

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

**НИЗОМИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА
УНИВЕРСИТЕТИ**



**МЕХАНИЗМЛАР ВА МАШИНАЛАР
НАЗАРИЯСИ ФАНИДАН ТАЛАБАЛАРНИНГ
МУСТАҚИЛ ИШЛАРИНИ ТАШКИЛ ЭТИШ,
НАЗОРАТ ҚИЛИШ ВА БАҲОЛАШ УЧУН
методик қўлланма**

ТОШКЕНТ-2012

А.Азимов, Н.С.Асомутдинов, И.Якубова. Механизмлар ва машиналар назарияси фанидан талабаларнинг мустақил ишларини ташкил этиш, назорат қилиш ва баҳолаш номли методик қўлланма. – Тошкент: ТДПУ, 2012. – 65 б.

Мазкур методик қўлланмада Меҳнат таълими ва Касб таълими (Машинасозлик технологияси, машинасозлик ишлаб чиқариши ва уларни автоматлаштириш), Касб таълими (Технологик машиналар ва жиҳозлар) бакалаврият таълим йўналишлари талабалари учун “**Механизмлар ва машиналар назарияси**” фанидан талабаларнинг мустақил ишларини ташкил этиш, назорат қилиш ва баҳолаш, мустақил иш вариантлари, масалаларни ечиш намуналари, баҳолаш мезонлари берилган.

Методик қўлланмадан меҳнат таълими ва касб таълими йўналиши бўйича таҳсил олаётган бакалаврият талабалари, профессор-ўқитувчилар ва тингловчилар фойдаланишлари мумкин.

Муаллифлар:

- А.Азимов** - Низомий номидаги ТДПУ «Касб таълими факультети» «Умумтехника фанлари» кафедраси доценти, т.ф.н.
- Н.С.Асомутдинов** - Низомий номидаги ТДПУ «Касб таълими факультети» Умумтехника фанлари кафедраси катта ўқитувчиси.
- И.Ж.Якубова** - Низомий номидаги ТДПУ «Касб таълими факультети» Умумтехника фанлари кафедраси ўқитувчиси

Такризчилар:

- С.Мухамедов** –Тошкент Автомобил йўллар институти
Машиналарни лойиҳалаш асослари кафедраси
доценти, т.ф.н..
- А.Усмонов** – Низомий номидаги ТДПУ «Ишлаб чиқариш асослари»
кафедраси доценти, п.ф.н.

Методик қўлланма Низомий номидаги Тошкент давлат педагогика университети Илмий методик кенгашида муҳокама қилинган ва нашрга тавсия этилган.

2012 йил « ____ » _____даги ____ - сонли баённома.

© Низомий номидаги ТДПУ

Кириш

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Баркамол авлод йили» Давлат дастурида мамлакатимизда соғлом ва баркамол авлодни тарбиялаш, ёшларнинг ўз ижодий ва интеллектуал салоҳиятини рўёбга чиқариш, мамлакатимиз ёшларини ХХІ аср талабларига тўлиқ жавоб берадиган, ҳар томонлама ривожланган шахслар этиб вояга етказиш учун зарур шарт-шароитлар ва имкониятларни яратиш бўйича кенг кўламли, аниқ йўналтирилган чора-тадбирлар белгилаб берилган.

«Таълим тўғрисида»ги қонун ва «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури»ларининг қабул қилиниши республикаимизнинг таълим тизимида туб ўзгаришлар содир бўлишига олиб келди.

Мазкур ҳужжатларда узлуксиз таълим тизимининг узвийлигини такомиллаштириш, юқори малакали, юксак касбий, маънавий ва ахлоқий талабларга жавоб берувчи замонавий кадрлар тайёрлаш тизимини яратиш кўзда тутилган. Малакали кадрлар тайёрлашнинг муҳим омилларидан бири -бу таълим сифати ва самарадорлигини оширишдир. Таълим сифати ва самарадорлигини оширишда ўқитишнинг замонавий усуллари, шакл ва воситалари, ўйин технологиялари, муаммоли ўқитиш, хусусан, мустақил таълимнинг ноанъанавий методлари муҳим ўрин тутди. Бу эса малака ошириш жараёнида касб таълими ўқитувчиларининг мустақил таълими мазмунини ишлаб чиқиш ва ташкил этиш ҳамда амалга ошириш усулларини такомиллаштиришни, бу борасида қатор изланишлар

Малакали кадрлар тайёрлашда таълим жараёнини самарали ташкил қилиш муҳим ўрин тутди. Талабаларнинг ҳафталик максимал ўқув юкламаси 54 соат бўлиб, шундан 32 соати аудитория, 22 соати мустақил таълимга ажратилади. Таълим дастурини ўзгариши жараёнида фанларнинг бир қатор масалалари ва муаммолари мустақил таълим орқали ўрганилиши лозим. Мустақил таълим талабалар томонидан у ёки бу фан бўйича дастур материалларидан бир қисминин мустақил ўзлаштирилишидир

Низомий номидаги ТДПУ талабаларини мустақил ишини ташкил этиш, назорат қилиш ва баҳолаш тартиби тўғрисида Низом қабул қилинган. Унда:

1. Умумий қоидалар
2. Талаба мустақил ишининг мақсад ва вазифалари
3. Талаба мустақил ишининг ташкилий шакллари.
4. Талаба мустақил ишининг ахборот таъминоти
5. Талаба мустақил ишини назорат қилиш ва баҳолаш каби турлари кўрсатиб ўтилган.

1. Талаба мустақил ишининг мақсад ва вазифалари.

Талаба мустақил ишининг асосий мақсади ўқитувчининг раҳбарлиги ва назорат остида талабада муайян ўқув ишларини мустақил равишда бажариш учун зарур бўлган билим ва кўникмаларини шакллантириш ва ривожлантиришдир.

Талаба мустақил ишининг вазифалари қуйидагилардан иборат:

- янги билимларни мустақил тарзда пухта ўзлаштириш кўникмаларига эга бўлиш;
- керакли маълумотларни излаб топиш, қулай усул ва воситаларни аниқлаш;
- ахборот манбалари ва манзиллардан самарали фойдаланиш;
- ананавий ўқув ва илмий адабиётлар, меёрий ҳужжатлар билан ишлаш;
- электрон ўқув адабиётлар билан ишлаш;
- интернет тармоғидан мақсадли фойдаланиш, берилган топшириқнинг рационал ечимини белгилаш;

2. Талаба мустақил ишнинг ташкилий ишлари.

Талаба мустақил ишини ташкил этишда қуйидаги шакллардан фойдаланилади:

- айрим назарий мавзуларни ўқув адабиётлар ёрдамида мустақил ўзлаштириш;
- ҳажми, мураккаблиги, мазмуни талабаларнинг ўзи томонидан шакллантирадиган илмий кроссвордлар тузиш;
- турли ҳил ҳарактердаги уй вазифаларини бажариш (масалалар ечиш, турли жадваллар тузиш ва тўлдириш);
- амалий машғулотларга тайёргарлик кўриш;

3. Талаба мустақил ишининг ахборот таъминоти.

Талабага мустақил ишни бажариш бўйича дастлабки кўрсатма ва тавсиялар тақдим этилади.

Мустақил ишни бажариш учун талабага ахборот манбаи сифатида дарслик ва ўқув қўлланмалар методик қўлланма ва кўрсатмалар, маълумотлар тўплами ва илмий оммавий даврий нашрлар интернет тармоғидаги тегишли маълумотлар, бериладиган мавзу бўйича аввал бажарилган ишлар намуна сифатида тақдим этилади.

Университет раҳбарияти томонидан талабаларга мустақил ишларни ўз вақтида бажариш учун компьютер техникаси ва интернет тармоғида самарали фойдаланиш учун шарт шaroитлар яратиб берилади.

4. Талабаларнинг мустақил ишини ташкил этиш шакллари.

Талабанинг мустақил иши унинг аудиторияда ва ундан ташқарида, ўқитувчи раҳбарлигида ёки ўқитувчи иштирокисиз амалга ошириладиган мустақил иш мажмуини англатади. Мустақил иш қандай шароитларда амалга оширилади:

1. Бевосита аудиторияда – маъруза, амалий машғулот, семинар ёки лаборатория ишлари бўйича вазифалар бериш жараёнида.

2. Ўқитувчи билан дарс жадвалидан ташқари пайтлардаги бевосита мулоқот чоғида маслаҳатлар беришда, ижодий мулоқотлар жараёнида, яқка топшириқ бажаришда ва бошқалар.

3. Ахборот ресурс марказида, уйда, талабалар уйларида, кафедраларда талаба томонидан ўқув ёки ижодий топшириқларни бажариш жараёнида.

Мустақил иш бўйича тест саволлари, топшириқлар ва машқлар устида ишлаш асосан мустақил бажарилади. Бу иш натижалари эса аудиторияда (амалий ва лаборатория) машғулотларида ўқитувчи раҳбарлигида таҳлил қилинади ва баҳоланади.

4.1. Амалий ва лаборатория ишларни бажариш - Мустақил ишларнинг асосий кўринишларидан бири амалий ишларни бажариш жараёнидир.

Амалий машғулотлар талабада билимни мустаҳкамловчи уларни янги вазиятга кўчириб, амалий масала ва вазиятларни ҳал қилиш учун умум-педагогик тушунчалар ва асосий педагогик маҳоратларни ривожлантиришга қаратилган.

Амалий - лаборатория машғулотларида янги психологик-педагогик ташхис ва методикалар билан танишиб, улар билан ишлайдилар, ёш бўйича гуруҳларга ажратилган ҳолда гуруҳларга бўлинади ва педагогик технологияларни таҳлил қилишади.

Лаборатория машғулотларининг асосий тавсифи шундаки, унда талабалар мустақил равишда вазифа бажарадилар ёки тажриба ўтказадилар.

Семинарда назарий дарсларда олган маълумотларини кенг равишда қайта ўрганиш ва уларни мустаҳкамлаш имкони бўлади. Семинарлар давомида амалиёт учун муҳим бўлган муаммоли саволлар қўйилади ва уларга кўпчилик ҳамкорлигида жавоб изланади. Мунозарали семинарлар ташкил қилиш талабаларнинг ўз фикрларини билдиришлари, муаммоли саволларга биргалашиб жавоб қайтаришларида алоҳида аҳамият касб этади. Мунозарали семинарлар долзарб мавзулар бўйича талабалар фикрини ўрганиш учун ўтказилади.

4.2. Ўқув адабиётлари билан ишлаш - Китоблар ва ўқув адабиётлари билан ишлаш кўникма ва малакаларини шакллантириш мустақил таълим олишнинг асосий кўриниши ҳисобланади. Ўқув адабиётлари билан ишлашни барча таълим олувчилар яхши ўзлаштирган бўлишлари лозим. Ўқув адабиётлари деганда, дарсликлар, ўқув қўлланмалар, техник адабиётлар, маълумотлар. йўриқномалар ва х.к. тушуниш мумкин.

4.3. Чизмалар ва схемаларни ўқиш ва тузишни ўрганиш - Касб таълими факультетини кўпчилик фанлари техникавий асосларга эга бўлганлиги сабабли чизмаларни ўқиш, схемаларни тузиш муҳим аҳамият касб этади.

Талабаларга чизмаларни ўқиш ва тузишни ўргатиш учун уларда график билим элементлари билан танишишлари чизмаларни ўқишни ўргатишдан бошланади. Машғулотларда технологик ҳужжатлар сифатида техник расмлар, эскизлар ва иш чизмаларидан фойдаланилади.

Схемаларни ўқиш: машинанинг номи, вазифаси ва қайси жойларда қўлланишини аниқлаш; унинг иш жараёнини тушунтириш; деталларнинг вазияти, ҳаракатни узатиш усуллари ҳамда кетма-кетлигини аниқлаш;

4.4. Маъруза тайёрлаш - Олий таълим муассасаларида ўқитиш жараёнида таълим беришнинг турли шакл ва методларидан фойдаланилмоқда. Таълимнинг асосий шакли эса маъруза ҳисобланади. Маъруза тайёрлаш анча мураккаб ва кўп меҳнат талаб қиладиган иш. Бўлажак касб таълими бакалавр ўқитувчилари

«Механизмлар ва машиналар назарияси» фанида маъруза тайёрлашлари уларнинг ҳам педагогик, методик ва касбий билимларни ошишига олиб келади.

4.5. Масофали таълим технологияси - Масофавий таълим тизими анъанавий таълим тизимини амалга оширишда муаммоларга дуч келинган ёки шарт - шароит ушбу жараёни тақозо қилганда қўлланилади. Бу жараён маълум муҳитда таълим самарадорлигини оширишга замонавий технологиялардан етарлича фойдаланишга замин яратади.

Масофавий таълимнинг асосини мустақил таълим ташкил қилганлиги учун ҳам талабаларда ижодий тафаккур ривожланиб боради. Масофавий таълимда ўқув жараёнининг муддати қатъий белгиланмайди. Назорат ишларини бажариш ва жавоб йўллашни талаба ўзи мустақил, ўзига қулай вақтда бажаради. Ушбу масофавий таълим самарадорлигини оширишга хизмат қилади. Масофавий таълимни ташкилий - методик моделларини қуйидаги асосда ташвиқ қилиш мумкин Корреспондентлик таълими, Кейс технологияси, Радио - телевизион таълим, Тармоқли ўқитиш, Мобил - технологияси ва ҳ.

4.6. Стенд тайёрлаш-стенд тайёрлаш учун бир гуруҳ ўқувчилар томонидан режа бўйича мавзу танланиб, талаб қилинган кўргазмаси технологик тасвири ёки усқунанинг тасвири чизилади ва ҳар бир тасвир бўйича тушунтириш ёзувлари мутахассислик бўйича адабиётлардан фойдаланган ҳолда ёзилади.Электрлаштирилган стенд. Буни тайёрлаш учун бир гуруҳ талабалар томонидан режа бўйича мавзу танланиб, талаб қилинган кўргазмаси-технологик тасвир ёки усқунани тасвири чизилади, сўнг тасвирдаги усқуналар ёки усқунанинг қисимлари электролаштирилади ва ҳар бир тасвир бўйича тушунтириш ёзувлари мутахассислик фанларидаги адабиётларидан қайта фойдаланиб мавзу ёритилади.

4.7. Уй вазифаларини бажариш дафтарлари-айрим талабалар уй вазифаларини бажаришда фан китобларидан махсус фанларга таалукли журнал ва газиталардан, информацион технологиялардан фойдаланиб уй вазифасини баён шаклида маъруза матн шаклида схема шаклида бажариши мумкин. Вазифаларни бажаришда қўшимча адабиётлардан фойдаланиб маълумотлар тўплайди, чизмалар чизади. Бу эса мустақил иш сифатида қабул қилиниши мумкин.

4.8. Назорат ишларига тайёрланиш- Имтихонларга ва назорат ишларига тайёрланиш жараёни ҳам мустақил таълимнинг асосий кўринишларидан бири ҳисобланади.

Таълим олиш даврида имтихонлар ва назорат ишлари топшириш талабалардан катта жавобгарлик талаб қилади. Имтихонларда ва назорат ишларида талабалар ўқув режасини қандай даражада ўзлаштирганликлари ҳақида ҳисобот берадилар. Талабаларнинг назоратларга ўз ҳоҳиши асосида мукамал тайёрланиши аъло баҳо олишининг гаровидир. Талаба ҳар бир дарсга ўз вақтда ва яхши тайёрланса ҳам у назорат ишларидан олдин барибир қайта тайёрланиши керак, яъни материални қайта ўқиши, умумлаштириши ва тизимлаштириши лозим.

5. Мустақил ишларни ва талабалар билимини текшириш

Талабаларнинг билимини текшириш яъни аниқлаш, янги материални мустаҳкамлаш вақтида, ўтилган ўқув материалларини ўзлаштириш, меҳнат усулларини эгаллаш ва мустақил меҳнат топшириқларини, график ишларини ва уй топшириқларини бажаришлари жараёнида талабаларнинг билимлари текширилади ва унга балл қўйилади.

5.1. Назорат турлари - Рейтинг тизимида ўқув режасига киритилган ҳар бир ўқув фани бўйича талабаларнинг билими сифатини баҳолаш учун қуйидаги назорат турларидан фойдаланилади:

Жорий назорат (Ж.Н.)

Оралик назорат (О.Н.)

Якуний назорат (Я.Н.)

Жорий назорат (Ж.Н.) - оғзаки сўров, коллоквиумлар, семинарлар, ёзма ишлар, лаборатория ишлари, техникавий диктант, курс лойиҳалари, уй вазифаси ва ҳоказолар, яъни талаба ўз амалиётида қўллайдиган барча сўров турларини ўз ичига олади.

Жорий назоратда ўтказиладиган сўров турларини қуйидаги қисқартирилган кодлар билан белгилашни тавсия этамиз: Тест (Т); Оғзаки (О); Лаборатория иши (Л); Масала ечиш (М); Уй вазифаси (У); Курс лойиҳаси (Кл); Ёзма иш (Ё); Назорат сўрови (Нс); Техникавий диктант (Тд); Амалий иш (А); ва ҳ.к.

Жорий назорат ўқув дастурлари бир ёки бир неча мавзуларини ўргангандан сўнг ўтказилади.

Оралик назорат (О.Н.) - ўқув фанининг алоҳида мақсадга қаратилган катта ва тугалланган ҳажмидан кейин ўтказилади. Бу ўқув дастурининг бир ёки бир неча бўлимидан кейин бўлиши мумкин. О.Н. семестр давомида ҳар ой якунида ўтказилиши мақсадга мувофиқдир.

Якуний назорат (Я.Н.) - семестр давомида ўтилган барча боб ва мавзуларга таълуқли асосий саволларни камраб олиши керак. Бу назорат семестр якунида тест ёки ёзма иш асосида ўтказилади.

5.2. Мустақил ишлар рейтинг баллари тақсимооти жадвали.

Мустақил таълим назорат турлари ва шакллари бўйича баллар қуйидагича тақсимланган

№	Назорат турлари	Сони	Балл	Жами балл
I.	ЖБ			
	1.1. амалий машғулотни бажариш	5	4 (2+2*)	20
	1.2. лаборатория ишини топшириш	5	4 (2+2)	20
II.	ОБ			
	2.1. Ёзма иш	1	15	15
	2.2. Ҳисоблаш-график ишлари ёки ижодий ишлар	1	15	15

1.1. Амалий машғулотда қатнашиб, унинг топшириқларини тўла сифатли бажарган талабага 2,5-3 балл берилади, агар тўла бўлмаса бажариш даражасига қараб 1,5-2,4 баллгача берилади.

- 1.2.Лаборатория иши топшириқларини тўла мустақил бажарган ва амалда қўллай оладиган талабага 1.8-2 балл, тўла бажармаган талабага бажарилган иш ҳажмига ва сифатига қараб 1,5-1,7 баллгача берилади.
- 1.3.*Амалий ва лаборатория ишлари бўйича берилган талабалар мустақил ишларининг бажарилиши ҳажми ва сифатига қараб 1 дан 2 баллгача берилиши мумкин (топшириқлар тўлиқ ва сифатли, ижодий тарзда бажарилган – 1,8-2 балл, сифатли ва меъёр талаблари даражасида – 1,5-1,7 балл, ўрта даражада – 1,1 – 1,4 балл).
- 2.1. Оралиқ баҳолаш ёзма тарзда ўтказилиб, ундан 2 та саволга ва жавоб бериши ҳар бир савол 5 баллгача баҳоланади.
- агар савол моҳияти тўла очилган бўлса, жавоблари тўлиқ ва аниқ ҳамда ижодий фикрлари бўлса-4.1-5 балл
 - саволга умумий тарзда жавоб берилган, аммо айрим камчиликлари бўлса 3,1-4,0 балл
 - саволга умумий жавоб берилган, аммо айрим фактлар тўлиқ ёритилмаган бўлса 2,6-3,0 балл
 - саволга жавоб беришга ҳаракат қилинган, аммо чалкашликлар бўлса – 0-2.5 балл берилади.
- 2.2. Оралиқ назорат ишининг бир қисми сифатида, турли мавзуларда тайёрланган ҳисоблаш график ишлари, реферат, ва ижодий ишлар, (маърузалар, плакатлар, макетлар, стендлар, электрон версиялар ва хоказолар) шаклида берилган мустақил ишларининг бажарилиши ҳажми ва сифатига қараб 1 дан 5 баллгача берилиши мумкин. (Топшириқлар тўлиқ ва сифатли, ижодий тарзда бажарилган – 4.6-5 балл, сифатли ва меъёр талаблари даражасида – 4.0-4,5 балл, ўрта даражада – 3.0–3.9 балл, қониқарсиз ёки мантикий хато ишлар 1-2.9 балл.

