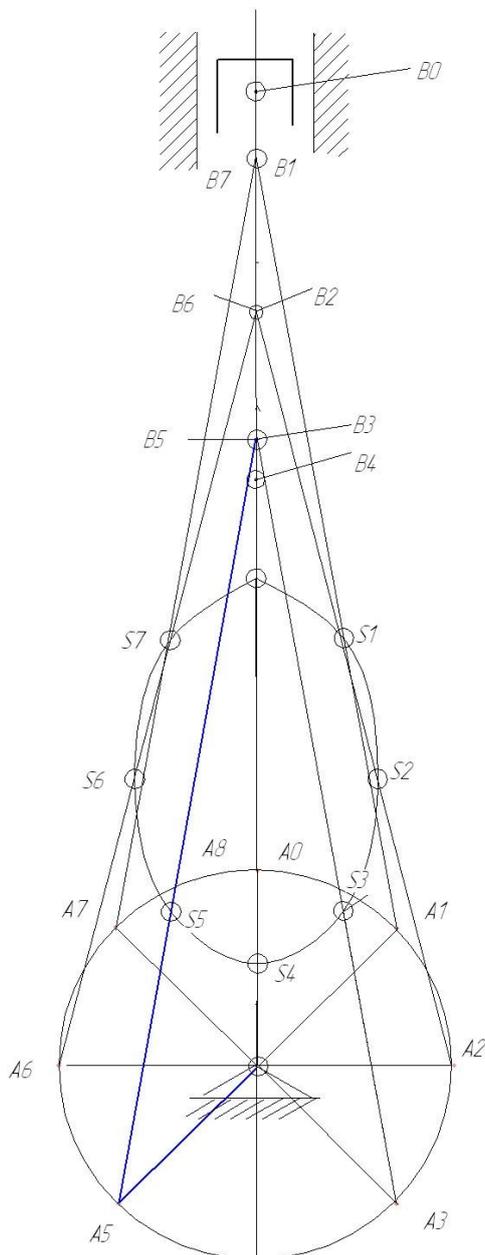
**4. Механизм звеноларининг ҳолатларини ва айрим нуқталари траекториясини чизиш.** Звенодаги нуқтанинг траекториясини аниқлаш учун аввал механизмнинг четки ҳолатларини топиб, уни танланган масштабда чизиш керак, сўнг белгиланган ҳар бир нуқтанинг ҳаракатланиш траекториясини олдиндан билиш керак. Масалан, кривошин қўзғалмас таянч атрофида айланма ҳаракат қилса, унинг исталган нуқтасининг траекториясини ОА радиусли айланма бўлади. Агар звено (поршен) қўзғалмас йўналтирувчи бўйлаб ҳаракатланса, унинг траекториясини тўғри чизиқдан (XX) иборат бўлади.

Кривошип-ползунли механизм учун ҳисоблаш ишларини механизмнинг нол вазиятидан бошлаймиз. Механизмнинг бошланғич назиятини кривошин узунлиги ОФ билан шатун узунлиги АВ нинг йиғиндиси L ни топиб, бу узунликни механизм кривошиннинг айланиш маркази (О) дан юқори томонга

кўйиб,  $L$  узунлигидаги радиус билан ёй чизамиз. Бу ёйнинг ползун йўналтирувчи  $XX$  билан кесишиш нуқтасини  $B_0$  орқали белгилаймиз.

Механизм  $OA$  кривошин  $A$  нуқтасининг траекторияси айланадан иборат бўлгани учун кривошиннинг айланиш маркази  $O$  дан  $OA$  радиус билан айлана чизамиз ва айлананинг  $XX$  билан кесишиш нуқтасини  $A$  билан белгилаймиз, бу кривошининг нолинчи вазияти  $OA_a$  бўлади.

Илова 3.3.



Расм - 3.3

Бу айланани механизмнинг нол вазиятидан бошлаб тенг 12 бўлакка бўламиз ва айланада кривошиннинг 12та ҳолатини топамиз ( $A_0, A_3, A_2, \dots$ ). Топилган нуқталарни  $0, 1, 2, 3, \dots$  рақамлар билан белгилаймиз. Уларни кривошин маркази  $O$  билан бирлаштирамиз. Механизмнинг янги  $O_1A_1 B_1$  вазиятини ҳосил қилиш учун  $A_1 B_1 = A_0 B_0$  шатун узунлиги радиус қилиб, айланадаги  $a$  нуқтадан марказ қилиб,  $XX$  йўналтирувчи билан кесишгунча ёй чизамиз. Чизилган ёйнинг  $XX$  йўналтирувчи билан кесиш нуқтасини ползуннинг  $B$  вазиятини беради. Шундай қилиб кривошин  $OA_1$  вазиятдан

соат стрелкаси харакати томонга  $30^0$  бурилиб, ОВ вазиятга келганда механизмнинг ползуни ХХ йўналтирувчида В<sub>0</sub> И йўлни босади.

Шундай усул билан кривошиннинг 12та ҳолатини мос келувчи ползуннинг 12 ҳолатини аниқланади.

Агар ползун маркази босиб ўтган В<sub>0</sub>, В, 2...ВВ нуқталарни бир-бири билан туташтирсак, **В СВ** тўғри чизиқ, В нуқтанинг траекториясини беради.

Топилган айланадаги ва ХХ йўналтирувчидаги I, 2-2... ВВ - ВВ нуқталарни бирлаштирсак шатуннинг 12та ҳолатини аниқлаган бўламиз. АВ шатундаги бирор S<sub>2</sub> нуқтанинг кривошин бир марта тўла айланганда чизган траекториясини топиш учун А ораликни, уни мос равишда

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>...A<sub>n</sub> нуқталаридан бошлаб кўйиб, шатундаги С<sub>2</sub> нуқтанинг С<sub>20</sub>, С<sub>21</sub>... вазиятларини белгилаб оламиз. Шу нуқталарни бир-бири билан туташтирсак, эллипс сингари чизиқ ҳосил бўлади. Ана шу ёпиқ эгри чизиқ шатундаги С<sub>2</sub> нуқтанинг траекториясидир.

### **Механизмларнинг кинематик таҳлили.**

Механизмнинг эркинлик даражаси  $W = 1$  бўлса, звеноларнинг ва механизм нуқталарининг силжиши, тезлиги ва тезланишлари бошланғич (ҳаракат қилувчи) звенони силжишига тезлигига ва тезланишларига боғлиқдир.

Бошланғич звенои ҳаракат қонуни аналитик кўринишни унинг вақтга боғлиқ ҳолда силжиши шаклида берилиши мумкин. Агарда звено айланма ҳаракатланса,  $\varphi = \varphi(t)$  функцияда бўлади, бу ерда  $\gamma$  - бошланғич звенони кўзғалмас таянчга боғлиқ ҳолда ХОУ координатага ҳаракат қилса  $S = S(t)$  функцияда, бу ерда С- кўзғалмас звенога, яъни ХОУ координатага нисбатан силжиши, t-вақт. Бу функционал боғланишлар график шаклда ҳам берилиши мумкин.

3. Етакловчи звенонинг график шаклда ҳам берилиши мумкин. Бурчак тезлигига нисбати билан ўлчанадиган катталиқ узатиш функцияси дейилади.

Берилган 4 звеноли механизм учун қуйидаги узатиш функцияларини ёзишимиз мумкин.

4. Баъзи ҳолларда бошланғич звенони ҳаракат қонуни чизиқли ёки бурчак тезликлари функциясида берилиши мумкин. Бунда интеграллаш йўли билан тезлик функциядан силжиш функциясини келтириб чиқариш мумкин.

Механизмларни кинематик таҳлилида тезлик ва тезланишларни бошланғич звенони айланиш бурчак  $\varphi$  ёки силжиши S функциясида ифодалаш қулайдир.

Агарда қандайдир К звенони айланиш бурчаги  $\varphi_k = \varphi_k(t)$  функциясида берилган бўлса, бу звенони W<sub>k</sub> бурчак тезлиги қуйдагича аниқланади:

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{d\omega_k}{dt} = \frac{d}{dt}(\omega * \omega_k) = \omega \frac{d\omega_k}{dt} + \omega_k \frac{d\omega}{dt} = \omega \frac{d\omega_y}{dy} * \frac{dy}{dt} + \omega_y \frac{d\omega}{dt} \\ &= \omega^2 \frac{d\omega_k}{dy} + \omega_y * \Sigma = \omega^2 * \Sigma * H_v * \Sigma \end{aligned}$$

Бу ерда  $\Sigma_y$  -бурчак тезланиш аналоги.

### **Назорат саволлари:**

1. Кинематик таҳлилини вазифалари нималардан иборат?

2. Механизмни кинематик характеристикаларини айтинг.
3. Тезлик ва тезланиш аналогларини моҳиятини тушунтиринг.
4. Узатиш функциясини тушунтириб беринг.

#### **4-маъруза.**

#### **Оддий стерженли механизмлар кинематикаси.**

#### **Тезлик ва тезланиш режалари.**

#### **Маъруза режаси:**

1. Оддий стерженли механизмлар кинематикасини ўқитишдан мақсад ва вазифалари.

2. Механизм звеноларининг ҳолатини куриш ва у нуктанинг траекторияси.

3. Тезлик ва тезланиш ҳиллари.

4. Кривошип-ползунли механизм тезлик режаси.

5. Узатиш нисбати ва унинг ҳиллари.

6. Кривошип-ползунли механизм тезланиш режаси.

Оддий стерженли механизмлар кинематикасининг ўқитишдан мақсад ва вазифалари.

Кинематикани ўқитишдан мақсад (кинематик текшириш ёки кинематик анализ) назарий механика курсида таърифланган, бу мумкин ҳаракатларни аниқлаш. Механизм тадбиқи – бу звено ва унга тегишли нуктанинг мумкин бўлган ҳаракатларини аниқлаш, яъни, механизм звеноларига таъсир этувчи куч ва моментларни ҳисобга олмаган тақдирда мумкин бўлган ҳаракатдир.

Кинематик текшириш вазифалари:

- механизмни ишлаш процессида звеноларнинг ҳолатини ва звено нукталарининг траекториясини аниқлаш;

- звено ва унга тегишли нукталарнинг тезлигини аниқлаш;

- механизмда узатиш нисбатини ҳисоблаш;

- звено ва унга тегишли нуктанинг тезланишини аниқлаш;

Кўрсатилган масалалар аналитик, график ва графоаналитик методларда ечилиши мумкин. Ҳар бир масалани ечимини кўриб чиқамиз.

Механизм звеноси ҳолатларини ва унга тегишли нукта траекториясини куриш.

Механизмни ишлаш процессида звено ҳолатларини куриш кўпинча график усулидан кертиклар (засечек) методидан фойдаланган ҳолда олиб борилади. Механизмни бир қанча силжитилган ҳолатларини куришда, яъни, механизм кўзгалмас нукталари битта жойни эгаллайди. Қоидада жуфт сонли ҳолатлар курилади – 6, 8 ёки 12, мос равишда кириш звеносидаги айлана тенг бўлақларга бўлинади. Буни марказий бўлмаган кривошип-ползунли механизм мисолида кўрамиз, яъни, ползуннинг ҳаракат йўналиш чизиғи кривошипнинг айланиш ўқидан ўтмаган ҳолат учун (4.1-расм).

Механизм схемаси узунлик масштабда чизилган. Машина ва механизмлар назарияси курсида шундай масштаблар қўлланиладики, улар ҳақиқий узунлик қийматини чизмадаги қийматга нисбатан олинади. Узунликнинг чизмадаги қиймати – бу миллиметрларда ўлчанадиган кесма, ҳақиқий қийматнинг ўлчов бирлиги эса, параметрларнинг ҳилига боғлиқ

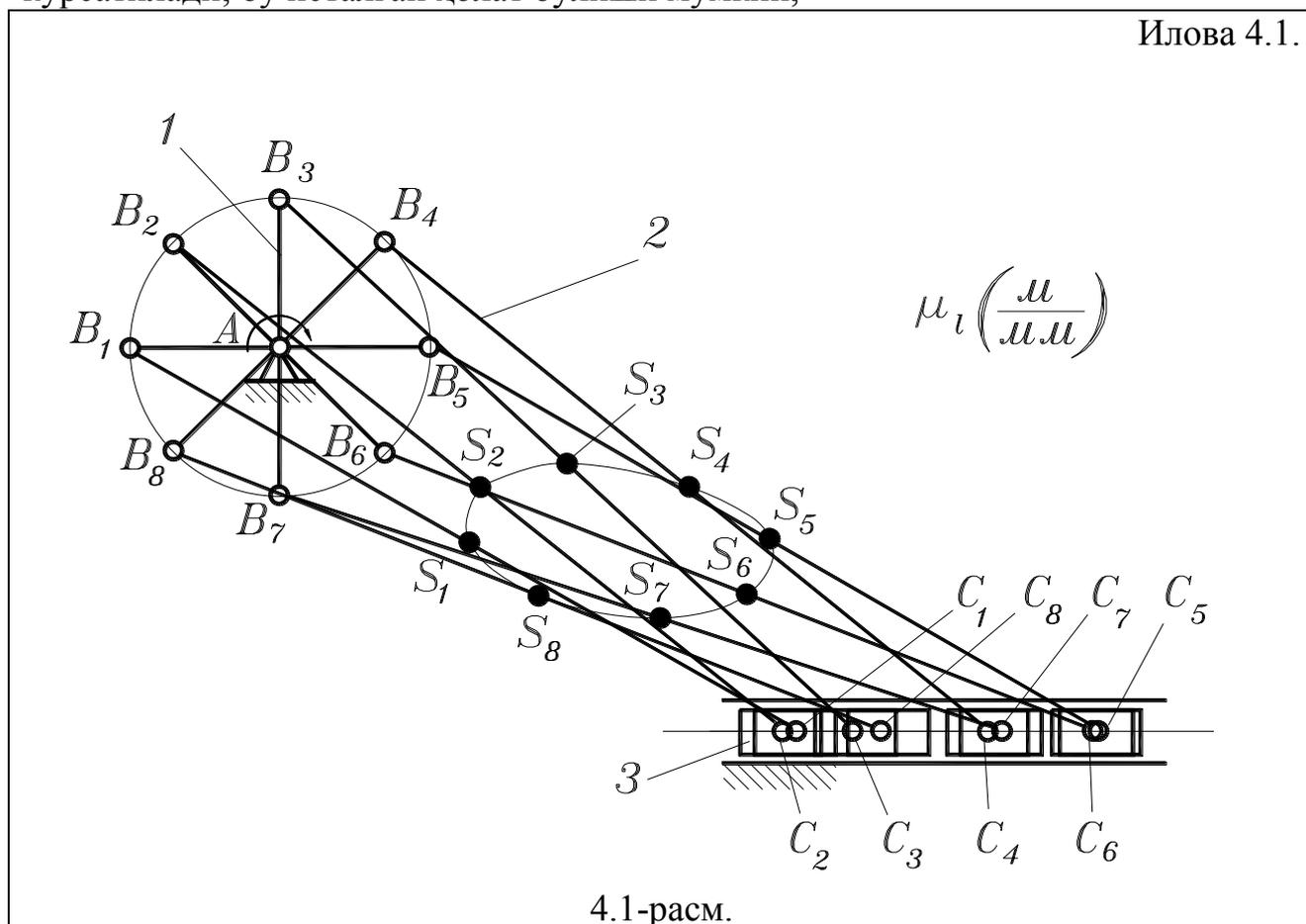
бўлиб, масштабда улар масса, бурчак, момент, тезлик ва ҳ.к.бўлиши мумкин. Узунликнинг масштаби ҳақиқатда узунлик бўлиб, метрда ўлчанади. Масштаблар  $\mu$  грек ҳарфида мос равишда индекс билан белгиланади: Ҳозирги ҳолатда – бу узунлик индекси  $l$ :

$$\mu_l = \frac{l}{\bar{l}} \left( \frac{i}{i \ i} \right) \quad (4.1)$$

бу ерда:  $l$  – ҳақиқий узунлик “метр”ларда;

$\bar{l}$  - бу узунликнинг схемадаги кўриниши “мм”ларда.

Кривошип-ползунли механизмнинг силжитилган ҳолатларини куйидагича қурилади. 4.1-расмда механизмнинг 8 та силжитилган ҳолатлари кўрсатилган. Биринчи галда бу механизмнинг биринчи позициядаги ҳолати кўрсатилади; бу исталган ҳолат бўлиши мумкин,



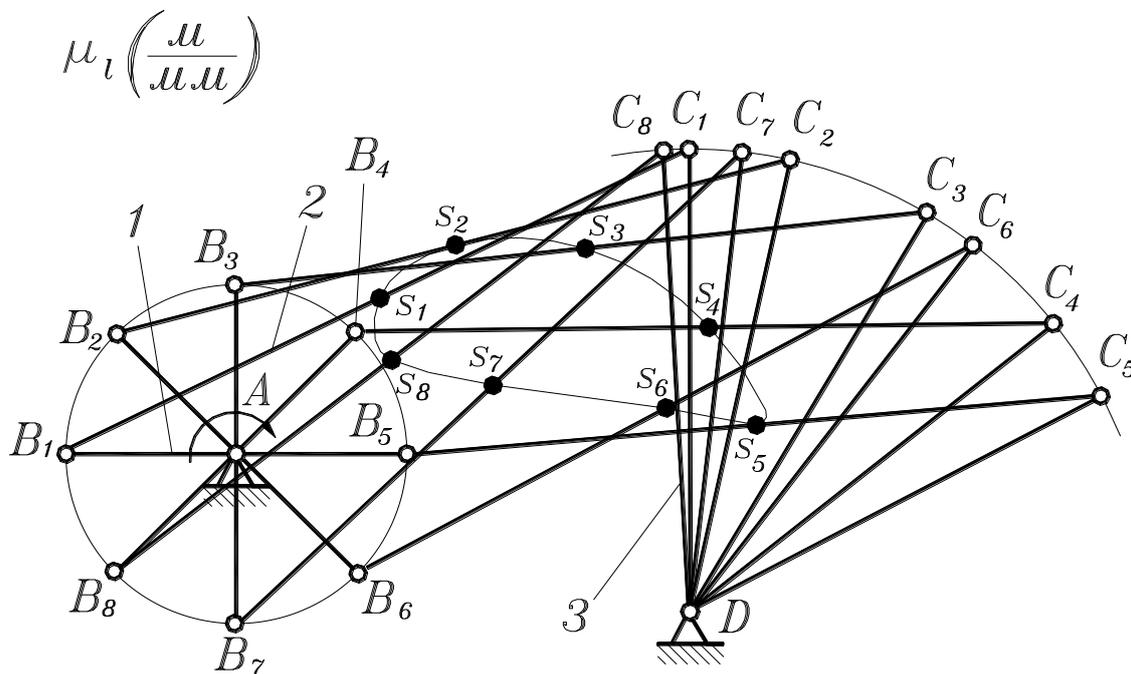
мисол учун, кривошипнинг горизонталь ҳолати. Бундан кейин кривошип В нуктанинг траекторияси (айлана) ва ползун С нуктаси (тўғри чизик) чизилади. В нукта траекториясидаги айлана 8 та тенг бўлакка бўлиниб, кривошипнинг 8та тенг жойлаштирилган ҳолатлари аниқланади. Сўнг, ҳар бир В нуктадан шатун узунлигига тенг радиусда ползун С нуктасининг траекторияси тўғри чизикқа кертик (засечка) ўтказилади. Кривошип В нуктасига мос равишда ползуннинг ҳолатлари аниқланади. Шатуннинг ҳар бир ҳолатида S нукталарни лекала эгри чизиғи билан бирлаштириб, унинг траекториясини ҳосил қиламиз.

Кривошип-коромислоли механизмларни силжитилган ҳолатларини куриш олдингига ўхшаш бўлиб, бунда кривошип нукталаридан шатун

узунлиги тенг радиусда коромисло нуқтасининг траекториясидаги айланага кертик (засечка) ўтказиш билан аниқланади. (4.2-расм.)

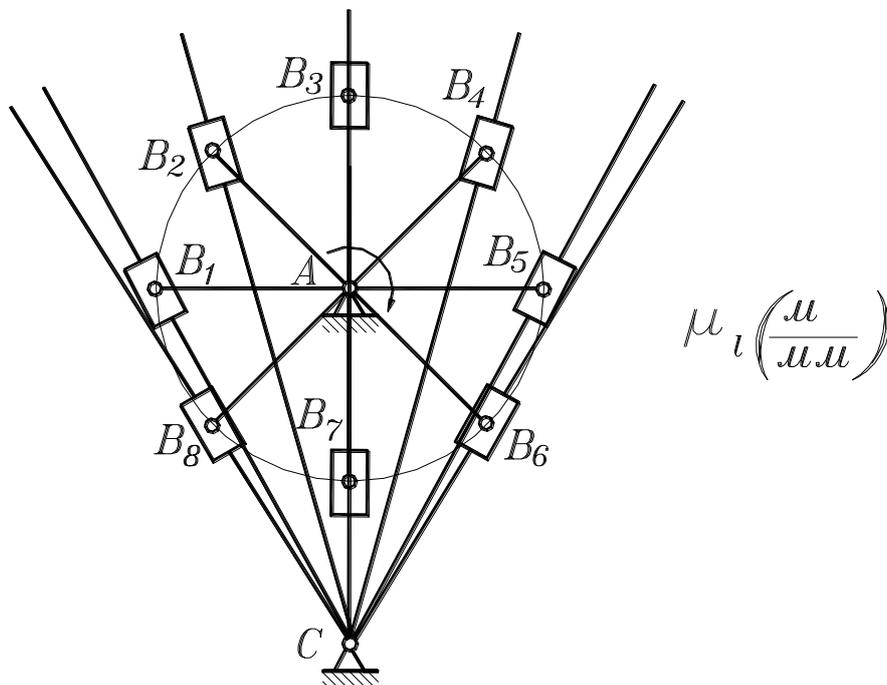
Кривошип-кулисаларни силжитилган ҳолатларини куриш осон, кривошип, тош ва кулиса нуқталари устма-уст тушади. (4.3-расм.) Кривошип узунлиги ва кривошип, кулисанинг айланиш ўқлари орасидаги масофага қараб, кулиса айланма ёки тебранма ҳаракат қилиши мумкин.

Илова 4.2.



4.2-расм

Илова 4.3.



4.3-расм.

Звено ва унга тегишли нуктанинг тезлигини аниқлаш.

Олдин стерженли механизм тезлик ва классификацияларини кўриб чиқамиз. Тезлик тўғрисидаги фикрлар тезланишга ҳам таалуклидир.

Тезлик – бурчак ва чизиклига бўлинади.

Звенолар бурчак тезликка эга бўлади, шатун ҳам, ҳар бир вақт оралиғида қандайдир нукта атрофида айланишти деб фараз қилиш мумкин. (абсолют ҳаракатдаги оний айланишлар маркази ёки нисбийдаги шарнир звено). Ползун бундан мустаснодир, у илгариланма ҳаракатланади. Одатда бурчак тезлик грек ҳарифи  $\omega$  (омега) билан белгиланади ва улар рад/с ларда ўлчанади. Бурчак тезлик икки йўналиш бўйича ҳаракатланади: соат стрелкаси йўналиши бўйича ва соат стрелкасига қарама-қарши. Чизикли тезликка звено нукталари ва илгариланма ҳаракат қилувчи ползун киради. Чизикли тезлик вектор катталиқдир ва у лотин ҳарифи  $v$  билан белгиланади. Чизикли тезликларни абсолют, нисбий ва релятивга ажратамиз.

Абсолют тезлик – бу қўзғалмас стойкага нисбатан тезлик. Тезлик бу нуктанинг индексига қараб белгиланади, мисол  $V_B$  ёки  $V_s$ .

Нисбий тезлик – звенодаги бир нуктанинг иккинчи нуктасига нисбатан тезлиги. Асосан шатундаги нукталарнинг нисбий тезликларини кўриб чиқамиз, мисол,  $V_{св С}$  нуктанинг  $B$  нуктага нисбатан тезлиги.

Релятив тезлик – бу бир звенодаги нуктани мос равишда тушувчи бошқа звенодаги нуктага нисбатан тезлиги. Бу тезликни кулисали механизмларда кўриб чиқамиз.  $B$  нукта (3.4-расм) 1-кривошип, ва 2-тошда шарнир ҳолатда тош кривошип билан боғлангандир; Шу вақт оралиғида бу нукта 3-кулисадаги нукта билан устма-уст тушади.  $V_{B3B1}$  (ёки  $V_{B3B2}$ ) релятив тезлик – бу кулисадаги  $B3$  тезликнинг кривошипдаги  $B1$  нуктага нисбатан тезлик (ёки  $B2$  тошдаги нуктага). Тош ва кулисанинг бир-бирига нисбатан илгариланма ҳаракатини ҳисобга олган ҳолда, релятив тезлик бу кулисани тошга нисбатан тезлиги.

Тезликларни аниқлашда графоаналитик ва аналитик методлар мавжуд. Графоаналитик методлардан энг кўп тарқалгани тезлик режаси ва кинематик диаграммалар усули. Аналитик методлар ва кинематик диаграммалар кейинроқ кўриб чиқилади. Бу ерда тезликларни аниқлашни тезликлар режаси ёрдамида кўриб чиқамиз.

Тезликлар режаси – бу абсолют, нисбий ва релятив тезлик векторларда аниқ масштабларда қурилган кўпбурчак. Бунинг ёрдамида механизмда оний чизикли ва бурчакли тезликлар берилган ҳолатлар учун аниқланади (худди шундай узатишлар нисбатан ҳам топилади, бу тўғрида кейинроқ гаплашамиз). Бу кўпбурчакда абсолют тезлик векторлар тезлик режасининг кутбидан ташқарига қараб йўналган бўлади, нисбий тезлик векторлари эса, абсолют тезлик векторларининг охирларини бирлаштирувчи векторлардир.

Кривошип-ползунли механизмнинг тезликлар режаси мисолида кўриб чиқамиз. Масаланинг берилган қиймати механизмнинг геометрик параметрлари ҳисобланиб, у  $\mu_l$  кнематик схемаси қурилган (4.4-расм) ва унинг кириш кинематик параметри –  $\omega_1$  қўзғалмас ўзгармас бурчак тезликка эгадир.

Кривошип В нуқтасининг чизикли тезлиги маълум формуладан топиш мумкин.

Бу тезлик вектори исталган тезлик масштабларда қурилган тезлик режасидир. Тезлик масштаби

$$\mu_v = \frac{v}{v} \left( \frac{i}{\tilde{n} \cdot i \ i} \right) \quad (4.3)$$

бу ерда:  $v$  - ҳақиқий чизикли тезлик м/с да;

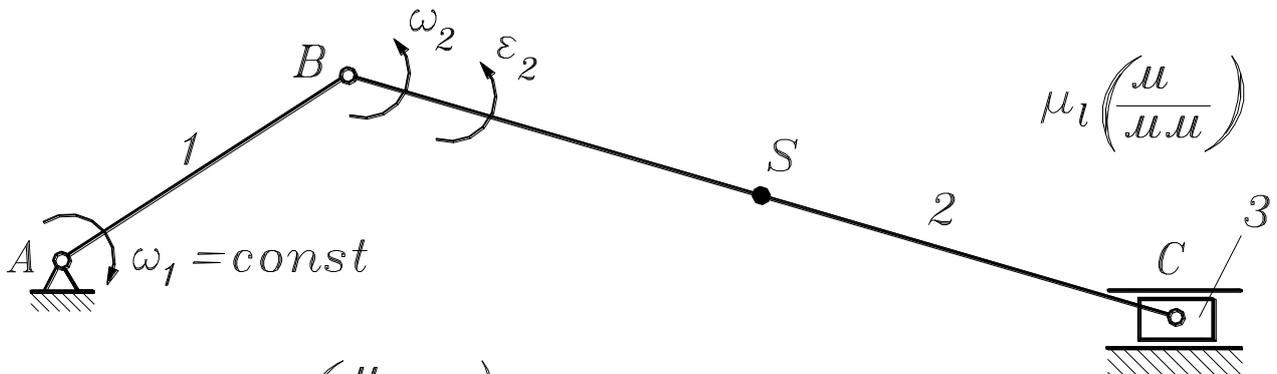
- бу тезлик векторининг чизмадаги ифодаси мм да .

Қурилишни ва ҳисоблашни енгиллаштириш мақсадида тезлик масштабини исталганича олмасдан, уни кривошип В нуқтасининг тезлик векторини чизмадаги ифодасини механизм схемасидаги кривошип узунлигига тенг қилиб олинса мақсадга мувофиқ бўлади, яъни  $v=AB$ . Унда (4.2) ни ҳисобга олганда тезлик масштаби:

$$\mu_v = \frac{v_B}{v_B} = \frac{AB \cdot \omega_1}{AB}$$

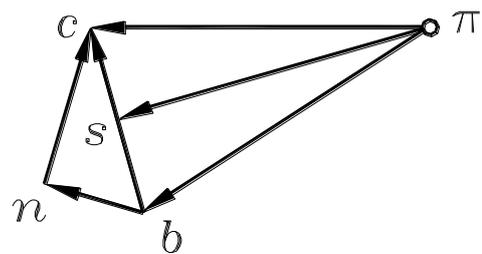
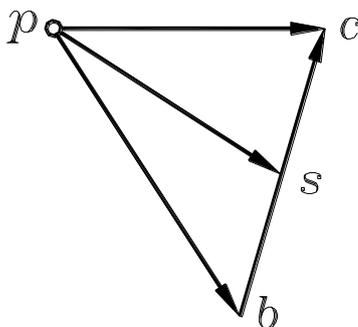
(4.1) ни ҳисобга олиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\mu_v = \mu_l \omega_1 \left( \frac{i}{\tilde{n} \cdot i \ i} \right) \quad (4.4)$$



$$\mu_v = \mu_l \omega_1 \left( \frac{m}{c \cdot mm} \right)$$

$$\mu_a = \mu_l \omega_1^2 \left( \frac{m}{c^2 \cdot mm} \right)$$



$$\left. \begin{aligned} \overline{v_{CB}} &= \overline{bc} \perp \overline{BC} \\ \overline{v_C} &= \overline{pc} \parallel \text{йунал} \end{aligned} \right\} \overline{a_{CB}} = \overline{bc}$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{a_{CB}^n} &= \overline{bn} \parallel \overline{BC} \\ \overline{a_{CB}^\tau} &= \overline{nc} \perp \overline{BC} \end{aligned} \right\}$$

$$\overline{v_S} = \overline{ps}$$

$$\overline{a_C} = \overline{pc} \parallel \overline{\text{йунал}}$$

$$\overline{a_S} = \overline{\pi s}$$

Бу ҳолатда айланувчи звено нуктасининг чизмадаги ифодаси звенодаги бу нуктанинг радиус-векторининг жойлашув ифодасига тенг бўлса, бундай тезлик масштабини бош звено масштаби кривошип масштаби дейилади. Тезликлар режасини кўрсатилган масштабда қурамиз (4.4-расм). Қутб р дан кривошип В нуктанинг тезлик векторини, унинг бурчак тезлиги йўналишига мос равишда ўтказамиз. Бу вектор юқорида айтилганидек механизм схемасидаги кривошип узунлигига тенг ва перпендикуляр бўлади, яъни  $\overline{rb} \perp \overline{AB}$ . Шатунга ўтамиз. В нукта кривошипка тегишли бўлмасдан шатунга ҳам тегишлидир, шунинг учун шатундаги В нуктанинг тезлиги, кривошипдаги В нуктанинг тезлиги ҳамдир. В нуктанинг кинематик параметрлари бир ҳил. Шатун текисликда мураккаб ҳаракаланади, яъни, унинг ҳаракати В нуктанинг кўчирма, илгариланма ва В нукта атрофида айланма ҳаракатидан иборат. Шатундаги С нуктанинг тезлигини аниқлаш учун қуйидаги вектор тенгламани ечиш керак:

$$\overline{v_C} = \overline{v_B} + \overline{v_{CB}} \quad (4.5)$$

С нукта шатунга тегишли бўлиш билан бирга ползунга ҳам тегишли, шунинг учун уларнинг тезлиги бир ҳилдир. Ползун йўналтирувчи бўлиб, илгариланма ҳаракатланади, шу сабабли С нуктанинг тезлик таъсир чизиғи горизонталь йўналган бўлади. Бу тезлик абсолют, шу сабабли қутб р дан горизонталь ўтказамиз.  $\overline{v_{CB}}$  нисбий тезлик шатунга перпендикуляр, у нисбий ҳаракатда В нукта атрофида айланади. Шунинг учун (4.5) вектор тенгламага асосан график кўшишни бажариб, тезликлар режасидаги В нуктадан шатунга перпендикуляр ўтказамиз. Бу икки чизиқни учрашиш нуктасида қаралаётган нукта топилади. Шундай қилиб,  $pc$  – бу С нуктанинг абсолют тезлик вектори,  $bc$  – эса В нуктанинг С нуктага нисбатан нисбий тезлик вектори. Тезликлар режасида S нуктани топиш учун ўхшашлик теоремасидан фойдаланамиз, бунга асосан, звенодаги нукталарнинг нисбий тезлик векторларидан қурилган фигура звеноларидан қурилган фигурага ўхшаш бўлиши керак. Бунда звено кесмалари ва нисбий  $pc$  тезликлар пропорционалдир. Агар S нукта BC шатуннинг ўртасида жойлашган бўлса, у ҳолда тезликлар режасида S нукта BC нукталарнинг ўртасида топилади:  $ps$  – S нуктанинг абсолют тезлик вектори.

Кўрилган тезликлар режаси ёрдамида механизмга тегишли звено ва нукталарнинг тезлик қиймат ва йўналиши тезлик йўналишидан кўриниб туради, унинг қийматини мм ларда олинган вектор узунлигини тезлик масштабига кўпайтириб топилади. Масалан, С нуктанинг тезлиги (ёки ползуннинг тезлиги):

$$v_C = pc \cdot \mu_l \text{ (м/с)}$$

Шатуннинг бурчак тезлигини топамиз. Шатун текисликда мураккаб ҳаракатланади, ҳар бир вақт momentiда марказдаги айланма ҳаракат ёки В

нуқта атрофидаги нисбий ҳаракатга бўлиш мумкин. Бу тезлик механизм схемаси ва тезликлар режаси ёрдамида аниқланади.

Яъни шатуннинг нисбий тезлигини шатун нисбий тезлигига бўлиб топилади.

$$\omega_2 = \frac{v_{CB}}{BC} = \frac{\overline{v_{CB}\mu_v}}{\overline{BC\mu_1}} = \frac{\overline{bc\mu_1\omega_1}}{\overline{BC\mu_1}}$$

Формула элементлари қисқартирилгандан кейин қуйидагини оламиз:

$$\omega_2 = \frac{\overline{bc}}{\overline{BC}} \omega_1 \quad (\text{рад/с}) \quad (4.6)$$

Бурчак тезлик йўналишини аниқлаш учун, шартли равишда тезликлар режасидан векторни механизм схемасидаги С нуқтага кўчирамиз ва шу вектор йўналишидан В нуқтага нисбатан момент оламиз, шу моментнинг йўналиши  $\omega_2$  нинг йўналишини беради.

Механизмда узатиш нисбатини ҳисоблаш.

Узатиш нисбати – бу звено, нуқталар тезликлар нисбати. Узатиш нисбати қийматлари динамик ҳисоблашларда қўлланилади. худди шундай кинематик масалаларни ечишда, асосан кулачокли ва тишли механизмларда. Узатиш нисбати ҳарfli ва сонли индексларда  $u$  ҳарфи билан белгиланади. Масалан,  $u_{21}$  – бу 2-звенодан 1-звенога узатиш нисбати, ёки  $u_{S2}$  - нуқтадан 2-звенога узатиш нисбати. Узатиш нисбати икки типга: ўлчамли ва ўлчамсизга бўлинади.

Ўлчамсиз узатиш нисбати. Бу бурчак ва чизиқли тезликлар нисбати. Стерженли механизмлар учун – бу звено бурчак тезликлар ёки звено нуқталарининг чизиқли тезликлар нисбати. Механизмда узатиш нисбатининг умумий сони звенолар сонига боғлиқ бўлиб, уларнинг ҳаммаси аниқланмайди, ҳисоблаш учун керакли бўлганлари ҳисобланади. Стерженли механизмнинг узатиш нисбати берилган ҳолат учун схема ва тезликлар режаси бўлса, осонгина аниқланади.

Қурилган кривошив-ползунли механизм учун шатундан кривошипга (4.4-расм) узатиш нисбатини (4.6)ни ҳисобга олган ҳолда) топамиз.

$$u_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\overline{bc} \omega_1}{\overline{BC} \omega_1} = \frac{\overline{bc}}{\overline{BC}}$$

Узатиш нисбатининг физик маъноси қуйидагича: бир звено иккинчисига нисбатан неча марта тез ёки секин айланишини кўрсатади. Механизмнинг кейинги ҳолатларида бу узатиш нисбати ўзгаради, чунки  $\omega_2$  бошқача бўлади. Шундай қилиб, стерженли механизмларда узатиш нисбати ҳисоблаш маъносига эгадир (динамик ҳисоблашларда қўлланилади). Амалий маъноси механизмларда айланма ҳаракатни узатади, тишли механизмларда, бунда звеноларнинг тезликлари ўзгармас ва узатиш нисбати ҳам ўзгармасдир (тишли механизм қисмига қаралсин).

S нуқтадан молзунга узхатилаётган узатиш нисбатини топамиз (S нуқтанинг тезлиги ползун тезлигига тенг деб қаралади):

$$u_{S3} = \frac{v_S}{v_3} = \frac{\overline{v_S\mu_v}}{\overline{v_C\mu_v}} = \frac{\overline{ps}}{\overline{pc}}$$

Бу узатиш нисбатининг физик маъноси куйидагича: Неча марта ползун S нуқтага нисбатан тез ҳаракатланади. Стерженли механизмлар учун бу узатиш нисбатининг қиймати ҳисоблаш маъносига эга, механизмнинг кейинги ҳолатида у ўзгаради. Понали механизмлар учун бу узатиш нисбати амалий маънога эгадир. Бундай механизмлар чегараланган миқдорда қўлланилади, шу сабабли бизнинг курсда ўқитилмайди.

Ўлчамли узатиш нисбати. Бу звено нуқтасининг тезлиги (ёки ползун) звено тезлигига нисбати, ёки тескариси – звено тезлигининг звено нуқтаси тезлигига нисбати (ёки ползун).

Бизнинг механизм учун ползундан кривошипга узатиш нисбатини аниқлаймиз:

$$u_{31} = \frac{v_3}{\omega_1} = \frac{v_C}{\omega_1} = \frac{\overline{v_C \mu_v}}{\omega_1} = \frac{\overline{r_C \mu_l \omega_1}}{\omega_1} = \overline{r_C \mu_l} \quad (м)$$

Бу узатиш нисбатининг физик маъноси шундай: кривошип 1 радианга бурилганда ползун неча “м” га силжийди. Механизмнинг келгуси ҳолатида, бу узатиш нисбати ўзгаради, шу сабабли унинг ҳисоблаш қиймати ҳисоблаш маъносига эгадир. Узатиш нисбати куйидаги механизмлар учун амалий маънога эгадир “шестерня-рейка” ва “винт-гайка” бунда унинг қийматлари механизмнинг ишлашида ўзгармас бўлиб қолади.

Шунга ўхшаш бошқа узатиш нисбатлари нуқтадан звенога ёки звенодан нуқтага топилиши мумкин: кейинги ҳолатда узатиш нисбати ўлчами олдинги мисолга тескари бўлиши мумкин.

Звено ва нуқтанинг тезланишини аниқлаш.

Тезликлар механизмда тезлик режаси ёрдамида топилса, тезланишлар механизмида тезланишлар режаси ёрдамида топилади. Тезланиш режаси – бу нуқтанинг абсолют ва нисбий тезланиш векторидан қурилган кўпбурчакдир. Тезланишларини топиш учун берилганлар механизмнинг кинематик схемаси ва тезликлар режаси (4.4-расм). Кривошипнинг бурчак тезлиги ўзгармас бўлганлиги сабабли, унинг ҳар бир нуқтаси нормаль (марказга интилма) тезланишга, қиймати эса куйидаги формуладан топилади:

$$a_B^n = AB\omega_1^2 \quad (4.7)$$

Исталган тезланиш масштабида кўрсатилган, бу тезланиш вектори, тезланиш режасини қуриш учун берилгандир. Тезланиш масштаби:

$$\mu_a = \frac{a}{a} \left( \frac{i}{\tilde{n}^2 i i} \right) \quad (4.8)$$

бу ерда  $a$  - ҳақиқий чизиқли тезланиш  $м/с^2$  да;

- бу тезланиш векторининг чизмадаги ифодаси “мм” ларда.

Тезликлар режасини қуришни осонлаштирилганидек, бу масштабни ҳам ихтиёрий олмасдан, уни кривошип В нуқтасининг тезланиш векторини механизм схемасидаги кривошип узунлигига тенг қилиб олинса, яъни, унда тезланишнинг масштаби (4.7) ҳисобга олган ҳолда куйидагича бўлади:

$$\mu_a = \frac{a_B}{a_B} = \frac{AB \cdot \omega_1^2}{AB}$$

(4.1)ни ҳисобга олиб, ҳосил қиламиз:

$$\mu_a = \mu_l \omega_1^2 \left( \frac{i}{\tilde{n} \cdot i \cdot i^2} \right) \quad (4.9)$$

Бу ҳолатда айланувчи звено нуқтаси нормал тезланишнинг чизмадаги ифодаси звенодаги бу нуқтанинг радиус-векторининг жойлашув ифодасига тенг бўлса, бундай тезланиш масштабини бош звено масштаби ёки кривошип масштаби дейилади.

Тезланишлар режасини кўрсатилган масштабда қурамиз (4.4-расм). Қутб  $\pi$  дан кривошип В нуқтасининг номал тезланиш векторини айланиш марказига йўналтириб, яъни В нуқтадан А нуқтага қараб ўтқазамиз. Бу вектор юқорида айтилганидек механизм схемасидаги кривошип узунлигига тенг ва параллель бўлади, яъни  $\pi b = \overline{AB}$ . Шатунга ўтамыз. В нуқта кривошипга тегишли бўлмасдан шатунга ҳам тегишлидир, шунинг учун шатундаги В нуқтанинг тезланиши, кривошипдаги В нуқтанинг тезланиши ҳамдир. Шатун текисликда мураккаб ҳаракаланади, яъни, унинг ҳаракати В нуқтанинг кўчирма, илгариланма ва В нуқта атрофида айланма ҳаракатидан иборат. Шундай қилиб, С нуқтанинг шатундаги В нуқтага нисбатан тезланиши нисбий нормал ва тангенциал тезланишини аниқлаш учун қуйидаги вектор тенгламани ечиш керак:

$$\overline{a_C} = \overline{a_B} + \overline{a_{CB}} = \overline{a_B} + \overline{a_{CB}^n} + \overline{a_{CB}^t}$$

С нуқта шатунга тегишли бўлиш билан бирга ползунга ҳам тегишли, шунинг учун уларнинг тезланиши бир хилдир. Ползун йўналтирувчи бўлиб, илгариланма ҳаракатланади, шу сабабли С нуқтанинг тезланиш таъсир чизиғи горизонталь йўналган бўлади. Бу тезланиш абсолют, шу сабабли қутб С нуқтанинг В нуқтага нисбатан нормал тезланиши, унинг В нуқта атрофида нисбий ҳаракатдаги бурчак тезлиги маълумлиги туфайли аниқланади. Бу векторнинг чизмадаги ифодасини, яъни тезланишлар режасида кўрсатилганидек вектор узунлигини аниқлаймиз. Вектор тенгламага асосан график қўшишни бажариб, бу векторни В нуқта тезланиш векторларининг охиридан қўйиб, яъни, В нуқтадан шатунга параллель равишда С нуқтадан В нуқтага йўналишда – нисбий айланиш марказига (4.4-расмда). (4.6) ни ҳисобга олиб, вектор узунликни қуйидагича топамиз:

$$\overline{a_{CB}^n} = \overline{bn} = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{BC \omega_2^2}{\mu_l \omega_1^2} = \frac{\overline{BC} \mu_l (\overline{bc})^2 \omega_1^2}{(BC)^2 \mu_l \omega_1^2}$$

Қисқартирилгандан кейин қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\overline{bn} = \frac{(\overline{bc})^2}{BC} \quad (\text{мм}) \quad (4.10)$$

Тангенциал нисбий тезланишнинг ҳаракат чизиғини вектор тенгламага асосан график қўшиш натижасида, шатунга перпендикуляр қилиб, векторни ўтқазамиз. С нуқтанинг тезланиш таъсир чизиғи горизонталь чизиқ билан бу чизиқнинг учрашиш нуқтасида қидирилаётган нуқта С векторнинг охири (С нуқтанинг абсолют тезланиши) ва (нуқтанинг тангенциал тезланиши)

топилади. нормаль ва тангенциал нисбий тезланиш векторининг йиғиндиси тўла нисбий тезланиш векторини беради. S нуктанинг тезланиши эса юқорида тезликлар режасида кўрсатилганидек, S нукта тезланишлар режасида кесманинг ўртасида жойлашган бўлади.

Тезланишлар режаси механизмдаги чизиқли тезланишнинг йўналиши ва пропорциясини кўрсатади. Чизиқли ва бурчак тезланишлар қиймати тезланишлар режасидан формула орқали топилади. Чизиқли тезланиш – тезланиш масштабини ҳисобга олиб (ползун тезланиши) қуйидагича топилади:

$$a_3 = a_C = \overline{\pi c \mu_a} \quad (\text{м/с}^2)$$

Шатуннинг бурчак тезланишини нисбий ҳаракатдаги тангенциал тезланишни шатун узунлигига тенг радиус-векторга бўлиб топамиз. Ҳақиқий тезланишларни тезланиш режаси ва механизм схемасидаги қийматларга алмаштириб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{CB}^r}{BC} = \frac{\overline{nc \mu_1 \omega_1^2}}{BC \mu_1}$$

Қисқартирилгандан кейин оламиз:

$$\varepsilon_2 = \frac{\overline{nc}}{BC} \omega_1^2 \quad (\text{рад/с}^2) \quad (4.11)$$

Шатуннинг бурчак тезланиш йўналишини вектор кўрсатади, шартли равишда механизм схемасининг C нуктасига тезланишлар режасидан кўчирилади. Берилган ҳолатда шатуннинг бурчак тезланиши соат стрелкасига қарама-қарши йўналтирилган, бурчак тезлик сингари, бунда тезланувчан ҳаракатланади.

Хулоса қилганда, звено ва нукталарнинг тезланиш ва қийматлари механизмларни кучга ҳисоблашга инерция куч ва моментларни топишда фойдаланилади.

### Таянч сўзлар.

1. Кинематика – механизмларда мумкин бўлган ҳаракатларни ўрганади
2. Абсолют тезлик – бу стойкага нисбатан нуктанинг тезлиги.
3. Нисбий тезлик – бу звенодаги бир нуктанинг бошқа нуктасига нисбатан тезлиги (шатун учун).
4. Релятив тезлик – бу бир звенодаги нуктанинг бошқа звенодаги мос равишда тушган нуктасига нисбатан тезлиги (кулисали механизмлар учун).
5. Тезлик режаси – абсолют, нисбий ва релятив тезлик векторларидан қурилган кўпбурчак; абсолют тезлик векторлари тезликлар режасидан кутиб “р” дан чиқади, бу векторларнинг охирларини бирлаштирувчи векторлар нисбий ва релятив тезлик ҳисобланади.

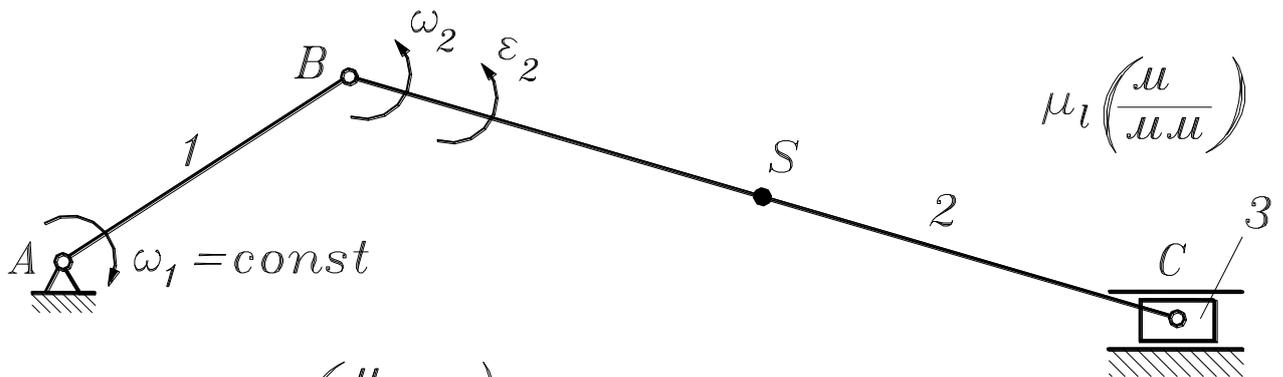
Контрол саволлар.

1. Стерженли механизмларнинг кинематик текшириш масаласи қандай?
2. Механизмларнинг абсолют, нисбий ва релятив кинематик параметрлари қандай фарқланади?

3. Узатиш нисбати нима ва стерженли механизмларда унинг хиллари?
4. Стерженли механизмларда тезлик, тезланиш ва узатиш нисбатини аниқлаш методи қандай?
5. Тезлик ва тезланиш режаси нима?
6. Тезлик ва тезланиш режасининг қандайлари бўлади?

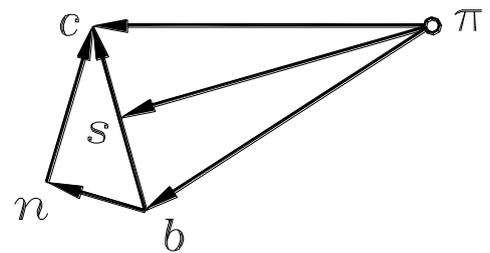
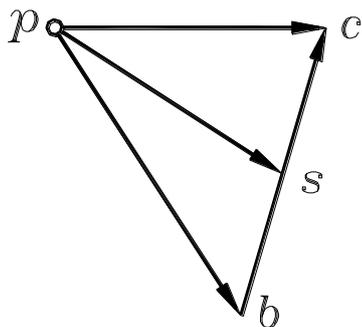
Илова – 1(4.1.)

Текисликда ҳаракат қилувчи шарнирли рычагли механизмлар учун қутб тезлик ва тезланишлар режалари



$$\mu_v = \mu_1 \omega_1 \left( \frac{m}{c \cdot m \cdot m} \right)$$

$$\mu_a = \mu_1 \omega_1^2 \left( \frac{m}{c^2 \cdot m \cdot m} \right)$$



$$\overline{v_B} = \overline{pb} = \perp \overline{AB}$$

$$\overline{v_{CB}} = \overline{bc} \perp \overline{BC}$$

$$\overline{v_C} = \overline{pc} \parallel \text{йунал}$$

$$\overline{v_S} = \overline{ps}$$

$$\overline{a_B^n} = \overline{\pi b} = \parallel \overline{AB}$$

$$\overline{a_{CB}^n} = \overline{bn} \parallel \overline{BC} \left. \vphantom{\overline{a_{CB}^n}} \right\} \overline{a_{CB}} = \overline{bc}$$

$$\overline{a_{CB}^\tau} = \overline{nc} \perp \overline{BC}$$

$$\overline{a_C} = \overline{\pi c} \parallel \text{йунал}$$

$$\overline{a_S} = \overline{\pi s}$$

**Курс бўйича тингловчиларнинг ўзлаштиришларини  
баҳолаш мезонлари**

<b>Машғулот тури</b>	<b>Мавзуларни ўзлаштириш</b>	<b>Баҳолаш баллари</b>
<b>Амалий машғулот дарслари.</b>	<b>Талабаларнинг амалий машғулот дарсларида индивидуал ва гуруҳда ишлаши.</b>	<b>18 балл</b>
<b>Курс тугагандан сўнг бир ҳафта ичида.</b>	<b>Талабаларнинг ўзлаштирганлик даражаси.</b>	<b>9 балл</b>
<b>Курс охирида.</b>	<b>Натижани таҳлил қила оладилар.</b>	<b>8 балл</b>
<b>Доимий.</b>	<b>Дарсда фаоллиги.</b>	<b>2 балл</b>
	<b>Жами:</b>	<b>30 балл</b>

Курс бўйича баҳолашда билиш, тушуниш, тадбиқ қилиш, таҳлил қилиш, синтез қилиш ва баҳолай олиш мезонларига асосланилади.

Ҳар бир амалий машғулотда 2 баллгача олишлари мумкин бўлиб, унда қуйидаги мезонлар асосида баҳоланади.

<b>Асосий тушунчаларни биладилар.</b>	<b>Мавзу бўйича асосий тезлик ва тезланишлар режасини қуришни тушунадилар.</b>	<b>Усулларни қўллай оладилар.</b>	<b>Натижаларни таҳлил қила оладилар.</b>
<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>

**2.3.2. “Оддий стерженли механизмлар кинематикаси. Тезлик ва тезланишлар режалари” амалий машғулотини олиб бориш технологияси.**

Вақти – 2 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича амалий машғулоти.
Амалий машғулотнинг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оддий стерженли механизмлар кинематикасини ўқитишдан мақсади ва вазифалари.</li> <li>2. Механизм звеноларининг ҳолатини қуриш ва нуқтанинг траекторияси аниқлаш.</li> <li>3. Тезлик ва тезланиш режаси.</li> <li>4. Кривошип-ползунли механизм тезлик режаси.</li> <li>5. Узатиш нисбати ва унинг турлари.</li> <li>6. Кривошип-ползунли механизм тезланиш режаси.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади: Механизмларни лойиҳалашда кинематикасини таҳлил қилиб, тезлик ва тезланишлар қуришни ўрганиш ва билимларни мукамаллаштириш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Мавзуга оид масаларни ечишда амалий кўникмаларни шакллантириш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p align="center">Талаба!</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ўзига берилган вазифа бўйича механизмнинг схемасини танланган масштабда чизишни билиш.</li> <li>2. Механизм звено нуқталарининг чизиқли тезлик ва тезланишларини ҳамда звеноларнинг бурчак тезлик ва тезланишларини аналитик ва графо-аналитик усулда аниқлашни билиш.</li> <li>3. Механизмни ишлаш процессида звеноларнинг ҳолатини ва звено нуқталарининг траекториясини аниқлаш.</li> <li>4. Звено ва унга тегишли нуқталарнинг тезлигини аниқлаш;</li> <li>5. Механизмда узатиш нисбатини ҳисоблаш.</li> <li>6. Звено ва унга тегишли нуқтанинг тезланишини аниқлаш.</li> </ol>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда қўйилган масалларни ечиш, мунозара, тақдимот, кейс-стади.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланма, методик қўлланма, маъруза матни, линейка, циркуль, калькулятор.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.3.2. Амалий машғулотнинг технологик картаси (3- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (12мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтқозиш режаси билан тушунтириш олиб боради.</p> <p>1.2. Оддий стерженли механизм кинематикаси тўғрисида, унинг тезлик ва тезланиш режаларини қуриш ҳақида маълумот беради. Керакли кўрсаткичлар билан таъминлайди.</p> <p>1.3. Мавзунинг таянч иборалари асосида кейс-стади ўтқозилади.</p>	<p>1.4. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Тинглайдилар, ёзиб оладилар.</p> <p>1.3. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (58 мин)	<p>2.1. Талабаларни 4-5 гуруҳга ажратади ва бир неча масала топшириқлар беради. Ҳар бир талаба берилган топшириққа асосланиб масалани ечади.</p> <p>2.2. Кинематик анализда тезлик ва тезланиш режаларидан мисол келтиради.</p> <p>2.3. Масалани бажаришда асосий хулосаларга эътибор қаратади.</p> <p>2.4. Тақдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларни баҳолашни ташкил этади. Вазифани бажариш жараёнидаги асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Ўқув топшириқларини баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонлари билан танишадилар. Вазифани бажарадилар.</p> <p>2.2. Кинематик анализда талаба берилган топшириқни ечимини ўз гуруҳида мунозара шаклида, ҳамда ҳисоб-китоб ва график асосида топади.</p> <p>2.3. Эшитади.</p> <p>2.4. Эшитади ва ёзиб олади.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Талабаларга кейинги дарсга топшириқлар беради.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади..</p>

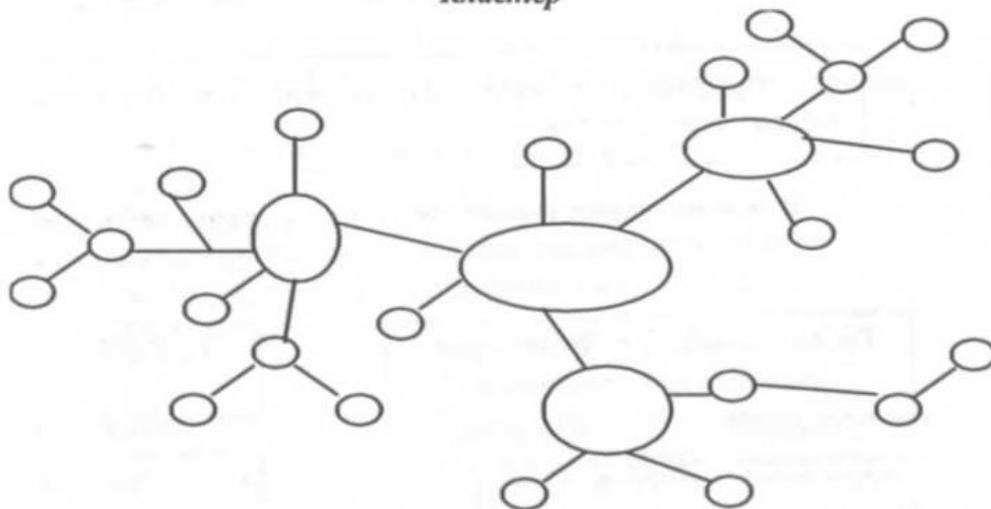


Кластерни тузиш қондаси билан танишадилар. Ёзув тахтаси ёки қатта қоғоз варағининг ўртасига асосий сўз ёки 1-2 сўздан иборат бўлган мавзу номи ёзилади

Бирикма бўйича асосий сўз билан унинг ёнида мавзу билан боғлиқ сўз ва таклифлар кичик доирачалар “йўлдошлар” ёзиб қўшилади. Уларни “асосий” сўз билан чизиклар ёрдамида бирлаштирилади. Бу “йўлдошларда” “кичик йўлдошлар” бўлиши мумкин. Ёзув ажратилган вақт давомида ёки ғоялар тугагунча давом этиши мумкин.

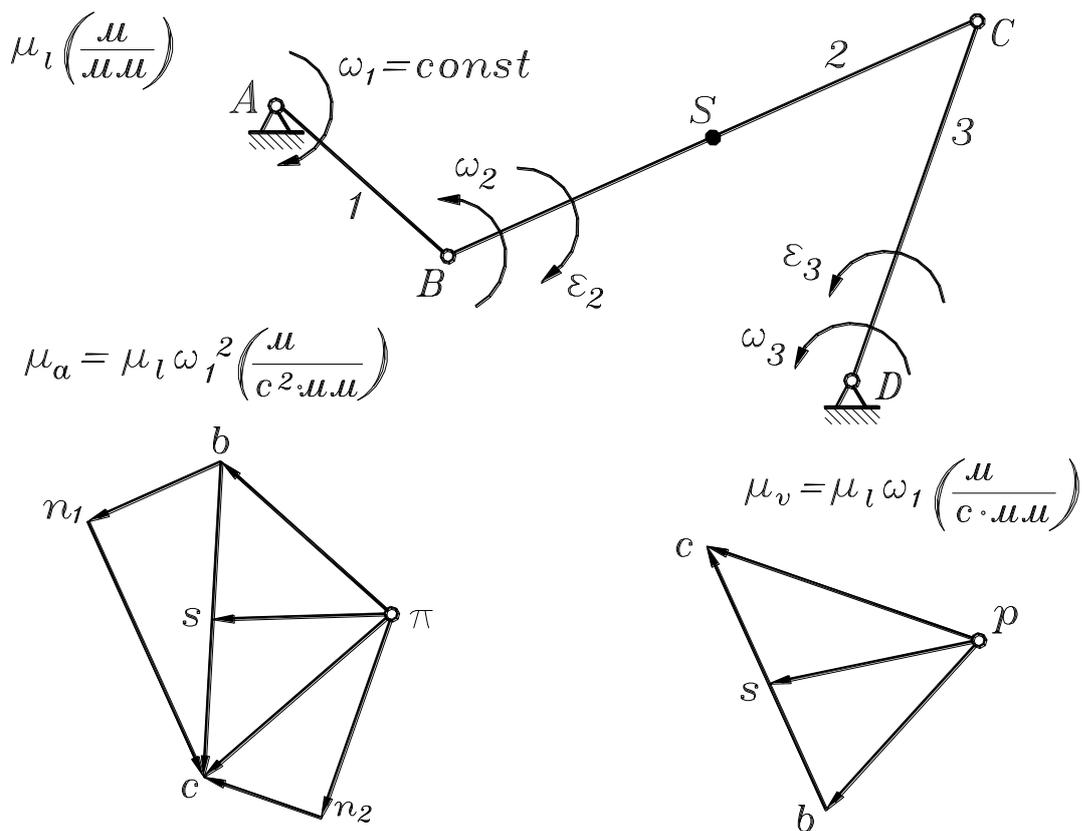
Муҳокама учун кластерлар билан алмашинадилар.

*Кластер*



- Кластерни тузиш қондаси**
1. Ақлингизга нима келса, барчасини ёзинг. Ғоялари сифатини муҳокама қилманг фақат уларни ёзинг.
  2. Хатни тўхтатадиган имло хатоларига ва бошқа омилларга эътибор берманг.
  3. Ажратилган вақт тугагунча ёзишни тўхтатманг. Агарда ақлингизда ғоялар келиши бирдан тўхтаса, у ҳолда қачонки янги ғоялар келмагунча қоғозга расм чизиб тулинг.

**Кривошип-коромислоли механизмнинг тезлик ва тезланиш режаси.**



$$\overline{a_B^n} = \overline{\pi b} = \|\overline{AB}\|$$

$$\overline{v_B} = \overline{pb} = \perp \overline{AB}$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{a_{CB}^n} &= \overline{bn_1} \parallel \overline{BC} \\ \overline{a_{CB}^\tau} &= \overline{n_1 c} \perp \overline{BC} \end{aligned} \right\} \overline{a_{CB}} = \overline{bc}$$

$$\overline{v_{CB}} = \overline{bc} \perp \overline{BC}$$

$$\left. \begin{aligned} \overline{a_C^n} &= \overline{\pi n_2} \parallel \overline{CD} \\ \overline{a_C^\tau} &= \overline{n_2 c} \perp \overline{CD} \end{aligned} \right\} \overline{a_C} = \overline{\pi c}$$

$$\overline{v_C} = \overline{pc} \perp \overline{CD}$$

$$\overline{a_S} = \overline{\pi s}$$

$$\overline{v_S} = \overline{ps}$$

**3 – мавзу: 2.1.5. Механизмларни кучга ҳисоблаш. 2.1.6. Механизмларни динамик текшириш. 2.1.17. Бош звенонинг ҳаракат тенгламаси  
Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.**

Вақти – 6 соат	Талабалар сони: 30-70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамик анализ.</li> <li>2. Динамикада кўриладиган масалалар</li> <li>3. Механизм бўғинларига таъсир этувчи кучлар.</li> <li>4. Механизмни кучга ҳисоблаш</li> <li>5. Даламбер принципи нима?</li> <li>6. Н.Е. Жуковский теоремаси?</li> <li>7. Текис механизмлар учун келтирилган куч ва масса.</li> <li>8. Бўғинларнинг кинетик энергияси.</li> <li>9. Бош звенонинг ҳаракат тенгламаси.</li> <li>10. Ҳаракат тартиблари қўзғалиши, барқарор ишлаши, тўхташи.</li> </ol>
<p><u>Ўқув машғулотининг мақсади</u>; механизмларни динамик анализ қилишда қандай масалалар ечилиши, механизм бўғинларига таъсир этувчи кучларни аниқлашдан иборат. Механизмни кучга ҳисоблашда бош звенога қўйилган мувозанатловчи кучни аниқлашдан иборат. Бўғинларнинг кинетик энергия тенгламасидан фойдаланиб бош звенонинг ҳаракат тенгламасини дифференциал тенглама формасида келтириб чиқарилиб, унинг ечимини аниқлашдан иборат.</p>	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Динамик анализ тушунчасини тушунтириш.</li> <li>- Механизм звеносига таъсир этувчи кучларни анализ қилиш.</li> <li>- Механизмларни кучга ҳисоблашни тушунтириш. Н.Е. Жуковский ричагини тушунтириш.</li> <li>- Келтирилган куч, масса, инерция моменти ва моментни аниқлашни тушунтириб бериш.</li> <li>- Бош звенонинг ҳаракат тенгламасини келтириб чиқиш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Динамик анализ нималигини изоҳлайди;</li> <li>- Механизм звеносига таъсир этувчи кучларга изоҳ беради;</li> <li>- Механизмларни кучга ҳисоблаш усулларига изоҳ беради;</li> <li>- Келтирилган куч, масса, инерция моменти ва келтирилган моментга изоҳ беради;</li> <li>- Бош звенонинг ҳаракат тенгламасини изоҳлаб беради;</li> </ul>
Ўқитиш усуллари ва технологияси	Визуал механизм
Ўқитиш воситаси	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар.
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ-гуруҳ ва яккалик техникалари.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Доска ва компютер билан жиҳозланган аудитория, ўқув плакатлари ва жиҳозлари.

