

ТТЕСИ ҳузуридаги Педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тармоқ маркази

Технологик машиналар ва жиҳозлар



Робот ва манипуляторлар

2021

Ўқув услубий мажмуа

Муаллифлар: А.Джураев,
Ш.Мадрахимов

Мазкур ўқув услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва ўқув дастур асосида тайёрланди.

Тузувчилар: ТТЕСИ т.ф.д., проф. А.Джураев
ТТЕСИ PhD, доцент Ш.Мадрахимов

Такризчилар: т.ф.н., доцент К.Юнусов – ТТЕСИ, “Тўқимачилик матолари технологияси” кафедраси доценти.
Хорижий эксперт: т.ф.д., профессор А.Плеханов – Касигина номидаги тўқимачилик институти кафедра мудири (Россия).

Ўқув услубий мажмуа Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти услубий Кенгашининг 2020 йил 25 декабрдаги 5-сон қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I.	ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ.....	4
II.	МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	10
III.	НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	15
IV.	АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	42
V.	ГЛОССАРИЙ.....	68
VI	АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	70

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сон ва 2020 йил 29 октябрдаги “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармонлари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 28 ноябрдаги “Пахтачилик тармоғини бошқариш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-3408-сон ва Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 22 июндаги “Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” 397-сон ҳамда 2019 йил 23 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорларида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Ушбу дастурда илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли, робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш, манипуляторларнинг структуравий анализи ва синтези, робот ва манипуляторларнинг кинематик таҳлили, саноат роботлари механизмларни ва манипуляторларнинг кинетостатик ҳисоби, саноат роботларининг таркибий қисмлари, саноат роботлари аниқлиги

манипуляторларни бошқариш системалари, саноат роботлари юритмалари бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутади.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Робот ва манипуляторлар модулининг мақсад ва вазифалари:

Модулнинг мақсади: пахта, тўқимачилик ва енгил саноатидаги хорижий техника ва технологияларни ўрганиш.

Модулнинг вазифаси: пахтани дастлабки ишлаш, йигириш, тўқиш, тикув ва тикув-трикотаж ва ипак ишлаб чиқарувчи замонавий машина ва жиҳозлар. Пахта, тўқимачилик, енгил саноатдаги хорижий техника ва технологиялар. Уларнинг тузулиши ва ишлашини таҳлил қилиш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

Робот ва манипуляторлар модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи ролини;
- замонавий ишлаб чиқаришда инновацион технологияларидан фойдаланишнинг самарали усулларини *билиши* керак.

Тингловчи:

- тўқимачилик, енгил ва пахта саноатида хорижий техника ва технологиялардан фойдаланиш;
- маҳсулот ишлаб чиқариш жараёнидаги хорижий технологик машина ва жиҳозларининг долзарб муаммоларини таҳлил қилиш;
- ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар сифатини таҳлил қилиш ва бошқариш *кўникмаларига* эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- хорижий технологик машина ва жиҳозларни ишлаб чиқаришга жорий қилиш;
- корхоналарда машина ва жиҳозларга хизмат кўрсатишнинг замонавий усулларини танлаш;

- тўқимачилик, енгил ва пахта саноати машина ва жиҳозларининг долзарб муаммоларини таҳлил қилиш *малакаларига* эга бўлиши зарур.

Тингловчи:

- робот ва манипуляторларнинг кинематик таҳлил этиш;
- тармоқ машиналари ва жиҳозларини бошқариш *компетенцияларига* эга бўлиши лозим.

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

Робот ва манипуляторлар модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

-маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида тақдимотлар, видеоматериаллар ва электрон-дидактик технологиялардан; ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, «ФСМУ», “Кейс-стади”, “SWOT-таҳлил”, “Брифинг”, «Хулосалаш» (Резюме, Веер), “Ассесмент”, “Инсерт”, Венн Диаграммаси, “Портфолио” методи ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

**Модулининг ўқув режадаги бошқа фанлар билан
боғлиқлиги ва узвийлиги**

Модул мазмуни ўқув режадаги “Тўқимачилик ва енгил саноатда инновацион техника ва технологиялари”, “Тармоқ машина ва жиҳозларини лойиҳалашнинг замонавий усуллари” ва “Пахта-тўқимачилик класстерлари технологик машиналари ва жиҳозлари” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг шахсий ахборот майдонини шакллантириш, кэнгайтириш ва касбий педагогик тайёргарлик даражасини орттиришга хизмат қилади.