5.4. Мустақил ишларни баҳолаш мезонлари

Балл	Баҳо	Мустақил ишларнинг бажарилганлик даражаси
86-100	Аъло «5»	мустақил ишлар тўлиқ ва аниқ бажарилаган, таълим олиш методлари, воситалари ҳақида тўлиқ маълумотлар берилган, олинган маълумотлар таҳлил этилиб, ижодий тадқиқот ишлари ва танқидий синтез элементлари баён қилинган, изчил ва тизимли равишда муаммонинг ечимига қаратилган лойиҳалаш жараёни амалга оширилган, технологик жараёнлар ва техник объектлар тўғри танланган, мустақил ишни бажаришга ижодий ёндашилган, муаммога тегишли адабиётлардан унумли фойдаланилган, Интернет маълумотларидан ижодий таҳлил асосида акс этган мустақил ишларга қўйилади.
71-85	Яхши «4»	техник - методик муаммолар ечимига қаратилган, эвристик турдаги мустақил ишлаш элементлари ўз

		аксини топган, ахборотлар аҳамиятига кўра табакалаштирилган, технологик жараёнлар ва техник объектлар тўғри танланган, мустақил ишни бажаришга қисман ижодий ёндашилган, муаммога тегишли адабиётлардан унумли фойдаланилган, Интернет маълумотлари акс этган мустақил ишларга қўйилади.
55-70	Қоник арли «3»	мустақил иш бажариш учун лозим бўладиган шарт-шароитлар ва имкониятлардан фойдаланилган, берилган намуналарга асосланиб мантиқий ечимлар келтирилган, реконструктив-вариатив мустақил ишлаш элементлари акс эттирилган, технологик жараёнлар ва техник объектларни танлашда ноаниқликлар мавжуд, мустақил ишни бажаришга кўрсатмалар асосида ёндашилган, муаммога тегишли адабиётлардан етарлича фойдаланилган, Интернет маълумотларидан тайёр маълумотлардан фойдаланилган мустақил ишларга қўйилади.
0-54	Ёмон «2»	мустақил ишлар етарлича изчилликда ва тизимлилик даражасида бажарилмаган, намуналарга ўхшаш тарзда, ижодий ёндошилмаган ҳолда бажарилган, материалларни ўрганишда умумийдан муҳимларини тўғри ажратиб олинмаган, мустақил ишлар пала-партиш, ноаниқликлар билан бажарилган, технологик жараёнлар ва техник объектлар нотўғри танланган, мустақил ишни бажаришга ижодий ёндашилмаган, муаммога тегишли адабиётлардан унумли фойдаланилмаган, Интернет маълумотларидан кўчирилган мустақил ишларга қўйилади.

5.5. Талабаларнинг мустақил ишлаш кўникма ва малакаларининг шаклланганлигининг тўрт даражаси.

I - даража. Қуйи даражага эга бўлган талабалар, улар мустақил таълим олишнинг маънавий ва ижтимоий кўрсаткичларини ҳисобга олиш билангина чекландилар. Мустақил таълим даражаларини баҳолашда кийинчиликларга дуч келдилар. Мустақил ишлаш турларидан намуналар бўйича мустақил ишлар бажариш кўникмаларигагина эга бўлдилар. Мустақил фаолият олиб бориш малакалари даражаларидан; материалларни ўрганишда умумийдан муҳимларини ажратиб олиш малакасига эга бўлдилар. Мустақил ишлашга етарлича вақт ажратмайдилар, берилган вазифани ўқитувчи топшириғи ва кузатуви асосидагина бажарадилар.

II - даража. Ўрта даражага эга бўлган талабалар - мустақил иш бажариш учун лозим бўладиган шарт-шароитлар ва имкониятлардан фойдаланишга

ҳаракат қилишди. Формулаларни келтириб чиқариш, берилган намуналарга асосланиб мантикий ечимларга келиш, реконструктив-вариатив мустақил ишларни бажара олишди. Мустақил фаолият олиб боришда ўқиш, ёзиш, чизиш, схемалар тузиш жараёнларига ижодий ёндаша олиш маҳоратига эга бўлдилар. Мустақил иш бажаришга мунтазам киришиб кетолмадилар.

III- даража. Яхши (яъни етарли) даражага эга бўлган талабалар, мукаммал билимга эга бўлиш учун мустақил таълим билан шуғулланиш лозимлигини англаб етдилар. Техник-методик муаммоларни ечишда ижодкорлик даражалари етарли. Эвристик турдаги мустақил ишларни бажара олди. Ахборотни аҳамиятига кўра табақалаштиришди. Мустақил таълим олишни ўқув машғулотларида ва машғулотдан ташқари вақтларда самарали ташкил қила олдилар ҳамда ушбу даражада мустақил таълим билан мунтазам шуғулландилар.

IV- даража. Юқори даражага эга бўлган талабалар, улар мустақил таълим олиш методлари, воситалари ҳақида тўлиқ маълумотга эга, олинган маълумотларни таҳлил қила олдилар. Янгиликлар, ихтиролар яратишга, ижодий тадқиқот ишлари ва танқидий синтез амалларини бажара олдилар. Ушбу талабалар мустақил таълим билан мунтазам шуғулланган ҳолда, мустақил таълим олишининг янада самарали йўллари йўлаштиришга иштиёқманд бўлдилар.

6. Тавсиялар

6.1. Мустақил ишлашда қуйидагиларга амал қилинг!

1. Уйга берилган вазифа устида ишлашдан аввал бу ишни бажаришдан мақсад, унинг мазмуни, моҳияти нимада эканлигини шартли равишда ўзингиз учун шакллантириб олинг. Мустақил иш бажаришда уни шунчаки бажариш (мисол ечиш, муаммони ҳал этиш) дан кўра олдинга қўйилган мақсад сари интилиш мақсадга мувофиқдир.

2. Олдинга қўйилган мақсад сари ҳаракат қилишда турли вазифаларни, машқларни бажаришда ўзингизни синаб кўриш учун яна бир неча қўшимча амалларни бажаринг.

3. Шундан сўнг дарсликка эътиборни қаратиб, амалларни назарий материаллар талабига жавоб беришни текшириб кўринг. Алоҳида аҳамиятли қисмларига катта эътибор беринг.

4. Китобдаги назарий материални ўқиб, саволларга жавоб беринг, қўшимча адабиётлардан фойдаланинг.

5. Мавуга оид ёзма иш бажаринг;

- Ахборот ресурс марказидан қўшимча адабиёт олинг;
- Мавзунинг қораламасини тайёрланг;
- Ёзма иш режасини тузинг;
- Назарий материал билан ёзма ишни қиёсланг;

6.2. Ўз-ўзини бошқариш

1. Яхшилаб дам олгандан сўнг мустақил ишлашни бошла. Мустақил ишлашда узок вақт банд бўлмаслик зарур.

2. Иш бошлашдан олдин ўзингга нималар қилиш ҳақида ҳисобот бер.

3. Иш жадвалини тузиб чиқ. Иш бошлаганингдан 15-20 дақиқа ўтгач юқори натижаларга эришиб бошлаганингни белгилаб бор. Айнан шу даврдан мураккаброқ ишларни амалга ошир.

4. Ишга зарур бўлган барча нарсаларни олдиндан тайёрлаб қўй.

5. Иш мобайнида аввалдан тузилган иш жадвалига амал қилаётганингни ва нималарни бажарганингни белгилаб бор.

6. Биринчи соатда дам олмай ишлаш мумкин, иккинчи соатдан бошлаб, 30-40 дақиқа ишдансўнг 5-10 дақиқадан дам олишга ҳаракат қил.

7. Иш бажаришда ҳалақит берадиган барча нарсани йиғиштириб қўй.

8. Агар бирор ишни бирданига бажара олмасанг, уни тўхтатиб бир оз вақтдан сўнг уни бажаришга кириш.

6.3. Ўз-ўзини назорат қилиш.

1. Ўз хатоинг устида ўзинг ишла.

2. Ўқув материални ўрганиб чиқ ва уни оғзаки сўзлаб кўр.

3. Ўз билимингни кўпроқ бошқаларга ўргат.

7. Материаллар қаршилиги фанидан мустақил иш мавзулари ва соатлар тақсимооти.

№	Мустақил ишларнинг мавзулари	Ажратилган соатлар
		Машина-созлик техно-логияси
1	Механизмлар ва машиналар назарияси фанининг тарихи	
2	Механизмлар тузулишининг таҳлили	
3	Механизмлар классини аниқлаш	
4	Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг тузилиш формуласи.	
5	Механизмлар кинематикасининг асосий вазифаси.	
6	Механизмларнинг турли вазиятдаги планларни куриш.	
7	Механизмларни текширишнинг диаграмалар усули.	
8	Ординаталар ва вариантлар усули	
9	Қилочокли механизмлар	
10	Қилочокли механизмларни кинематик текшириш	
11	Механизм звенолари нукталарининг ҳарактларини тезликлар ва тезланишлар плани ёрдамида текшириш	
12	Механизм кинетостатикаси	
13	Кинетостатикага кириш	
14	Механизм ва машиналар динамикаси	
15	Механизм бўғинларига таъсир этувчи кучлар	
16	Кинематик жуфтлардаги ишқаланиш	
17	Айланма жуфтлардаги ишқаланиш	

8. Мустақил иш мазмуни.

1. Материаллар қаршилиги фанининг қисқача ривожланиш тарихи ва умумтехника фанлари билан боғлиқлиги.

- Механиканинг ривожланишида шарқ олимларининг иши
- Механиканинг ривожланиш давлари
- Ўзбек олимларининг фан ривожланишига қўшган ҳиссалари

2. Чўзилиш ва сиқилиш деформацияси. Бўйлама деформация. Гук қонуни.

- Деформация турлари.
- Ички кучлар ва уларни аниқлаш методи
- Нормал ва уринма кучланиш
- Чўзилиш ва сиқилиш
- Чўзилишдаги Гук қонуни
- Кўндалаг деформация, Пуассон коэффиценти

3. Материалларнинг механик хоссалари

- Пластик ва орт материалларни чўзилишга ва сиқилишга ҳисоблаш
- Мустаҳкамликка эҳтиётлик коэффиценти
- Рухсат этилган кучланиш

4. Чўзилишга ва сиқилишга мустаҳкамлик ҳисоблари

- Стерженнинг ўз оғирлигини этиборга олмасдан ҳисоблаш.
- Бруснинг ўз оғирлигини этиборга олган ҳолда чўзилишга ва сиқилишга ҳисоблаш.

- Статик аниқмас масалалар.

5. Силжиш. Силжишдаги Гук қонуни. Силжишга ишлайдиган конструктив элементларни мустаҳкамлик ҳисоблари.

- Қирқилиш ва эзилишга руҳсат этилган кучланиш
- Қирқилиш ва эзилишга мустаҳкамлик шarti
- Парчин миҳли бирикмаларни мустаҳкамлик ҳисоблари
- Пайвандли бирикмаларни мустаҳкамлик ҳисоблари

6. Текис кесим юзаларининг геометрик характеристикалари.

- Доиравий, тўртбурчак, учбурчав ва бошқа элементар юзаларнинг инерция ва қаршилиқ моментлари

7. Буралиш. Доиравий кесим юзали стерженни буралишидан ҳосил бўлган кучланиш ва деформация.

- Қадами кичик винтсимон пружинанинг буралиши ва деформацияси.
- Буралишга руҳсат этилган кучланиш.
- Буралишга мустаҳкамлик шarti
- Валларнинг буралишга мустаҳкамлик ҳисоблари

8. Эгилиш деформацияси. Кўндаланг куч ва эгувчи момент. Уларнинг эпюраларини қуриш.

- Оддий ҳолда юкланган балкаларнинг кўндаланг кесимларида ҳосил бўлган кўндаланг куч ва эгувчи моментларнинг эпюраларини қуриш

9. Соф эгилиш. Соф эгилишдаги нормал кучланиш.

- Соф эгилиш тўғрисида тушунча
- Соф эгилишдаги нормал кучланиш формуласини келтириб чиқариш

10. Эгилишдаги уринма кучланиш.

- Эгилишдаги уринма кучланиш формуласини келтириб чиқариш
- Эгилишдаги мустаҳкаслик шарт.
- Балкаларни эгилишга мустаҳкамлик ҳисоблари.

9. Назарий бўлимларидан қисқача маълумот

1. Механизмларнинг тузилишларини таҳлили. Механизмлар классини аниқлаш. Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг тузилиш формуласи (академик П. Л. Чебишев формуласи)

Кинематик занжирлар таркибига кирувчи звенолардан бирини маҳкамлаб қўйиш йўли билан механизмлар ҳосил қилинади. Ҳар қандай механизмда ҳаракат қонуни берилган звенолар ва ҳаракат қонунларини топиш лозим бўлган звенолар бўлади. Шундай қилиб, ҳаракат қонунлари берилган (маълум бўлган) звенолар етакловчи звенолар, етакловчи звенолар ҳаракат қонунларига қараб аниқланиши лозим бўлган барча звенолар етакланувчи звенолар деб аталади. Демак, ҳар бир механизмда етакловчи ва етакланувчи звенолар бўлар экан. Энди, механизмга қуйидагича таъриф бериш мумкин:

Кинематик занжир таркибига кирувчи қўзғалмас бирор звенога нисбатан бир ёки бир неча звено муайян тартибда ҳаракатланган вақтда занжарнинг қолган звенолари ҳам маълум тартибли ҳаракат қилса, бундай кинематик занжир **механизм** деб аталади.

Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг тузилиши, кинематикаси ва динамикаси билангина танишиб чиқамиз. Текисликда ҳаракат қилувчи механизмни қуйидагича таърифлаймиз.

Механизмлар таркибидаги барча звенолар бир текисликда ёки бир-бирига параллел текисликларда ҳаракат қилса, бундай механизмлар текшлакда ҳаракат қилувчи (текис) **механизмлар** деб аталади.

Бундай механизмларнинг тузилиш формуласини рус академиги П.Л. Чебишев 1869 йилда жаҳонда биринчи бўлиб исботлади. Бу формула қуйидагича ёзилади:

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot P_5 - 1 \cdot P_4 \quad (1.1)$$

бу ерда, W — текис механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси;

n — текис механизм таркибидаги қўзғалувчи звенолар сони;

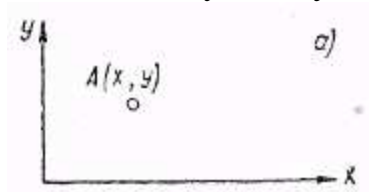
P_5 — V класс (текисликда II класс) кинематик жуфтлар сони;

P_4 — IV класс (текисликда I класс) кинематик жуфтлар сони.

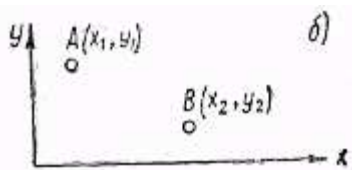
(1.1) формула академик П.Л.Чебишев формуласи ёки текис механизмларнинг тузилиш формуласи ёхуд текис механизмларнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқловчи формула деб аталади.

Юқорида исбот қилинган (2. 11) формула фазода ҳаракатланувчи (фазовий) механизмлар учун умумий бўлган тузилиш формуласидир.

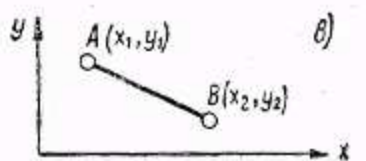
Чебишевнинг тузилиш формуласидан фойдаланиб, ҳар қандай механик системанинг механизм ёки механизм эмаслигини аниқлаб оламиз. Агар қўзғалувчи звенолар сони билан кинематик жуфтлар сони аниқланиб, Чебишевнинг тузилиш формуласи асосида ҳисоблаганда системанинг қўзғалувчанлик даражаси ноль бўлса, бундай системанинг бирорта звеноси ҳам ҳаракат қила олмайди, бу эса системанинг ферма эканлигини билдиради. Агар механик системанинг қўзғалувчанлик даражаси бирга тенг ($1^7 = 1$) бўлса, бу система битта етакловчи звенога эга механизм бўлади. Агар берилган механик системанинг қўзғалувчанлик даражаси иккига тенг ($1^7 = 2$) бўлса, система механизм бўлиб, унинг етакловчи звеноси иккитадир. Мабодо, механик "



Системанинг қўзғалувчанлик даражаси учга тенг ($N_0 = 3$) бўлса, унинг етакловчи звеноси учта бўлгандагина қолган звенолари аниқ ва маълум тартибда ҳаракатда бўлади. Демак, бундай механик системалар механизм бўлади.

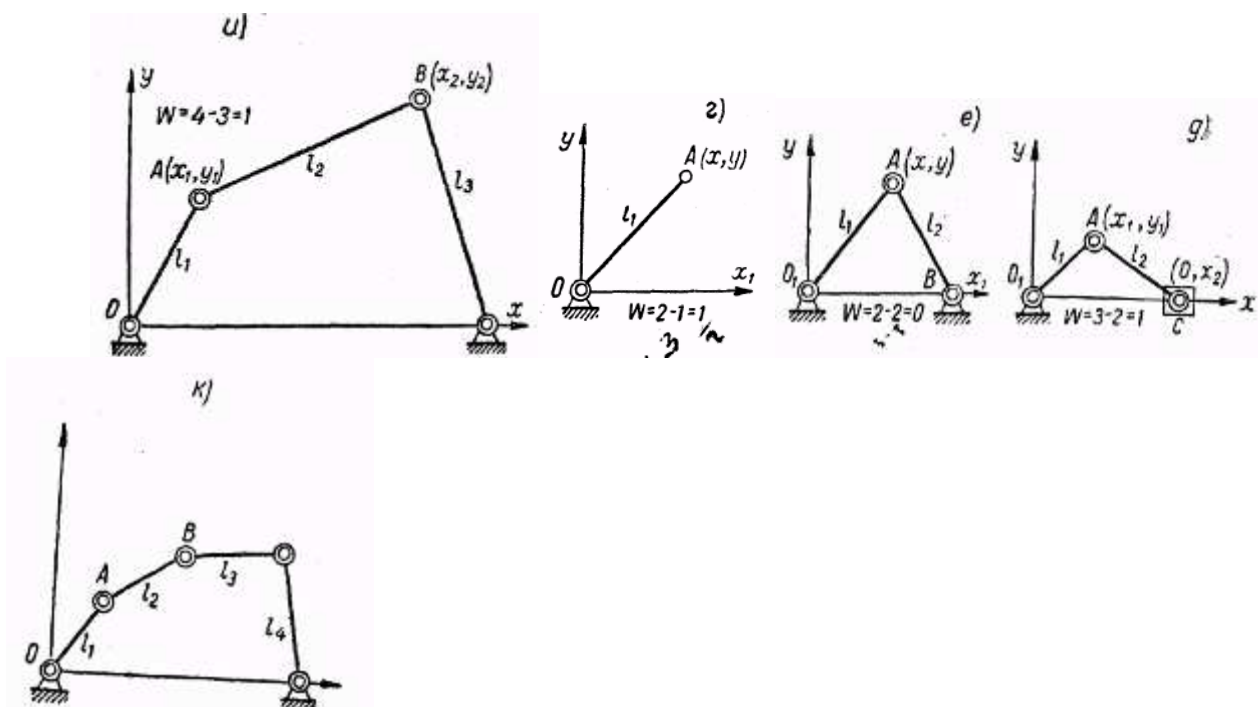


Қўзғалувчанлик тўғрисидаги масалани янада ривожлантириш учун 1-шаклдаги бир неча ҳолни текшириб чиқамиз. Нуқта-нинг вазиятини иккита координата орқали белгилаш мумкин (1- шакл, а). Бир-



бирига боғлиқ-

сиз ккки нуқта вазиятини тўртта



1- шакл. Қўзғалувчанлик даражаси турлича бўлган системалар.

координата билан белгилаш мумкин (1- шакл, б). Агар икки нуқта тўғри чизик билан бирлаштирилса, бу нуқталар орасида боғланиш ҳосил бўлади, бу боғланишнинг тенгламасу бизга маълум. Бу ҳол учун унинг эркинлик даражаси $H \sim 3$ бўлади (1- шакл, в). Агар икки нуқта O, A ва бу нуқталардан бири қўзғалмас бўлса (1- шакл, г), у ҳолда, қўзғалувчанлик даражаси $W = 2 - 1 = 1$ бўлади. Агар уч нуқтанинг иккитаси қўзғалмас бўлса (1- шакл, в), улар иккита боғланиш тенгламаси билан боғланган бўлади, бу системанинг қўзғалувчанлик даражаси $W = 2 - 2 = 0$ бўлади. Агар 1-шакл, с 1 даги системанинг қўзғалувчанлик даражасини координаталар орқали топмоқчи бўлсак, унда учта координата (x, y, z) бўлади; боғланиш тенгламалари сони эса 2 га тенгдир, қўзғалувчанлик даражаси: $W = 3 - 2 = 1$. 1- шакл, и да системанинг координаталари тўртта бўлиб, боғланиш тенгламалари 3 га тенгдир. Шунинг учун унинг қўзғалувчанлик даражаси $W = 4 - 3 = 1$ бўлади.

Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг хили жуда кўп. Юқорида баён этилган тузилиш формуласидан маълумки, текисликда ҳаракатланувчи механизмлар таркибига кирган звенолар бир-бири билан фақат V класс қуйи жуфтлар (айланма ва илгарилама жуфтлар) ва IV класс олий жуфтлар ҳосил қила олади. Кинематик жуфтлар назарияси баён этилганда (2-параграфга қаранг) олий жуфтларнинг элементлари нуқта ёки чизик, қуйи жуфтларнинг элементлари эса сирт ёки текислик бўлиши айтиб ўтилган эди.