### 2.1.5. Маъруза машғулотининг технологик картаси (5 -машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1- босқич Кириш (10мин.)	1.1 Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади. 1.2 Мавзунинг илмий янгилиги асосланади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади. Муҳокама қилади.
3- Босқич. Асосий (60 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол – жавоб ўтқазилади. - Механизмни кучга ҳисоблашда нималар топилади. - Даламбер принципи нима? -Н.Е. Жуковский ричаги нима?	2.1. Эшитади. навбат билан бир-бирларини такрорламасдан атамаларни айтишади. Ўйлайди, жавоб беради:
	2.2. Ўқитувчи электрон дарсликдан фойдаланган ҳолда маърузани баён этиш давом этади. Механизм звеноларига таъсир этувчи кучлардан, мувозанат шартни Даламбер принципи бўйича текшириб шарнир нуқталардаги таянч кучларини аниқлашни ва бош звенога қўйилган мувозанатловчи кучни аниқлашни тушунтириб беради. 2-усул мувозанатловчи кучни Жуковский усули билан аниқлайди.	2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.
	2.3. Бош звенога қўйилган мувозанатловчи кучни аниқлашга мисоллар келтиради.	2.3. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади. Таърифлар ва формулаларни ёзиб олади ва мисоллар келтирилади.
	2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларга эътибор қилишни, таянч ибораларини эслаб қолишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.	2.4. Вазифа топшириқларни кўчириб олади.
3- Босқич Якуний (10мин.)	3.1.Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Бош звенога қўйилган мувозанатловчи кучни Н.Е. Жуковский усули билан аниқлаш вазифа қилиб беради ва баҳоланади.	3.1. Эшитади, аниқлаштиришади. 3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

## 2.1.6. Маъруза машғулотининг технологик картаси (6- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1- босқич Кириш (10мин.)	1.1.Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1.Эшитади, ёзиб олади. 1.1.Муҳокама қилади.
2-босқич. Асосий (60 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол –жавоб ўтказилади. - Динамик анализ деб нимага айтилади. - Динамикада кўриладиган асосий масалалар.	2.1. Эшитади. Навбат билан бир-бирларини такрорланмай атамаларни айтишади. Ўйлайди, жавоб беради:
	2.2. Ўқитувчи электрон дарсликдан фойдаланган ҳолда маърузани баён этиш давом этади. Механизм звеноларига таъсир этувчи кучларни аниқлаб беради. Инерция кучлари, ҳаракатга келтирувчи кучлар.	2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.
	2.3. Механизмни ҳаракатга келтирувчи кучни топиш учун мисоллар келтиради. (индикатор диаграмма)	2.3. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади. Тарифлар ва формулаларни ёзиб олади ва мисоллар келтирилади.
	2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларга эътибор қилишни, таянч ибораларини эслаб қолишни ва ёзиб олишларини таъкидлаш.	2.4. Вазифа топшириқларни кўчириб олади.
3- Босқич Яқуний (10мин.)	3.1.Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.	3.1. Эшитади, аниқлаштирилди.
	3.2. Мустақил иш учун вазифа: Индикатор диаграммадан механизмни ҳаракатга келтирувчи кучни аниқлашни вазифа қилиб беради ва	3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

### 2.1.7. Маъруза машғулотининг технологик картаси (7- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	1.1.Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1.Эшитади, ёзиб олади. 1.1.Муҳокама қилади.
2-босқич. Асосий (60 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол –жавоб ўтқазилади. - Бўғинларнинг кинематик энергияси қандай ёзилади. - Келтирилган куч, масса нима?	2.1. Эшитади. Навбат билан бир-бирларини такрорланмай атамаларни айтишади. Ўйлайди, жавоб беради:
	2.2. Ўқитувчи электрон дарсликдан фойдаланган ҳолда маърузани баён этиш давом этади. Текис механизмларда келтирилган куч ва массани, инерция моменти ва келтирилган моментни аниқлашни тушунтириб беради. Ҳаракат тартиблари; кўзғалиш барқарор ишлаш, тўхтам тартибларини тушунтириб беради.	2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.
	2.3. Дифференциал тенгламани ечиш учун мисоллар келтиради.	2.3. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади. Тарифлар ва формулаларни ёзиб олади ва мисоллар келтирилади.
	2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларга эътибор қилишни, таянч ибораларини эслаб қолишни ва ёзиб олишларини таъкидлаш.	2.4. Вазифа топшириқларни кўчириб олади.
3-Босқич Якуний (10мин.)	3.1.Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Бош звенонинг ҳаракат қонуниятини аниқлаш. $J_k = const, M_k(u)$ боғлиқ функция	3.1. Эшитади, аниқлаштирилди. 3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

### 3 – мавзу. 6-маъруза.

#### Стерженли механизмни кучга ҳисоблаш.

##### Маъруза режаси:

1. Кучга ҳисоблаш масалалари.
2. Даламбер принципи.
3. Звеноларнинг инерция кучи ва инерция кучининг моментини аниқлаш.
4. Кривошип-ползунли механизмни кучга ҳисоблаш.

Реал механизмнинг иши ташқи куч таъсирида ўтади. Механизмда ташқи кучлар ички кучларни ҳосил қилади, яъни, бу куч таъсирида битта звено бошқасига таъсир кўрсатади. Кучга ҳисоблашнинг мақсади механизм кинематик жуфтлардаги звеноларнинг ўзаро таъсир кучини ҳисоблашдан мақсад механизм кинематик жуфтлардаги звеноларнинг ўзаро таъсир кучини аниқлашдан иборатдир. Агар бир звено иккинчисига аниқ куч билан таъсир этса, у ҳолда Ньютоннинг учинчи қонунига асосан, иккинчи звено ҳам биринчисига шундай куч билан акс таъсир этади. Шунинг учун, кинематик жуфтлардаги звеноларнинг ўзаро таъсир кучларини реакция кучлари ёки оддий реакция дейилади ва мос равишда индекс билан белгиланади, масалан,  $R_{23}$  – иккинчи звенони учинчи звенога таъсир кучи,  $R_{32}$  – эса тенг ва тескари йўналган кучдир.

Кинематик жуфтлардаги реакция кучларининг қийматлари келгуси мустаҳкамликка ҳисоблашда кинематик жуфтларнинг ўлчамларини аниқлашда керак бўлади, масалан, шарнирнинг диаметри, йўналтирувчининг узунлигини ва ҳ.з.

Механизмни кучга ҳисоблаш, ҳаракатланувчи механик система деб Даламбер принцидан фойдаланиб олиб борилади; агар ҳаракатланувчи механик системага ташқи кучлар билан биргаликда звеноларнинг инерция кучлари қўйилса, унда бу система мувозанатда бўлади деб қараш мумкин ва статик методда ҳисобланади. Оддий ва мураккаб ҳаракатланувчи звеноларда инерция кучини аниқлашни кўриб чиқамиз.

##### **Звеноларнинг инерция кучи ва инерция кучи моментини аниқлаш.**

Инерция кучи – фиктив куч, табиатда бўлмайди, ҳисоблашни осонлаштириш учун кирғизилган. Ҳақиқатда бундай жисмнинг иккита ҳолати мавжуд – тинч ва текис тўғри чизиқли ҳаракати, унда жисмга ҳеч қандай куч таъсир этмайди. Агар жисмга реакция кучи таъсир этса, унинг ҳолати бузилади; бу куч акс таъсир этади, уни инерция кучи дейилади.

Илгариланма, айланма ва мураккаб ҳаракат қилувчи звеноларда инерция кучининг моментини аниқлашни кўриб чиқамиз.

Илгариланма ҳаракатланувчи звено. “ $m$ ” массали ползун а тезланиш билан ҳаракатланганда (6.1а-расм), Ньютоннинг иккинчи қонунига асосан, унга  $F_{II}$  инерция кучини қўйилган, кучнинг йўналиши тезланишга тескари йўналган. Бу кучнинг қиймати шундай топилади:

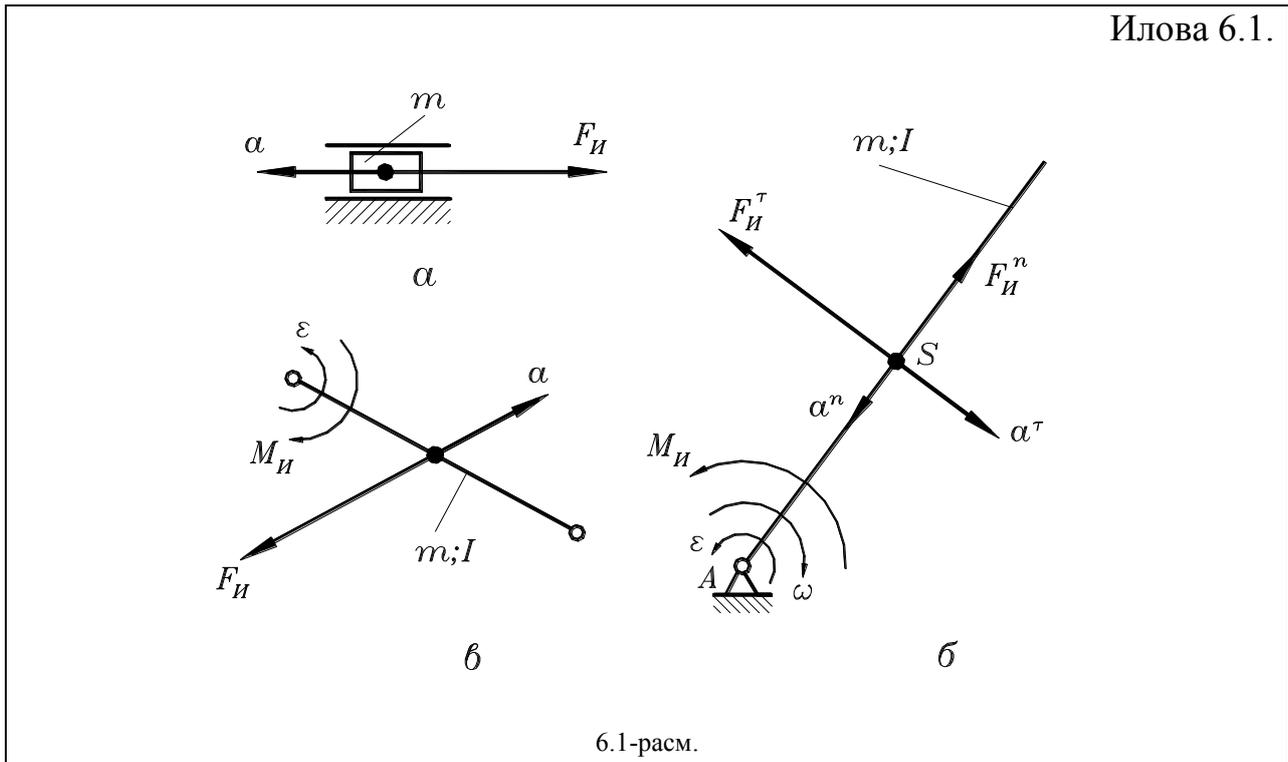
$$F_{II} = m a \text{ (Н)}$$

Айланувчи звено. Қўзғалмас а нукта атрофида  $\omega$  бурчак ва  $\varepsilon$  тезланиш билан ҳаракатланувчи  $m$  массали звенода: масса массалар марказига йиғилган (6.1б-расм) ва инерция моменти  $J$  массалар марказига нисбатан олинган массалар маркази  $a^n$  нормаль ва  $a^\tau$  тангенциал тезланишга эга. Ньютоннинг иккинчи қонуни қўлланилганда звенога нормаль ва тангенциалдан иборат инерция кучи ва инерция кучининг моменти таъсир этади, бу кучлар ва момент йўналиши кинематик параметрлар йўналишига тескари йўналгандир. Улар қиймати шундай топилади:

- нормал инерция кучи  $F_E^n = m a^n = m AS \omega^2 \text{ (Н)}$  (6.1)

- тангенциал инерция кучи:  $F_E^\tau = m a^\tau = m AS \varepsilon \text{ (Н)}$  (6.2)

- инерция кучининг моменти:  $M_E = I \varepsilon \text{ (Нм)}$  (6.3)



Айланма ҳаракатланаётган звенода хусусий ҳолатда инерция кучи ва унинг моменти нольга тенг бўлиш ҳолларини кўриб чиқамиз.

1. Массалар маркази айланиш маркази билан устма-уст тушмаган ҳолатда, звенонинг бурчак тезлиги ўзгармас:  $AS \neq 0; \omega \neq 0; \varepsilon = 0$

Бунда (6.1), (6.2) ва (6.3) ҳисобга олганда,  $F_E^n \neq 0; F_E^\tau = 0; M_E = 0$

Бунда звенога фақат нормал (марказга интилма инерция кучи таъсир этади).

2. Звенонинг массалар маркази унинг айланиш маркази билан устма-уст тушади, бурчак тезлик ўзгармас (шестерня, шкив, маховик ёки бошқа мувозанатланган звеноларнинг текис айланаётган ҳолати), у ҳолда (6.1), (6.2) ва (6.3) ҳисобга олганда,

$$F_E^n = 0; F_E^\tau = 0; M_E = 0$$

Яъни, бундай звенолар текис айланаётганда ҳеч қандай кучлар таъсир этмайди.

3. Звенонинг масалалар маркази унинг айланиш маркази билан устма-уст тушганда, бурчак тезлик нольга тенг, бурчак тезланиш эса қийматга эгадир (пуск ёки тўхтатиш моменти):

$$AS = 0; \omega = 0; \varepsilon \neq 0$$

у ҳолда (6.1), (6.2) ва (6.3) ҳисобга олганда,  $F_{\dot{E}}^n = 0; F_{\dot{E}}^t = 0; M_{\dot{E}} \neq 0$

Текисликда мураккаб ҳаракатланувчи звено.  $m''$  массали шатун массалар марказида тўпланган, ва массалар марказига нисбатан олинган  $I$  – инерция моменти (6.1в-расм)  $\varepsilon$  бурчак тезланиш билан ҳаракатланаётганда, унинг массалар маркази “а” тезланишга эга бўлади. Ньютоннинг иккинчи қонунига асосан шатунга инерция кучи ва инерция кучининг моменти таъсир этади, уларнинг йўналиши кинематик параметрлар йўналишига тескари бўлиб, қийматлари эса қуйидагича аниқланади:

$$F_{\dot{E}} = ma \quad (H)$$

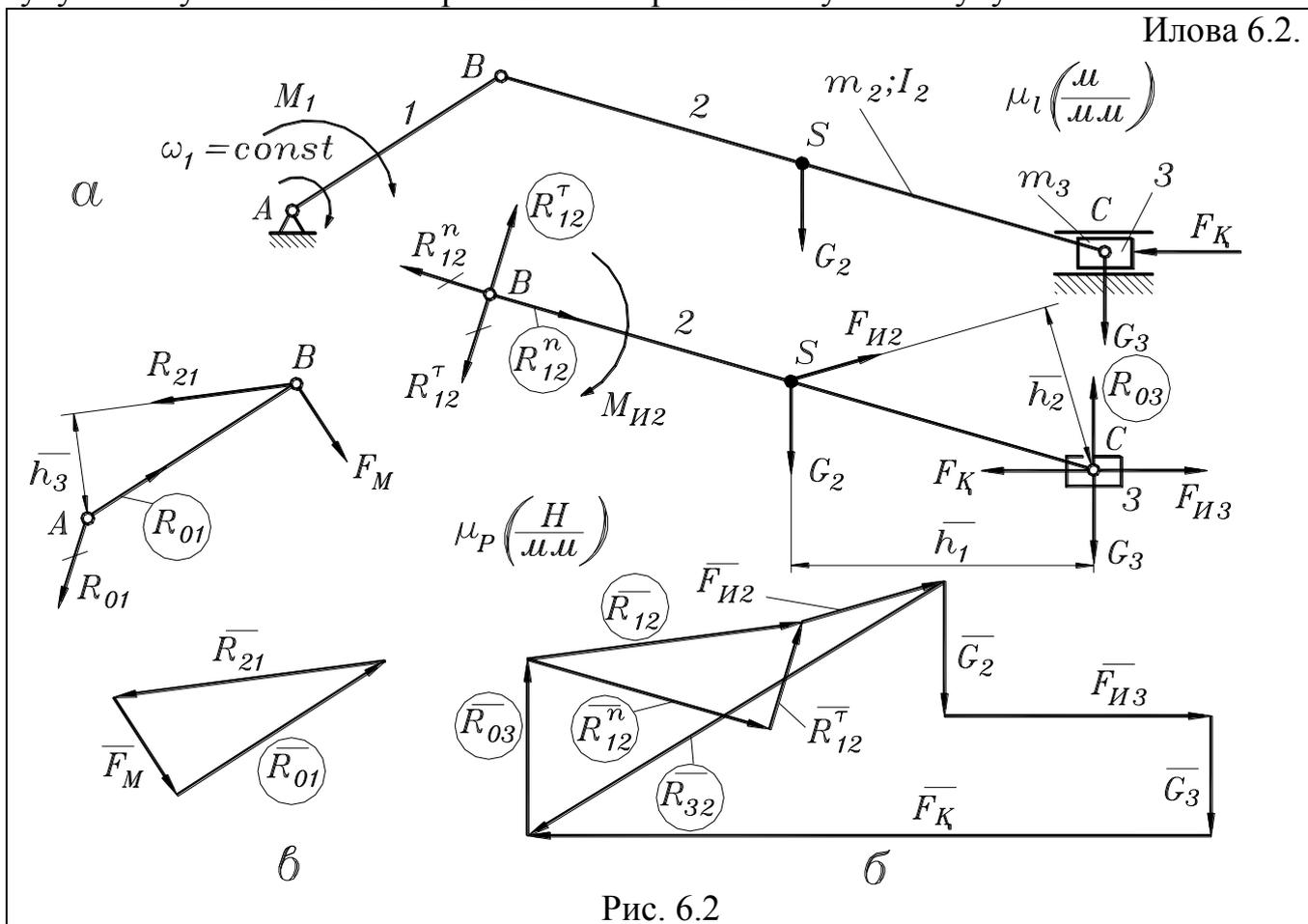
$$M_{\dot{E}} = I\varepsilon \quad (Hm)$$

Инерция кучи ва инерция кучи моментини аниқлаш методи кўрсатадики; уларни аниқлаш кинематик параметрлар (тезланиш) дан ташқари, звеноларнинг инерцион параметрларини билиш керак: уларнинг массаси  $m$  (кг), шартли равишда массалар марказига тўпланган илгариланма ҳаракатланувчи жисмда ва  $I$  ( $\text{кгм}^2$ ) инерция моменти массалар марказига нисбатан олинган, айланма ҳаракатланувчи жисмда.

#### **Кривошип-ползунли механизмни кучга ҳисоблаш.**

Кучга ҳисоблашни кривошип-ползунли механизм мисолида кўриб чиқамиз. Бу масалани ечиш учун тўртта параметрни билиш керак: геометрик (масштабда механизм схемаси), кинематик (кириш кинематик параметр, тезлик ва тезланиш режаси), инерцион (звенонинг массаси ва инерция моменти) ва кучлар (ташқи куч ва куч моменти). Кинематик ва инерцион параметрлар куч ва инерция кучининг моментини ҳисоблашда фойдаланилади. 6.2а-расмда кривошип-ползунли механизм схемаси кучга ҳисоблаш учун керакли параметрлар билан бирга келтирилган. Геометрик параметрлар  $\mu_1$  масштабда механизм схемасида берилган, кинематик – кириш кинематик параметри  $\omega_1$  - ўзгармас бурчак тезлик билан (бунда тезлик ва тезланиш режаси қурилган бўлиши керак). Инерцион параметрлар: шатуннинг  $m_2$  массаси ва  $I_2$  инерция моменти, ползуннинг  $m_3$  массаси (унинг инерция моменти берилмаган, чунки ползун звеноси илгариланма ҳаракатланади); кривошипнинг инерцион параметрлари берилмаган, чунки у мувозанатланган, яъни унинг массалар маркази айланиш маркази билан устма-уст тушади – бунда звенонинг айланма ҳаракатдаги хусусий ҳолати, шу сабабли унга ҳеч қандай инерцион куч ва моментлар таъсир этмайди. Куч параметрлари: кривошипга қўйилган кириш куч моменти  $M_1$ , ползунга қўйилган  $F_K$  куч (фойдали қаршилик кучи), шатуннинг оғирлик кучи  $G_2$  ва ползунники  $G_3$ . Кучга ҳисоблашнинг масаласи: А, В, С шарнирларда ва ползуннинг йўналтирувчисида реакция кучларини аниқлаш.

Масала тўла механизм учун ечилмасдан, бу механизм таркибига кирган статик аниқ звено группалари [2] учун – бу шундай ҳаракатланувчи звенолар группаси, унда номаълумлар сони (реакция) тенгламалар сонига тенг ёки кам бўлиши керак, шунда номаълумлар сони аниқланади. Оддий тўрт звеноли стерженли механизмлар учун бу группа “шатун-ползун” ва “кривошип” (битта звенодан ташкил топган группа) кривошип-ползунли механизм учун, “шатун-коромисло” ва “кривошип” – кривошип-корормислоли механизм учун ва “кулиса-тош” ва “кривошип” – кривошип-кулисали учун.



“Шатун-ползун” (6.2б-расм) группасининг мувозанатини кўрамиз. Унга ташқи кучлар  $G_2$ ,  $G_3$  ва  $F_C$ , инерция кучлари  $F_{И2}$ ,  $F_{И3}$  ва инерция кучининг моменти  $M_{И2}$  таъсир этади. Кривошипнинг йўклиги уни  $R_{12}$  реакция кучи билан алмаштирилади, яъни, кривошип 1 нинг шатун 2 га таъсир кучи билан; бу реакция шартли иккита ташкил этувчига ажратилган: нормал шатун узунлиги бўйича ва тангенциал шатунга перпендикуляр; 6.2б-расмда бу реакциялар  $R_{12}^n$  ва  $R_{12}^τ$  кўрсатилган. Реакцияларнинг йўналишлари ихтиёрий олинган, келгуси ҳисоблашда уларнинг ҳақиқий йўналишлари аниқланади. Стойканинг йўклиги  $R_{03}$  реакция билан алмаштирилади, яъни йўналтирувчи томонидан ползунга таъсир этаётган куч; бу реакция ползуннинг  $C$  нуқтасига шартли қўйилган ва тахминан юқорига йўналган.

Реакцияларни топиш учун статиканинг иккита шартидан фойдаланамиз: Ҳамма кучлардан олинган моментлар йиғиндисининг нолга тенглиги ва куч векторлар йиғиндисининг нолга тенглиги. Биринчи шартни

$R_{12}^T$  реакцияни ҳисоблаш учун фойдаланамиз, шунинг учун С нуктага нисбатан моментлар тенгламасини ёзамиз, бунда соат стрелкасига тескари йўналган моментни мусбат, соат стрелкаси бўйича йўналганини манфий деб қараймиз:

$$\sum M_C = R_{12}^T \overline{BC} \mu_1 - M_{\dot{E}2} + G_2 \overline{h_1} \mu_1 - F_{\dot{E}2} \overline{h_2} = 0$$

Бу тенгламадан  $R_{12}^T$  – реакция кучи топилади. Тенгламадаги ифодаларнинг қийматига қараб натижа мусбат ёки манфий бўлиши бумкин. Агар натижа мусбат бўлса, йўналтирилган реакция кучини ўз йўналишида қолдириш керак, агар натижа манфий бўлса, реакция куч йўналишини тескари томонга йўналтириш керак. Натижа манфий чиқди, у ҳолда

$$R_{12}^T = \frac{M_{\dot{E}2} - G_2 h_1 \mu_1 + F_{\dot{E}2} h_2}{BC \mu_1} \quad (H) < 0$$

6.2б-расмда  $R_{12}^T$  векторни ўчириб ва унга қарама-қарши вектор ўтказамиз, белгиланишни айлана ичига олиб қўямиз.

Таъсир чизиқлари маълум бўлган  $R_{12}^N$  ва  $R_{03}$  реакцияларни топиш учун статиканинг иккинчи шартидан фойдаланамиз – график куч векторлар йиғиндиси нолга тенг  $\sum \overline{F} = 0$ , бунда битта номаълумдан бошлаб иккинчи номаълум билан тугатиш керак: бошқа кучларнинг кетма-кет жойлашиши ихтиёрий бўлиши мумкин, бунда векторлар устма-уст тушишидан қочиш керак.

6.2б-расмда кўрсатилганидек  $\mu_F$  ихтиёрий масштабда вектор куч кўпбурчагини курамиз. Олдин  $R_{12}^N$  реакция кучини таъсир чизигини шатунга параллел қилиб ўтказамиз. Бу чизиқнинг ихтиёрий нуктасидан, бу нуктани келажагдаги векторнинг охири ҳисоблашиб,  $R_{12}^T$  куч ўтказамиз, сўнг бирин кетин қолган векторларни  $F_K$  куч векторининг охиридан  $R_{03}$  реакциянинг таъсири тик чизиқни ўтказамиз. Икки таъсир чизиқ -  $R_{12}^N$  реакция ва  $R_{03}$  реакция, бир нуктада кесишади бунда  $R_{03}$  реакция векторининг охири ва  $R_{12}^N$  реакция векторининг белгиланиши айлана ичига олинган, номаълумлар топилгандек.

Нормал ва тангенциал векторларининг йиғиндиси  $R_{12}$  тўла реакцияни беради. С шарнирдаги реакция, яъни ползун учини шатун 2 га таъсири –  $R_{32}$ , ползунга таъсир этувчи куч векторларининг йиғиндисидан топилиши мумкин (6.2б-расм):

$$\overline{R_{32}} = \overline{F_{\dot{E}3}} + \overline{G_3} + \overline{F_{\dot{E}}} + \overline{R_{03}}$$

А шарнирдаги реакцияни топиш учун, яъни стойкани кривошип 1га таъсир кучи –  $R_{01}$  ни, кривошипнинг мувозанат шартини текшириш керак (6.2в-расм). Унга  $M_1$  ташқи момент (6.2а-расм), шатун томонидан  $R_{21}$  реакция ва  $R_{01}$  номаълум реакция ихтиёрий йўналишда кривошип А нуктасига қўйилган бўлиб таъсир этади, ҳисоблашни осонлаштириш

мақсадида ташқи  $M_1$  моментини, кривошипни В нуктасига перпендикуляр таъсир этаётган куч билан алмаштирамиз.

Бу куч шатун томонидан реакцияни мувозанатлайди, шунинг учун уни  $F_M$  – мувозанатловчи дейилади. Унинг қиймати А нуктага нисбатан кучлардан олинган моментлар йиғиндисининг нолга тенглик шартидан аниқланади (6.2в-расм):

$$\sum M_A = R_{21} \bar{h}_3 - F_i \bar{AA} = 0$$

$$F_i = \frac{R_{21} \bar{h}_3}{AB}$$

$R_{03}$  реакцияни куч векторлар йиғиндисининг нолга тенглик шартидан топилади:

$$\sum \bar{F} = \bar{R}_{21} + \bar{F}_i + \bar{R}_{03} = 0$$

Бунинг учун куч масштабида куч кўпбурчагини курамиз(6.2в-расм). Олдин бирин кетин  $R_{21}$  ва  $F_M$  куч векторларини ўтказамиз, ёпувчи  $R_{03}$  вектор эса қидириллаётган вектор ҳисобланади. Шарнирли ва кулисали механизмларни кучга ҳисоблаш шунга ўхшаш олиб борилади.

б) (4) тенгламани ечими йўқ. С нуктага нисбатан момент тенгламасини тузамиз.

$$\left( \sum_{i=1}^n M_c \right) = R_{12}^1 * l_{bc} + M_2 - F_2 * h_{F_2} * M_e^c = 0$$

$$R_{12} = \frac{-M_2 + F_2 * h_{F_2} * M_e^c}{l_{BC}} \quad (6)$$

в) Берилган Ассур группаси учун кўпбурчагини кўрамиз.

Куч плани масштабини ташлаб оламиз.

Етакловчи звено (кирвошин) кинотостатикаси.

Крвошинга қуйдаги кучлар таъсир қилади:

а) Крвошиннинг мувозанат тенгламасини тузамиз.

$$F_{\text{мыв}} + R_{21} + \mu_1 + R_{u1} = 0 \quad (5)$$

(5)- тенгламани учими йўқ.

б) А нуктага нисбатан кучлардан момент олиб мувозанат тенгламасини тузамиз.

$$EM_a = -F_{\text{мыв}} * l_{AB} - \mu_1 h_c M_1 + R_{21} * h_{R_{21}} * M_Z = 0$$

Мувозанатловчи кучнинг қийматини топаимиз.

$$F_{\text{мыв}} = (c_1 h c_1 + M_E - R_{21} * h R_{21} * M_Z) / l_{AB} \quad (н)$$

в) крвошин учун куч кўпбурчагини курамиз.

Куч планини моменти масштабини танлаймиз.

$$M_F = F_{\text{мыв}} / a_v$$

Агар кўзгалувчанлик даражаси  $W=И$  бўлган хар қандай механизм звеноларининг  $B_1, C_1, D_1$  нукталарига қўйилган  $P_{B1}, P_{C1}, P_{D1}$  кучлар таъсиридан: мувозанатда бўлса, у ҳолда шу механизмни 90 буриб тузилган ихтиёрий масштабдаги тезликлар плани хам ўзининг в, с, д нукталарига келтирилган  $P_{B1}, P_{C1}, P_{D1}$  кучлар таъсиридан мувозанатда бўлади.

Теореманинг математик ифодасини қуйидагича топамиз.

Мувозанатловчи кучнинг момент тенгламасини юқоридаги механизм учун куйдагича ёзамиз.

$$\sum_{i=0}^n P_i h_i + P_{\text{мув}} * h_{\rho_{\text{мув}}} = 0$$

$$P_{\text{мув}} = \frac{\sum_{i=1}^n * P_i * h}{h_{\rho_{\text{мув}}}}$$

Мувозанатловчи кучнинг момент тенгламасини юқоридаги мехзанизм учун куйдагича ёзамиз.

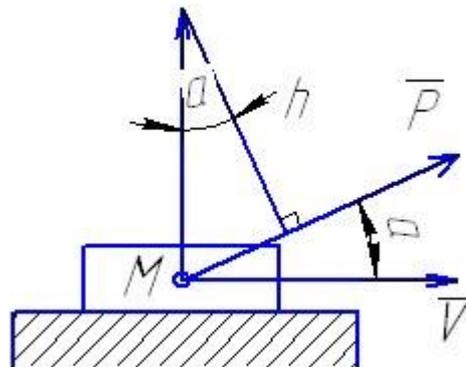
$$M_{\text{мув}} = P_{\text{мув}} * P_a$$

$$P_6 - h_{\rho_6} - P_{S_2} - \mu_2 * h_{c_2} - \mu_3 * h_{\mu_3} + P_{\text{мув}} * h_{\text{мув}} = 0$$

$$P_{\text{мув}} = \frac{P_6 * h_{\rho_6} + P_{S_2} h_{\rho_{S_2}} + \mu_3 * h_{c_3} + \mu_2 * c_2}{h_{\text{мув}}}$$

$P_{\text{мув}}$  нингқиймати мусбат бўлса, у холда,  $P_{\text{мув}}$  нинг йўналиши тўғри танланган бўлади, акс холда ўзгартирилади.

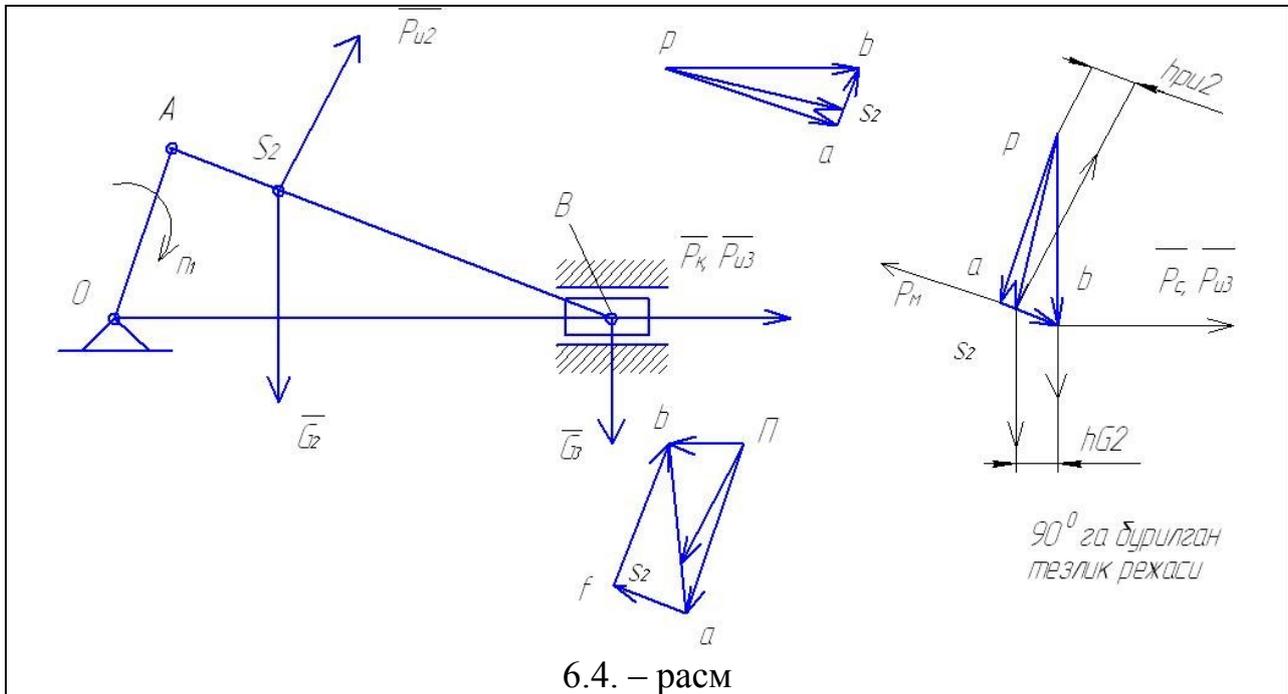
Кўриб чиқилган ҳар икала усулдан фойдаланиб етакловчи звенога қўйилган мувозанатловчи кучларни солиштириш мумкин, уларнинг фарқи (5-10). / ошмаслигини тавсия қилади.



6.3. – расм

Илова 6.3.

Илова 6.4.



**Таянч сўзлар.**

1. Масса – илгариланма ҳаракатланувчи жисм ўлчови.
2. Инерция моменти – айланма ёки силкинма ҳаракатланувчи жисм ўлчови.
3. Даламбер принципи: ҳаракатланувчи механик системага ташқи кучлар билан бирга, звенонинг инерция кучларини қўйсақ, уни мувозанатда деб қараш мумкин.
4. Реакция – кинематик жуфтдаги икки звенонинг ўзаро таъсир кучи.
5. Мувозанатловчи куч – двигател кучи, шартли кривошипга қўйилиб, ташқи ва инерция кучини мувозанатлайди.

**Контрол саволлар.**

1. Стерженли механизмларни кучга ҳисоблаш масаласи қандай?
2. Механизмни кучга ҳисоблаш методлари қандай?
3. Илгариланма, айланма ва мураккаб ҳаракатланувчи звеноларда инерция кучи қандай аниқланади?
4. Звено ҳаракатида тезликни йўқлигини ва тезланишнинг бўлишини қандай тушунтириш мумкин?
5. Кучга ҳисоблашда механизм қандай гуруппаларга бўлинади?
6. Механизмни кучга ҳисоблашда статика шартларидан қайсинидан фойдаланилган?
7. Кинематик жуфтларда реакция қандай аниқланади?

<b>Мавзу</b>	<b>Звеноларнинг инерция моментларини аниқлаш</b>
--------------	--

### 2.2.2. Лаборатория машғулотида ўқитиш технологияси.

Вақти – 2 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулотиди.
Лаборатория машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Звенонинг инерция моменти нима ва уни аниқлаш механизмни лойиҳалаш зарурлиги. Механизмларни динамик текширишда инерция моментининг ўрни.</li> <li>2. Қандай звеноларни инерция моменти аниқланади. Инерция моментини аниқлаш усуллари.</li> <li>3. Шатунинг инерция моментини физик-маятник услида аниқлаш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Инерция моментини аниқлашни механизмни лойиҳалаш жараёнида зарурлиги, аниқлаш усуллари тўғрисида билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.	
Педагогик вазифалар: - Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш; - Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш; - Лаборатория ишларини ва эксперимент ўтқизишда амалий кўникмаларни шакллантириш. - Ўз фикрини шакллантириш ва	Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба! - Фанга таълуқли асосий тушунчалар, инерция моменти тўғрисида тушунча, ҳосил қилиш ва уни аниқлаш зарурлигини тушуниш - Инерция моментини аниқлаш усуллари билиш. - Лаборатория ишларини бажариш кўникмасини ҳосил

билдириш жараёнини ташкил қилиш; Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.	қилади.. .
Ўқитиш усуллари	Биргаликда ўқиш, мунозара, таъкидлаш, билим-сўров, график ташкил этувчилар табица-жадвал, “Вена” диаграммаси.
Ўқитиш воситалари	Ментодик кўлланма, лаборатоия ишини ўтказиш бўйича ускуна линейка штангенциркуль, секундомер.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.2.2. Лаборатория машғулотининг технологик картаси

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси, ҳамда ускуна билан таништиради. Ўқитиш, гуруҳларда ишлаш технологияси асосида олиб боришини эълон қилади. 1.2. Мавзунинг танч иборалари асосида билм-сўров ўтказди. 1.3. Гуруҳларда ишлаш қоидаларни тушунтиради.	1.5. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.  1.2. Саволларга жавоб бердилар
2- Босқич Асосий (30 мин)	2.1. Талабаларни 2-3 гуруҳга ажратади. Звеноларни (шатун) тарқатади. Лаборатория ишини бутун гуруҳ томонидан бажарилиши эълон қилади. Ўқув натижаларини жадвалларда кўрсатилишини маълум қилади. 2.2. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини ўзаро баҳолашни ташкил этади. Вазифани бажариш жараёнида асосий хулосаларга эътиборни	2.1. Лаборатория ишини бажарадилар.  2.2. Ҳар бир гуруҳ ўз натижаларини баён этади. Хулоса қилади ва фикрлашади.

	каратади.	
3-Босқич Такдимот (35мин.)	3.1 Машғулотга яқун ясайди, хулосалар умумлаштирилади, гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Ўтилган лаборатория ишларини қабул қилади, саволлар беради.	3.1. Тинглайдилар. Аниқлаштирадилар.  3.2. Лаборатория ишини топширишда саволларга жавоб беради.

**“Звеноларнинг инерция моментларини аниқлаш”,**

**лаборатория машғулотида қўлланадиган**

**янги педагогик технологиялар:**

**“Қопдаги мушук”**

**“Қопдаги мушук” услубини қўллаш**

Бу усул ёрдамида ҳар бир талабанинг мавзунини муҳокамасида фаол қатнашишини таъминлаб беради ва талабанинг бу машғулотдаги билим даражасини осон билиб олиш имконини беради.

Ҳар бир талаба “қопчадан” савол тортиб олади. 3-дақиқа давомида берилган саволга ёзма равишда жавоб беради ва ўқитувчига топширади. Сўнг ўқитувчи ва бошқа талабалар иштирокида ҳар бири муҳокама қилинади. Нотўғри жавоблар тўғриланади ва бошқа талабалар томонидан тўлдирилади. Ўқитувчи талабанинг саволга берган жавобини ва умумий муҳокамадаги фаоллигини баҳолайди.

Савол вариантлари:

1. Звенонинг инерция моменти нима?
2. Қандай звеноларнинг инерция моменти аниқланади?
3. Шатуннинг инерция моментини аниқлашда физик-маятник усули қандай?

7-март.

### **Машиналар динамикаси. Умумий қоидалари.**

#### **Март режаси.**

1. Машиналар динамикаси масаласи.
2. Машиналарнинг динамик параметрлари.
3. Динамик типлари.
4. Машиналарнинг механик характеристикалари.
5. Машиналарнинг иш режалари.

“Машина ва механизмлар назарияси” курсининг машиналар динамикаси бўлими, одатда, машинанинг таркиби қисми алоҳида механик системаларнинг тузилиши, кинематикаси ва куч нисбатларига бағишлангандан сўнг бир бутун машинани ташкил этувчи мазкур системаларнинг биргаликда ишлашни ўрганади. Бунда янги атама, таъриф, масала, фараз ва ҳоказолар юзага келиши муқаррардир. Ушбу бобда ана шулар ўрганилади.

#### **Машиналар динамикасининг вазифалари.**

Назарий механикага мувофиқ динамиканинг вазифаси нуқта ёки жисмга улар ҳаракатининг берилган қонуни бўйича таъсир этувчи кучларни

аниқлаш ва аксинча, нуқта ёки жисмга таъсир этувчи кучлар буйича ҳаракат қонунини топишдан иборатдир.

Назарий механикадан механизм ва машиналар назариясига ўтилар экан, абстракт нуқта ва жисмлар ўрнига буғин нуқталарига ҳамда машина таркибига кирувчи механизм буғинларига эга бўламиз. Бундай ҳолда динамиканинг вазифаларини машинани яратиш жараёнида кўриб чиқиш қулайдир. Шунини таъкидлаш жоизки, машина механизмлари бошлангич буғинларнинг текис ҳаракатланишини кўзда тутувчи геометрик ва кинематик усуллар билан лойиҳаланади. Механизмлар машина қилиб йиғилгандан сўнг, мазкур машина буғинларига қўйилган ташқи кучлар таъсирида унинг ижрочи ва ёрдамчи органлари ҳаракатининг ҳақиқий хусусияти аниқланиши зарур. Сўнгра ҳаракатнинг аниқланган хусусияти машинани лойиҳалашда берилган хусусият билан солиштирилади. Агар ҳаракатнинг ҳисоблаб топилган хусусияти кониқарсиз бўлса, машина буғинлари ҳаракатининг керакли хусусиятини таъминлаш мақсадида машина конструкциясига тузатиш киритилади.

Бундан ташқари, динамик ҳисоблашда шунини назарда тутиш лозимки, машина буғинлари абсолют бикр эмас, улар эластик ва бу жиҳат маълум бир шароитларда буғинларда юқори кучланишни келтириб чиқариши ҳамда машинанинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини камайтириши мумкин. Бинобарин, ўта юкланишларнинг олдини олиш учун динамик ҳисоблашда буғинларнинг эластиклигини ҳисобга олиш керак.

Ниҳоят, деярли ҳар қандай замонавий машина вибрация (титраш) манбаидир. Вибрация машинанинг конструктив хусусиятлари, ундаги иш жараёни, деталларининг тайёрланиш сифати ва ҳоказолар оқибатида юзага келади. Бундай вибрациялар машинанинг ўзи учун ҳамда унинг атрофидаги бошқа машиналар учун зарарли, инсон учун ҳавфлидир. Шу сабабли машина вибрацияларининг атрофга таъсирини баҳолай олиш ҳамда мазкур тебранишларни камайтириш, шунингдек, машинани виброизоляциялаш чораларини кўра билиш керак.

Юқорида қайд этилган мулоҳазаларга кўра машиналар динамикасининг умумий вазифасини қуйидагича ифодалаш мумкин. Машиналар динамикаси қўйилган кучлар таъсирида машина ҳаракатининг хусусиятини ўрганишни ҳамда жоиз юкламиш ва вибрациялар чегарасида машина ҳаракатининг талаб этилган хусусиятини таъминлаш воситаларини излашни кўзда тутуди. Мазкур умумий вазифа уч қисмдан иборат:

- бикр буғинли машиналар динамикаси (ҳаракатни ҳисоблаш ва ростлаш);

- буғинларнинг эластиклигини ҳисобга олиб бориш (ўта юкланишлардан сақлаш);

- машинанинг пойдеворда тебранишлари (виброизоляция) динамик машиналарнинг турига боғлиқ динамик ҳисоблашнинг моҳияти ва тартиби турличадир, лекин машиналарнинг турини аниқлашдан олдин машинанинг ҳар қандай турга ҳам бир ҳилда хос бўлган динамик параметрларини кўриб чиқамиз.

### **Машинанинг динамик параметрлари.**

Машина ҳаракатининг хусусияти аввало машинанинг динамик параметрларига боғлиқдир. Машинанинг динамик параметрлари куч ва инерцион параметрларига бўлинади.

Инерцион параметрлар бўғинларнинг инерция массаси ва инерция моментларидир. Бўғиннинг массаси кг да ўлчанади ва бўғиннинг массалар марказига қўйилган, деб ҳисобланади. Инерция моменти дейилганда ( $\text{кгм}^2$  да ўлчанади) бўғиннинг ўз оғирлик марказига нисбатдан инерция моменти назарда тутилади.

Куч параметрлари машина бўғинларига таъсир этувчи ташқи юкланишлардир. Бу юкланишлар, одатда, берилган бўлиб динамик ҳисоблашдан олдиан маълум бўлади. Ташқи юкланишларга кучлар ва куч моментлари киради. Кучлар жамланган ва бўғинининг маълум бир нуқтасига қўйилган, куч моментлари эса маълум бир бўғинга қўйилган деб ҳисобланади. Шундай қилиб, куч қўйилиш нуқтасига, катталikka (Н да ўлчанади) ҳамда йуналишга эга куч моменти қўйилишсиз бўғинига, катталikka (Нм да ўлчанади) ҳамда йўналишда (соат милининг ҳаракати бўйича ва унга тескари йўналишда) эга.

Бундан кейин баён қилишни соддалаштириш мақсадида фақат куч устида сўз юритилади, ваҳоланки бунда фақат кучларгина эмас, балки куч моментлари ҳам назарда тутилади.

Двигател кучи  $F_D$ , фойдали қарашлик кучи  $F_K$  ва оғирлик кучи  $G$  ташқи кучлар қаторига киради. Двигател кучи машинани ҳаракатга келтиради ва ўзгармас ёки ўзгарувчан бўлиши мумкин. Фойдали қаршилик кучлари машинанинг ишлаш жараёнида юзага келади ва унинг ишчи органларига таъсир этади, у ҳам ўзгармас ва ўзгарувчан бўлиши мумкин. Оғирлик кучи бўғиннинг массалар марказига қўйилган деб ҳисоблананиб, у фақат гравитацион майдонга боғлиқ бўлгани учун доимо ўзгармасдир. Мазкур кучларнинг таъсирини улар бажарувчи иш нуқтаи назаридан кўриб чиқамиз. Бунда шунга асосланамизки, куч ҳаракатга кумаклашса мусбат иш бажаради, агар ҳаракатга тўсқинлик қилса, манфий иш бажаради.

Двигател кучлари асосан мусбат иш бажаради, чунки улар кўпчилик холларда бўғинларнинг ҳаракатига кўмаклашади. Бироқ двигател кучлари баъзида манфий иш ҳам бажаришини таъкидлаш лозим. Буни ички ёнув двигателининг иши мисолида осон кузатиш мумкин (7.1а-расм). Иш такти давомида (7.1а-расмда  $AB_1C_1$  ҳолат) иш аралашмасининг босим кучи поршень ва у билан боғланган тирсакли валнинг ҳаракатини тезлаштиришга интилади, бунда у мусбат иш бажаради. Бироқ сиқиш тактида (7.1а-расмда  $AB_2C_2$  ҳолат) мазкур иш аралашмасининг кучи манфий иш бажаради, чунки у поршень ва тирсакли валнинг ҳаракатини секинлаштиришга интилади. Табиийки, бунда мусбат иш манфий ишдан катта бўлади ( $A_D > 0$ ) ва шу туфайли ички ёнув двигатели кинетик энергия манбаи ҳисобланади.

Машина ишлаш давомида енгиб ўтиш лозим бўлган кучлар фойдали қаршилик кучларидир. Бу кучлар манфий иш бажаради, айрим холларда улар бажарган иш мусбат бўлиши ҳам мумкин. Буни кўтарма краннинг иши мисолида кўриб чиқамиз (7.1б-расм). Бу ҳолда юкнинг оғирлик кучи фойдали

қаршилик кучидир. Юкни кутаришда бу куч манфий иш бажаради, чунки оғирлик кучининг ҳамда юк ҳаракати тезлигининг векторлари турли томонларга йўналган. Ва аксинча, юкни туширишда унинг оғирлик кучи мусбат иш бажаради, чунки оғирлик кучининг ҳамда ҳаракат тезлигининг векторлари бир томонга йўналган. Бироқ аксарият ҳолларда фойдали қаршилик кучлари манфий иш бажаради:

$$A_K < 0.$$

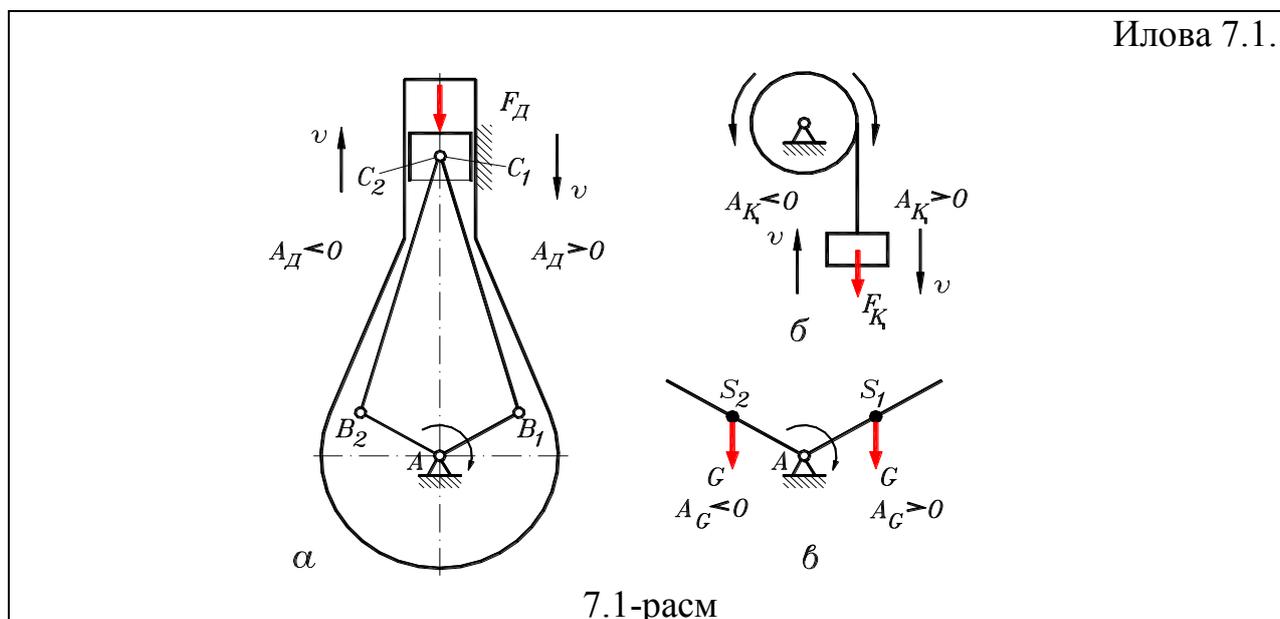
Бўғинларнинг оғирлик кучи уларнинг массалар марказида бўлиб массалар маркази силжишининг йўналишга қараб мусбат ёки манфий иш бажариши мумкин. Бўғин массалар марказининг тезлик вектори ёки мазкур векторнинг вертикалга проекцияси пастга йўналса, бўғиннинг оғирлик кучи мусбат иш бажаради, чунки у бўғиннинг ва умуман, механизмнинг ҳаракатини тезлаштиришга интилади (7.1в-расм). Аксинча, қайд этилган вектор ёки унинг вертикалга проекцияси юқорига йўналган бўлса, у ҳолда оғирлик кучи манфий иш бажаради, у бўғиннинг ва умуман, механизмнинг ҳаракатини секинлаштиришга интилади. Бинобарин:  $A_G \leftrightarrow 0$ .

Машинанинг ишлаши давомида юқорида қайд қилинган ташқи кучлар ички кучлар – машина тартибига кирувчи механизмларнинг кинематик жуфтликларидаги ишқаланиш кучларини юзага келтиради. Бу кучлар манфий иш бажаради, чунки улар ҳаракатга тўсқинлик қилади ва динамик ҳисоблашда машинанинг фойдали иш коэффиенти билан эътиборга олинади.

### Машиналарнинг динамик турлари.

Машиналар ишлашнинг динамикасидан келиб чикиб, барча замонавий машиналарни шартли равишда уч турга бўлиш мумкин:

- узлуксиз ишловчи машиналар;



- даврий равишда ишловчи машиналар;
- нодарвий равишда ишловчи машиналар.

Улар бир-биридан куйидаги аломатлари билан фарқланади:

- а) ишлаш давомийлиги;
- б) ижрочи ва ёрдамчи механизмларнинг конструктив хусусиятлари;
- в) динамик параметрларни машинанинг ишлаш цикли ичида ўзгариш мазкур цикл, одатда, машина асосий валининг бир марта тўлиқ айланишга ёки ижрочи органининг битта фойдали ёки салт ҳаракатига мос келади;
- г) двигателнинг тури.

Узлуксиз ишловчи машиналар узоқ ишлаши билан ажралиб туради. Бундай машиналарнинг конструктив хусусияти шундаки, уларнинг таркибига кирувчи ижрочи ҳамда ёрдамчи механизмлар фақат ротор типдаги бўғинлар (тишли ғилдилаклар, шкивлар, маховиклар ва ҳ.к.) га эга бўлади. Уларнинг динамик параметрлари битта цикл доирасида ўзгармайди. Уларга айлама ҳаракатли двигател ўрнатилади. Бундай машиналарга электр вентиляторлар, турбогенераторлар, пармалаш станоклари ва бошқа двигателлар киради. Мазкур машиналарнинг ишлаш динамикаси механизм ва машиналар назариясида ўрганилмайди.

Даврий равишда ишловчи машиналар ҳам узоқ вақт ишлайди. Бундай машиналарнинг ижрочи ва ёрдамчи механизмлари стерженли ва кулачокли механизмлар асосида ишлайди. Мазкур машиналарнинг динамик параметрлари стерженли ва кулачокли механизмлар мавжудлиги туфайли битта цикл доирасида ўзгарувчандир. Двигателлари айланма ҳаракатли двигателлардир. Бу машиналарга механик прессларни, тиш очувчи станокларни, поршенли компрессорларни киритиш мумкин.

Нодаврий равишда ишловчи машиналар қисқа вақт ишлайди. Уларнинг ишлаш вақти иш органи ҳаракатининг бир циклига мос келади, ижрочи механизмлар сифатида асосан илгариланма ҳаракатли двигателлар (пневмоцилиндрлар ёки гидроцилиндрлар) дан фойдаланилади. Динамик параметрлар машинанинг бутун ишлаш вақти давомида ўзгарувчидир. Бундай машиналарга мисол тариқасида гидравлик прессларни, пневматик ва гидравлик юритмали саноат роботларини, нуқта қилиб пайвандлаш машиналарини айтиб ўтиш мумкин. Мазкур турга машиналарнинг ўз двигателига эга бўлган ёрдамчи механизмлари (самолёт шассиси, пахта териш машинасининг бункерини тўнкариш механизми ва бошқалар) ни ҳам киритиш мумкин.

Машиналарнинг юқорида қайд этилган турлари техника адабиётида бошқача номланиши ҳам мумкин. Биринчи турдаги машиналар монотон ҳаракатдаги машиналар, иккинчи ва учинчи турлари эса барқарорлашган ва барқарорлашмаган ҳаракатли машиналар деб аталади.

### **Машиналарнинг механик тавсифлари.**

Исталган динамик турдаги машинанинг инерцион параметрлари, яъни бўғинларнинг масса ва инерция моментлари, шунингдек куч параметрларнинг бир қисми аниқроғи, бўғинларнинг оғирлик кучлари машинанинг ишлаш жараёнида ўзгармасдир. Чунки улар машинанинг ишлаш шаротитга боғлиқ бўлмайди. Қолган куч параметрлари двигател кучлари, фойдали қаршилиқ кучлари эса машина ишлашининг тўлиқ бир цикли ичида бўғинлар ҳолатининг ёки улар тезлигининг ўзгаришига қараб ўзгариши мумкин.

Двигател кучлари ҳамда фойдали қаршилик кучлари механик тавсиф кўринишида берилади. Бундай тавсифлар, одатда мазкур кучларнинг шу кучларга қўйилган бўғинларнинг кўчиш ёки тезлигига боғлиқ графикларни акс эттиради. Бундай графиклар мусбат ва манфий соҳаларга эга. Агар куч мусбат иш бажарса, у ҳолда унинг графиги мусбат соҳада жойлашади ва аксинча.

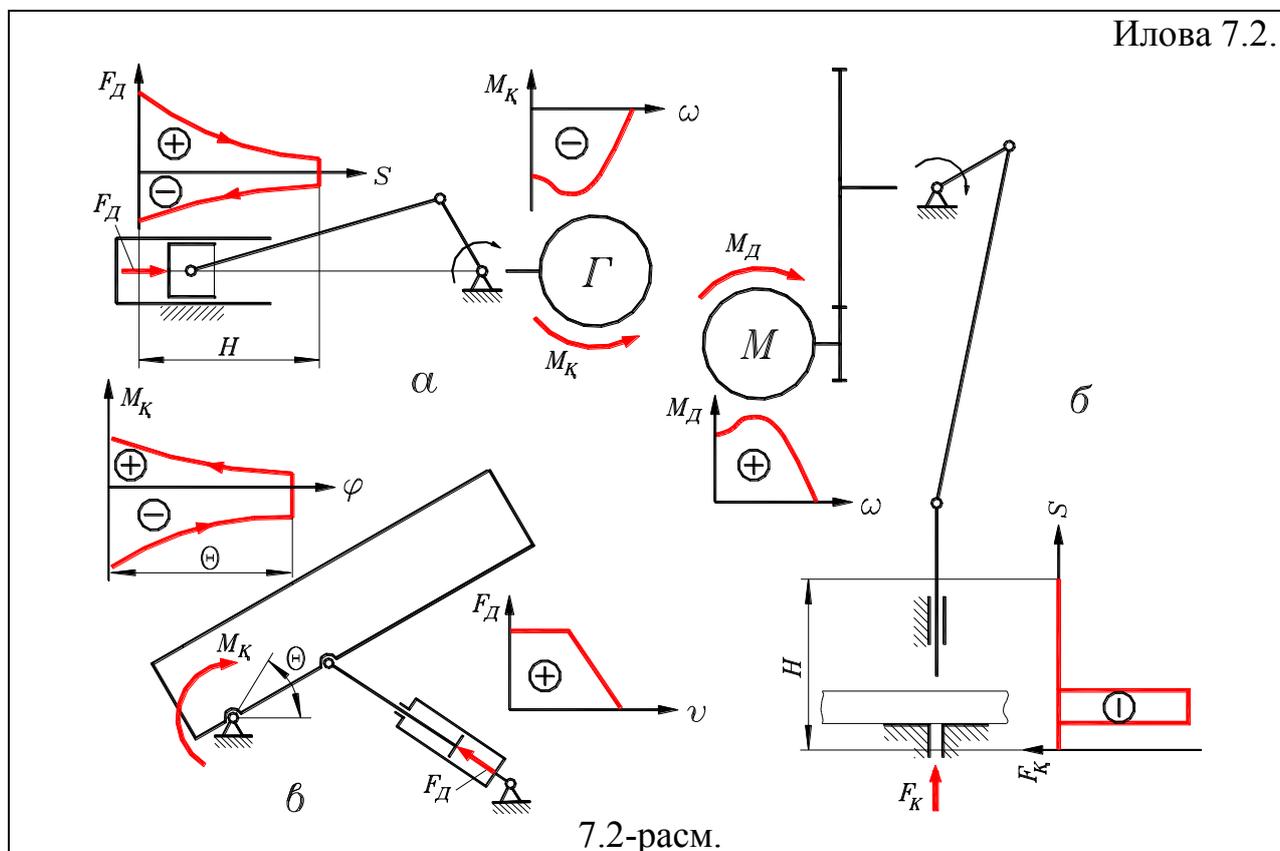
Ҳар қандай замонавий машина иккита механик (двигателнинг ва ижрочи механизм) таснифига эга. Масалан, электр двигател учун куч моменти валнинг айланиш частотасига боғлиқлик графиги, тиш очиш станогининг ижрочи механизми учун қирқиш долбякнинг силжишига боғлиқлик графиги бўлиши мумкин.

7.2-расмда дизель-генераторнинг (7.2а-расм) бўлаклаб қирқиш прессининг (7.2б-расм) ҳамда юкни ўзи бўшатувчи машина кузовни тўнкариш механизмининг (7.2в-расм) схемалари ва механик тавсифлари келтирилган.

Дизель-генератор (7.2а-расм) двигател-дизелнинг механик тавсифи двигател кучи  $F_D$  (газларнинг босим кучи) нинг поршень кўчиши  $S$  га боғлиқлик графиги кўринишида берилган. Мазкур механик график мусбат ва манфий соҳаларга эга, чунки двигател кучи, юқорида айтиб ўтилганидек, ушбу ҳолда ҳам мусбат, ҳам манфий иш бажаради. Мазкур механик тавсифнинг индикатор диаграмма деб аталувчи иккала тармоғи техника адабиётида мусбат соҳада жойлашган бўлади ҳамда шу сингари двигателли машиналарни динамик ҳисоблашда улар бажарган ишларнинг ишораларидаги фарқни ҳисобга олиш лозим. Ижрочи механизм генераторнинг механик тавсифи генератор валидаги куч моменти унинг айланиш частотасига боғлиқлигини ифодалайди. Бундай график манфий соҳада жойлашган.

Бўлаклаб қирқиш прессининг механик тавсифи двигател валидаги буровчи момент  $M_D$  нинг айланиш частотасига боғлиқлик графигидан иборатдир (7.2б-расм) прессинг стерженли ижрочи механизмининг тавсиф эса пуансонга қўйилган қаршилик (бўлаклаб қирқиш) кучининг диаграммаси кўринишда пуансоннинг кўчишига боғлиқ ҳолда берилган.

Юкни ўзи бўшатувчи кузовни тўнкариш механизмининг двигатели гидроцилиндрдир (7.2-расм). Унинг механик тавсифи двигател кучи  $F_D$  (суёқлик босими) нинг шток тезлиги  $v$  га боғлиқлик графиги кўришида берилган. Ижрочи механизм, яъни бурилувчи таянчдаги кузовнинг механик тавсифи кузов ҳаракатига қаршилик моменти  $M_K$  нинг кузов бурилиш бурчаги  $\phi$  га боғлиқлигидир. Қаршилик моменти ўзгарувчан катталиқдир. У кузов ва ундаги юкнинг оғирлик марказларининг жойлашиши, мазкур катталиқларнинг юкни тушириш жараёнида ўзгариши билан аниқланади. Кузовни туширишида график муносабат соҳада жойлашади, чунки кузовнинг оғирлик кучи мусбат иш бажаради. Кузов бирданига тушиб кетмаслиги учун гидроцилиндрга қарши босим берилади. Бу босим тормозловчи эффектни юзага келтиради.



7.2-расм.

Агар механик тавсифи тезликка боғлиқ бўлган куч ёки момент кўринишда тасвирланган бўлса, у ҳолда мазкур куч двигател валнинг ёки машина иш органининг кўчишга боғлиқ бўлмайди деб ҳисобланади. Аксинча, механик тавсиф кўчишга боғлиқ бўлган куч кўринишда берилган бўлса, тезлик ўзгарганда мазкур куч ўзгармасдан қолади.

Двигател кучи ёки фойдали қаршилик кучи (ёки моменти) шу куч қўйилган бўғиннинг тезлиги ва кўчишга боғлиқ бўлган ҳоллар ҳам учрайди. Бироқ бундай ҳоллар механизм ва машиналар назариясида ўрганилмайди.

Аксарият мисолларда даврий ва нодаврий равишда ишловчи машиналарнинг механик тавсифларидан бири кучнинг тезликка боғлиқлиги, иккинчиси эса кучнинг кўчишга боғлиқлигидир.

### Машиналарнинг ҳаракат тартиблари.

Одатда, машина ишининг динамикасини кўриб чиқишда битта двигателдан ҳаракатга келтириладиган механик система билан чекланилади. Мазкур системанинг бўғинлари ўзаро кинематик боғлиқдир, шунинг учун машинанинг иш тартиби тўғрида гапирилганда, унинг бўғинларидан ишловчи машиналар учун бундай бўғин сифатида, одатда, ижрочи ва ёрдамчи механизмларнинг кириш бўғинлари бикр қилиб ўрнатилган асосий вал нодаврий равишда ишловчи машиналар учун эса иш органини қабул қилинади.

Машиналарнинг ҳаракат тартиблари асосий вал ёки иш органи тезлиги ўзгаришининг диаграммаси кўринишида тасвирланади. Бундай график тахограмма деб аталади. Тезликнинг ўзгариши вақт функциясида, баъзида –

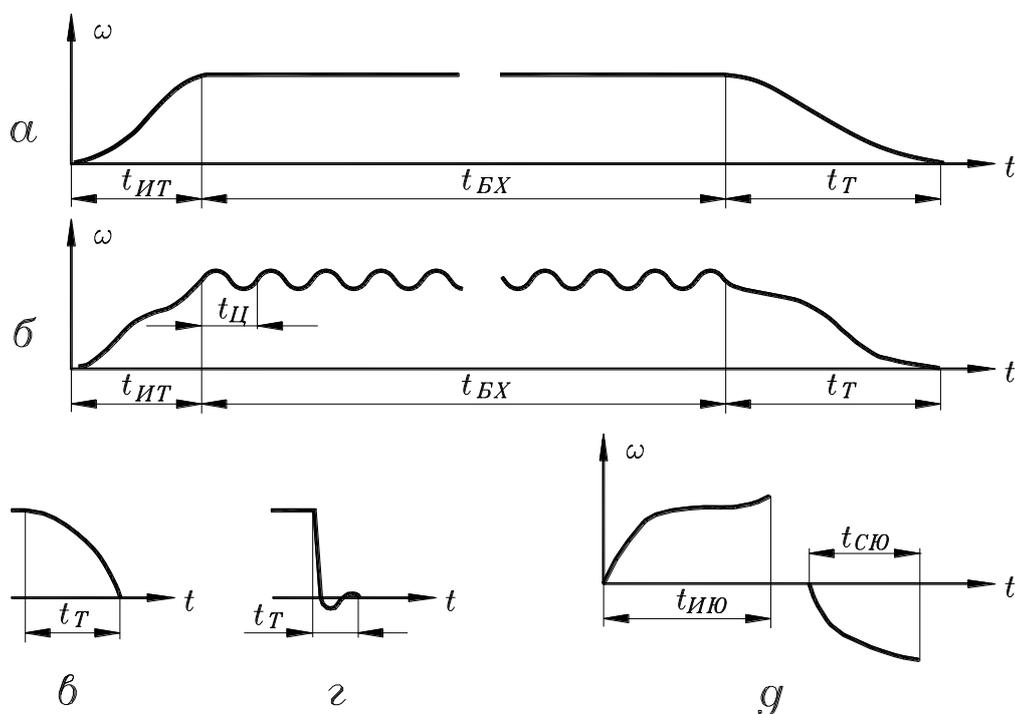
асосий вал ёки иш органининг кўчиш функциясида берилади. 7.3-расмларда учала турдаги машиналарнинг тахограммалари тасвирланган.

Узлуксиз ишловчи машинанинг тахограммаси (7.3а-расм) тартиб ишга тушиш (шиғов олиш)  $t_{ИТ}$ , барқарорлашган ҳаракат ва тўхташ  $t_T$  дан иборат. Ишга туширишда асосий валнинг тезлиги нолдан ҳисобий қийматгача ўзгаради, бунда ишга тушиш вақти ҳамда ишга тушиш раволиги машинада қўлланилган ишга тушириш тузилмасига боғлиқ равишда турлича бўлиши мумкин.