Модулининг олий таълимдаги ўрни

Модул тармоқдаги робот ва манипуляторлар ҳамда улардан таълим тизимида фойдаланиш орқали таълимни самарали ташкил этишга ва сифатини тизимли орттиришга ёрдам беради.

Қайта тайёрлаш ва малака ошириш машғулотлари бўйича ажратилган соатлар ҳажми

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юклараси, соат			
		Аудитория ўқув юклараси			
		Жами	жумладан,		қўчма машғулот
назарий	амалий машғулот				
1.	Илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли. Робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш.	2	2	-	-
2.	Манипуляторларнинг структуравий анализи ва синтези.	2	2	-	-
3.	Робот ва манипуляторларнинг кинематик таҳлили.	2	2	-	-
4.	Саноат роботлари механизмлари ва манипуляторларнинг кинетостатик ҳисоби.	2	-	2	-
5.	Саноат роботларининг таркибий қисмлари.	2	-	2	-
6.	Саноат роботлари аниқлиги манипуляторларни бошқариш системалари. Саноат роботлари юритмалари.	2	-	2	-
	Жами	12	6	6	-

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли. Робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш.

Илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли. Робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш.

2-мавзу: Манипуляторларнинг структуравий анализи ва синтези.

Манипуляторларнинг структуравий анализи. Манипуляторларнинг структуравий синтези.

3-мавзу: Робот ва манипуляторларнинг кинематик таҳлили.

Робот ва манипуляторларнинг кинематик характеристикалари. Сервис коэффициенти. Сервис бурчаги. Роботларнинг кинематик таҳлили.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1- амалий машғулот: Саноат роботлари механизмлари ва манипуляторларнинг кинетостатик ҳисоби.

Саноат роботлари механизмлари ва манипуляторларнинг кинетостатик ҳисоби ва ҳаракат тэнгламарини ўрганишдан иборат.

2- амалий машғулот: Саноат роботларининг таркибий қисмлари.

Саноат роботлари таркибий қисмлари, манипуляторларнинг конструктив элементлари, унинг хусусиятлари, саноат роботлари конструкциялари, ишлаш принципларини ўрганишдан иборат.

3- амалий машғулот: Саноат роботлари аниқлиги манипуляторларни бошқариш системалари. Саноат роботлари юритмалари.

Саноат роботлари аниқлиги манипуляторларни бошқариш системалари, роботларни бошқариш ва жойлаштириш схемалари, саноат роботлари юритмалари ва узатиш механизмлари, робототехникада автоматлаштириш ускуналарини ўрганишдан иборат.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни

- англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);
- давра суҳбатлари (қўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
 - баҳс ва мунозаралар (лоyiҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

«ФСМУ» методи.

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:



- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

Намуна.

Фикр: “Тўқимачилик ва енгил саноат машинасозлигида инновацион техника ва технологиялар”.

Топширик: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

“Кейс-стади” методи.

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натига (What).

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
4-босқич: Кейс ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

Кейс. Америка Қўшма Штатининг «Samuel Djekson» машинасозлик фирмаси тайёрлаган технологияси билан «Kontinental Igl» машинасозлик фирмаси тайёрлаган технологияси заводга урнатилди. Маълум вақтдан кейин «Kontinental Igl» машинасозлик фирмаси тайёрлаган технология нуқсонли ишлай бошлади. Яъни технология бизни толага тўғри келмади.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг(индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Технологияни толага мослаштириш кетма-кетлигини изохлаб беринг

«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи.

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айни пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўқувчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Методни амалга ошириш тартиби:



тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материалларни



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади;



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу

“Брифинг” методи.

“Брифинг”- (инг. briefing-қисқа) бирор-бир масала ёки саволнинг муҳокамасига бағишланган қисқа пресс-конференция.

Ўтказиш босқичлари:

1. Тақдимот қисми.
2. Муҳокама жараёни (савол-жавоблар асосида).