Ҳар қандай механизм таркибидаги исталган олий жуфтни маълум шарт асосида қуйи жуфт билан алмаштириш мумкин. Демак, берилган олий ва қуйи жуфтли механизмни фақат V класс қуйи жуфтга эга бўлган эквивалент механизм билан алмаштиради бўлади. Алмаштинган бундай кинематик занжирлар кинематик эквивалент системалар деб аталади. Жуфтларнинг алмаштирилишида, биринчидан, иккала жуфт звеноларининг нисбий

ҳаракатига қўйилган боғланиш шартларининг сони бир-бирига тенг бўлиши ва, иккинчидан, текширилаётган звено оний нисбий ҳаракатининг характери сақланиши шартдир. Ана шу шартлар бажарилса, иккала механизмнинг ҳаракат қонунлари бирдек бўлади.

Ҳар бир IV класс кинематик жуфт звеноларига қўйилган боғланиш шартларининг сони бирга, алмашинувчи V класс кинематик жуфтники эса иккига тенгдир. V класс жуфтлардан тузилган алмашинувчи механизм звеноларининг сони (п) билан V класс жуфтлар сойи (Рб) орасидаги боғланиш қуйидагича бўлиши:

$$3n - 2P_b = -1,$$

яъни боғланиш шартлари сони эркинлик даражаси сонидан битта кўп бўлиши керак. У вақтда:

$$P_b = \frac{3n + 1}{2} \quad (2.13)$$

бўлади.

(2.13) формуладан кўриниб турибдики, жуфтларнинг сони бутун сон бўлиши учун алмашинувчи звеноларнинг энг кичик сони бирга тенг бўлиши керак. Шундай қилиб, ҳар бир IV класс олий жуфтни икки еридан V класс кинематик жуфтлар ҳосил қиладиган битта звено билан алмаштириш мумкин эканлиги аниқланди.

Масалани ойдинлаштириш учун толкатели илгариланма ҳаракат қилувчи кулачокли механизмни оламиз (6, 4- шакл, а га қаранг). Шаклда кўрсатилган механизм роликли ва роликсиз бўлиши мумкин. Кулачок профили билан толкателнинг учи IV класс олий жуфт ҳосил қилиши шаклдан кўриниб турибди. Агар бу жуфтнинг ўрнига V класс жуфт қўйиладиган бўлса, у ҳолда, уни 2 та V класс жуфт ҳосил қиладиган бир звено билан алмаштириш керак. Бунинг учун кулачок элементининг эгрилик радиусини топамиз. Радиуснинг бир учи жуфт элементларининг уриниб турган В нуқтасида бўлса, эгрилик радиусининг маркази А нуқтада бўлади. Демак, алмашинувчи звено АВ эгрилик радиуси бўлиб, у А ва В нуқталарда толкатель ва кулачок профилининг х, оний эгрилик маркази билан V класс кинематик жуфтлар ҳосил қилиши керак. Шундай қилиб, шаклда кўрсатилган кулачокли механизм ўрнига ОАВ кривошип-шатунли механизмни оламиз. Янги бу ОАВ механизмнинг оний ҳаракати алмашинувчи механизмнинг ҳам оний ҳаракатига эквивалентдир (6, 4- шакл, а ва б). АВ звено кривошип-шатунли механизм учун шатун ролини ўйнаса, кулачокли механизм учун кулачок профилидаги В нуқтасининг оний эгрилик радиусини билдиради.

Эквивалент механизмнинг мавжудлиги ўзгарувчандир, яъни шаклда тасвирланган эквивалент механизмлар (кулачокли механизм билан кривошип-шатунли механизм) фақат кулачокли механизмнинг оний вазияти учунгина эквивалентдир. Агар кулачокли механизм вазияти ўзгарса, бу вазиятга эквивалент бўлган кривошип-шатунли механизмнинг кинематик ўлчовлари ҳам бошқача бўлади, чунки кулачокнинг турли вазиятлари учун унинг толкатель билан боғланиш нуқтаси эгрилик радиуси турли узунликда бўлади.

Шундай қилиб, таркибида IV класс олий жуфтлар бўлган текис механизмлар таркибида фақат V класс куйи жуфтлар бўлган текис механизмлар билан алмаштирилса, бундай системалар куйи жуфтли механизмлар бўлиб, улар учун Чебишев формуласи куйидагича ёзилади:

$$W = 3n - 2P_5 \quad (2.14)$$

Шуни эсда тутиш керакки, эквивалент механизмлар кулачокли механизмнинг турли вазиятлари учун тузилиш жиҳатидан фарқ қилмаса ҳам, аммо уларнинг кинематикаси ва динамикасини ўрганишда фарқи каттадир. Бундай ҳоллар механизмлар кинематикасида айтиб ўтилади.

МАСАЛАЛАР

1- масала. Икки звенодан тузилган ричагли механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси топилсин (1. 1-шакл, I боб).

Е ч и ш: $p = 1$; $P_5 = 1$; $P_4 = 0$ демак:

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

Бу механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси бирга тенг экан. Унда 1 — қўзғалмас звено (стойка), 2 — қўзғалувчан звено, яъни кривошип.

2-масала. Шарнирли тўрт звеноли механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси топилсин (1.2- шакл, I боб).

Е ч и ш: $p = 3$; $P_5 = 4$; $P_4 = 0$, демак:

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1$$

Бу механизмнинг ҳам қўзғалувчанлик даражаси 1 га тенг. Механизмнинг 2 звеноси кривошип бўлиб, шу етакловчи звенонинг ҳаракат қонуни (минутига айланиш сони ёки бурчак тезлиги) маълум бўлса, қолган 3 ва 4 звенолари маълум тартибда ҳаракат қилади.

3-масала. 1.8-шакл (I боб)да кўрсатилган механизмнинг эркинлик даражаси топилсин.

Ечиш: бу механизм эксцентрикли механизмлар группасига киради. Қўзғалувчи звенолари сони $p = 3$; $P_6 = 4$; $P_4 = 0$, демак:

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1$$

4-масала. 1. 11- шакл (I боб)да кўрсатилган механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси топилсин.

Е ч и ш: $p = 3$; $P_5 = 4$ (3 та айланма V класс кинематик жуфт ва 1 та V класс илгариланма жуфт); $P_4 = 0$, демак:

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1$$

5-масала. 1. 13- шакл (I боб)да кўрсатилган кулисали механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси топилсин.

Е ч и ш: $p = 3$; $P_5 = 4$ (3 та айланма V класс кинематик жуфт ва 1 та илгариланма V класс кинематик жуфт, бу жуфт 3 звено билан 4 звенони боғлайди); $P_4 = 0$, демак: $W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 = 1$

6-масала. 2. 6-шакл (I боб)да кўрсатилган кулачокли механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси топилсин.

Ечиш: бу механизм учта (1, 2, 3) звенодан тузилган; бу звенолардан биринчиси қўзғалмас звенодир, демак, қўзғалувчи звенолар сони $p = 2$, $P^{\wedge} = 2$

бу ерда АВ - шатун узунлигининг масштаб катталиги, бу кесмани шу кесма чизиладиган қоғоз сатхига қараб танлаймиз. Бизнинг мисолимизда $AB = 68$ мм, у ҳолда механизм масштаби қуйидагича бўлади: $K_m = \frac{0,34}{68} = 0,005$

Демак, АВ кесманинг (қоғозга чизиладиган кесманинг) ҳар 1 мм узунлигида 0,005 м, яъни 5 мм ҳақиқий узунлик бор экан. Шундай қилиб, механизмдаги қолган звено-кривошипнинг масштаб катталиги, яъни қоғозга чизиладиган узунлиги қуйидагича бўлади:

$$OA = \frac{l_{OA}}{K_m} = \frac{0,095}{0,005} = 19 \text{ мм}$$

Тасвирланган шаклдаги механизм ўз катталигидан беш марта кичик қилиб чизилганини $K_M = 0,005 \left[\frac{м}{мм} \right]$ билиш мумкин.

Ҳисоблаш ишларини механизмнинг ноль (OA_0B_0) вазиятидан бошлаймиз. Механизмнинг бошланғич (ноль) вазияти қуйидагича топилади:

$$L = OA + AB = 0,087 \text{ м}$$

Шундай қилиб, механизм кривошипнинг айланиш маркази (0) дан ўнг томонга $L = 87$ мм узунликдаги радиус билан $\gamma_0\gamma_0$ ёйини чизамиз. Бу ёйнинг ползун йўналтирувчиси х ўқи билан кесишув нуқтасини B_0 орқали белгилаймиз, 0 марказ билан В нуқтани туташтирамиз ва OB_0 нинг α ёйи билан кесишув нуқтасини A_0 орқали белгилаймиз. Шундай қилиб, OA_0B_0 аксиал кривошип-шатунли механизмнинг бошланғич (ноль) вазияти топилади.

Механизмнинг ОА кривошипнинг А нуқтасининг траекторияси радиуси кривошип ОА нинг узунлигига тенг булган айланадан иборатдир. Бу айланани механизмнинг ноль вазиятидан бошлаб тенг (8, 12, 18, ва хоказо) бўлакларга бўламиз.

2.1-шаклда каралаётган айланани кривошипнинг OA_0 вазиятидан бошлаб тенг саккиз бўлакка бўлдик.

Биз механизмнинг янги вазиятларини топишда унинг звеноларида ҳеч қандай деформация (ёки ўзгариш) бўлмайди, яъни барча звенолар абсолют қаттиқ жисмдай ясалган, деб фараз қиламиз. Механизмнинг янги OA_1B_1 вазиятини ҳосил қилиш учун $A_1B_1 = A_0B_0$ шатун узунлигини радиус қилиб, А нуқтанинг траекторияси булган айланадаги A_1 нуқтани марказ қилиб олиб, х ўқи - йўналтирувчи билан кесишгунча ёй чизамиз. Бу $\gamma_1\gamma_1$ ёйнинг х ўқи йўналтирувчи билан кесишув нуқтаси ползуннинг B_1 вазиятини беради. Шундай қилиб, кривошип OA_0 вазиятдан соат стрелкаси юрган томоига 45° бурилиб, OA_1 вазиятга келганда (ёки кривошипнинг A_0 нуқтаси айлана буйлаб A_0A_1 йўл юрганда) механизмнинг ползуни х ўқи - йўналтирувчида B_0B_1 йўлни босар экан.

Агар кривошип OA_1 вазиятдан OA_2 вазиятга ўтса, у ҳолда, ползун B_1 вазиятдай В вазиятга ўтади ёки A_1 нуқта яна 45° га бурилиб A_1A_2 йўлни ўтганда ползун B_1B_2 йўлни босиб ўтади. А нуқта A_2 дан A_3 га ўтса, ползун B_2 дан B_3 га ўтади ва хоказо.

Шундай қилиб, кривошипнинг А нуқтаси A_0 вазиятдан A_4 вазиятга ўтса, яъни, кривошип 180° га бурилса, ползун ўнг томонда энг чекка B_0 вазиятдан

чап томондаги энг чекка V_4 вазиятга ўтиб, V_0V_4 максимал йўлни босиб ўтган бўлади.

Кривошипга OA_4 вазиятдан соат стрелкаси юрган томон айланиб, OA вазиятга ўтганда ползуннинг V_4 нуктаси яна ўнгга қайтиб, V_5 вазиятни эгаллайди, кривошип OA_6 вазиятга ўтганда ползун V_5 вазиятдан V_6 вазиятга келади, яъни, ползун бу вақтда V_5V_6 йўлни ўтади ва хоказо. Шу тарика ҳаракат қилиб ползун V_7 вазият орқали V_8 га, яъни, ползун уз ҳаракатини бошлаган V_0 нуктага келади

Агар ползун маркази босиб ўтган $V_0, V_1 \dots, V_8$ нукталарни бир-бири билан туташтирсак, ҳосил булган $V_0V_4V_8$ тўғри чизик V нуктанинг траекториясини беради. A нукта траекторияси айлана, V нукта траекторияси эса тўғри чизик эканлиги шаклдан кўриниб турибди.

Борди-ю, AB шатундаги бирор C нуктанинг кривошип бир марта тўла айланганда чизган траекториясини топмоқчи бўлсак, у ҳолда, AC оралиқни ўлчаб, уни $A_0V_0, A_1V_1, \dots, A_7V_7$ узунлик вазиятларининг $A_0, A_1 \dots, A_7$ учларидан бошлаб қўйиб, шатундаги C нуктанинг $C_0, C_1 \dots, C_7$ вазиятларини белгилаб оламиз. Агар шу нукталарни бир-бири билан туташтирсак, эллипс сингари ёпиқ эгри чизик ҳосил бўлади. Ана шу ёпиқ эгри чизик шатундаги C нуктанинг траекториясидир.

Шатуннинг A нуктаси айлана, V нуктаси тўғри чизик бўйича ҳаракатланишини, A билан V нинг бирор оралиғида C нукта эллипс каби егик эгри чизик траекторияларини чизишини шаклдан кўриш қийин эмас. Шуни ҳам айтиш керакки, C нукта A га яқинлашиб борса, унинг траекторияси айланага яқинлашади, C нукта V га яқинлашиб борган сари, унинг траекторияси тўғри чизикка яқинлашиб боради.

Механизмнинг нукталари ҳар хил траекториялар бўйича ҳаракат қилиши хусусияти техникада жуда кўп фойдаланилади. Масалан, ползуннинг тўғри чизикли ҳаракатидан кривошипнинг айланма ҳаракатини ёки, аксинча, кривошипнинг айланма ҳаракатидан ползуннинг тўғри чизикли ҳаракатини, коромислоли тўрт звеноли шарнирли механизмнинг шатундаги нукта траекториясидан автомат нон заводларида ҳамир қориш ишларида, айлана траектория ҳосил қиладиган звенолардан ҳар хил қўшилмаларни аралаштириш ишларида, ёй шаклидаги звено нуктасининг траекториясидан ҳар хил храповикли узатмаларда, тўғри чизикли траекторияларидан тикиш машиналарида, пресслаш ишларида фойдаланилади ва хоказо.

Шундай қилиб, ҳозирги замон механизм ва машиналар назариясининг асосий масалаларидан бири мақсадга мувофиқ траекториялар чизадиган механизм яратиш ва бу механизмлардан киши қўли билан бажарадиган ишларни бажаришда фойдаланишдан иборатдир.

Текисликда ҳаракатланувчи механизм звено нукталари нинг тезлик ва тезланишларини топиш

Ҳар қандай механизм тўғрисида тўла маълумотларга эга бўлиш ва улардан қарорларда фойдаланиш мумкинлиги тўғрисида хулосалар қилиш учун ва уни тўла характерлаш учун шу механизм таркибидаги звено нукталарининг

чизиқли ва бурчак тезлик, ҳамда тезланишларининг ўзгариш қонуниятларини билиш керак.

Текисликда ҳаракат қилувчи механизмлар кинематикаси, асосан, уч хил усул билан ўрганилади. Кинематикани ўрганишнинг биринчи усули график кинематика бўлиб, бунда, асосан, нуқтанинг йўли, тезлиги ва тезланишининг вақтга нисбатан ўзгариш қонунлари график усулда текширилади.

Механизмлар кинематикасини график усулда ўрганиш механизмларнинг график кинематикаси деб аталади. Бу усулда, асосан, машҳур француз олими Рене Декартнинг (1596—1650) координаталар системасидан фойдаланилади. График кинематика-нинг афзаллиги шундаки, унда звено нуқталарининг тезликлари ва тезланишларининг скаляр ўзгариш қонунлари яққол кўриниб туради, аммо уларнинг векториал ўзгариш қонунларини график кинематика методидан кўриб бўлмайди. Бу усулнинг камчилиги шундаки, йўл (ёки оралик) графикларидан тезлик ва тезланиш графикларига ўтишда бирмунча хатоликларга йўл қўйилиши мумкин.

Механизмларнинг график кинематикасини ўрганишда йўл графигидан ёки оралик графигидан тезлик графигини, тезлик графигидан тангенциал тезланиш графигини ҳосил қилишда график дифференциаллаш методларидан фойдаланилади.

Механизмлар кинематикасини ўрганишнинг иккинчи усули тезлик ва тезланишлар планидан фойдаланишдир. Механизмлар кинематикасини ўрганишнинг бундай усули механизмларнинг графоаналитик, кинематикаси деб аталади. Бунда, асосан, ҳаракатларнинг вектор тенгламаларидан фойдаланилади, бу тенгламалар эса, асосан, график усулда ечилади. Бу усул тезликлар ва тезланишлар планидан фойдаланиш усули деб ҳам аталади.

Графоаналитик усулнинг афзаллиги шундаки, бунда, асосан, механизм звенолари нуқталарининг тезлиги ва тезланишининг ҳам скаляр, ҳам векториал қийматлари механизмнинг исталган вазияти учун маълум бўлади.

Ниҳоят, механизмлар кинематикасини аналитик усул билан ҳам ўрганиш мумкин. Аналитик усул жуда аниқ усуллардан бўлиб, уни кўп звеноли механизмларга татбиқ этиш анча қийин. Шунинг учун аналитик кинематика усули кам звеноли механизмларга (кривошип-шатунли, 4 звеноли кулисали механизмлар ва бошқаларга) татбиқ этилса, яхши натижалар беради. Аналитик усулдан катта аниқлик талаб этиладиган механизмлар учун фойдаланилади.

Аналитик кинематиканинг афзаллиги шундаки, бу усулда йўл, тезлик ва тезланишлар (математика тили билан айтганда функциялар) билан етакловчи звенонинг айланиш бурчаги ёки бир марта тўла айланиши учун кетган вақт (аргумент) орасидаги боғланиш биргина тенглама (ёки формула) орқали ифодаланади. Аммо аналитик кинематикада, график ва графоаналитик кинематикадаги сингари, физик катталикларнинг скаляр ҳамда векториал ўзгариши яққол кўриниб турмайди. Кейинги кунларда электрон ҳисоблаш машиналарининг зўр бериб ривожлантирилиши аналитик кинематикадан фойдаланишни осонлаштирди.

3. Механизмларни текширишнинг кинематик диаграммалар усули. Ординаталар ва ватарлар усули.

Текисликда ҳаракатланувчи механизм звено нуқталарининг тезлик ва тезланишларини топиш

Текисликда ҳаракат қилувчи механизмлар кинематикаси, асосан, уч хил усул билан ўрганилади. Кинематикани ўрганишнинг биринчи усули график кинематика бўлиб, бунда нуқтанинг йўли, тезлиги ва тезланишининг вақтга нисбатан ўзгариш қонунлари график усулда текширилади.

Механизмлар кинематикасини график усулда ўрганиш механизмларнинг график кинематикаси деб аталади. Бу усулда, асосан, Декарт координаталар системасидан фойдаланилади. График кинематиканинг афзаллиги шундаки, унда звено нуқталарининг тезликлари ва тезланишларининг скаляр ўзгариш қонунлари яққол кўриниб туради, аммо уларнинг векториал ўзгариш қонунларини график кинематика методидан кўриб бўлмайди. Бу усулнинг камчилиги шундаки, йўл (ёки оралик) графикларидан тезлик ва тезланиш графикларига ўтишда бирмунча хатоликларга йўл қўйилиши мумкин.

Механизмларнинг график кинематикасини ўрганишда йўл графигидан ёки оралик графигидан тезлик графигини, тезлик графигидан тангенциал тезланиш графигини ҳосил қилишда график дифференциаллаш методларидан фойдаланилади.

Механизмлар кинематикасини ўрганишнинг иккинчи усули тезлик ва тезланишлар планидан фойдаланишдир. Механизмлар кинематикасини ўрганишнинг бундай усули механизмларнинг графоанализ, кинематикаси деб аталади. Бунда, ҳаракатларнинг вектор тенгламаларидан фойдаланилади, бу тенгламалар эса, асосан, график усулда ечилади. Бу усул тезликлар ва тезланишлар планидан фойдаланиш усули деб ҳам аталади.

Графоаналитик усулнинг афзаллиги шундаки, бунда, асосан, механизм звенолари нуқталарининг тезлиги ва тезланишининг ҳам скаляр, ҳам векториал қийматлари механизмнинг исталган вазияти учун маълум бўлади.

Ниҳоят, механизмлар кинематикасини аналитик усул билан ҳам ўрганиш мумкин. Аналитик усул жуда аниқ усуллардан бўлиб, уни кўп звеноли механизмларга татбиқ этиш анча қийин. Шунинг учун аналитик кинематика усули кам звеноли механизмларга (қривошип-шатунли, 4 звеноли кулисали механизмлар ва бошқаларга) татбиқ этилса, яхши натижалар беради, яъни бунда механизмнинг ҳар қандай вазияти учун исталган аниқликдаги физик катталикларни олиш мумкин. Аналитик усулдан катта аниқлик талаб этиладиган механизмлар учун фойдаланилади.

Аналитик кинематиканинг афзаллиги шундаки, бу усулда йўл, тезлик ва тезланишлар (математика тили билан айтганда функциялар) билан етакловчи звенонинг айланиш бурчаги ёки бир марта тўла айланиши учун кетган вақт (аргумент) орасидаги боғланиш биргина тенглама (ёки формула) орқали ифодаланади. Аммо аналитик кинематикада, график ва графоаналитик кинематикадаги сингари, физик катталикларнинг скаляр ҳамда векториал ўзгариши яққол кўриниб турмайди. Кейинги кунларда электрон ҳисоблаш

машиналарининг зўр бериб ривожлантирилиши аналитик кинематикадан фойдаланишни осонлаштирди.

Кинематик диаграммалар ёрдами билан механизмлар кинематикасини ўрганиш.

Механизмлар кинематикасини текширишда асосий шартлардан бири шуки етакловчи звено ёки звеноларнинг бир минут ичидаги айланиш сони (ёхуд бурчак тезликлари) ўзгармас катталиклар деб фараз қилинади.