Барқарорлашган ҳаракат вақтида асосий валнинг тезлиги ўзгармайди, чунки узлуксиз ишловчи машинанинг динамик параметрлари ўзгармасдир. Тўхташ вақти ҳамда унинг раволиги ҳам тўхтатишда қўлланилган усулга боғлиқ равишда турлича бўлиши мумкин. Агар тўхтатиш двигатели шунчаки ўчириб қўйиш амалга оширилса, у ҳолда тўхташ вақти  $t_T$  7.3а-расмда кўрсатилганидек анчагина узун бўлади. Тормозлардан фойдаланиш тўхташ вақти қисқаради (7.3в-расм). Агар машина конструкциясида белгиланган ҳолатда тўхтатиш тузилмаси кўзда тутилган бўлса, у ҳолда тўхташ вақти ҳаддан ташқари қисқа секунднинг улушлари бўлиши мумкин.

Бироқ бунда тўхтатилаётган системадаги динамик юкланишлар кескин ортади, шунинг учун мазкур системанинг бутун кинематик энергияси белгиланган ҳолат атрофида қисқа вақтли тебранма ҳаракат жараёнида баргараф этилиши лозим (7.3г-расм).

Даврий равишда ишловчи машинанинг тахограммаси (7.3б-расм) ҳам юқоридаги каби ҳаракат тартиблари: ишга тушиш, барқарорлашган ҳаракат ва тўхташдан ташкил топган. Ишга тушиш ва тўхташ жараёнлари узлуксиз равишда ишловчи машиналардаги сингари, қўлланилган ишга тушириш ва тўхтатиш тузилмаларига боғлиқ равишда вақт ҳамда раволикка кўра турлича бўлиши мумкин.



7.3-расм.

Даврий равишда ишловчи машина тахограммасининг узлуксиз ишловчи машина тахограммасидан асосий фарқи шундаки, асосий валнинг барқарорлашган ҳаракат тартибидаги бурчак тезлиги доимий бўлмайди, яъни ҳар бир цикл ичида даврий равишда ўзгаради (7.3б-расмдаги  $t_{Ц}$  - цикл вақти), бу машина динамик параметрларнинг ўзгарувчанлиги оқибатидир.

Нодаврий равишда ишловчи машинанинг тахограммаси фақат икки тартиб: ишчи юриш (7.3д-расмдаги  $t_{ИЮ}$  – ишчи юришга сарфланган вақт) ҳамда салт юриш (7.3д-расмдаги  $t_{СЮ}$  – салт юриш вақти) га эга. Иккала тартиб бир-бирига боғлиқ эмас, бундан ташқари улар исталган вақтида бир-бирдан ажратиб қўйилиши мумкин. Иш йўли ёки салт ишлаш чегарасида машина иш органининг тезлиги нолдан бошлаб маълум бир қонун бўйича ўзгариши мумкин. қонун юртмали гидро ёки пневмоцилиндр ҳамда ижрочи механизмнинг механик тавсифларга боғлиқ бўлади. Агар машинада махсус тормозлаш тузилмалари кўзда тутилмаган бўлса, ишчи юриш ёки салт юришнинг сўнгида оний тўхташ содир бўлади. Саноат роботлари, самолётларнинг шассиси, машиналарнинг юкдан бўшатиш механизмлари шу асода ишлайди.

Энди машина ҳаракатнинг у ёки бу режимини ушлаб туриш учун зарур бўлган ташқи кучлар бажарган ишларнинг талаб этилган нисбатларни кўриб чиқамиз. Бунда даврий равишда ишловчи машиналарнинг барқарорлашган режим ҳамда нодаврий равишда ишловчи машиналарнинг иш йўли ва салт ишлаш тартиблари билан кифоятланамиз, чунки бундан кейин машина ишларнинг динамикаси худди мана шу режимларда кўриб чиқилади.

7.3б-расмдаги тахограммага асосланган ҳолда барқарорлашган ҳаракат тартибининг ўзига хос хусусияти машинанинг асосий вали бурчак тезлигининг қиймати қандайдир ўртача қиймат атрофида даврий равишда

ўзгариб туришидир. Мазкур ўртача қиймат барқарорлашган ҳаракат давомида ўзгармайди. Бинобарин, бурчак тезлиги бир цикл доирасидагина ўзгаради, циклдан-циклга ўтишда эса ўзгармайди. Равшанки, агар ҳаракатга ёрдам берувчи ташқи кучларнинг бир цикл давомидаги йиғинди иши ҳаракатга тўсқинлик қилувчи ташқи кучларнинг бир цикл давомидаги йиғинди ишга тенг бўлгандагина, юқоридаги ҳолат юз беради. Бўғинларнинг оғирлик кучи цикл давомида бажарган иши нолга тенглигини ҳисобга олиб, қўйидаги хулосани чиқариш мумкин: барқарорлашган ҳаракат режими учун машинанинг ишлаш цикли давомида двигател кучларининг бажарган иши фойдали қаршилик кучларнинг бажарган ишига тенг бўлади.

Нодаврий равишда ишловчи машинанинг тахограммаси (7.3д-расм) ишчи юриш ёки салт юриш режимида иш органининг тезлиги цикл бошида нолдан, цикл охиридаги қандайдир катталиққа кадр ўзгаришини кўрсатади. Ўз-ўзидан равшанки, бундай ҳаракатга ёрдам берувчи ташқи кучларнинг йиғинди иши ҳаракатга тўсқинлик қилувчи ташқи кучларнинг йиғинди ишидан катта бўлиши керак. Бунда бўғинларнинг оғирлик кучи бажарган ишни ҳам ҳисобга олиш керак, чунки даврий равишда ишловчи машиналардан фарқли ўлароқ мазкур кучларнинг ишчи юриш салт юриш цикли давомида бажарган иши нолга тенг бўлмайди. Бу нарса нодаврий равишда ишловчи машиналарнинг конструктив хусусиятлари билан тушунтирилади.

$$A_{(A+G)} > A_{(E+G)} \quad (7.2)$$

бу ерда  $A_{(D+G)}$  – двигател ва оғирлик кучларнинг ҳаракатга ёрдам берувчи йиғинди иши;  $A_{(K+G)}$  – фойдали қаршилик ва оғирлик кучларининг ҳаракатга тўсқинлик қилувчи йиғинди иши.

#### **Таянч сўзлар.**

1. Машина динамикаси – бу ташқи кучлар таъсирида машина ҳаракатини ўрганиш.
2. Ташқи кучлар – бу двигател, фойдали қаршилик ва оғирлик кучлари.
3. Ички кучлар – бу реакция кучи ва кинематик жуфтлардаги ишқаланиш кучи.
4. Механик характеристика – бу куч билан силжиш ёки бу куч қўйилган нуқта тезлиги орасидаги боғланиш.
5. Машина ҳаракатининг режими – бу бош вал тезлиги ёки ишчи органининг вақтга боғлиқлиги.

#### **Контрол саволлар.**

1. Машинанинг инерцион ва куч параметрларини санаб беринг?
2. Двигател, фойдали қаршилик ва оғирлик кучлари қандай иш бажаради?
3. Реакция ва ишқаланиш кучлари қандай иш бажаради?
4. Динамик машина типларини айтинг, уларга таъриф беринг ва мисоллар келтиринг?
5. Машинанинг механик характеристикаси нима?
6. Узлуксиз, даврий ва даврий бўлмаган машина ишлашида ҳаракат режимлари қандай ўрин эгаллайди?

8-маъруза.

## **Машинанинг динамик модели, унинг параметрлари ва ҳаракат тенгламаси.**

### **Маъруза режаси.**

1. Машина динамик моделининг таърифи.
2. Машина динамик модел параметрларини ҳисоблаш.
3. Машина ҳаракат тенгламаларининг энергетик формаси.
4. Дифференциал формадаги машина ҳаракат формаси.

Даврий ва нодаврий равишда ишловчи деяри ҳар қандай замонавий машина (биз худди мана шу машиналарни кўриб чиқамиз) ўзгарувчан кинематик ва динамик параметрларга эга бўлган кўп бўғинли (звеноли) механик системадан иборатдир. Бундай системани тўғридан-тўғри динамик ҳисоблаш мураккаб бўлганлиги учун кўпчилик ҳолларда машинани унинг динамик модели билан алмаштирилади.

Машинанинг динамик модели – кўзғалмас нукта атрофида айланувчи ёки кўзғалмас йўналтирувчи бўйича ҳаракатланувчи фараз қилинган бир бўғин. Бу бўғин кинематик жиҳатдан машина бўғинларидан бири билан, одатда, даврий равишда ишловчи машинанинг асосий вали билан ёки нодаврий равишда ишловчи машинанинг иш органи билан қўшилади (бирлаштирилади). Фараз мазкур бўғин динамик назардан машинага бутунлай ўхшаш бўлиши керак, яъни машина қандай динамик параметрларга эга бўлса, у ҳам худди ўшандай параметрларга эга бўлиши керак. Бинобарин, машинанинг барча инерцион ва барча куч параметрларини динамик моделнинг иккита йиғинди (келтирилган) параметрлари: инерцион ва куч параметрлари билан алмаштириш керак. Мазкур параметрларни аниқлашда уларни модель ҳамда машинанинг кинетик энергияси ва қуввати билан боғлаш қулайдир.

Айтилганлардан келиб чиқиб, машинанинг динамик моделини қўйидагича таърифлаш мумкин: машинанинг динамик модели – фараз қилинган бир бўғин бўлиб, унинг кинетик энергияси вақтнинг ҳар бир онида машина барча механизмларининг кинетик энергиясига тенг бўлади ҳамда мазкур бўғин куч ёки куч моменти билан юкланган бўлиб, бу кучнинг қуввати вақтнинг ҳар бир лаҳзасида машина бўғинларига қўйилган барча куч ва куч моментларининг қувватига тенг бўлади.

Динамик моделнинг инерцион ва куч параметрлари келтирилган параметрлар дейилади, чунки бўғинларнинг массасини ва инерция моментларини, куч ва куч моментларини машинанинг турли бўғин ва бўғин нукталаридан унинг моделига келтирилади. Бу модель машина бўғинларидан бири билан қўшилади ва берилган ҳолда мазкур бўғин келтириш бўғини деб аталади. Бинобарин, динамик моделнинг динамик ҳисоблашда аниқланиши лозим бўлган тезлиги – келтириш бўғининг тезлигидир.

8.1a-расмда машинанинг динамик модели келтирилган инерция моменти  $I^{\text{кел}}(\varphi)$  ўзгарувчан бўлган қўринишида тасвирланган. Бу бўғин келтирилган куч моменти  $M^{\text{кел}}(\varphi; \omega)$  таъсирида ўзгарувчан бурчак тезлик  $\omega(\varphi)$  билан айланади.

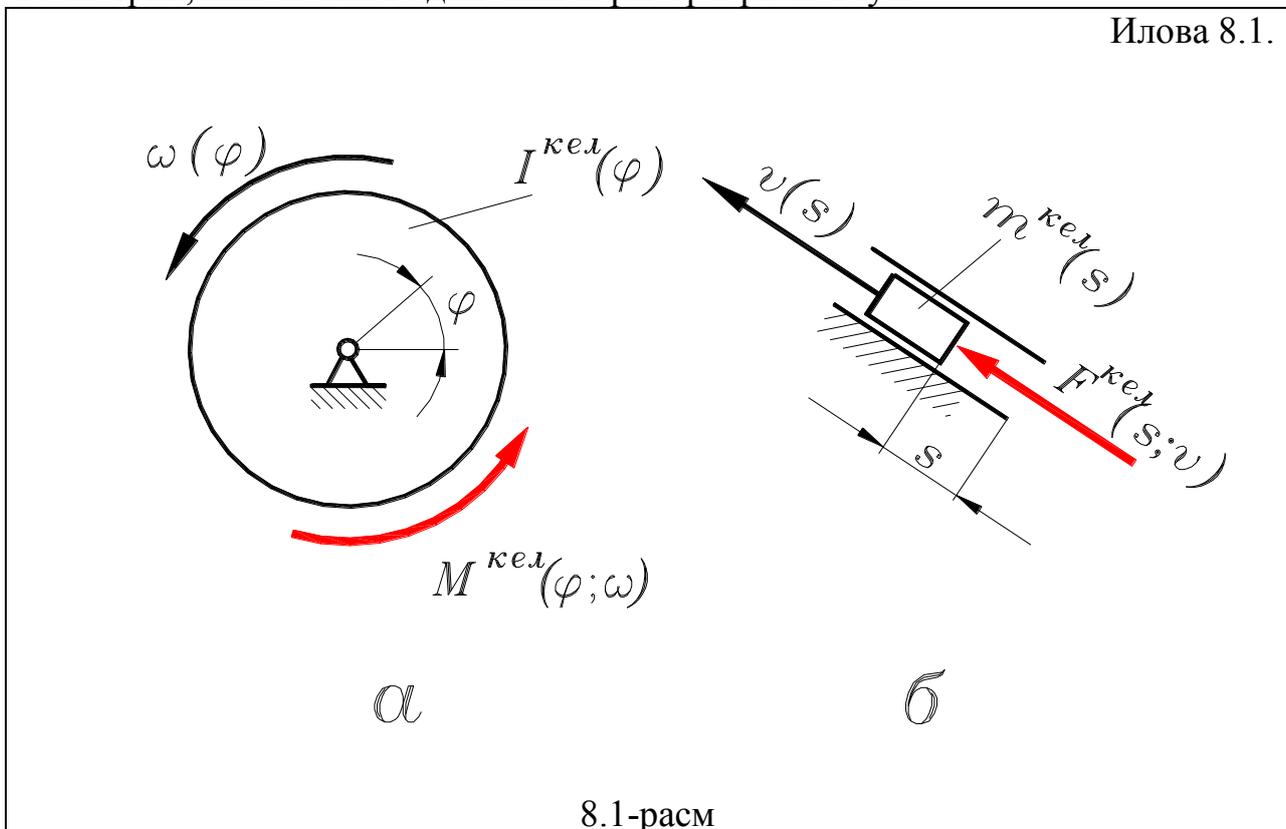
8.1б-расмда даги динамик модель – келтирилган куч  $F^{кел}(s;v)$  таъсирида  $V(S)$  тезлик билан илгариланма ҳаракат қилувчи  $m^{кел}(s)$  массали бўғиндир. Келтирилган куч моменти  $M^{кел}$  ва келтирилган куч  $F^{кел}$  нинг динамик моделнинг ҳолатгагина эмас, балки тезлигига ҳам боғлиқ равишда ўзгариши двигателларнинг механик тавсифлари билан боғлиқдир.

### Динамик моделнинг параметрлари.

Машина динамик моделнинг юқорида қайд қилинган таърифиға биноан унинг келтирилган инерция моменти  $I^{кел}$  (ёки келтирилган массаси  $m^{кел}$ ) модель ва машинанинг кинетик энергиялари тенгламасидан ҳисоблаб топилиши мумкин. Келтирилган куч моменти  $M^{кел}$  (ёки келтирилган куч  $F^{кел}$ ) модель ва машина-нинг вақтнинг ҳар бир лаҳзасидаги қувватлари тенгламасидан аниқланади.

Келтирилган инерция моменти ва келтирилган куч моментларининг умумий формулаларини келтириб чиқаришни аниқ бир мисолини ечишдан бошлаймиз.

8.2-расмда машина схемаси тасвирланган. Бу машина механик пресс, қуювчи станок, шакл берувчи машина ва ҳ.з. бўлиши мумкин. Машинанинг геометрик, кинематик ва динамик параметрлари маълум.



Геометрик параметрлар:

- узатиш механизм шестернясининг  $z_1$  ва ғилдирагининг  $z_2$  тишлар сони;
- ижрочи ва ёрдамчи механизмлар (стерженли ва кулачокли) нинг  $\mu$  м/мм масштабда чизилган схемаси (8.2а-расм).

Кинематик параметрлар: – механизмларнинг кинематик нисбатлари; – стерженли механизмларнинг тезликлар плани (8.2б-расмда кўрсатилгандек, тезликлар плани бошланғич бўғин – кривошипларнинг масштабида чизилса, қулай бўлади).

Динамик параметрлар:

а) инерцион динамик параметрлар – шатун 2, ползун 3 ва турткич Т ларнинг кг да ифодаланган массалари:  $m_1, m_2, m_T$ , бунда шатуннинг массаси массалар маркази S га жамланган (8.2а-расм); двигател роторнинг ҳамда тишли ғилдиракларнинг массалари ҳисобга олинмайди, чунки мазкур айланувчи бўғинлар ротор типигаги бўғинлардир, яъни уларнинг массалар маркази айланиш маркази билан устма-уст тушади, бинобарин бу масса машина ҳаракатига таъсир кўрсатмайди; кривошип 1 ва кулачок К ларнинг массаси ҳам ҳисобга олинмайди, чунки улар ўзлари маҳкамлаган асосий вал билан биргаликда унча катта бўлмаган ҳатолик билан ротор типигаги бўғинни ташкил этади;

– айланма ёки мураккаб ҳаракат қилувчи барча бўғинларнинг  $\text{кгм}^2$  да ифодаланган инерция моментлари:  $I_D$  (электр двигателнинг ротори),  $I_1$  (кривошип ва кулачок билан биргаликдаги асосий вал)  $I_2, I_{Z1}, I_{Z2}$ .

б) куч динамик параметрлар – двигателнинг куч momenti  $M_D, \text{Нм}$ ;

– ползун ва 3 турткич Т га қўйилган фойдали қаршилик кучлари  $F_3$  ва  $F_T, \text{Н}$ ;

– бўғинларнинг массалар марказига қўйилган оғирлик кучлари  $G_2, G_3$  ва  $G_T$  (ползун учун мазкур куч С нуктага қўйилган деб ҳисобланади, турткич учун қўйилиш нуқтасининг аҳамияти йўқ, чунки у вертикал йўналишда ҳаркатланади),  $H$ .

Шуни таъкидлаш жоизки, бу ерда динамик моделнинг параметрларини аниқлаш учун зарур бўлган маълумотларгина берилган. Чунончи, киришдаги кинематик параметр – двигател валининг айланиш частотаси  $n_D$  ёки асосий валнинг бурчак тезлиги  $\omega_1$  бу жараёнда иштирок этмайди. Бу тезлик кейинги ҳисоблашларда керак бўлади, аммо  $M^{\text{кел}}$  ва  $I^{\text{кел}}$  топиш учун уни билиш шарт эмас.

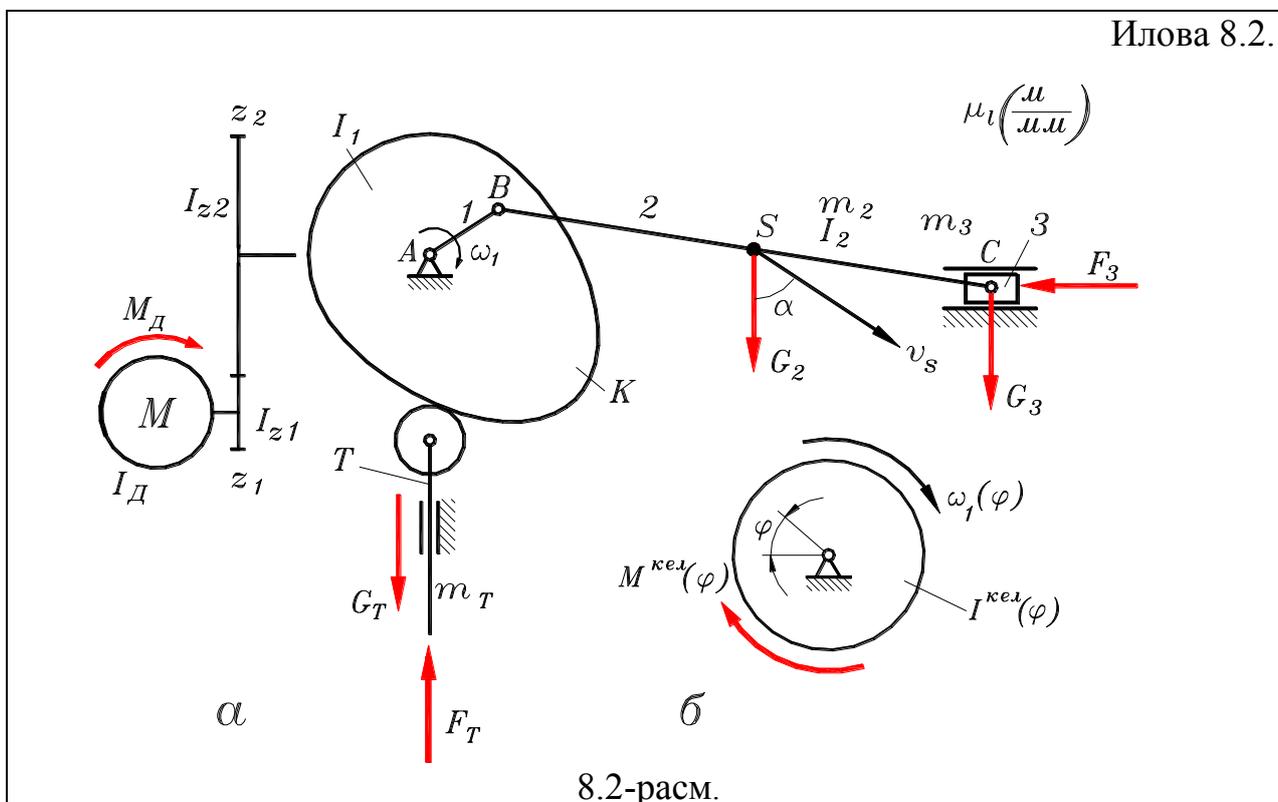
Машинанинг асосий вали билан кинематик бирлаштирилган айланувчи бўғин ҳам вақтнинг кўриляётган лаҳзасида асосий валнинг бурчак тезлиги  $\omega_1$  га эга бўлади (8.2б-расм). Шундай қилиб, машина динамик моделнинг параметрларини аниқлаш масаласи унинг барча динамик параметрларини асосий валга келтиришдан иборат бўлади. Бунинг учун энергия ва қувват тенгламаларидан фойдаланамиз.

Кинетик энергиялар тенгламаси:

$$T_{\text{мод}} = T_{\text{маш}}$$

Динамик моделнинг кинетик энергияси (8.2б-расм):

$$T_{\text{мод}} = \frac{I^{\text{кел}} \omega_1^2}{2}$$



8.2-расм.

Машинанинг кинетик энергияси (8.2а-расм):

$$T_{\text{МАШ}} = \frac{1}{2} I_D \omega_D^2 + \frac{1}{2} I_{z1} \omega_D^2 + \frac{1}{2} I_{z2} \omega_1^2 + \frac{1}{2} I_1 \omega_1^2 + \frac{1}{2} I_2 \omega_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_S^2 + \frac{1}{2} m_3 v_C^2 + \frac{1}{2} m_T v_T^2$$

Бу ифодаларни кинетик энергияларнинг дастлабки тенгламасига қўйиб ҳамда мазкур тенгламани келтирилган инерция моментига нисбатан ечиб, қўйидагини ҳосил қиламиз:

$$I^{\text{эаэ}} = I_A \frac{\omega_A^2}{\omega_1^2} + I_{z1} \frac{\omega_A^2}{\omega_1^2} + I_{z2} \frac{\omega_1^2}{\omega_1^2} + I_1 \frac{\omega_1^2}{\omega_1^2} + I_2 \frac{\omega_1^2}{\omega_1^2} + m_2 \frac{v_S^2}{\omega_1^2} + m_3 \frac{v_C^2}{\omega_1^2} + m_T \frac{v_T^2}{\omega_1^2}$$

Тезликлар нисбати узатиш нисбати демакдир, шунинг учун:

$$I^{\text{эаэ}} = I_A u_{A1}^2 + I_{z1} u_{A1}^2 + I_{z2} + I_1 + m_2 u_{S1}^2 + I_2 u_{21}^2 + m_3 u_{C1}^2 + m_T u_{T1}^2$$

Келтирилган инерция моментини аниқлаш формуласининг умумий кўриниши қуйидагича:

$$I^{\text{эаэ}} = \Sigma(I_i u_{i1}^2 + m_i u_{Si1}^2) \quad (8.1)$$

бу ерда:  $I_i$  ва  $m_i$  –  $i$ -бўғиннинг инерция momenti ва массаси;

$u_{i1}$  –  $i$ -бўғиндан келтириш бўғинига узатиш нисбати;

$u_{Si1}$  –  $i$ -бўғиннинг массалар марказидан келтириш бўғинига узатиш нисбати.

Келтирилган куч momenti топиш учун қувватлар тенгламасидан фойдаланамиз:

$$P_{\text{МОД}} = P_{\text{МАШ}}$$

Динамик моделнинг қуввати унга қўйилган келтирилган куч моментининг қуввати демакдир (8.2 расм)

$$P_{\text{МОД}} = M^{\text{кел}} \omega_1$$

Машинанинг қуввати машина бўғинларининг нуқталарига ва бўғинларига қўйилган барча куч ва куч моментларининг қувватидир (17.2a-расм):

$$P_{\text{МАШ}} = M_D \omega_D + G_2 v_S \cos \alpha - F_3 v_C - F_T v_T + G_T v_T$$

бу ерда  $\alpha$  – босим бурчаги (куч ва шу куч қўйилган нуқтанинг тезлиги орасидаги бурчак).

Қаршилик кучлари  $F_3$  ва  $F_T$  учун босим бурчакларнолга тенг, шунинг учун уларнинг косинуслари бирга тенг бўлади. Бинобарин, улар машина қувватини ифодаловчи тенгламада кўрсатилмаган. Учинчи бўғиннинг оғирлик кучи учун босим бурчаги  $90^\circ$  га тенг, шу сабабли мазкур кучнинг қуввати нолга тенг бўлади.

Қувватнинг ишораси қўйидаги қоидага кўра аниқланади. Агар бўғинда қўйилган момент йўналиши шу бўғиннинг бурчак тезлиги йўналиши билан бир хил бўлса, у ҳолда мазкур момент қувватининг ишораси мусбат бўлади ва аксинча. Агар куч билан тезлик йўналишлари билан тезликнинг шу куч таъсир чизигига туширилган проекциясининг йўналиш юқорида қайд этилгани сингари ўзаро солиштирилади.

Охирги ифодаларнинг ўнг қисмларини ўзаро тенглаштириб ва бунда ҳосил бўлган тенгламани келтирилган куч моментига нисбатан ечиб, қўйидагига эга бўламиз:

$$\dot{i}^{\text{éâë}} = \dot{i}_A \frac{\omega_A}{\omega_1} + G_2 \frac{v_{S2}}{\omega_1} \cos \alpha - F_3 \frac{v_C}{\omega_1} - F_T \frac{v_T}{\omega_1} + G_T \frac{v_T}{\omega_1}$$

Тезликлар нисбати узатиш нисбати эканлигини эътиборга олсак, у ҳолда:

$$M^{\text{éâë}} = \dot{i}_A u_{A1} + G_2 u_{S1} \cos \alpha - F_3 u_{C1} - F_T u_{T1} + G_T u_{T1}$$

Формуланинг умумий кўриниши

$$\dot{i}^{\text{éâë}} = \Sigma(\pm \dot{i}_i u_{i1}) + \Sigma[\pm F_K u_{K1} \cos(F_K; v_K)] \quad (8.2)$$

бу ерда  $M_i$  –  $i$ -бўғинга қўйилган куч momenti;

$u_{i1}$  –  $i$ -бўғиндан келтириш бўғинига узатиш нисбати;

$F_K$  –  $K$  нуқтага қўйилган куч;

$u_{K1}$  –  $K$  нуқтадан келтириш бўғинига узатиш нисбати;

$(F_K; v_K)$  –  $K$  нуқтага қўйилган куч ва шу нуқтанинг тезлиги орасидаги бурчак.

Шунингдек, юқорида қайд этилган формулаларда келтириш бўғини 1-бўғиндир, бироқ конкрет ҳолларда келтириш бўғини бошқа бўғин ҳам бўлиш мумкин, бу ўз навбатида узатиш нисбатларининг индексларини тегишлича ўзгатиришга олиб келади.

Машинанинг динамик модели параметрларнинг ўзгарувчанлиги ҳақида юқорида сўз юритилган эди. Буни мазкур параметрларнинг формулаларини кўриб чиқишда яққолроқ кўриш мумкин. Дарҳақиқат, стерженли ва кулачокли механизмларнинг узатиш нисбатлари даврий ва нодаврий равишда ишловчи машиналарнинг ишлаш цикли ичида ўзгарувчандир. Куч ва куч моментлари ҳам мазкур машиналарнинг механик тавсифларига мос равишда

ўзгариши мумкин. Тишли механизмларнинг узатиш нисбатларигина кўпчилик ҳолларда ўзгармасдан қолади. Шунингдек, машина бўғинларининг массаси ва инерция моментлари ҳам кўпчилик ҳолларда ўзгармасдир, бироқ мазкур параметрлар ўзгариши мумкин (бўғинларининг массалари ўзгарувчан бўлган машиналарнинг ҳаракати тўғрисидаги [8], узатиш нисбатлари ўзгарувчан бўлган тишли механизмлар тўғрисидаги [2] материалларга қаранг).

Шундай қилиб, машинанинг динамик модели – динамик параметрлари ўзгарувчан бўлган фаразий бўғин бўлиб, мазкур бўғин, умумий ҳолда, фақат ўзгарувчан тезлик билан ҳаракат қилиши мумкин. Юқорида айтилганидек, машиналар динамикасининг вазифаларидан бири, мазкур ҳаракатнинг хусусиятини аниқлашдан иборатдир. Дастлаб динамик моделнинг ҳаракат тенгламасини умумий ҳолда кўриб чиқамиз.

### Динамик моделнинг ҳаракат тенгламаси.

Тенгламани кўриб чиқишда айланма ҳаракат қилувчи динамик моделнинг ҳаракати ҳам ўша тенгламаларга бўйсунди, бироқ бунда бурчак кинематик ва динамик параметрлар тегишли чизикли параметрлар билан алмаштиради.

Динамик модель ҳаракат тенгламасининг энергетик ва дифференциал шакли мавжуд. Бу иккала шакл ҳам назарий механикадан маълум бўлган кинетик энергиянинг ўзгариш тенгламасига асосланади:

$$T - T_0 = A \quad (8.3)$$

бу ерда:  $T$  ва  $T_0$  – динамик моделнинг жорий ва бошланғич қиймати;

$A$  – келтирилган куч моментининг энергияни ўзгартиришга сарфлаган иши.

8.1a-расмга мувофиқ куйидагини ёзиш мумкин:

$$T - T_0 = \frac{1}{2} I^{\text{кел}} \omega^2 - \frac{1}{2} I_0^{\text{кел}} \omega_0^2$$

бу ерда:  $I^{\text{кел}}$  ва  $I_0^{\text{кел}}$  – динамик моделнинг келтирилган инерция моментининг жорий ва бошланғич қиймати.

$\omega$  ва  $\omega_0$  – динамик модель бурчак тезлигининг жорий ва бошланғич қиймати.

8.1a-расмда кўрсатилишича, келтирилган куч моменти динамик моделнинг кўчишчи ва тезлигига боғлиқ бўлади, бироқ биз фақат кўчишга боғлиқ деб ҳисоблаймиз. У ҳолда:

$$\dot{A} = \int_0^{\varphi} \dot{I}^{\text{êâë}} d\varphi \quad (8.4)$$

Охирги икки ифоданинг ўнг томонларини ўзаро тенглаштириб, кўйидагини ҳосил қиламиз.

$$\frac{1}{2} I^{\text{êâë}} \omega^2 - \frac{1}{2} I_0^{\text{êâë}} \omega_0^2 = \int_0^{\varphi} \dot{I}^{\text{êâë}} d\varphi$$

Бундан бурчак тезликни аниқлаймиз:

$$\omega = \sqrt{\frac{2}{I^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}} \int_0^\varphi \dot{I}^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}} d\varphi + \frac{I_0^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}}{I^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}} \omega_0^2} \quad (8.5)$$

(8.5)-ифода бўғинларнинг кўчишигагина боғлиқ кучлар таъсирида бўлган нодаврий равишда ишловчи машиналарнинг, масалан, пружинали двигатели бўлган машиналарнинг иш органларининг ҳаракат хусусиятини аниқлаш учун қулайдир. Бу ифода динамик моделнинг ҳаракат тенгламасидан энергетик шаклда келтириб чиқарилган.

Ҳаракат тенгламасининг дифференциал шаклини ҳосил қилиш учун (8.3)-тенгламани дифференциаллаймиз:

$$d(T - T_0) = dA \quad (8.6)$$

Кинетик энергиянинг бошланғич қиймати ўзгармас катталиқ деб қабул қиламиз. У ҳолда  $dT_0 = 0$  бўлади. (8.4) ва (8.6) лардан фойдаланиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$dT = M^{\text{кел}} d\varphi$$

Тенгламанинг иккала томонини  $d\varphi$  га бўлиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$\frac{dT}{d\varphi} = M^{\text{кел}}$$

$T = I^{\text{пр}} \omega^2/2$  эканлигини эътиборга олсак, у ҳолда:

$$\frac{d}{d\varphi} \left( \frac{1}{2} I^{\text{кел}} \omega^2 \right) = M^{\text{кел}}$$

Кўпайтмадан ҳосила оламиз:

$$\frac{1}{2} I^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}} 2\omega \frac{d\omega}{d\varphi} + \frac{1}{2} \frac{dI^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}}{d\varphi} \omega^2 = \dot{I}^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}$$

Чап томондаги биринчи ҳадни  $dt$  кўпайтирамиз ва бўламиз:

$$I^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}} \omega \frac{d\omega}{dt} \frac{dt}{d\varphi} + \frac{1}{2} \frac{dI^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}}{d\varphi} \omega^2 = \dot{I}^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}$$

Биринчи ҳаддаги  $d\varphi/dt = \omega$  эканлигини ҳисобга олиб, қисқартиришларни амалга оширсак:

$$I^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}} \frac{d\omega}{dt} + \frac{1}{2} \frac{dI^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}}{d\varphi} \omega^2 = \dot{I}^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}$$

Одатда,  $d\omega / dt = d^2\varphi / dt^2$  тарзда белгиланади, у ҳолда тенглама қўйидаги кўринишга келади:

$$I^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}} \frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dI^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}}}{d\varphi} \omega^2 = \dot{I}^{\dot{e}\ddot{a}\ddot{e}} \quad (8.7)$$

(8.7) – тенглама ўзгарувчан коэффициентли иккинчи тартибли бир жинсли бўлмаган чизиқли тенгламадир, чунки  $I^{\text{кел}}$  ва  $M^{\text{кел}}$  лар  $\varphi$  нинг функцияларидир. Агар  $I^{\text{кел}}(\varphi)$  ва  $M^{\text{кел}}(\varphi)$  математик функциялар бўлса, мазкур тенгламани аналитик усулда ечиш мумкин. Бироқ умумий ҳолда бу функциялар мутлақо ихтиёрий бўлиши мумкин, шунинг учун мазкур тенглама сонли усуллар билан ёки графоаналитик усулда ечилди. Худди шу

нарса (8.5) – тенгламанинг илдиз остидаги ифодаси интегрални аниқлашга ҳам тааллуқлидир. Қуйида графоаналитик усуллар кўриб чиқилади.

### **Таянч сўзлар.**

1. Машинанинг динамик модели бу ҳамма машина динамик параметрларини ўз ичига олган битта звено.

2. Келтирилган инерция моменти – бу инерция моменти машина ва моделнинг кинетик энергия тенгламасидан аниқланади.

3. Келтирилган куч моменти – бу машина ва модел қувватларининг тенглигидан аниқланувчи куч моменти.

### **Контрол саволлар.**

1. Динамик машина модели таърифни беринг.

2. Даврий ва даврий бўлмаган динамик машина моделлари кўпинча қандай звено билан кинематик боғланган?

3. Динамик моделнинг келтирилган куч моменти қандай шартдан топилади?

4. Динамик моделнинг келтирилган куч моменти қандай шартдан топилади?

5. Энергетик формада динамик моделнинг ҳаракат тенгламасини келтириб чиқазинг?

6. Дифференциал формада динамик моделнинг ҳаракат тенгламасини келтириб чиқазинг?

Мавзу 3.	Механизмнинг кинетостатик анализи
<b>2.3.2. Амалий машғулотини ўқитиш технологияси.</b>	
Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар.
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича амалий машғулоти.
Ўқувмашғулотининг режаси	<p>1. 2-Ассур гуруҳларини кучга ҳисоблаш</p> <p>а) Ассур гуруҳидаги мос нуқталарга ташқи ва ички кучларнинг векторларини йўналтириш бўйича мисоллар ечиш.</p> <p>б) Инерция кучлари ва уларнинг моментларини аниқлашга мисоллар ечиш.</p> <p>в) И.Ё.Д. да ҳаракатланувчи кучнинг қийматини 4 тактли И.Ё.Д. нинг индикатор диаграммаси ёрдамида аниқлашга мисоллар ечиш.</p> <p>г) Куч режаси ёрдамида номаълум реакция кучларини аниқлаш бўйича мисоллар ечиш.</p> <p>2. 1-Ассур гуруҳини кучга ҳисоблаш.</p> <p>а) мувозанатланувчи куч ва унинг моментини аниқлаш бўйича мисоллар ечиш.</p> <p>б) кривошипнинг айланиш марказидаги реакция кучини аниқлашга мисоллар ечиш.</p> <p>3. Н.Е. Жуковский қаттиқ рычаги ёрдамида мувозанатловчи кучни аниқлашга мисоллар ечиш.</p>
<u>Ўқув машғулотининг мақсади</u> ; Механизмни кучга ҳисоблашда билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Мавзуга оид масалаларни ечишда амалий кўникмаларни шакллантириш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Механизм звеноларга таъсир этаётган кучларнинг таҳлилин билиши.</li> <li>- Ташқи кучларнинг йўналишини аниқлашни билиши.</li> <li>- Кучларнинг қийматини аналитга ҳамда графо-аналитик усулларда ҳисоблашни билиши.</li> <li>- Куч режасини қуриш кетма-кетлигини билиши</li> <li>- Таъсир этаётган кучлардан вектор мувозанат тенгламасини ёзишни билиши</li> <li>- Мувозанатланувчи куч нима ва уни аниқлаш мақсадини билиши.</li> <li>- Н.Е. Жуковский қаттиқ рычаги ёрдамида мувозанатловчи кучни аниқлашни билиши.</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда қўйилган масалларни ечиш, мунозара, тақдимот, блиц –сўров.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланма, методик қўлланма, маъруза матни, линейка, калькулятор.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.3.2. Амалий машғулотнинг технологик картаси (4 – машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси тушунтирилади.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.1. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (60мин)	<p>2.1. 1-машғулотда ажратилган гуруҳларга (4-5 гуруҳ) масала билан таништиради. Ҳар бир талаба ўзининг топшириғини асослантириб масалани ечишни кўрсатади.</p> <p>2.2. Номалум кучларни аниқлашда масаллар ечилади.</p> <p>2.3. Куч режасини бажаришда асосий хулосаларга эътибор қаратади.</p> <p>2.4. Масалаларни бажаришда асосий хулосаларга эътибор қаратади.</p> <p>2.5. Тақдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини баҳолашни ташкил этади. Вазифани бажариш асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Эштади, масалани ечади. 1 ва 2- машғулотларда бажариш асосида давом этади.</p> <p>2.2. Эштади ва ёзиб олади. Ҳисоблайди.</p> <p>2.3. Ёзиб олади, ҳисоблайди, чизади.</p> <p>2.4. Эштадилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>2.5. Эштади ва ёзиб олади.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Талабаларга кейинги дарсга топшириқлар беради.</p> <p>3.3. Курс лойиҳа топшириқларини текширади, саволлар беради ҳатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади..</p> <p>3.3. Саволларга жавоб беради, ҳатоларни тузатади.</p>

### 2.3.2. Амалий машғулотининг технологик картаси (5- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (15мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.2. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (60мин)	<p>2.1. Ўтган машғулотнинг натижаларига асосланиб, гуруҳларда берилган топшириққа асосан, масалалар ечишни кўрсатади.</p> <p>2.2. Мувозанатланувчи кучни аниқлаш бўйича мисол келтиради.</p> <p>2.3. Кривошипнинг айланиш марказидаги реакция кучини аниқлаш бўйича мисол келтиради.</p> <p>2.4. Н.Е. Жуковский қаттиқ рычагини қуриш ва мувозанатловчи кучни аниқлашга мисоллар ечиш.</p> <p>2.5. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини баҳолашни ташкил этади. Вазифани бажариш асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Эшитади. Ёзиб олади.</p> <p>2.2. Ўзининг топшириғига асосан масалани ечади.</p> <p>2.3. Ёзади, чизади.</p> <p>2.4. Масалани ечади, чизади.</p> <p>2.5. Эштадилар ва ёзиб оладилар.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Талабаларга кейинги дарсга топшириқлар беради.</p> <p>3.3. Курс лойиҳани топшириқларини текширади, саволлар беради хатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади..</p> <p>3.3. Саволларга жавоб беради, хатоларни тузатади.</p>

Механизмнинг кинетостатик анализи бўйича амалий машғулоти ўтишда Ақлий ҳужум усулидан фойдаланган ҳолда аудиториянинг тайёргарлик даражасини аниқлайди.

– ИЁД нинг кривошип-ползунли механизмига таъсир этувчи кучлар классификациясини биласизми?

– Ассур гуруҳлари нечта классга бўлинади? Мавзу мазмунининг муҳокамаси гуруҳларда давом этишини эълон қилади.

### Ўқув топшириқлари

Илова 1.3.

#### Гуруҳ билан ишлаш қоидалари

Гуруҳ аъзоларининг ҳар бири:

- ўз шерикларининг фикрини ҳурмат қилишлари лозим;
- берилган топшириқлар бўйича фаол, ҳамкорликда ва маъсулият билан ишлашлари лозим;
- ўзларига ёрдам керак бўлганда сўрашлари мумкин;
- ёрдам сўраганларга кўмак беришлари лозим;
- гуруҳни баҳолаш жараёнида иштирок этишлари лозим;
- “Биз бир кемадамиз, бирга чўкамиз ёки бирга қутуламиз” қоидасини яхши билишлари лозим.

Берилган саволга жавоб шакллантиринг.

1. ИЁД қандай механизм ва тизимлардан ташкил топган?
2. ИЁД такти ва иш цикли деб нимага айтилади?
3. Ассур гуруҳлари нечта классга бўлинади?

### Баҳолаш мезонлари ва кўрсаткичлари (балл).

Илова 2.3.

Гуруҳ	1- топшириқ	2- топшириқ	3-топшириқ (ҳар бир савол 0,2 балл)			Баллар йиғиндиси
	(1,0)	(1,0)	1-савол	2-савол	3-савол	
1						
2						

<b>Мавзу -3.</b>	<b>Айланма ҳаракат қиладиган звенолар массаларини мувозанатлаш</b>
------------------	--

### 2.2.3. Лаборатория машғулоти ўқитиш технологияси.

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулоти.
Ўқув машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Айланма ҳаракат қиладиган звеноларни мувозанатлашнинг аҳамияти. Машина ва механизмларни текис ва раван ишлашда, уларнинг Ф.И.К. кўпайтиришда мувозанатлашнинг ўрни.</li> <li>2. Мувозанатлаш усуллари. Статик мувозанатлаш.</li> <li>3. Динамика муозанатлаш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Инерция моментини аниқлашни механизмни лойиҳалаш жараёнида зарурлиги, аниқлаш усуллари тўғрисида билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.	
Педагогик вазифалар: - Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш; - Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш; - Лаборатория ишларини ва эксперимент ўтказишда амалий кўникмаларни шакллантириш. - Ўз фикрини шакллантириш ва билдириш жараёнини ташкил қилиш; Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.	Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба! - Фанга таълуқли асосий тушунчаларга инерция моменти тўғрисида тушунча, ҳосил қилиш ва уни аниқлаш зарурлигини тушунтириш - Инерция моментини аниқлаш усулларини билиш. - Лаборатория ишларини бажариш кўникмасини ҳосил қилади.
Ўқитиш усуллари	Биргаликда ўқиш, мунозара, таъкидлаб, билим-сўров, график ташкил этувчилар табица-жадвал “Вена” диаграммаси.
Ўқитиш воситалари	Методик қўлланма, лаборатория ишини ўтказиш бўйича ускуна линейка штанген циркуль, секундомер.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.2.3. Лаборатория машғулотининг технологик картаси (1 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	<p>1.1.Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режасини айтади.</p> <p>Бошланғич параметрларини талабалар ўзлаштиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг танч иборалари асосида билц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.6.Тинглайдилар.</p> <p>Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (65 мин)	<p>2.1. Айланма ҳаракат қиладиган деталларни мувозанатлаш қандай аҳамиятга эгаллигини, мувозанатланмаган деталларни иш жараёнида салбий таъсирлари тушунтирилади.</p> <p>2.2. Мувозанатлаш усуллари ва турларини тушунтиради.</p> <p>2.3. Статик мувозанатлаш нима ва унинг технологиясини тушунтиради.</p> <p>2.4. Талабалар бошланғич параметрларни белгилайди. (<math>Z_i</math>, <math>M_i</math>, <math>I_i</math>). Танланган параметрлар доскада ёзилади.</p> <p>2.5. Методик кўлланмадан фойдаланиб, талабалар статик мувозанатлашни бажарадилар.</p> <p>2.6. Барча бошланғич параметрлар ва чиққан натижалар жадвалда ёритилади.</p>	<p>2.1. Тинглайди, ёзиб олади.</p> <p>2.2.Тинглайди, ёзиб олади ва чизиб олади.</p> <p>2.3. Тинглайди, ёзади.</p> <p>2.4. Параметрлар танланади ва ёзилади.</p> <p>2.5. Лаборатория машғулотини бажаришда актив иштирок этади.</p> <p>2.6. Ҳисоблайди, чизади ва жадвални тўлдирди.</p>
3-Босқич Тақдимот (10мин.)	<p>3.1 Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Статик мувозанатлашдаги “mz” режасини куришни мустақил бажаришга вазифа қилиб беради.</p>	<p>3.1. Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Тинглайдилар, вазифани ёзиб оладилар.</p>

### 2.2.3. Лаборатория машғулотининг технологик картаси (2- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (15мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режасини айтади.</p> <p>Ўтган дарсда ўтказилган статик мувозанатлаш параметрларини ускунада тиклайди.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида билдирёв ўтказади.</p> <p>1.3. Мутақил вазифаларни текширади.</p>	<p>1.1. Тинглайдилар, ёзиб оладилар. Параметрларни тиклашда актив иштирок этади.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (55 мин)	<p>2.1. Динамика мувозанатлаш нима ва унинг технологиясини тушунтиради.</p> <p>2.2. Методик қўлланмадан фойдаланиб, талабалар бошчилигида ускунада динамик мувозанатлашни бажарадилар.</p> <p>2.3. Барча бошланғич параметр ва чиққан натижалар жадвалда ёзилди.</p> <p>2.4. Динамик мувозанатлашдаги “mzl” режасини қуришини тушунтиради.</p>	<p>2.1. Тинглайди, ёзиб олади.</p> <p>2.2. Ўйлайди, лаборатория ишини бажаради.</p> <p>2.3. Ҳисоблайди, ёзади.</p> <p>2.4. Ҳисоблайди, чизади.</p>
3-Босқич Тақдимот (10мин.)	<p>3.1 Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Лаборатория ишларини қабул қилади, саволлар беради.</p>	<p>3.1. Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Лаборатория ишларини кўрсатади. Саволларга жавоб беради.</p>

4- мавзу	Тишли механизмларни синтези. Илашманинг асосий қонуни. Эвольвентали илашма. Тишнинг асосий ўлчамлари.
----------	---

### 2.1.9.Маъруза машғулотининг уқитиш технологияси.

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 30 - 70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Тишли узатмаларнинг турлари ва уларнинг хусусиятлари;</li> <li>2. Эвольвента ва унинг хоссалари;</li> <li>3. Тишли ғилдиракларни тайёрлаш усуллари. Силжиш коэффициентларини танлаш;</li> <li>4. Тишли ғилдиракнинг асосий геометрик кўрсаткичларини ҳисоблаш;</li> <li>5. Тишли узатмани кинематикаси;</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади: Тишли механизмларни кинематик текшириш ҳамда лойиҳалаш усуллари билан таништириш. Булар кейинги махсус муҳандислик фанларини ўрганиш, автомобил, турли ускуна ҳамда йўл-қурилиш машиналарини таъмирлаш ва ишлатиш жараёнида муҳим ўрин тутди.	
<p>Педагогик вазифалар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Машинасозликда қўлланаётган тишли узатмаларни турлари ва уларни хусусиятлари ҳамда тутган ўрни;</li> <li>-Эвольвента ва унинг хосслари тўғрисида тушунча беради;</li> <li>-Тишли ғилдиракларни тайёрлаш усуллари билан таништиради. Тишли ғилдиракларни сифат кўрсаткичларини яхшилаш мақсадида силжиш коэффициентлари тўғрисида маълумотлар беради;</li> <li>-Бир жуфт тишли узатмани геометрик кўрсаткичларини ҳисоблаб топиш ва унинг элементларини чизишни тушунтиради;</li> <li>- Тишли узатмаларни кинематик кўрсаткичларини аниқлашни ўргатади.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Тишли узатмаларни турлари ва уларни хусусиятлари нималигини изоҳлайди;</li> <li>-Эвольвента ва унинг хоссаларига изоҳ беради;</li> <li>-Тишли ғилдиракларни тайёрлаш усуллари ва силжиш коэффициентларини танлашни изоҳлайди;</li> <li>-тишли узатмани геометрик кўрсаткич-ларини ҳисоблаб топиш ўрганиши ва унинг элементларини чизиб олиши;</li> <li>-турли тишли узатмаларни кинематик кўрсаткичларини аниқлаб олиш.</li> </ul>
Ўқитиш услуби ва техникаси.	Визуал маъруза, блиц-суров, баён қилиш, кластер, «ха-йўк» техникаси
Ўқитиш воситалари.	Маърузалар матни, плакатлар, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар
Ўқитиш шакли.	Жамоа, гуруҳ ва жуфтликларда ишлаш.
Ўқитиш шарт-шароити.	Проектор, компьютер ва доска билан жиҳозланган аудитория.

## Маъруза машгулотининг технологик картаси (8-машгулот)

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машгулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади	1.1. Эшитади, ёзиб олади
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтқазилади.</p> <p>- Тишли механизмларни қандай турларини биласиз?</p> <p>- Тишли механизмларни вазифаси?</p> <p>2.2. Ўқитувчи визуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади.</p> <p>Тишли узатмаларнинг турлари ва уларнинг хоссаларини шарҳлайди.</p> <p>2.3. Тишли ғилдиракларни тайёрлаш усулларини ва силжиш коэффициентларини танлашни тушунтириб беради, мисоллар келтиради.</p> <p>а). тишли ғилдиракни тайёрлашни нечта усули бор?</p> <p>б). силжиш коэффициентини аниқлашни қандай усуллари бор?</p> <p>2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади.</p> <p>Навбат билан бир-бирларини такроламай, тишли механизмларни турлари ва вазифасини айтишади.</p> <p>Ўйлайди, жавоб беради.</p> <p>2.2. Узатма турлари ва унинг хоссаларини билан танишади ва муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3. Эслаб қолади, чизади ва ёзади.</p> <p>Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади</p> <p>Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради.</p>
3-босқич Якуний (10мин)	<p>3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади.</p> <p>Фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Мустақил иш учун вазифа: манфий, мусбат ва ноль узатмалар нималиги вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.</p>	<p>3.1. Эшитади, савол беради ва аниқлаштиради.</p> <p>3.2. Топширикни ёзиб олади.</p>

## Маъруза машгулотининг 2-технологик картаси (9-машгулот)

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машгулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади	1.1. Эшитади, ёзиб олади
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <p>- Айланма ҳаракатни бир валдан иккинчи бир валга узатиш учун қандай механизмлар қўлланилади?</p> <p>- қандай усул билан юқори сифат кўрсаткичига эга бўлган тишли ғилдираклар тайёрланади?</p> <p>2.2. Ўқитувчи визуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади.</p> <p>Тишли узатмаларнинг асосий геометрик кўрсаткичларини ҳисоблашни тушунтиради ва мисоллар келтиради.</p> <p>2.3. Тишли илашмани элементларини ҳосил қилишни тушунтириб беради, мисоллар келтиради.</p> <p>а). тишли ғилдиракни геометрик кўрсаткичлари ҳисоблаш қайси айлана радиусидан бошланади?</p> <p>б). ғилдиракни модули нима ва у қандай топилади?</p> <p>2.4. Тишли узатмаларни кинематик кўрсаткичини аниқлашни тушунтиради, мисоллар келтиради.</p> <p>2.5. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади. Навбат билан, бир-бирларини такроламай саволларга жавоб айтишади. Ўйлайди, жавоб беради.</p> <p>2.2. Узатманинг геометрик курсаткичларини ҳисоблаш билан танишади ва муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3. Эслаб қолади, чизади ва ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради.</p> <p>2.4. Чизади, савол беради ва ёзади.</p>
3-босқич Яқуний (10мин)	<p>3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Мустақил иш учун вазифа: мураккаб тишли узатмаларни узатишлар сонини аниқлаш вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.</p>	<p>3.1. Эшитади, савол беради ва аниқлаштиради.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади.</p>

9-маъруза.

**Тишли механизмлар.  
Тишли узатма ҳиллари.  
Илашманинг асосий қонуни.**

**Маъруза режаси.**

1. Тишли механизм таърифи.
2. Тишли механизм ҳиллари.
3. Тишли узатма ҳиллари.
4. Илашманинг асосий қонуни.
5. Узатиш нисбатининг ўзгармаслик шарти.
6. Эвольвента ва унинг хоссалари.

Тишли механизмлар техникада кенг қўлланадиган механизмлардан ҳисобланади. Бундай механизмлар машинада қўлланадиган ҳамма узатиш механизми конструкциясида ишлатилади. Бу механизмнинг умумий таърифи: тишли механизмда ҳаракат иш процессида бир-бирини алмаштирувчи звенодаги махсус бўртиқ (выступ) ёрдамида узатилади; бу бўртиқларни тишлар, звенони эса – тишли ғилдирак дейилади. Тишли-рейкали механизм звеноларидан бирини тишли рейка дейилади. Тишли механизмнинг кўпчилик звеноси тишли ғилдираклар, думалоқ кўринишида бўлади. Баъзида думалоқ бўлмаган ғилдиракли тишли механизмлар учрайди [12].

Тишли механизм икки ҳилга ажратилади: ғилдирак ўқлари кўзғалмас ва баъзи бир ғилдирак ўқлари кўзғалувчан. Биринчи кўринишидаги механизмда стойкага нисбатан ғилдирак ўқи кўзғалмас; юк кўтариш кранларнинг редуктори, автомобилларнинг узатиш қутиси, металкесувчи станокларнинг тезлик қутиси ва ҳ.к. Иккинчи кўринишдаги тишли механизмларда баъзи бир ғилдиракларнинг ўқи стойкага нисбатан кўзғалувчан. Бундай механизмларни планетар дейилади, улар планетар редуктор конструкциясининг асосини ташкил этиб, асосан транспорт машиналарида хусусан самолёт ва вертолётда ҳаракатни двигателдан винтга узатишда ва бошқариш системаларида фодаланилади.

**Тишли узатмаларнинг турлари**

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

- ғилдирак ўқлари параллел;
- ғилдирак ўқлари кесувчи;
- ғилдирак ўқлари айқаш.

Уларни тўла кўриб чиқамиз.

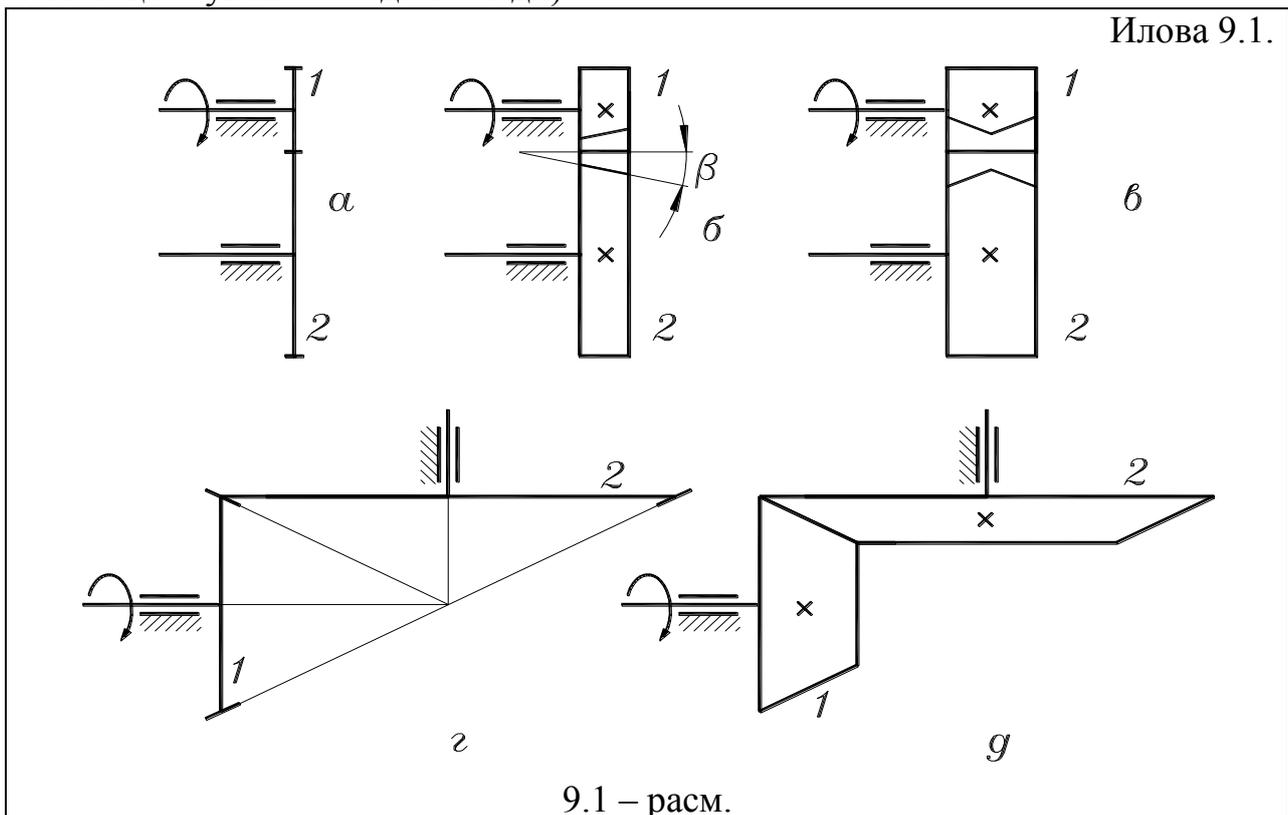
Ғилдирак ўқлари параллел узатмалар.

Бундай узатмаларда тишли ғилдирак тишлари цилиндр ясовчиси бўйича жойлашади. Шунинг учун уларни цилиндрлик узатмалар дейилади. Цилиндрлик узатма схемаси 9.1а-расмда кўрсатилган. Машинанинг кинематик схемасида бундай узатмаларни 9.1б-расмда кўрсатилганидек тўғри бурчак кўринишида тасвирланади. Тўғри бурчак ичидаги крестлар тишли

Ғилдиракни валга қаттиқ маҳкамланганлигини билдиради. Цилиндрик узатмалар тўғри тишли, қия тишли ва шевронли тишларга бўлинади. Тўғри тишли ғилдиракнинг тишлари унинг ўқиға параллел. Қия тишли ғилдиракнинг тишлари цилиндрдаги винт чизиқлари буйича жойлашади. Ғилдиракнинг ўқиға нисбатан тишнинг оғма бурчаги.  $\beta=(10 \div 15)^0$  (9.1б-расм). Оғма тишли узатмаларда тишлар оғма жойлашганлиги сабабли ўқлар бўйича йўналган нағрузка ҳосил бўлади. Оғир юкланган узатмаларда улардан қочиш мақсадида иккиланган оғма тишли узатмалардан фойдаланилади, уларни шеврон тишли дейилади (9.1в-расм). Бундай тишли ғилдиракларни тайёрлаш қийин бўлганлиги сабабли кам ишлатилади (масалан, прокат станларда).

Ғилдиракнинг ўқлари кесувчи узатмалар.

Бундай узатмаларда тишли ғилдирак тишлари кесик конус ясовчилари бўйича жойлашади, шунинг учун уларни конусли узатмалар дейилади. Конусли узатма схемаси 9.1г-расмда келтирилган. Ғилдирак ўқларнинг кесишиш бурчаги ҳар хил бўлиши мумкин, кўпинча бу бурчак  $90^\circ$  га тенг бўлади. 9.1д-расмда кўрсатилганидек конусли узатмаларни кўпинча кесик конус кўринишида тасвирлайдилар. Олдинги ҳолатдагитдек крестиклар ғилдиракни валга қаттиқ маҳкамланганини билдиради. Конусли узатмалар тўғри тишли, оғма тишли ва юмалоқ тишли узатмаларга бўлинади. Тўғри тишли ғилдирак тишлари кесик конус ясовчилари бўйича жойлашади, оғма тишли эса конусда винт чизиқи бўйича, юмалоқ тишлар планда айлана бўйича чизилади (тех процессни қискартириш мақсадида, бундай тишлар юмалоқ кесувчи асбобда ясалади).



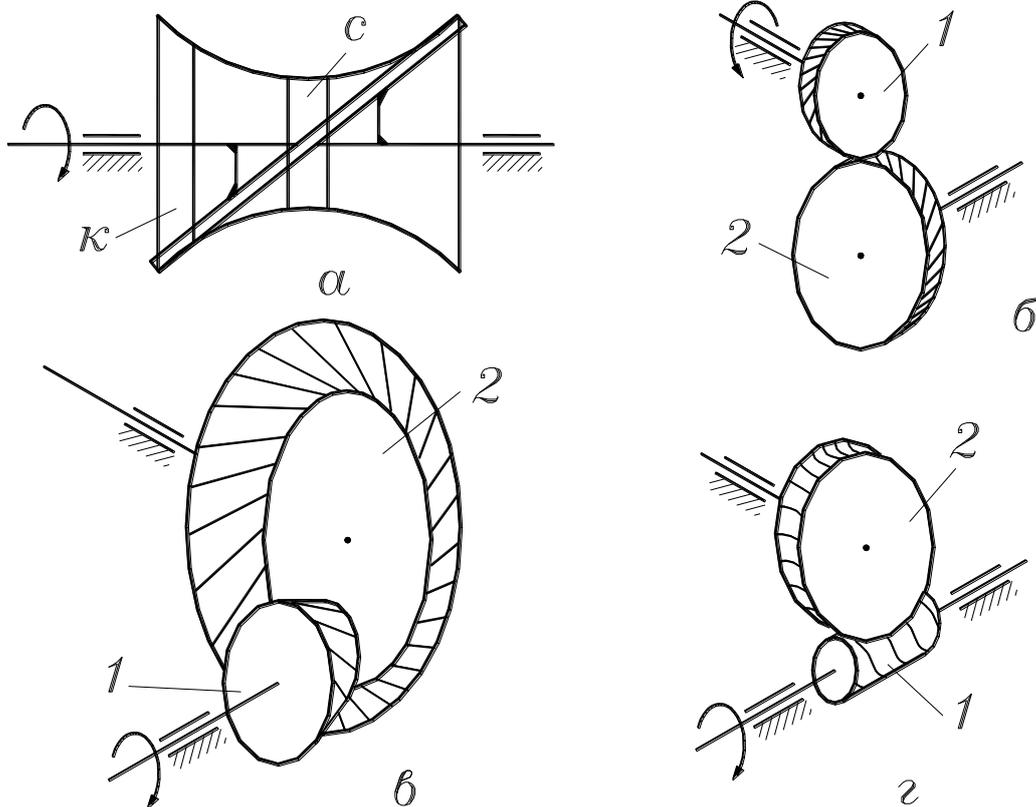
Ғилдирак ўқлари айқаш узатмалар.

Бундай узатмаларда қилдирак тишлари гипербола айланишидаги ясовчи буйича жойлашади. Гипербола айланиш куйидагига ясалади. Агар подшипникда жойлашган ўққа (9.2а-расм) бошқа текисликда жойлашган рейкани қаттиқ маҳкамланса, ва бу қаттиқ системани ўқ атрофида айлантирилса, рейка фазода из қолдиради, уни гипербола ғилдирак тишлари жойлашади. Мос равишда, бундай узатмаларни гиперболоидли дейилади.

Тишли ғилдирак ясаш учун гиперболанинг алоҳида қисмларидан фойдаланилади. Агар тишли ғилдирак учун гипербола айланишнинг ўрта қисми олинса (9.2а-расм), у ҳолда бу ғилдираклар винтли узатмани ясади (9.2б-расм). Кўпинча бундай узатмаларда валнинг айқаш бурчаги  $90^\circ$  га тенг бўлиб, кўтариш бурчаги –  $45^\circ$  га тенг тишлар винт чизикларда жойлашади. Бу қилдираклар қия тишли цилиндрикка ўхшаш тишнинг оқиш бурчаги катта бўлади. Ғилдиракнинг кичик гипербола юзасининг эгрилиги билинмайди.

Агар тишли қилдирак учун гиперболанинг четки қисми олинса (9.2а-расм), у ҳолда бу ғилдираклар гипоидли узатмани ясади (9.2в-расм). Кўпинча, бундай узатмада, олдинги ҳолатдагидек, айқаш бурчаги  $90^\circ$  га тенг бўлади. Гипоидли узатманинг қилдираклари қия тишли конуслига ўхшаш бўлиб, тишнинг оғиш бурчаги катта бўлади. Гипербола юзасининг эгрилиги билинмайди. Гипоидли узатмалар автомобиль ва тракторларда бошланғич ғилдиракларга бош узатма сифатида юқори ўтишликни таъминлаш учун фойдаланилади. Ғилдирак ўқлари айқаш узатмаларга червякли узатмалар ҳам киради (9.2г-расм). 1 – червяк – бу бирикувчи винт. Червякли ғилдирак 2 нинг тишлари маълум бурчак оралиғида червякни қамраб олади. Червякли узатмалар катта узатиш нисбатига эга бўлиши мумкин, лекин ишқаланиш катта бўлганлиги сабабли катта қувватларда фойдаланиш чегараланган.

Илова 9.2.



9.2-расм.