Брифинглардан тренинг якунларини таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин. Шунингдек, амалий ўйинларнинг бир шакли сифатида қатнашчилар билан бирга долзарб мавзу ёки муаммо муҳокамасига бағишланган брифинглар ташкил этиш мумкин бўлади. Тингловчилар томонидан тўқимачилик в энгил саноат соҳалари бўйича инновацион технологиялар бўйича тақдимотини ўтказишда ҳам фойдаланиш мумкин.

“Ассесмент” методи.

Методнинг мақсади: мазкур метод таълим олувчиларнинг билим даражасини баҳолаш, назорат қилиш, ўзлаштириш кўрсаткичи ва амалий кўникмаларини текширишга йўналтирилган. Мазкур техника орқали таълим олувчиларнинг билиш фаолияти турли йўналишлар (тест, амалий кўникмалар, муаммоли вазиятлар машқи, қиёсий таҳлил) бўйича ташҳис қилинади ва баҳоланади.

Методни амалга ошириш тартиби:

“Ассесмент” лардан маъруза машғулотларида таълим олувчиларнинг ёки қатнашчиларнинг мавжуд билим даражасини ўрганишда, янги маълумотларни баён қилишда, семинар, амалий машғулотларда эса мавзу ёки маълумотларни ўзлаштириш даражасини баҳолаш, шунингдек, ўз-ўзини баҳолаш мақсадида индивидуал шаклда фойдаланиш тавсия этилади. Шунингдек, ўқитувчининг ижодий ёндашуви ҳамда ўқув мақсадларидан келиб чиқиб, ассесментга қўшимча топшириқларни киритиш мумкин.

Намуна. Ҳар бир катакдаги тўғри жавоб 5 балл ёки 1-5 балгача баҳоланиши мумкин.



Тест

Тилчаси бор игнали машиналарда ҳалқа ҳосил қилиш жараёнини 10 та операцияси

- Тугаллаш,
- Ипни қўйиш,
- Ипни киритиш
- Илгакни сиқиш, Эски ҳалқани суриш, Ҳалқаларни бирлашиши



Қиёсий таҳлил

- Тилчали игналарда ҳалқа ҳосил қилиш жараёнини таҳлил қилинг?



Тушунча таҳлили

- Икки орқа томонли (тескари) ҳалқа ҳосил қилиш жараёни изоҳланг...



Амалий кўникма

- Ясси игнадонли трикотаж машинаси stoll (германия) ни тушунтириб беринг

Венн Диаграммаси методи.

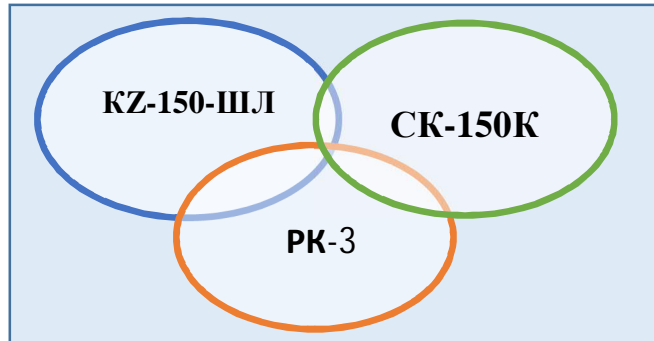
Методнинг мақсади: Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;

- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Намуна: Пиллага ишлов бериш машиналар турлари бўйича



III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-Маъруза

Мавзу: Илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли. Робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш.

Режа:

1. Илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли.

2. Робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш.

1. Илмий техникавий жадаллаштиришни амалга оширишда машинасозликнинг етакчи роли.

Инсоният тарихидан маълумки, инсон ҳар доим ўз меҳнатини енгиллаштириш мақсадида турли хил машина ва механизмлар яратиб келади. Сўнги ун йилларда ишлаб чиқариш соҳалари жадаллик билан ривожланиб иш унуми янада ортиб бормоқда, маҳсулотнинг сифатига талаб кучаймоқда. Янги техник воситалар, автоматик ва ярим автоматик тарзда ишлайдиган машина ва жихозлар кўплаб яратилмоқда. Инсоннинг оғир меҳнатини машиналар эгалламоқда. Шунингдек инсонни ақлий меҳнати ҳам қатор соҳаларда машиналар зиммасига юкланмоқда.