Ҳар қандай механизм ёки машина звенола^ининг ҳаракати даврий бўлиб, бошлангич ҳаракат маълум вақт ўтгач яна такрорланади ва звеноларнинг бу ҳаракати етакловчи звеноларнинг ҳаракат қонунлари билан боғлиқ бўлади. Механизм даври, кўпинча, етакловчи звенонинг бир марта тўла айланиши учун кетган вақтга тенг бўлади. Масалан, механизмнинг етакловчи звеноси ҳар минутда n марта айланса, унинг бир айланиши учун кетган T вақт (механизм даври) қуйидагича бўлади:

$$T = \frac{60 \left[\frac{\text{сек}}{\text{айл}} \right]}{n} \quad (4.3)$$

Механизмнинг бир секунд ичидаги айланишининг такрори эса γ = уг орқали топилади. Бурчак тезлиги ёки ω циклик такрор эса қуйидагича топилади:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\gamma = \frac{2\pi \cdot n}{60} \text{ рад/сек.}$$

График кинематикада иккита график ўрганилади — булар йўл ва оралик графикларидир. Йўл графиги давр ичида кўтарилиб боровчи график бўлиб, иккинчиси маълум вақтдан сўнг ўз вазиятига қайтувчи графикдир. Бундай графиклар чизиш учун, танлаб олинган декарт координаталар системасининг ординаталар ўқиға механизм звенолари айрим нуқталарининг ўтган йўллари ёки ораликлари, абсцисса ўқиға эса етакловчи звенонинг бир марта тўла айланиши учун кетган вақт қўйилади. Иккала катталик ҳам маълум масштабда олиниб, булардан бири йўл ёки оралик масштаби $K_{ор}$ иккинчиси эса вақт масштаби K_T дейилади.

2.1-шаклда кўрсатилган аксиал кривошип-шатунли механизм ползуни В шарнир марказининг (ёки В нуқтасининг) траекторияси тўғри чизиқдан, АВ шатундаги бирор С нуқтанинг траекторияси эса $C_0C_4C_8$ ёпиқ эгри чизиқдан иборатдир. Бу иккала траектория ОА кривошипнинг ЛО вазиятидан бошлаб, бир марта тўла айланганда ҳосил бўлган.

Шўндай қилқб, 2.1-шаклда механизмдаги В ва С нуқталарнинг шу механизм даври ичидаги ҳаракат қонунини билмоқ (йўл ёки оралик графикларини ҳосил қилмоқ) учун, етакловчи звено вазиятда деб қабул қиламиз. Демак, етакловчи звено ОА₁ вазиятдан соат стрелкаси юрадиган томонга айланиб, бир давр (T вақт) ўтгач, яна ўз холига қайтиб келади. Шу давр ичида етакловчи звено — кривошип чексиз вазиятларни босиб ўтади. Одатда, ҳаракат қонунини топиш учун кривошипдаги А нуқтанинг траекторияси (яъни айлана) тенг 8, 12, 16, 24, 36 ва ҳоказо бўлақларга бўдиниб, шу вазиятларга тегишли В ва С нуқталар аниқлаб чиқилади. Айлана қанчалик кўп бўлақларга бўлинса, нуқталарнинг траекториялари ҳам шунчалик аниқ бўлади.

2.1-шаклда А нуктанинг траекториясини - айланани тушунтириш осон бўлиши учун саккизта тенг бўлакка бўламиз. Демак, ОА кривошип механизмининг даври ичида ОЛ0 вазиятдан бошлаб ОА₁, ОА₂- . . . , ОА₇ вазиятларни ўтгач, яна ОА₈ ёки ОА₀ вазиятга қайтиб келади.

Шу вақт ичида ползундаги В нукта ўзининг В₀ вазиятидан В₈ вазиятга ўтиб, В₀В₈ йўлини (ораликни) босади. Бу В₀В₈ ораликнинг ҳақиқий катталигини ОВ билан белгиласак, бу катталик шаклдаги В₁В₂ нинг механизм масштабига кўпайтирилганига тенг бўлади, Агар кривошипнинг А нуктаси А₁вазиятдан А₂ вазиятга ўтса, у ҳолда, В₁ нукта В₂ га кўчада ва В₁В₂ ораликни босиб ўтади. Ораликни В₀ вазиятдан ҳисобласак, В₀В₂= В₀В₁+ В₁В₂ бўлади ва ҳакозо.

Кривошип шу тарзда айланишни давом эттириб, унинг А нуктаси А₃, А₄ ва бошқа вазиятга ўтади ва ҳакозо.

Кривошипни ОА₄ вазиятдан бошлаб айланишда давом эттирсак, механизмининг В нуктаси В₄ вазиятдан ўнг томонга юра бошлайди. Шу тарзда мулоҳазани давом эттириб:

$$\begin{aligned} S_{B_5} &= K_M \cdot \overline{B_0 B_5} = K_M (\overline{B_0 B_4} - \overline{B_4 B_5}); \\ S_{B_6} &= K_M (\overline{B_0 B_6}) = K_M (\overline{B_0 B_4} - \overline{B_4 B_6} - \overline{B_5 B_6}); \\ S_{B_7} &= K_M \cdot \overline{B_0 B_7} = K_M (\overline{B_0 B_4} - \overline{B_4 B_5} - \overline{B_5 B_6} - \overline{B_6 B_7}) \end{aligned}$$

ва, ниҳоят:

$$S_{B_8} = K_M \cdot \overline{B_0 B_8} = K_M (\overline{B_0 B_4} - \overline{B_4 B_8}) = 0$$

эканлигини, кўриш қийин эмас (2.1-шакл).

Шундай қилиб, кривошипнинг ОА₀ вазиятидаги оралик ноль бўлиб, унинг бир марта тўла айланишида яна шу ОА₀ вазиятга келади, яъни:

$$S_{B_0} = 0$$

бўлади. Демак, кривошипнинг бир марта тўла айланишида В нукта В₀ , В₁, . . . , В₈. ораликларни босиб ўтар экан. Агар бу ораликлар жуда катта ёки жуда кичик бўлса, ёхуд чизма қоғозига сиғмаса, улар масштабда кичик ёки катта қилиб чизилади.

Ниҳоят, декарт координаталар системасининг ординаталар ўқида К_м масштабда В нуктанинг оралигини, абсциссалар ўқида эса К_т (масштабда даврни кўйсак, оралиқ графиги деб аталувчи

$$S_B - t$$

йўл графиги ҳосил бўлади (4.1-шакл).

Масштабни қуйидагича танлаймиз:

$$K_{S_B} = \frac{K_M \overline{B_0 B_4}}{y_{\max}} \left[\frac{м}{мм} \right] \quad (4.4)$$

(4.4) формуладан топилган масштаб оралик масштаби деб аталади; ута х ни чизма қоғозидаги жойга қараб танлаб оламиз, у ҳолда, графика қўйиладиган ординаталар қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned} y_0 = 0, \quad y_1 = \frac{S_{B_1}}{K_{S_B}} [мм]; \quad y_2 = \frac{S_{B_2}}{K_{S_B}} [мм]; \quad y_3 = \frac{S_{B_3}}{K_{S_B}} [мм], \quad \dots; \\ y_7 = \frac{S_{B_7}}{K_{S_B}} [мм] \quad \text{ва} \quad y_8 = y_0 = 0 \end{aligned}$$

ч

Вақт масштаби К[^] қуйидагича бўлади:

$$v_{B_i} = \frac{K_{SB}}{K_t} \cdot \frac{dy_{S_i}}{dx_t} = \frac{K_{SB}}{K_t} \cdot \operatorname{tg} \alpha_i$$

келиб чиқади.

Оралиқ графиги $S_B - t$ дан тезлик графигини ҳосил қилиш учун шу график остига $V_B - t$ координаталар системасини чизамиз (5.1-шакл, б). Сўнгра абсцисса ўқининг чап томонидан ихтиёрий $H = 00'$ масофани оламиз. O' нуқтадан $V_B - t$ графигидаги уринмаларга параллел чизиклар ўтказиб, уларнинг ординаталар ўқи билан кесишган нуқталарини оламиз.

5.1-шакл, б да B нуқтаининг тезликлар графигини тузиш кўрсатилган координаталар системасининг ординатасидаги O' нуқтадан горизонтал ўтказиб, унинг графигидаги нуқтадан туширилган вертикал чизик билан кесишув нуқтасини a орқали белгилаймиз. Шундай қилиб, ордината масштабда B нуқтанинг B_1 вазиятдаги тезлигини беради.

$$v_{B_i} = K_v \cdot y_{v_i} = \frac{K_{SB}}{K_t \cdot H_1} \cdot \overline{OO_i} \quad (4.6)$$

Худди шу йўсинда давом эттириб, бошқа зарур нуқталарни ҳосил қиламиз. B_i нуқталарнинг тезликларини бериши (4.6) формуладан маълумдир, яъни

$$\begin{aligned} v_{B_1} &= K_v \cdot \overline{1a} [\text{мсек}^{-1}] \\ v_{B_2} &= K_v \cdot \overline{2b} \\ v_{B_3} &= K_v \cdot \overline{3c} \\ v_{B_4} &= K_v \cdot \overline{4d} \\ v_{B_5} &= K_v \cdot \overline{5e} \\ v_{B_6} &= K_v \cdot \overline{6f} \\ v_{B_7} &= K_v \cdot \overline{7g} \\ v_{B_8} &= 0 \end{aligned}$$

бўлади.

4. Кулачокли механизмларнинг синтези

Кулачокнинг технологик жараен учун зарур булган профилини лойиҳалаш.

Кулачокли механизмларни лойиҳалашда тескари масалани ечиш, яъни толкателнинг нормал технологик процессни таъминловчи ҳаракати қонуни бўйича кулачок формасини лойиҳалаш лозим.

Кулачокли механизмларни лойиҳалашда баъзи маълумотлар берилган бўлиши керак, масалан:

- а) лойиҳаси тузиладиган кулачокли механизмнинг кинематик схемаси;
- б) звеноларнинг ўлчамлари (валнинг радиуси, кулачокнинг минимал радиуси, звеноларнинг узунлиги ва ҳоказолар);
- в) толкатель йўли бу конструктив ва технологик мулоҳазалардан танланади;
- г) толкателнинг, толкатель бажарадиган иш процессининг ҳамма талабларига жавоб берадиган ҳаракат қонуни.

Агар кулачокли механизмнинг асосий элементлари берилган бўлса, у ҳолда толкателнинг ҳаракат қонуни асосида бундай механизм лойиҳасини тузиш мумкин. Кўпинча толкателнинг ҳаракат қонуни берилмасдан, унинг тезлиги ёки тезланишининг ўзгариш қонуни берилади.

Толкатель тезлигининг ўзгариш қонуни асосида толкатели илгарилама ҳаракатланувчи, марказий кулачокли механизмнинг лойиҳасини тузиш мисолини кўриб чиқамиз.

Кулачокнинг тўла бир айланишидаги толкатель ҳаракатининг ўзгариш қонуни диаграмма шаклида берилган бўлсин (14.1- расм, а), бироқ бу қонун толкатель бажарадиган технологик процессларга мос бўлиши керак.

Бундан ташқари кулачокнинг минутига айланишлари сони $n = 120$ айл/мин, толкатель йўли $s = 76$ мм, роликнинг радиуси $r = 10$ мм ва кулачок ўрнатилган валнинг диаметри $d = 20$ мм берилган.

Ечиш. 1. Толкатель тезлигининг вақтга нисбатан диаграммасини график ёрдамида интеграллаш билан (14.1- расм, а) толкателнинг қўзғалиш диаграммасини чизамиз (14.1- расм, б).

Диаграммани график дифференциаллаш билан толкателнинг йўл диаграммасини тузамиз (14.1- расм, в).

Толкателнинг ҳаракат қонуни асосида кулачок профилини тузамиз. Толкателнинг диаграммаси аввал тузилгани сабабли диаграмма бўйича кулачок профилини чизамиз, бироқ бундан олдин график масштабларни аниқлаб оламиз. Толкателнинг йўл масштаби қуйидаги формула билан аниқланади:

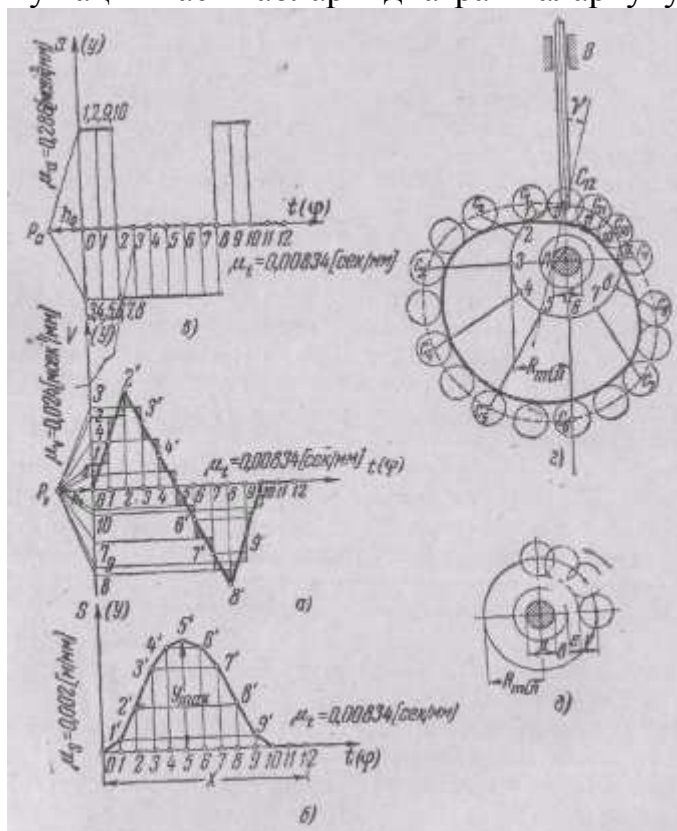
$$\mu_s = \frac{s_{\max}}{y_{\max}} = \frac{H}{y_{\max}} = \frac{0,076 \text{ м}}{38 \text{ (мм)}} = 0,002 \left[\frac{\text{м}}{\text{мм}} \right],$$

бунда тах йўлнинг s/t диаграммадан олинган максимал ординатаси.

Диаграмманинг х лар ўқида кулачокнинг узунлиги 60 мм бўлса, унинг бир марта айланиш вақтининг масштаби қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\mu_t = \frac{60}{n \cdot x} = \frac{60}{120 \cdot 60} = 0,00834 \left[\frac{\text{сек}}{\text{мм}} \right].$$

Бу вақт масштаблари диаграммалар учун ҳам ўринли бўлади.



14.1- расм. Толкателнинг тезлик ва тезланиш масштаби ушбу

$$\mu_v = \frac{\mu_s}{\mu_t \cdot h_v} = \frac{0,002}{0,00834 \cdot 10} = 0,024 \left[\frac{\text{м сек}^{-1}}{\text{мм}} \right]$$

формулалар бўйича аниқланади.

Бунда - диаграммадан мм ҳисобида олинган қутб

$$\mu_a = \frac{\mu_g}{\mu_r \mu_a} = \frac{0,024}{0,00834 \cdot 10} = 0,286 \left[\frac{\text{м сес}^{-2}}{\text{мм}} \right].$$

масофаси:

Топилган масштаблар диаграммаларнинг ҳар бирига ёзиб қўйилади.

Назарий кулачок профилини диаграмма масштаби бўйича тузишга киришамиз.

Ихтиёрий танланган А нуктадан (14.1-расм, r_c радиус билан айлана чизамиз, бу айлана назарий кулачокнинг минимал радиусли айланаси бўлади. Сўнгра бу айланани 12 та тенг бўлакка бўлиб, айлананинг маркази А нуктадан айлананинг ҳар бир бўлиниш нукталари орқали нурлар ўтказамиз.

Берилган шартларга асосланиб, марказий кулачокли механизм лойиҳасини тузамиз.

Айлананинг маркази А нукта орқали перпендикуляр тўғри чизик ўтказамиз, бу перпендикуляр чизик минимал радиусли айланани C_{12} нуктада кесиб ўтади. C_{12} ёки C_0 нукта толкателнинг энг пастки ҳолатидаги нуктаси ҳисобланади; шу C_{12} нукта кулачокнинг назарий профилида жойлашган. Кулачокнинг назарий профилини чизиш учун 5/J диаграммадан 11', 22', 33', ... кесмалар олинади ва бу кесмалар са радиусли айлананинг ҳар бир бўлиниш нуктасидан $AC_1, AC_2, AC_3, \dots$ нурларга ўлчаб қўйилади. Нурларга ўлчаб қўйилган $1C_1, 2C_2, 3C_3, \dots$ масофалар мос равишда 11', 22', 33', ... кесмаларга тенг ва ҳоказо.

Узлуксиз штрих эгри чизик билан $C_1, C_2, C_3, \dots$ нукталарни бирлаштириб, назарий ёки эквидистант кулачокни ҳосил киламиз.

Кулачокнинг ҳақиқий формасини олиш учун, катокнинг берилган радиусига тенг бўлган радиус билан айлана ўтказамиз, лекин бу каток айланаларининг марказларини кулачокнинг назарий профилида олинади.

Сўнгра каток айланаларига ўрама эгри чизик ўтказамиз; кулачокнинг назарий профилига эквидистант бўлган бу эгри чизик кулачокнинг ҳақиқий профили бўлади.

14.1-расм, г да толкатели марказига ўрнатилган, лойиҳаси тузилаётган кулачокли механизмнинг тўла схемаси берилган.

Бу схема бўйича марказий кулачокли механизм конструкциясини тушуниб олиш осон.

Марказий кулачокли механизм учун қуйидаги ўлчамлар берилган бўлсин:

1) кулачок валининг диаметри $BC = 20$ мм; 2) катокнинг радиуси $r = 10$ мм; 3) толкатель йўли $H = 76$ мм, бу микдорлар бўйича толкатель узунлиги ва йўналтирувчи втулка В нинг ҳолати осон аниқланади. 14.1-расм, д даги чизмадан

$$R_{\min} = \frac{d}{2} + b + e + r$$

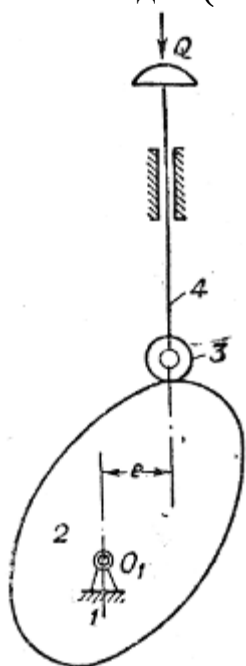
экани кўриниб турибди.

Бунда b — втулка қалинлиги;
 e — ҳақиқий кулачок профилининг марказга яқин қисмидан втулкагача бўлган масофа.

5. Кулачокли механизмлар

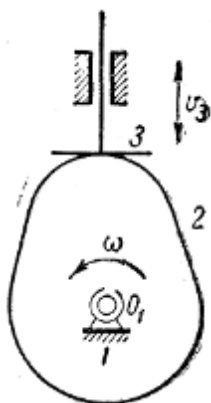
Кулачокли механизмлар техниканинг хилма-хил соҳаларида жуда кўп ишлатилади. Бундай механизмлар, айниқса, автоматик машиналар ишида жуда яхши натижалар беради.

5.1- шаклда кулачокли энг оддий механизм кўрсатилган. Бу механизм, асосан, тўртта звенодан: кўзғалмас звено, кўзғалмас ўқ атрофида айланивчи звено (кулачок), ролик, тўғри чизик бўйлаб юқорига ва пастга ҳаракат қилиб турувчи звенодан (толкателдан) иборат. Одатда, кулачокли меҳанизм



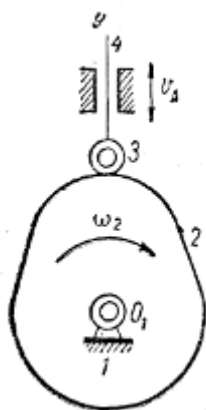
5.1- шакл. Аксиал кулачокли механизм:

1 — кўзғалмас звено; 2 — кулачок; 3 — ролик; 4 — толкатель.



5.2- шакл. Дезаксиал кулачокли механизм:

1 — кўзғалмас звено; 2 — кулачок; 3 — ролик; 4 — толкатель; e — дезаксиал катталиги.



5.3- шакл. Текис толка-телли кулачокли механизм:

1 — қўзғалмас звено; 2 — кулачок; 3 — текис толка-тель.

толкателига ўрнатилган ролик кулачок профили билан толкатель орасидаги ишқаланишни камайтириш учун ишлатилади. 5.1-шаклда кўрсатилган механизм толкателлқ, илгариланма-қайтар ҳаракат қилувчи кулачокли механизм деб аталади. Кулачокли бундай механизмларда кулачок бурчак тезлиги билан айланса, толкатель маълум ораликқа (баландликка) кўтарилиб, яна олдинги вазиятига қайтиб келади.