### Илашманинг асосий қонунияти.

Тиш илашмасининг назарияси, тишли ғилдиракнинг геометрик параметрлари ва тишли узатма асосан илашма қонуниятига суянади [2,14]. Илашма – бу икки тишли ғилдирак тишларининг контактдаги кўриниши (яъни, илашмада бўлиши). Асосий илашма қонуниятини кўрсатиш учун ҳамма тишларни контактда бўлишини қурмасдан, олий кинематик жуфтни ҳосил қилувчи тиш профиллари қисми билан чегараланса бўлади.

9.3-расмда икки тишли ғилдирак тишларининг контакт схемаси келтирилган. 1 ва 2 тишли ғилдирак тиш қисмининг контактини кўрсатиш учун, улар  $O_1$  ва  $O_2$  ғилдирак айланиш марказлари билан туташтирилган.

Ғилдирак айланиш марказларида ўтказилган чизиғи марказий чизиғи дейилади. Олий кинематик жуфт назариясига асосан,  $K$  контакт нуқтасидан тиш профилига  $n$ - $n$  умумий нормал ўтқазилган мумкин. Биринчи ғилдиракдан иккинчи ғилдиракка узатилаётган куч векторлари, шу нормалда жойлашади, шунинг учун уни ҳаракат чизиғи дейилади. Нормал билан марказ оралиғидаги чизиғи кесилган нуқтаси  $P$  ни илашма қутби дейилади.

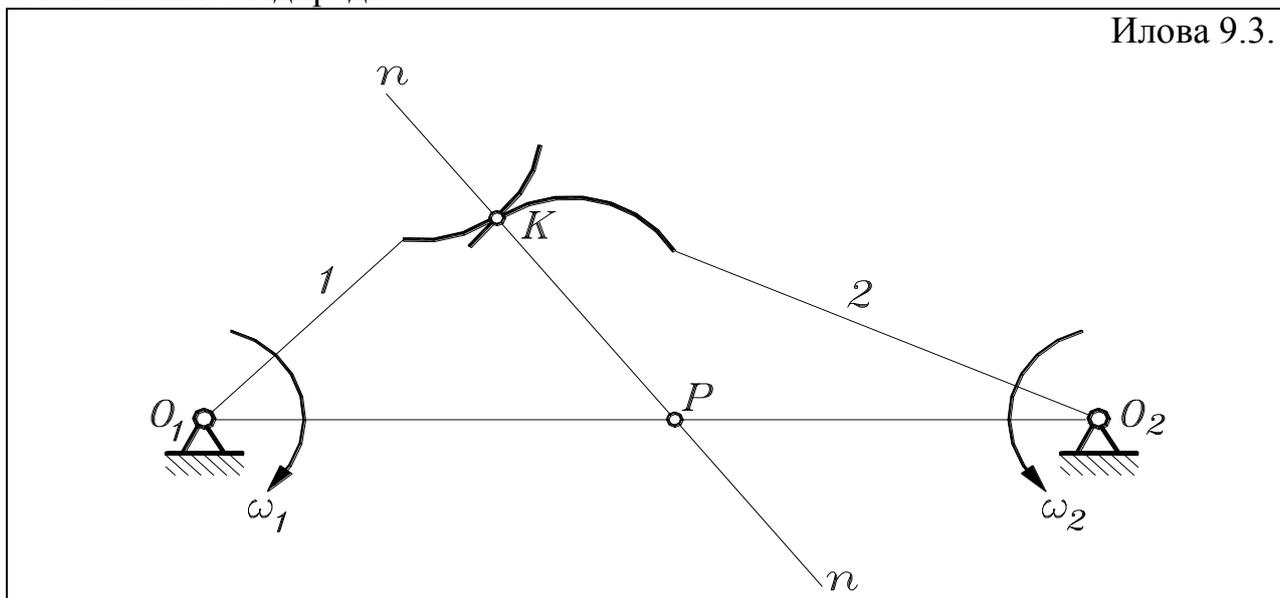
Илашманинг асосий қонунияти қуйидагича таърифланади: ҳаракат чизиқи марказ чизиқини боқланган тишли ғилдирак бурчак тезликларини тескари пропорционал бўлақларга бўлади.

Бурчак тезликлар нисбати – бу узатиш нисбати, шунинг учун, ёзиш мумкин:

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\overline{O_2P}}{\overline{O_1P}} \quad (9.1)$$

Ўхшаш ифодани келтириб чиқариш, ва илашманинг асосий қонуниятини 10-маърузада келтирилган, 8.4-расмда ва (8.7) формулага қаралсин.

Бу формулада  $O_1P$  ва  $O_2P$  кесма қийматларидан ташқари, уларнинг йўналишлари ҳам топилган. 9.3-расмда схема учун бу кесма йўналишлари тескари йўналган. Шунингдек, уларнинг узунлик нисбати ва узатиш нисбати – манфий, бу боғланган тишли ғилдираклар йўналиши қарама-қарши эканлигини билдиради.



Илова 9.3.

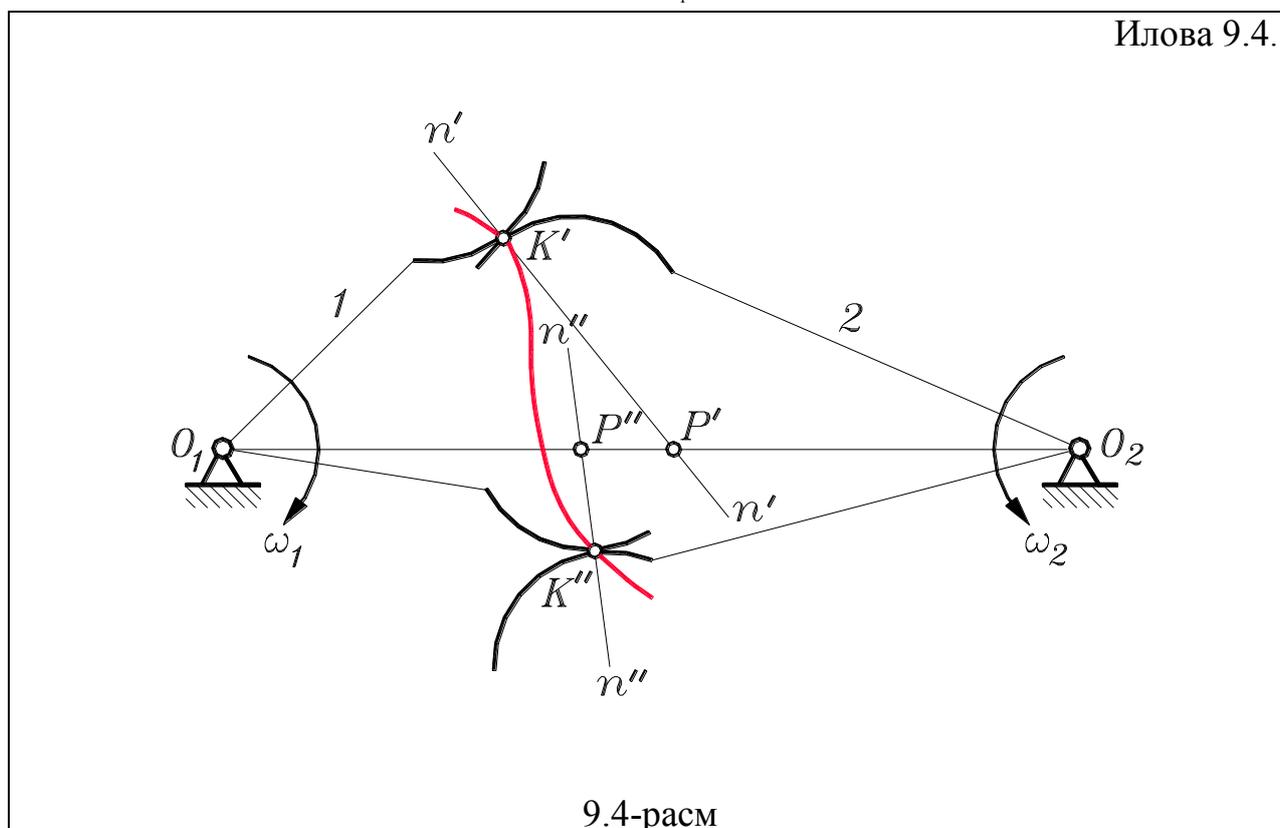
9.3-расм.

Ҳаракатни узатиш процессида илашма картинаси ва узатиш нисбати, қандай ўзгаришини кўриб чиқамиз. Бунинг учун тишли ғилдиракнинг яна битта ҳолатини чизамиз (1 ва 2 звенолар) (9.4-расм.).

Ҳаракатни узатиш процессида контактдаги профиллар бир-бирида сирпанада ва контакт нуқта қандайдир чизиқда силжийди. Контакт нуқталарнинг геометрик ўрнини илашиш чизиғи дейилади (9.4-расм).

К' конакт нуқтадан ўтказилган биринчи ҳолатдаги  $n'-n'$  нормал, марказ чизиқини  $P'$  кутбда кесади, бундан узатиш нисбати:

$$u_{12}' = \frac{\overline{O_2P'}}{\overline{O_1P'}}$$



К'' контакт нуқтадан ўтказилган иккинчи ҳолатдаги  $n''-n''$  нормал, марказий чизиқни  $P''$  кутбда кесади,. Қурилаётган ҳолатда  $P'$  кутб билан устма-уст тушмайди. Узатиш нисбати иккинчи ҳолатда:

$$u_{12}'' = \frac{\overline{O_2P''}}{\overline{O_1P''}}$$

9.4-расмдан кўриниб турибдики, кесмалар нисбати биринчи ва иккинчи ҳолатларда ҳар хил, шунинг учун:  $u_{12}' \neq u_{12}''$

Бундан қуйидаги хулоса келиб чиқади: агар биринчи тишли ғилдирак бурчак тезлиги ўзгармас бўлса, яъни у текис ҳаракатланади, унда қурилаётган ҳолатда иккинчи ғилдиракнинг бурчак тезлиги ўзгарувчан бўлади, яъни у нотекис ҳаракатланади.

Бироқ, кўпинча ҳолатлар учун, буни қўллаб бўлмайди. Машиналарда звено бурчак тезликлари ўзгармас бўлган тишли механизмлардан фойдаланилади, яъни ўзгармас узатиш нисбатли тишли механизмлардан

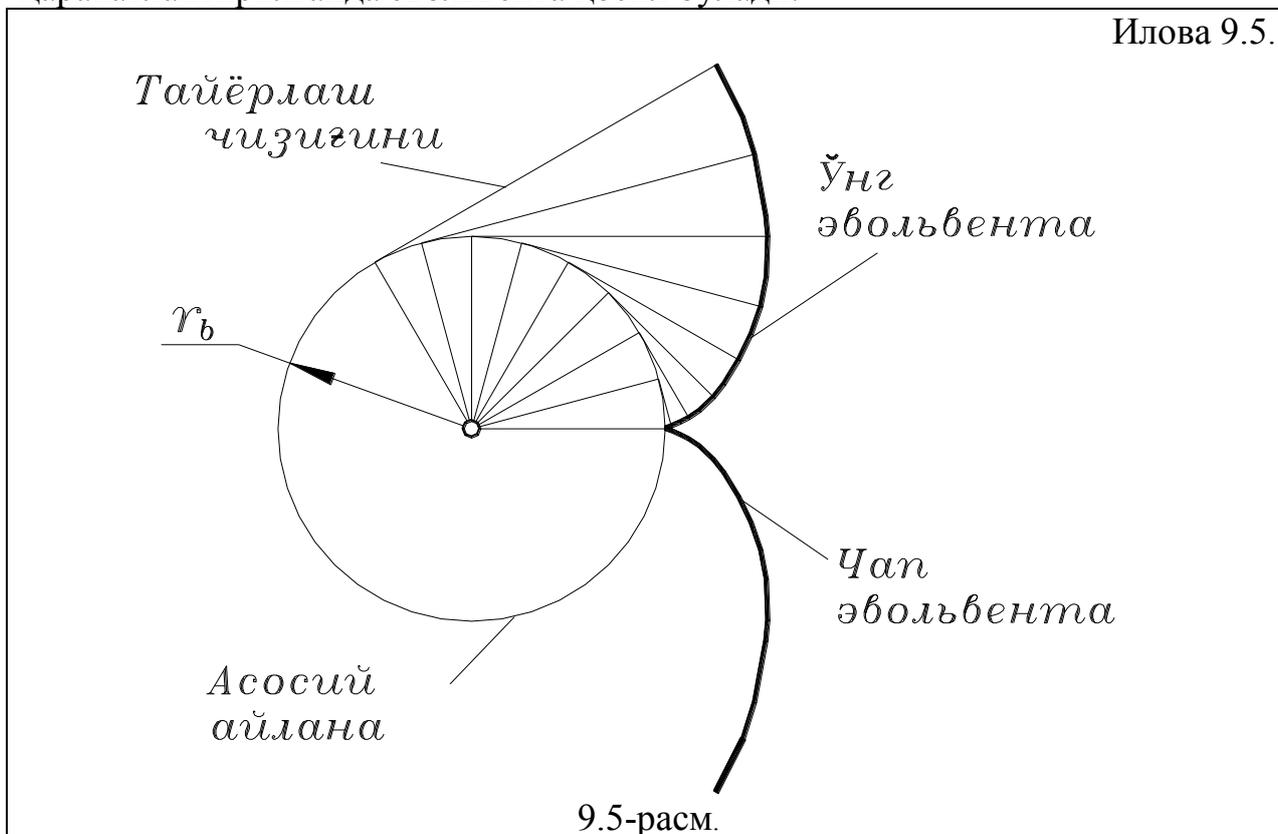
$$u_{12} = const$$

Бу шартни бажариш учун профили шундай бўлиши керакки, унда контакт нуктасидан ўтказилган умумий нормал исталган ҳолатда битта марказий чизикдаги нуктадан ( $P$  – кутб) ўтиши керак, яъни илашиш процессида  $P$  кутб марказий чизикда ўз ҳолатини ўзгартириши керак эмас. Бундай талабга жавоб берадиган эгрилик билан чизилган тиш профилларини эвольвента айланаси дейилади. Бундан икки юз йил илгари рус олими Эйлер тиш профилини яшашда бу эгриликдан фойдаланган. Ўшандан бери бутун дунёдаги машиналарда эвольвентали тишли механизмлардан фойдаланиб келинади.

### Эвольвента ва унинг хоссалари.

Эвольвентанинг ясалишини қуйидагича тасвирлаш мумкин. Барабанга (9.5-расм) соат стрелкаси ҳаракатида ип ўралган. Бу ипни унинг таранглигини сақлаган ҳолатда бўшатамиз. 9.5-расмда ипни ғалтакдан бўшатиш процессининг 8 ҳолати кўрсатилган. Ип охири эгрилик ясайди, уни эвольвента дейилади. Бошқача усул бўлиши мумкин: Тўғри чизикни айланада сирпантирмасдан ҳаракатлантирилганда бирор нуктаси эвольвента эгри чизигини чизади.

Тўғри чизикни тайёрлаш чизиги, айланани эса асосий айлана дейилади. Шунинг учун гапириш мумкин: тайёрлаш чизикни асосий айланада ҳаракатлантирилганда эвольвента ҳосил бўлади.



Эвольвента ҳосил қилишдан унинг хосси келиб чиқади, бундан тишли ғилдиракларни илашиш процессида фойдаланилади.

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

3. Аниқ нуктадаги эвольвентанинг эгрилик радиуси асосий айланага ўралган ёй узунлигига тенг.

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

#### **Таянч сўзлар.**

1. Тишли механизм – бу механизмда звенодаги махсус бўртиқлар ёрдамида ҳаракат узатиб, иш процессида бир-бирини алмаштиради.

2. Цилиндрик узатма – қилдирак ўқлари параллел узатма.

3. Конусли узатма – қилдирак ўқлари кесишувчи узатма.

4. Гипербола узатма – ўқлари айқаш узатма.

5. Илашиш чизиғи – бу контакт нукталарнинг геометрик ўрни.

6. Эвольвента – бу тайёрлаш чизиқини асосий айланада ҳаракатлантирилганда ҳосил бўлган эгрилик.

#### **Контрол саволлар.**

1. Тишли механизм нима?

2. Оддий тишли механизм - узатма нечта звенодан иборат?

3. Цилиндрик, конусли ва гиперболали узатмаларнинг қандай турлари бўлади?

5. Илашма нима?

6. Илашманинг асосий қонунияти қандай таърифланади?

7. Илашиш чизиқи нима?

8. Тишли механизм узатиш нисбати ўзгармаслик шарти нимада?

9. Эвольвента нима ва унинг асосий хоссаси қандай?

10-маъруза.

### **Эвольвентали тишли ғилдиракнинг геометрик параметрлари ва уни тайёрлаш.**

#### **Маъруза режаси.**

1. Эвольвентали нолинчи тишли ғилдиракнинг геометрик параметрлари.

2. Копировка методида тишли ғилдиракни тайёрлаш.

3. Обкатка методида тишли ғилдиракни тайёрлаш.

4. Мусбат ва манфий ғилдиракларни ҳосил қилиш.

5. Мусбат ва манфий ғилдиракларнинг ютуқ ва камчиликлари ва улардан фойдаланиш соҳаси.

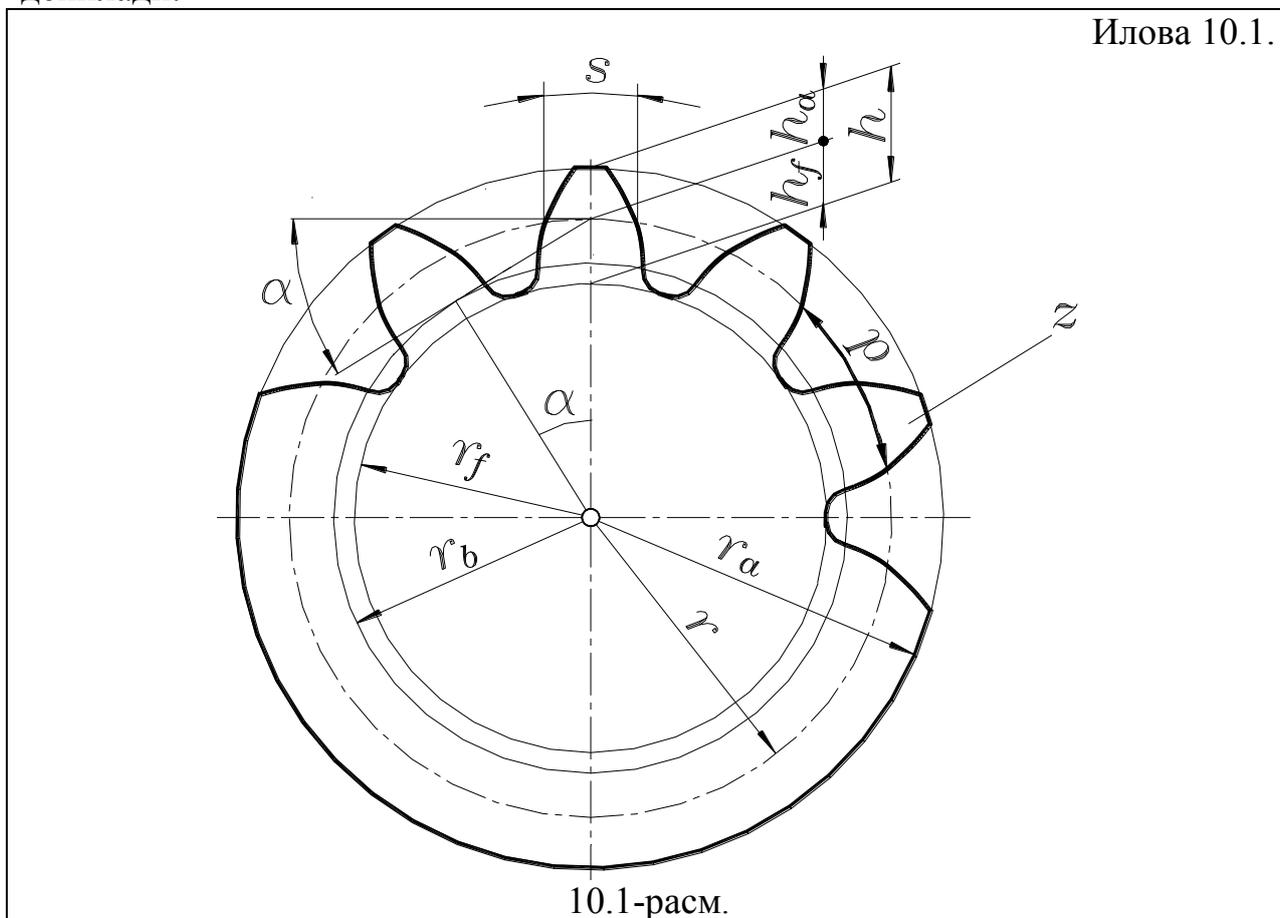
Эвольвентали тишли ғилдиракни ҳосил қилиш учун, яъни тишли ғилдирак тиш профилари эвольвента бўйича чизилган асосий айлана марказини тишли ғилдирак марказига алмаштирилади. Техникада кенг тарқалган тишли ғилдираклардан нормал ёки нолинчи ғилдираклар (нолинчи ғилдиракдан ташқари мусбат ва манфий ғилдираклар ҳам бўлади, улар тўғрисида кейинроқ ёзилади).

**Эвольвентали нолинчи тишли ғилдиракнинг геометрик параметрлари.**

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

Ҳақиқий тишли ғилдирак параметрларига куйидагилар киради:  $z$  тишлар сони, эвольвентали чизилган ён томонлар;  $r_a$  ғилдирак бош айлана радиуси;  $r_f$  ғилдирак оёқ айлана радиуси (10.1-расм). Қолган параметрлар ҳисобланувчи ҳисобланади. Тиш баландлиги шартли равишда икки қисмга бўлинади –  $r$  бўлувчи айлана радиуси ёрдамида бош ва оёқ қисмга. Тиш баландлиги яъни бош ва оёқ айланалари орасидаги масофа  $h$  ҳарфи билан белгиланади,  $h_a$  – тиш бош баландлиги,  $h_f$  – тиш оёқ баландлиги стандартга асосан,  $h_f = 1,25h_a$  (10.1)

$r_b$  – эвольвента ясаладиган асосий айлана радиуси. Бу айлана тишли ғилдирак тишларига қараб оёқ айланадан катта ёки кичик бўлиши мумкин. Тишнинг эвольвентаси бош айланада ўткир қирра ясайди, тиш асосида эса эвольвента силлиғ оёқ айланасига ёрдамчи эгрилик орқали ўтади, уни галтел дейилади.



Тишли ғилдирак асосий параметрларидан бири бўлувчи айлана бўйича олинган  $p$  тиш қадами ҳисобланади – бу икки силжийдиган бир хил тиш профиллари айланада ўлчанадиган масофа (10.1-расм). Қадамнинг ярмиси бўлувчи айланада  $s$  – тиш қалинлигини ташкил этади, яъни  $s=0,5p$ .

Тиш профилини ясовчи учун фойдаланадиган эвольвента, асосий айланадан бошланиб, бош айланади кесилади. Эвольвентанинг бу қисми  $\alpha$

профил бурчагидан аниқланади. Бу бўлувчи айлананинг битта нуқтасидан бўлувчи ва асосий айланаларга ўтказилган уринмалар орасидаги бурчак. Профил бурчак тўғрисидаги тўла маълумотни [2,14] га қаранг. Стандарт тишли ғилдирак учун  $\alpha=20$ .

Юқорида санаб ўтилган параметрлардан битта стандартни танлаш керак, у қолганлари билан боғланган бўлиши керак. Бу параметр шундай бўлиши керакки, унинг қиймати тишни аниқлаши керак. Бунга кўпинча тиш қадами тўғри келади.

$$p = \frac{2\pi r}{z} \quad (10.2)$$

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

Бу қийматни  $m$  тиш модули дейилади:

$$m = \frac{2r}{z} \quad (13.3)$$

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

$$m = h_a \quad (10.4)$$

Модуль стандарт қиймат ҳисобланиб, мм да ўлчанади, шунинг учун тишли ғилдиракнинг ҳамма ўлчамлари “мм” да ўлчанади. Стандартга асосан қатор мавжуд модуллар миллиметрнинг ярмидан 100 мм гача қийматни қабул қилади. Модулнинг баъзи бир қийматлари:  $m=0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5 \dots 100$  мм. Тишли ғилдирак геометрик параметрлари унинг тишлар сони, стандарт модул ва стандарт профил бурчаги  $\alpha = 20$  ларни боғловчи формулаларни ёзамиз:

$$(10.3) \text{ ни ҳисобга олиб, бўлувчи айлана радиуси } r = \frac{mz}{2} \quad (10.5)$$

$$(10.4) \text{ ва } 10.1 - \text{ расмни ҳисобга олиб, бош айлана радиуси } r_a = r + m \quad (10.6)$$

$$(10.1) \text{ ва } 10.1 - \text{ расмни ҳисобга олиб, оёқ айлана радиуси } r_f = r - 1,25m \quad (10.7)$$

$$10.1 \text{ расмдан, асосий айлана радиуси } r_b = r \cos \alpha \quad (10.8)$$

$$(10.1) \text{ ва } (10.4) \text{ ҳисобга олиб, тиш баландлиги } h = 2,25m \quad (10.9)$$

(10.2) ва (10.3)ни ҳисобга олиб, бўлувчи айланада тиш қадами

$$s = \frac{p}{2} \quad (10.10)$$

бўлувчи айлана бўйича тиш қалинлиги

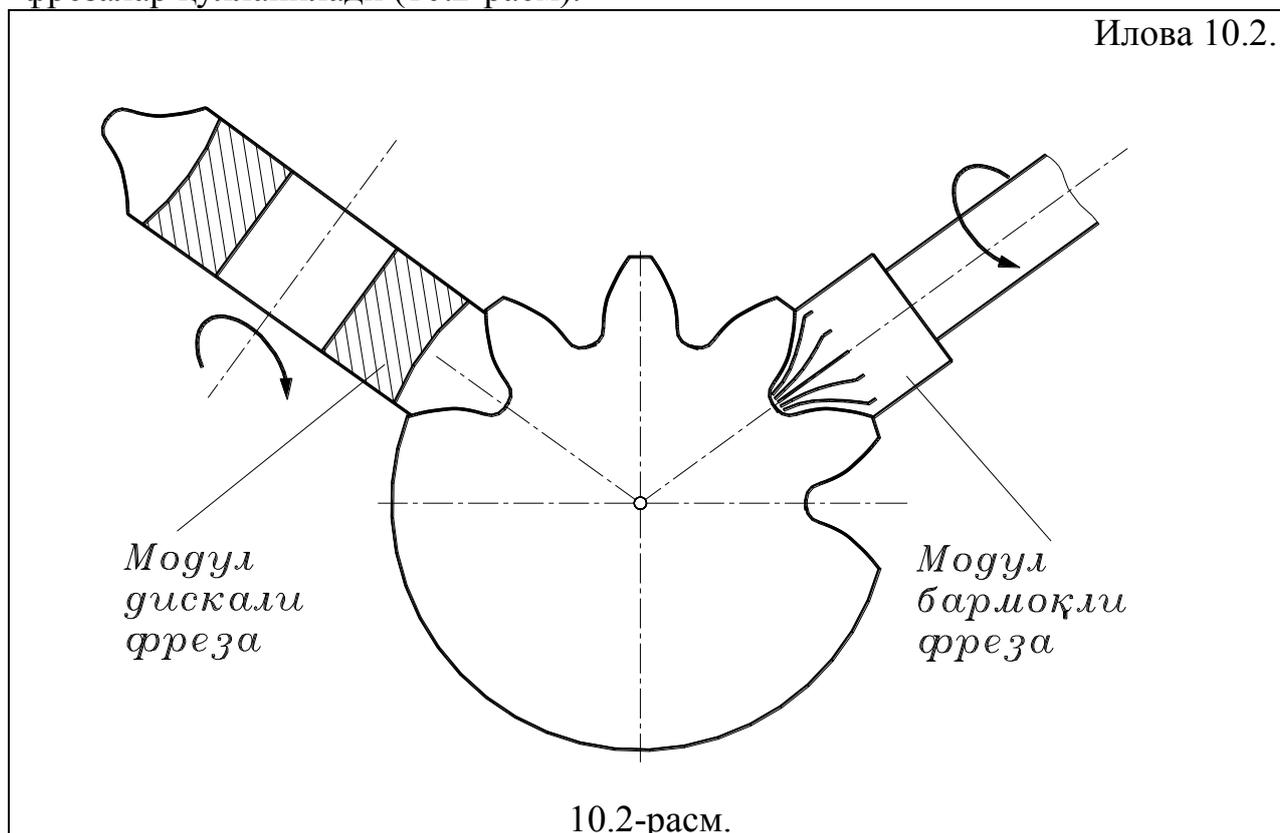
$$s = \frac{p}{2} \quad (10.11)$$

Бу формулаларни кузатиб: стандарт нормаль тишли ғилдиракнинг ҳамма геометрик ўлчамларини аниқлаш учун иккита қийматни билиш кифоя –  $z$  тишлар сони ва  $m$  модули.

**Тишли ғилдиракларни тайёрлаш. Мусбат ва манфий ғилдираклар. Технологик чегаралар.**

Тишли ғилдиракларни тайёрлашни икки хил усули бор: копировка ва обкатка усули.

Копировка усулида инструмент формаси копировка қилинади, унинг ёрдамида ғилдирак заготовкасида тишлар оралиғидаги бўшлиқлар кесилади. Кўпгина ҳолатларда кесувчи асбоб сифатида модул дискали ёки бармоқли фрезалар қўлланилади (10.2-расм).



Фрезаларни модулли дейилади, чунки ҳар бир фреза ғилдирак заготовкасидан аниқ модулли икки тиш оралиғидаги бўшлиқ олиб ташланади. Бироқ бир хил модулли тиш формаси ҳар хил бўлиши мумкин, у ғилдиракдаги тишлар сонига боғлиқ. Бундан билинадики, эвольвента эгрилиги асосий айлана радиусига боғлиқ. Ҳар хил модулли тишларда тиш оралиғидаги форма ҳам мос равишда ҳар хил бўлади. шундай қилиб, бир хил модулли фрезалар сони мос равишда шу модулли ҳар хил тишлар сонига мос келади. Фрезалар сонини камайтириш мақсадида, тиш формасига ва 20, 21, 22 тишлар сонига яқин тишли ғилдиракларни бир хил модулли фрезеда ясашда баъзи -бир хатоликка йўл қўйиш мумкин. Шунинг учун, модулли фрезаларда модул ва бу фреза билан кесилиши мумкин бўлган тишли ғилдирак тишлар сони диапозани маркировка қилинади.

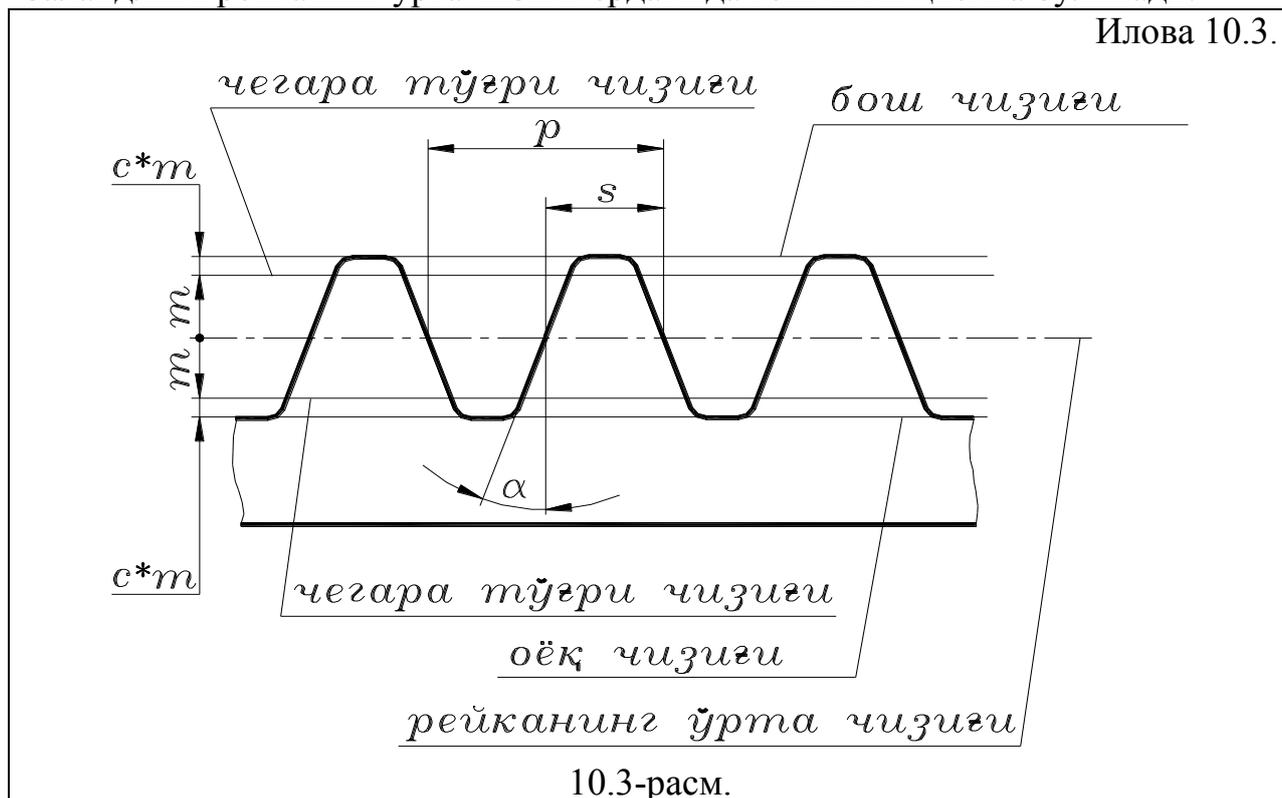
Бироқ, копировка методининг бу битта камчилиги эмас. Битта чуқурлик кесилгандан сўнг, тишли ғилдирак заготовкасини бир бурчак қадамга буриш керак, унда кейинги чуқурлик кесилади ва ҳ. к. Ҳамма тишлар кесилиб бўлгунга қадар давом эттирилади. Бу методнинг аниқлик даражаси юқори бўлгани билан иш унумдорлиги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

Оммавий ишлаб чиқаришда тишли ғилдиракларни тайёрлаш куйма ва штамповка (қишлоқ хўжалик машинасозлигида асбобсозликда) ҳамда автомобилсозликда махсус кесувчи головкалардан фойдаланилади.

Ҳозирги пайтда, кўпгина ҳолатларда обкатка методидан фойдаланилади. Уни куйидагича кўриш мумкин. Столга ён томони тиш ўқиға нисбатан  $20^0$  оғиштирилган трапеция тишли рейкани кўямиз. Юмшоқ материал (мўмиё ёки пластилин) дан тайёрланган цилиндрик тишли ғилдирак заготовкасини бу рейкаға босамиз ва унда юмалатамиз. Бу ҳаракат натижасида заготовкада тиш эвольвентаси ясалади. Бу эвольвента хоссасиға боғлиқ бўлиб, асосий айланада тўғри чизиқли сирпантирмасдан ҳаракатлантирилганда ҳосил бўлган эгрилик. Бироқ реал тишли ғилдирак заготовки қаттиқ материалдан тайёрланган, шунинг учун уни оддий тиш рейкасида юмалатиш қийин.

Шунинг учун обкатка ҳаракати кесиш ҳақати билан тўдирилади, шу сабабли тиш рейкаси қаттиқ материалдан тайёрланиб, унинг профилида кесиш қирралари бўлади.

10.3-расмда эвольвентали тишли ғилдиракни тайёрлашда фойланиладиган стандарт рейка кўрсатилган, уни берилган профили инструментал рейка дейилади. Бундай рейка ёрдамида исталган тишлар сонига эға бўлган аниқ модулли тишли ғилдираклар тайёрланиши мумкин. Рейка трапеция кўринишидаги тишларға эға бўлиб, унинг ён томонинг бош ва оёқ қисми галтел ёрдамида бирлаштирилган. Бош ва оёқ қисмидан ўтувчи чизиқларни мос равишда бош ва оёқ чизиқлари дейилади; ён профилида чегараланган тўғри чизиқ қисмини чегара тўғри чизиқи дейилади. Тиш баландлиги рейканинг ўрта чизиғи ёрдамида тенг икки қисмға бўлинади.



Геометрик параметрлар куйидагича ўрта чизиқ ва чегара тўғри чизиғи орасидаги масофа “ $m$ ” модульға тенг. Галтел баландлиги, яъни чегара тўғри

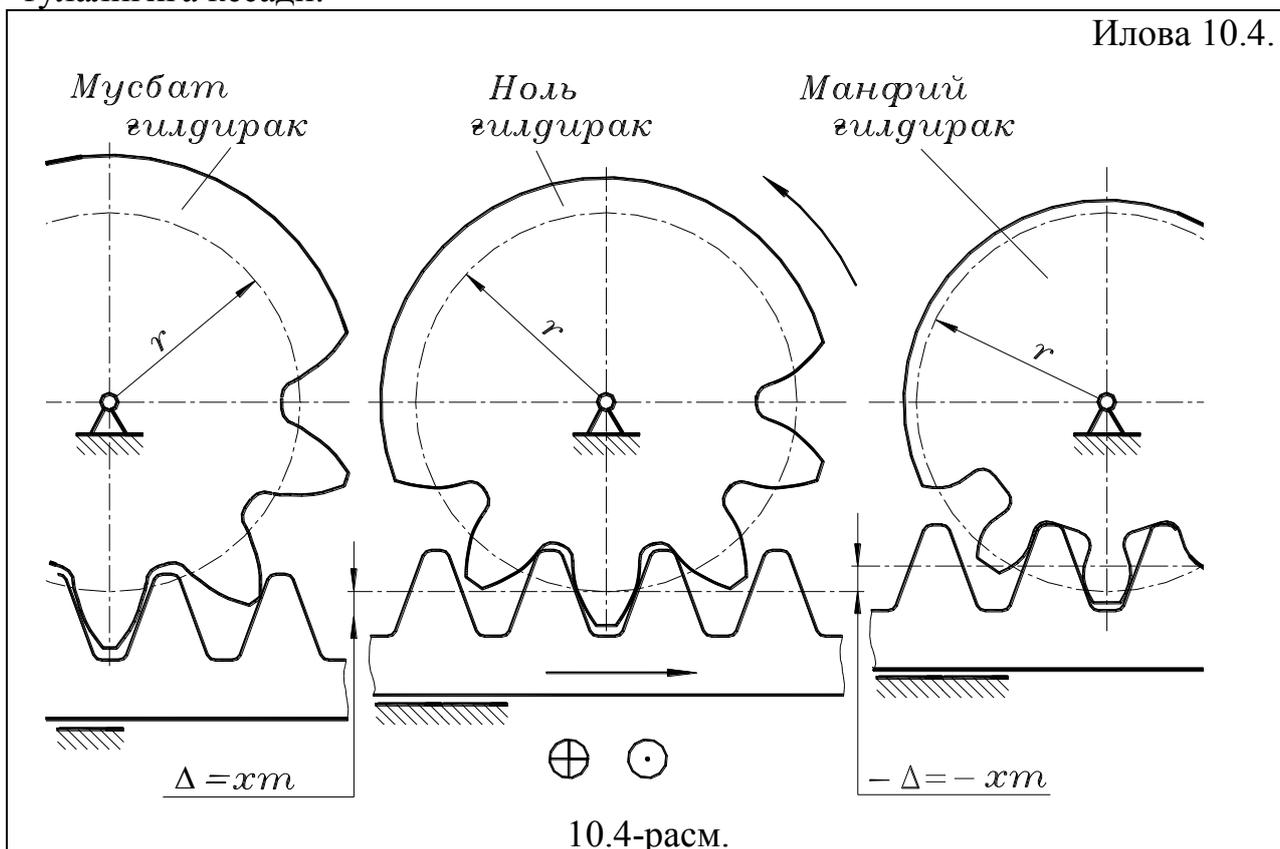
чизиғи билан бош ёки чизиклари орасидаги масофани  $s^*$  т радиал орилик дейилади, бунда  $s^*$  – радиал орилик коэффициенти. “Радиал орилик” номи тишли ғилдираклар илашишда бир ғилдиракнинг тиш боши ва иккинчи ғилдиракнинг оёқ қисмида радиал орилик билан боғланган.

Худди шундай орилик инструментал рейка ва тишли ғилдирак заготовки илашишда ҳам бор, буни станокли илашма дейилади. тиш қадами  $p = \pi m$  (10.3-расм), рейка тиш қалинлиги  $s = 0,5p$ , тиш ён томонидаги оғма бурчак  $\alpha = 20$ .

Станокли илашмани кўриб чиқамиз. 10.4-расмнинг ўрта қисмида инструментал рейка ноль ғилдирак билан станокли илашмаси кўрсатилган. Бу ҳолатда рейканинг ўрта чизиғи кесилувчи тишли ғилдиракнинг бўлувчи айлана чизиғи билан устма-уст тушади.

Стрелкалар билан обкатка ҳаракати кўрсатилган: рейка чапдан ўнгга ҳаракатланади, тишли ғилдирак эса кўзғалмас марказ атрофида соат стрелкасига тескари йўналишда айланади. Кесиш ҳаракати, яъни чизма текислигига перпендикуляр текисликда рейка қайтма-илгариланма ҳаракатланади, булар пастда крест ва айланада нукта кўринишида кўрсатилган.

Рейка заготовкадаги тўла чуқурликни бирданига кесмайди, яъни 10.4-расмда кўрсатилган ҳолатни бирданига эгалламайди; рейкага радиал подача бериш ёрдамида секин-аста кесилади. ғилдирак бош айланаси ва рейка оёқ чизиғи орилиғида ҳар доим радиал орилик  $s^*m$  қолади (10.3-расм). Бу дегани, рейка тишининг ён томонлари тишли ғилдиракнинг эвольвента қисмини, тишли ғилдирак боши эса - бу заготовканинг цилиндрик қисми. Ғилдирак тишлари орилиғидаги оёқ қисмини инструментал рейка тишининг бош қисми тўлаллигига кесади.



Агар тишли ғилдиракли кесишда, рейканинг ўрта чизиғи ғилдирак бўлувчи айлана чизиғи билан устма-уст тушмасдан, қандайдир масофага силжитилган бўлса (10.4-расмдаги чап қисм), у ҳолда обкаткада мусбат ғилдирак ясалади. Бу ҳолатда рейка ғилдирак марказидан ташқари томонга силжитилади. Мусбат ғилдиракларда модуль, тишлар сони ва бўлувчи айлана радиуси нолинчи ғилдиракда қандай бўлса, бунда ҳам шундай бўлади, оёқ, бош радиуси эса ва мусбат ғилдиракнинг тиш профили мос равишда нолинчи ғилдирак параметрларидан фарқ қилади.

Рейкани нолинчи ҳолатидан ғилдирак марказидан ташқарига силжитилса, инструментни мусбат силжиши дейилади  $\Delta$  (10.4-расм), бунда

$$\Delta = x m$$

бу ерда  $x$  – мусбат силжиш коэффициенти.

Агар тишли ғилдиракни кесишда, рейканинг ўрта чизиғи ғилдирак бўлувчи айлана чизиғи билан устма-уст тушмасдан, қандайдир масофага ғилдирак маркази томон силжитилган бўлса (10.4-расмдаги ўнг қисм), у ҳолда обкаткада манфий ғилдирак ясалади. Бу ҳолатда рейка ғилдирак маркази томон силжитилади. Манфий ғилдиракларда модуль, тишлар сони ва бўлувчи айлана радиуси нолинчи ғилдиракда қандай бўлса, бунда ҳам шундай бўлади, оёқ, бош радиуси эса ва манфий ғилдиракнинг тиш профили мос равишда нолинчи ғилдирак параметрларидан фарқ қилади.

Рейкани нолинчи ҳолатидан ғилдирак маркази томон силжитилса, инструментни манфий силжиши дейилади  $\Delta$  (10.4-расм), бунда

$$-\Delta = -x m$$

бу ерда  $-x$  – манфий силжиш коэффициенти.

Инструментни силжитиб коэффициенти эса ғилдираклар дейилади, силжиш коэффициенти дейилади.

Нолинчи, мусбат ва манфий ғилдирак тиш профиллари орасидаги фарқ 10.5-расмда кўрсатилган.

Нолинчи ғилдиракнинг тишига нисбатан мусбат ғилдиракнинг тиши асосида йўғон бўлиб, бош қисмида эса ингичкадир. Ён профилини ясашида эвольвентанинг энг қия участкаси фойдаланилган. Бундай тиш нолинчи ғилдиракнинг тишига нисбатан мустаҳкам, шунинг учун мусбат ғилдираклар энг оғир юкларни узатишда фойдаланилади.

Манфий ғилдираклар тиши нолинчи ғилдирак тишига нисбатан асосида ингичка бўлиб, бош қисми йўғондир.

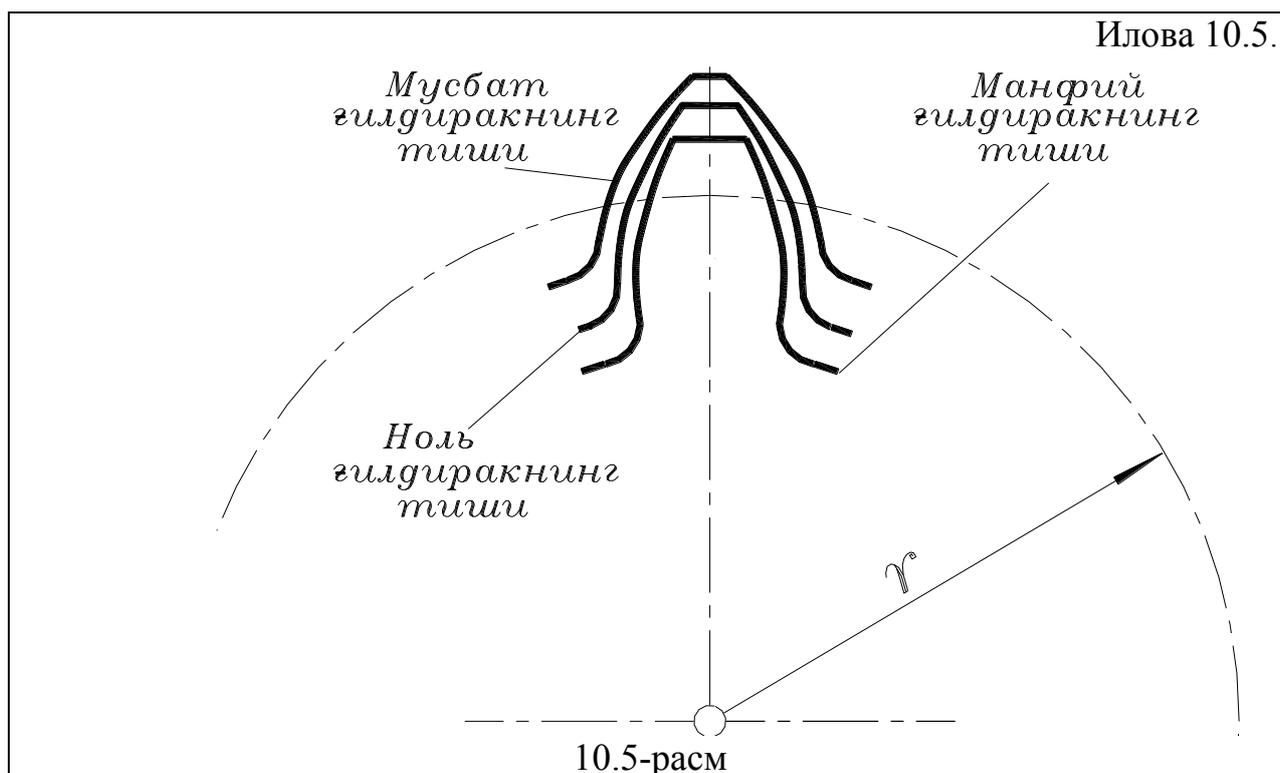
Бундай тиш нолинчи нисбатан кучсиз, манфий ғилдиракларни тайёрлашда хатолик кам бўлиши мумкин, бунда тиш ён профилини эвольвентанинг энг тик участкаси фойдаланилади. Манфий ғилдираклар нолинчига нисбатан аниқдир, улар асбоб ва машиналарнинг кинематик занжир ўлчовларида фойдаланиш мумкин.

Инструментал рейка силжиш коэффициенти қиймати стандартлаштирилган ва керак пайтда ғилдирак тишлар сонига ва ишлаш шароитига қараб ҳисобланади.

Силжиш коэффициенти танлашда баъзи-бир технологик чегараланиш бўлади, яъни мусбат ғилдиракнинг бош қисмида тиш қалинлигининг камайиши ва манфий ғилдирак асосида қалинликни ошишидир.

Рейканинг мусбат силжиши қанча катта бўлса, шунча асосида тиш йўғон, бош қисмида ингичка. Тиш қалинлиги бошида нолга тенг бўлиши мумкин, уни тиш ўткирлиги дейилади, мустаҳкамлик нуқтаи назаридан бунга йўл қўйиб бўлмайди.

Рейканинг манфий силжиши қанча катта бўлса, асосида шунча ингичка бўлади. Баъзи-бир критик силжишда инструментал рейка тишининг бош қисми тиш асосидаги эвольвента қисмини кесиб кетади 10.4-расмнинг ўнг қисмида кўрсатилганидек. Мустаҳкамлик нуқтаи назардан эвольвента қисмини кесилиб кетишига йўл қўйиб бўлмайди.



Худди шундай кам тишлар сони бўйича нолинчи ғилдиракларни тайёрлашда, тиш асосидаги эвольвента қисмининг кесилиши мумкин. Махсус ҳисоблашлар [14] кўрсатадики, нолинчи ғилдирак тишлар сони 17 кам бўлмаслиги керак, тайёрлашда подрезание бўлмайди.

Алоҳида бу технологик чегараларни тузамиз.

1. Инструментнинг мусбат силжиш қиймати тишли ғилдирак тишининг учли бўлиш ҳолати бўйича чегараланган.

2. Инструментнинг манфий силжиш қиймати тиш асосидаги эвольвента қисмининг кесилиб кетиши бўйича чегараланган.

3. Подрез бўлмаслиги учун нолинчи ғилдиракнинг минимал тишлар сони  $z_{\min}=17$  бўлиши керак.

### Таянч сўзлар.

1. Модуль – бу бўлувчи диаметрни тишлар сонига нисбати.

2. Тиш қадами – бу бир хил профилли икки тиш оралиғидаги айлана бўйича ўлчанган масофа.

3. Модулли дискали фреза – бу копировка методида эвольвентали тишли ғилдиракларни тайёрлашда ишлатиладиган фреза.

4. Модулли червякли фреза – бу обкатка методида эвольвентали тишли ғилдиракларни тайёрлашда ишлатиладиган фреза.

5. Мусбат ва манфий ғилдираклар – бу ғилдираклар инструментни мусбат ва манфий силжишда тайёрланади.

### **Контрол саволлар.**

1. Тишли ғилдирак модули нима?
2. Тишли ғилдирак модули ва тишлар сони диаметр ўлчовлар бўйича қандай боғланган?
3. Бўлувчи айлана бўйича тиш қадами модул билан қандай боғланган?
4. Эвольвентанинг профил бурчаги нима?
5. Копировка ва обкатка усули нима билан фарқ қилади?

5- мавзу	Тишни асосий ишчи кесимини тайёрлаш. Тишли илашмани чизиш. Илашмани лойихалашда қўшимча шартлар.
----------	--

### 2.1.10.Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.

Вақти – 2 соат	Талабалар сони: 30 - 70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тишнинг асосий кўрсаткичларини ҳисобини таҳлили ва илашма чизиш учун масштаб танлаш ;</li> <li>2. Тишли илашма элементларини чизиш.;</li> <li>3. Тишли илашманинг асосий кўрсаткичларини белгилаш;</li> <li>4. Тишли илашмани лойихалашдаги қўшимча талаб ва шартлар.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади: Тишли механизмларни лойихалаш пайтидаги талаб ва шартлар билан таништириш. Бу маълумотлар автомобиль, турли ускуна ҳамда йўл-қурилиш машиналари учун редукторларни лойихалаш ва ишлатиш жараёнида муҳим ўрин тутади.	
<p>Педагогик вазифалар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Тишли узатмани асосий геометрик кўрсаткичларини ҳисобини таҳлил қилиб, тишли илашмани чизиш учун масштаб танлашни тушунтиради;</li> <li>-Бир жуфт тишли илашмани элементларини чизиб беради;</li> <li>-Бир жуфт тишли илашмани асосий кўрсаткичлари белгилаб, уларга изоҳ беради;</li> <li>- Тишли узатмаларни лойихалашда қўшимча шарт ва талаблар билан таништиради.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Тишли узатмаларни ҳисобини таҳлили билан танишади ва ёзади;</li> <li>-тишли илашма схемасини чизади, савол беради;</li> <li>-Тишли илашмани асосий кўрсаткичларини схемада белгилайди, тушунмаганларини сўрайди;</li> <li>-лойихалашдаги талаб ва шартларни ёзиб олади, савол беради.</li> </ul>
Ўқитиш услуги ва техникаси	Визуал маъруза, блиц-суров, баён қилиш, кластер, «ха-йўқ» техникаси.
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, плакатлар, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар.
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ ва жуфтликларда ишлаш.
Ўқитиш шарт-шароити	Проектор, компьютер ва доска билан жиҳозланган аудитория.

## Маъруза машғулотининг технологик картаси (10-машғулот)

Босқичлар, вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10 мин)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади	1.1. Эшитади, ёзиб олади
2-босқич Асосий (60 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб этиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <p>- Тишли ғилдиракни бўлувчи айлана радиуси қандай топилади?</p> <p>- Бўлувчи айлана радиуси бўйича тиш қадами қандай топилади?</p> <p>2.2. Тишли узатмани асосий геометрик кўрсаткичларини ҳисобини таҳлил қилади ва масштаб коэффициентни танлашни шарҳлайди.</p> <p>2.3. Тишли илашмани элементларини чизишни кўрсатади, тушунтиради, мисоллар келтиради.</p> <p>а). тишли ғилдиракларни қайси айлана радиуслари ўзаро уруниб, қутб ҳосил қилади?</p> <p>б). асосий илашиш чизиғи қандай топилади?</p> <p>2.4. Тишли илашманинг асосий кўрсаткичларини ва тишли илашмани лойиҳалашдаги қўшимча талаб ва шартлар билан таништиради;</p> <p>2.5. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни ва ёзиб олишларини таъкидлайди.</p>	<p>2.1. Эшитади. Ўйлайди ва навбат билан бир-бирларини такроламай саволларга жавоб беришади. Ёзишади.</p> <p>2.2. Тишл узатма ҳисобини таҳлил қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.</p> <p>2.3. Эслаб қолади, чизади ва ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади Таърифларни ёзиб олади, мисоллар келтиради. Чизади, эслаб қолади ва ёзади.</p>
3-босқич Яқуний (10мин)	<p>3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади.</p> <p>Фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Мустақил иш учун вазифа: Тишли узатмани қоплаш коэффициенти нималиги вазифа</p>	<p>3.1. Эшитади, аниқлаштиради.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади.</p>

11-маъруза.

**Тишли илашма ва унинг параметрлари. Қоплашиш коэффициенти.  
Узатма турлари.**

**Маъруза режаси.**

1. Эволвента тишли узатмани куриш.
2. Амалий илашиш чизиғи ва тишнинг ишчи участкаси.
3. Тишли илашманинг геометрик ва кинематик параметрлари.
4. Тишли илашманинг сифат кўрсаткичлари –оҳиста ишлаши.
5. Қоплаш коэффициенти.
6. Бир вақтда бир жуфтли ва икки жуфтли илашма.
7. Ташқи ва ички узатмалар.
8. Секинланувчан ва тезланувчан узатмалар.

**Тишли илашма ва унинг параметрлари.**

Машинасозликда ва самолётсозликда ҳам кенг қўлланиладиган нолинчи эвольвентали тишли илашмаларни ўрганамиз. Бундай илашмалар иккита нолинчи тиш ғилдиракдан ташкил топган (мусбат ва манфийдан фаркли ўларок), контактда бўлади ёки илашувчи ғилдираклар дейилади. Бу ғилдираклар битта  $m$  модулга ва  $z_1$  ва  $z_2$  тишлар сонига эга.

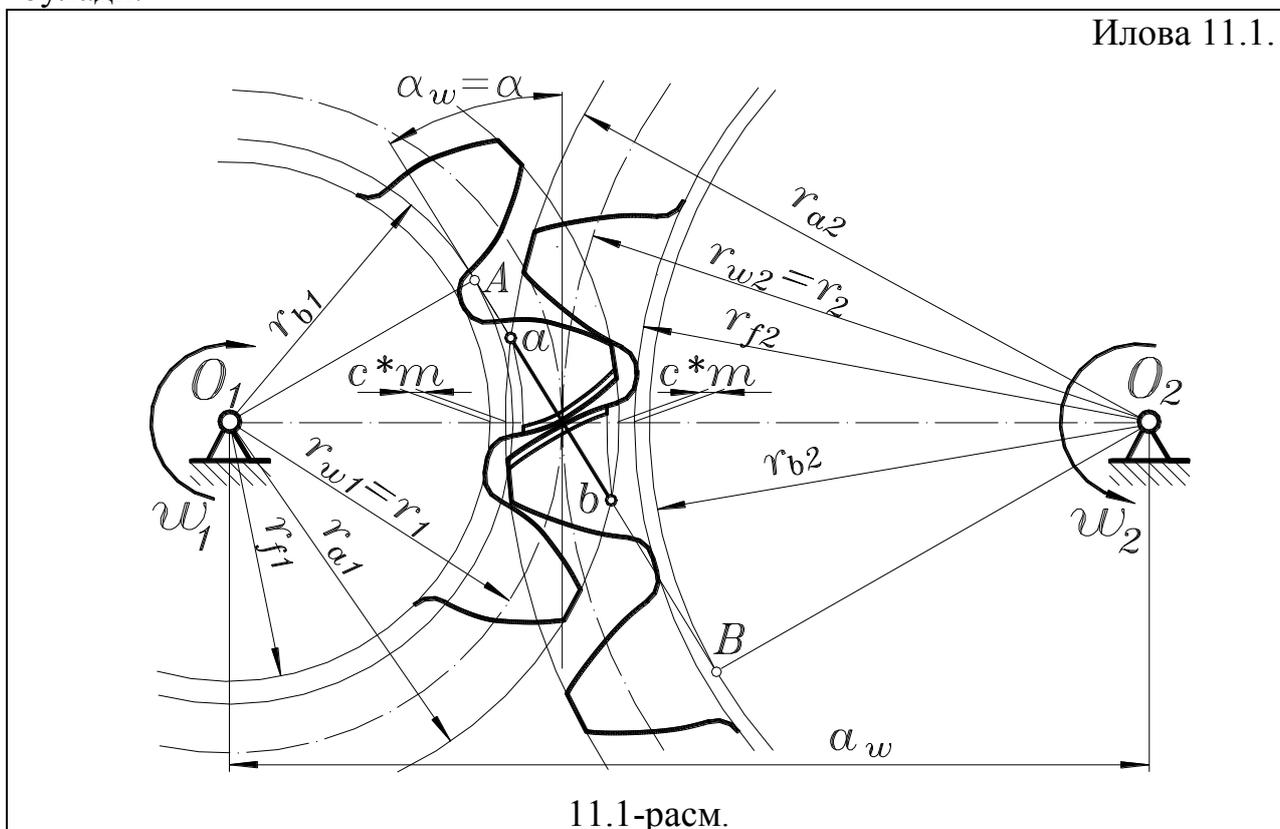
11.1-расмда бундай илашма кўрсатилган, чапдан биринчи ғилдирак – кичик, ўнгдан иккинчиси эса – катта. Кичик тишли ғилдиракни кўпинча шестерня дейилади. 11.1-расм бўйича ҳаракат шестернядан ғилдиракка узатилади. Олдинги маърузада келтирилган формулаларга асосан шестерня ва ғилдиракнинг геометрик параметрлари аниқланади. Илашган тишли ғилдиракларда шундай айланалар борки, улар бир-бирига тегиб туради ва иш процессида сирпанмасдан юмалайди. Бу ғилдираклар  $r_{w1}$  ва  $r_{w2}$  радиусларга эга ва бошланғич айланалар дейилади. Нолинчи узатма бўлган ҳолатда, тишли ғилдирак бошланғич айлана радиуслари бўлувчи айлана радиусларига тенг бўлади:  $r_{w1}=r_1$  ва  $r_{w2}=r_2$ . Бу ерда шуни таъкидлаш керакки, ҳамма геометрик параметрлар  $w$  индексга эга. Бир ғилдирак бош айланаси ва иккинчи ғилдирак оёқ айланаси орасидаги масофа –  $c^* m$  – радиал оралик дейилади,  $c^*$  - эса радиал оралик коэффициенти; стандарт узатмаларда  $c^*=0,25$  га тенг.

Эвольвентали тишли ғилдирак контакт нуқтаси олий кинематик жуфт бўлади. Бу нуқтадан (11.1-расмда  $u$  марказий чизикда ётади) эвольвента хоссасига асосан ва илашувчи тиш эволвентасига умумий нормаль ўтказиш мумкин, бу тўғрисида олдинги маърузада айтилганидек, бу нормаль илашувчи тишли ғилдиракларнинг асосий айланаларга уринма бўлади.

Бу урунма ва марказий чизикқа ўтказилган перпендикуляр орасидаги бурчак  $\alpha_w$  ни илашиш бурчаги дейилади. Стандарт нолинчи узатмалар учун бу бурчак берилган контурнинг профил бурчагига тенг, яъни:  $\alpha_w=\alpha=20^\circ$ . Илашувчи тишли ғилдирак айланиш маркази орасидаги  $a_w$  масофани ўқлараро масофа дейилади.

Тишли узатмаларни ишлаш процессида, яъни, илашиш процессида, контакт нукта ҳар хил ҳолатни эгалайди, бироқ исталган ҳолатда тиш ён юзасига ўтказилган нормал эволвента хоссаларига асосан асосий айланага урунма бўлади. Илашиш процессида контакт нукта асосий айланага ўтказилган умумий урунма бўйича силжийди, шунинг учун бу урунма эволвентали узатманинг илашиш чизиғи ҳисобланади. Шундай қилиб, эволвентали узатманинг илашиш чизиғи марказий чизиққа илашиш бурчаги остида ўтказилган оғма чизиқдир.

Илашиш чизиғи назарий ва амалийга бўлинади. Назарий илашиш чизиғи – бу асосий айланаларга ўтказилган урунма чизиқнинг уруниш нукталари орасидаги АВ кесма (11.1-расмда). Тиш эволвентаси тишли ғилдирак бош айланалар билан чегараланганлиги сабабли, тишнинг ён юза контакти аб амалий илашиш чизиғи бўйича ўтади, у назарий чизиқни бош айланалар кесишган нуктаси. Тишли узатмалар ишида, 11.1-расмда кўрсатилганидек, ғилдиракни айланиш йўналиши асосида контакт нукта амалий илашиш чизиғи бўйича а нуктадан б нуктагача силжийди, яъни а нуктада тишлар контактга киради, б нуктада эса – контактдан чиқади. Бу ерда 11.1-расмда кўрсатилганидек, назарий илашиш зазорсиз ҳисобланади, яъни тишлар орасидаги ён зазор бўлмайди; бироқ реал узатмаларда ён зазор бўлади ва унинг қиймати ғилдирак тайёрлашнинг аниқлик даражасига боғлиқ бўлади.



Тишли узама иккита сифат кўрсаткичга бўлинади: геометрик ва кинематик. Геометрик кўрсаткич – бу марказлараро масофа:

$$a_w = r_1 + r_2 = \frac{m z_1}{2} + \frac{m z_2}{2};$$

$$a_W = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$$

Кинематик кўрсаткич – бу узатиш нисбати, кириш ва чиқиш ғилдиракларини ҳисобга олганда бурчак тезликлар нисбатиغا (ёки айланиш частотасига) тенг бўлади:

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Илашманинг асосий қонунига асосан

$$u_{12} = -\frac{r_2}{r_1} = -\frac{m z_2}{m z_1}$$

$$u_{12} = -\frac{z_2}{z_1}$$

### Қопланиш коэффициенти.

Тишли узатманинг асосий сифат кўрсаткичларидан танаффузсиз ва унинг силлиқ ишлаши тушунилади. 11.1-расмда бир жуфт тиш  $b$  нуқтада илашмадан чиққач иккинчи жуфт тиш  $a$  нуқтада илашмага киради, сўнг иккинчи жуфт тиш илашмадан чиқади, илашмага эса учинчи жуфт киради ва ҳ.к. Ҳаракатни бундай узатишда танаффус ва тишлар орасидаги зарб, агарда реал тишли механизмда ён зазорни ҳисобга олганда ҳосил бўлади. Зарбдан қочиш мақсадида ва ҳаракатни танаффуссиз ва силлиқ узатишда қуйидаги шарт бажарилиши керак, бунда иккинчи жуфт илашмага кирмагунча, биринчи жуфт илашмадан чиқмаслиги керак. Бу шартни қоплашиш дейилади. Тушунарли, қанча кўп бир жуфт тиш бошқаси билан амалий илашиш чизиғида юмаланса, шунча узатманинг иши танаффуссиз ва силлиқ бўлади.