Инсонни ақлий меҳнатини самарадорлигини оширадиган сунъий қурилмалар, ҳамда инсоннинг қўлини ҳаракатларини тақлидий амалга оширадиган механизмлар турлари, уларнинг тузилишини, кинематикасини, динамикасини таҳлил қилиш усулларини, янги схемаларини яратишни ўргатадиган фан роботлар ва манипуляторлар механиқасидир. Ушбу фаннинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборатдир:

- роботлар ва манипуляторларнинг турлари ҳақида тушунчалар;
- манипуляторларнинг техник характеристикаларини аниқлаш;
- манипуляторларни структуравий анализ қилиш;
- саноат роботлари, манипуляторларни кинематик анализ қилиш;
- манипуляторлар динамикасини таҳлил қилиш;
- роботлар ва манипуляторларни конструктив элементларини лойихалаш.

Инсонни ақлий ва жисмоний меҳнатини автоматик тарзда амалга ошира оладиган сунъий машина қурилмасига робот дейилади.

Инсоннинг қўлини функционал вазифаларини, ҳаракатларини бошқарилиш асосида амалга оширадиган механизмга манипулятор дейилади. Агарда манипулятор дастурли бошқариш тизимига эга бўлса, уни саноат

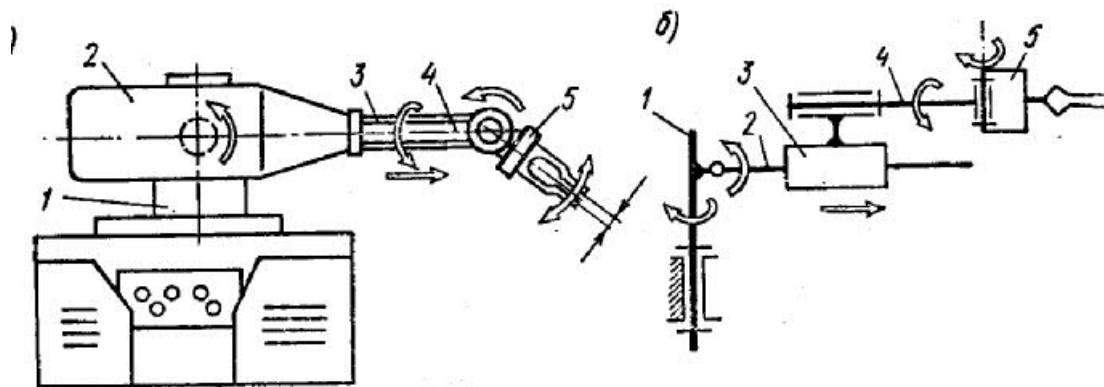
роботи дейилади. Манипуляторлар ҳаракати асосан фазода амалга оширилади. Манипуляторларни бошқариш асосан қўлда, автоматик ҳолда ва аралаш (комбинациялашган) ҳолда қўлланиши мумкин.

Қўл билан бошқариладиган манипуляторлар инсон-оператор қўлининг ҳаракатлари ва таъсирини тақлидий (ухшаш) тарзда такрорлайди. Ушбу манипуляторни тақлид қилувчи манипулятор дейилади. Тақлид қилувчи манипуляторларда симметрик жойлашган иккита механизм-бошқарувчи ҳамда ижрочи механизмлардан (бошқача айтганда, топшириқ берувчи ва уни бажарувчи қўллардан) ташкил топган бўлиб, улар орасидаги боғланиш турли механик узатмалар орқали амалга ошади.

Манипуляторнинг хизмат қўламини инсон-оператор қўлининг иш қўламига нисбатан катталаштириш мумкин. Бунинг учун ичида куч узатувчи алоқа воситалари бўлган труба жойлашган сферик шарнир қўлланилади. Ушбу труба бошқариш дастасининг ҳаракатларини айнан, аммо катталаштирилган ўлчамда такрорловчи, елкалари баробар бўлмаган пишанг вазифасини бажаради. Агар оператор ҳаракати ва кучини герметик (тешиксиз ва зичламаларсиз) девор орқали узатиш лозим бўлса, торецли ва цилиндрсимон магнитли муфталардан фойдаланилади.

Кўп ҳолларда оператордан анча узоқда жойлашган тақлид қилувчи манипуляторлар ишини бошқариш лозим бўлади; бундай масофадан бошқарилувчи манипуляторларда ҳаракат ва кучнинг узатилишини таъминловчи тақлидий системалар қўлланилади.