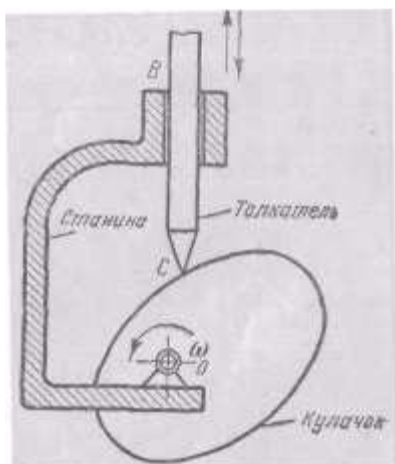
Кулачокли механизмлар аксиал ва дезаксиал кулачокли механизмларга бўлинади. Толкателнинг ўқи кулачокнинг айланиш ўқи (О) дан ўтса, кулачокли бундай механизм аксиал (марказий) кулачокли механизм деб аталади (5. 1-шакл); толкатель ўқи О нуқтадан ўтмаса, у ҳолда механизм дезаксиал кулачокли механизм дейилади (5. 2- шакл).

Кулачокли механизмлар машинасозликда ва, айниқса, автоматлаштирилган ишлаб чиқариш тизимларда кўплаб ишлатилади.

Кулачокли механизм учта звенодан, яъни: кулачокдан, толкателдан ва станинадан иборат бўлиб, кулачок етакловчи звено, толкатель эса етакланувчи звенодир.

Кулачокли механизмлар олий кинематик жуфтли механизмлар жумласига киради, чунки уларнинг О ва В нуқталардаги қуйи жуфтлар билан бир қаторда С нуқтасида битта олий жуфт ҳам бор.

Кулачоклар ҳар хил шаклда бўлиши мумкин; шунинг учун кулачокнинг шаклига қараб, толкателларнинг ҳаракатланиш қонуни ҳам ҳар хил бўлади. Шундай қилиб, кулачокли механизмлар ёрдами билан ҳаракатларни бир турдан иккинчи турга айлантиришга доир ҳар хил масалаларни ечиш мумкин. Масалан, кулачокнинг айланма ҳаракатини толкателнинг илгарилама ҳаракатига айлантириш мумкин.



5.1.- расм.

Кулачокли механизмнинг 5.2- расмдаги схемасида кулачокнинг айланма ҳаракатини толкателнинг айланма ҳаракатига алмаштириш кўрсатилган.

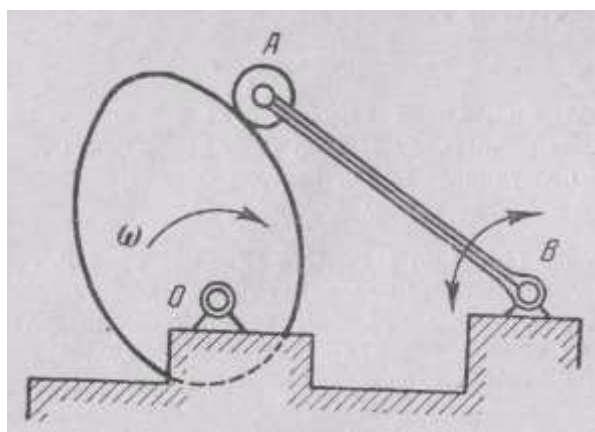
Кулачокнинг илгарилама ҳаракати вақтида толкателнинг айланма ва илгарилама ҳаракатини олиш мумкин. Шундай механизмларнинг схемалари 5.3 ва 5.4- расмда кўрсатилган.

Ички ёнув двигателларида тарелкасимон толкателли кулачок механизмлари кенг қўлланилади (5.5- расм).

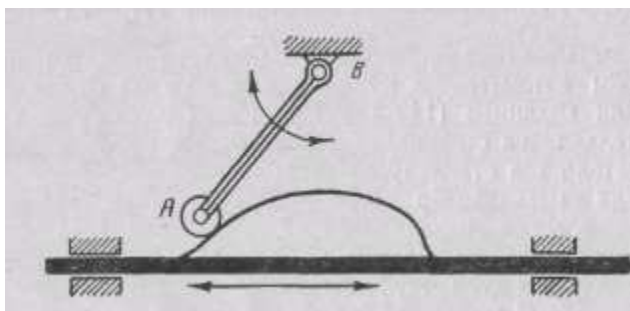
Станоксозликда фазовий кулачокли механизмларни кўп учратиш мумкин (5.6- расм). Барабан айланганда толкатель қайтма-илгарилама ҳаракат қилади.

Кулачокли механизмларнинг асосий афзалли-ги шундан иборатки, улар толкателнинг кулачок профили билан аникланадиган ҳар хил ҳара-катланиш қонунини ҳосил қилиш имконини беради.

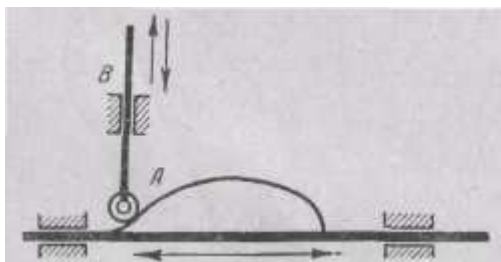
Металл қирқувчи станокларда ва кўпинча автомат ва ярим автоматларда қўлланиладиган дискали ва барабанли (ясси ва фазовий) кула-чокли механизмларнинг схемалари 5.7- расм, а, б, в да кўрсатилган.



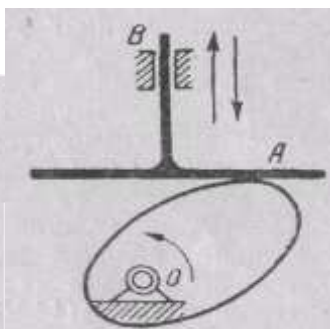
5.2- расм.



5.3- расм.

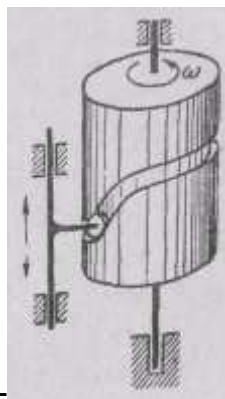


5.4- расм.

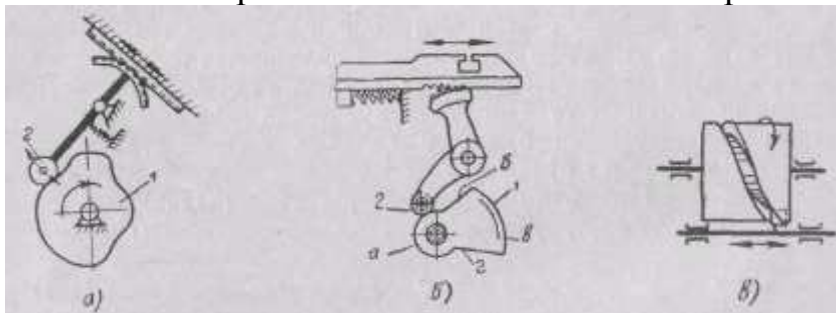


5.5 расм.

Кулачокли механизмларни кинематик текшириш



Кулачокли механизмнинг схемаси 5.6- расм- да берилган. Бу схемадан толкателнинг ҳаракат-ланиш қонунини аниқлаш (кулачокнинг битта тўла айланишида толкателнинг ҳаракатланиш диаграммасини-чизиш) керак. Бу масалани ҳал қилиш учун ўқувчиларни кулачокли механизмларни кинематик текшириш плани билан таништириб чиқамиз.



5.7- расм.

Кинематик текширишнинг намунавий плани

1. Кулачокли механизмнинг кинематик схемаларини олиш.

2. Кулачокли механизмнинг ҳолатини аниқлаш.
3. Теллнинг ҳаракатланиш диаграммасини тузиш.
4. Бир цикл учун толкателнинг тезлик диаграммасини

тузиш.

5. Бир цикл учун толкателнинг тезланиш диаграммасини тузиш.

Ўқувчилар бу планнинг биринчи пунктини бажариш учун кулачокли механизмнинг иши билан муфассал танишиб, кулачокнинг, роликнинг ва штанганинг ўлчамларини аниқ ўлчаб, барча механизмнинг кинематик схемасини 13.1- расмда кўрсатилгандай қилиб тузиб чиқишлари керак.

Планнинг иккинчи пунктини бажаришда кулачокнинг бир марта айланиб чиқишида механизмнинг 12 ҳолатини чизиш керак. Дастлаб штанга билан роликнинг энг пастки ҳолатини танлаб оламиз ва бу ҳолатни кулачокнинг бошланғич ҳолати деб қабул қиламиз.

Сўнгра кулачокнинг назарий профилини чизамиз, бу профиль ҳақиқий профилдан каток радиуси миқдори қадар узокликда бўлади.

Бундан кейин назарий кулачокнинг энг кичик (минимал) радиуси билан А нуқтадан айлана чизамиз ва бу айланани тенг 12 қисмга бўлиб, А нуқтадан ва айлананинг ҳар бир бўлиниш нуқтасидан нур-лар ўтказамиз; бу нурлар кулачокнинг назарий профилини 1, 2, 3, . . . , 12 нуқталарда кесиб ўтади.

Агар кулачокни соат стрелкасининг йўналишига тескари йўналишда айлантирсак, у ҳолда назарий кулачокдаги тегишли бўлинмалар (нуқталар) 13.1- расмда кўрсатилгандек, кетма-кет штангага кўчирилади.

Чизилган схемадан кўриниб турибдики, штанганинг энг юқори ҳолати, кулачок А нуқта атрофида 180° даражага бурилганда бўлади; толкателни энг пастки ҳолатидан энг юқори ҳолатига ўтиши эса бир текисда содир бўлмайди.

Толкателнинг бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга бир текисда ўтмас-лиги, катокнинг маркази бўлган С нуқтанинг вертикал траектория-сида кўрсатилган. Кулачокнинг бир марта айланишида толкателнинг босиб ўтган йўли 0 — 6 кесманинг иккиланганига ёки 0 — 6 ва 6—12 кесмаларнинг йиғиндисига тенг.

Кулачокнинг тўла бир айланишида толкателни ҳақиқий босиб ўтган йўли қуйидаги формула билан ифодаланиши мумкин:

$$S_c = \mu_1 2 \cdot (0 - 6), \quad (13.1)$$

Бу ерда: (0 — 6) кесмани схемадан миллиметр ҳисобида олиш керак. Намунавий планнинг учинчи пунктини бажаришда, кулачокнинг бир марта айланиб чиқишдаги толкатель йўлининг вақтга нисбатан диаграммасини тузиш керак ёки одатдагидек айтганда толкателнинг кулачокнинг бир марта айланиш вақтидаги ҳаракатланиш графигини аниқлаш керак.

Толкатель учун s / t диаграммани бизга маълум бўлган усул билан чизиш мумкин: x ўқига кулачокнинг бир марта айланиш вақтини (157- расм, а) ёки кулачокнинг 360° га тенг бўлган айланиш бурча-гини қўямиз-да, x ўқини ўн иккита тенг бўлакка бўламиз; y ўққа эса толкателнинг йўл қисмларини қўямиз. 5Д диаграммани қулайроқ тузиш учун С нуқтадан (толкателнинг пастки ҳолатидан) горизонтал тўғри чизик ўтказиб, бу чизикда ихтиёрий равишда x , y

координата ўқларининг боши 0 нуктани аниқлаймиз. x ва y ўқларда Δ ва l , масштаб билан s/t диаграммани 13.3- расм, а да кўрсатилгандек қилиб чизамиз.

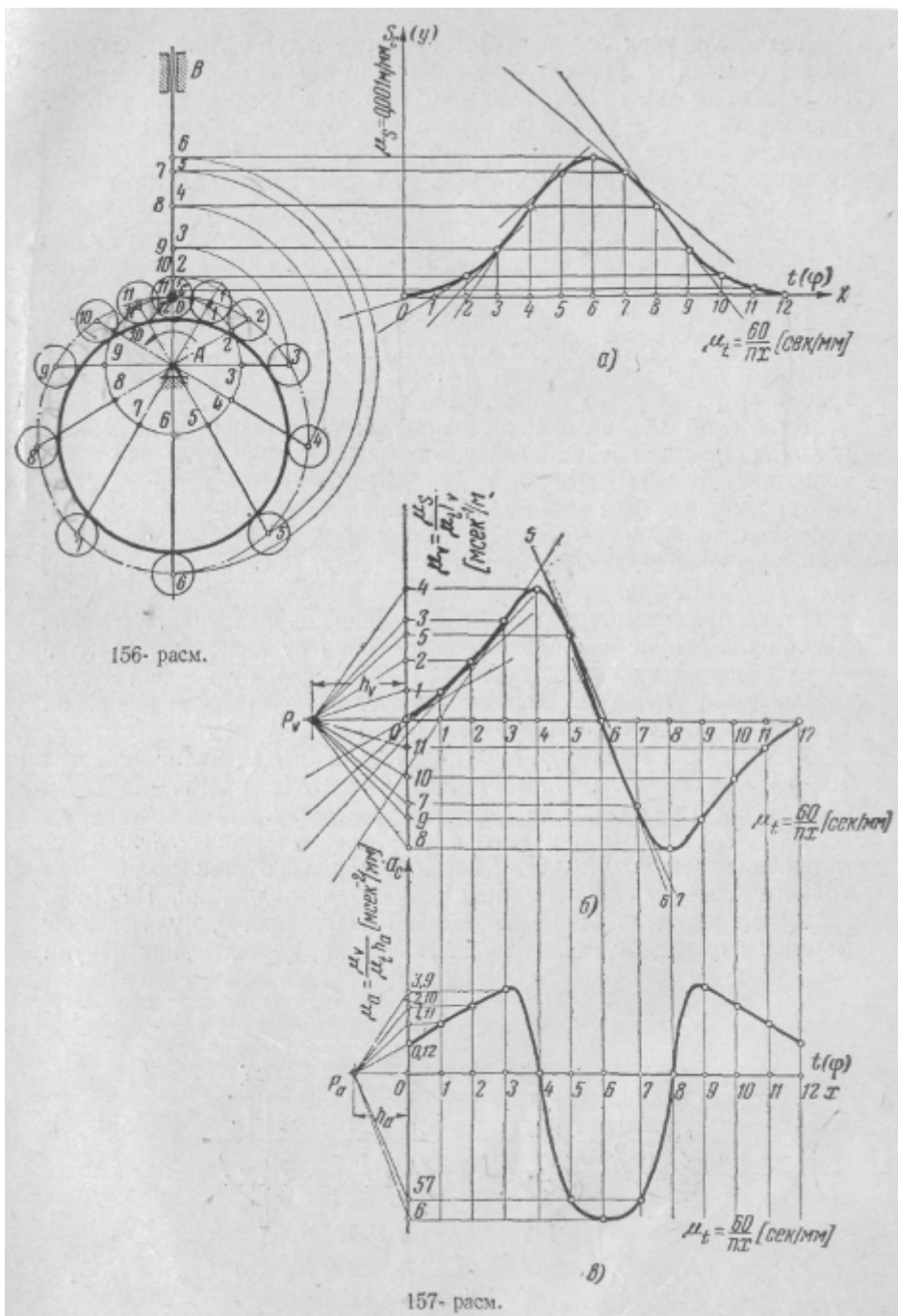
Намунавий планнинг тўртинчи ва бешинчи пунктис/ t диаграммаларни тузишни кўзда тутди. Бу диаграммаларни уринмалар методи билан чизиш мумкин. 13.3-расм, б ва в да o/J ва a/J диаграммалар AO ва FD масштабда чизилган.

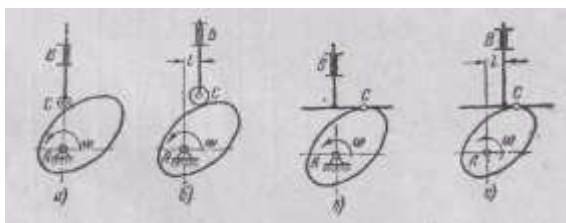
Кулачокли механизмларни кинематик текширишни кулачокнинг исталган профили учун бажариш мумкин. Бунинг учун энг аввал толкателнинг ҳаракатланиш қонуни, сўнгра толкателнинг ҳаракат-ланиш қонуни бўйича толкателнинг тезлик ва тезланишининг ўзгариш қонунлари аниқланади. Мавжуд кулачокли механизмларни кинематик текшириш процессларининг ҳаммаси кулачокли механизмларни анализ қилши деб аталади.

Етакланувчи звеноларнинг ҳаракатланиш қонунларининг ўзгариши фақат кулачокнинг шаклигагина эмас, балки бу звеноларнинг кулачокка нисбатан жойланишларига ҳам боғлиқдир; бу қоидага фақат тарелкасимон толкатели бўлган кулачокли механизмлар кирмайди. Буни мисолларда тушунтириб ўтамиз.

Ролик толкатели бўлган кулачокли механизмнинг схемаси 13.4- расм, а ва б да, тарелкасимон толкатели бўлган механизм схемаси эса 13.4- расм, в ва г ларда кўрсатилган.

13.4- расм, а ва б да кўрсатилган кулачокли механизмларни кинематик анализ қилиб, кулачоги бир хил формада бўлган механизмлар толкателларининг ҳаракатланиш қонуни ҳар хиллигини, 13.4- расм, е ва г да кўрсатилган механизмларни анализ қилиб, кулачогининг формаси бир хил бўлганда толкателларнинг ҳаракатланиш қонуни





13.4- расм.

бир хиллигини кўриб турибмиз. Шунинг учун тарелкасимон толкателли кулачокли механизмлар анча кўп тарқалган бўлиб, айниқса двигателлар қуришда кўп ишлатилади.

Ҳар хил кулачокли механизмларнинг ҳолатини аниқлаш.

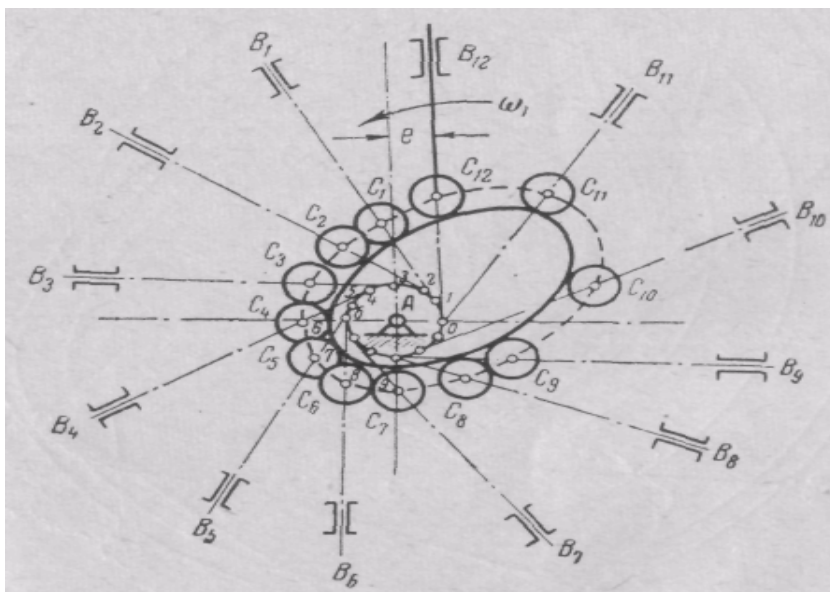
Биз кулачокли механизм ҳолатини аниқлашнинг бир хил методи билан танишиб чиқдик. Бу ҳолда, 13.1- расмда кўрсатилгандек, кулачок айланиб, етакланувчи звено (толкатель) ҳар хил ҳолатда (вазиятда) бўлди. Бу масалани шу механизм учун бошқа метод билан ҳам ҳал қилиш мумкин, бунда кулачок ҳаракатланмай, етакланувчи звено эса кулачокнинг бурчак тезлигига тенг бўлган бурчак тезликда тескари томонга қараб айланади, деб фараз қилинади.

Бу методни ҳар хил турдаги кулачокли механизмларга қўллаш мумкин. Бу метод ҳаракатнинг айланиш методи деб аталади..

Баъзи тип кулачокли механизмларнинг ҳолатини ҳаракатнинг айланиш методи билан аниқлаш

13.5- расмда кулачокли механизм ҳолатини аниқлаш кўрсатилган.

Дастлаб кулачокли механизмнинг бошланғич ҳолати учун схема тузамиз. Сўнгра радиуси эксцентриситет e га тенг, маркази A нуктада бўлган айлана чизиб, бу айланани тенг 12 бўлакка бўламиз. Айлананинг ҳар бир бўлиниш нуктасидан уринма ўтказиб, толка-телни ҳаракатланмайдиган кулачок атрофида со[^] бурчак тезлигида



13.5- расм.

Сўнгра циркуль оёғининг орасини ВС га тенг қилиб очиб, айлананинг ҳар бир бўлиниш нуқтасидан эквидистант эгри чизиқни белгилаб, $C_1, C_2, C_3, \dots$ нуқталарни топамиз. Ундан сўнг $AC_1, AC_2, AC_3, \dots$ радиуслар билан айланалар чизамиз, бу айланалар С нуқтанинг хх траекториясини мос нуқталарда кесиб ўтади. Қаралаётган ҳолда (13.6- расм) С каток СВ звеносининг энг пастки ҳолатлари 12, 1, 2, 3 ва 4 нуқталарда бўлади. Бу ердан каток 5, 6, 7 ва 8 нуқталарни босиб ўтиб кўтарилади.