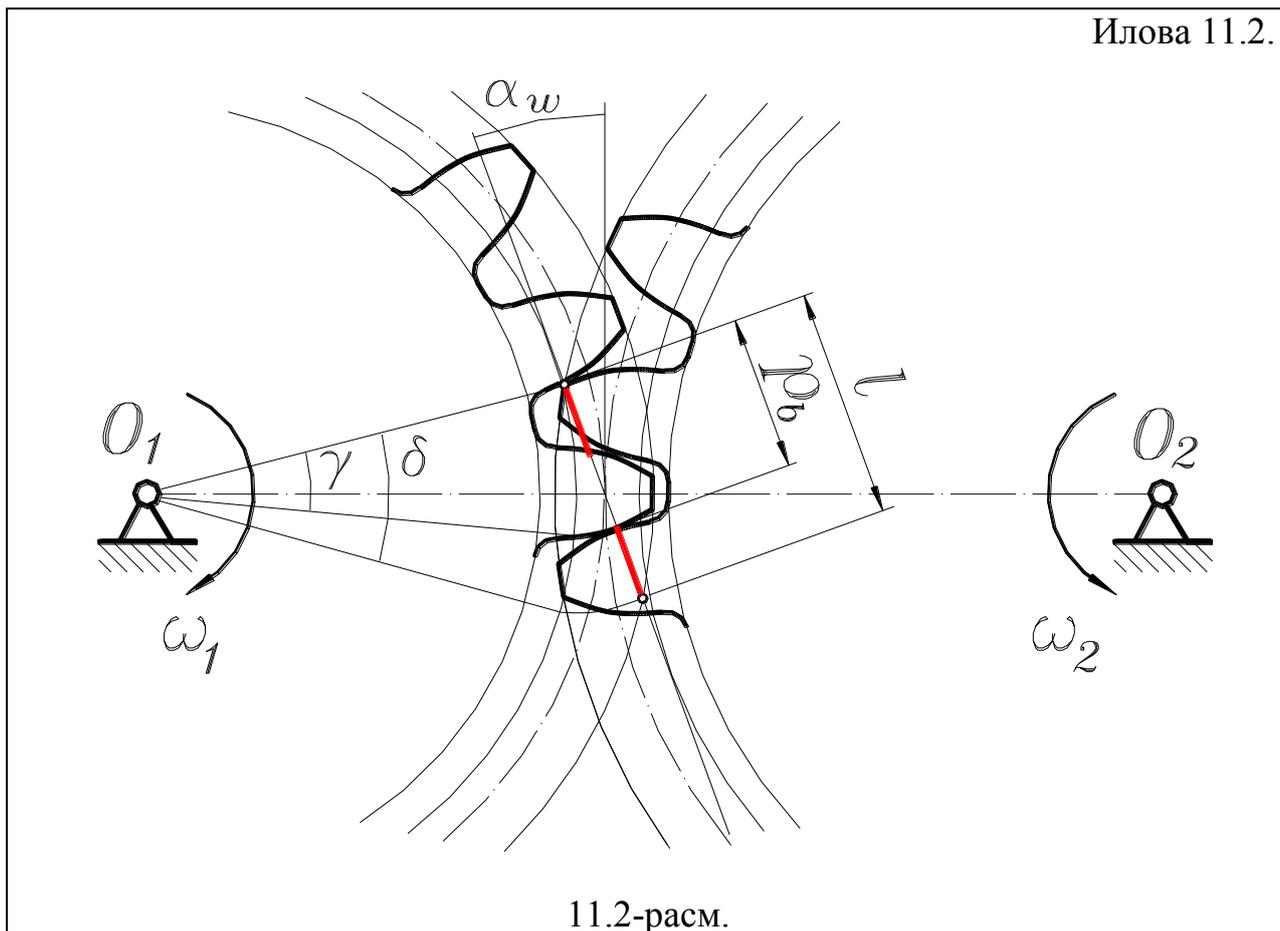
Қоплаш ҳодисаси қоплаш коэффициенти билан баҳоланади. 11.2-расмда  $\gamma$  – тишнинг бурчак қадами,  $l$  – амалий илашиш чизиғи узунлиги. Эвольвента хоссасига асосан, илашиш чизиғида кесма узунлиги асосий айланадаги ёйга тенг, бу ёйлар эса марказий бурчакка пропорционал, тақсимлаш мумкин,  $\delta$  – амалий илашиш чизиғида контакт нуқтанинг силжишига мос келган ғилдиракнинг бурилиш бурчаги,  $r_b$  эса – асосий айланада тиш қадами. Қоплашиш коэффициенти – бу  $\delta$  бурчакни  $\gamma$  тишнинг бурчак қадамига нисбати ёки амалий илашиш чизиғи узунлигини асосий айлана бўйича олинган тиш қадамига нисбати:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{\gamma} = \frac{l}{r_b}$$

Ҳисобга олиб,

$$r_b = r \cos \alpha = \pi m \cos \alpha, \text{ оламиз:} \quad (14.1)$$

$$\varepsilon = \frac{l}{\pi m \cos \alpha}$$



11.2-расм.

[14], нолинчи тишли узатмалар учун қоплашиш коэффициентини ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{r_{a1} - r_{b1}} + \sqrt{r_{a2} - r_{b2}} - a_w \sin \alpha_w}{\pi m \cos \alpha} \quad (11.2)$$

Назарий қоплашиш коэффициенти қиймати бир ва икки оралиғида ётади, амалда эса:

$$1,2 \leq \varepsilon \leq 1,8$$

Юқоридаги кузатишлардан, илашиш процессида танаффуссиз икки жуфтли илашмалар кетма-кетлиги мавжуд бўлади, яъни вақтнинг бир қисмида икки жуфт тишлар илашмада, вақтнинг бир қисмида эса бир жуфт. Натижада, икки жуфтли илашмада тишли узатма орқали узатилган ҳамма юклар икки жуфт тиш орасида бўлинади, бир жуфт тишли илашмада эса ҳамма юклар бир жуфт тишга тушади. Шундай қилиб, кинематик нисбатга қараганда узатма қоплашиш натижасига қараб силлиқ ҳисобланади, тишли узатмалар юк остида ишласа танаффусли бўлади, хусусий ҳолда, тишли узатмадан ҳосил бўлган шовқин бу танаффуснинг натижасидир. Силлиқ илашишни ошириш учун ва шовқинни камайтириш мақсадида қия тишли узатмалардан фойдаланилади, бунда қоплашиш коэффициенти тўғри тишли узатмага нисбатан катта бўлиши мумкин. Икки жуфтли ва бир жуфтли илашманинг ишлаш вақти фоизини аниқлаш методикаси қуйидагини беради,

масалан:  $\varepsilon=1,25$ , 40% вақт оралиғида икки жуфт илашиш ўрин эгаллайди, 60% да эса бир жуфтли ; агар  $\varepsilon=1,7$  да икки жутли – 82%, бир жуфтли – 18%.

### Узатма турлари.

Тишли узатмалар ташқи ва ичкига, секинланувчан ва тезланувчанга бўлинади.

11.3-расмда ташқи илашма схемаси кўрсатилган, бунда  $z_1 < z_2$ . Бу узатманинг геометрик параметри – марказлараро масофа

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} \quad (11.3)$$

Кинематик параметр – узатиш нисбати қайси звено кириш звеноси эканлигига боғлиқ.

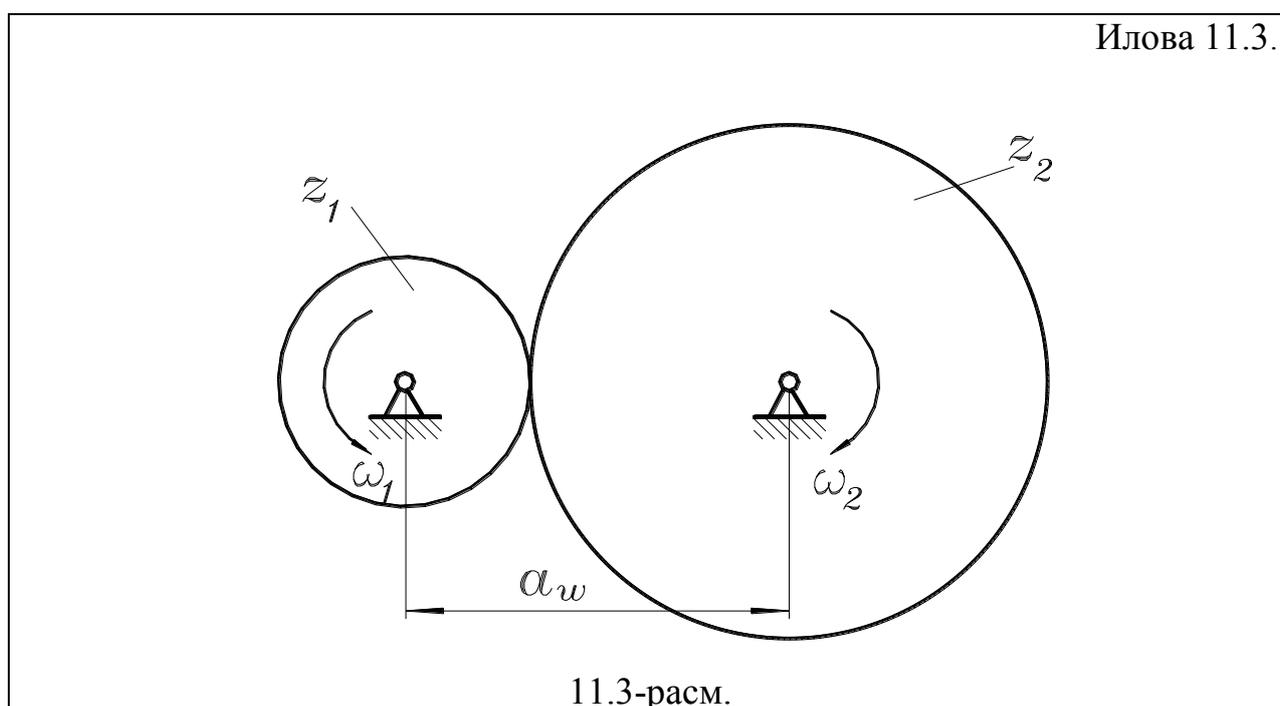
Агар кириш звеноси кичиги ҳисобланса, у ҳолда узатиш нисбати қуйидаги формуладан аниқланади:

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{z_2}{z_1} \quad (11.4)$$

Минус ишора тишли ғилдиракларни қарама-қарши йўналишда айланаётганлигини кўрсатади.  $z_1 < z_2$  бўлганлиги учун, узатиш нисбатининг абсолют қиймати  $|u_{12}| > 1$ ,  $\omega_2 < \omega_1$  бўлади. Бундай узатма секинланувчан бўлади ва редуктор дейилади.

Агар кириш звеноси катта ғилдирак бўлса, у ҳолда

$$u_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{z_1}{z_2} \quad (11.5)$$



Бу ҳолатда узатиш нисбатининг абсолют қиймати  $|u_{12}| < 1$ ,  $\omega_1 > \omega_2$  бўлади. Бундай узатма тезланувчан ҳисобланади ва мультипликатор дейилади.

11.4-расмда ички тишли узатма схемаси кўрсатилган. Худди олдинги ҳолатдагидек  $z_1 < z_2$  бўлса, биринчи ғилдирак ташқи тишлар билан иккинчи ғилдирак ички тишлар орқали илашмада бўлади.

Бундай узатманинг геометрик параметри – марказлараро масофа:

$$a_w = \frac{m(z_2 - z_1)}{2} \quad (11.6)$$

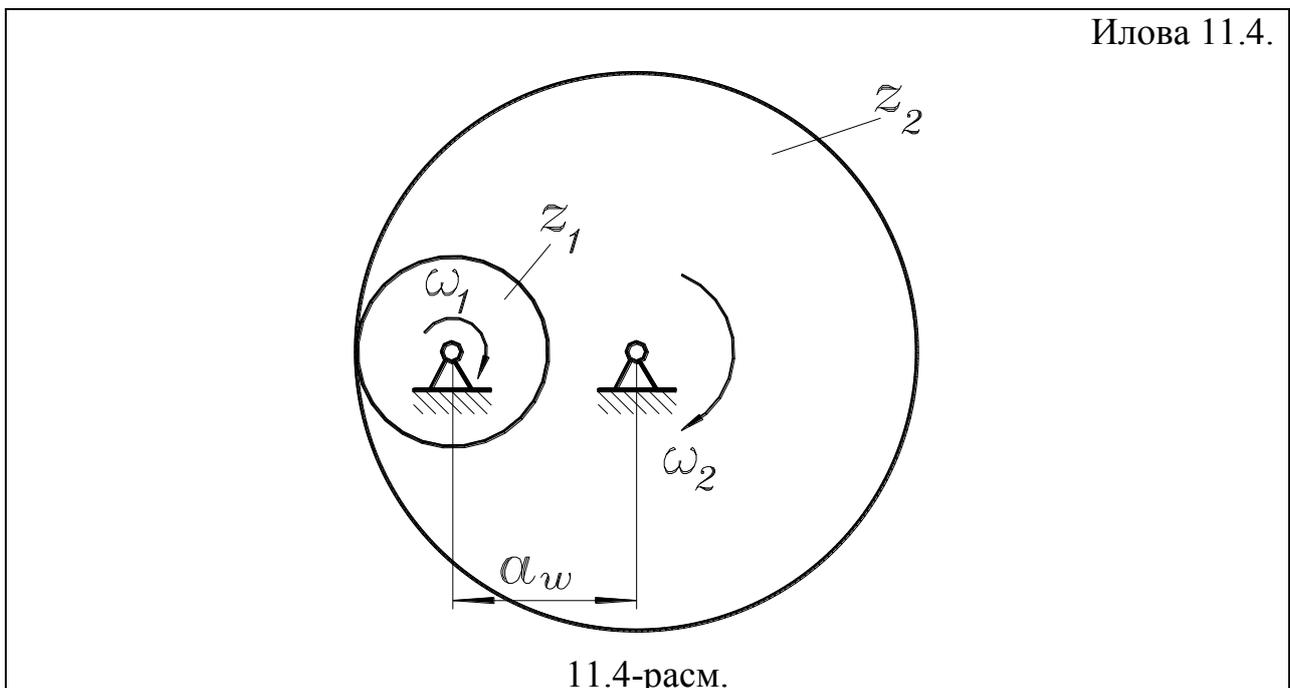
Бу ерда кинематик параметр – узатиш нисбати ҳар доим мусбат, ғилдираклар бир хил йўналишда айланади. Агар кириш звеноси биринчи ғилдирак ҳисобланса, у ҳолда бу редуктор бўлади:

$$u_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} > 1 \quad (11.7)$$

Агар кириш звеноси иккинчи ғилдирак ҳисобланса (ички тишлиси), у ҳолда бу мультипликатор бўлади.

$$u_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{z_1}{z_2} < 1 \quad (11.8)$$

Кўпчилик ҳозирги замон машиналарида редуктор кўринишидаги тишли механизмлардан фойдаланилади, улар машина двигателининг айланиш тезлигини камайтиради, қайси бир ўлчамларни қисқартириш учун юқори айланишда бажарилади.



### **Таянч сўзлар.**

1. Илашиш бурчаги – бу илашиш чизиғи ва марказий чизиққа перпендикуляр орасидаги ўткир бурчак.
2. Амалий илашиш чизиғи назарий илашиш чизиғини бош айланишлар кесишган нуқтасида топилади.
3. Назарий илашиш чизиғи – бу илашувчи тишли ғилдиракларнинг асосий айланаларига уринмадир.
4. Тиш ишчи участкаси – тиш профилига амалий илашиш чизиғи четки нуқталардан ўтказилган ёй чегараси.
5. Илашувчи ғилдирак тишларининг қоплашуви – бу шарт бир жуфт тишлар илашмадан чиқмасдан иккинчи жуфт илашмага кириши керак.
6. Ташқи узатма – бу манфий узатиш нисбатига эга бўлган қарама-қарши йўналишда айланувчи ғилдираклар узатмаси.
7. Икки илашма – бу мусбат узатиш нисбатига эга бўлган бир хил йўналишда айланувчи ғилдираклар узатмаси.
8. Редуктор – бу секинланувчан узатма.
9. Мультипликатор – бу тезланувчан узатма.

### **Контрол саволлар.**

1. Эвольвентали тишли илашмани куриш кетма-кетлиги қандай?
2. Амалий илашиш чизиғи қандай ҳосил бўлади?
3. Контактдаги тишларнинг ишчи участкаларини қандай топилади?
4. Эвольвентали узатманинг кинематик силлиқ ишлаши қандай таъминланади?
5. Цилиндрик тўғри тишли узатманинг қоплаш коэффиценти қиймати қандай?
6. Бир жуфт ва икки жуфтли илашма нима?
7. Редуктор ва мультипликатор нима?

<b>Мавзу</b>	<b>Тишли механизмлар синтези</b>
--------------	----------------------------------

### 2.3.3. Амалий машғулотни ўқитиш технологияси.

Вақти – 6 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича амалий машғулот.
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тишли –ғилдиракларнинг геометрик ва кинематик параметрларини аниқлаш</li> <li>2. Тишли узатманинг эвольвента профилларини куриш.</li> <li>3. Планетар механизмнинг синтези (геометрик параметрларини аниқлаш).</li> <li>4. Планетар механизмни кинематик текшириш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Механизмни кучга ҳисоблашда билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Мавзуга оид масаларни ечишда амалий кўникмаларни шакллантириш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <p>Тишли ғилдиракларнинг ишланиши бўйича турларга бўлиниши ва улар орасидаги фарқини билиши.</p> <p>Коррекцияланиш бўйича тишли узатмаларнинг турларга бўлинишини билиши.</p> <p>Тишли ғилдиракларнинг классификацияни билиши.</p> <p>Турли тишли узатмалар схемасини чизилишини, технологик жараёндаги талабларига кўра керакли схемани тўғри танлаши ва узатиш нисбатини аниқлашни билиши.</p> <p>Тишли ғилдиракларнинг эвольвента профилларини куришни билиш.</p> <p>Планетар механизм синтезидаги шартларни қаноатлантирадиган геометрик ва кинематик параметрларини аниқлаш.</p> <p>Планетар механизмни кинематик текширишни билиши.</p>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда қўйилган масалларни ечиш, мунозара, тақдимот, блиц –сўров, кейс стади.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланма, методик қўлланма, маъруза матни, линейка, циркуль, калькулятор.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.3.3. Амалий машғулотининг технологик картаси (5- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (15мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.3. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (50мин)	<p>2.1. 5-6 та ажратилган гуруҳга турли тишли узатмалар схемаларини чизишни топширади.</p> <p>2.2. Ҳар бир гуруҳ вакили бажарилган топшириқни доскада чизади, муҳокама қилинади ва ўзаро баҳоланади.</p> <p>2.3. Ҳар бир тишли узатмага тишлар сони ҳамда модуль белгиланади ва шуларга асосан тишли ғилдиракларнинг коррекция коэффицентлари ва геометрик параметрларни аниқлашни топширади.</p> <p>2.4. Масалаларни ечишда асосий хулосаларга эътибор қаратади.</p> <p>2.5. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини баҳолашни ташкил этади. Вазифани бажариш асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Тинглайдилар, ёзиб оладилар ва масалани ечадилар.</p> <p>2.2. Тинглайдилар, муҳокама қилинади.</p> <p>2.3. Тинглайдилар, ёзиб оладилар ва масалани ечадилар.</p> <p>2.4. Тинглайдилар ва ёзиб оладилар.</p> <p>2.5. Тинглайдилар ва ёзиб оладилар.</p>
3-босқич Якуний (15 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Кейс –стади. Гуруҳ талабаларига олдиндан тайёрланган топшириқни кўяди. Топшириқ ишлаб чиқаришда реал учрайдиган масалалардан олинади. Топшириқ устида ҳар бир гуруҳ алоҳида ишлаши. Топшириқнинг ечимини қандай расмийлаштиришни тушунтиради.</p> <p>3.3. Курс лойиҳани топшириқларини текширади, саволлар беради ва ҳатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади..</p> <p>3.3. Ҳатоларни тузатади. Саволларга жавоб беради,</p>

### 2.3.3. Амалий машғулотининг технологик картаси (6- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтқазиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтқазилади.</p>	<p>1.1. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (65мин)	<p>2.1. Кейс-стади технологияси бўйича берилган топшириқларнинг муҳокамасини ўтқазади. Бунда ҳар бир гуруҳ ечган топшириқни кўриб чиқади. Гуруҳда талабалар топшириқни ечимини баён қиладилар, арзонлиги ва камчиликлари муҳокама қилинади. Топшириқлар баҳоланади.</p> <p>2.2. 5-машғулотда аниқланган геометрик параметрлар бўйича, тишли ғилдиракнинг эвольвента профилини чизиши кетма-кетлигини доскада кўрсатади.</p> <p>2.3. Вазифани бажариш жараёнида асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Гуруҳ вакиллари жавобларни эшитадилар. Муҳокамада иштирок этадилар.</p> <p>2.2. Тинглайдилар. Чизадилар.</p> <p>2.3. Тинглайдилар ва ёзиб оладилар.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Курс лойиҳани текширади, саволлар беради ва ҳатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Саволларга жавоб берадилар.</p>

### 2.3.3. Амалий машғулотининг технологик картаси (7- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.2. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (60мин)	<p>2.1. Гуруҳ талабаларни 4-5 талаба қилиб гуруҳларга ажратади турли планетар узатмалар схемаларини чизишни топширади.</p> <p>2.2. Ҳар бир гуруҳ вакили бажарилган топшириқни доскада чизади, муҳокама қилинади.</p> <p>2.3. Планетар механизмнинг геометрик параметрларини аниқлашга мисоллар келтиради.</p> <p>2.4. Топилган геометрик параметрларга асосан, узунлик масштабини танлаб, планетар механизмни схемасини чизишни ҳамда кинематик таҳлилга мисоллар келтиради.</p> <p>2.5. Тақдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини баҳолашни ташкил этади. Топшириқни бажариш жараёнида асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Тинглайдилар, ёзиб оладилар.</p> <p>2.2. Тинглайдилар, муҳокама қиладилар.</p> <p>2.3. Курс лойиҳасини берилган топшириқ асосан масалани ечади.</p> <p>2.4. Тинглайдилар чизадилар.</p> <p>2.5. Тинглайдилар ва ёзиб оладилар.</p>
3-босқич Яқуний (15 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Кейс – стади. Гуруҳ талабаларга олдиндан тайёрланган топшириқни кўяди. Топшириқ ишлаб чиқаришда реал учрайдиган масалалардан олинади. Топшириқ устида ҳар бир гуруҳ алоҳида ишлаши. Топшириқнинг ечимини қандай расмийлаштиришни тушунтиради.</p> <p>3.3. Курс лойиҳани топшириқларини текширади, саволлар беради ва ҳатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Топшириқни ёзиб олади.</p> <p>3.3. Ҳатоларни тузатади. Саволларга жавоб беради,</p>

#### 4-мавзу.

### Тишли ғилдиракларни ҳисоблаш ва уларни тайёрлаш усуллари.

#### 2.2.4. Лаборатория машғулотини ўқитиш технологияси.

Вақти – 2 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулоти.
Лаборатория машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тишли ғилдиракларни тайёрланиш усуллари.</li> <li>2. Тишли ғилдиракларни турлари.</li> <li>3. Эвольвента эгри чизиги тўғрисида тушунча.</li> <li>4. Тишли ғилдиракларни асосий геометрик параметрларини аниқлаш.</li> <li>5. Нолинчи, манфий ва мусбат узатмалар билан таништириш.</li> <li>6. Тишли ғилдиракни қоғозда 3 та ҳолат учун чизиш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Тишли ғилдиракларни, ҳамда унинг тайёрланиш усулларини ўрганиш ва асосий геометрик параметрларини аниқлаб, 3 та ҳолат учун тишлиғилдиракнинг профилини қуришдан иборат.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни тақослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Ўз фикрини шакллантириш ва билдириш жараёнини ташкил қилиш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фанга таълуқли асосий тушунчаларга таъриф беради ва кетларда кўрсатади.</li> <li>- Турли механизмлар макет ва моделларида тишли ғилдиракларни кўрсатиб. Уларнинг турлари, тайёрланиш усуллари тўғрисида маълумот беради ва номлайди.</li> <li>- Макетларда кинематик турларни кўрсатиб, уларнинг синфини аниқлайди.</li> <li>- Тишли ғилдиракни асосий геометрик параметрларини аниқлайди ва қоғозда чизади.</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда ўқиш, мунозара, такидлаб, билим-сўров, график ташкил этувчилар табица-жадвал “Вена” диаграммаси.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланмалар маъруза матни, плакат ва макетлар, линейка ва циркуль, штангенциркуль.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Фан бўйича лаборатория ишларини ўтказиш, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

## 2.2.4. Лаборатория машғулотининг технологик картаси (6 – машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режасини айтади.</p> <p>1.2. Талабаларни билимларини ўзлаштириш мақсадида мавзунинг таянч иборалари асосида кейс-стади усули ёрдамида уларни билимларини чуқурлаштиради.</p> <p>1.3. Талабалардан жавобни эшитади ва мавзу муҳокамаси, гуруҳларда ишлар тақдимотидан сўнг давом этишни эълон қилади.</p> <p>1.4. Ҳар бир талаба гуруҳ баҳосини мос равишда балл тарзида олишини тушунтиради, гуруҳларда ишлаш коидалари билан таништиради. Гуруҳларда ишлаш натижаси қоғозда кўрсатиши кераклигини маълум қилади.</p>	<p>1.7. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (30 мин)	<p>2.1. талабаларни 4-5 гуруҳга ажратади. Ўқув топшириқларини (вазифаларни) тарқатади. Вазифа бутун гуруҳ томонидан бажарилишини эълон қилади. Вазифани бажаришда дарслик, маъруза матнлари, методик қўлланмалардан фойдаланиш мумкинлигини таъкидлайди. Гуруҳларда ишларни бошлашни эълон қилади.</p>	<p>2.1. Ўқув топшириқларини баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонлари билан танишадилар. Вазифани бажарадилар.</p>
3-Босқич Тақдимот (35мин.)	<p>3.1. Тақдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини ўзаро баҳолашни ташкил этади. Жавобларни шарҳлайди, билимларни умумлаштиради, вазифани бажариш жараёнидаги асосий хулосаларга эътиборни қаратади.</p>	<p>3.1. Такидлаб ўтишади. Бошқа гуруҳларга саволлар беради ва ўзаро баҳолашни амалга оширади. Ёзиб олади.</p>
4-босқич Яқуний (10 мин)	<p>4.1. Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>4.2. Лаборатория иши учун вазифа беради.</p> <p>4.3. Тайёрланган лаборатория ишларини текширади.</p>	<p>4.1 Тинглайдилар, аниқлаштирадилар.</p> <p>4.2. Лаборатория иши учун вазифани ёзиб оладилар.</p>

## 5-мавзу.

### Тишли ғилдиракларини ўлчаш.

#### 2.2.5. Лаборатория машғулотини ўқитиш технологияси.

Вақти – 2 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулоти.
Лаборатория машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тишли ғилдиракларни тайёрланиш усуллари.</li> <li>2. Тишли ғилдиракларни турлари.</li> <li>3. Тишли ғилдиракларни асосий геометрик параметрларини аниқлаш.</li> <li>4. Тишли ғилдиракни амалда ўлчаб, назарий ва амалий натижаларни таққослаш.</li> <li>5. Тишли ғилдиракни кинематик схемасини чизиш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Тишли ғилдиракларни, ҳамда унинг тайёрланиш усулларини ўрганиш ва асосий геометрик параметрларини аниқлаб, кинематик схемасини чизишдан иборат.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни тақослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Ўз фикрини шакллантириш ва билдириш жараёнини ташкил қилиш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фанга таълуқли асосий тушунчаларга таъриф беради ва кетларда кўрсатади.</li> <li>- Турли механизмлар макет ва моделларида тишли ғилдиракларни кўрсатиб. Уларнинг турлари, тайёрланиш усуллари тўғрисида маълумот беради ва номлайди.</li> <li>- Макетларда кинематик турларни кўрсатиб, уларнинг синфини аниқлайди.</li> <li>- Тишли ғилдиракни асосий геометрик параметрларини аниқлайди ва ўлчамларини ўлчаб олади.</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда ўқиш, мунозара, тақидлаб, билим-сўров, график ташкил этувчилар табица-жадвал “Вена” диаграммаси.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланмалар маъруза матни, плакат ва макетлар, линейка ва циркуль, штангенциркуль.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Фан бўйича лаборатория ишларини ўтказиш, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

## 2.2.5. Лаборатория машғулотининг технологик картаси (7 – машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режасини айтади.</p> <p>1.2. Талабаларни билимларини ўзлаштириш мақсадида мавзунинг таянч иборалари асосида кейс-стади усули ёрдамида уларни билимларини чуқурлаштиради.</p> <p>1.3. Талабалардан жавобни эшитади ва мавзу муҳокамаси, гуруҳларда ишлар тақдимотидан сўнг давом этишни эълон қилади.</p> <p>1.4. Ҳар бир талаба гуруҳ баҳосини мос равишда балл тарзида олишини тушунтиради, гуруҳларда ишлаш қоидалари билан таништиради. Гуруҳларда ишлаш натижаси қоғозда кўрсатиши кераклигини маълум қилади.</p>	<p>1.8. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (30 мин)	<p>2.1. талабаларни 4-5 гуруҳга ажратади. Ўқув топшириқларини (вазифаларни) тарқатади. Вазифа бутун гуруҳ томонидан бажарилишини эълон қилади. Вазифани бажаришда дарслик, маъруза матнлари, методик қўлланмалардан фойдаланиш мумкинлигини таъкидлайди. Гуруҳларда ишларни бошлашни эълон қилади.</p>	<p>2.1. Ўқув топшириқларини баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонлари билан танишадилар. Вазифани бажарадилар.</p>
3-Босқич Тақдимот (35мин.)	<p>3.1. Тақдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини ўзаро баҳолашни ташкил этади. Жавобларни шарҳлайди, билимларни умумлаштиради, вазифани бажариш жараёнидаги асосий хулосаларга эътиборни қаратади.</p>	<p>3.1. Таъкидлаб ўтишади. Бошқа гуруҳларга саволлар беради ва ўзаро баҳолашни амалга оширади. Ёзиб олади.</p>
4-босқич Яқуний (10 мин)	<p>4.1. Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>4.2. Лаборатория иши учун вазифа беради.</p>	<p>4.1 Тинглайдилар, аниқлаштирадилар.</p> <p>4.2. Лаборатория иши учун вазифани</p>

	4.3. Тайёрланган лаборатория ишларини текширади.	ёзиб оладилар.
--	--	----------------

**6-7 –мавзу: Планетар механизмлар. Планетар узатмалар. Дифференциал механизмлар.**

**2.1.17. Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.**

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 36-70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Электрон дарслик
Маъруза машғулотининг режаси	1. Оддий планетар механизмлар. 2. Жамлагичлар ва дифференциаллар. 3. Планетар редукторлар, уларнинг узатиш нисбати ва қўллаш соҳаси.
Ўқув машғулотининг мақсади;	Планетар ва дифференциал механизмларнинг кинематик схемасини, унинг қўзғалувчанлик даражаси ва узатишлар сонини, етакланувчи звенонинг бурчак тезлигини аниқлашдан иборат.
Педагогик вазифалар: - Планетар механизмлар машинасозликда кенг тарқалган бўлиб, муҳим аҳамиятга эга; - Планетар механизмларнинг фойдали иш коэффицентлари, узатиш сонлари, аниқлашнинг назарий асосларини ўргатади; - Дифференциал механизмнинг қўлланиши соҳалари ва иш унумдорлигини ўрганиш усуллари; - Планетар ва дифференциал механизмларни технологиясини ўрганиш.	Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба! - Оддий планетар механизм кинематик схемасини чизади; - Планетар механизмни изохлайди; - Планетар механизм шартлари билан танишиди; - Жамлагичларни изохлайди; - Дифференциал механизмларни асослайди; - Планетар редукторларни қўлланиш соҳаларини тавсифлайди;
Ўқитиш усуллари	Электрон дарслик, савол-жавоб, баён қилиш, тест, масала ечиш.
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар.
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ-гуруҳ ва яккалик техникалари.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Доска ва компьютер билан жиҳозланган аудитория, ўқув плакатлари ва жиҳозлари.

### Маъруза машғулотининг технологик картаси (11 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади. 1.2. Мавзунинг илмий янгилиги асосланади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади. 1.2. Муҳокама қилади.
2- босқич (62 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб қилиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади. - Оддий планетар механизм схемасини чизинг; - Планетар механизм нима? - Дифференциал механизм нима?	2.1. Эшитади, навбат билан бир-бирларини такрорламасдан атамаларни айтишади. Ўйлайди, жавоб беради:
	2.2. Ўқитувчи электрон дарсликдан фойдаланган ҳолда маърузани баён этиш давом этади. Планетар тишли механизмлар, жамлагичлар, дифференциал механизмлар ишлатилиши ва қўлланилиш соҳалари шарҳланади.	2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.
	2.3. Планетар ва дифференциал механизмларнинг эркинлик даражасини ва узатиш сонини топишни формула асосида тушунтирилади.	2.3. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади. Тарифлар ва формулаларни ёзиб олади ва мисоллар келтирилади.
	2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларга эътибор қилишни, таянч ибораларини эслаб қолишни ва ёзиб олишларини таъкидлаш.	2.4. Вазифа топшириқларни кўчириб олади.
3 Босқич Якуний (8мин.)	3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Жеймс ва Давид редукторларини ўрганиш.	3.1. Эшитади, аниқлаштирилади.  3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

**8 –мавзу: Планетар механизмларнинг синтези.  
2.1.19. Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.**

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 40-70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Электрон дарслик
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планетар механизмни лойиҳалаш.</li> <li>2. Планетар механизмни тезликлар планини куриш.</li> <li>3. Планетар механизмни чизиқли тезликлар куриш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Планетар механизмларни лойиҳалаш ва кинематик схемасини чизиш, ҳамда тишлар ва узатишлар сонини аниқлаш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Планетар механизмларнинг ўқлараро мос тушиш шарти;</li> <li>- Планетар механизмларнинг кўшничилик шарти;</li> <li>- Планетар механизмларнинг йиғиш шарти;</li> <li>- Планетар механизмларни тезлик ва чизиқли тезлик планини куриш технологиясини ўрганиш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Планетар механизм кинематик схемасини чизади;</li> <li>- Планетар механизмни изохлайди;</li> <li>- Планетар механизм шартлари билан танишиди;</li> <li>- Планетар механизм тезлик ва чизиқли тезликлар планини куради;</li> <li>- Планетар редукторларни кўлланиш соҳаларини тавсифлайди;</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Электрон дарслик, савол-жавоб, баён қилиш, тест, масала ечиш.
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар.
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ-гуруҳ ва яккалик техникалари.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Доска ва компьютер билан жиҳозланган аудитория, ўқув плакатлари ва жиҳозлари.

## Маъруза машғулотининг технологик картаси (12 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади. 1.2. Мавзунинг илмий янгилиги асосланади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади. 1.2. Муҳокама қилади.
2-босқич (62 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб қилиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади. - Планетар механизм нима? - Планетар механизм ўқларининг ўзаро мос тушиш шarti? -Планетар механизмни тезликлар планини куриш.	2.1. Эшитади, навбат билан бир-бирларини такрорламасдан атамаларни айтишади. Ўйлайди, жавоб беради:
	2.2. Ўқитувчи электрон дарслиқдан фойдаланган ҳолда маърузани баён этиш давом этади. Планетар механизмлар ва редукторнинг қўлланилиш соҳалари шарҳланади.	2.2. Схема ва жадваллар мазмунини муҳокама қилади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.
	2.3. Планетар ва механизмнинг кўшничилиги, ўқларининг ўзаро мос тушиш ва йиғиш шартлари формула асосида тушунтирилади.	2.3. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади. Таърифлар ва формулаларни ёзиб олади ва мисоллар келтирилади.
	2.4. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилишни, таянч ибораларини эслаб қолишни ва ёзиб олишларини таъкидлаб ўтади.	2.4. Вазифа топшириқларни кўчириб олади.
3-Босқич Яқуний (8мин.)	3.3. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.4. Мустақил иш учун вазифа: Планетар механизмни тезлик ва чизиқли тезликлар планини	3.1. Эшитади, аниқлаштирилади. 3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

12-маъруза.

### Мураккаб тишли механизмлар.

#### Маъруза режаси.

1. Ғилдирак ўқлари кўзғалмас мураккаб тишли механизмлар.
2. Ортиқча ғилдиракка эга бир қаторли тишли механизмлар.
3. Оддий планетар механизм.
4. Жамлагичлар ва дифференциаллар.
5. Планетар редукторлар, уларнинг узатиш нисбати ва қўллаш соҳаси.

Фақат цилиндрик узатмалардан ташкил топган мураккаб тишли механизмларни кўриб чиқамиз. 9-маърузада айтилганидек, бундай механизмлар икки кўринишга бўлинади:

#### Ғилдирак ўқлари кўзғалмас мураккаб тишли механизмлар.

Стойкага нисбатан бундай механизмнинг ғилдирак ўқлари кўзғалмас, яъни корпусга нисбатан. Унга станокларнинг тезлик қутиси, автомобилларнинг узатма қутиси. кўтариш кранларининг редукторлари ва ҳ.к. киради.

12.1-расмда ғилдирак ўқлари кўзғалмас бўлган мураккаб тишли механизмнинг схематик кўринишининг асосий ва тана томонидагиси кўрсатилган. Кинематик схемаларда кўпинча битта кўриниш, яъни тана ёки ён кўриниши кўрсатилади.

Механизм тўртта кўзғалувчан звенога эга:

1 звено – валга қаттиқ маҳкамланган  $z_1$  тишлар сонига эга бўлган тишли ғилдирак;

2 звено – блок-шестерня яъни кўзғалмас ўқда эркин айланувчи,  $z_2$  ва  $z'_2$  тишлар сонига эга бўлган иккита қаттиқ боғланган тишли ғилдираклар;

3 звено – валга қаттиқ маҳкамланган  $z_3$  и  $z'_3$  тишлар сонига эга бўлган блок-шестерня;

4 звено – валга қаттиқ маҳкамланган ички тишларга ва  $z_4$  тишлар сонига эга бўлган тишли ғилдирак. Механизм биринчи звенодан тўртинчига узатилаётган бурчак тезликларни камайтириш учун қўлланилади ва у учта узатмадан тузилган – иккита ташқи ва битта ички. Бундай механизмни уч қаторли ёки уч поғонали дейилади: биринчи поғона  $z_1-z_2$  – тезюрар, иккинчи поғона  $z'_2-z_3$  – ораликдаги ва учинчи поғона  $z'_3-z_4$  – секинюрар.

Тишли механизмларни кинематик анализи стерженли ва кулачокли механизмларга нисбатан соддароқдир. Биз ҳамма тишли ғилдираклар текис айланяпти деб фараз қиламиз, кинематик ҳисоблаш масаласи кўпинча кириш звеносининг бурчак тезлиги маълум бўлган ҳолатда, қолган тишли ғилдиракларнинг бурчак тезликларини аниқлашга олиб келади. Масала механизмда узатиш нисбати ёрдамида ечилади.

12.1-расмдаги механизм учун чиқиш звеносининг бурчак тезлиги  $\omega_4$  механизмни узатиш нисбати формуласидан топиш мумкин:

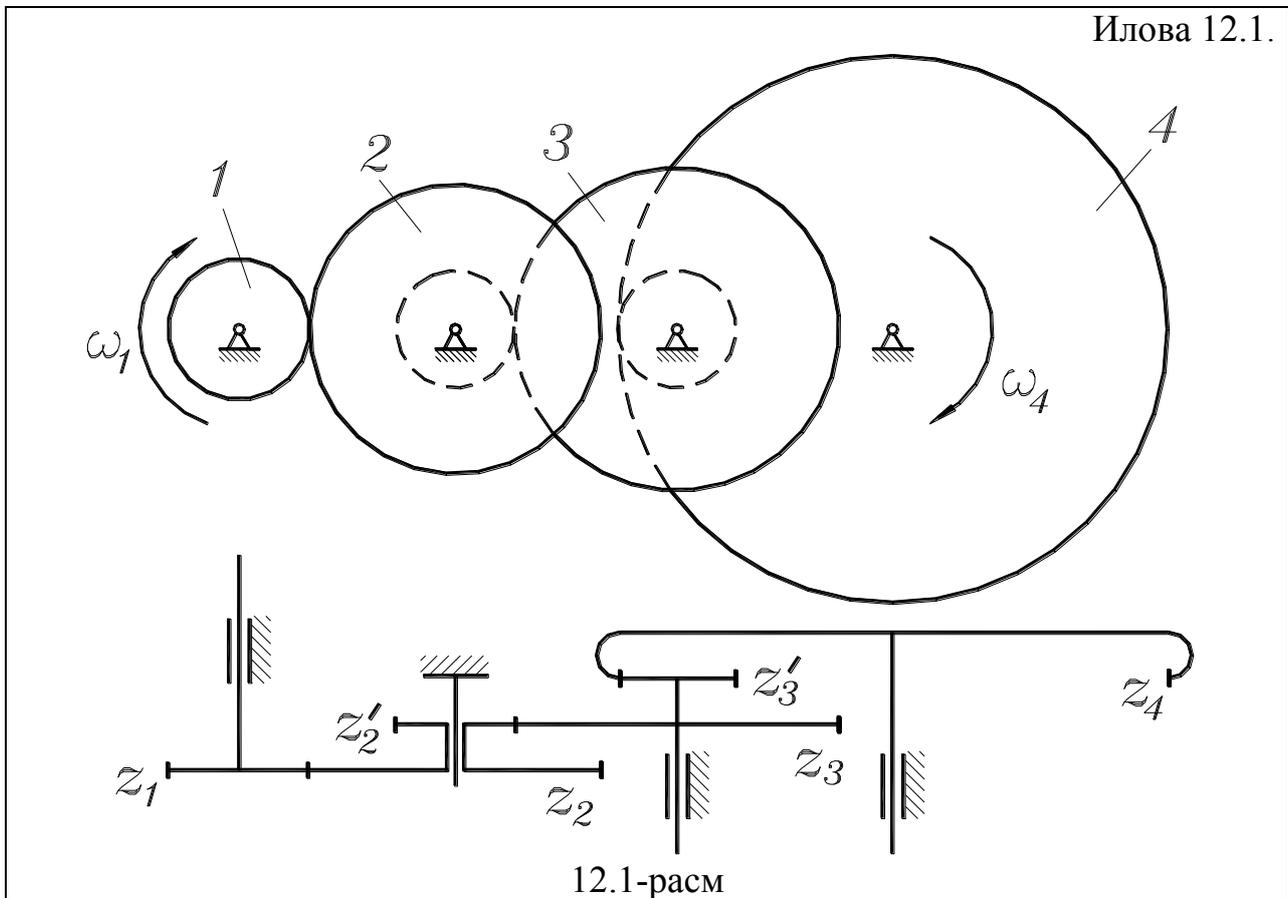
$$u_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} \quad (12.1)$$

Узатиш нисбати ишчи формуласини чиқариш учун, бу касрни иккинчи ва учинчи звеноларнинг бурчак тезликларига кўпайтириб, бўламиз. Битта звенодаги икки тишли ғилдиракни фараз қилиш учун, яъни 2-звенодаги  $z_2$  ва  $z'_2$  ва 3 звенодаги  $z_3$  ва  $z'_3$ ,  $\omega_2 = \omega'_2$  ва  $\omega_3 = \omega'_3$  лардан фойдаланамиз.

$$u_{14} = \frac{\omega_1 \omega'_2 \omega'_3}{\omega_2 \omega_3 \omega_4}$$

$\omega_1/\omega_2$  бурчак тезликлар нисбати – бу биринчи поғонадаги тишли механизмнинг узатиш нисбати, мос равишда,  $\omega'_2/\omega_3$  – иккинчи поғонанинг узатиш нисбати ва  $\omega'_3/\omega_4$  – учинчи поғонанинг узатиш нисбати. Унда қуйидагини ёзиш мумкин:

$$u_{14} = u_{12} u_{23} u_{34} \quad (12.2)$$



(12.2) формулага асосан, мураккаб тишли механизмнинг узатиш нисбати унинг таркибига кирувчи узатма узатиш нисбатларининг кўпайтмасига тенг.

Олдинги 11-маърузадан ташқи ва ички узатма (11.4) ва (11.7) узатиш нисбати формуласидан фойдаланиб, механизмнинг ишчи узатиш нисбати формуласини ёзамиз:

$$u_{14} = \left( -\frac{z_2}{z_1} \right) \left( -\frac{z_3}{z'_2} \right) \left( \frac{z_4}{z'_3} \right)$$

Энди (11.1) формуладан тўртинчи чиқиш звеносининг бурчак тезлигини топиш мумкин.

Кўзгалмас звеноли тишли механизмлар учун умумий кўринишда узатиш нисбати формуласини ёзамиз:

$$u_{1n} = \frac{z_2 z_3 \cdots z_n}{z_1 z'_2 \cdots z'_{(n-1)}} (-1^k) \quad (11.3)$$

бу ерда  $k$  – ташқи илашмалар сони. Узатиш нисбати ишорасини фақат ташқи узатма ўзгартиради.

Бу формула бўйича ғилдирак ўқлари кўзгалмас бўлган исталган мураккаб тишли механизмнинг узатиш нисбатини ҳисоблаш мумкин.

Энди олдинги схемадан фарқли бўлган мураккаб тишли механизмни кўриб чиқамиз. Бу механизм 11.2-расмда кўрсатилган.

Бу механизмни олдингисидан фарқи шундаки, унинг ҳамма тишли ғилдираклари бир қаторда бўлади, яъни, бу – бир қаторли тишли механизм. Бу механизмнинг кинематик масаласини ечиш учун (11.3) формуладан фойдаланамиз:

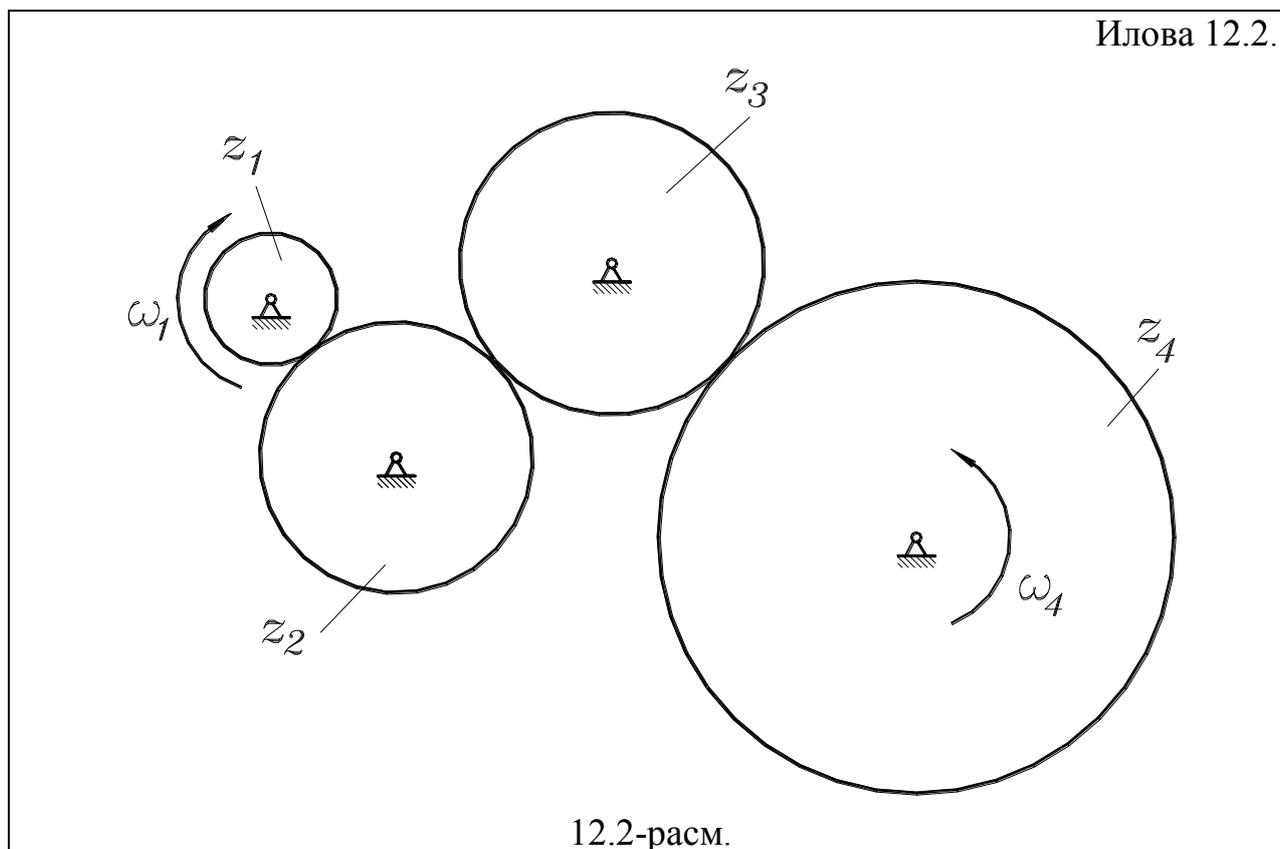
$$u_{14} = \frac{z_2 z_3 z_4}{z_1 z'_2 z'_3} (-1^3)$$

Бироқ, механизм схемасидан кўришиб турибдики, 2 ва 3 звенолар блок-шестерня бўла олмайди, улар битта тишли гардишга эга, яъни  $z_2=z'_2$ ,  $z_3=z'_3$ . Шунинг учун, қисқартирилгандан сўнг ҳосил қиламиз:

$$u_{14} = \frac{z_4}{z_1} (-1^3)$$

Формулага қараганда, механизмнинг узатиш нисбати қийматига оралиқ тишли ғилдираklar таъсир кўрсатмайди, бу қийматга фақат бир қаторда жойлашган биринчи ва охириги ғилдираklar таъсир кўрсатади. Шу сабабли оралиқ ғилдираklarни бундай механизмда паразитар дейилади. паразитар тишли ғилдираklar узатиш нисбатининг ишорасини ўзгартириш мақсадида (айланиш йўналишини ўзгартириш) ёки механизмнинг кириш ва чиқиш ғилдирак ўқларининг масофаси катта бўлганда фойдаланилади.

Бу механизмни кўриб, кинематик ҳисоблаш учун умумий хулоса чиқариш мумкин: агар кинематик занжирда бир қаторда бир қанча тишли ғилдираklar жойлашган бўлса, у ҳолда узатиш нисбати қийматига бу қаторда жойлашган фақат биринчи ва охириги ғилдираklarнинг тишлар сони таъсир этиб, оралиқ ғилдирак эса (паразит) фақатгина узатиш нисбати ишорасига таъсир қилади.



12.2-расм.

**Баъзи бир ғилдиракнинг ўқлари кўзгалувчан мураккаб тишли механизмлар (планетар механизмлар).**

12.3-расмда оддий планетар механизм схемаси келтирилган. 1 тишли ғилдирак ва  $H$  звено кўзгалмас нукта атрофида айланиши мумкин.  $H$  звенода ва 1 ғилдирак билан илашмага кирувчи, 2 тишли ғилдиракнинг айланиш маркази ётади.

1 ва  $H$  звенолар бир бирига боғланган ҳолатда, яъни, бир хил ёки қарама-қарши йўналишда, ҳар хил тезликда айланиши мумкин. Механизм ишида 1 ғилдиракда юмаланувчи 2 ғилдирак мураккаб ҳаракатланади. Звено ҳаракати куёш системасидаги планеталар ҳаракатига ўхшаб кетади, шунинг учун 1 звенони куёшли ғилдирак, 2 звенони сателлит,  $H$  звенони эса – водило дейилади.

Куёшли ғилдирак ва водило – бу кириш звенолари, чиқиш звеноси эса сателлит ҳисобланади. Мураккаб ҳаракатланувчи сателлитдан фойдаланиш, ишчи ёки ёрдамчи машина органларининг юритмаси учун қийиндир. Бу масалани енгиллаштириш мақсадида оддий планетар механизмга ички тишлар билан уч марказий ғилдирак (12.4-расм), сателлит билан илашмага кирувчи коронний тож ғилдирак қўшилган.

Планетар механизм конструкциясининг кейинги мураккаблиги битта сателлит билан мувозанатланмаганлиги сабабли ишлай олмаслиги: катта айланиш тезликларида сателлит массалари мувозанатланмаганлиги катта инерция кучларини келтириб чиқазади, бу эса механизмни синишга олиб келади. Планетар механизмда минимал сателлитлар сони – иккита, бироқ улар сони катта бўлиши ҳам мумкин, ўнтагача етади. Бу механизм

габаритини камайтириш билан боғланган: ўнта сателлитли планетар механизм бир хил қувватни узатаётганда, иккита сателлитли механизмга нисбатан кичикроқ габаритта бўлиши мумкин. Механизм ичида узатилаётган қувват сателлитлар сонига тенг потокларга бўлинади. Натижада, ўнта сателлитли механизмда тишли илашмадан ўтаётган қувват потоги, беш мартга кичик бўлади, иккита сателлитли механизмга қараганда, бунда модулни, ўқлараро масофани ва умумий габаритни камайтириш мумкин.

12.4-расмда кўрсатилган механизм схемасига тўртта сателлит крест кўринишида водилага жойлаштирилган. Ён кўринишда, кўпинча кинематик схемаларда фақат битта сателлит кўрсатилади.

12.4-расмдаги планетар механизм учун Чебишев формуласи (2.1) бўйича эркинлик даражаси сонини аниқлаймиз:

$$W = 3n - 2p_i - p_a + s$$

Ҳаракатланувчи звенолар сони  $n=7$ : куёшли ва коронний (тож) ғилдираклар, водило ва тўртта сателлит. Қуйи кинематик жуфтлар сони  $p_H=7$ : ҳар бир марказий ғилдирак стойка билан кинематик жуфт ҳосил қилади, ҳар бир сателлит эса водило билан. Олий кинематик жуфтлар сони  $p_B=8$ : тўртта ташқи илашувчи сателлитлар билан куёшли ғилдираклар ва тўртта ички илашувчи коронний ғилдираклар билан олий кинематик жуфт ҳосил қилади. ортиқча боғланишлар сони ёки ортиқча звенолар  $s=3$ : юқорида айтилганидек, учта сателлитлар 4, 5 ва 6 мувозанатлаш, мустаҳкамлаш ва габаритларини камайтириш мақсадида киритилган, структура бўйича улар ортиқча звенолар ҳисобланади. Чебишев формуласига қийматларни қўямиз:

$$W = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 7 - 8 + 3 = 2$$

Планетар механизм иккита эркинлик даражасига эга бўлади: у иккита кириш ва битта чиқиш звеносига эга бўлади, ёки битта кириш ва иккита чиқишга. Бундай механизм сумматор ва дифференциал кўринишида бўлади.

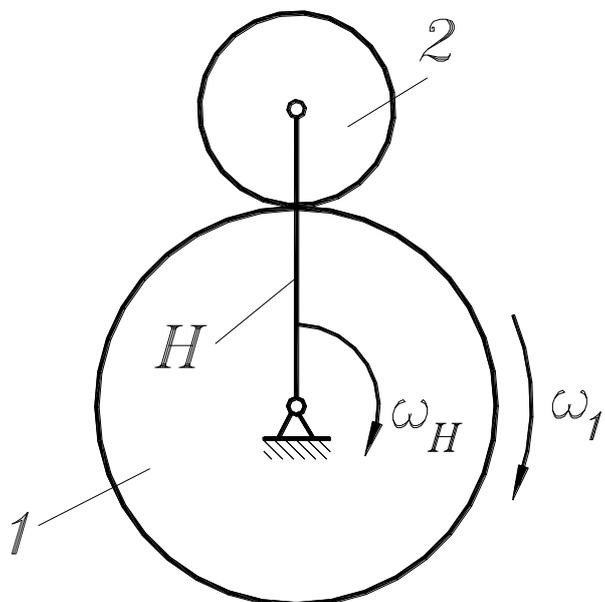
Сумматор иккита кириш звеносига эга, кўпинча марказий ғилдирак ва битта чиқиш звеноси – водило. Масалан, агар куёшли ғилдирак 5 марта айланса, коронний – 3 марта, водило эса 8 марта айланади. Сумматорлар кўпинча конусли узатмага эга бўлиб, программали бошқариш станокларининг узатиш механизмида фойдаланилади.

Дифференциаллар битта кириш звеносига эга, кўпинча, водило ва иккита чиқиш звеноси – марказий ғилдиракларга. Чиқиш звенолари бири иккинчисига боғлиқ бўлмаган ҳолатда айланишлари мумкин ва уларнинг ҳаракат характерлари механизм конструкциясига боғлиқлигидан ташқари, ташқи шаротиларга ҳам боғлиқдир. Дифференциаллар сумматорларга ўхшаб, конусли узатмага эга бўлиб, транспорт машиналарида фойдаланилади (автомобиллар, тракторларда). Ўнг ва чап етакловчи ғилдираклар, ўлчам ва йўл шароитига асосан бири иккинчисига боғлиқ бўлмаган ҳолатларда айланишлари мумкин. Масалан, агар автомобиль чапга бурилганда, чап ғилдирак ўнгга қараганда кам йўл босади, худди шундай бир вақт оралиғида чап ғилдирак ўнгга нисбатан, яъни кам бурчак тезликда айланади.

Бироқ техникада энг кенг тарқалган механизмлардан планетар механизмлар: агар марказий тишли ғилдиракдан бири тўхтатилса, у ҳолда

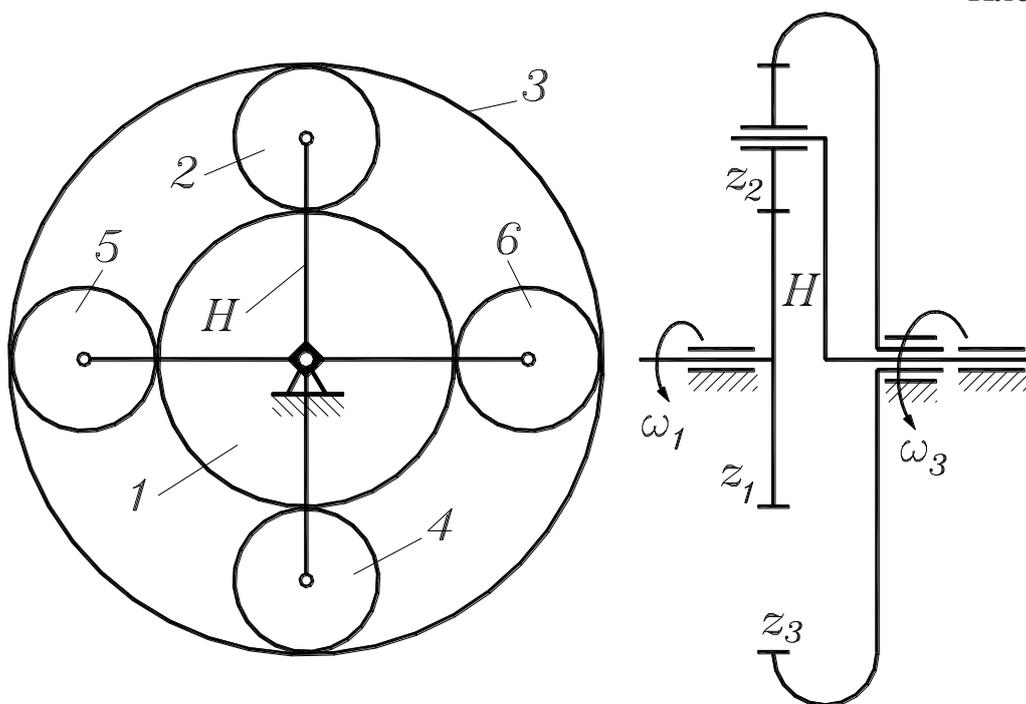
икки эркинлик даражасига эга механизм планетар редукторга айланади, яъни битта кириш ва чиқиш звеносига эга, эркинлик даражаси бирга тенг бўлган механизмга айланади. Планетар редукторлар технологик ва транспорт машиналарида, шу жумладан самолёт ва вертолётларнинг бош редуктори сифатида фойдаланилади.

Илова 12.3.



12.3-расм.

Илова 12.4.



12.4-расм.

### Планетар редукторлар.

Учта оддий планетар редукторларни кўриб чиқамиз: Джеймс редуктори, икки қаторли ва Давид редукторини.

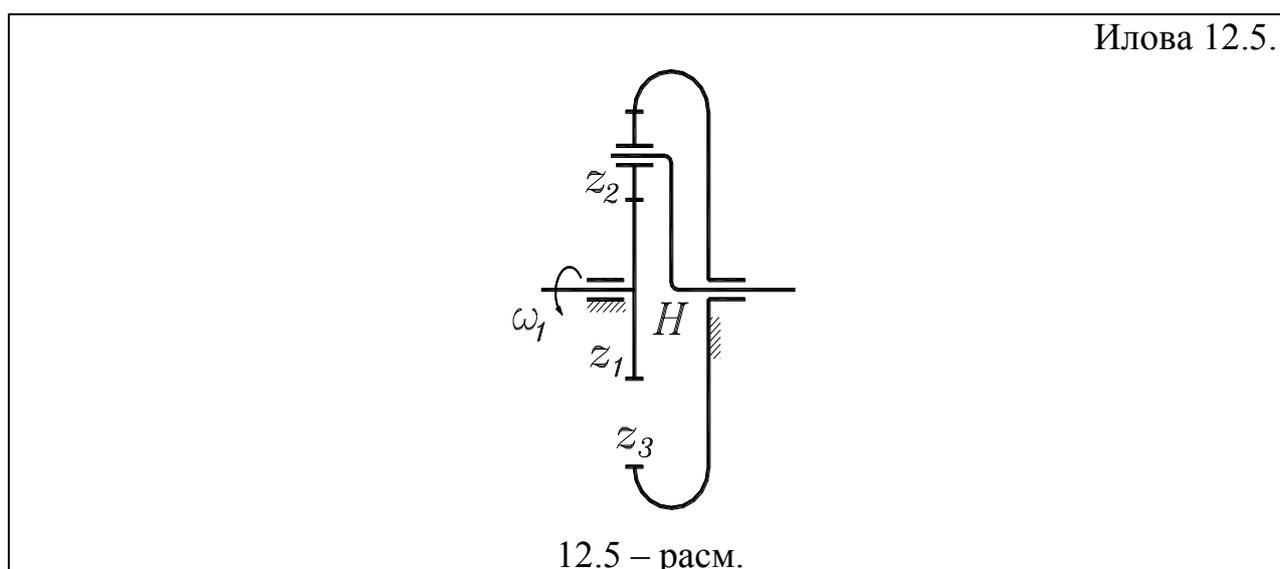
Джеймс редуктори – бу қўзғалмас коронний (тож) ёки қуёшли гилдиракка эга бир қаторли планетар редуктор. Кўпинча қўзғалмас коронний

(тож) ғилдиракка эга редукторлардан фойдаланилади, унинг схемаси 12.5-расмда берилган. Планетар редуктор узатиш нисбати формуласи Виллис теоремасига [2] асосан келтириб чиқарилади. Джеймс редуктори учун қўзғалмас тож ғилдирак билан, куёшли ғилдиракдан водилога узатиш нисбати:

$$u_{1H} = 1 + \frac{z_3}{z_1} \quad (12.4)$$

$2,5 < u_{1H} < 8$  бўлганда редуктордан фойдаланилади. Қўзғалмас куёшли ғилдиракли Джеймс редукторида ҳаракат тож ғилдиракдан водилога узатилганда:

$$u_{3H} = 1 + \frac{z_1}{z_3} \quad (12.5)$$

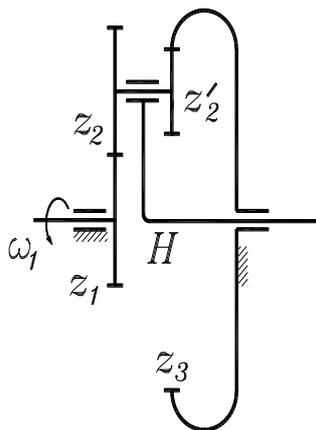


$1,2 < u_{H1} < 1,8$  бўлганда редуктордан фойдаланилади. Джеймс редуктори ер усти транспорт машиналарининг тезлик қутичаларида ва ён узатмаларда, юк кўтариш машиналарида, ҳамда самолёт ва вертолётларда айланма ҳаракатни двигателдан винтга узатишда бош кучли редуктор сифатида, бошқариш системаси механизмларида фойдаланилади.

Икки қаторли планетар редуктор иккиланган сателлит ва қўзғалмас тож ғилдиракка эга (12.6-расм). Кириш звеноси куёшли ғилдирак, чиқиш звеноси эса водило ҳисобланади. Редукторнинг узатиш нисбати:

$$u_{1H} = 1 + \frac{z_2 z_3}{z_1 z'_2} \quad (12.6)$$

формуладан кўриниб турибдики, бундай редукторнинг узатиш нисбати Джеймса редукторига нисбатан катта бўлиши мумкин. Улар  $8 < u_{1H} < 15$  бўлганда фойдаланилади. Кучли редуктор сифатида самолётларда фойдаланилади.



12.6. – расм.

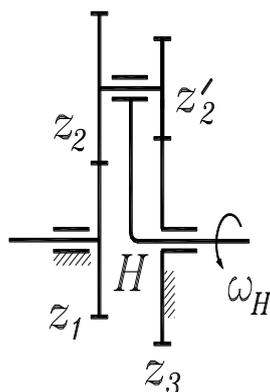
Агар Джеймс редуктори ва икки қаторли редуктор қуёшли ва тож ғилдирақларга эга бўлса, Давид редуктори эса иккита қуёшли ёки иккита тож ғилдирақларга эга бўлиши мумкин 12.7-расмда иккита қуёшли ғилдирақ, улардан бири 3 ғилдирақ қўзғалмас Давид редуктори кўрсатилган. Бундай редукторда ҳаракат Н водилодан 1 қуёшли ғилдираққа узатилади. Редукторнинг узатиш нисбати:

$$u_{H1} = \frac{1}{1 - \frac{z_2 z_3}{z_1 z'_2}} \quad (12.7)$$

(12.7) формуладан кўриниб турибдики, қанча қасрнинг маҳражи бирга яқин бўлса, шунча бундай редукторнинг узатиш нисбати қиймати катта бўлади. Улардан  $15 < u_{H1} < 10000$  ва ундан катта бўлганда фойдаланилади.

Масалан, агар  $z_1=100$ ,  $z_2=99$ ,  $z'_2=100$  ва  $z_3=101$ , бўлса

$$u_{H1} = \frac{1}{1 - \frac{99 \cdot 101}{100 \cdot 100}} = 10000$$



12.7. – расм.

Бирок бундай редукторларда ишқаланишга катта йўқотиш сарф бўлгани сабабли кучли сифатида фойдаланиш мумкин эмас. Узатиш нисбати  $i_{H1}=10000$  га тенг редукторнинг фойдали иш эффиенти  $\eta=0,04$ , яъни фақат 4% қуввати чиқишда фойдаланиш мумкин, 96% қувват эса, редуктор ичидаги ишқаланишни енгиш учун сарфланади. Шунгга ўхшаш редукторлар ўлчовчи кинематик цепларда, приборларда ва астрономияда телескопни буриш учун фойдаланилади.

### **Таянч сўзлар.**

1. Паразит ғилдирак – бу узатиш нисбати қийматига таъсир кўрсатмайдиган тишли ғилдирак.

2. Ғилдирак ўқлари кўзгалмас бўлган мураккаб тишли механизм узатиш нисбати унга кирган узатмаларнинг узатиш нисбатлари кўпайтмасига тенг.

3. Сумматор – бу иккита кириш ва битта чиқишга эга бўлган планетар механизм.