Автоматик бошқарилувчи манипуляторларда ижрочи механизм бўғинлари аниқ дастур бўйича юритмалардан ҳаракат олади.



1-расм.

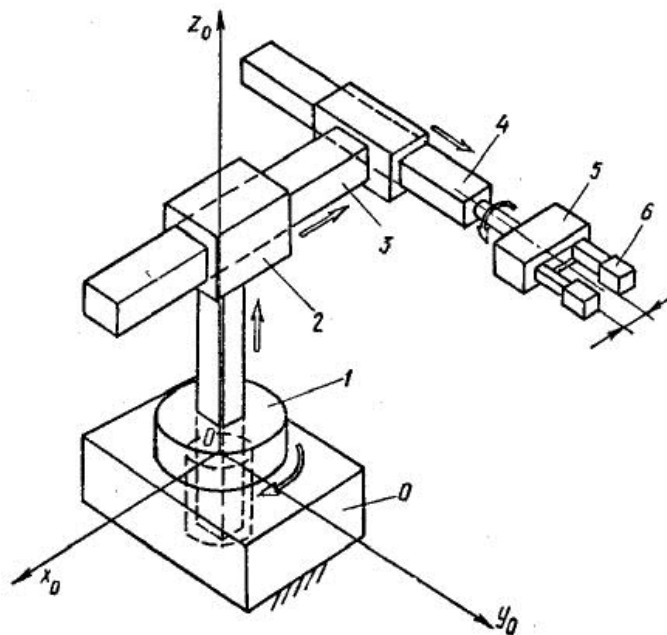
Манипуляторлардаги юритмалар механик, электр, гидравлик, пневматик ва аралаш тарзда бўлиши мумкин. Гидроюритма оғир юкларни (50 кг ва ундан оғир) 1 м/с гача тезликда ҳаракатлантира олади.

Турли ташиш ишларини (буюм юклаш, силжитиш, олиш ва хоказо) бажариш учун мулжалланган, ҳамда узгармас дастур бўйича ишлайдиган машина-

автоматлардақўлланиладиган, автоматик бошқариладиган манипулятор автооператор дейилади.

Саноат роботлари (СР) оддий автоматик машиналардан шуниси билан фарқ қиладики, уларнинг асосий механизмида эркинлик даражалари сони бир нечта бўлган очик кинематик занжирнинг мавжудлиги туфайли уларнинг иш органлари турли фазовий ҳаракатларни кэнг чэгараларда амалга ошира олади, бу эса уларни бошқа дастурни бажаришга тезда қайта созлашга имкон беради.

СР манипуляторининг конструктив схемалари турли тумандир. Масалан, 1-расмда, а да СР дан бирининг умумий кўриниши тасвирланган; унинг кинематик схемаси 1-расм, б да келтирилган. Бармоқларнинг ҳаракатини ҳисобга олганда ушбу СР олти эркинлик даражасига эга. 2-расмда бармоқларнинг ҳаракатини ҳам ҳисобга олганда олти эркинлик даражасига эга бўлган СР манипулятори механизмининг нусхаси тасвирланган. Бундай манипуляторнинг асосий элементлари: 0 – қўзғалмас станина (таянч); 1 - айланувчи стол; бўғинлар 2,3,4 дан тузилган “қўл”; 5 – “панжа”; 6 - бармоқли чангал.



2-расм

2. Робот манипуляторларни, кўтариш-ташиш ускуналарини қўллаш.

СР нинг ҳар бир нусхаси, одатда, ҳаракатлантирилувчи объектнинг шакли ва улчамларига боғлиқ ҳолда бир қанча қисқичга-чангалга эга бўлади. Омбурсимон қамрагичлар, сурилма бармоқлар, пневмосурғичлар, электромагнитлар ва шу кабилар кўринишидаги чангаллар қўлланилади. Ҳаракатлантирилувчи объект билан бўладиган уриниш ҳақидаги бўлиши талаб қилинадиган ҳолларда чангалга тегишлича датчиклар ўрнатилади.

СР манипуляторининг асосий пишангли механизмларида бир қўзғалувчанликдаги илгариланма ва айланма жуфтли кинематик занжирлар

кўпроқ қўлланилади. Сферик шарнирлар узатмалардан ҳаракат олишни кийинлаштиради, шу сабабли улар учта айланма жуфтликли кинематик боқламалар билан алмаштирилади.