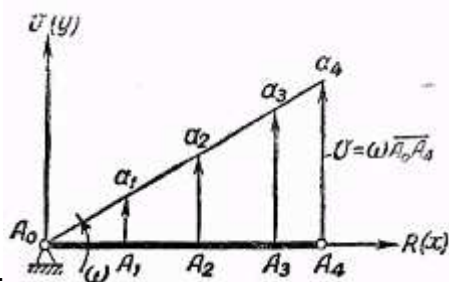
Охирида, каток 9, 10, 11 ва 12 нуқталарни босиб ўтиб пастга тушади. Бундан кейин цикл яна такрорланади.

Тебранувчи толкателнинг s/t диаграммасини тузиш учун кулачокли механизмнинг С нуқтасининг хх траекториясидан фойдаланилади (13.6- расм). Бу траектория С нуқта ҳолатини аниқлайди.

6. Механизм звенолари нуқталарининг ҳаракатларини тезликлар ва тезланишлар плани ердамида текшириш.

Ҳозирги замон машина ва механизмлари таркибида звеноларнинг уч хил текис ҳаракатини учратиш мумкин. Булар-қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракат, тўғри чизиқли илгариланма-қайтар ҳаракат ва иккала ҳаракатни ўз ичига олувчи-текис мураккаб ҳаракатдир. Айланма ҳаракатда бўлган звенодаги исталган нуқтанинг чизиқли тезлиги айланиш ўқидан шу нуқтагача бўлган оралиққа протюрционалдир. Шунини эсда тутиш лозимки, звенонинг айланма ҳаракатидаги бурчак тезлиги шу звенонинг исталган нуқтаси учун бир хил, чизиқли тезлиги эса шу нуқталар учун турлича бўлади ва координаталар бошидан ўтувчи тўғри чизиқ қонуни билан ўзгаради (8.1- шакл).

Бундан буён, айланма ҳаракат қилувчи звенонинг бурчак тезлиги билан бурчак тезланиши фақат звенога, чизиқли тезлик билан чизиқли тезланиш звенодаги нуқталарга тегишли эканлигини эътиборга олиш лозим.



8.1- шакл.

Агар звено A_0 нуқта атрофида ўзгармас бурчак тезлик билан айланса шу звенонинг A_1, A_2, A_3, A_4 нуқталар чизиқли тезликларининг математик ифодалари қуйидагича бўлади:

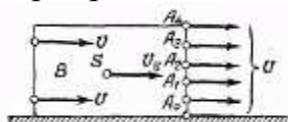
$$v_{A_1} = \omega \cdot \overline{A_0A_1}, \quad v_{A_2} = \omega \cdot \overline{A_0A_2}, \quad v_{A_3} = \omega \cdot \overline{A_0A_3}, \quad v_{A_4} = \omega \cdot \overline{A_0A_4}.$$

Бу тезликлар қўзғалмас ўқ атрофида айланувчи нуқта тезликлари бўлганлигидан улар абсолют тезликлар деб аталади.

Звенонинг бурчак тезлиги ва тезланиши унинг учун асосий қабул этилган айланиш нуқтасига боғлиқ эмас.

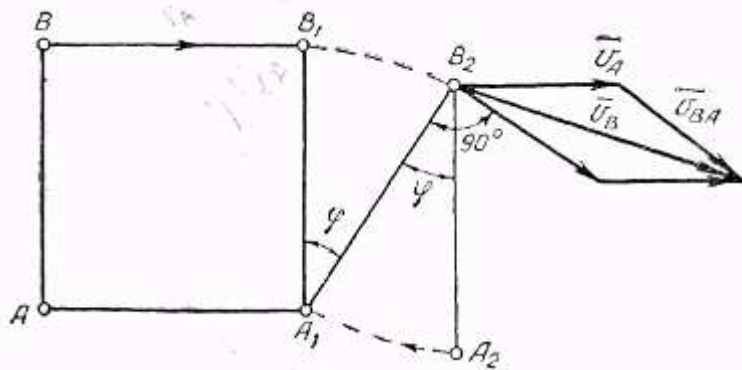
Механизмлар таркибида текис-параллел ёки текис ҳаракат қилувчи звенолар жуда кўп учрайди. Бунда звенонинг барча нуқталари қандайдир қўзғалмас звенога нисбатан параллел ҳаракат қилади. Агар биз уч ўлчовли x , y , z декарт системасининг x , y текислигидаги текис ҳаракатини қўз олдимизга келтирсак, y ҳолда звено ҳаракатида унинг исталган нуқтасининг фақат x абсцисса ва y ординатаси ўзгаради, холос. Аппликата эса ўзгармай қолади. Шундай қилиб, звенонинг исталган нуқтасининг ҳаракати унинг x ва y ўқларидаги проекция ҳаракати билан аниқланади. Бутун звенонинг ҳаракати эса шу звенонинг x , y текислигидаги проекция ҳаракати орқали белгиланади.

Агар A звено қўзғалмас бирор текисликка нисбатан илгарилама ҳаракатда бўлса (ёки шу текислик бўйлаб ҳаракат қилса), y ҳолда, A звенодаги исталган нуқтанинг тезлиги шу текисликка параллел ва бир-бирига тенг бўлади (8.2-шакл). Бундай звенолар ҳозирги замон машиналарида жуда кўп ишлатилади; масалан, ички ёнув двигателининг поршени, рандалаш станогининг суппорти, тўқув станогининг мокиси ва бошқалар ана шундай звенолардир.



8.2- шакл.

Текис ҳаракатдаги исталган қаттиқ звенони текшириш учун шу звенодаги A ва B нуқталар ҳаракатини текшириш кифоя эканлиги назарий механикадан маълум (8.3-шакл).



8.3- шакл. Мураккаб текис ҳаракат қилувчи AB звено B нуқтасининг тезлиги мураккаб бўлади.

Бундай ҳолда звенонинг иккала нуқтаси ҳам маълум бирор тезликка эга бўлади. Ҳаракатни ўрганишда шу нуқталардан исталганини нисбий оний айланиш маркази деб қараш мумкин. Биз бундан буён нисбий айланиш (ёки тезлик) маркази сиртида тезлиги маълум бўлган нуқтани танлаймиз. Масалан, кривошип-шатунли механизмдаги шатуннинг A нуқтаси тезлиги маълум бўлганидан, уни нисбий оний айланиш маркази деб оламиз.

Назарий механика қондасига биноан, текис шакл (звено) дан танлаб олинган A ва B нуқталарнинг исталганини кутб (оний айланиш маркази) деб қараш мумкин. Масалан, 8.3-шаклдаги звено AB вазиятдан ABA вазиятга

Ўтишиши икки хил изоҳлаш мумкин; даставвал АВ звенодаги А нукта кутб билан бирга илгарилайма ҳаракат қилиб, $A\{B^{\wedge}$ вазиятга келадн, сўнгра $B^{\wedge}$ нукта $L\{$ нинг атрофида ϕ бурчакка айланиб, $B2$ ўрнига ўтади ёки АВ звенодаги В нукта А нукта билан илгариланма ҳаракат қилиб, $A^{\wedge}B.2$ вазиятга келади ва $A2$ нукта $B2$ нукта атрофида ϕ бурчакка айланиб, $A-1$ вазиятга ўтади. Шундай қилиб, текис ҳаракатда бўлган звенодаги исталган В нуктанинг абсолют тезлиги (ов) икки тезликнинг геометрик йиғиндисидан иборат бўлади; булардан бири В нукта А нукта билан илгариланма ҳаракат қилган деб фараз этилганидаги тезлигидир, уни $^{\wedge}v$ вектор орқали ифода-лаймиз; иккинчиси эса В нуктанинг А шу онда кўзралмас кутб деб қаралганда шу А нукта атрофидаги айланма тезлигидир, бу нисбий тезликни вектор орқали ифода-лаймиз. Юқорида айтилганларнинг векторлар алгебрасидаги ифодаси қуйидаги вектор тенглама билан ёзилади:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} \quad (4.16)$$

Тезликларнинг устидаги чизиқлар уларнинг вектор эканлигини билдиради. (4.16) тенгламани қуйидагича ёзиш ҳам мумкин:

$$\vec{v}_A = \vec{v}_B + \vec{v}_{AB} \quad (4.17)$$

(4.16) вектор тенглама билан (4.17) тенгламанинг фарқи АВА ва ВАВ тезлик векторларининг белгиларидадир. Улар бир-бирига тенг бўлиб, фақат қарама-қарши томонга йўналган:

$$\vec{v}_{BA} = -\vec{v}_{AB}$$

Бу тенгликдан маълум бўлишича, В нуктанинг А нукта атрофида айланишидаги тезлиги ва А нинг В атрофида айланишидаги тезлигига модули бўйича тенг бўлиб, фақат улар анти-параллел векторлар эканлиги кўриниб турибди.

Шундай қилиб, текис ҳаракатдаги звено икки нуктасининг тез-ликларини шу нукталардан ўтувчи чизиққа проекциялари бир-бирига тенгдир.

Агар звено тўғри чизиқли ҳаракатда бўлмаса, унда ҳар ондаги шундай нукта топиладики, унинг тезлиги нолга тенг бўлади. Тезлиги ноль бўлган мана шундай нукта оний айланиш маркази ёки оний тезликлар маркази деб аталади.

Абсолют ва нисбий тезликлар деган номлар шартли бўлиб, звеноларнинг кўзғалмас жисмга (звенога) нисбатан тезлиги шартли равишда абсолют тезлик деб, кўзғалувчан жисмларга (звеноларга) нисбатан тезликлари эса нисбий тезликлар деб аталган. Ҳақиқатан олганда табиатда кўзғалмас жисмларнинг ўзи йўқ, биз фараз қилган кўзғалмас объект Ер устида экан, бу объект кўзғалувчандир, чунки Ернинг ўз ўқи атрофида ва Қуёш атрофида айланиши бизга маълум. Шунинг учун биз коинотдаги жисм-ларнинг нисбий ҳаракатларинигина ўрганамиз.

Текисликда ҳаракатланувчи барча механизм ёки машиналар таркибида; умуман, юқорида айтиб ўтилган уч хил ҳаракат қилувчи звенолар учраши мумкин. Масалан, кривошип-шатунли механизмни олсак, бу механизм таркибидаги кривошип (етакловчи звено) фақат кўзғалмас ўқ атрофида

айланма ҳаракат, шатун текис мураккаб ҳаракат, ползун эса (ползун ҳам етакловчи звено бўла олади) фақат илгариланма ҳаракат қилади. Агар тўрт звеноли механизмни олсак, ундаги кривошип ва коромисло фақат кўзғалмас ўқ атрофида айланма ҳаракат қилиб шатун текис мураккаб ҳаракатда бўлади.

Биринчи модификация Ассур группаси учун тезликлар планини тузамиз (8.4-шакл, а). А ва С нуқталарнинг (шарнирларнинг) тезликлари берилган деб фараз қиламиз. Агар бу нуқталарнинг тезликларини бирор K_v масштабдаги вектор кесмалар билан ифодаламакчи бўлсак (улардан бирини ихтиёрий равишда танлаб оламиз). У ҳолда, ҳақиқий тезликни танлаб олинган кесмага бўлиб, тезликлар масштабини топамиз. Шундай қилиб, С нуқтанинг тезлик кесмаси қуйидагича топилади:

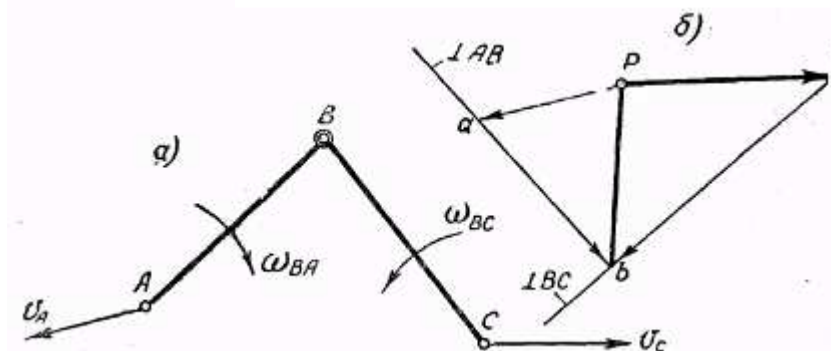
$$\overline{pc} = \frac{v_c}{K_v} [\text{мм}],$$

Демак, pa ва pc кесмалар K_v масштабда А ва С нуқталарнинг тезликларини билдиради.

В шарнирнинг тезлигини топиш керак. Тезликлар планини тузишдан олдин, номаълум бўлган В нуқта учун қуйидаги вектор тенгламаларни тузамиз:

(4. 18)

$$\left. \begin{aligned} \overline{v}_B &= \overline{v}_A + \overline{v}_{BA} \\ \overline{v}_B &= \overline{v}_C + \overline{v}_{BC} \end{aligned} \right\}$$



8.4- шакл. II класс 1- тур группа (а) нинг тезликлар плани (б).

Иккала нисбий тезлик ҳам В нуқтанинг А ва С нуқталар атрофида тезликлар билан айланишини билдиради.

(4. 18) вектор тенгламаларни геометрик усулда ечиб, В нуқтанинг тезлиги (ув) ни топамиз. Р ихтиёрий нуқтани белгилаб оламиз. Бу р нуқта тезликлар планининг қутби деб аталади.

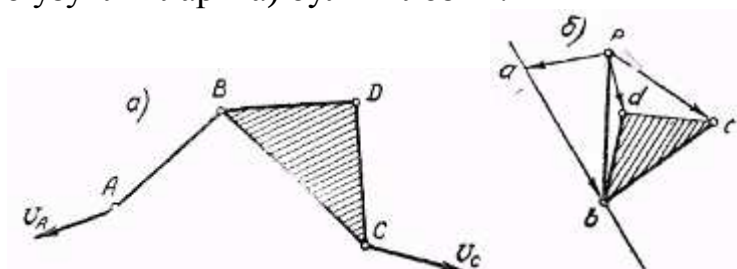
А ва С нуқталар тезликларининг K_v масштабдаги pa ва pc вектор кесмаларини p қутбдап ua билан sc га параллел қилиб қўямиз (8. 4-шакл, б). (4. 18) тенгламанинг биринчисига мувофиқ, BA векторниинг учидан (ёки pa вектор кесмасининг учидан) AB звенога тик чизик ўтказамиз. (4. 18) тенгламанинг иккинчисига мувофиқ, us векторнинг учидан (ёки pc вектор кесмасининг s учидан) BC звенога тик чизик ўтказамиз. Тезлик векторларининг иккала a ва c учидаги нуқтадан ўтказилган тик чизикларнинг кесишув нуқтаси B нуқтани беради; a нуқтани p қутб билан туташтириб, pb вектор кесмасини ҳрсил қиламиз. Бу эса В нуқта абсолют тезлик

катталигининг K_v масштабдаги ифодасидир. Тезликнинг ҳақиқий қийматини топиш учун шу кесмани тезлик масштабига кўпайтириш керак:

$$v_B = K_v \cdot pb$$

Ҳосил қилинган раёср кўпбурчак (8.4-шакл, б) ABC Ассур группасининг тезликлар плани деб аталади.

Демак, АВ ва ВС звеноларнинг қандай бурчак тезликлари билан айланишини ва уларнинг чизикли тезликлари йўналишини аниқлаш қийин эмас. Бунинг учун нисбий тезликларни тегишли 1AB ва 1BC радиусларга (звено узунликларига) бўлиш лозим.



8.5- шакл. II класс 1- тур группа (а) нинг тезликлар плани (б).

II- синф механизмларининг тезликлар плани.

Тезликлар планини аниқроқ тушуниб олиш мақсадида шарнирли тўрт звеноли механизмнинг тезликлар планини тузамиз.

Механизм $K_m = 0,01 \text{ мм/м}$ масштабда чизилган. Шаклда кўрсатилган механизм учун тезликлар плани тузилсин. $OA = 60 \text{ мм}$, $LD = 225 \text{ мм}$, $LC = 677 \text{ мм}$, кривошипнинг бир минутдаги айланиш сони $n = 180 \text{ айл/мин}$.

Ечиш: аввал ОА кривошипнинг (тирсакли валнинг) бурчак тезлигига топамиз:

$$\omega_2 = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 180}{30} = 6 \cdot \pi \text{ [сек}^{-1}\text{]}$$

Кривошипдаги А нуқтанинг (шарнирнинг) тезлиги:

$$v_A = \omega_2 \cdot l_{O_1A} = 1,13 \text{ [мсек}^{-1}\text{]}$$

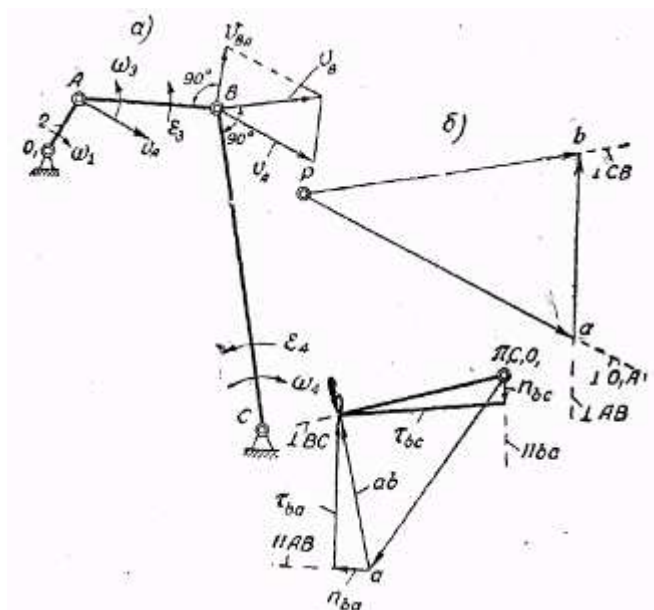
бўлади. Тезлик масштабини танлаб оламиз:

$$K_v = \frac{v_A}{\rho_a} = \frac{1,13}{56,5} = 0,02 \left[\frac{\text{мсек}^{-1}}{\text{мм}} \right]$$

Р қутбдан $\rho_a = 56,5 \text{ мм}$ ни O_1A га тик қилиб ўтказамиз (8. 6- шакл, б). Энди, В нуқтанинг тезлигини топамиз, бунинг учун В нуқтанинг тезлигини А ва С нуқталарнинг тезликлари билан борлаймиз:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$$

$$\vec{v}_B = \vec{v}_C + \vec{v}_{BC}$$



8,6- шакл. а — турт звеноли шарнирли механизми;

б — тезликлар плани; в — тезланишлар плани.

Биринчи тенгламага биноан, ра векторнинг а учидан ВА га тик ўтказамиз, $pl = 0$ (ёки $pc = 0$) бўлгани учун с нуқта қутбда ётади, шу сабабли ВС га тик чизикни қутбдан ўтказишга тўғри келади. Иккала тик чизик в нуқтада кесишади (8.6- шакл, б).

СВ — В нуқтанинг абсолют тезлиги;

ВА - В нуқтанинг А га нисбатан айланишдан ҳосил бўлган нисбий тезлик.

ВС звенонинг (бу звено тўқув ишида батан деб аталади) бурчак тезлигини топамиз:

$$\omega_{BC} = \omega_4 = \frac{v_{BC}}{l_{BC}} = 1,49 \text{ сек}^{-1}$$

АВ звенонинг бурчак тезлиги қуйидагича бўлади:

$$\omega_{BA} = \omega_2 = \frac{v_{BA}}{l_{BA}} = 3,02 \text{ сек}^{-1}$$

7. Механизмларнинг кинетостатикаси. Кинетостикага кириш

Динамиканинг кинематик жуфтлардаги босимларни, механизм звеноларига таъсир қилувчи кучларни ҳамда мувозанатловчи кучларни ёки мувозанатловчи моментларни аниқловчи бўлими **кинетостатика** деб аталади.

Кучларни кинетостатик ҳисоблашнинг Даламбер принципига асосланган усули катта амалий аҳамиятга эга бўлиб, ҳар қайси ҳаракатланувчи звено ва станинага таъсир этувчи кучни аниқлаш имконини беради. Кинематик жуфтлардаги босимни ва ҳар қайси звенога таъсир қилувчи кучларни аниқлаб, айрим звеноларни мустаҳкамликка ҳисоблаш ва бу звеноларнинг рационал конструктив формулаларини ҳамда улар учун станина ва фундамент танлаш мумкин.

Механизм звеноларидаги инерция кучларини аниқлаш.

Илгарилама ҳаракат қилаётган қаттиқ жисмнинг инерция кучи қуйидагича топилади:

$$P_u = -m_s a_s, \quad (18.3)$$

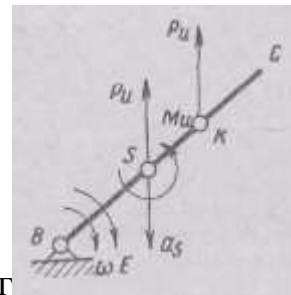
бу ерда m — жисм массаси;

a — звено оғирлик марказининг тезланиши.

Тенгламанинг ўнг томонидаги минус ишора инерция кучи вектори звено оғирлик марказининг тезланиш вектори йўналишига тескарига йўналганлигини кўрсатади.

Агар жисм ўзгармас бурчак тезлик билан айланаётган бўлса, у ҳолда инерция кучи жисм массасини нормал ёки оғирлик марказининг марказга интилувчи тезланишига кўпайтирилганига тенг бўлади:

Бу ҳолда илгарилама ҳаракатдагига



ўхшаш инерция $P_u = -m_s a_s^n$ кучи вектори жисмнинг оғирлик марказига қараб қўйилган бўлиб, нормал тезланиш вектори йўналишга қа-

18.1 - расм

рама-қарши йўналган бўлади.