4. Дифференциал – бу битта кириш ва иккита чиқишга эга планетар механизм.

5. Планетар редуктор – бу битта кўзгалмас марказий ғилдиракка, битта кириш ва битта чиқишга эга бўлган планетар механизм.

6. Джеймс редуктори – бу кўзгалмас тож ёки қуёшли ғилдиракка эга бўлган бир қаторли планетар редуктор.

7. Давид редуктори бу иккиланган қуёшли ёки иккиланган тож ғилдирака эга бўлган икки қаторли планетар редуктор.

### **Контрол саволлар.**

1. Кўп поғонали ёки кўп қаторли тишли механизмлар нима?
2. Мураккаб тишли механизм узатиш нисбати қандай аниқланади?
3. Паразит ғилдиракка эга бир қаторли тишли механизм қандай характерланади?
4. Оддий планетар механизм қандай ҳосил қилинади?
5. Сумматор ва дифференциал нима ва улар қаерда фойдаланилади?
6. Планетар редуктор схемаларидан қайси бири кенг қўлланилади?
7. Планетар редукторнинг узатиш нисбати мингдан катта бўлиши мумкинми?

Мавзу	Ўқлари кўзгалмас мураккаб тишли илашмали узатмаларнинг узатиш нисбатларини аниқлаш.
-------	---

### 2.2.6. Лаборатория машғулотида ўқитиш технологияси.

Вақти – 2 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулоту.
Ўқув машғулотининг режаси	1 Мураккаб тишли узатмалар нима ва уларнинг ҳосил бўлиши. 2 Ўқлари кўзгалмас мураккаб тишли узатмалар турлари. 3 Мураккаб тишли узатмаларнинг турларига кўра узатиш сонларини аниқлаш.
Ўқув машғулотининг мақсади. Мураккаб тишли узатмаларни технологик жараёндаги талабларга асосан ҳосил қилиш, уларнинг схемаларини чизиш ва узатиш сонларини аниқлаш билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.	
Педагогик вазифалар: 1 Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш; 2 Билимларни тақослаш умумлаштириш, тахлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш; 3 Лаборатория ишларини ва эксперимент ўтказишда амалий кўникмаларни шакллантириш. 4 Ўз фикрини шакллантириш ва билдириш жараёнини ташкил қилиш; 5 Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.	Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба: - Тишли узатмаларнинг таҳлили, уларнинг турларини билиши. - Мураккаб тишли узатмаларни ҳосил қилинишини билиши. - Мураккаб тишли узатмаларнинг схемаларини чизишни ва узатиш сонини аниқлашни билиши. - Узатиш сонини ўзгарувчан тишли узатмаларни қўлланиш соҳаси ва уларни ишлаш принциплари тўғрисида тушунча ҳосил қилиш
Ўқитиш усуллари	Биргаликда ўқиш, мунозара, таъкидлаш, блиц-сўров, кейс-стади усули
Ўқитиш воситалари	Методик қўлланма, лаборатория ишини ўтказиш бўйича макет ва лаборатория, тарқатма материаллар, калькулятор.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

## 2.2.6. Лаборатория машғулотининг технологик картаси

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (15мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режасини ҳамда макетлар ва ускуналар билан таништиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказади.</p> <p>1.3 Гуруҳларда ишлаш қоидаларини тушунтиради.</p> <p>1.3. Мустақил вазифаларни текширади.</p>	<p>1.1.Тинглайдилар, ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (55 мин)	<p>2.1. Талабаларни 2-3 гуруҳга ажратади. Лаборатория ишини бутун гуруҳ томонидан бажаришини эълон қилади. Ўқув натижаларини, жадвалда кўрсатилишини эълон қилади.</p> <p>2.2. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини ўзаро баҳолашни ташкил этади</p> <p>2.3. Вазифани бажариш жараёнида асосий хулосаларга эътиборни қаратади.</p>	<p>2.1. Лаборатория ишини бажарадилар.</p> <p>2.2. Ҳар бир гуруҳ ўз натижаларини баён этади. Хулоса қилади ва фикрлайди.</p> <p>2.3. Ҳисоблайди, ёзади.</p>
3-Босқич Такдимот (10мин.)	<p>3.1 Машғулотга яқун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Лаборатория ишларини қабул қилади, саволлар беради.</p>	<p>3.1. Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Лаборатория ишларини кўрсатади. Саволларга жавоб беради.</p>

<b>Мавзу</b>		<b>Планетар механизмларнинг узатиш нисбатини аниқлаш</b>	
<b>2.2.7 Лаборатория машғулотида ўқитиш технологияси.</b>			
Вақти – 2 соат		Талабалар сони: 25-30 нафар	
Ўқув машғулотининг шакли		Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича лаборатория машғулотиди.	
Ўқув машғулотининг режаси		<p>1 Эпициклик тишли механизмларнинг турлари, уларнинг афзаллиги ва камчилиги.</p> <p>2 Планетар механизмларнинг турлари ва уларнинг узатиш нисбатларит, ф.и.к лари</p> <p>3 Планетар механизмнинг узатиш сонини аниқлаш, тишлар сонини аниқлаш, уларни лойиҳалаш шартларида мос келишини текшириб кўриш.</p> <p>4 Планетар механизм звеноларининг кинематик параметрларини аниқлаш.</p>	
Ўқув машғулотининг мақсади; Планетар тишли механизмларни лойиҳалашда звеноларнинг тишлар сонларини шартларга текшириш, билимларни ҳосил қилиш ва чуқурлаштириш.			
Педагогик вазифалар:		Ўқув фаолиятини натижалари.	
1 Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;		Талаба:	
2 Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;		- Эпициклик механизмларнинг турларини билиши, уларнинг схемаларини чизишни ва улар орасидаги фарқларни билиши.	
3 Лаборатория ишларини ва эксперимент ўтқизишда амалий кўникмаларни шакллантириш.		- Эпициклик механизмларни қайси техника соҳаларида қўлланишини билиши.	
4 Ўз фикрини шакллантириш ва билдириш жараёнини ташкил қилиш;		- Планетар механизмларнинг турларини, улар орасидаги фақларни билиши, узатиш нисбатларини аниқлаш бўйича тушунча ҳосил қилиши.	
5 Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.		- Технологик жараёнда қўйилган талаблар бўйича планетар механизмнинг лойиҳалашда билимларни шакллантириш.	
Ўқитиш усуллари		Биргаликда ўқиш, мунозара, танқид, блиц-сўров, кейс-стади усули	
Ўқитиш воситалари		Методик қўлланма, лаборатория ишини ўтқизиш бўйича макет ва лаборатория, тарқатма материаллар, калькулятор.	
Ўқитиш шакли		Гуруҳий, коллектив.	
Ўқитиш шарт-шароитлари		Техник таъминланган гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.	

## 2.2.7 Лаборатория машғулотининг технологик картаси

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (15мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтқазуш режасини ҳамда макетлар ва ускуналар билан таништиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтқазди.</p> <p>1.3 Гуруҳларда ишлаш қоидаларини тушунтиради.</p> <p>1.3. Мутақил вазифаларни текширади.</p>	<p>1.1. Тинглайдилар, ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (55 мин)	<p>2.1. Талабаларни 2-3 гуруҳга ажратади. Лаборатория ишини бутун гуруҳ томонидан бажаришни эълон қилади. Ўқув натижаларини жадвалда кўрсатишни эълон қилади.</p> <p>2.2. Такдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини ўзаро баҳолашни ташкил этади</p> <p>2.3. Вазифани бажариш жараёнида асосий хулосаларга эътиборни қаратади.</p>	<p>2.1. Лаборатория ишини бажарадилар.</p> <p>2.2. Ҳар бир гуруҳ ўз натижаларини баён этади. Хулоса қилади ва фикрлайди.</p> <p>2.3. Ҳисоблайди, ёзади.</p>
3-Босқич Такдимот (10мин.)	<p>3.1 Машғулотга якун ясайди, фаол иштирок этган талабаларни рағбатлантиради.</p> <p>3.2. Лаборатория ишларини қабул қилади, саволлар беради.</p>	<p>3.1. Тинглайдилар.</p> <p>3.2. Лаборатория ишларини кўрсатади. Саволларга жавоб беради.</p>

**9–мавзу: Кулачокли механизмларни анализ қилиш. Кулачокнинг фаза бурчаклари. Турткичинг тезлик ва тезланишларини аниқлаш. Кулачокли механизмлар учун қутб тезлик ва тезланишлар планини кўриш. Узатиш бурчаги хақида тушунча.**

**2.1.20 ва 2.1.21 Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.**

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 30-70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Кириш. Визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кулачокли механизмлар турлари, афзаллиги ва камчилиги тузалиши.</li> <li>2. Автомобилларда қўлланиладиган кулачокли механизмлар турлари ва ишлаш принципи.</li> <li>3. Кулачокли механизмнинг геометрияси. Фаза бурчаклари, профиллари.</li> <li>4. Турткичинг тезлик ва тезланишларини аниқлаш.</li> <li>5. Кулачокли механизмнинг лойиҳалашдаги кетма-кетлиги.</li> <li>6. Турткичинг (коромыслонинг) ҳаракат қонунини танлаш ва уни асослаш.</li> <li>7. Кулачокли механизмга таъсир этаётган кучлар. Босим бурчаги. Унинг Ф.И.К.га ва ишлаш жараёнига таъсири. Узатиш бурчаги хақида тушунча. Кулачокли механизмлар қутб тезлик ва тезланишлар планини куриш.</li> <li>8. Босим бурчаги ва кулачокнинг минимал радиуси орасидаги боғлиқлик.</li> </ol>
<p><u>Ўқув машғулотининг мақсади</u>; Кулачокли механизмлар турлари, тузилиши, уларнинг ишлаш принципи ва қўлланиш соҳалари билан таништириш. Механизмнинг геометрияси, кинематикаси хақида тушунча бериш, лойиҳалаш кетма-кетлигини ўргатиш.</p>	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кулачокли механизмлар қайси механизмлар туркумига киришини, унинг тузилиши ва турларини ўрганиш.</li> <li>- Кулачокли механизмнинг геометрияси ва кинематикасини ўрганиш.</li> <li>- Босим бурчагини механизмни иш жараёни таъсирини ўрганиш.</li> <li>- Тезлик ва тезланишлар планини куришни ўрганиш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кулачокли механизмлар турларини айтиб бериш.</li> <li>- Эркинлик даражасини аниқлаш.</li> <li>- Автомобилларда қўлланиладиган кулачокли механизмлар турларини, схемаларини чизиб бериш.</li> <li>- Механизмни схемасини чизиб, геометрик параметрларини кўрсатиш.</li> <li>- Механизм звеноларини тезлик ва тезланишларини аниқлаш.</li> <li>- Лойиҳалаш кетма-кетлигини билиш.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ҳаракат қонуни тўғри танланилиши ва уни асослаши.</li> <li>- Таъсир этаётган кучларни айтиб бериш, босим бурчаги нима ва уни иш жараёнини таъсирини айтиб бериш.</li> <li>- Тезлик ва тезланиш плани қуриш.</li> <li>- Босим бурчагини камайтириш учун қандай амаллар қилишини айтиб бериш.</li> </ul>
Ўқитиш услуби ва техникаси	Визуал маъруза, блиц-сўров, кластер, “ҳайўк” техникаси
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар.
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ-гуруҳ ва яккалик техникалари.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Доска ва компьютер билан жиҳозланган аудитория, ўқув плакатлари ва жиҳозлари.

### 2.1.20 Маъруза машғулотининг технологик картаси (13 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (8мин.)	1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади.
2- Босқич Асосий (65 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб қилиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Автомотиларда ГТМ қандай ишни бажарди.</li> <li>-ГТМ қандай қисмлардан (звенолардан) иборат ва қисмлар қандай ҳаракат қилади.</li> </ul> <p>2.2. Ўқитувчи вертуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён эттишда давом этади. Кулачокли механизмлар турларини компьютер ва проектор ёрдамида кўрсатади ва тушунтиради.</p> <p>2.3. Кулачокли механизм геометриясини доскада чизиб кўрсатади, фаза бурчакларини тушинтиради, кулачок сиртлари тўғрисида маълумот беради.</p> <p>2.4. Кулачокли механизмни нимага асосланиб лойиҳалашни ва унинг кетма-кетлигини тушинтирди.</p>	<p>2.1. Эшитади. Ўйлайди, жавоб беради:</p> <p>2.2. Кўради, эшитади ва чизиб олади.</p> <p>2.3. Эшитади, чизиб олади.</p> <p>2.4. Эшитади, ёзади.</p> <p>2.5. Эслаб қолади, ёзади.</p> <p>Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат қилади.</p>

	2.5.Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилиши ва ёзиб олишларини таъкидлайди.	Тўғриларини ёзиб олади, мисоллар келтиради.
3-Босқич Якуний (7мин.)	3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Аниқ берилган кулачокли механизмлар учун уларнинг тузилишини ва эркинлик даражасини аниқлашни вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.	3.1. Эшитади, аниқлаштирилди.  3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

### 2.1.21 Маъруза машғулотининг технологик картаси (14 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотида кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади.
2- босқич Асосий (60 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб қилиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади. - Қутб тезлик ва тезланиш режалари нимага асосланиб курилади. - Тезланиш векторларини йўналиши қандай аниқланди 2.2. Ўқитувчи вертуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён эттишда давом этади. Доскада кулачокли механизм схемасини чизиб, тезлик вектор тенгламалар асосида қутб тезлик панини қуради. 2.3. Механизмда таъсир этаётган кучларни кўрсатади, аниқлаш тенгламаларини ёзади ва улар босим бурчагини боғлиқлиги кўрсатади. Босим бурчагини ошиш иш тарабини қандай таъсир кўрсатишини тушинтиради. 2.4. Узатиш бурчаги ҳақида тушунча беради. 2.5. Доскадаги чизмадан фойдаланиб, босим бурчаги ва кулачокнинг минимал радиусига боғлиқ тенгламасини келтириб чиқаради.	2.1. Эшитади. Ўйлайди, жавоб беради:  2.2. Кўради, эшитади ва чизиб олади.  2.3. Эшитади, ёзади.  2.4. Эшитади, ёзади. 2.5. Эшитади, ёзади. 2.6. Эслаб қолади, ёзади. Ҳар бир саволга жавоб беришга ҳаракат

	2.6. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилиши ва ёзиб олишларини таъкидлайди.	қилади. Тўғриларини ёзиб олади, мисоллар келтиради.
3-Босқич Якуний (10мин.)	3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Марказий бўлган кулачокли механизм учун тезлик қутб планини қуриш ва кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш тенгламасини келтириб чиқариш вазифа қилиб берилади ва баҳоланади.	3.1. Эшитади, аниқлаштирилади. 3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

### 13-маъруза

#### Кулачокли механизмлар. Турлари, геометрияси ва кинематикаси.

##### Маъруза режаси.

1. Кулачокли механизмни аниқлаш.
2. Конструктив белгиларга қараб кулачокли механизм турлари.
3. Оддий кулачокли механизмнинг геометрик ва кинематик параметрлари.
4. Профил ва фаза бурчаклар.

Кириш звеносининг формасидан аниқланади, уни кулачок дейилади; кулачок билан боғланган звенони толкател дейилади. 13.1а-расмда оддий кулачокли механизм схемаси берилган. Кулачок-1 аниқ форма профилга эга бўлиб, қўзғалмас нукта атрофида айланади; кулачок билан боғланган толкател-2 қўзғалмас йўналишда қайтма-илгариланма ҳаракат қилади. Толкател ҳаракатининг характери кулачок профилидан аниқланади. Ҳамма келгуси мисолларда кулачокни 1 рақами билан, толкателни эса 2 рақами билан белгилаймиз.

##### Кулачокли механизм турлари.

Кулачокли механизм схемаларининг кўпқирралиги уларни ҳарактерли аломатларига қараб турларга бўлинишидир. Ҳар қандай турга бўлиниш нисбий, яъни тўла бўлиши мумкин эмас, кўриниши ўзгариши мумкин ёки турларга бўлиниш процессида янги аломатлар пайдо бўлиши мумкин. Бу ерда кулачокли механизмларни олти аломат бўйича бўлиш мумкин.

##### 1. Ҳажм аломати бўйича:

- а) текис;
- б) фазовий;

Текис кулачокли механизмларда звенолар бир ёки параллел текисликда ҳаракатланади (13.1а-расм), агарда бу шарт бажарилмаса, механизм фазовий бўлади. Шундай механизмлардан бири 13.1б-расмда кўрсатилган: кулачок 1.

##### 2. Кулачокнинг ҳаракатланиш характери бўйича;

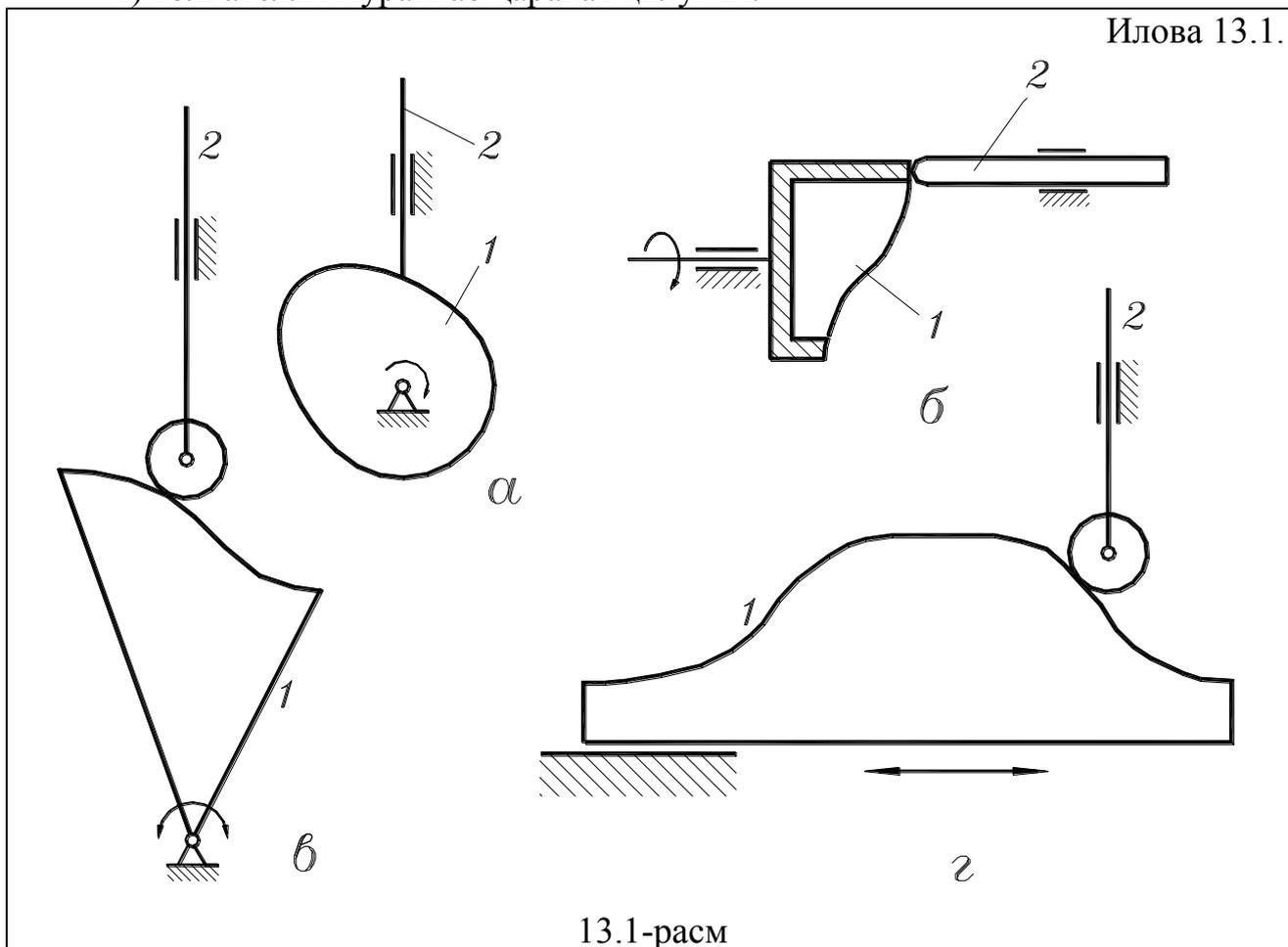
- а) айланувчи кулачок;
- б) силкинувчи кулачок;

в) илгариланма ҳаракатланувчи кулачок.

13.1а ва 13.1б-расмда кулачоки айланувчи кулачокли механизм схемаси келтирилган. 13.1в-расмда кулачоки силкинувчи кулачокли механизм кўрсатилган; кулачок вектор кўринишида бўлиб, кўзғалмас нуқтага нисбатан силкиниб ҳаракатланади. 13.1г-расмда кулачоки илгариланма ҳаракатланувчи кулачокли механизм схемаси келтирилган, бу кулачок кўзғалмас йўналтирувчида қайтма-илгариланма ҳаракат қилади.

3. Толкател ҳаракатининг характери бўйича:

- а) толкател илгариланма ҳаракатланувчи;
- б) силкинувчи толкателли.
- в) толкателли мураккаб ҳаракат қилувчи.



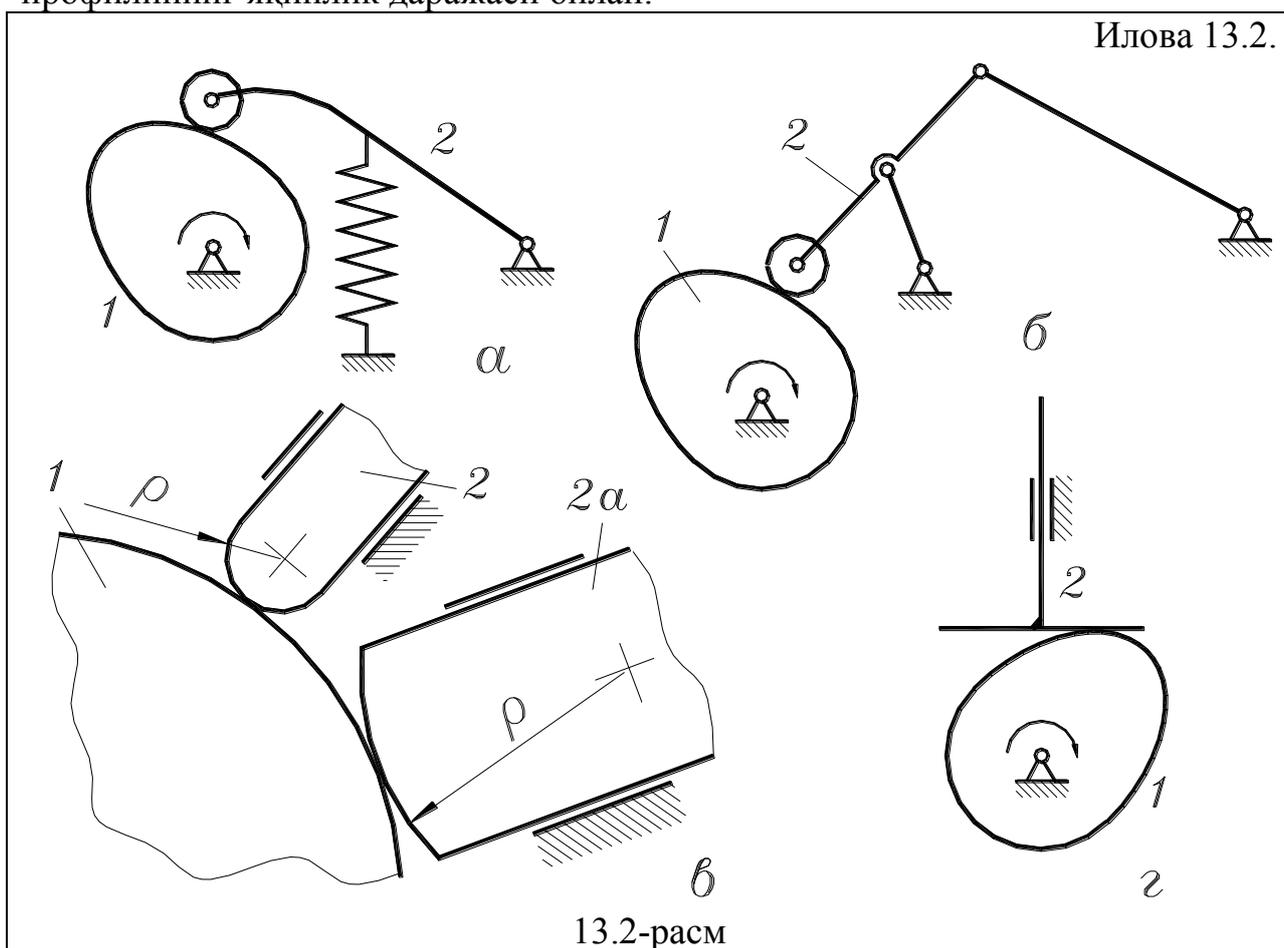
13.1-расмда кўрсатилган ҳамма кулачокли механизм схемаларида толкател илгариланма ҳаракатланади. 13.2а-расмда силкинувчи толкателли кулачокли механизм схемаси келтирилган: толкател 2 кўзғалмас нуқтага нисбатан силкиниши мумкин, у ҳаракатининг характери кулачок 1 профилига боғлиқ. 13.2б-расмда толкателли мураккаб ҳаракат қилувчи кулачокли механизм схемаси кўрсатилган. Толкател 2 стерженли шарнирли механизм бўлиб ва у нуқтанинг ҳаракат траекторияси бу механизм звеноси ўлчамига боғлиқ, у ҳаракатининг характери, яъни тезлик ва тезланиш кулачок 1нинг профилидан аниқланади.

4. Толкателнинг конструкцияси бўйича – кулачок билан боғланган толкателнинг бир қисми кўрилади:

- а) ўткир учли толкателли;

- б) ясси толкателли;
- в) текис толкателли;
- г) роликли толкателли.

Ўткир учли толкателли кулачокли механизм схемаси 13.1а-расмда берилган, ясси толкателлиги эса кулачокнинг боғланиши олий кинематик жуфти ташкил этади, назарияда боғланиш битта нуқтада бўлади. Ҳақиқатда кинематик жуфт элементларининг эластик сиқилиш натижасида кулачокдан толкателга узатилаётган куч, боғланиш сиртларида контакт юза ҳосил қилади, бу юза қанча катта бўлса, кучни узатиш шарти шунча яхши бўлади, яъни кулачокли механизм ишлаш шароити яхшилашади. 13.1а-расмда кўрсатилган кулачокли механизмда бу шароитлар энг ёмон, толкателнинг охири ўткир учли қилинган. Бундай кулачокли механизм катта кучларни ўтказа олмайди, у ўлчаш системаларида фойдаланиши мумкин, кулачок профилининг яқинлик даражаси билан.



Толкатели ёй шаклида бўлган кулачокли механизмлар асосан (13.1б-расм) кучга ишлайди, бунда толкателнинг ёй қисмининг эгрилик радиуси қанча катта бўлса, шунча контакт зонада катта юза ҳосил бўлади ва шу билан кучни узатиш шарти осонлашади. 13.2в-расмда иккита юмалоқланган толкател кулачок 1 билан боғланганлиги кўрсатилган 2а толкателда юмалоқланган қисмининг эгрилик юмалоқланган қисми 2 толкателга қараганда кичик, яъни эгрилик радиуси қанча катта бўлса, шунча эгрилик кичик бўлади.

Контакт юзанинг катта бўлганлиги сабабли, 2а толкателнинг ишлаш шароити яхши. Юмалоқ толкателли кулачокли механизмлар поршенли

двигателларнинг газ тақсимлаш системасида, компрессор клапанларининг очилиб ва ёпилишини таъминлаш учун қўлланилади.

Толкателнинг эгрилик радиуси чексизликка ўсиб боришида эгрилик нолга камаяди ва толкател кулачок орасидаги контакт юза энг катта бўлган текис толкател ҳосил бўлади ва мос равишда кучни узатиш шароити энг катта бўлади. 13.2а-расмда текис толкателли кулачокли механизм схемаси кўрсатилган. Толкателнинг конструкцияси стержен ва текис тарелкадан иборат бўлиб, у планда юмалоқ формага эга. Шундай механизмлар текисликда кенг қўлланилади.

Ўткир учли, юмалоқ ва текис толкателли кулачокли механизмларнинг умумий камчилиги ишлаш даврида кулачок ва толкател орасидаги сирпаниб ишқаланишнинг мавжудлиги. Толкател роликка эга бўлган кулачокли механизмлар бундан мустаснодир. (13.1в, 13.1г, 13.2а, 13.2б-расмлар). Бунда қўшимча звено (ролик)нинг борлиги ва айланма кинематик жуфтдаги зазор. “ролик-толкател” кулачокнинг юқори частотада айланишидан ҳосил бўлган тебранишлар бундай механизмларни қўллашни чегиради.

5. Кулачок ва толкателнинг ўзаро доимий контактда бўлишини таъминлаш бўйича (туташув бўйича)

а) кучли туташув;

б) кинематик (геометрик) туташув.

Кучли туташувларда толкател кулачокка оғирлик кучи ёки махсус қурилмалар (пневмо ёки гидроцилиндрлар) ёрдамида тегиб туради Кенг тарқалган пружина билан босиш (13.2а-расм), бунда кулачокнинг юқори айланишида толкателдан узилмаслик бўйича параметрлар ҳисобланади. Кинематик (геометрик) туташувда, механизмнинг конструктив хусусиятларига кўра толкател кулачок профилидан ажралмаслиги керак. 13.3-расмда мумкин бўлган конструкциялардан бўлган конструкциялардан бири кўрсатилган.

Бу ерда ролик 3 толкател 2 нинг чуқурчасига киради, у кулачок профилининг диски 1 бажарилган. Ролик чуқурликнинг ичида юмалаш учун, унинг диаметри чуқурликнинг энидан кичик бўлиши керак, бу гап томондаги кесимда яхши кўриниб турибди. Кулачокнинг ҳар бир айланишида, кулачок ва ролик оралиғидан зазор ёрдамида ролик чуқурликнинг гоҳ бир томонига, гоҳ иккинчи томонига босилади. Катта тезликларда бу зарбага учрайди, шунинг учун ўхшаш механизмлардан кичик тезликларда фойдаланилади.

6. Регулировка мумкинлиги бўйича:

а) регулировка қилиб бўлмайди;

б) регулировка қилинади.

Шу пайтгача кўриб чиқилган ҳамма механизмларни регулировка қилиб бўлмайди. Регулировка қилинадиган кулачокли механизм ҳам бор, уларни параметрларини ўзгартириш керак.

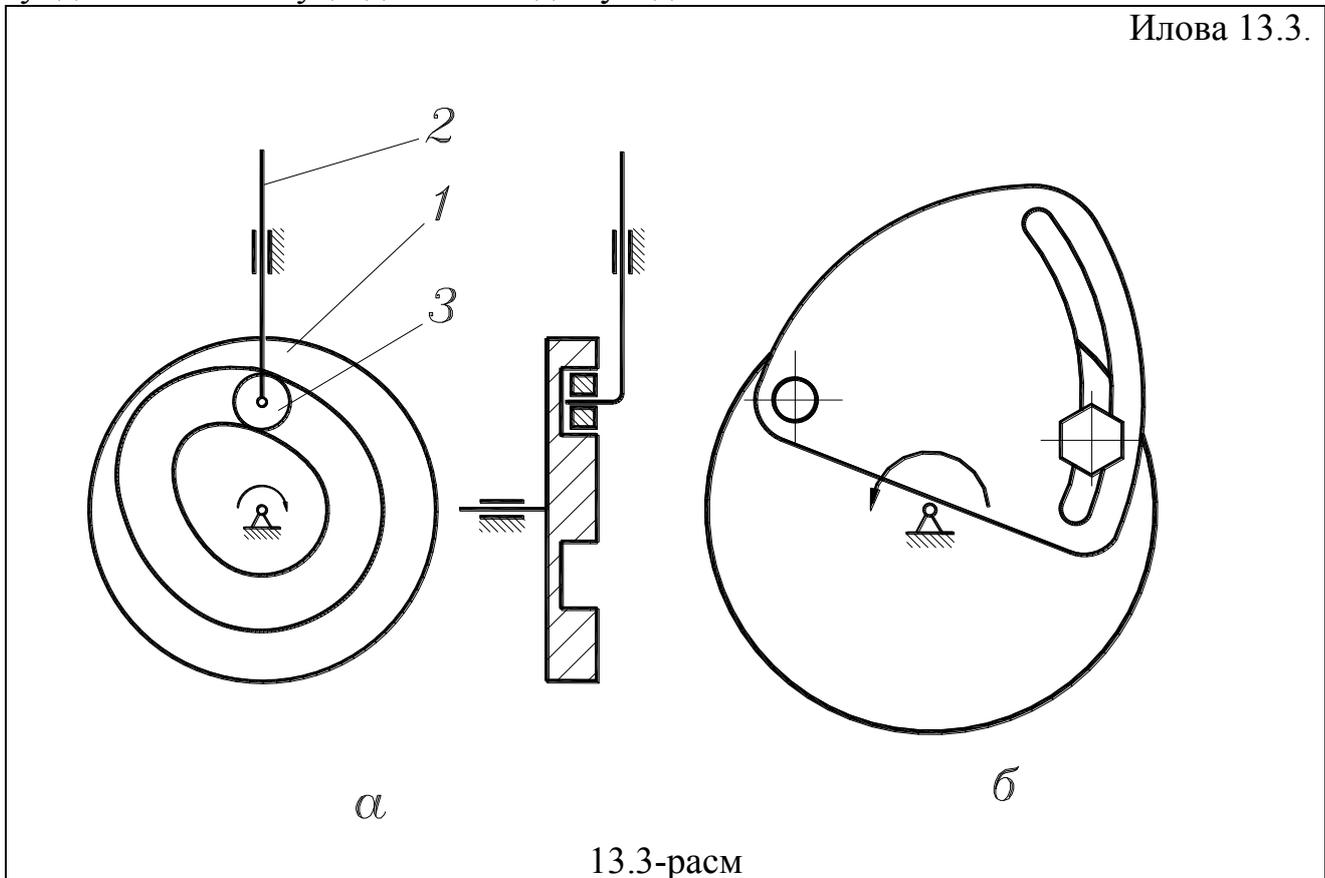
Толкателнинг ҳолати, толкател йўли ва кулачок профили регулировка қилиниши мумкин. 13.3б-расмда профили регулировка қилинадиган мумкин бўлган кулачок конструкцияси кўрсатилган. Профилнинг аниқ сектори шарнирда дисска ўрнатилган ва ҳар хил ҳолатларда винт ёрдамида маҳкамланган, шу билан профилнинг ўзгаришини таъминлайди. Ҳамма

кўрсатилган олтиа конструктив хусусиятга кўра алоҳида кулачокли механизмни характерлаши мумкин. Масалан, 13.2а-расмда кўрсатилган механизм тўла қуйидагича таърифланиши мумкин: айланувчи кулачокка эга бўлган текис регулировка қилиб бўлмайдиган роликли силкинувчи толкател ва кучли туташувга эга кулачокли механизм.

**Оддий кулачокли механизм геометрияси ва кинематикаси.**

Кулачокли механизмнинг геометрия ва кинематикасини бир-бирдан ажратиб бўлмайди чунки кулачокнинг формаси толкател ҳаракатининг характерига бевосита боғлиқ. Буни айланувчи кулачокли ва илгариланма ҳаракатланувчи ўткир учли толкателли кулачокли механизм мисолида кўриб чиқамиз (13.1а-расм).

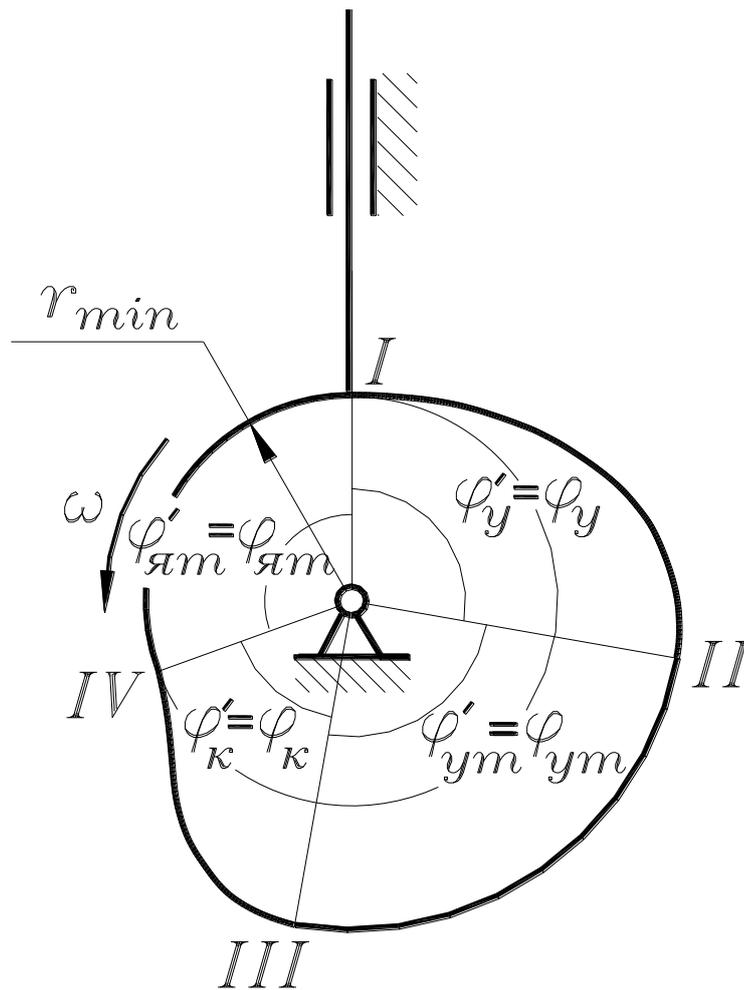
Кулачокдан бошлаймиз. Кўпинча, кулачок профили иккита концентрик айлана ёйдан тузилган бўлиб, эгри чизиқлар бирлашмаси бўлади (13.4-расм); бу чизиқларни формаси ҳар хил бўлиб, лоихалаштирилаверилади. Кичик айланани минимал радиусдаги  $r_{min}$  айлана дейилади ва исталган кулачок конструкциясининг асосида ётади. Айлана ёйларини эгрилик билан туташган нуқталари (13.4-расмда I, II, III, IV нуқталар) профилнинг характерли нуқталари бўлади. Схемада кулачок шундай бучак ҳолатда кўрсатилганки, унда толкател I нуқтада контактда бўлади.



Толкател ҳаракатини кулачок айланишида кўрамиз. Кулачок айланиш йўналиши (соат стрелкасига тесқари) бўйича  $\varphi'_y$  бурчакка бурилганда, толкател кулачок марказидан узоқлашади шунинг учун профилдаги I-II участкани узоқлашув участкаси дейилади, бу участкага мос равишда марказий бурчак  $\varphi'_y$  – профил узоқлашув бурчаги тўғри келади. Кулачокнинг келгуси бурилишида толкател II-III участкада кулачок профили билан

контактда бўлиб, у айлана ёйи бўйича бажарилган, толкател бу ҳолатда қўзғалмас бўлиб, кулачок марказидан энг узоқда жойлашади. Шунинг учун бу профил участкани узоқда туриш участкаси дейилади, унга кулачокнинг марказий бурчаги  $\varphi'_{ут}$  мос келади, шу сабабдан уни узоқда туриш профил бурчаги дейилади. Толкател III-IV участкада профил билан контактда бўлганда, толкател кулачок маркази томон йўналтирувчи бўйича қайтади. Шунинг учун, бу участкани профилнинг қайтиш участкаси дейилади, унга кулачокнинг маказий бурчаги  $\varphi'_к$  мос келади, уни профилни қайтиш бурчаги дейилади. IV-I участкадаги контактда толкател кулачок марказига энг яқин ҳолатда қўзғалмас бўлади, мос равишда бу участкани яқинлашув участкаси дейилади,  $\varphi'_{ят}$  – кулачок бурчагини эса профил яқинлашув бурчаги дейилади.

Илова 13.4.



13.4-рasm

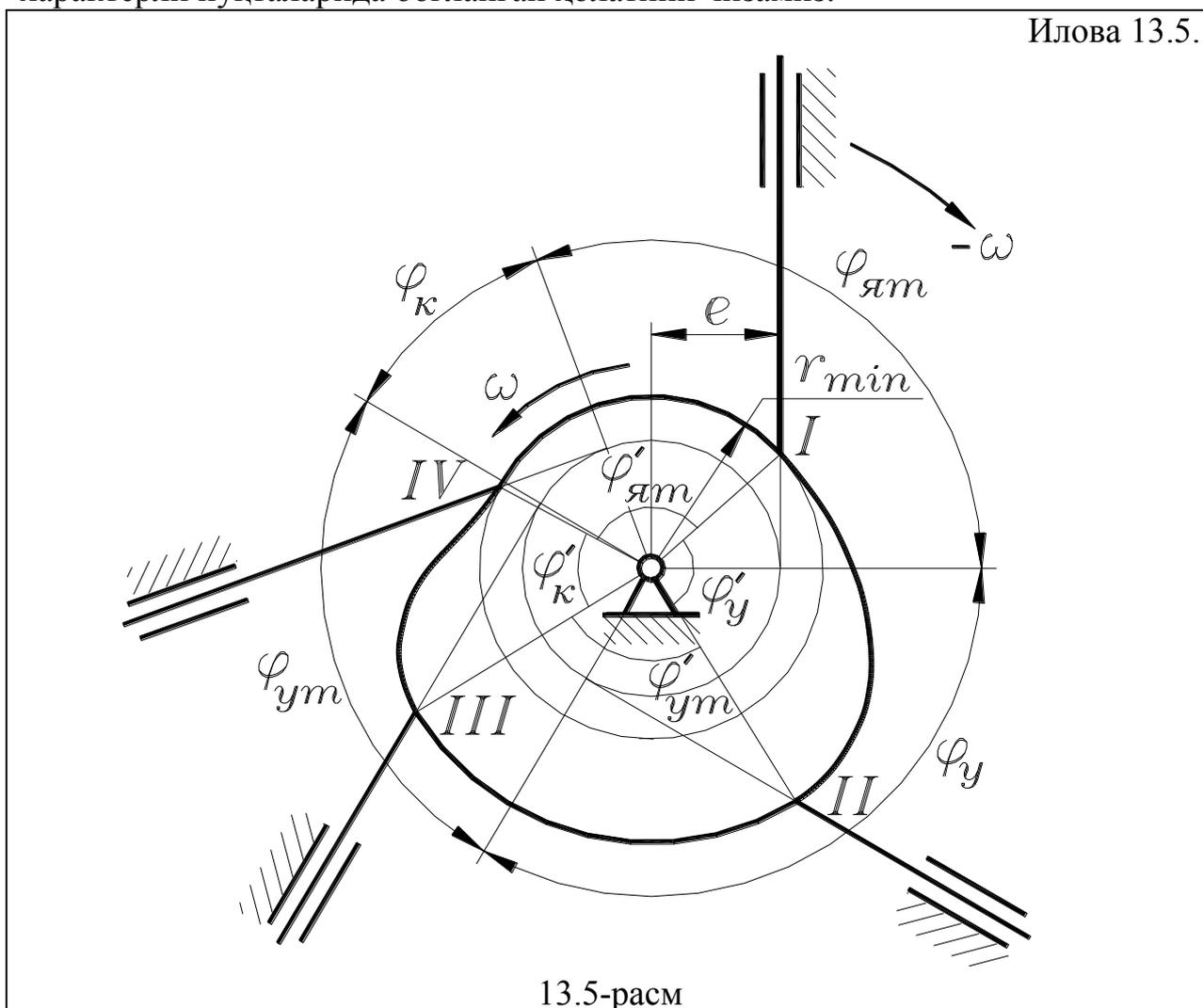
Кулачокли механизмнинг геометрик ва кинематик параметрлари тўғрисида гапирилганда, кулачокнинг профил бурчаклари ва кулачокли механизмнинг фаза бурчакларини фарқлаш керак. Кулачокнинг профил бурчаклари – бу кулачокнинг марказий бурчаклари бўлиб, профилни характерли участкалари билан чегараланган; профил бурчаклар кулачокка тегишли, яъни унинг геометрик параметрлари ҳисобланади; бу бурчаклар юқорида кўрилган. Кулачокли механизмнинг фаза бурчаклари – бу

кулачокнинг бурилиш бурчаги ( $\varphi_y$ ,  $\varphi_{yt}$ ,  $\varphi_k$  и  $\varphi_{ят}$ ), толкател ҳаракатининг базасига мос тушади: узоклашуви, қайтув, узокда ва яқинда туриш фаза бурчаклар кулачокли механизмга тегишли бўлиб, уни кинематик параметрлари дейилади.

Профил ва фаза бурчаклар ўткир учли толкатели илгариланма ҳаракатланувчи марказий кулачокли механизмларда фақат устма-уст тушади; марказий механизмда толкателни ҳаракат чизиғи кулачокнинг айланиш марказидан ўтади (13.4-расм).

Профил ва фаза бурчаклар марказий бўлмаган кулачокли механизм мисолида устма-уст тушмаслигини кўрсатамиз (13.5-расм). Бу механизмда толкателни ҳаракат чизиғи кулачокнинг айланиш марказидан ўтмайди, ундан е масофада узокда қолади, уни эксцентриситет дейилади. Кулачокли механизм толкател кулачок билан I нукта боғланган ҳолати кўрсатилган.

Бу механизм ишини анализ қилиш учун ҳаракатни айлантириш методидан фойдаланамиз, бунда кулачок кўзгалмас деб қаралиб, толкателга йўналтирувчиси билан кулачок маркази атрофида -  $\omega_1$  бурчак тезлик айланиш берилади, яъни кулачок айланиш йўналишига тескари йўналиш. Бу система бурилишида толкател йўналтиручи бўйлаб, кулачок профили орқасидан силжийди. Толкателни кулачок профилидаги II, III ва IV характерли нукталарида боғланган ҳолатини чизамиз.



Толкател бу ҳолатларда  $e$  радиус билан чизилган айланага ўтказилган уринма бўйлаб жойлашади. Толкателни бу ҳолат оралиғидаги бурчаклар кулачокнинг бурилиш бурчагига тенг бўлади, мос равишда толкателнинг ҳаракат фазаси, яъни фаза бурчаги. Бу бурчакларни кўрсатиш учун уриниш нуқталаридан радиуслар ўтказамиз; бу радиуслар оралиғидаги бурчаклар, фаза бурчаклари бўлади. Профил ва фаза бурчак фарқи 8.5-расмдан кўриниб турибди:  $\varphi_y$  узоклашув фаза бурчаги  $\varphi'_y$  профил бурчагидан катта,  $\varphi_k$  қайтиш фаза бурчаги эса  $\varphi'_k$  профилдан кичик. узокда ва яқинда туриш участкасида бу бурчаклар бир хил.

### **Таянч сўзлар.**

1. Кулачокли механизм – бу механизмда кулачок деб аталадиган кириш звеносининг формасига қараб, звено ҳаракатининг характери аниқланади.
2. Толкател – бу звено кулачок билан боғланган.
3. Кулачокли механизм туташуви – кулачок ва толкател оралиғидаги доимий боғланишни таъминлаш.
4. Профил бурчаклар – бу профилдаги характерли участкаларни аниқлайдиган кулачокнинг марказий бурчаклари.
5. Фаза бурчаклар – бу толкател ҳаракатининг фазасига мос келадиган, кулачокнинг бурилиш бурчаклари.

### **Контрол саволлар.**

1. Кулачокли механизм нима?
2. Кулачок ва толкател қандай ҳаракат қилиши мумкин?
3. Текис ва фазовий кулачокли механизм нима билан фарқланади?
4. Толкатели роликли кулачокли механизм афзаллик ва камчиликлари нима?
5. Куч ва кинематик туташувли кулачокли механизмлар фарқи нимада?
6. Регулировчи кулачокли механизмда нима регулировка қилинади?
7. Ҳаракатни айлантириш методи нима?
8. Профил ва фаза бурчаклар орсидagi фарқ нимада?
9. Қандай кулачокли механизмда профил ва фаза бурчаклари тенг бўлади?

Мавзу	Кулачокли механизмлар синтези
-------	-------------------------------

### 2.3.4. Амалий машғулотни ўқитиш технологияси.

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 25-30 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш бўйича амалий машғулот.
Ўқув машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кулачокли механизмнинг геометрияси. Фазо бурчаклари, ишчи фазо бурчаклари. Фазо бурчакларининг тақсимланиши.</li> <li>2. Турткичнинг ҳаракат қонуни. Фазо бурчакларининг масштаб коэффициентларини танлаш.</li> <li>3. Турткичнинг ҳаракат қонуни графигига асосланиб (туланиш аналог графиги <math>d^2s/du^2=d^2s/du^2(U)</math>) график интеграллаш усулида тезлик аналог графиги <math>ds/du=ds/du(U_1)</math> ва йўл графиги <math>S=S(U_1)</math> қуриш.</li> <li>4. Масштаб коэффициентларини аниқлаш.</li> <li>5. <math>S=S(ds/du)</math> номограммасини қуриш ва кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш.</li> <li>6. Кулачок профилини қуриш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Берилган параметр ва турткичнинг ҳаракат қонуни бўйича кулачокнинг профилини қуриш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мавзу бўйича билимларни кенгайтириш ва чуқурлаштириш;</li> <li>- Билимларни таққослаш умумлаштириш, таҳлилни тизимлаштириш кўникмасини ҳосил қилиш;</li> <li>- Мавзуга оид масаларни ечишда амалий кўникмаларни шакллантириш;</li> <li>- Коммуникация, гуруҳларда ишлаш кўникмаларини ривожлантириш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари. Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кулачокли механизмларнинг тузилишини, турларини ва автомобилларда қўлланишини билиши.</li> <li>- Кулачокли механизмни ишлаш принципини билиши.</li> <li>- Турткичнинг ҳаракат қонуни танлаш ва уни асослашни билиши.</li> <li>- Кулачок профили нималарга асосланиб лойиҳалашни билиши.</li> </ul>
Ўқитиш усуллари	Биргаликда қўйилган масалларни ечиш, мунозара, тақдимот, блиц – сўров, кейс етади.
Ўқитиш воситалари	Ўқув қўлланма, методик қўлланма, маъруза матни, линейка, циркуль, калькулятор.
Ўқитиш шакли	Гуруҳий, коллектив
Ўқитиш шарт-шароитлари	Техник таъминланган, гуруҳларда ишлашга мослаштирилган аудитория.

### 2.3.4. Амалий машғулотнинг технологик картаси (8- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	<p>1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.1. Тинглайдилар. Ўзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб берадилар</p>
2- Босқич Асосий (60мин)	<p>2.1. Гуруҳ талабаларни 4-5 талаба қилиб гуруҳларга ажратади (курс лойихаси топшириғига биноан), берилган параметрларни доскада ёзади, ишчи фазо бурчакларини <math>U_k</math>, <math>U_{\text{ҮТ}}</math> ва <math>U_k</math> фазоларига тақсимланиши кўрсатади.</p> <p>2.2. Турткичнинг ҳаракат қонуни ўзгариши графигини чизилишини мисол қилиб келтиради, ишчи фазо бурчакларини масштабини танлаши кўрсатади.</p> <p>2.3. График интеграллаш асосида турткичнинг тезлик аналоги <math>d^2s/du^2=d^2s/du^2(U)</math> графиги ва йўл графиги <math>S=S(U_1)</math> қуришни мисол қилиб келтиради.</p> <p>2.4. Тақдимот ва гуруҳларда ишлаш натижаларини баҳолашни ташкил этади. Топшириқни бажариш жараёнида асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Тинглайдилар, ўзиб оладилар. Вариантлари бўйича масалани ечадилар.</p> <p>2.2. Тинглайдилар, чизадилар.</p> <p>2.3. Тинглайдилар, чизадилар.</p> <p>2.4. Тинглайдилар ва ўзиб оладилар.</p>
3-босқич Яқуний (15 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Курс лойихани топшириқларини текширади, саволлар беради ва ҳатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2..Саволларга жавоб беради, ҳатоларни тузатади.</p>

### 2.3.4. Амалий машғулотнинг технологик картаси (9- машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (10мин.)	<p>1.1. Ўқув машғулотининг мавзуси, мақсади, режалаштирилган натижаси ва уни ўтказиш режаси билан тушунтиради.</p> <p>1.2. Мавзунинг таянч иборалари асосида блиц-сўров ўтказилади.</p>	<p>1.3. Тинглайдилар. Ёзиб оладилар.</p> <p>1.2. Саволларга жавоб бердилар</p>
2- Босқич Асосий (60мин)	<p>2.1. Машғулот ўтган амалиёт дарсида ажратилган гуруҳлар бўйича олиб борилади.</p> <p>2.2. Кулачокнинг минималъ радусини аниқлашни мисол тариқасида кўрсатади.</p> <p>2.3. Кулачокнинг прқилини чизишни кўрсатади.</p> <p>2.4. Асосий хулосага эътибор қаратади.</p>	<p>2.1. Тинглайдилар, ёзиб оладилар. Ўз топшириқлари бўйича ҳисобот қиладилар.</p> <p>2.2. Тинглайдилар, ёзиб оладилар, чизадилар.</p> <p>2.3. Тинглайдилар, ёзадилар.</p> <p>2.4. Тинглайдилар ва ёзиб оладилар.</p>
3-босқич Яқуний (10 мин)	<p>3.1. Машғулотга яқун ясайди, хулосаларни умумлаштиради. Гуруҳда фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди.</p> <p>3.2. Курс лойиҳани топшириқларини текширади, саволлар беради ва ҳатоларни кўрсатади.</p>	<p>3.1 Тинглайдилар.</p> <p>3.2..Саволларга жавоб беради, хатоларни тузатади.</p>

## 14-маъруза

### **Оддий кулачокли механизм кинематикаси. Қаттиқ ва юмшоқ зарблар.**

#### **Маъруза режаси.**

1. Кулачокли механизмларни кинематик таҳлил қилиш масаласи.
2. Ҳаракатни айлантириш методидан фойдаланиб кулачокли механизм ҳолатларини қуриш.
3. График дифференциаллаш ёрдамида кинематик диаграммалар қуриш.
4. Кинематик диаграммадан толкателнинг кинематик параметрларини топиш.
5. Толкателнинг ҳаракат қонунлари.
6. Қаттиқ ва юмшоқ зарбалар.

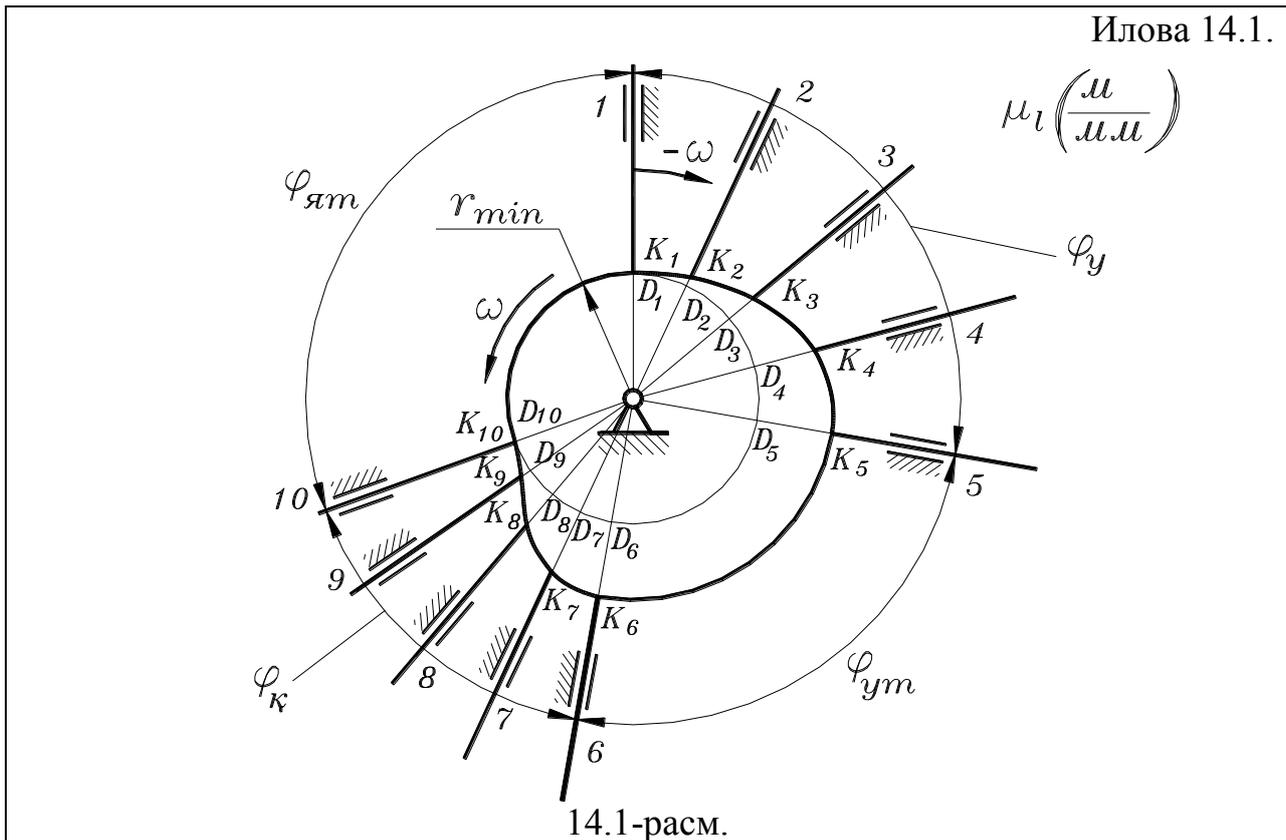
Кулачокли механизмнинг кинематик таҳлил масаласи толкателнинг ҳаракат характерини ва узатиш нисбатини ҳисоблашни аниқлашдан иборат. Толкателнинг ҳаракат характерида унинг кинематик параметрлари аниқланади: силжиш, тезлик ва тезланиш. Бу параметрлар алоҳида берилган механизмнинг ҳолатлари учун тезлик ва тезланиш режаси ёрдамида топилиши мумкин (5-маърузага қаранг), механизмнинг иш процессида толкателнинг кинематик параметрларини ўзгариш характерини билиш талаб этилади. Бунинг учун кинематик диаграммалар қурилади, яъни кулачокнинг бурилишига мос келган толкателнинг силжиши, тезлик ва тезланишнинг ўзгаришини кўрсатувчи график.

#### **Оддий кулачокли механизмнинг кинематик диаграммаларини қуриш.**

Толкателнинг силжиш диаграммасини қуриш учун аниқ узунлик масштабда бажарилган, кулачокли механизмнинг схемаси берилган бўлиши керак (14.1-расм). Кулачокли механизмнинг кинематик анализидида ҳаракатни айлантириш методида фойдаланилади, бунда кулачок тўхтатилган деб фарз қилиниб, толкателга йўналтирувчиси билан бирга кулачок механизм атрофида -  $\omega_1$ , бурчак тезлик айланиш берилади, яъни кулачокнинг айланма ҳаракат йўналишига тескари йўналишда бўлади. Бу системани бурилишида толкател кулачок профилидаги йўналтирувчи бўйича силжийди. Механизм схемасида узоқлашиш ва қайтиш бурчаклари оралиғида толкателнинг бир қанча ҳолатлари кўрсатилган, бунда ҳолатлар сони қуришнинг аниқлик даражасига ва чизманинг ўлчамига қараб аниқланади. 14.1-расмда толкателнинг ўнта ҳолати берилган: бештаси узоқлашиш бурчаги оралиғида (биринчидан бешинчи ҳолатгача) ва бешта бошқаси қайтиш бурчаги оралиғида (олтинчидан ўнинчигача).

Толкателнинг силжишини чизмада кўриш учун, унинг ҳаракат чизиғини ҳар бир ҳолатда кулачок марказигача чўзамиз. Толкател билан кулачокнинг контакт нуқтасини мос равишдаги индексда  $K$  ҳарфи билан, толкателнинг ҳаракат чизиғини минимал радиус билан чизилган айланада учрашган нуқтасини эса  $D$  ҳарфи билан белгилаймиз. Чизмадан тушунарлики, толкателнинг берилган биринчи ҳолатдаги силжиши мос равишда  $KD$  кесмага тенг (узунлик масштабини ҳисобга олганда): биринчи ҳолатда силжиш нолга тенг ва  $K$  ва  $D$  нуқталар устма-уст тушади, иккинчи

ҳолатда толкателнинг силжиши  $\overline{s_2} = \overline{D_2K_2}$ , учинчида ва  $\overline{s_3} = \overline{D_3K_3}$  х.к. Умумий ҳолатда ёзиш мумкин:  $\overline{s_i} = \overline{D_iK_i}$



Олинган чизма толкателнинг кинематик диаграммасини куришга имкон беради, яъни кулачокнинг бурилишига мос келган толкателнинг силжиши, тезлик ва тезланишнинг ўзгариш графикларини кўриш мумкин.  $s(\varphi)$  толкателнинг силжиши кулачокнинг бурилиш бурчаги функцияси графигидан бошлаймиз (14.2-расм). Ордината ўқининг масштаби -  $\mu_s$  толкателнинг силжиш масштаби ихтиёрий қиймат бўлиб, хусусий ҳолда, у механизм схемаси  $\mu_l$  масштабда бўлиши керак (14.1-расм). Абсцисса ўқининг масштаби – кулачокнинг бурилиш бурчагининг масштаби, у ҳам ихтиёрий қиймат бўлиб қуйидагича топилади:

$$\mu_\varphi = \frac{\varphi_\varepsilon}{\varphi_\varepsilon} \text{ (град/мм)} \quad (14.1)$$

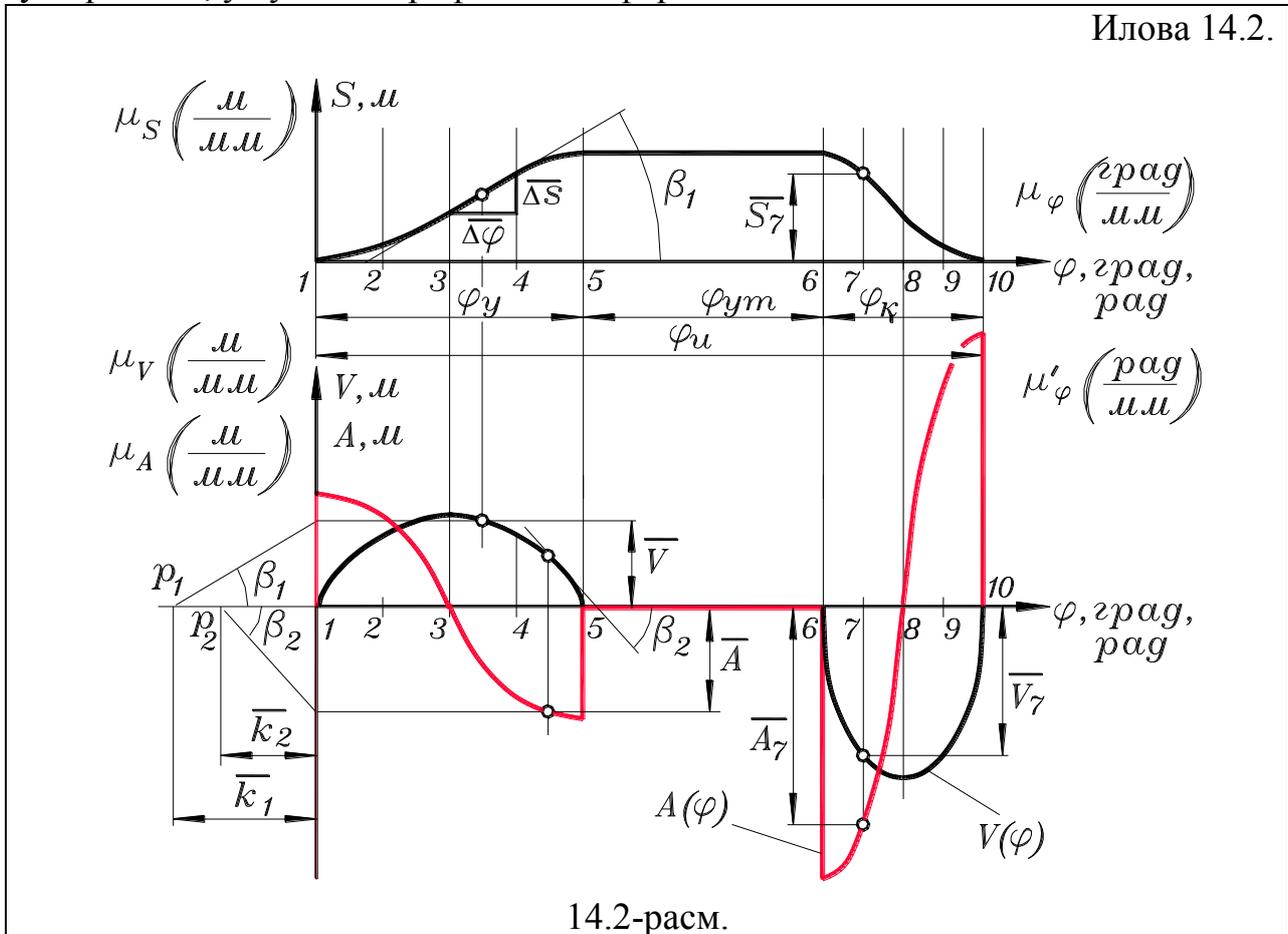
бу ерда:  $\varphi_\varepsilon$  – градусда кулачокли механизмнинг ишчи бурчаги бўлиб, фаза бурчакларининг йиғиндиси яъни узоқлашиш, узоқда туриш ва қайтиш  $\varphi_\varepsilon$  - абсцисса ўқида ишчи бурчагининг кўриниши мм да.

Ишчи бурчагининг кўриниши – бу график абсцисса ўқидаги ихтиёрий кесма, ўлчами чизма ўлчамига қараб олинади. Бу кесма мос равишда фаза бурчакларининг ҳақиқий қийматларига бўлинади. Кулачокнинг бўлиниш бурчагини градус ўлчовида олинган масштабдан ташқари бу масштабни радиан ўлчовида ҳам ҳисоблаш керак:

$$\mu'_\varphi = \mu_\varphi \frac{\pi}{180} \text{ (рад/мм)} \quad (14.2)$$

Механизм схемасидек узоқлашиш ва қайтиш бурчак кесмаларини тенг бўлақларга бўламиз ва бўлиниш нуқталаридан тик чизиклар ўтказамиз. Графикда силжиш ва механизм схемаси масштаблари бир хилда тикланган, шу сабабли механизм схемадан  $\overline{D_i K_i}$  кесмаларни мос равишда тик чизикқа қўйиб чиқамиз. Бу кесма охирларини эгри чизик билан туташтириб, толкателни силжишини кулачок бурилиш бурчаги функциясидаги графикни ҳосил қиламиз. Бу график кулачок бурчак тезлигининг ўзгаришида ўзгармайди, у кулачок профилининг формасига боғлиқ.