Бажарувчи қурилма деб СР нинг барча ҳаракатланишларни амалга оширувчи механизмлар тушунилади.

Бошқариш қурилмаси бошқариш дастурига мос равишда бажарувчи қурилмага барча бошқариш буйруқларини шакллантиради ва беради.

Ишчи орган (қисгич, пайвандлаш каллаги, краска пуркагич ва бошқ.) тўғридан тўғри технологик ёки қўшимча ишни бажарувчи манипулятор қисмидир.

Бошқариш дастури - бу буйруқлар тизими бўлиб, роботни функционал вазифасини ифодалайди ва технологик жараёни амалга оширишни таъминлайди.

СР ни бошқариш адаптив, контурли ва позицион бўлиши мумкин.

СР нинг ҳар бир нусхаси, одатда, ҳаракатлантирилувчи объектнинг шакли ва ўлчамларига боғлиқ ҳолда бир қанча қисқичга-чангалга эга бўлади. Омбурсимон қамрагичлар, сурилма бармоқлар, пневмосурғичлар, электромагнитлар ва шу кабилар кўринишидаги чангаллар қўлланилади. Ҳаракатлантирилувчи объект билан бўладиган уриниш ҳақидаги бўлиши талаб қилинадиган ҳолларда чангалга тегишлича датчиклар ўрнатилади.

СР манипуляторининг асосий пишангли механизмларида бир кўзгалувчанликдаги илгариланма ва айланма жуфтликли кинематик занжирлар кўпроқ қўлланилади. Сферик шарнирлар узатмалардан ҳаракат олишни кийинлаштиради, шу сабабли улар учта айланма жуфтликли кинематик боқламалар билан алмаштирилади.

Бажарувчи қурилма деб СР нинг барча ҳаракатланишларни амалга оширувчи механизмлар тушунилади.

Бошқариш қурилмаси бошқариш дастурига мос равишда бажарувчи қурилмага барча бошқариш буйруқларини шакллантиради ва беради.

Ишчи орган (қисқич, пайвандлаш каллаги, краска пуркагич ва бошқ.) тўғридан тўғри технологик ёки қўшимча ишни бажарувчи манипулятор қисмидир.

Бошқариш дастури - бу буйруқлар тизими бўлиб, роботни функционал вазифасини ифодалайди ва технологик жараёни амалга оширишни таъминлайди.

СР ни бошқариш адаптив, контурли ва позицион бўлиши мумкин.

Назорат саволлари:

1. Роботлар ва манипуляторлар фанининг асосий вазифаларини кўрсатиб беринг.
2. Робот, манипулятор, саноат роботи тушунчаларини таърифлаб беринг.

Робот ва манипуляторлар

3. Ишчи орган, бошқариш қурилмаси, бошқариш дастури деганда нимани тушунасиз?
4. Роботлаштиришнинг неча авлодини биласиз?
5. Сиз танлаган вазифани бажариш учун тегишли робот ёки манипулятор схемасини чиқиб кўрсатинг.



2-маъруза.

Манипуляторларнинг структуравий анализи ва синтези.

Режа:

1. Манипуляторларнинг структуравий анализи.
2. Манипуляторларнинг структуравий синтези.

1.Манипуляторларнинг структуравий анализи.

Манипуляторнинг қисқичини S нуқтаси тезлиги тегишли координата ўқларига туширилган проекциялар бўйича олинган ҳосилалар орқали аниқланади

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}; V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}; V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z} \quad (1)$$

ёки, S нуқтани абсолют тезлиги

Худди шунингдек қисқичнинг S нуқтасини абсолют тезланиши

$$a_c = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} \quad (2)$$

Лекин цилиндрик, сферик ва ангуляр координаталар системасида ҳаракат қилувчи манипуляторлар қисқичларининг S нуқталарини тезлик ва тезланишлари мураккаб функциялар орқали аниқланади.

Амалий томондан кўп вазиятларда робот ва манипуляторларни лойиҳалашда кинематиканинг тескари масаласини ечишга тўғри келади. Бунда манипулятор қисқичининг ҳаракат қонуни, яъни координаталари олдиндан берилган бўлиб, қолган бўғинларни ҳаракат қонунлари, умумлашган координаталари аниқланади.