Агар ВС звено В нукта атрофида ўзгарувчан бурчак тезлик билан айланаётган бўлса (18.1- расм), у ҳолда бу звенонинг ҳамма инерция кучлари оғирлик марказига қўйилган битта тенг таъсир этувчи инерция кучи P_c га,

$$P_u = -m_s a_s$$

ва бир жуфт инерция кучи моментига келтирилиши мумкин:

$$M_u = -I_s \varepsilon, \quad (18.2)$$

бу ерда I — звенонинг оғирлик марказидан ўтувчи ўққа нисбатан бўлган инерция моменти; a — звенонинг бурчак тезланиши.

Тенгламанинг ўнг томонидаги минус ишора M_i момент бурчак тезланишга қарама-қарши йўналганлигини кўрсатади.

Статика қонидаси бўйича, инерция кучи P_i ва бир жуфт момент кучи M_i битта тенг таъсир этувчи P_i куч билан алмаштирилиши мумкин. Тенг таъсир этувчи куч P_a нинг қўйилган нуқтаси тебраниш маркази дейилади. Бу нуқта 18/2- расмда К ҳарф билан белгиланган. Тенг таъсир этувчи P_i куч оғирлик марказининг тезланишига қарама-қарши томонга йўналгандир.

Тебраниш маркази b ни маятниклар назариясидан фойдаланиб топиш мумкин.

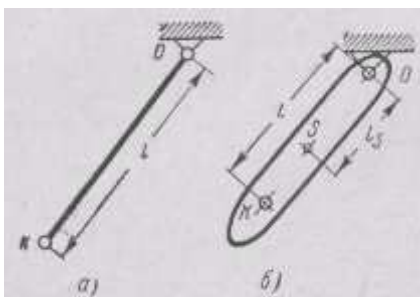
Чўзилмайдиган эластик (эгиловчи) ипга осиб қўйилган ва вертикал текисликда тебранма ҳаракат қилувчи материал нуқта математик маятник деб аталади (18.3- расм, а).

Горизонтал ўққа осилган ва шу горизонтал ўқ атрофида тебрана оладиган қаттиқ жисм физик маятник дейилади (18.3- расм, б).

Маятникнинг тебраниш чегарасини икки марта ўтиши учун сарф бўлган вақт оралиғи математик ва физик маятникларнинг тебраниш даври деб аталади.

Математик маятникнинг тебраниш даври қуйидаги формула бўйича аниқланади:

бу ерда / $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ — маятник узунлиги;



18.3- расм. g — оғирлик кучининг тезланиши.

Физик маятникнинг тебраниш даври қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\tau = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{I_0}{G l_g}} \quad (18.4)$$

бу ерда I_0 — маятникнинг осилиш нуқтаси O га нисбатан инерция моменти;

m — маятникнинг оғирлиги; l_0 — маятникнинг оғирлик маркази S дан то маятник осилган нуқтагача бўлган масофа.

Ҳамма вақт шундай математик маятник танлаб олиш мумкинки, унинг тебраниш даври берилган физик маятникнинг тебраниш даврига тенг бўлади. Физик маятникнинг оғирлик марказидан маятник осилган ўққа перпендикуляр тўғри чизик ўтказамиз ва шу тўғри чизикқа маятник ўқидан бошлаб, танланган математик маятникнинг узунлигига тенг қилиб тўғри чизик кўямиз. Бу ҳолда физик маятникнинг тебраниш маркази деб аталадиган нуқтани топамиз. Маятникнинг тебраниш марказидан маятникнинг осилиш ўқиғача бўлган масофа, яъни тегишли математик маятникнинг узунлиги l га тенг. бўлган масофа физик маятникнинг келтирилган узунлиги дейилади.

Математик ва физик маятникнинг тебраниш даврларини бир-бирига тенглаб ва 2 л га қискартириб, қуйидагини оламиз:

$$\frac{l}{g} = \frac{I_0}{G l_g}$$

Бундан келтирилган физик маятник узунлигини топамиз:

$$l = \frac{g I_0}{G \cdot l_g} = \frac{I_0}{m l_g} \quad (18.6)$$

Жисмнинг ҳар қандай ўққа нисбатан инерция моментини аниқлаш учун қуйидаги формула мавжуд:

$$I_0 = I_s + m \cdot l_s^2, \quad (18.7)$$

бу ерда I_s — жисмнинг 0 ўққа параллел бўлиб, оғирлик маркази 5 дан ўтувчи ўққа нисбатан инерция momenti; 1 — ўқлар орасидаги масофа.

(18.4) тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$\text{ёки} \quad \frac{I_s + ml_s^2}{ml_s} = \frac{I_s}{ml_s} + l_s$$

$$l = I_s + \frac{I_s}{ml_s}. \quad (18.8)$$

Инерция моментлари /0 ва 13 тажриба билан физик маятникнинг тебраниши бўйича аниқланади. Бунда (18.8) формуладан фойдаланилади; τ — физик маятникнинг тебраниш даври бўлиб, қуйидагича аниқланади:

$$\tau = \frac{T}{n}, \quad (18.9)$$

бу ерда T — физик маятникнинг n марта тўла тебранадиған вақти.

Энди механизм звеноларининг инерция кучларини аниқлашга қайтишимиз мумкин.

Қўзғалмайдиган ўқ атрофида айланувчи звенонинг умумий инерция кучи, унинг массасини оғирлик марказининг тезланишига кўпайтирилганига тенг; бу кучнинг вектори тебраниш марказига қўйилган бўлиб, оғирлик марказининг тезланиш вектори йўналишига тесқари томон йўналишда ҳаракат қилади. Атрофида звено айланадиған 0 нуқта звенонинг тезланиш маркази бўлади.

Текис-параллел ҳаракат қилувчи звенонинг умумий инерция кучи, қўзғалмайдиган ўқ атрофида айланувчи звенонинг инерция кучини топиш усули билан топилади. Текис-параллел ҳаракат қилувчи звенонинг тебраниш марказини аниқлаш учун, бу звенонинг тезланиш марказини аниқлаш керак.

18.6- расмда ВС шатуни текис-параллел ҳаракат қилувчи кривошип-шатунли механизм кўрсатилган.

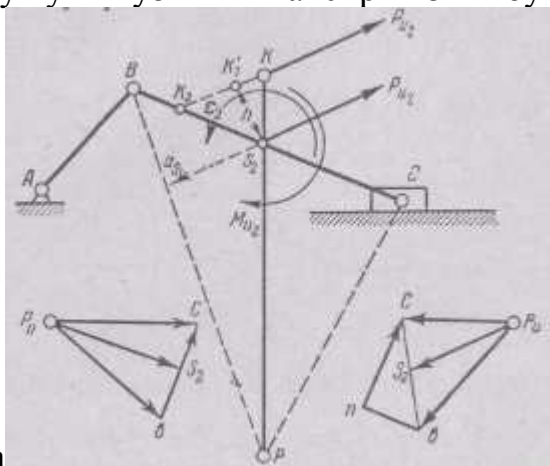
ВС шатун нуқталарининг тезланиш марказини аниқлаш учун унда ВСРа тезланишлар плани учбурчагига ўхшаш ВСП учбурчакни чизамиз. Р нуқта ВС шатуннинг изланаётган тезланиш маркази бўлади.

ВС звенонинг тебраниш маркази К ни топиш учун (18.9) формуладан

фойдаланамиз:

$$l = I_s + \frac{I_s}{ml_s}.$$

Топилган тебраниш марказига (К нуктага) умумий инерция кучи R_K , ни кўямиз. Бу кучни ўзининг таъсир чизиғи бўйлаб ВС звенонинг /C2



нуктасига кучирамиз.

18.6- расм.

BC звенода бурчак тезланиши ω_1 ва $M_{и1}$ моментнинг йўналишлари кўрсатилган.

Текис-параллел ёки айланма ҳаракат қилувчи звенонинг умумий инерция кучининг ҳолатини бошқа усул билан ҳам аниқлаш мумкин. Агар инерция моменти ва звенонинг бурчак тезланиши ω_1 маълум бўлса, (18.5) формуладан $M_{и1}$ ни топамиз. Лекин $M_{иa} = R_{иa} \cdot h$ дан звено елкаси:

$$h = \frac{M_{и2}}{P_{и2}} \quad (18/7)$$

эканини топамиз.

R_K , кучга перпендикуляр қилиб, a_2 нуктадан юқорига қараб рл елкани ўлчаб қўйиб, C, нуктани топамиз, бу C, нукта тебраниш марказидан ўтувчи $R_{и2}$ кучнинг таъсир қилиш чизиғида ётади. У вақтда, тебраниш марказини аниқламасдан, фақат K, нуктани топиш билан қаноатланиб, шу нуктага умумий инерция кучи $R_{и.2}$ ни кўямиз.

Агар ҳаракатлантирувчи P кучни вертикалга $P = 90^\circ$ бурчак остида йўналтирсак, тенглама қуйидагича бўлади:

$$P = G \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin(90^\circ + \alpha + \varphi)} = G \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos(\alpha + \varphi)} = G \operatorname{tg}(\alpha + \varphi). \quad (18.10)$$

Агар бурчак $\alpha = 0$ бўлса, у вақтда $P = 0$ бўлади.

8. Механизм ва машиналар динамикаси. Механизм бугинларига таъсир қилувчи кучлар. Механизмлар динамикасининг асосий масалалари.

Умуман, ҳаракатдаги ҳар қандай звенода қуйидаги ташқи кучлар ва моментлар бўлиши мумкин:

а) звенонинг ўз оғирлиги; бу ҳам куч бўлиб, унинг вектори ҳамма вақт ер маркази. томон йўналган; уни P_0 ҳарфи билан белгилаймиз;

б) звено ўзгарувчан тезлик билан илгариланма ҳаракат қилса, инерция кучи пайдо бўлади; бу кучни $P_{и}$ ҳарфи билан белгилаймиз;

в) звено ўзгарувчан тезлик билан мураккаб ҳаракат қилса, у ҳолда, звенода P_n кучдан ташқари, яна инерция кучининг моменти ҳам пайдо бўлади; бу моментни M_n ҳарфи билан белгилаймиз;

г) механизм звенолари бир-бири билан олий ёки қуйи кинематик жуфтлар орқали боғланади. Шунинг учун механизмнинг ҳаракати вақтида шу кинематик жуфтларда реакция кучлари пайдо бўлади. Бу кучларни P_{12} , P_{23} , P_{34} ... билан белгилаймиз. Бу ерда P_{12} — 1 - звенонинг 2 звенога таъсир кучи; P_{23} — 2 звенонинг 3 звенога таъсир кучи ва P_{34} —3 звенонинг 4 звенога таъсир кучи.

Жисмни қўзратувчи сабаб - куч деб аталади.

Кучнинг таъсири иш билан аниқланади. Машина ва механизмлар динамикаси асосан қуйидаги масалалар билан шуғулланади:

1. Машина ва механизм кинематик жуфтларидаги реакция кучларини инерция кучлари ҳисобга олигани ҳолда аниқлаш.

Бу динамиканинг кинетостатика қисми (ҳаракатдаги статика) деб аталади.

2. Машина ва механизмларга берилган энергиянинг тарқалиш қонуни, яъни энергетик баланс орқали машина ёки механизмларнинг фойдали иш коэффициентларини топиш.

3. Машина ва механизмлардаги айрим звеноларнинг ёки звено нуқталарининг берилган кучлар таъсиридаги ҳақиқий ҳаракат қонунларини топиш.

4. Машина ва механизмлар ҳаракатининг бир текисда бўлишини таъминлаш.

5. Машина ва механизмлардаги звено массаларини мувозанатлаш.

Юқорида баён этилганлар билан бирма-бир танишиб чиқамиз. Ҳар қандай механизм ёки машина бирор технологик процессни қандай бажаришини унинг таркибидаги звеноларга таъсир этаётган кучлар группаси билан танишиб ўтмасдан туриб ўрганиб бўлмайди. Механизмга ёки машинага таъсир этаётган барча кучларни асосан қуйидаги бешта группага бўлиб ўрганиш мақсадга мувофиқдир.

Механизм ёки машинани ҳаракатлантирувчи кучлар.

Машинага таъсир қиладиган фойдали қаршилиқ кучлари.

Машина ҳаракати вақтида пайдо бўладиган зарарли қаршилиқ кучлари.

Машина таркибидаги звеноларнинг оғирлик кучлари.

Машина звеноларининг эгри чизикли ва ўзгарувчан тезликдаги ҳаракатлари вақтида пайдо бўладиган инерция кучлари ва шу кучларнинг моментлари.

Юқорида айтиб ўтилган кучларнинг ҳар бирини алоҳида-алоҳида таърифлаймиз:

Ҳаракатлантирувчи кучлар. Машинанинг қабул органига (звеносига) таъсир қилиб, уни ҳаракатга келтирувчи кучларга ҳаракатлантирувчи кучлар дейилади. Ҳаракатлантирувчи кучларнинг йўналишлари ҳаракат йўналиши билан бир хил бўлади, шунинг учун ҳаракатлантирувчи кучнинг бажарган иши мусбат бўлади.

Фойдали қаршилик кучлари. Қандай кучнинг ишини машина енгизи зарур бўлса, у кучга фойдали қаршилик кучи дейилади» Асосан машиналар фойдали қаршилик кучларини енгизиш учун ишлайди.

Зарарли қаршилик кучлари. Зарарли қаршилик кучлари машинанинг ҳаракати вақтида пайдо бўлади. Машина ҳаракатланаётганда унинг звеноларига ташқи муҳит ҳам таъсир қилади (масалан, ҳаво, сув ва ҳоказолар). Бундай кучларнинг бажарган ишлари ҳам манфий бўлади.

Оғирлик кучлари. Машинанинг горизонтга нисбатан ҳаракат қилувчи қисмларининг оғирлик марказлари ўзгарганда оғирлик кучларининг бажарган ишлари ҳам ўзгариб боради. Бу кучларнинг бажарган ишлари ҳаракат қилувчи звеноларнинг оғирлик маркази кўтарилиши ёки пасайишига қараб мусбат ёки манфий бўлиши мумкин.

Инерция кучлари. Машина қисмларининг (звеноларининг) эгри чизиқли ва ўзгарувчан тезликдаги ҳаракатлари вақтида инерция кучлари пайдо бўлади. Айниқса катта тезлик билан нотекис ҳаракатланувчи звеноларда инерция кучлари кўп бўлади. Тезлик ўзгармас бўлса, илгариланма-қайтар ҳаракатланувчи звенонинг инерция кучи бўлмайди. Тез юрадиган машиналарда инерция кучларини ҳисобга олиш динамик ҳисоблашнинг асосий масаласи ҳисобланади. Инерция кучларини алоҳида диққат билан қуйидаги параграфда ўрганамиз.

Машина ҳаракатининг тенгламаси.

Машинанинг берилган кучлар таъсирида ҳаракатига доир масалаларни ечиш учун, кинетик энергия (тирик куч) қонунларидан фойдаланамиз:

$$\sum \frac{mv^2}{2} - \sum \frac{mv_0^2}{2} = A_{\text{хар}} - A_{\text{фк}} - A_{\text{зк}}, \quad (17.3)$$

бунда v — охириги тезлик;

v_0 — бошланғич тезлик; $A_{\text{хар}}$ — ҳаракатлантирувчи кучнинг иши; $A_{\text{фк}}$ — фойдали қаршиликлар иши; $A_{\text{зк}}$ — зарарли қаршиликлар иши.

(17.3) тенгламани машина асосий ҳаракатининг ҳар қайси даврига қўллаемиз.

Масалан, машинанинг зарур тезлик олиш даври учун (17.3) тенглама қуйидагича бўлади:

ёки

$$\begin{aligned} \sum \frac{mv^2}{2} &= A_{\text{хар}} - A_{\text{фк}} - A_{\text{зк}} \\ A_{\text{хар}} &= A_{\text{фк}} + A_{\text{зк}} + \sum \frac{mv^2}{2}. \end{aligned} \quad (17.4)$$

Бундан $v_0 = 0$, $v^2 > 0$ ва $m > 0$ бўлгани сабабли

$$\sum \frac{mv^2}{2} > 0,$$

демак, $A_{\text{хар}} > A_{\text{фк}} + A_{\text{зк}}$.

Бундан, машинани юргизиш юборишда ҳаракатлантирувчи кучларнинг иши фойдали ва зарарли қаршиликлар ишанинг йиғиндисидан катта бўлиши керак, деган хулоса чиқарамиз. Ҳаракатлантирувчи кучларнинг ортиқча иши

кинетик энергияни орттиришга кетади, яъни машинанинг ҳаракатланувчи қисмларига тезланиш бериш учун сарфланади.

Практикада кўпинча машинани салт, яъни ишчи нагрузкасиз юргизиб кборишади, у вақтда:

$$A_{\text{хар}} = A_{\text{фк}} + \sum \frac{mv^2}{2}. \quad (17.4)$$

Бу шароитда машина нормал иш тезлигига тезроқ эришади.

Машинанинг барқарор ҳаракати даврида унинг тезлиги $v = v_0$ бўлади, демак,

$$\sum \frac{mv^2}{2} - \sum \frac{mv_0^2}{2} = 0,$$

у вақтда (17.3) тенглама куйидаги кўринишни олади:

бундан,

$$\begin{aligned} A_{\text{хар}} - A_{\text{фк}} - A_{\text{зк}} &= 0, \\ A_{\text{хар}} &= A_{\text{фк}} + A_{\text{зк}}. \end{aligned} \quad (17.5)$$

Шундай қилиб, машинанинг ўзгармас тезликли барқарор ҳаракати даврида, ҳаракатлантирувчи кучларнинг иши фойдали ва зарарли қаршиликларнинг бажарган ишларининг йигиндисига тенг бўлади.

Машинанинг тўхташ даврида ҳаракатлантирувчи энергия тўхтайтиди, шу сабабли: $A_{\text{хар}} = 0$; тўхташда охириги тезлик ноль бўлади. ($v = 0$), у

вақтда: $\sum \frac{mv^2}{2} = 0.$

Машинанинг тўхташ даврида иш процесси тугайди ва $A_{\text{фк}} = 0$. Бунда машинанинг ҳаракат тенгламаси куйидаги кўринишда ёзилади:

$$\sum \frac{mv_0^2}{2} = A_{\text{зк}}. \quad (17.5)$$

Ҳосил қилинган (17.5) тенгламадан кўриниб турибдики, машина маълум тезликка эришгунча тўпланган кинетик энергия сарфлангандан кейин тўхтайтиди. Бу кинетик энергия зарарли қаршиликлар ишини енгиш учун сарфланади.

9. Кинематик жуфтлардаги ишқаланиш. Айланма жуфтлардаги ишқаланиш.

Валнинг подшипникда айланишини кўриб чиқамиз (9.1- расм). Чизмадан кўриниб турибдики:

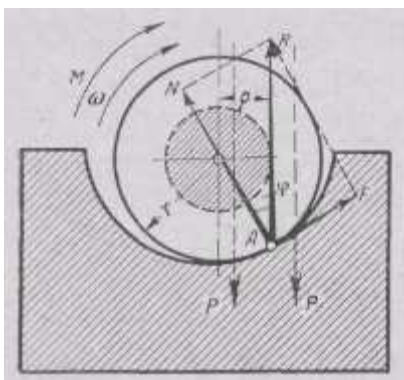
$$N = R \cos \varphi \text{ ёки } R = \frac{N}{\cos \varphi}.$$

Ишқаланиш кучи моменти $M_{\text{ц}}$ валга таъсир қилаётган M момент билан мувозанатлашади, аммо $M_{\text{а}} = R_{\text{п}} \rho$; $M = R_{\text{п}}$, бунда ρ - ишқаланиш айланасининг радиуси.

Бошқа томондан, ишқаланиш моменти реакция моменти билан ифодаланиши $Fr = R_{\text{п}} F$ ва $R_{\text{п}}$ мумкин, яъни:

N реакция билан алмаштириб, куйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$f \cdot N \cdot r = \frac{N}{\cos \varphi} \cdot \rho, \quad \text{ёки} \quad \operatorname{tg} \varphi \cdot r = \frac{\rho}{\cos \varphi}.$$



9.1- расм.

Бу тенгламанинг ҳар икки томонини $\cos \varphi$ га кўпайтириб, қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$\rho = r \cdot \sin \varphi. \quad (9/2)$$

Ишқаланиш бурчаклари анча кичик бўлгани сабабли $\sin \varphi = 1$ деб олиш мумкин. Шу сабабли

$$\rho = f \cdot r, \quad (9/2)$$

яъни ишқаланиш айланасининг радиуси ишқаланиш коэффиценти билан цапфа 1 (вал бўйнининг радиуси) радиусининг кўпайтмасига тенг.

Агар валга таъсир қилувчи ҳамма кучларнинг P тенг таъсир этувчиси ишқаланиш айланасининг ичидан ўтадиган бўлса, у вақтда вал айланмайди; агар бу айлана ташқарисидан ўтадиган бўлса, у вақтда вал тезланиб айланади. P тенг таъсир қилувчи ишқаланиш айланасига уринма ҳолатда бўлса, зал бир текисда айланади.