Илова 14.2.



Кинематик диаграммаларга ўтиб, толкателнинг тезлик ва тезланишини ўзгаришини кўрсатувчи, кулачокнинг бурчак тезлигини ўзгаришида тезлик ва тезланиш параметрлари ўзгармай, улар фақат профилнинг формасига боғлиқ бўлиб қолади. Бундай параметрлар тезлик ва тезланиш аналоглари бўлади.

Тезлик аналогли – бу тезлик қийматига пропорционал, вақтга боғлиқ бўлмасдан, механизм кириш звеноси бурилиш бурчагига боғлиқ (бу ерда кулачок), яъни бу силжишнинг бурилиш бурчаги бўйича биринчи ҳосиласи:

$$V = \frac{ds}{d\varphi} \quad (14.3)$$

Тезлик аналогли ва ҳақиқий тезлик орасидаги боғланишни топиш учун бўлинмани  $dt$  кўпайтириб бўламиз:

$$V = \frac{ds}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} dt$$

Бу ерда  $ds/dt$  – бу чизикли тезлик (толкателники),  $d\varphi/dt$  эса кириш звеносининг бурчак тезлиги (кулачокники). Шунинг учун,  $V = \frac{v}{\omega}$  (м) (14.4)

Тезланиш аналоглари – бу кириш звеноси силжишининг бурилиш бурчаги бўйича иккинчи ҳосиласи:

$$A = \frac{d^2 s}{d\varphi^2} \quad (14.5)$$

Тезлик ва тезланиш аналоглари ўртасидаги боғланишни топиш учун бу бўлинмани  $dt^2$ га кўпайтириб бўламиз.

$$A = \frac{d^2 s dt^2}{d\varphi^2 dt^2}$$

Бу ерда  $d^2s/dt^2$  – бу чизикли тезланиш (толкателники),  $d\varphi^2/dt^2$  – бурчак тезлик квадрати (кулачокники). Шунинг учун,  $A = \frac{a}{\omega^2}$  (м) (14.6)

Чизикли тезлик ва тезланиш аналоглари узунлик ўлчовига эга.

Толкателнинг тезлик ва тезланиш аналог графиклари 14.2-расмда битта координат системасига бирлаштирилган. Улар график дифференциаллаш методи бўйича қурилади. Тезлик аналог графиги толкателнинг силжиш диаграммасини график дифференциаллаш методи бўйича қурилади.

Тезлик аналоглари силжишнинг бурилиш бурчаги бўйича ҳосиласи бўлиб, у тасвир масштабини ҳисобга олганда  $\Delta s$  ва  $\varphi \Delta$  элементар силжишга пропорционалдир, бу 14.2-расмда 3-4 участкада кўрсатилган. Ҳосил қилинган тўғри бурчакли учбурчакнинг катетлар нисбати  $\beta_1$  бурчакнинг тангенсига тенг. Кичик чексизликка ўтиб ёзамиз:

$$V = \frac{\overline{ds} \mu_s}{d\varphi \mu_\varphi} = \text{tg } \beta_1 \frac{\mu_s}{\mu_\varphi} \quad (14.7)$$

Шундай қилиб, толкателнинг тезлик аналоглари берилган участкада кулачок бурилишининг қиймати, бу участканинг ўртасида графикдаги толкател силжишига ўтказилган уринма бурчагининг тангенсига пропорционал.

Бу қиймат график усулида тезлик аналог диаграммасини координат системасида тасвирлаш учун, қуйидагича йўл тутамиз. Графикда абсцисса ўқини чап томонга давом эттириб ва унинг давомида  $K$  ихтиёрий кесма узунлигини кўямиз, уни график дифференциаллаш базаси дейилади. Бу база  $P$  нинг охиридан (дифференциаллаш қутби)  $s(\varphi)$  графикка уринма қилиб ордината ўқи билан кесишгунча нур ўтказамиз. Ордината ўқида ҳосил қилинган толкател тезлик аналоглари тасвири бўлиб, унинг қиймати  $\beta_1$  бурчак тангенсига пропорционалдир. (14.2-расм). Бу тасвирнинг масштаби (14.7) ва 14.2-расмни ҳисобга олганда, қуйидагича топилади:

$$\mu_v = \frac{V}{V} = \frac{\text{tg } \beta_1 \mu_s}{\mu_\varphi k_1 \text{tg } \beta_1}$$

Қисқартирилгандан сўнг тезлик аналоги масштаби формуласини оламыз:

$$\mu_V = \frac{\mu_s}{\mu_\phi k_1} \text{ (м/мм)} \quad (14.8)$$

Ҳосил қилинган кесма 3-4 участкада толкател тезлик аналоги тасвири бўлади, ордината ўқи билан нурнинг кесишган нуқтасидан горизонтал ўтқазиб, 3-4 участканинг ўртасидан эса вертикал ўтқазамиз. Бу чизикларни кесишиш нуқтасида толкател тезлик аналог графиги ётади. Ҳар бир участкада қуришни давом эттириш натижасида,  $V(\phi)$  тезлик аналоги кинематик диаграммасини ҳосил қиламыз.

Тезланиш аналоги кинематик диаграммаси 142-расмда тезлик аналоги диаграммасини график дифференциаллаш ёрдамида ўша координат системасида қурилган. Бу графикка ҳар бир участканинг ўртасидан уринма ўтказилади (14.2-расмда улардан бири кўрсатилган – 4 - 5 участкада  $\beta_2$  бурчак остида абсцисса ўқига оғма ўтказилган), абсцисса ўқининг давомига ихтиёрий кесма қўйилади –  $k_2$  график дифференциаллаш базаси,  $p_2$  кутбдан уринмага параллел қилиб нурлар ўтқазамиз, бу юқорида ёзилган. Натижада  $A(\phi)$  тезланиш аналоги диаграммаси ҳосил бўлади. Диаграмма масштаби (9.8) ўхшаш ҳисобланади.

$$\mu_A = \frac{\mu_V}{\mu_\phi k_2} \text{ (м/мм)} \quad (14.9)$$

### **Толкателнинг кинематик параметрларини кинематик диаграммалар бўйича анализи.**

Кинематик диаграммалар толкател ҳаракатининг анализи учун керак, худди тезлик ва тезланиш режалари конкрет бу параметр қийматини ҳисоблаш учун керак бўлганидек.

Кинематик диаграммалар кулачокли механизм ишида толкател ҳаракатининг тўла моҳиятини беради.  $s(\phi)$  кинематик диаграммани анализ қилишда кўриш мумкин, узоклашиш фазасида толкателнинг силжиш эгрилиги – силлиқ эгри чизик бўлиб, 3 – 5 ораликда қабарикли чизик бўлади, 1 ва 5 нуқталарда, эгрилик нолга тенг бўлади. 3 ҳолатдаги эгрилик нуқтаси ботикликдан қабарикликка ўтиш нуқтасидир. Бу эгрилик қайтиш фазасида ҳам шу кўринишга эгадир.

Тезлик аналоги графиги кўрсатадики, узоклашиш фазасининг биринчи ярим вақт оралиғида толкател тезлиги нолдан аста-секин ошиб боради, 3 ҳолатда максимумга эришади ( $s(\phi)$  графикда ўтиш нуқтасидаги ҳолат), сўнг 5 ҳолатга қараб нолгача камайиб боради – узокда туриш фазасининг бошланишидир. Қайтиш фазасида толкател тезлигининг ўзгариш характери ўхшаш бўлиб,  $V(\phi)$  график манфий областда жойлашади, бу толкател ҳаракати узоклашиш фазасига нисбатан қарама-қарши ҳаракатланаётганлигини кўрсатади.

Тезланиш аналог диаграммаси кўрсатадики, 1 ҳолатда толкателнинг тезланиши нолдан қандайдир қийматгача сакраш бўлади, сўнг секин-аста тезланишнинг камайиши 3 ҳолатдан нолгача боради (бу ҳолатда тезлик

максимумга эришади – максимум функциясининг ҳосиласи нолга тенг), шундан сўнг тезланишнинг ишораси ўзгаради. Тезлик ва тезланиш аналог диаграммалари биргаликда анализ қилинганида, шундай хулосага келиш мумкинки, узоқлашиш ва қайтиш фазаларининг биринчи ярмида толкател тезланувчан ҳаракатланади, яъни тезлик ва тезланиш ишоралари бир хилдир, бу фазаларнинг иккинчи ярмида – секинланувчан, яъни унинг ишоралари ҳар хилдир.

Кинематик диаграммалардан берилган ҳолатда толкател ҳаракатининг конкрет параметрларини топиш мумкин. 7 ҳолатда толкателнинг силжиши, тезлик ва тезланишини топамиз (14.2-расм).

Толкателнинг силжиши, яъни унинг марказига энг яқин бўлган ҳолати:

$$s_7 = \bar{s}_7 \mu_s \text{ (м)}$$

бу ерда  $\bar{s}_7$  ҳолатдаги силжиш диаграммасининг ординатаси. (14.4) ни ҳисобга олиб толкател тезлигини топамиз:  $v_7 = \bar{V}_7 \mu_v \omega \text{ (м/с)}$

бу ерда  $\bar{V}_7$  ҳолатдаги тезлик аналог диаграммасининг ординатаси.

(14.6) ни ҳисобга олиб толкател тезланишини топамиз:  $a_7 = \bar{A}_7 \mu_A \omega^2 \text{ (м/с}^2\text{)}$

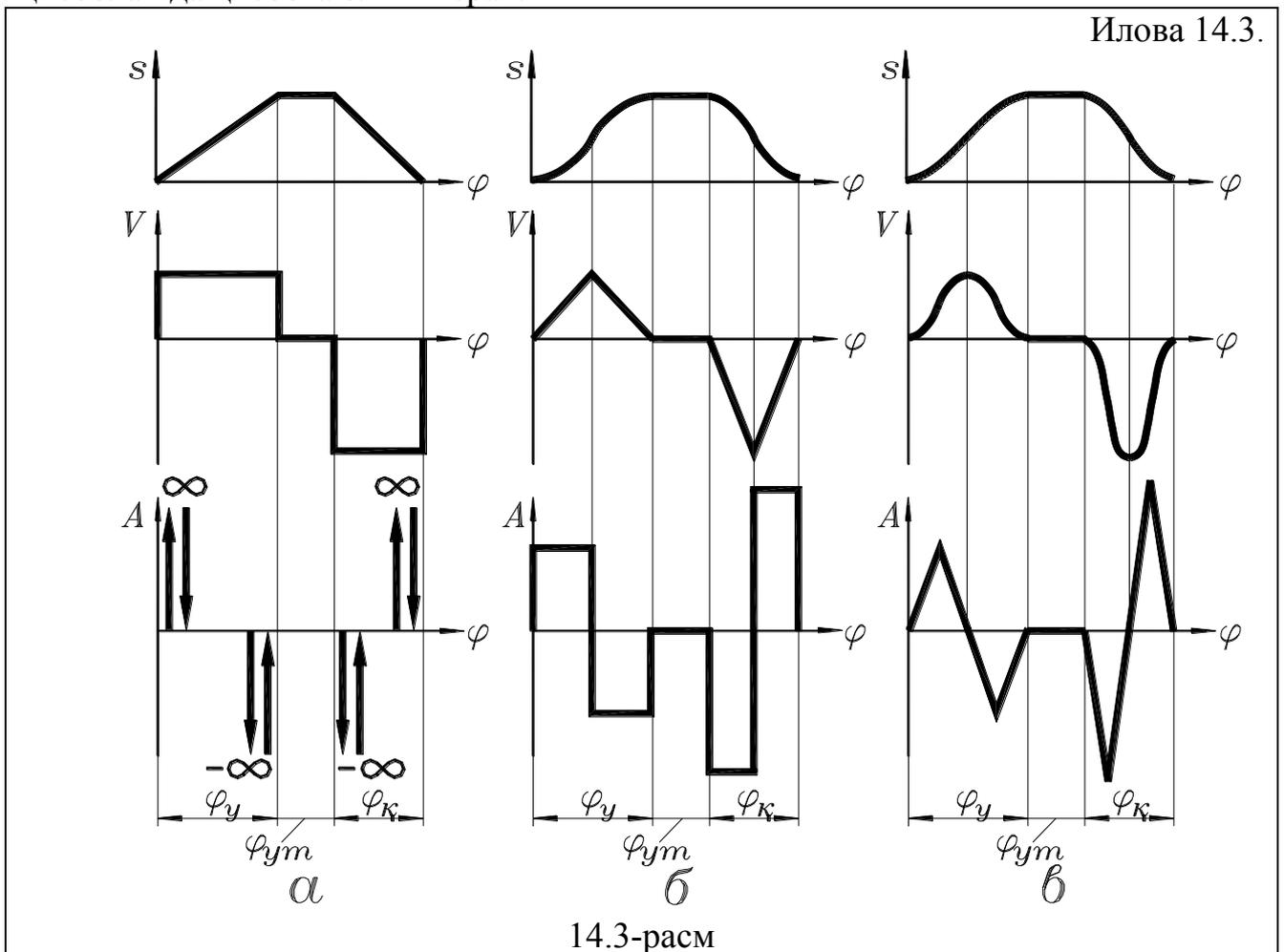
бу ерда  $\bar{A}_7$  ҳолатдаги тезланиш аналог диаграммасининг ординатаси.

### **Толкател ҳаракатининг қонунлари. Қаттиқ ва юмшоқ зарблар.**

Кулачок профилига қараб узоқлашиш ва қайтиш фазаларида толкател ҳаракатининг характери ҳар хил бўлиши мумкин. Агар бу ҳаракатни толкатаел тезлигининг ўзгариши нуқтаи назаридан қаралганда, унинг текис ҳаракатини, ўзгарувчан ҳаракатини ва умумий ҳолда, ўзгарувчан тезланишли ҳаракатни ўрганиш талаб этилади.

Текис толкател ҳаракати (14.3-расм), яъни унинг узоқлашиш ва қайтиш фазаларида ўзгармас тезлик ҳаракати графикда горизонтал кесма кўринишида кўрсатилган. Бу фазаларда толкателнинг силжиш графиги оғма тўғри чизиқда тасвирланган. Толкателнинг тезланиши бу ҳолатда нолга тенг, бу участканинг боши ва охирида тезланиш плюс ёки минус чексизликка эришади. Тезланишнинг чексизликка эга бўлишида қаттиқ зарб ҳосил бўлади, у тезликнинг охириги қийматида сакрашга тўғри келади ва толкателнинг силжиш графигида узилиш бўлади. Бу камчилик ҳисобланади. Тезланиш инерция кучига пропорционал, шу сабабли, керакли нукталарда (узоқлашиш ва қайтиш фазаларининг бошланиши ва охири) толкателга чексиз катта инерция кучлари таъсир этади, бу назарий механизмни ишдан чиқаришга олиб келади. Реал механизмларда звенонинг эластиклиги ва механизмдаги ораликларнинг мавжудлиги туфайли бу ҳолат рўй бермайди. Инерция кучлари катта қийматга эришиш сабабли, бу режимдан кетишга ҳаракат қилинади, унда силжишдаги оғма тўғри чизиқли ясси ёйлар орқали алмаштирилади. Толкатели текис ҳаракатланувчи кулачокли механизмлар токар автоматларнинг суперт жиҳозларида, ип йиғирувчи тикиш машиналарида ва ҳ.к. қўлланилади. Узоқлашиш ва қайтиш участкаларида кулачок Архимед спирали кўринишида бажарилади.

Толкателнинг текис ҳаракати (14.3 б-расм) узоқлашиш ва қайтиш фазаларида толкателнинг ҳаракати ўзгармас тезланувчан, иккинчи ярмида эса секинланувчан (манфий тезланиш) бўлади. Тезланиш гафигида мусбат ва манфий областдаги горизонтал кесмаларни кўрамиз. Узоқлашиш ва қайтиш фазасининг боғланишида ва уларнинг ўртасида тезланишнинг охири қиймати сакрашга эга. Бу сакрашларга тезлик графигида узилиш мос келади, толкателнинг силжиш графиги эса яссилигича қолади. Тезланишнинг сакраши охири қийматда юмшоқ зарба олиб келади. Бу унчалик хавфли эмас, қаттиқ зарбга нисбатан. Кулачокли механизмларда толкатели юмшоқ зарбада ишловчи механизмлар техникада кенг қўлланилади. Бу механизмларда кулачок профили содда лойиҳаланади ва тайёрланади, масалан улар айлана ёйларининг туташидан тузилиши мумкин. Профил участкаларининг текис туташигига қарамадан туташиниш нуқтасида юмшоқ зарб бўлиши мумкин, бу инерцион юкларни сакрашга олиб келади, буни кучга ҳисоблашда ва кейин ўхшаш механизм звеноларини мустақамликка ҳисоблашда ҳисобга олиш керак.

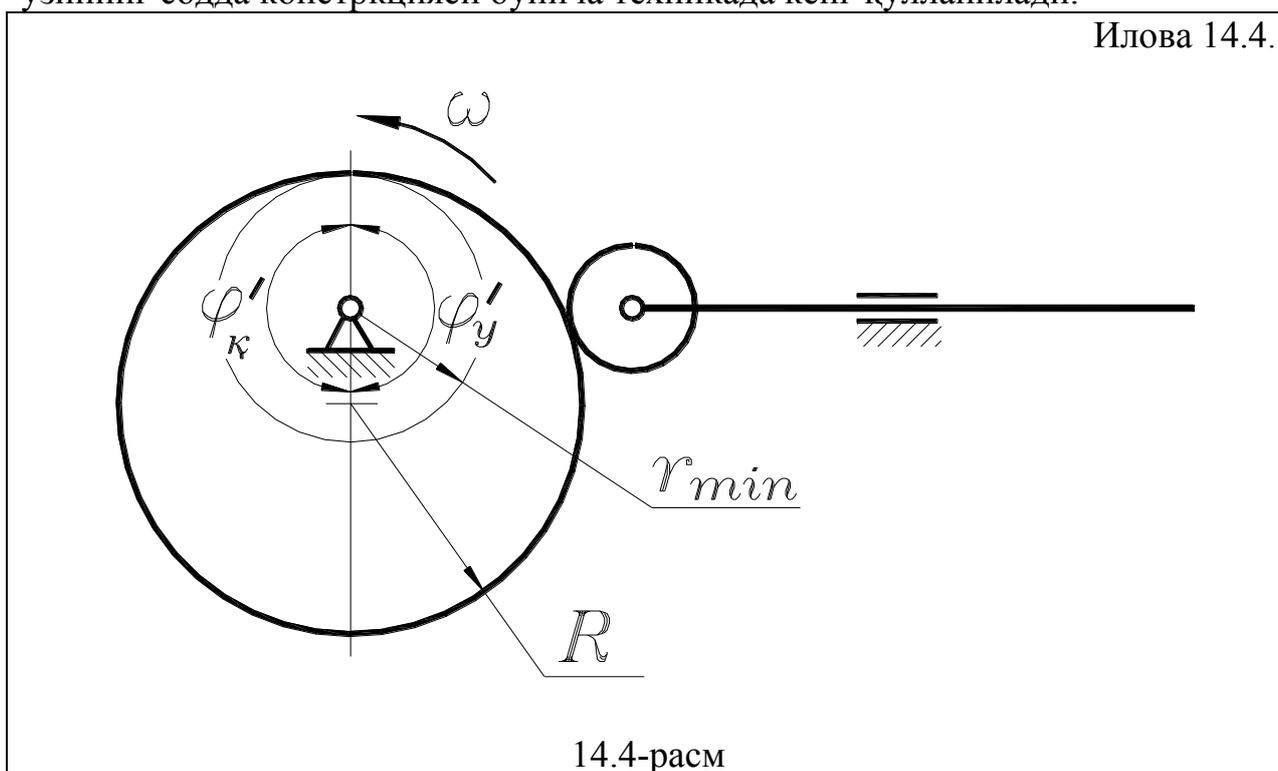


Толкател ҳаракатининг кинематик диаграммалари умумий ҳолат учун, яъни ўзгарувчан тезланишли ҳаракат ҳолати 14.3 в-расмда келтирилган. Тезланиш диаграммасининг формаси ҳар хил бўлиши мумкин, характерли нуқталарда тезланиш сакраши мумкин, инерцион юкларни назардан энг яхшиси сакрамайдиган тезланиш диаграммасидир; бунда графикни

узилиши мумкин (бундай тезланиш графикларидан бири 14.3в-расмда кўрсатилган).

Толкател ҳаракатини узулишсиз тезланишда таъминловчи кулачокка зарбсиз дейилади. Бундай кулачокларни лойиҳалаш ва тайёрлаш жуда мураккаб, қаттиқ ва юмшоқ зарбга учрайдиган кулачокка қараганда, лекин улар яхши динамик сифатга эгаллиги учун кенг қўлланилади. Аммо жуда содда кулачок лойиҳалашда ва тайёрлашда бўлиши мумкин – бу эксцентрик (14.4-расм). Унинг профили айланадан иборат бўлиб, маркази кулачок марказига нисбатан силжитилган. Шундай қилиб кулачок профили ўзгармас эгриликка эга бўлиб, унда ҳеч қандай сакраш ва ўзгаришлар бўлмайди. Бундай кулачоклар фақат иккита профил бурчакка эга – узоқлашиш ва қайтиш.

Кулачоги эксцентрикдан иборат бўлган кулачокли механизмлар ўзининг содда конструкцияси бўйича техникада кенг қўлланилади.



Хулосада қуйидагини кўрсатамиз. Толкател тезланишининг кинематик диаграммасини қуришда, узоқлашиш ва қайтиш участкаларида бу диаграмма баландлиги мос равишда фаза бурчакларига тесқари пропорционаллигини ҳисобга олиш керак.

$$\frac{\overline{a_y}}{\overline{a_k}} = \frac{\varphi_k^2}{\varphi_y^2}$$

бу ерда  $\overline{a_y}$  – узоқлашиш фазасида тезланиш графигининг баландлиги (ёки тезланиш аналоги).

$\overline{a_e}$  – қайтиш фазасида тезланиш графигининг баландлиги.

### Таянч сўзлар.

1. Ҳаракатни айлантириш методи – бу методда кулачок тўхтатилиб, толкателга унинг йўналтирувчиси билан бирга –  $\omega_1$  бурчак тезлик берилади.
2. График дифференциаллаш методи – бунда функциянинг ҳосиласи оғма уринма бурчак тангенсига пропорционалдир.
3. Қаттиқ зарб – толкател тезланиши чексизликка эга бўлиб, унда сакраш ҳодисаси рўй беради.

### Контрол саволлар.

1. Кулачокли механизмларни кинематик текшириш методи нима?
2. Тезлик ва тезланиш аналоглари нима?
3. Кулачокли механизмларда кинематик диаграммаларни график дифференциаллаш нимадан иборат?
4. Кинематик диаграммаларнинг координата ўқларининг масштаблари қандай ҳисобланади?
5. Кинематик диаграмма ордината ўқларининг масштаби тенглигини қандай таъминлаш мумкин?
6. Кулачокли механизмларни ишлашида қаттиқ ва юмшоқ зарблар нима билан характерланади?
7. Кулачокли механизмларни лойиҳалашда зарбдан қандай қутилиш мумкин?
8. Энг содда зарбсиз кулачокни нима дейилади?

**10–мавзу: Кулачокли механизмларни асосий ўлчамларини аниқлаш.  
Кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш. Кулачок профилини  
лойиҳалаш. Турткич қайтма-илгариланма ҳаракат қилувчи кулачокли  
механизмларни лойиҳалаш.**

**2.1.22. ва 2.1.23 Маъруза машғулотининг ўқитиш технологияси.**

Вақти – 4 соат	Талабалар сони: 30-70 нафар
Ўқув машғулотининг шакли	Кириш. Визуал маъруза
Маъруза машғулотининг режаси	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масштаб коэффициентларини аниқлаш.</li> <li>2. Берилган ҳаракат қонуни асосланиб турткичнинг тезма анализи ва йўл графикларини гуруҳ интеграллаш ёрдамида куриш.</li> <li>3. Турткичнинг ҳақиқий тезлик ва тезланишларини аниқлаш.</li> <li>4. Кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш.</li> <li>5. Қайта айлантириш усулидан фойдаланиб, турткич қайтма –илгариланма ҳаракат қилувчи кулачокни сиртини куриш.</li> </ol>
Ўқув машғулотининг мақсади; Тезланиш, тезлик анализлари ва турткичнинг йўл графикларини график интеграллаш ёрдамида куришни, масштаб коэффициентини аниқлаш, кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш ва кулачок сиртини куришни ўргатиш.	
<p>Педагогик вазифалар:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фаза бурчак масштаб коэффициентини танлаш.</li> <li>- Турткичнинг ҳаракат қонуни бўйича берилган тезланиш аналог графигини куришни ўрганиш.</li> <li>- График интеграллаш ёрдамида турткичнинг тезлик аналог ва йўл графикларини куришни ўрганиш, масштаб коэффициентларни аниқлаш.</li> <li>- <math>S=S(ds/d\varphi)</math> номограммасини куриш ва кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш</li> <li>- Кулачок сиртини куриш.</li> </ul>	<p>Ўқув фаолиятини натижалари.</p> <p>Талаба!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Кулачокли механизмлар турларини айтиб бериш.</li> <li>- Эркинлик даражасини аниқлаш.</li> <li>- Автомобилларда қўланиладиган кулачокли механизмлар турларини, схемаларини чизиб бериш.</li> <li>- Механизмни схемасини чизиб, геометрик параметрларини кўрсатиш.</li> <li>- Механизм звеноларини тезлик ва тезланишларини аниқлаш.</li> <li>- Лойиҳалаш кетма-кетлигини билиш.</li> <li>- Ҳаракат қонуни тўғри танланилиши ва уни асослаш.</li> <li>- Таъсир этаётган кучларни айтиб бериш, босим бурчаги нима ва уни иш жараёнини таъсирини айтиб бериш.</li> <li>- Тезлик ва тезланиш плани куриш.</li> <li>- Босим бурчагини камайтириш учун қандай амаллар қилишини айтиб бериш.</li> </ul>
Ўқитиш услуби ва техникаси	Визуал маъруза, блиц-сўров, кластер,

	“ха-йўқ” техникаси
Ўқитиш воситалари	Маърузалар матни, проектор, тарқатма материаллар, график органайзерлар.
Ўқитиш шакли	Жамоа, гуруҳ-гуруҳ ва яккалик техникалари.
Ўқитиш шарт-шароитлари	Доска ва компьютер билан жиҳозланган аудитория, ўқув плакатлари ва жиҳозлари.

### 2.1.22 Маъруза машғулотининг технологик картаси (15 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади.
2- Босқич Асосий (65 мин)	<p>2.1. Талабалар эътиборини жалб қилиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади.</p> <p>- Автомотиларда ГТМ шовқин нимадан чиқади?</p> <p>-Кулачок сиртининг геометрияси нимага боғлиқ.</p> <p>2.2. Ўқитувчи вертуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён этишда давом этади. Кулачокнинг асосий ўлчамлари қандай факторларга асосланиб аниқланишни тушунтиради.</p> <p>2.3. Турткичнинг ҳаракат қонуни бўйича (тезланиш аналоги графиги) фаза бурчаклари коэффицентини аниқлаш амплитудани танлашни тушунтиради.</p> <p>2.4. График интеграллаш усулида тезлик аналог графиги ва йўл графикларини қуришни тушунтиради.</p> <p>2.5. Масштаб коэффицентларини аниқлашни тушунтиради.</p> <p>2.6. <math>S=S(ds/du)</math> номограммасини қуриши бунинг учун <math>dS/du=dS/du</math> (<math>u</math>) графиклари бир масштабда тушунтирилади.</p> <p>2.7. Кулачокнинг минимал радиусини ушбу номограммадан аниқлашни тушунтиради.</p>	<p>2.1. Эшитади. Ўйлайди, жавоб беради:</p> <p>2.2. Эшитади, ёзади.</p> <p>2.3. Эшитади, ёзади.</p> <p>2.4. Эшитади, ёзади.</p> <p>2.5. Эшитади, ёзади.</p> <p>2.6. Эшитади, ёзади.</p> <p>2.7. Эшитади, ёзади.</p>

3-Босқич Якуний (10мин.)	3.1. Мавзуга якун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Турли ҳаракат қонунларни доскада чизиб бериб, фаза бурчак қийматларини беради. Турткичнинг тугаланиш аналог графикларини қуришни вазифа қилиб беради.	3.1. Эшитади, аниқлаштирилди.  3.2. Топшириқ ёзиб олинади.
--------------------------------	--	--

### 2.1.23. Маъруза машғулотининг технологик картаси (16 машғулот)

Босқичлар вақти	Фаолият мазмуни	
	Ўқитувчи	Талаба
1-босқич Кириш (5мин.)	1.1. Мавзу, унинг мақсади, ўқув машғулотидан кутилаётган натижалар маълум қилинади.	1.1. Эшитади, ёзиб олади.
2- Босқич Асосий (65 мин)	2.1. Талабалар эътиборини жалб қилиш ва билим даражаларини аниқлаш учун тезкор савол-жавоб ўтказилади. -Кулачок профили нимага асосалниб лойиҳаланади. -Кулачок профили ёйилса ёки турткич (коромесонинг) геометрияси ўзгарса, қандай оқибатларга олиб келади, нима ўзгаради. 2.2. Ўқитувчи вертуал материаллардан фойдаланган ҳолда маърузани баён эттишда давом этади. Лойиҳалаш учун берилган параметрларни ёзади ва лойиҳалаш кетма-кетлигига асосланиб, яна қандай параметрларни топишни тушунтиради. 2.3. Турткич ҳаракат қонунини чизишни кўрсатади ва график интеграллаш ёрдамида тезлик аналог графиги $ds/d\varphi=ds/d\varphi$ ( $\varphi_1$ ) ни ва турткичнинг йўл графиги $S=S$ ( $\varphi_1$ ) ни қуришни кўрсатади ва масштаб коэффициентларини аниқлайди. 2.4. 2.1.22. маърузага асосаланган ҳолда кулачокнинг минимал радиусини аниқлайди. 2.5. Кулачок профилини $K_e=K_s$	2.1. Эшитади. Ўйлайди, жавоб беради:  2.2. Эшитади, ёзади. Саволлар бериб, асосий жойларни ёзиб олади.  2.3. Эшитади, ёзади. Графикларни чизади.  2.4. Ўтган маърузага асосаланган ҳолда, $S=S(ds/d\mu)$ номограммани

	масштабда куришини кўрсатади. 2.6. Талабаларга мавзунинг асосий тушунчаларига эътибор қилиши ва ёзиб олишларини таъкидлайди.	куради. 2.5. Эшитади. Саволлар беради. Чизади.
3-Босқич Яқуний (7мин.)	3.1. Мавзуга яқун ясайди ва талабалар эътиборини асосий масалага қаратади. Фаол иштирок этган талабаларни баҳолайди. 3.2. Мустақил иш учун вазифа: Ҳар бир талабага берилган ҳисоб-график ишларидаги параметрлар бўйича кулачок профилини куришни вазифа қилиб беради ва баҳолайди.	3.1. Эшитади, аниқлаштирилди.  3.2. Топшириқ ёзиб олинади.

15-маъруза.

### **Кулачокли механизмларда тезликлар режаси, узатиш нисбати ва ҳаракатни узатиш шарти.**

#### **Маъруза режаси.**

1. Толкатели илгариланма ҳаракатланувчи кулачокли механизмларда тезликлар режаси.
2. Толкатели илгариланма ҳаракатланувчи кулачокли механизмларда узатиш нисбати.
3. Тебранма толкателли кулачокли механизмнинг тезликлар режаси.
4. Тебранма толкателли кулачокли механизм узатиш нисбати.
5. Кулачокли механизмларда ҳаракатнинг узатиш бурчаги.

#### **Тезликлар режаси ва узатиш нисбати.**

Кинематик диаграммалар ишчи бурчаги оралиғида толкател ҳаракатининг характерини тасвирлайди. Агарда кулачокли механизмларда толкателнинг конкрет ҳолати учун тезлиги талаб этилса, кинематик диаграммаларни қурмасдан тезликлар режаси ва узатиш нисбати методидан фойдаланиш мумкин.

Ўткир учли толкатели оддий кулачокли механизмда тезликлар режасини куришни кўриб чиқамиз (15.1-расм). Унинг схемаси  $\mu_1$  масштабда тасвирланган. Бу механизмда толкателнинг ҳаракат чизиғи кулачокнинг айланиш марказидан ўтмайди. Бу механизмни марказий бўлмаган дезаксиал ёки эксцентрик дейилади, марказий механизмда эса толкателнинг ҳаракат чизиғи кулачокнинг айланиш марказидан ўтади. Тезликлар режасини бошланғич звено масштабида қурамыз (3-маърузага қаралсин), бизнинг ҳолатда кириш звеноси-кулачок масштабида, яъни  $\mu_v = \mu_1 \omega_1$ .

Қутб P дан  $k_1$  нуктанинг тезлик векторини, яъни кулачокнинг контакт нуктасидан ОК радиусу-векторга тенг ва перпендикуляр қилиб ўтказамиз (бу ва бундан кейинги ҳаракатлар 15.1-расмда келтирилган). Толкателга тегишли

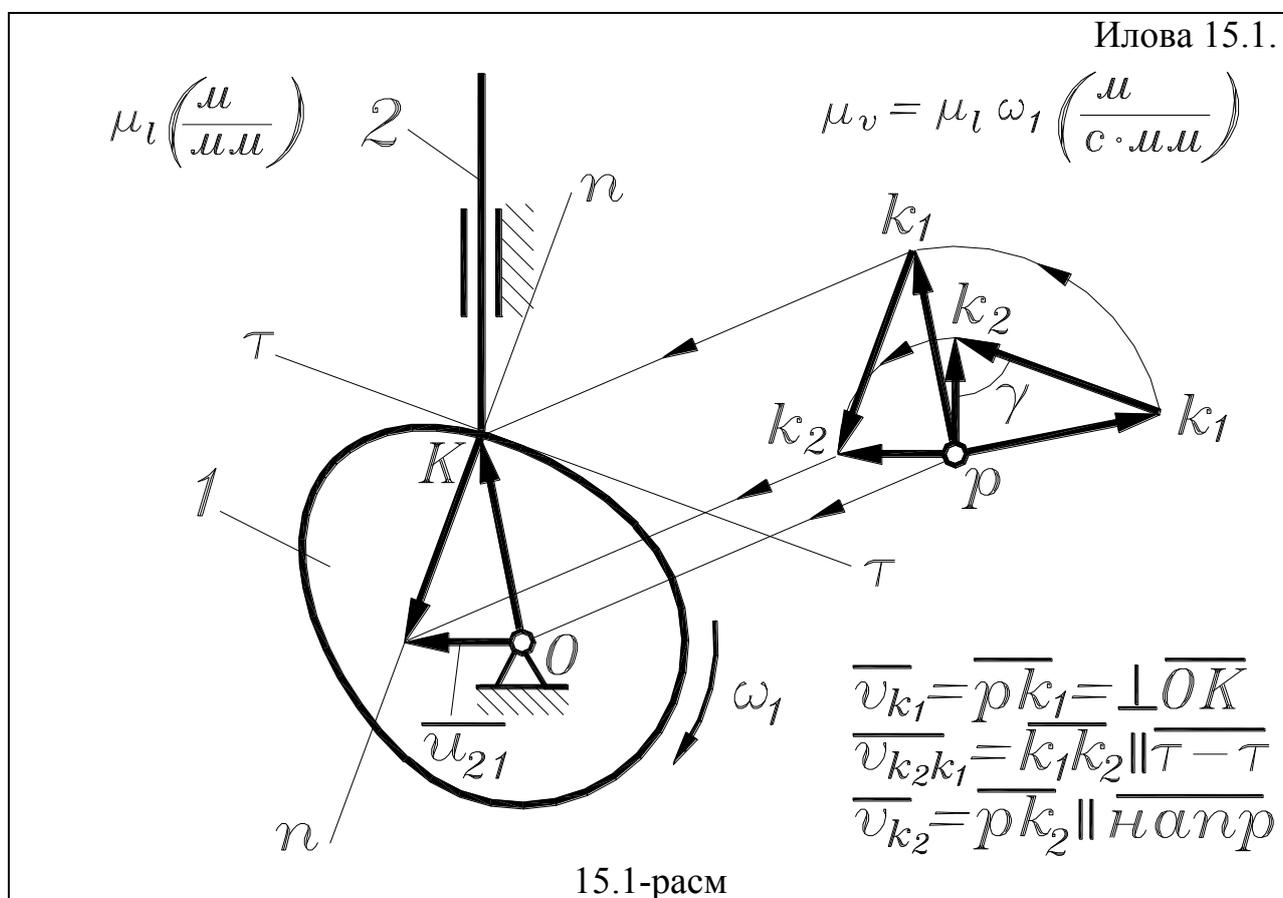
$k_2$  контакт нуқтанинг тезлик векторини қуйидаги вектор тенгламадан топамиз:

$$\overline{v_{k_2}} = \overline{v_{k_1}} + \overline{v_{k_2k_1}}$$

Олий кинематик жуфтлар назариясига асосан, толкател ва кулачок контакт нуқтасининг нисбий тезлиги кулачок профилига ўтказилган уринма бўйича йўналган. Шунинг учун, график қўшишни бажариб,  $k_1$  нуқта тезлик векторининг охиридан  $\tau$ - $\tau$  уринмага параллел чизиқ ўтказамиз.  $k_2$  контакт нуқтасининг абсолют тезлиги унинг йўналишига параллел, шунинг учун тезликлар режасидаги кутбдан вертикал ўтказамиз. Икки чизиқнинг учрашув нуқтасида толкател контакт нуқтасининг абсолют ва нисбий тезлик векторларининг охири ётади.

Топилган тезликлар режасиси берилган кулачокли механизм ҳолати учун толкател тезлик қийматини топишга имкон беради:

$$v_2 = v_{k_2} = \overline{pk_2} \mu_1 \omega_1 \text{ (м/с)} \quad (15.1)$$



Кулачокли механизмнинг узатиш нисбати методини қўллаб, ўша тезликни топамиз. Толкателдан кулачокка узатиш нисбати:

$$u_{21} = \frac{v_2}{\omega_1} \quad (15.2)$$

(15.1) ни ҳисобга, олиб топамиз:

$$u_{21} = \frac{\overline{pk_2} \mu_1 \omega_1}{\omega_1} = \overline{pk_2} \mu_1 \text{ (м)} \quad (15.3)$$

Шундай қилиб,  $pk_2$  кесма  $\mu_1$  масштабда  $u_{21}$  узатиш нисбати кўриниши бўлади. Бироқ, бу кесмани тезликлар режасини қурмасдан энг оддий усулда топиш мумкин. Ёрдамчи қурилишларни бажариб, бу усулга ўтамыз.

Тезликлар режасини  $90^\circ$  га кулачокнинг айланиш йўналишига тескари томонга бурамыз, сўнг уни механизм схемасига шундай кўчирамызки, унда режа қутиби кулачок айланиш маркази билан устма-уст тушсин (15.1-расм). У ҳолда  $pk_1$  вектор ОК радиус-вектор билан устма-уст тушади,  $k_1k_2$  нисбий тезлик вектори контакт нуқтадан ўтказилган n-n нормал бўйича жойлашади,  $pk_2$  вектори узатиш нисбатининг кўриниши кулачокнинг айланиш марказидан ўтказилган толкателнинг ҳаракат чизиғига перпендикуляр ётади. Бурилган тезликлар режаси механизм схемаси билан биргаликда қуйидаги қонидани бериши мумкин.

Кулачокли механизмда  $u_{21}$  узатиш нисбатини топиш учун, унинг схемасида икки чизиқни ўтказиш кифоя: контакт нуқтадан кулачок профилига нормал ва кулачок айланиш марказидан толкател йўналтирувчисига перпендикуляр кесма кулачокни айланиш маркази ва нормалнинг учрашган нуқтаси, қидирилаётган узатиш нисбатининг  $\mu_1$  масштабда кўриниши бўлади, у 15.2-расмда кўрсатилган. Шундай қилиб, толкател тезлиги кулачокли механизм ҳолатида, схемада кўрсатилганидек (15.2) ни ҳисобга олиб қуйидагича аниқланади.

$$v_2 = u_{21} \omega_1 = \overline{u_{21} \mu_1 \omega_1} \text{ (м/с)}$$

Энди тебранма толкателли кулачокли механизмни кўриб чиқамиз. Толкателнинг оний тезлигини тезликлар режаси методи ва узатиш нисбати методи бўйича топиш учун юқорида ёзилган ҳамма процедураларни қиламыз.

Тебранма толкателли кулачокли механизм схемаси  $\mu_1$  масштабда 15.3-расмда кўрсатилган, тезликлар режаси бошланғич звено – кулачок масштабида,  $\mu_v = \mu_1 \omega_1$  қурамыз.

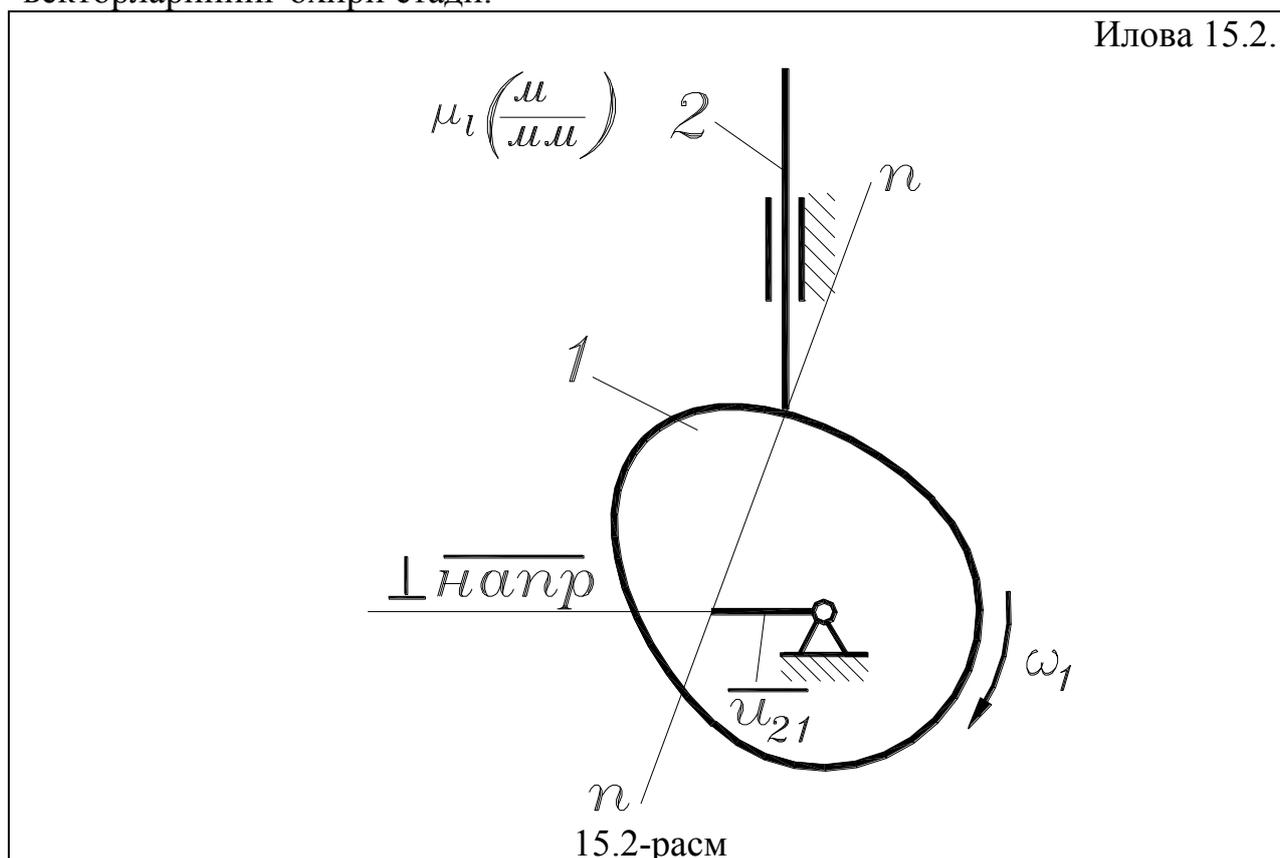
Қутб Р дан  $k_1$  нуқтанинг тезлик векторини, яъни кулачокнинг контакт нуқтасидан  $O_1K$  радиус-векторига тенг ва перпендикуляр қилиб ўтқазамиз (бу ва бундан кейинги ҳаракатлар 15.3-расмда келтирилган). Толкателга тегишли  $k_2$  контакт нуқтанинг тезлик векторини қуйидаги вектор тенгламадан топамиз:

$$\overline{v_{k2}} = \overline{v_{k1}} + \overline{v_{k2k1}}$$

Олий кинематик жуфтлар назариясига асосан, толкател ва кулачок контакт нуқтасининг нисбий тезлиги кулачок профилига ўтказилган уринма бўйича йўналган. Шунинг учун, график қўшишни бажариб,  $k_1$  нуқта тезлик векторининг охиридан  $\tau$ - $\tau$  уринмага параллел чизиқ ўтқазамиз. Тебранма толкател  $k_1$  контакт нуқтасининг абсолют тезлиги радиус-векторга перпендикуляр, шунинг учун тезликлар режасидаги қутбдан механизм

схемасидаги  $O_2K$  кесмага перпендикуляр чизик ўтказамиз. Икки чизикнинг учрашув нуқтасида толкател контакт нуқтасининг абсолют ва нисбий тезлик векторларининг охири ётади.

Илова 15.2.



Топилган тезликлар режаси берилган кулачокли механизм ҳолати учун толкател тезлик қийматини топишга имкон беради:

$$\omega_2 = \frac{v_{k2}}{O_2K} = \frac{\overline{pk_2} \mu_l \omega_1}{O_2K \mu_l}$$

Қисқартирилгандан кейин оламиз:

$$\omega_2 = \frac{\overline{pk_2} \omega_1}{O_2K} \quad (15.4)$$

Кулачокли механизмнинг узатиш нисбати методини қўллаб, ўша тезликни топамиз. Толкателдан кулачокка узатиш нисбати:

$$u_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (15.5)$$

(15.4) ни ҳисобга олиб, топамиз:

$$u_{21} = \frac{\overline{pk_2} \omega_1}{O_2K \omega_1}$$

Қисқаритилгандан сўнг оламиз:

$$u_{21} = \frac{\overline{pk_2}}{O_2K} \quad (15.6)$$

Бирок, бу кесмани тезликлар режасини қурмасдан энг оддий усулда топиш мумкин. Ёрдамчи қурилишларни бажариб, бу усулга ўтамиз.

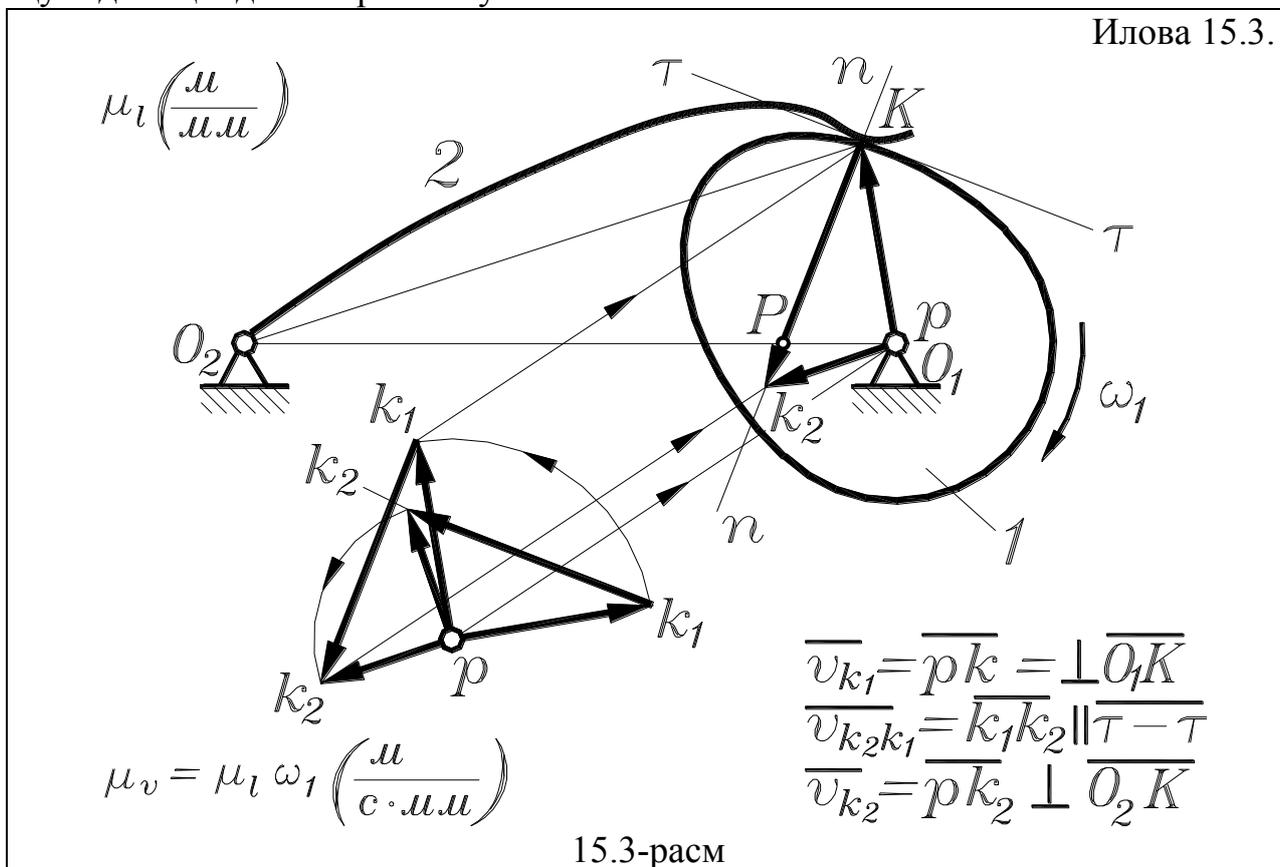
Тезликлар режасини  $90^0$  га кулачокнинг айланиш йўналишига тескари томонга бурамиз, сўнг уни механизм схемасига шундай кўчирамизки, унда режа кутиби кулачок айланиш маркази билан устма-уст тушсин (15.3-расм) у ҳолда  $pk_1$  вектор  $O_1K$  радиус-вектор билан устма-уст тушади,  $k_1k_2$  нисбий тезлик вектори контакт нукталаридан ўтказилган n-n нормал бўйича жойлашади,  $pk_2$  вектори эса толкаталнинг  $O_2K$  кесмасига параллел бўлади.  $k_1k_2$  вектор билан  $O_1O_2$  кесманинг учрашув нуқтаси P ни беради. Учбурчак  $\Delta O_2PK$  ва  $\Delta O_1Pk_2$  ларни кўриш, уларни ўхшашлигини кўрсатади. Шунинг учун қуйидаги тенглик тўғридир:

$$\frac{\overline{pk_2}}{\overline{O_2K}} = \frac{\overline{O_1P}}{\overline{O_2P}}$$

(15.5) ва (15.6) ларни ҳисобга олиб, ёзиш мумкин:

$$u_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\overline{O_1P}}{\overline{O_2P}} \quad (15.7)$$

Бурилган тезликлар режаси механизм схемаси билан биргаликда қуйидаги қоидани бериши мумкин.



Кулачокли механизмда узатиш нисбатини топиш учун, унинг схемасидан икки чизикни ўтказиш кифоя: биринчиси – кулачок ва толкател айланиш марказларидан ва иккинчиси – контакт нуқтадан кулачок профилига нормал (15.4-расм). Бу чизикларни кесишиш нуқтаси, кулачок ва толкател айланиш марказларини бирлаштирувчи кесма, кулачок ва толкател бурчак тезликларига пропорционал бўлакларга бўлади.  $O_1P$  ва  $O_2P$  кесма қиймати йўналишга эга: агар улар карама-қарши томонга йўналган бўлса

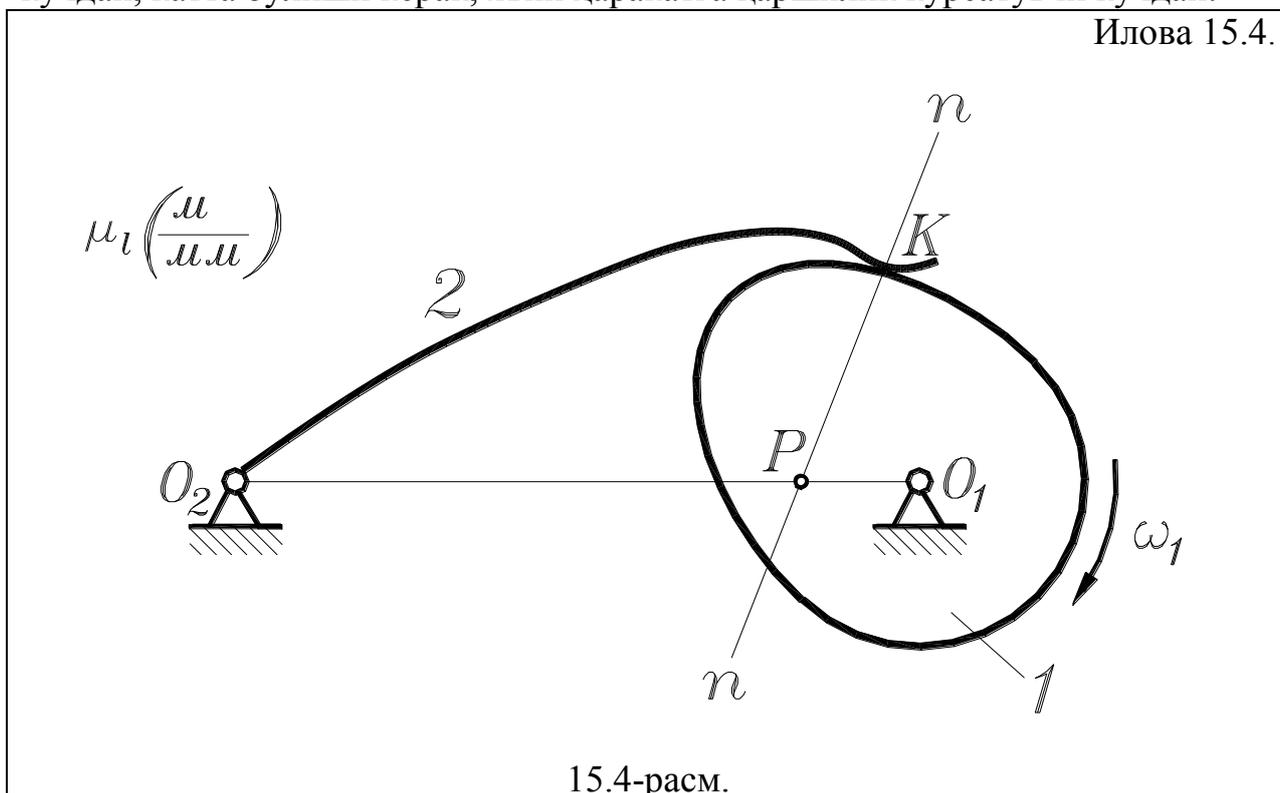
(15.4-расм), узатиш нисбати манфий, бу кулачокли механизмнинг берилган ҳолатида, кулачок ва толкателнинг айланиши қарама-қарши йўналишда бўлади. Агар  $O_1P$  ва  $O_2P$  кесмалар бир томонга йўналган бўлса у ҳолда  $P$  нукта  $O_1O_2$  кесма ташқарисида ётади, узатиш нисбати эса мусбат бўлгани учун толкател ва кулачок бир томонга айланади.

Толкателнинг бурчак тезлик қиймати (10.7)дан топилади:

$$\omega_2 = \frac{\overline{O_1P}}{\overline{O_2P}} \omega_1$$

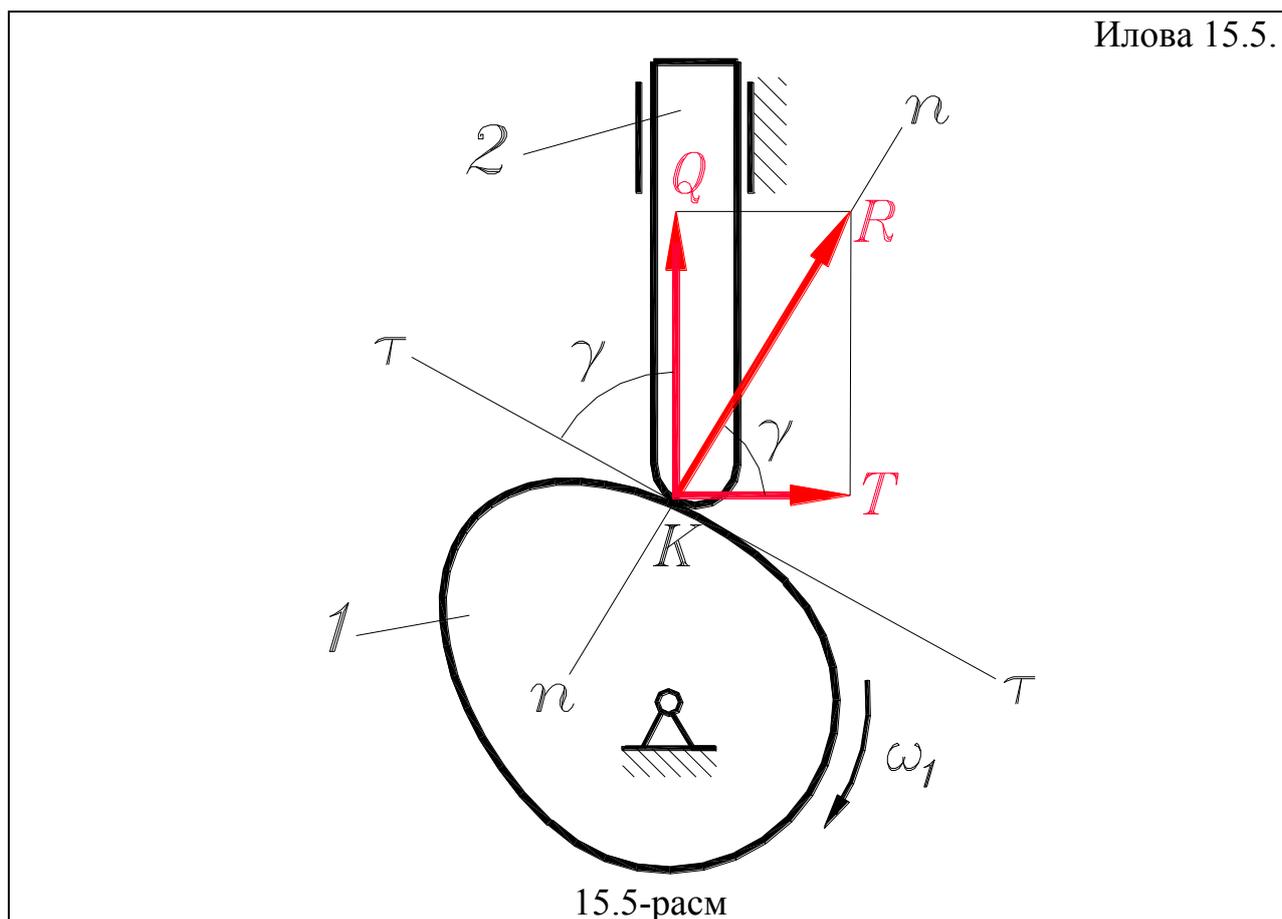
### Ҳаракатни узатиш нисбати.

Кулачокдан толкателга ҳаракатни узатиш шарти кучлар нисбатига боғлиқ, айти толкател ҳаракатига ёрдам берувчи кучга ва унинг ҳаракатига қаршилик кўрсатувчи кучга. Буни тўла кўриб чиқамиз. Олий кинематик жуфт назариясига асосан, кулачокдан толкателга таъсир этувчи куч кулачок профилига ўтказилган нормал бўйича йўналган бўлади (15.5-расмда  $R$  кучи). Бу кучни иккита ташкил этувчига ажратамиз:  $Q$  кучи толкател ҳаракати бўйича йўналган ва  $T$  кучи эса ҳаракат йўналишига перпендикуляр.  $Q$  кучи толкател ҳаракатига ёрдам берувчи куч, яъни унинг йўналтирувчиси бўйича йўналган,  $T$  куч эса бу ҳаракатга қаршилик кўрсатиб, уни ён томонга судраб кетадиган куч. Шундай қилиб,  $Q$  ва  $T$  куч қийматларининг нисбатига боғлиқ. Кулачокли механизмни ишлашида бу нисбат ўзгаради, чунки толкател ҳаракатига ўтказилган  $n$ - $n$  нормал узоқ ва яқинда туриш участкаларида нолдан қандайдир маълум қийматгача (бу ҳолатда  $T$  кучи бўлмайди) ўзгаради. Кучларни бўлишдан қуйидаги хулосага келиш мумкин: Кулачокли механизмни ҳаракатини узатиш шарти нуктаи назаридан яхши ишлаши учун (ёки динамик нуктаи назардан),  $Q$  кучи ҳаракатга ёрдам берувчи куч  $T$  кучдан, катта бўлиши керак, яъни ҳаракатга қаршилик кўрсатувчи кучдан.



Q ва T куч қийматлар нисбати анализини қисқартириш учун, ҳаракатни узатиш бурчаги параметридан фойдаланилади ва уни  $\gamma$  грек ҳарфи билан белгиланади: бу ўткир бурчак кулачок профилига ўтказилган уринма билан толкател контакт нуқтасининг ҳаракат чизиғи орасидаги бурчак (15.5-расм). Худди шундай  $\gamma$  бурчак Q ва T куч векторлари орасида топилади, бундан қуйидаги хулосага келиш мумкин: динамик нуқтаи назардан кулачокли механизмни яхши ишлаши учун, ҳаракатни узатиш бурчаги катта бўлиши керак.

Худди шундай,  $\gamma$  бурчак тезликлар режасида толкателнинг абсолют ва нисбий тезлик векторлари орасидаги бурчак бўлади (15.1-расм). Бундан келгусида фойдаланамиз.



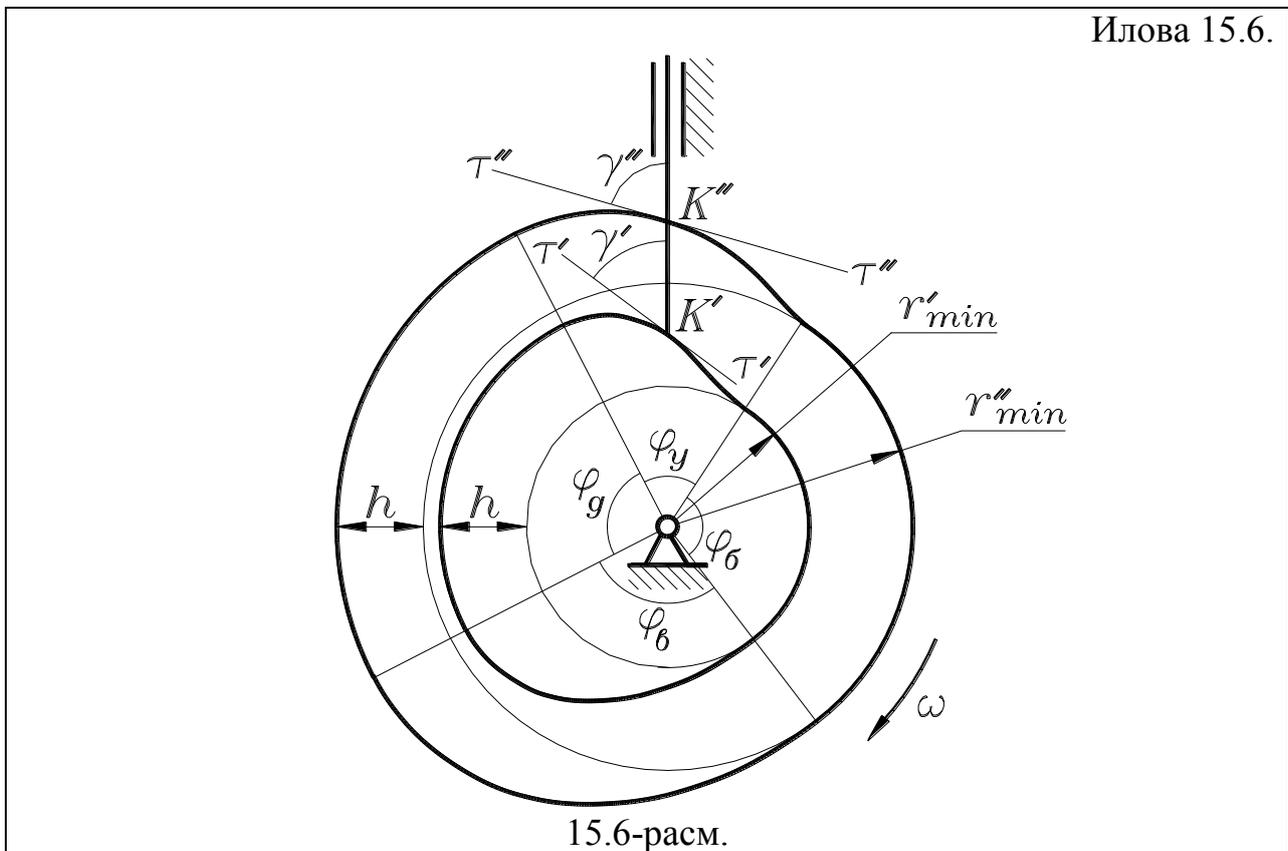
Кулачокли механизм ишлашида бу бурчак туриш участкасида  $90^\circ$  дан узоқлашиш ва фаза бурчакларида қандайдир минимал қийматга ўзгаради. Шунинг учун, юқоридаги қоида конкретлашади: тенг шароитда кулачокли механизмни яхши ишлаши учун ҳаракатни узатиш бурчагини минимал қиймати катта бўлиши керак. Бу нуқта назардан толкател ҳаракатининг битта характерини таъминлашда ҳар хил кулачокли механизмларни солиштириш мумкин. Бундай кулачокли механизмларда бир хил фаза бурчаклар, бир хил толкателнинг юрган йўли ва узоқлашиш ва қайтиш участкаларида ўхшаш профиллар бўлиши керак. Бу кулачокли механизмларнинг фарқи кулачок ўлчамида бўлади, яъни  $r_{\min}$  минимал радиус билан чизилган айлана ўлчамида. 15.6-расмда толкателнинг бир хил ҳаракатини таъминловчи, кулачоги ҳар хил ўлчамга эга бўлган, яъни ҳар хил минимал радиусдаги

айлана билан чизилган иккита марказий кулачокли механизм схемаси бирлаштирилган. Қаралган параметрлар бир хил: фаза бурчаклар, толкателнинг юрган йўли  $h$  (берилган ҳолатда – бу узоқда туриш участкасида минимал ва максимал радиуслар билан чизилган айланалар орасидаги масофа); бундан ташқари, узоқлашиш ва қайтиш участкаларида кулачок профили ўхшаш тайёрланган.