Умуман олганда кинематиканинг тескари масаласи уч хил вариантда қўйилиши мумкин;

1) Манипулятор қисқичининг берилган бир ҳолатига қараб манипулятор бўғинларини ҳолати аниқланади;

2) Қисқичнинг берилган бир неча ҳаракатларига қараб манипуляторнинг бир неча ҳолатлари аниқланади;

3) Манипулятор қисқичининг ҳаракат қонуни вақтга боғлиқ равишда берилиб $r_j = r_j(t)$, умумлашган координаталарни ўзгариш қонунлари аниқланади $\square = \square(t)$, $C = C(t)$.

Энди, манипуляторлар учун кинематиканинг тўғри масалалари бўйича ечилган натижаларни тескари томондан қараб мулоҳаза қилайлик.

Тўғри бурчакли координаталар системасида ҳаракатланувчи манипулятор учун олинган (2)га асосан

$$X = S_2; U = S_3; Z = S_1 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \dot{S}_2 &= \frac{dx}{dt}; & \ddot{S}_2 &= \frac{d^2x}{dt^2} \\ \text{Бунда } \dot{S}_3 &= \frac{dy}{dt}; & \ddot{S}_3 &= \frac{d^2y}{dt^2} \\ \dot{S}_1 &= \frac{dz}{dt}; & \ddot{S}_1 &= \frac{d^2z}{dt^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Худди шунингдек, цилиндрик координаталар системасида ҳаракатланувчи манипулятор учун.

$$X_c = S_3 \cos \varphi; \quad Y_c = S_3 \sin \varphi; \quad Z_c = S_2$$

$$\text{yoki } X_c^2 + Y_c^2 = S_3^2; \quad \text{tg } \varphi = \frac{Y_c}{X_c} \text{ dan}$$

$$S_3 = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}; \quad \varphi = \text{arctg } \frac{Y_c}{X_c}; \quad S_2 = Z_c \quad (5)$$

Умумлашган координаталарнинг тезликлари

$$\begin{aligned} \frac{ds_2}{dt} &= \frac{dZ_c}{dt} = V_{cz}; \\ \frac{ds_3}{dt} &= \frac{(V_{cx} + V_{cy}) - (\cos \varphi - \sin \varphi) \dot{\varphi} \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}}{\cos \varphi + \sin \varphi} \\ \dot{\varphi} &= \frac{X_c V_{cy} - Y_c V_{cx}}{X_c^2 + Y_c^2} \end{aligned} \quad (6)$$

Манипулятор ҳаракати сферик координаталар системасида бўлган умумлашган координаталар ва уларнинг тезликлари қуйидагилардан аниқланади.

$$X_c^2 + Y_c^2 = S_3^2 \cos^2 \varphi; \quad \text{tg } \varphi_1 = \frac{Y_c}{X_c} \quad (7)$$

$$(Z_c - l_1)^2 = S_3^2 \sin^2 \varphi$$

$$\text{бундан, } S_3 = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2 + (Z_c - l_1)^2} \quad (8)$$

$$S_3 \sin \varphi_2 = Z_c - l_1$$

$$\text{yoki } S_3 \cos \varphi_2 = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2} \quad (9)$$

$$\text{tg } \varphi_2 = \frac{Z_c - l_1}{\sqrt{X_c^2 + Y_c^2}}$$

Олинган (6.5), (6.6), (6.7)ларни таҳлил қиламиз. X_c , Y_c , Z_c координаталар қуйидаги шартни қаноатлантириши керак

$$(S_3)_{\min} \leq \left[X_c^2 + Y_c^2 + (Z_c - l_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \leq (S_3)_{\max}$$

бу ерда, (S3) мин ва (S3) мах – манипулятор кўлини минимал ва максимал чиқиш масофаси. арстгх қийматлари $-\frac{\pi}{2}$ ва $\frac{\pi}{2}$ оралиғида бўлишини ҳисобга олсак $-\pi < \varphi_1 < \pi$, у ҳолда

$$\varphi_1 = \begin{cases} \arctg\left(\frac{Y_c}{X_c}\right), & X_c > 0 \\ \pm \frac{\pi}{2}, & X_c = 0 \\ \arctg\left(\frac{Y_c}{X_c}\right) \pm \pi & X_c < 0 \end{cases} \quad (10)$$