Айланувчи жуфтдаги ишқаланиш моменти қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$M_u = P r f', \quad (9.3)$$

Ишқаланишга сарфланадиган қувват қуйидагича аниқланади:

$$N = \frac{M_u \cdot \omega}{75} = \frac{\pi \cdot r n f P}{30 \cdot 75} \text{ 0, Кс,} \quad (9.4)$$

бунда n —валнинг айланишлари сони; P — айланма куч.

9.2. Ишқаланишлар турлари.

Иккита жисмнинг ишқаланувчи сирти бир-биридан юпқа мой қатлами билан ажратилган ҳолда содир бўладиган ишқаланиш суюқликли ишқаланиш деб аталади. Бунда мой қатламида ички ишқаланиш бўлиб, бу ҳол фақат ҳаракатланадиган жисмларда бўлади. Қаттиқ жисмлар орасида эса ишқаланиш бўлмайди. Тинч ҳолатда, жисмлар ҳаракат қилмаётган вақтда бир жисмнинг иккинчи жисмга босиши натижасида мой қатлами сиқиб чиқарилади ва суюқликли ишқаланишлар ярим суюқликли ёки ярим қуруқ ишқаланиш билан алмашингди. Бунга йўл қўймаслик мақсадида ишқаланувчи сиртлар орасидаги мой қатламини доимо сақлаб қолиш учун масъулиятли машиналарга мой катта босим остида берилади.

Суюқликли ишқаланишда, ишқаланиш кучи F қуйидаги формула бўйича

аниқланади: $F = \frac{zSv}{h},$ (19.5)

бунда z — абсолют епишқоқлик;

s — сирпаниш сирти, m^2

v — сирпанишнинг нисбий тезлиги, m/s

h — мой қатламининг қалинлиги, m .

Ишқаланиш кучи сирпаниш сирти ва сирпанишнинг нисбий тезлигига тўғри пропорционал, мой қалинлигига эса тесқари пропорционал бўлиб, босимга боғлиқ бўлмаслиги (19.5) формуладан кўриниб турибди.

19.2- расмда цапфа ва подшипник орасидаги мой қатламининг жойланиши кўрсатилган. Цапфа соат стрелкаси бўйлаб айланганда зазорнинг юқори қисмида, ишқаланиш сиртлари орасидаги масофа бўлган кичик жойларда эса суюқлик қатламини сақлаб қолишга ёрдам берувчи суюқлик понаси (қлин) вужудга келади. Суюқлик понаси воситасида ички босими катта бўлган мой қатлами вужудга келади, бу қатлам цапфанинг катта нагрукасини тутиб туришга қобилятли бўлиб, цапфа билан подшипникнинг бир-бирига тегишига йўл қўймайди.

9.3 Юмалаб ишқаланиш

Юмалаб ишқаланишни вужудга келтирувчи физик ҳодиса ҳали етарли даражада ўрганилмаган. Бирор эгри чизикли сирт иккинчисининг устида юмалатилганда бу юмалатишга қарши қандайдир қаршилиқ ҳосил бўлиши тажриба билан топилган, бироқ бу қаршилиқнинг миқдори иккита бир-бирига уринувчи сирт материалларининг эластиклигига, уларнинг эгрилигига ва сиқувчи кучлар миқдorigа боғлиқ бўлади. Жисмларни юмалатишда вужудга келадиган ҳамма қаршилиқларни енгиш учун, маълум миқдорда иш бажаркш керак бўлади, бу иш уринувчи сиртларнинг деформациясига сарфланади.

19.4-расмда текисликда ётган цилиндрнинг икки ҳолати берилган бўлиб, бунда 19.4-расм, а да цилиндрнинг тинч ҳолати, 19.4-расм, б да эса шу цилиндрнинг ҳаракат қилаётгани кўрсатилган.

Цилиндр билан текисликнинг уриниш зонасида кенглиги b га тенг бўлган юзнинг эзилиши содир бўлади. Шунинг эслатиб ўтиш керакки, цилиндр тинч турганда эзилган юзга зўриқишнинг тақсимланиши эллипс қонуни бўйича бўлади (19.5- расм, а), цилиндр текисликда ҳаракат қилганда эса зўриқишнинг тақсимланиш қонуни ўзгаради. Зўриқишнинг тақсимланиш қонуни шундай ўзгаради-ки, бунда цилиндрнинг юмаланиш йўналишида зўриқиш ортиб, цилиндр ҳаракатига тесқари йўналишда эса зўриқиш камаяди. Бу қонуннинг ўзгариш эгри чизиги 19.5- расм, б да кўрсатилган, бунда ас — ўсиб бораётган зўриқишлар зонаси, b — камаяётган зўриқишлар зонаси.

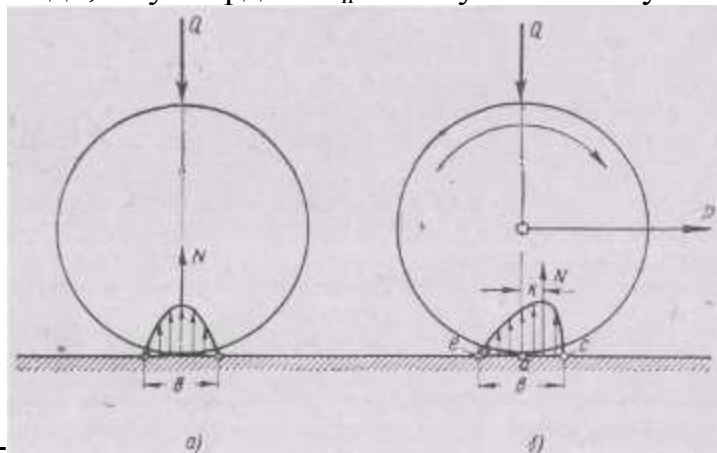
Ҳамма зўриқишларнинг тенг таъсир этувчиси M , цилиндр ҳаракатланганда F кучнинг таъсир чизигидан миқдор қадар ўнг томонга силжиган бўлади, бу эса юмалаб ишқаланишнинг елкаси дейилади.

Цилиндрнинг текисликдаги текис ҳаракатини сақлаб қолиш учун моменти

$$M_{Ю.и} = Qk \quad (19.6)$$

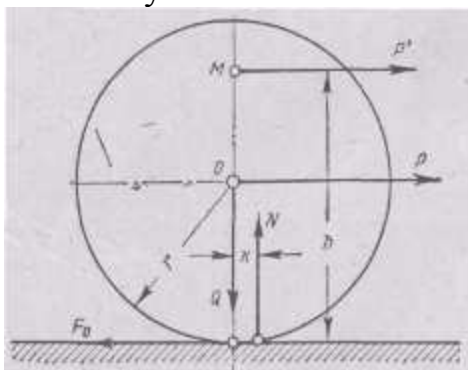
га тенг бўлган жуфт кучлар қаршилигини енгиш керак, бунда $M_{Ю}$ — юмалаб ишқаланиш моменти; l — елка ёки юмалаб ишқаланиш коэффиценти, унинг ўлчами см ҳисобида олинади.

Оғирлиги бўлган цилиндр (19.6- расм) куч P таъсирида горизонтал текисликда сирпанмасдан юмалайди. Агар P куч цилиндр маркази O нуктага қўйилган бўлса, цилиндрнинг текис юмалаши P ва P_0 жуфт кучлар таъсири билан бажарилади, бу ерда $P_{и}$ — P кучга тенг бўлган, сирпаниб



ишқаланиш кучи..9.7-

расм.



9.8- расм.

Цилиндрнинг текис ҳаракатланиши учун $M = Pr$ моментли жуфт кучлар $M_{Ю.и} = Qk$ моментли жуфт куч билан мувозанатда бўлиши керак.

Бу моментларни тенглаштирамиз:

$$M = M_{Ю.и} \quad (9.8) \text{ Уларнинг қийматини қўямиз:}$$

$$\text{бундан: } P \cdot r = Qk,$$

$$P = \frac{Q \cdot k}{r} \quad (9.10)$$

P куч юмалаб ишқаланиш коэффицентиға тўғри пропорционал бўлиб, цилиндр радиусига тескари пропорционал экани (9.9) формуладан кўриниб турибди.

Агар ҳаракатлантирувчи кучни M нуктага қўйсак, у ҳолда бу кучнинг миқдори қуйидаги формула бўйича аникланади:

$$P' = \frac{Qk}{h}, \quad (9.10)$$

10. Айланувчи массаларни мувозанатлаш

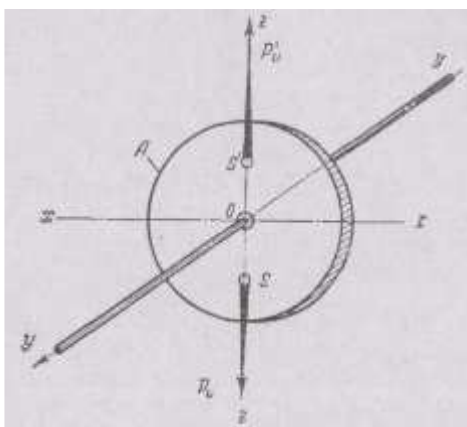
Айланувчи деталларга (шкивлар, тишли ғилдираклар, валлар, барабанлар, муфталар ва хоказоларга) технологик ишлов беришда уларнинг материаллари бир жинсли бўлмаслиги сабабли (бўшлиқ ёки қўйишда ҳосил бўладиган раковиналар), механик ишлов беришда, йиғишда ва қўйишга тайёрлашда баъзи аниқсизликлар бўлгани сабабли, бу деталларнинг тўла мувозанатини олиш қийин. Айланувчи деталларнинг мувозанатда бўлмаслигига сабаб шуки, деталларнинг оғирлик маркази айланиш ўқиغا мос келмайди. Бундан ташқари, бу айланиш ўқи айланувчи деталларнинг марказий бош инерция ўқи ҳисобланмайди. Айланувчи деталларни мувозанатлаш процесси мувозанатлаш (балансламоқ) дейилади. Икки хил, яъни статик ва динамик мувозанат турлари мавжуд.

10.2 Айланувчи массаларни статик мувозанатлаш.

Айланувчи детални статик мувозанатлаш учун, унинг оғирлик марказини геометрик айланиш ўқиغا қўчириш керак. Мувозанатлашнинг бу хили статик баланслаш ёки биринчи тур мувозанатлаш дейилади.

10.1- расмда учта марказий хх, уу ва zz бош ўқларнинг вазияти берилган. Агар айланувчи жисмнинг оғирлик маркази S ни марказий бош ўқларнинг кесишиш нуқтаси O га ўтказсак, у ҳолда бу жисм мувозанатда бўлади.

А дискнинг оғирлик маркази s айланиш ўқи уу дан l масофага узоқлаштирилган бўлсин; у вақтда А дискнинг айланишида марказдан қочирма инерция кучи пайдо бўлади:

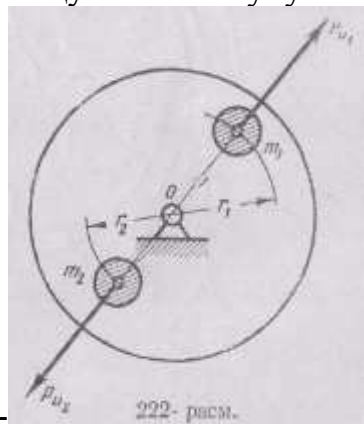


10.1- расм.

$$P_u \approx \frac{G \cdot l^2}{900}, \quad (10.1)$$

Бу куч оғирлик марказидан а тезланишга қарама-қарши йўналган бўлади. Бу P_u куч А диска айланганда валга ва подшипникка қўшимча босим туғдиради. Бунда инерция кучидан бўладиган босим, бериладиган кучлардан, айниқса, валнинг айланишлари сони катта бўлганда кўп марта ортиқ бўлади.

Марказдан қочирма куч мувозанатланмаганлиги, валнинг эгилувчи даврий тебранишига сабаб бўлади. Қатта тезликларда валнинг бу тебраниши подшипник ва станина орқали фундаментга узатилиб, бу фундаментнинг муддатидан олдин ишдан чиқишига олиб келади. Механизмга қўшимча ва ҳаддан ташқари катта нагрузка бўлишига йўл қўймаслик учун ҳамма



айланувчи деталнинг инерция кучини мувозанат-
тавсия қилинади.

P_n ни инерция кучи мувозанатлаши учун қ оғирлик марказини айланиш ўқиға ўтказиш керак. Буни карама-қарши томондан s нуқтаға P_n кучни қўйиш йўли билан амалға ошириш мумкин:

$$P'_n = P_n.$$

10.3

Буни мисолларда тушунтириб ўтамыз.

Айланувчи доиравий дискаға (10.2- расм), айланиш ўқидан l масофаға узоқлаштирилган m_1 масса ўрнатилган. Бу m_1 массани карама-қарши томонға l масофада ўрнатилган m_2 масса билан мувозанатлаш керак. Дискани тўла m_1 ва m_2 массаларнинг ҳосил қилаётган P_n ва P_n инерция кучлари бир-бириға тенг бўлгандагина мувозанатлаш мумкин бўлади:

Бироқ $P_{n1} = m_1 \omega^2 \cdot r_1$ ва $P_{n2} = m_2 \cdot \omega^2 r_2$, $P_{n1} = P_{n2}$ у вақтда

бундан: $m_1 \cdot \omega^2 r_1 = m_2 \cdot \omega^2 \cdot r_2$,

Бу тенгламадан учта параметрға аниқ қийматлар бериб, ҳамма вақт тўртинчи параметрни топиш мумкин.

Айланувчи деталларни статик мувозанатлаш учун тажриба қурилмаси 10.3- расмда кўрсатилган.

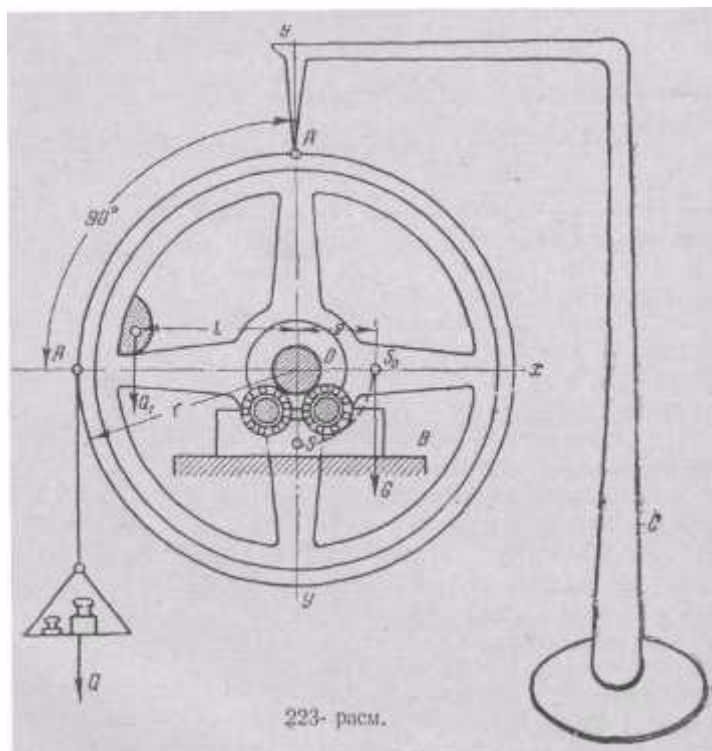
Станина В да икки жуфт шарикли подшипник ўрнатилиб, унга икки томондан барабаннинг вали таянади.

Агар барабанни айлантирсак, у ҳолда барабаннинг вали шарикли подшипникнинг ғилдирағи устида юмалайди.

Статик мувозанатлашнинг бошида С кўрсаткични шундай ўрнатиш керакки, унинг стрелкаси барабан оғирлиқ марказидан ўтувчи вертикал чизикда ётувчи А нуқтада бўлиши керак.

Барабанда А нуқта белгиланиб, уни бир неча марта айлантирилади, сўнгра барабан тўхтатилади ва А нуқта яна бошланғич ҳолатига қайтади.

Барабанни бир неча марта айлантириб, у ҳамма вақт бир хил вазиятда



$$m_1 r_1 = m_2 \cdot r_2 \quad (10.4)$$

тўхташига ишонч ҳосил қиламиз.

Бу тажриба билан барабан мувозанатланган эмас ва унинг с оғирлик маркази айланиш ўқининг марказидан пастда бўлган вертикал чизикда жойлашган эканини исботлаймиз.

Сўнгра, барабаннинг оғирлик марказидан қарама-қарши томонга қуйиш керак бўладиган посангини аниқлаймиз. Бунинг учун барабанни 90° га шундай буриш керакки, у вертикал чизикдаги А нуқта х горизонтал чизикқа ўтсин; у вақтда барабаннинг оғирлик маркази ҳам ўша 90° бурчакка бурилиб 0 ҳолатни олади.

Агар барабаннинг устига ингичкэ трос ўраб, бу тросга юкли платформа осиб қўйсак, у вақтда юкли платформа билан барабан оғирлиги орасидаги мувозанатни қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$G \cdot e = Qr, \quad (10.5) \text{ бундан эксцентриситетнинг қиймати:}$$

$$e = \frac{Qr}{G}.$$

Практикада посанги (пўлат ёки кўрғошиндан қилинган бўлади) одатда барабаннинг ичига жойлаштирилади.

Посанги миқдорини аниқлаш учун унинг ўрнатиладиган жойи танланади ва оғирлик марказининг ҳолати аниқланади. Оғирликни камайтириш мақсадида посангининг оғирлик марказидан то айланиш марказигача бўлган масофа максимал қилиб олинади.

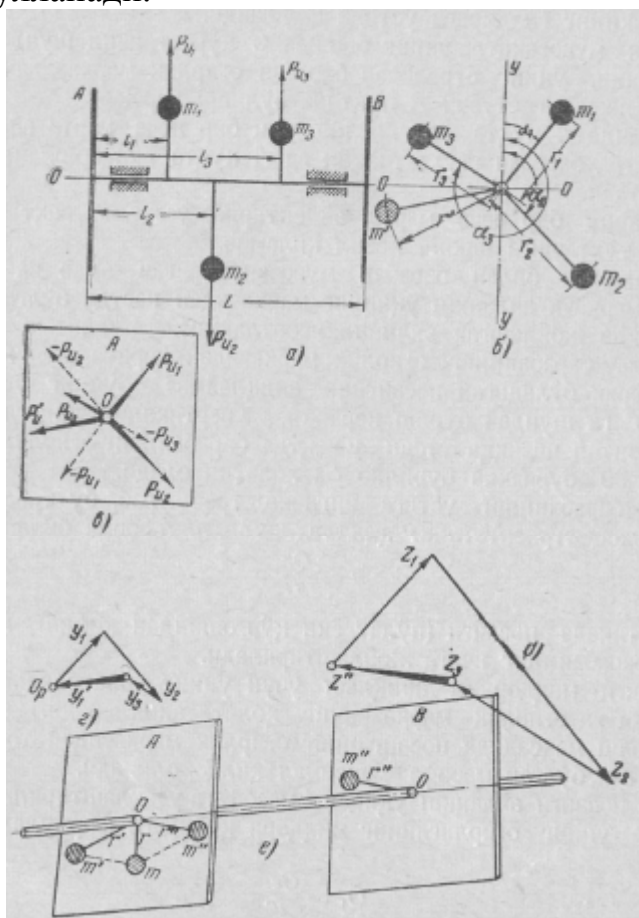
Агар посанги айланиш ўқидан l масофага узоклаштирилган бўлса, у вақтда унинг оғирлигининг миқдори қуйидаги формуладан аниқланади:

$$Q_1 = \frac{Ge}{l}. \quad (10.6)$$

Бу ҳол учун фақат статик мувозанатлаш бажарилган, шу сабабли ҳамма инерция кучининг тенг таъсир этувчиси нолга тенг бўлади. Статик мувозанатлашда биз жуфтлар инерция кучларини мувозанатлаш масаласига

тўхташдик, бу масала барабанларни, узун валларни ва ҳоказоларни статик мувозанатлашда учраб қолиши мумкин.

Моментларни мувозанатлаш билан динамик мувозанатлаш (баланслаш) шуғулланади.



Ўқув услубий адабиётлар ва электрон таълим ресурслари рўйхати.

Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 1992. – 46 б.
Каримов И.А. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. – Т.: Шарқ, 1997. – 64 б.

Касб-ҳунар коллеж ўқувчиларига мутахассислар тайёрлаш учун ўқув режа ва дастурлар. Мутахассислик: Маиший машина ва асбобларни таъмирлаш. Т. 2000.

Муслимов Н.А., Қўйсинов О.А. Касб таълими ўқитувчиларини тайёрлашда мустақил таълимни ташкил этиш. (Методик қўлланма). Т.: ТДПУ, 2006. 52 б.

Муслимов Н.А., Қўйсинов О.А. Касб таълими ўқитувчиларини тайёрлашда мустақил таълимни ташкил этиш назарияси ва методикаси. Монография. “Фан” Т.: 2009. 120 б.

Йўлдошбеков С.А., Мухамеджонов Б.К. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент. Молия иқтисод. 2007.

А.Жўраев, М.Мавляев, Т.Абдукаримов, Д.Мирхамедов Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент. 2004.

Зокиров Г.Ш. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент. 2002.

А.Пиатаев. Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент. Чўлпон. 2009.

Б.К.Мухамедсаидов, А.В.Пиатаев, Н.А.Муслимов Механизм ва машиналар назарияси. DGU 00932 2005.

<http://www.istedod.uz/>

<http://www.pedagog.uz/>