Иккала кулачокли механизм бир ҳил ҳолатда кўрсатилган, яъни кулачокнинг бурилиш бурчаги толкателга нисбатан бир хил. Толкател кичик кулачок билан  $K'$  нуктада, каттаси билан  $K''$  контактда бўлади. Контакт нукталаридан  $\tau'-\tau'$  ва  $\tau''-\tau''$  уринмалар ўтказилган. 15.6-расмдан кўриниб турибдики, ҳаракатдаги узатиш бурчаги катта кулачокли механизмларда кичикларидан кўра катта қийматга эга. Умумий ҳолатда қуйидагини ёзиш мумкин:

Агар  $r''_{min} > r'_{min}$ , то  $\gamma'' > \gamma'$ .

Бундан қуйидаги хулоса чиқади: тенг шароитда кулачокли механизм габарити қанча катта бўлса, шунча кулачокдан толкателга ҳаракатни узатиш шарти яхши бўлади, ёки шунча кулачокли механизмнинг динамик иши яхшилашади. Бироқ, бу динамик шартлар машиналарни лойиҳалашда асосий шартлардан бирига қарама-қарши бўлади – конструкциянинг минимал габаритга эга бўлиш шартига.



Кўрсатилган икки шарни қаноатлантириш учун, кулачокли механизмларни лойиҳалашда,  $\gamma_{min}$  ҳаракатни узатиш бурчагининг рухсат этилган минимал қиймати ҳисобга олинади, булар ҳар хил типдаги кулачокли

механизмлар учун адабиёт маълумотномасида келтирилган. 15.1-таблицада шулардан бир хил қийматлари келтирилган.

15.1-таблица

Кулачокли механизм	$\gamma$ ҳаракатни узатиш бурчагининг рухсат этилган минимал қиймати, град
Ўткир учли толкателли	$50 \div 60$
<b>Ясси толкателли</b>	$40 \div 50$
Роликли толкателли	$30 \div 40$

### Таянч сўзлар.

1. Ҳаракатни узатиш бурчаги – бу ўткир бурчак контакт нуқтасида кулачок профилига ўтказилган уринма билан толкател ҳаракатининг йўналтирувчиси орасидаги бурчак.

2. Ҳаракатни узатиш бурчаги – бу толкателнинг абсолют ва нисбий тезлик векторлари орасидаги ўткир бурчак.

### Контрол саволлар.

1. Кулачокли механизмларда тезликлар режасини қуриш методикаси қандай?

2. Кулачокли механизмни берилган ҳолатда толкателнинг тезлигини топиш учун узатиш нисбати қийматларидан қандай фойдаланилади?

3. Кулачокли механизмда ҳаракатни узатиш бурчаги нима?

4. Текис тарелкали кулачокли механизмларда ҳаракатни узатиш бурчаги нимага тенг?

5. Ҳаракатни узатиш бурчагининг энг яхши қиймати қандай?

6. Ҳаракатни узатиш бурчаги қиймати кулачокли механизм габаритига қандай боғлиқ бўлади?

7. Ҳаракатни узатиш бурчаги қиймати ҳар хил типдаги кулачокли механизмлар учун қандай бўлади

16-маъруза.

### Кулачокли механизмни лойиҳалаш.

#### Маъруза режаси.

1. Кулачокли механизмнинг ҳар хил ҳолатларида ҳаракатни узатиш бурчаги қийматини аниқлаш.

2. Кинематик диаграммалар бўйича  $S(V)$  графикни қуриш.

3. Кулачок марказини жойлашиш областини аниқлаш.

4. Ҳаракатни узатиш шартини яхшилаш учун эксцентриситетдан фойдаланиш.

5. Кулачокни лойиҳалаш.

6. Кулачокли механизмни лойиҳалаш йўллари.

Олдинги маърузада кўрсатилганидек, кулачокнинг минимал радиуси қиймати бўйича аниқланадиган кулачокли механизм габарити рухсат этилган

ҳаракатни узатиш бурчагининг қийматига боғлиқ бўлади. Бу боғланишни ҳисобга олмасдан берилган параметрлар бўйича механизмларни лойиҳалаш мумкин эмас. Оддий кулачокли механизм мисолида берилган минимал рухсат этилган ҳаракатни узатиш бурчаги бўйича кулачокни минимал радиусини аниқлаш методикасини кўрсатамиз.

### **Кулачокни минимал радиусини аниқлаш.**

Кулачокни минимал радиусини аниқлаш методикасида асосан ҳаракатни узатиш бурчаги қийматини аниқлаш ётади, шунга асосан кулачокли механизмни берилган ҳолатида ҳаракатни узатиш бурчаги - бу шу ҳолатда толкателнинг абсолют ва нисбий тезлик векторлари орасидаги бурчак. Кулачокни айланишига қараб бу бурчак ўзгариб боради. Бу бурчак ўзгариш картинасини олиш учун уни кулачокнинг минимал радиуси билан боғловчи қуйидаги ҳаракатни бажарамиз.

$\mu_1$  масштабда бажарилган механизм схемасида (16.1-расм), толкател ҳаракатини айлантиришдаги керакли ҳолатлар сонини кўрсатамиз: 16.1-расмда 10 ҳолат берилган. Битта ҳолат учун (16.1-расм тўртинчи учун)  $\mu_v = \mu_1 \omega_1$  масштабда тезлик режасини қураамиз 8-маърузада кўрсатилгандек: кулачок контакт нуктасининг  $pk_1$  тезлик вектори  $K_4$  нуктадаги радиус-векторга тенг ва перпендикуляр нисбий тезлик вектори  $K_1K_2$ , кулачок профилига  $K_4$  контакт нуктадан ўтқазилган уринмага параллел, толкателнинг  $pk_2$  абсолют тезлик вектори эса толкателнинг ҳаракат йўналишига параллел, кўрилатган ҳолатда –  $K_4$  нуктадаги радиус векторига параллел.

Энди тезлик режасини кулачокнинг айланиш йўналишида 900 бураамиз ва уни механизм схемаси билан шундай бирга қўшамизки, режа қутби  $K_4$  контакт нукта билан устма-уст тушсин. Унда  $pk_1$  вектор  $K_4$  нуктадаги радиус-вектор билан устма-уст тушади,  $K_1 K_2$  вектор контакт нуктадан профилга ўтқазилган нормалга параллел бўлади,  $pk_2$  вектор эса толкател ҳаракат йўналишига перпендикуляр бўлади. Чизмани қисқартириш учун  $K_1$  нукта белгиланмаган,  $k_2$  нинг белгиланиши эса 4 рақам ҳолат номери билан алмаштирилган.

Механизм схемаси билан бирга қўшилган бурилган тезлик режаси, қолган ҳамма ҳолатларда юқоридаги абзацда келтирилган қоидага асосан қурилади.

Ҳамма тезликлар режасини тик ҳолатга бураамиз, яъни толкателнинг тик кўрсатилган ҳолатидек. Бурилган  $pk_1$  векторлар тезлик режасида бири-бири билан устма-уст тушади

(16.1-расмда бу векторлар кўрсатилмаган). Толкателнинг бурилган  $PK_2$  абсолют тезлик вектори горизонтал жойлашади ва толкателнинг ҳолати мос равишда сонлар билан белгиланган. Бурилган  $K_1 K_2$  нисбий тезлик вектори – кулачокнинг айланиш маркази билан толкателнинг бурилган абсолют тезлик вектори охирини бирлаштиради, улар сонларда белгиланган.

Юқорида келтирилган аниқлашга асосан, толкателнинг абсолют ва нисбий тезлик векторлари орасидаги бурчак – кулачокли механизмнинг ҳар хил ҳолатларидаги узоклашиш ва қайтиш фазаларидаги  $\gamma$  ҳаракатини узатиш

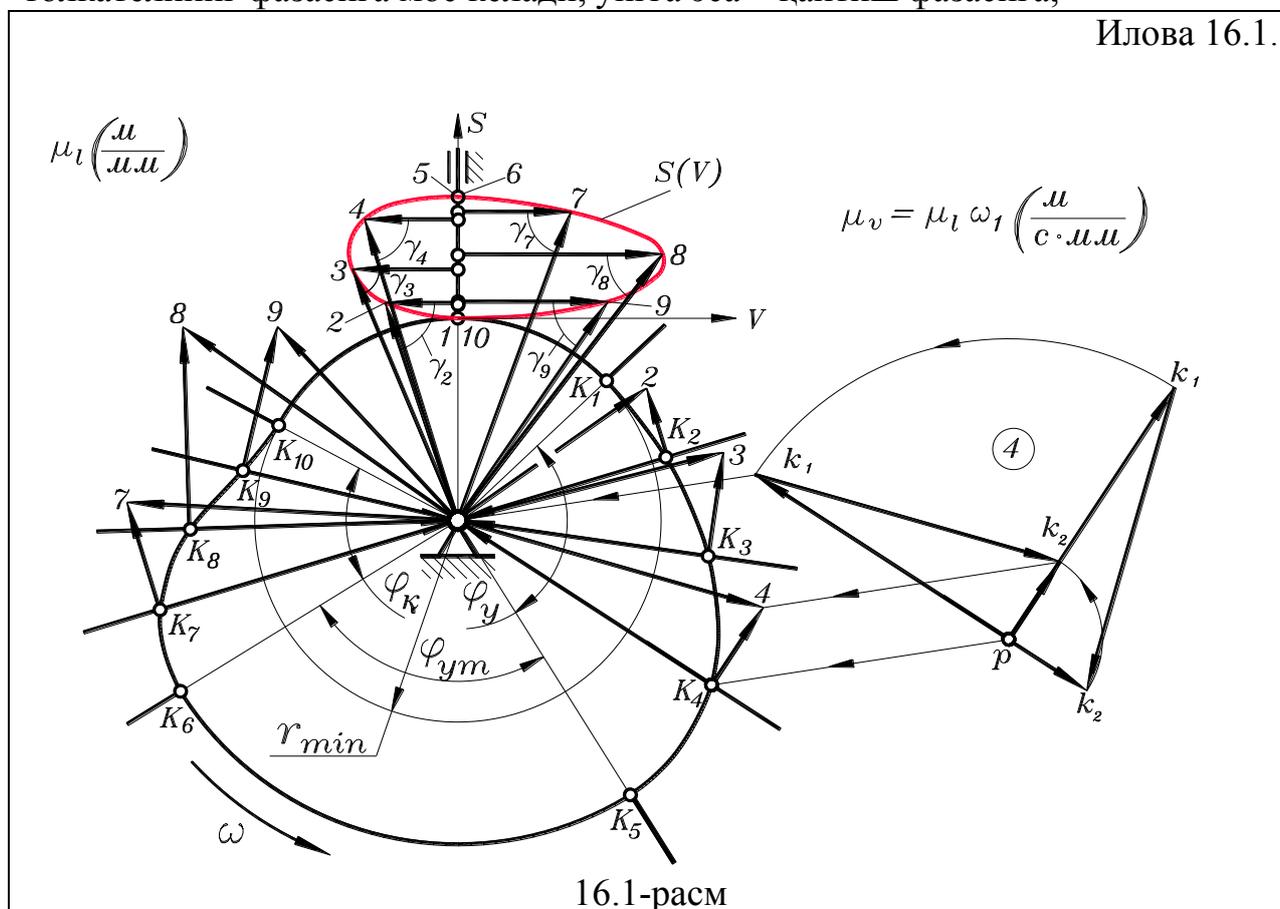
бурчагидир. Расмдан кўриниб турибдики,  $\gamma$  бурчак қанча кичик бўлса, кулачок марказини толкателнинг абсолют тезлик вектори охири билан бирлаштирувчи оғмалик вертикал чизиққа нисбатан шунча катта бўлади.  $\gamma$  ҳаракатни узатиш бурчагининг минимал қийматини топиш учун абсолют тезлик векторларнинг охирларини раван чизиқлар билан бирлаштириш керак ва кулачок марказидан унга урунмалар ўтказилади.

$\mu_v = \mu_l \omega_1$  машсштабда бажарилган тезлик векторлари, тезлик аналог векторлари ҳисобланади, бу 6-маърузадаги (6.4) формуладан кўриш мумкин. Шунинг учун юқорида кўрсатилган векторлар охирини бирлаштирувчи эгрилик толкателнинг силжиши билан унинг тезлик аналоги  $S(V)$  боғланишини кўрсатувчи графикдир (16.1-расм).

Кулачокни минимал радиусини аниқлашда керак бўлган  $S(V)$  графикнинг баъзи - бир хосаларини белгилаймиз:

а)  $S(V)$  графикни айланиб ўтиш йўналиши кулачокнинг айланиш йўналишига тескари;

б) агар кулачок соат стрелкасига қарши айланса (16.1- расмдагидек),  $S(V)$  графикнинг чап қисми ( $S$  ордината ўқининг чап томонида ётган қисми) толкателнинг фазасига мос келади, ўнгга эса – қайтиш фазасига;



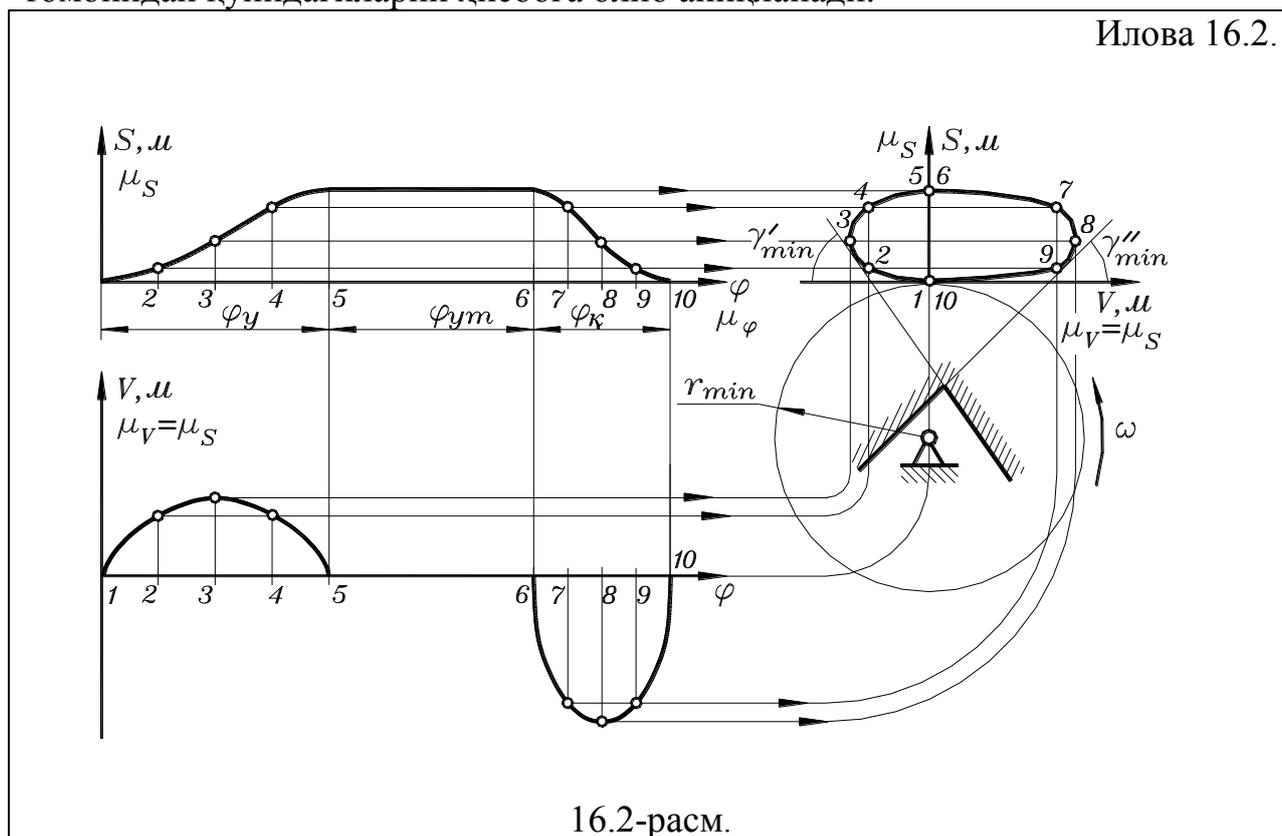
в) ва тескари, агар кулачок соат стрелкаси бўйича айланса, унда  $S(V)$  графикнинг чап қисми толкателнинг қайтиш фазасига, ўнгги эса – узоқлашиш фазасига мос келади;

г) узоқлашиш ва қайтиш фазаларида  $\gamma$  минимал бурчак остида  $S(V)$  графикка ўтказилган урунма кулачокнинг минимал радиуси билан чизилган айлана марказида учрашади.

Кулачокли механизмни анализи натижасида 16.1 расмда  $S(V)$  графиги қурилган. Кулачокнинг минимал радиусини аниқлашда, кулачокли механизмларни лойиҳалашда ўхшаш графиклардан фойдаланиш учун, толкателнинг силжиш ва тезлик аналоги кинематик диаграммаларини қуриш керак.

Бир хил масштабда  $\mu_l = \mu_v$  бажарилган толкателнинг силжиши ва тезлик аналоги кинематик диаграммаларидан фойдаланиб  $S(V)$  графигни қуриш 16.2-расмда кўрсатилган. Масштабларни тенглигида кўрсатилган график силжиш ва тезлик аналоги диаграммаларидан тўғридан-тўғри мос равишда кесмаларни расмда кўрсатилганидек ўтказиб қурилади. Агар диаграмма масштаблари тенг бўлмаса, у ҳолда  $S(V)$  графигнинг координата ўқларининг масштаби бир хилда бўлиши керак.

$\gamma_{\min}$  ҳаракатни минимал узатиш бурчагининг рухсат этилган қиймати лойиҳалашда берилган бўлади ёки конструктор маълумот адабиётларидан танлаб олади. Бу бурчак қийматлари узоклашиш ва қайтиш участкаларида ҳар хил қиймат бўлиши мумкин.  $S(V)$  графигка иккита урунма ўтқазилади:  $\gamma'_{\min}$  ва  $\gamma''_{\min}$  бу бурчаклар абсцисса ўқиға оғма бўлади (16.2-расм). Назарий 2 пунктда кўрсатилганидек графигнинг хоссига асосан, бу урунмалар кулачокнинг минимал радиуси билан чизилган айлана марказида учрашади. Бироқ амалда минимал радиусли айлана маркази лойиҳалаётган кулачокда, бу урунмалар билан чегараланган зона ичида ёки областда жойлашади. 16.2-расмда бу област чегаралари штрихланган контур чизиқлар билан кўрсатилган. Кулачок марказини чегарадан узоклашиши конструктор томонидан қуйидагиларни ҳисобга олиб аниқланади.



Минимал радиусли айлана қанча катта бўлса, шунча кулачокли механизмни ишлаш шароити яхши бўлади, лекин конструкциянинг минимал

габаритига қўйилган талаб бузилади. Шунинг учун, бу ўлчам унга катта бўлмаслиги керак, бу оралиқ урунма чизиқларнинг кесишиш нуқтаси ва  $S(V)$  графикнинг координат бошидан ( $10 \div 20$ ), фоиздан ошмаслиги керак. Кулачок айланиш маркази ва координат боши оралиғидаги масофа кулачокнинг  $r_{\min}$  минимал радиуси бўлади.

Кулачок марказининг ҳолати рухсат этилган зона ичида бўлиши механизм конструкциясига боғлиқ. Масалан, агар механизм марказий бўлса, кулачок маркази  $S(V)$  графикнинг ордината ўқи давомида жойлашади, агар механизм марказий бўлмаса, кулачок маркази бу ўқдан берилган эксцентриситет қийматга силжиган бўлади. Агар механизм конструкцияси олдиндан аниқланмаган бўлса, унда кулачок айланиш маркази  $S(V)$  графикнинг ордината ўқидан чап ёки ўнг томонда жойлашиши мумкин, бу лойиҳаланаётган кулачокли механизмни узоқлашиш фазасида ишлаш шароитини яхшилайдди, яъни бу фазада кулачокдан толкателга куч узатилади.  $S(V)$  графикдан 16.2-расмда кўрсатилганидек, толкателнинг узоқлашиш фазаси графикда 1 – 5 участкага мос келади. Бу участкада кучни узатиш шароитини яхшилаш учун, мумкин қадар 2, 3 ва 4 ҳолатларда ҳаракатни узатиш бурчагини ошириш керак. Шунинг учун, кулачок марказини графикнинг ордината ўқидан чап томонга силжитиш керак.

Кулачок айланиш йўналишига нисбатан яна бир хулоса. 16.2-расмдан кўришиб турибдики,  $S(V)$  графикнинг айланиб ўтиш йўналиши соат стрелкаси бўйича бўлса, лойиҳаланаётган кулачок соат стрелкасига қарши айланади. Агар лойиҳаланаётган кулачок қарама-қарши йўналишда айланиши талаб этилса, у ҳолда  $S(V)$  графикнинг айланиб ўтиш йўналишини ордината ўқига нисбатан ойна жойлашишида ўзгартириш керак.

Кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш методикаси, толкатели ўткир учли, ясси, илгариланма ҳаракатланувчи роликни кулачокли механизмлар учун яроқлидир. Текис тарелкали ва тебранувчи толкателли кулачокли механизмлар учун кулачокни минимал радиусини аниқлаш методикаси [2] ва [4] кўриб чиқилган.

Минимал радиус айлана ўлчамини аниқлаш билан, толкателни яқинда туриш участкасида кулачок профилини топдик. Лойиҳалашнинг келгуси этапи – бу бошқа участкаларда кулачок формасини аниқлашдан иборат ёки кулачокни лойиҳалашдир.

### **Кулачокни лойиҳалаш.**

Лойиҳалаш ёки кулачок профилини қуриш – бу кулачокли механизм анализига тесқари процесс, яъни маълум кулачок профилига нисбатан толкател силжиш диаграммасини қуриш (бу процесс б-маърузада ёзилган). Лойиҳалаш учун берилганлар толкателнинг силжиш диаграммасин ва кулачокнинг минимал радиусдаги айланаси ҳисобланади.

Толкатели илгариланма ҳаракатланувчи роликли механизмларда кулачок профилини лойиҳалашни кўрсатамиз.

Энг аввало ихтиёрий  $\mu_1$  масштабда минимал радиус  $r_{\min}$  айланасини чизамиз (16.3-расм). Ихтиёрий ҳолатдан (16.3-расмда горизонталдан) фу

узоклашиш фаза бурчагини,  $\varphi_d$  узокда туриш ва  $\varphi_v$  – қайтиш бурчакларини кулачокнинг айланишига тескар йўналишда қўямиз. Катта радиусда ёрдамчи айлана ўтказиб (қурилиш аниқлигини ошириш учун), бу бурчакларни шундай бўлакларга бўламизки, толкател силжиш кинематик диаграммасида бўлинганидек (16.2-расм).

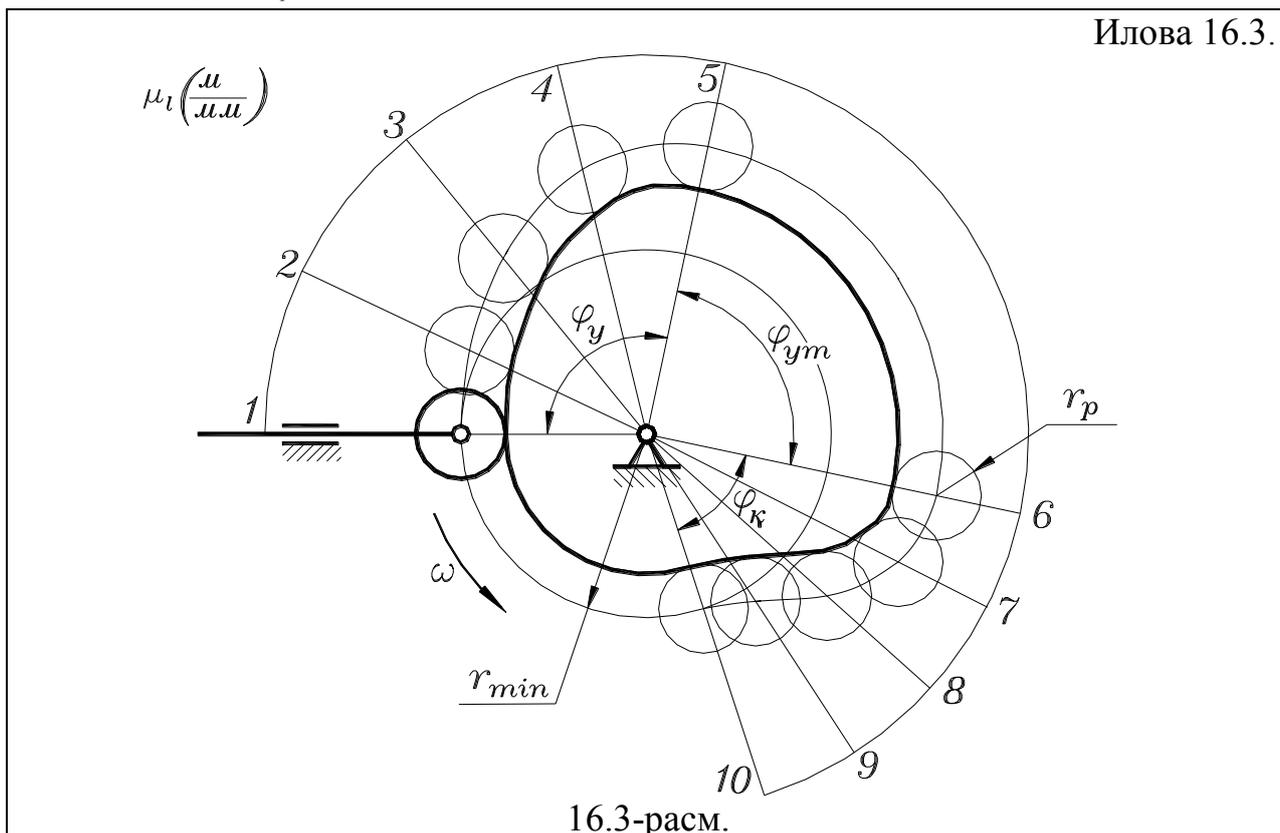
Минимал радиус айланасидан ҳосил қилинган нурларга силжиш диаграммасидаги кесмаларни мос равишда қўйямиз. Бу ҳаракат силжиш диаграмма масштабада –  $\mu_S$  ва лойиҳаланаётган механизм схемаси масштаби –  $\mu_l$  лар тенг бўлган шароитда тўғри келади. Агар бу масштаблар тенг бўлмаса, у ҳолда кесма нисбатлари диаграммадан механизм схемасига кўчириляётганда ҳисобга олиниши керак. Толкател силжиш кесма охирилари раван эгри чизик билан туташтириб (узок ва яқинда туриш участкаларида – бу айлана ёйи бўлади) назарий кулачок профилини ҳосил қиламиз, ёки ҳаракатни айлантиришдаги толкател ролик марказининг траекториясидир. Энди бу траекторияда ролик радиуси  $r_p$  бўйича айланалар чизиб чиқамиз. Кулачокнинг ҳақиқий профили ролик радиуси билан чизилган айланаларга ўтказилган раван уринма чизикдан ҳосил бўлган профилдир.

Ролик радиуси иккита конструктив шартни ҳисобга олиб белгиланади.

1. Габарит шартининг мослиги. Ролик радиуси кулачокнинг минимал радиусига қуйидагича мос келиши керак;

$$r_p = (0,2 \div 0,4) r_{\min}$$

2. Ролик радиуси профилнинг минимал эгрилик радиусидаги кичик бўлиши керак:  $r_p < \rho_{\min}$ .



Иккинчи шартни ҳисобга олмаслик ҳақиқий кулачок прфилини ўткир учли бўлишга олиб келади (16.4а-расм), ва бундай кулачок ишга яроқсиз бўлиб, тезда толкател ҳаракатининг характери бузилади (16.4б-расм). Кулачок профилининг минимал эгрилик радиусини аниқлаш методикаси [2] да ёзилган.

### Лойиҳалаш кетма-кетлиги.

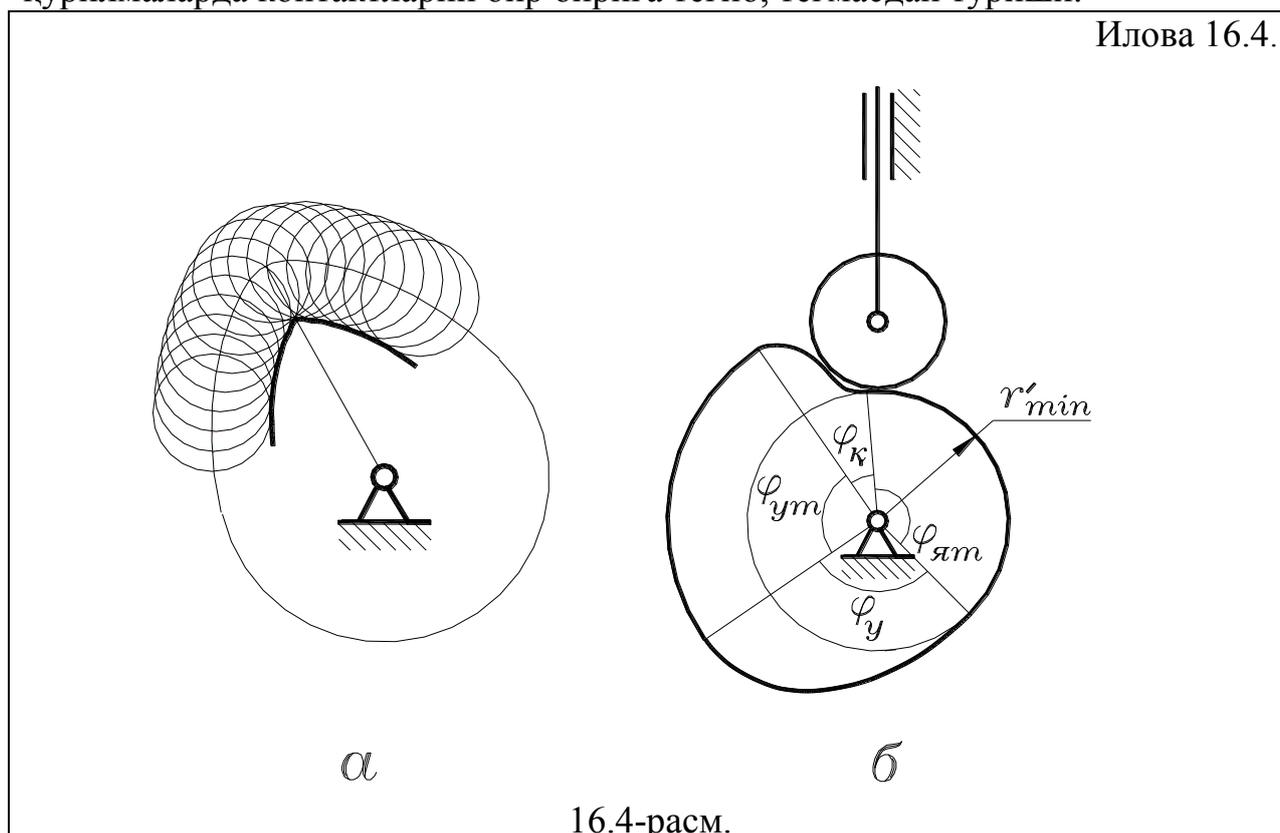
Кулачокли механизмларни лойиҳалаш кетма-кетлиги лойиҳалаш топшириғига боғлиқ. Бунда иккита вариант бўлиши мумкин.

1. Толкател ҳаракатининг характери берилган. Бу ҳолат кулачокли машина – автоматларнинг кулачокли механизмларини лойиҳалашда рўй бериши мумкин.

Машинанинг ишчи органларини кулачокли механизм ҳаракатга келтиради. Масалан, бўйлама - фасонли силлиқлаш токар автоматларида резец суппортнинг текис ҳаракатини таъминлашда, самолёт бошқарув системаси механизмларини лойиҳалашда, трубопровод системасида заслонканинг бурилиши ҳаво кондензацияси тезликнинг берилган қонуният бўйича ўтади.

2. Толкателнинг ҳаракат характери берилмаган. Бу ҳолат ишчи ёки ёрдамчи машина органларининг ҳаракат характерини толкател орқали узатиб кулачокли механизмларни лойиҳалашда кўриш мумкин. Масалан, ички ёниш двигателларида компрессор клапанларининг очилиши, зубодолбеж станокларда долбякни заготовкadan узоклашуви, электротехник қурилмаларда контактларни бир бирига тегиб, тегмасдан туриши.

Илова 16.4.



Берилганларни ва лойиҳалаш йўлларни кўриб чиқамиз.

Толкателнинг ҳаракат характери берилган.

Бошланғич берилганлар:

- кулачокли механизм типи;
- кулачокнинг айланиш частотаси айл/мин;
- кулачокли механизмнинг фаза бурчаклари градусда;
- толкателнинг юрган йўли ММ да (максимал силжиш) толкатели илгариланма ҳаракатланувчида ёки градусда тебранма толкателлида;
- толкателнинг ҳаракат характери, математик боғланишлар кўринишида аналитик усулда берилган ёки график усулда кинематик диаграммалар кўринишида.

Лойиҳалаш йўли.

1. Толкателнинг силжиш диаграммасини қуриш.
2. Толкателни тезлик аналоги диаграммасини силжиш графигини график дифференциаллаш методи бўйича қуриш (бунда масштаблар тенг бўлиши керак).
3. Тезлик йўқотиш бўйича қуриш аналоги графигини толкателни контакт нуқтасида силжиш функциясида тезлик аналоги ва силжиш диаграммаларидан бурчак параметрини график йўқотиш бўйича қуриш.
4. Кулачокнинг минимал радиусини топиш ва унинг марказини жойлашиш зонасини аниқлаш учун, ҳосил қилинган графикка ҳаракатни узатиш бурчагининг руҳсат этилган минимал қиймати бўйича абсцисса ўқига оғма иккита урунма ўтказиш керак.
5. Кулачокни лойиҳалаш.

Толкателнинг ҳаракат характери берилмаган.

Бу ҳолатда конструктор ўзи толкател ҳаракатининг характерини динамик ҳолатларга қараб танлайди;

Тезланишнинг ўзгариш қонуниятида, қаттиқ ва юмшоқ зарбларни бўлиш, бўлмаслигига қараб. Шунинг учун, бошланғич берилганларда толкател ҳаракатининг характери берилмасдан, иш процессида тезланишнинг ўзгариши берилади. Қолган бошланғич берилганлар олдинги ҳолатдагидек бўлади.

Лойиҳалаш йўли.

1. Толкателни тезланиш аналоги диаграммасини қуриш.
  2. Толкателнинг тезлик аналоги диаграммасини тезланиш аналоги графигини график интеграллаш методи бўйича қуриш.
  3. Толкателни силжиш диаграммасини тезлик аналоги графигини график интеграллаш методи бўйича қуриш.
- Қолган пунктлар, олдинги ҳолатдагидек бўлади.

**Таянч сўзлар.**

1. Кулачокнинг минимал радиуси – кулачокнинг яқин туриш участкасидаги айлана радиуси.

2. Кулачокни лойиҳалаш – маълум кулачокнинг минимал радиусида толкателни ҳаракат диаграммаси бўйича кулачок профилини қуриш.

### **Контрол саволлар.**

1. Толкател силжишининг тезлик аналогига боғлиқлик графиги қандай қурилади?

2.  $S(V)$  график ёрдамида кулачокли механизмнинг ҳар хил ҳолатларида ҳаракатни узатиш бурчаги қиймати қандай топилади?

3. Кулачокли механизмнинг кинематик диаграммалар ёрдамида  $S(V)$  график қандай қурилади?

4. Кулачокли механизмни лойиҳалашда кулачок марказининг жойлашиш области қандай топилади?

5. Кулачокни лойиҳалаш нимадан иборат?

6. Роликли толкателли кулачокли механизмларни лойиҳалашда ролик радиусини танлашни учта шарти нима?

7. Толкател ҳаракатининг характери берилган кулачокли механизмларни лойиҳалаш кетма-кетлиги?

## «ММН» фанидан якуний назорат саволлари.

### 1. Структуравий анализ.

1. 4–звеноли ричагли механизмнинг схемаси чизилиб, эркинлик даражаси аниқлансин.
2. Кривошип, шатун, поршен, кулиса ва коромысло нима? Мисол келтиринг.
3. Ассур гуруҳи нима? Тўртинчи синф Ассур гуруҳига мисол келтиринг.
4. Кинематик схема нима? 4-звеноли ричагли механизмнинг схемасинини чизинг.
5. Кулачокли механизм схемасини чизинг ва эркинлик даражасини аниқланг.
6. Фазовий механизмларда кинематик жуфтлар қандай синфларга бўлинади?
7. Ричагли механизм турларидан иккитасини кўрсатинг, кинематик жуфтларнинг синфларини аниқланг ва звеноларни номларини ёзинг.
8. 2 – синф Ассур гуруҳини чизинг.
9. ММН фани нимани ўргатади?
10. Уч босқичли тишли узатманинг схемасини чизинг.
11. П.Л.Чебышевнинг  $W=3n - 2p_5 - p_4$  формуласидаги харфий ифодалар нимани англатади?
12. Механизм нима ва уларни синфларга бўлиниши?
13. Машина нима ва синфларга бўлиниши?
14. 2-синф кинематик жуфтларга мисол келтиринг.
15. Вал ўқлари ўзаро параллел жойлашган узатма чизмасини чизинг.
16. Ассур гуруҳи нима?
17. 5-синф кинематик жуфтларга мисол келтиринг.
18. 3 – синф Ассур гуруҳи системасини чизинг.
19. Кинематик занжир турлари.
20. Қуйи ва олий кинематик жуфт нима?
21. Эксцентрикли кулачокли механизмлар схемасини чизиб кўрсатинг ва эркинлик даражасини аниқланг.
22. Механизмнинг структуравий анализи деб нима тушунаси?
23. Тишли ва тасмали узатмаларнинг кинематик схемаларини чизинг ҳамда звенолар сонлари ва кинематик жуфтлар синфини аниқланг.
24. 4-звеноли ричагли механизмнинг эркинлик даражасини аниқланг.
25. Автомобилнинг газ тақсимлаш механизм схемасини чизинг.
26. 4-синф кинематик жуфтларга мисол келтиринг.
27. Кулисали механизмнинг схемасини чизинг ва эркинлик даражасини аниқланг.
28. Механизмнинг синфи қандай аниқланади?
29. Механизмдаги қўшимча боғланишлар деб нимани тушунаси?
30. Текис тарелкали кулачокли механизм схемасини чизинг ва эркинлик даражасини аниқланг.

## 2. Кинематик анализ.

1. Тўрт звеноли механизм учун нуқталарнинг тезланишини топиш учун вектор тенгламаларини ёзинг.
2. Поршеннинг аналитик усулда тезланишини топинг (нормал КШМ учун).
3. СВ бўғин С нуқтасининг В нуқтасига нисбий нормал тезланишини аниқлаш формуласини ёзинг.
4. Кулисали механизмга чизилган схема учун қутб тезланишлар планини чизинг.
5. Поршенга тегишли В нуқтанинг тезлигини аналитик усулда топинг (экцентрик КШМ учун).
6. Механизмларни график усулда кинематик анализ қилиш нимага асосланган ва уларнинг тенгламасини ёзинг.
7. Кулисали механизм схемасидаги С нуқтанинг тезлигини топиш учун вектор тенгламани ёзинг.
8. Кривошип-коромислоли механизмнинг кулисасининг бурчак тезлиги қандай аниқланади?
9. СВ бўғин мураккаб ҳаракат қилса С нуқтасининг В нуқтасига нисбатан тезлигини аниқлаш формуласини ёзинг.
10. Кривошип – ползунли механизм шатунидаги  $S_2$  нуқтани тезлиги қандай аниқланади?
11. Тезланишнинг масштаб коэффиценти нима? Мисол келтиринг.
12. Поршеннинг ўртача тезлиги ва кривошипнинг айланиш сонига қараб кривошип узунлигини топинг.
13. Тезлик масштаб коэффиценти нима? Мисол келтиринг.
14. Кривошип – ползунли механизмда кривошип звеноси билан ползуннинг ҳаракат ўқи  $90^\circ$  бурчак ҳосил қилса шатуннинг бурчак тезлиги қандай бўлади?
15. Агар тезланиш режаси кривошип масштабида чизилаётган бўлса тезланиш масштаб коэффиценти қандай аниқланади?
16. Горизонтал жойлашган кривошип – ползунли механизм поршенидаги В нуқтанинг тезланишини топиш учун вектор тенглама тузинг.
17. Агар тезлик режаси кривошип масштабида чизилаётган бўлса, тезлик масштаб коэффиценти қандай аниқланади? Мисол келтиринг.
18. Кулисали механизм схемаси учун кулисадаги нуқтанинг тезланишини топиш учун вектор тенглама тузинг.
19. Кинематик усул турлари. Уларнинг афзаллиги ва камчилиги.
20. Шатуннинг бурчак тезланиши  $E_2$  ва унинг йўналиши қандай аниқланади? Мисол келтиринг.
21. Цилиндри горизонтал жойлашган КШМ учун шатуннинг тезлигининг қиймати ва унинг йўналишини қандай аниқланади?
22. Цилиндри горизонтал жойлашган КШМ учун шатуннинг тезланишини топиш формуласи ва унинг йўналишини қандай топишни ёзинг.
23. Босим бурчаги ҳақида тушунча.
24. Шатунга тегишли бўлган  $S_2$  – нуқтанинг тезлиги қандай аниқланади? Мисол келтиринг.

25. Тўрт звеноли механизм учун нуқталарнинг тезлигини топиш учун вектор тенгламаларини ёзинг.
26. Звенонинг тезлик вектор тенгламалар сони нимага асосланади? Мисол келтиринг.
27. Звенонинг тезланиш вектор тенгламалари нимага асосланади? Мисол келтиринг.
28. Звено тезлашиб ёки секинлашиб ҳаракатланишини қандай аниқлаб бўлади? Мисол келтиринг.
29. Цилиндри вертикал жойлашган КШМ нинг шатунининг бурчак тезлигини аниқланг.
30. Цилиндри вертикал жойлашган КШМ нинг шатунининг бурчак тезланишини аниқланг.

### **3. Кинетостатик ва динамик анализ.**

1. Инерция кучи нима? (умумий ҳолати).
2. Динамикада ечиладиган масалалар.
3. Фойдали қаршилик кучлари нима?
4. График интегралаш методи нима? Мисол келтиринг.
5. Тангенциал реакция кучини аниқлаш учун қанақа мувозанатлаш шарт тенгламасини тузиш керак?
6. Механизмнинг ҳаракати давомида ҳосил бўладиган кучлар қандай бўлади? Мисол келтиринг.
7. Механизмни кучга ҳисоблаш учун қандай амаллар қилинади?
8. Механизмга таъсир этаётган кучлардан қайсилари ташқи ва ички ҳисобланади?
9. Механизм звеноларига таъсир этувчи кучлар. Мисол келтиринг.
10. Механизмнинг кинематик жуфтларида ҳосил бўладиган акс таъсир кучларни қайси кетма – кетликда аниқланади?
11. Ҳаракатга келтирувчи ва қаршилик кучларининг йўналиши қандай аниқланади?
12. Маховик нима ва нима учун хизмат қилади?
13. Юк кўтариш машинасида иш режимини ёзинг.
14. Келтирилган момент ва кучлар нималарга боғлиқ?
15. Разгон режимига мос келган тенгламани ёзинг.
16. Барқарор режимга мос келган тенгламани ёзинг.
17. Текис ҳаракат қилувчи кривошип звеносининг инерция кучи моментини топинг.
18. Шатун звеносидаги инерция кучини аниқлаш ва йўналишини топиш.
19. Механизмни ишлаш режимларини кўрсатувчи диаграммани чизинг.
20. Текис ҳаракат қилувчи кривошип звеносининг инерция кучи ва моменти топилсин. (хусусий ҳолатлар).
21. Келтириш звеноси нима?
22. Шатуннинг инерция моменти қандай аниқланади?
23. Звенонинг оғирлик марказини аниқлаш усуллари.

24. Массаларни мувозанатлаш. Статик мувозанатлаш формаласи ва унга изоҳ.
25. Массаларни мувозанатлаш. Динамик мувозанатлаш формуласи ва унга изоҳ.
26. Илгариланма ҳаракат учун дифференциал тенглама.
27. Мураккаб ҳаракат қилувчи звенонинг инерция моментини аниқлаш формуласи ва унга изоҳ.
28. Машинанинг иш режимлари.
29. Инерция кучининг вектори ва унинг моментининг йўналиши қандай аниқланади? КШМ схемасида мисол келтиринг.
30. Нотекислик коэффицентини нима ва у қандай аниқланади?

#### 4. Тишли механизмлар.

1. 2-қаторли планетар механизм схемасини чизиб, узатиш нисбатини топиш формуласини ёзинг
2. Мусбат илашмаларда бўлувчи ва бошланғич айлана радиуси қандай ўзгаради?
3. Мусбат цилиндрик ғилдираклар учун бўлувчи айлана радиуси бўйича тиш қалинлигини аниқлаш формуласини ёзинг.
4. Нусха усули. Бу усул билан тишли ғилдираклар ҳосил қилишда қайси асбоб ишлатилади?
5. Нол ғилдираклар учун қайси радиусда тиш қалинлиги ва икки тиш орасидаги масофани ўзаро тенг бўлади? Схемада кўрсатиб, изоҳ беринг.
6. Қанақа планетар редуктор ёрдамида узатишлар нисбати 2–15 ни таъминлаш мумкин?
7. Планетар механизмда қўшничилик шартини ёзинг ( $K$ –саттелитлар сони) ва изоҳ беринг.
8. Мусбат коррекция қилинган ғилдираклар учун  $r_f$  ва  $S$  ларни аниқлаш формулаларини ёзинг ва изоҳ беринг.
9. Эвольвентали тишли узатмани ноаниқ йиғган пайтда, ўқлараро масофа узайса, бу узатишлар нисбатига ва ҳаракат қонунига қандай таъсир этади?
10. Илашма модули  $m$  нима ва у қайси формула орқали аниқланади?
11.  $X=1.25 m$  ифодадаги  $X$ ;  $1,25$  қиймати ва  $m$  нимани билдиради?
12. Нол ғилдирак учун  $r_f$  ва  $r_a$  радиусларни аниқлаш формулаларини ёзинг ва изоҳ беринг.
13. Нолинчи ишлашмалар қандай ҳосил бўлади?
14. Қирқувчи рейканинг ўрта чизиғида тиш қалинлиги ва икки тиш орасидаги масофа қандай бўлади?
15. Нол ғилдираклар учун бўлувчи айлана радиуси бўйича икки тишни орасидаги масофани аниқлаш формуласини ёзинг ва чизмада шу масофани кўрсатинг.
16. Автомобил дифференциали.
17. Эвольвентали тишли илашманинг асосий теоремаси.
18. Тишли узатманинг ўқлараро масофасини аниқлаш формуласини ёзинг.
19. Планетар механизм учун қўшничилик шартини нима?
20. Инструментал (қирқувчи) рейка тишининг баландлиги нимага тенг?

21. Текисиликда жойлашган уч бўғинли тишли механизм узатишлар нисбатини топинг?
22. Инструментал рейка ёрдамида (қирқувчи контурда  $\alpha=20$ ) тишли ғилдираклар ҳосил қилишда унинг тишлар сони энг кам қиймати нечта?
23. Манфий илашмаларда бўлувчи айлана радиуси қандай ўзгаради?
24. Планетар механизм тезликлар картинасининг масштаб коэффициентини нима?
25. Планетар механизм учун йиғиш шарти нима? Изоҳ беринг
26. Эвольвента ва унинг хоссалари.
27. Шиббалаш (обкатка) усули. Бу усул билан тишли ғилдираклар ҳосил қилишда қайси асбоб ишлатилади
28. Битта ички, битта ташқи илашувчи тишли цилиндрик ғилдираклардан ташкил топган планетар механизм учун ўқларнинг ўзаро мос келиш шартини ёзинг.
29. Дифференциал редукторнинг планетар редукторга айлантириш мумкинми?
30. Виллис формуласини ёзинг ва унга изоҳ беринг.
31. Манфий коррекция қилинган ғилдирак учун радиусларни аниқлаш формулаларини ёзинг.
32. Тишли цилиндрик ғилдиракларни қирқиб ҳосил қилиши усулларини энг унумдор усули қайси?
33. Манфий коррекция қилинган ғилдираклар учун бўлувчи айлана радиуси бўйича тиш қалинлигини аниқлаш формуласини ёзинг.

## **5. Кулачокли механизм.**

1. Кулачокни ишчи сирти нима ва у қандай ҳосил қилинади?
2. Кулачокли механизмларни авзаллик тамони нимада?
3. Кулачокнинг эгрилик радиуси қандай топилади?
4. Турткич тезлик аналогининг масштаб коэффициенти қандай топилади?
5. График интеграллашда тезланиш аналогининг масштаб коэффициенти қандай топилади?
6. Турткич қандай ҳаракат қилганда кулачокка зарбли куч келади?
7. График интеграллаш ёрдамида турткичнинг тезлик аналоги қандай топилади?
8. Кулачокли механизмга таъсир этадиган кучларни чизмада кўрсатинг.
9. Кулачокли механизмларни кинематик текшириш қайси тартибда бажарилади?
10. Кулачокли механизмнинг синтези деганда нимани тушунаси?
11. Кулачокни босим бурчаги, унинг минимал радиусига қандай боғланган?
12. Кулачокли механизмнинг автомобилда қўлланилиши.
13. Звенонинг ҳақиқий бурчак тезлик ва анолог ўртасида боғловчи формулани ёзинг.
14. Турткичи тебранма ҳаракат қилувчи кулачокли механизм узатиш бурчагининг минимал қиймати нимага тенг?
15. Бурчак тезланиши аналоги нима?

16. Турткичнинг ҳаракат қонунлари қандай бўлади?
17. График интеграллашда турткичнинг йўл графиги қандай бўлади?
18. Кулачокли механизмни анализ қилиш деганда нимани тушунасиз?
19. Кулачокнинг назарий сирти қандай ҳосил қилинади?
20. Турткичи қайтма – илгариланма ҳаракат қилувчи кулачокли механизм узатиш бурчагини минимал қиймати нимага тенг.
21. Турткичи тебранма ҳаракат қилувчи кулачокли механизм схемасини чизинг ва эркилик даражаси  $W$  топинг.
22. Роликли кулачокли механизм схемасини чизинг ва изоҳ беринг.
23. Турткич тебранма ҳаракат қилувчи кулачокли механизм учун рухсат этилган босим бурчагини кўрсатинг.
24. Кулачокни ишчи сирти нима? Чизмада кўрсатинг.
25. Текис тарелкасимон турткичи бўлган кулачокли механизм схемасини чизиб, изоҳ беринг.
26. Кулачокнинг эгрилик радиуси нима?
27. Автомобилда қўлланадиган кулачокли механизмнинг схемаларини иккитасини кўрсатинг.
28. Кулачокли маҳанизда тезлик векторларини чизмада кўрсатиб, уларнинг тенгламаларини ёзинг.
29. Турткичнинг тезлик аналоги ва йўл графиклари бир хил масштабда бўлиши қандай амалга оширилади?
30. Турткичкининг ҳаракат қонунлари қандай бўлади?

## 6. Масалалар

1. Икки поғонали тишли цилиндрик узатманинг кинематик схемаси чизинг ва  $d_4=200$  мм;  $Z_3=25$ ,  $U_{34}=4$  бўлса, илашма модули  $m$  ни топинг.
2. Икки поғонали цилиндрик тишли узатманинг кинематик схемаси чизилсин. Агарда биринчи ва охириги валлардаги айланишлар сони  $n_1=900$  мин<sup>-1</sup>;  $n_3=150$  мин<sup>-1</sup> бўлса, узатмани умумий узатиш сони  $U_{ум}$  топилсин.
3. Бир поғонали цилиндрик тишли узатманинг кинематик схемаси чизилсин. Агарда илашиш модули  $m=4$  мм,  $U_{12}=2$ ,  $Z_1=25$ , бўлса, узатмадаги ғилдиракларни бўлувчи айлана диаметрлари аниқлансин.
4. Бир босқичли цилиндрик тишли редукторнинг кинематик схемаси чизилсин. Илашмадаги илашиш модули  $m=2$  мм, ғилдирак тишлари сони  $Z_1=20$ ,  $Z_2=80$ . Узатманинг ўқлараро масофаси  $a_w$  аниқлансин.
5. Ўқлари параллел цилиндрик тишли узатмани схемаси чизилсин. Агарда биринчи ва охириги валлардаги айланишлар сони  $n_1=800$  мин<sup>-1</sup>;  $n_3=20$  мин<sup>-1</sup> бўлса, умумий узатиш сони  $U_{12}$  аниқлансин.
6. Бир босқичли тишли цилиндрик редукторнинг схемаси чизилсин. Илашмадаги илашиш модули  $m=2$  мм, ўқлараро масофа  $a_w=140$  мм,  $Z_1=20$ , бўлганда,  $d_1$  ва  $d_2$  лар аниқлансин.
7. Бир поғонали цилиндрик тишли узатманинг схемаси чизилсин. Берилган:  $n_{э,дв}=960$  мин<sup>-1</sup>;  $Z_1=20$ ,  $Z_2=80$  бўлганда, чиқиш валини бурчак тезлиги аниқлансин.
8. Бир босқичли тишли цилиндрсимон редукторнинг схемаси чизилсин.

- Берилган :  $a_w=200$  мм,  $m=4$  мм,  $Z_1=20$ ; тишли ғилдиракни  $d_2$  топилсин?
9. Бир поғонали цилиндрик тишли узатманинг схемаси чизилсин. Агарда илашиш модули  $m=4$  мм,  $Z_1=25$ ,  $a_w=150$  мм бўлса, узатманинг узатишлар нисбати  $U_{ym}$  топилсин.
  10. Бир поғонали цилиндрик тишли редукторнинг схемаси чизилсин. Агарда:  $a_w=80$  мм,  $d_1=100$  мм бўлса, узатишлар нисбати топилсин  $U_{ym}=?$
  11. Бир поғонали цилиндрик тишли узатмани схемаси чизилсин. Агарда: ўқлараро масофа  $a_w=180$  мм, ғилдирак диаметри  $d_2=100$  мм бўлса, Узатишлар нисбати  $U_{ym}$  топилсин.
  12. Бир босқичли тишли цилиндрик редукторнинг схемаси чизилсин. Илашмадаги илашиш модули  $m=2$  мм, ғилдирак тишлари  $Z_1=20$ ,  $Z_2=80$  бўлса, ўқлараро масофа  $a_w$  аниқлансин.
  13. Кривошип-ползунли механизм учун кривошип бурчаги  $\varphi=360^\circ$  да кинематик схемаси ва шу ҳолат учун кутб тезланишлар плани чизилсин.
  14. Кривошип-ползунли механизм учун кривошип бурчаги  $\varphi=360^\circ$  да кинематик схемаси ва шу ҳолат учун кутб тезликлар плани чизилсин.
  15. Кривошип – ползунли механизмда кривошип билан шатун звенолари бир тўғри чизикда ётганда унинг кинематик схемасини чизинг ва шатуннинг бурчак тезлиги топилсин.
  16. Кривошип – ползунли механизм учун кривошип бурчаги  $\varphi=90^\circ$  да унинг кинематик схемаси чизилсин ва шу ҳолат учун кутб тезликлар плани чизилсин.
  17. Поршеннинг ўртача тезлиги  $V_{\text{ўр}}=5$  м/с ва кривошипнинг минутига айланишлар сони  $n_k=75$  ай/мин бўлганда, шатуннинг узунлиги  $l_{oa}$  аниқлансин ва механизмнинг кинематик схемаси чизилсин.
  18. Кривошип-ползунли механизмда кривошип звеноси билан ползуннинг ҳаракат ўқи  $180^\circ$  бурчак ҳосил қилганда унинг кинематик схемаси чизилсин ва шатуннинг бурчак тезлиги топилсин.
  19. Кривошип-ползунли механизм учун кривошип звеноси билан ползуннинг ҳаракат ўқи  $270^\circ$  бўлган ҳолатга кинематик схемаси ва шу ҳолат учун тезланишлар планини чизилсин
  20. Кривошип – ползунли механизм поршенига таъсир этувчи  $P$  кучдан кривошип  $A$  нуқтасига келтирилган момент ҳисоблансин. Бунда кривошип поршенининг ҳаракат йўли билан устма-уст тушган ҳол учун механизмни кинематик схемаси  $K=1,0$  мм/мм да чизинг. Берилганлар:  $P_3=100$  Н,  $L_{OA}=25$ мм,  $L_{AB}=50$  мм,  $\omega=10$  1/с.
  21.  $Z_1=12$ ,  $Z_2=36$  бўлганда коррекция коэффициентининг йиғиндисини ИСО тавсияномасига кўра аниқланг.
  22. Қуйида келтирилган қийматларга кўра уч босқичли тишли узатма схемасини чизинг ва чиқиш валининг айланишлар сони аниқланг.  $Z_1=17$ ,  $Z_2=34$ ,  $Z_3=18$ ,  $Z_4=24$ ,  $Z_5=16$ ,  $Z_6=36$ ,  $n_1=150$  айл/мин.
  23. Инструментал рейка ёрдамида  $Z=11$  га тенг бўлганда, цилиндрик ғилдиракни ҳосил қилиш учун унинг асосида қирқиш бўлмаслигини таъминлайдиган силжиш коэффициенти қиймати нимага тенг бўлади?
  24. Икки қаторли битта ташқи битта ички илашмали редукторнинг схемасини чизинг ва унинг узатишлар нисбатини аниқланг. Берилган:

- ғилдирак тишлар сони  $Z_1=18, Z_2=72, Z_3=30, Z_4=120$ .
25. Икки қаторли битта ташқи ва битта ички илашмали планетар редуктор водилосининг айланишлар сони аниқлансин. Берилган: ғилдиракларнинг  $Z_1=18, Z_2=72, Z_3=30, Z_4=120, n_1=340$  айл/мин.
  26. Жеймс редукторининг схемасини чизинг ва редуктор водилосининг айланишлар сони аниқлансин. Берилган:  $Z_1=20, Z_2=40, Z_3=100$  ва  $n_1=400$  айл/мин тенг.
  27. Вертикал жойлашган ИЁД нинг механизмининг уст ползунига  $P_3=100$  Н куч, шатунига  $M_2=300$  Нм момент таъсир этмоқда. Кривошип-ползунли механизмининг тирсакли валига келтирилган момент  $M_{\text{кел}}$  аниқлансин.
  28. Икки босқичли тишли узатманинг биринчи валига  $M_1=20$  Нм, иккинчи валига  $M_2=50$  Нм ва учинчи валига  $M_3=160$  Нм моментлар таъсир қиляпти. Ҳамма моментлар  $\omega_1$  йуналиши бўйича йўналган. Ғилдиракларнинг тишлар сони:  $Z_1=20; Z_2=40; Z_3=10; Z_4=20$ . Бош звено валига келтирилган момент аниқлансин.
  29. Цилиндри вертикал жойлашган КШМ ни қуйидагилари берилган:  $\varphi_1=30^\circ; l_{OA}=25\text{mm}; l_{AB}=75\text{mm}; l_{AS}=30\text{mm}; m_3=2 \text{ kg}; m_2=3 \text{ kg}; J_{S2}=0,05 \text{ kgm}^2; J_1=0,01 \text{ kgm}^2$ , тирсакли вал мувозатланган. Тирсакли валга келтирилган инерция моменти  $J_{\text{кел}}$  аниқлансин.
  30. Ғилдираклари қатор жойлашган узатмадаги 1, 2 ва 3 дан бош звено валига келтирилган инерция моменти аниқлансин. Берилган:  $Z_1=30; Z_2=15; Z_3=60; J_{01}=0,01\text{kgm}^2; J_{02}=0,02\text{kgm}^2; J_{03}=0,04 \text{ kgm}^2$ .

### Баҳолаш мезонлари

Муддати	Назорат шакли	Рейтинг баллари
Амалий машғулот дарсида	Амалий машғулот инди - визуал топшириқларни бажариш ва гуруҳда ишлаш	30
Маъруза дарсида	Маъруза дарсида фаол иштирок этиш ва топшириқларни бажариш	0
1, 2 – жорий назоратгача	Мустақил иш	10
Амалий машғулот дарсида 1-2 оралиқ назорат	оралиқ назорат саволларига жавоб бериш	30
Курс якунида	ёзма иш топшириш	30
	Жами	100

85,1%- 100 % → 85,1- 100 балл «Аъло»  
 70,1%- 85 % → 70,1- 85 балл «Яхши»  
 55,1%- 70 % → 55,1- 70 балл «қониқарли»

Курс бўйича баҳолашда билиш, тушуниш, тадбиқ қила олиш, таҳлил қилиш ва баҳолаш мезонлари асосида баҳоланади.

Асосий тушунчаларни билади	Мавзу бўйича асосий модел ва усулларни тушунади	Усулларни қўллай олади	Натижаларни таҳлил қила олади
20%	20%	30%	30%

Ижодий ёндошув бўйича баҳолаш мезонлари қуйидагича:

Иқтисодий масаланинг мақсадини аниқлаган ҳолда математик моделини шакллантира олади	Масаланинг натижалари бўйича баҳо бера олади ва хулоса қила олади
50%	50%

### **ММН фанидан мустақил иш бўйича реферат мавзулари.**

1. Машинасозликда қўлланаётган механик узатмалар, турлари, схемалари, кўрсаткичлари.
2. Фазовий механизмларнинг структуравий анализи.
3. Структураси ўзгарувчи механизмлар.
4. Механизмларни аналитик усулда кинематик текшириш.
5. Механизмнинг ҳаракат тенгламаси.
6. Механизм ҳаракатининг нотекислиги.
7. Ташқи ишқаланиш характеристикалари ва ҳиллари.
8. Машина агрегатининг динамик модели.
9. Звеноларнинг эластиклик таъсирини текшириш.
10. Тебраниш манбалари ва уларнинг ҳимоялаш объектлари.
11. Тебранишни динамик сўндириш.
12. Манипуляторлар, уларнинг тузилиши ва қўлланиш соҳаси.
13. Илашиш назариясининг асослари.
14. Тишларда қирқилиш ва тиш учи ўткирланиш.
15. Автомобилларда гиперболоидли тишли узатмаларнинг қўлланиши.
16. Конусли тишли узатмалар.
17. Кулачокли механизм ўлчамларини берилган босим бурчаги бўйича аниқлаш.
18. Ейилишни баҳолаш критерийси.
19. Ишқаланишни ҳисобга олган ҳолда механизмларни кучга ҳисоблаш.
20. Вибрациянинг турлари ва улар билан техникада фойдаланиш усуллари.
21. Қўйи ва олий кинематик жуфтларда ейилиш ва уларнинг ҳисоби.
22. Тебранишлар, уларни сўндиришни асосий турлари.
23. Тебранишдан муҳофазалаш системалари.
24. Манипуляторларни бошқариш системалари.
25. Тўлқинсимон тишли узатмалар.
26. Тўхтаб-тўхтаб ҳаракатланувчи ричагли механизмлар.
27. Планетар механизмларнинг схемаларини танлаш ва уларни кинематикаси.
28. Лойиҳалашда роторни динамик мувозанатлаш.
29. Олий кинематик жуфтли текис механизмларни кинематик хусусиятлари.
30. Механизмларни ишга яроқлилигига ва ишончилигига ортикча боғламаларни таъсири.

Адабиётлар:

1. М. К. Ҳошимова, К. И. Ахметова, “Педагогик технологияларни лойиҳалаштириш ва режалаштириш”, Тошкент, 2010й.
2. Ҳ.Х. Усмонхўжаев. “Механизм ва машиналар назарияси” 1981 й.
3. К.В. Фролов ва бошқалар “Механизм ва машиналар назарияси”, Ўқитуви, 1990й.
4. Қодиров Р.Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш. Тошкент, «Ўқитувчи», 1990.
5. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. Том III. Зубчатые механизмы. М., Наука, 1973.
6. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., Наука, 1975.
7. Иззатов З.Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш. Тошкент, «Ўқитувчи», 1979.
8. Рустамхўжаев Р. Механизм ва машиналар назариясидан масала ҳамда мисоллар тўплами. Тошкент, «Ўқитувчи», 1987.
9. Усмонхўжаев Х.Х. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент, «Ўқитувчи», 1981.
10. Бежанов Б.Н. Пневматические механизмы. М. – Л., Машгиз, 1957.
11. Гавриленко Б.А. и др. Гидравлический привод. М., Машиностроение, 1968.
12. Коловский М.З. Динамика машин. Л., Ленинградский политехнический институт, 1980.
13. Конструирование машин. Справочно-методическое пособие. Том I, II. Под ред. Фролова К.В. М., Машиностроение, 1994.
14. Лукичев Д.М. Расчёт маховика машины. В сб. “Вопросы теории механизмов и машин” №23. М., Машгиз, 1953.
15. Мещерский И.В. Динамика точки переменной массы. М., Гостехиздат, 1949.
16. Пневмопривод систем управления летательных аппаратов. Под ред. Чашина В.А. М., Машиностроение, 1987.
17. Полюдов А.Н. Программные разгрузатели цикловых механизмов. Львов, Львовский политехнический институт, 1979.
18. Попов С.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механика машин. М., Высшая школа, 1986.
19. Пятаев А.В. Машиналар динамикаси. Тошкент давлат техника дорилфунуни, 1992.
20. Скуридин М.А. Определение движения механизма по уравнению кинетической энергии при задании сил функциями скорости и времени. Труды института машиноведения. Семинар по теории машин и механизмов, выпуск 45. М., АН СССР, 1951.
21. Справочник машиностроителя. Том I. Под ред. Ачеркана Н.С. М., Машгиз, 1961.
22. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Некрасова Б.Б. Минск. Высшая школа, 1985.
23. Теория механизмов и машин. Под ред. Фролова К.В. М., Высшая школа, 1987.

4. Теория механизмов и машин. Проектирование. Под ред. Кульбачного С.И. М., Высшая школа. 1970.
25. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. М., Физматгиз, 1959.