Худди шунингдек

$$\varphi_2 = \begin{cases} \arctg \frac{Z_c - l_1}{(X_c^2 + Y_c^2)^{\frac{1}{2}}}, \\ \frac{\pi}{2}, & X_c = Y_c = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Тезликлари куйидаги ифодалардан аниқланади.

$$\left. \begin{aligned} \dot{S}_3 &= (v_{cx} \cos \varphi_1 + v_{cy} \sin \varphi_1) \cos \varphi_2 + v_{cz} \sin \varphi_2, \\ \dot{\varphi}_1 &= \frac{v_{cy} \cos \varphi_1 - v_{cx} \sin \varphi_1}{S \cos \varphi_2}, \\ \dot{\varphi}_2 &= \frac{1}{S_3} [v_{cx} \cos \varphi_2 - (v_{cx} \cos \varphi_1 + v_{cy} \sin \varphi_1) \sin \varphi_2] \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

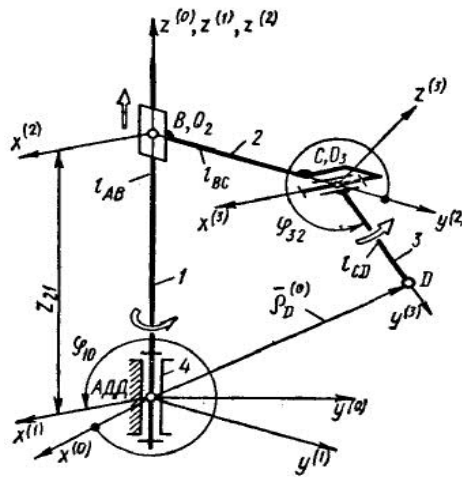
Худди шунингдек 5.6-расмдаги манипулятор учун, умумлашган координаталар.

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{10} &= \arctg\left(\frac{Y_c}{X_c}\right), \\ \varphi_{21} &= \arctg \frac{Z_c - l_1}{(X_c^2 + Y_c^2)^{\frac{1}{2}}} \pm \arccos \frac{l_2^2 - l_3^2 + X_c^2 + Y_c^2 + (Z_c - l_1)^2}{2l_2[X_c^2 + Y_c^2 + (Z_c - l_1)^2]^{\frac{1}{2}}}, \\ \varphi_{32} &= \pm \left[\pi - \arccos \frac{l_2^2 + l_3^2 - X_c^2 - Y_c^2 - (Z_c - l_1)^2}{2l_2l_3} \right] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Тезликларнинг ифодалари

$$\left. \begin{aligned} \dot{\varphi}_{10} &= \frac{v_{cy} \cos \varphi_{10} - v_{cx} \sin \varphi_{10}}{l_2 \cos \varphi_{21} + l_3 \cos(\varphi_{21} + \varphi_{32})}, \\ \dot{\varphi}_{21} &= \frac{(v_{cx} \cos \varphi_{10} + v_{cy} \sin \varphi_{10}) \cos(\varphi_{21} + \varphi_{32}) + v_{cz} \sin(\varphi_{21} + \varphi_{32})}{l_2 \sin \varphi_{32}}, \\ \dot{\varphi}_{32} &= \frac{1}{l_3} \left\{ -\frac{(l_3 + l_2 \cos \varphi_{32})}{l_2 \sin \varphi_{32}} [(v_{cx} \cos \varphi_{10} + v_{cy} \sin \varphi_{10}) \sin(\varphi_{21} + \varphi_{32}) + v_{cz} \sin(\varphi_{21} + \varphi_{32})] - \right. \\ &\quad \left. - (v_{cx} \cos \varphi_{10} + v_{cy} \sin \varphi_{10}) \bullet \sin(\varphi_{21} + \varphi_{32}) + v_{cz} \cos(\varphi_{21} + \varphi_{32}) \right\} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Манипуляторнинг танланган тузилиш схемасида кўрсатилган иш доираси бўйича бўғинларнинг ўлчамларини аниқлаш учун юқорида баён этилган координаталарни ўзгартиришнинг матрица усулини татбиқ этилган. У ҳолда унинг ҳолат функциясини тадқиқ этиш лозим. Масалан, 1-расмда тасвирланган, эркинлик даражалари учта бўлган манипулятор чангали Д нуқтасининг ҳолат функцияси унинг радиус-вектори $\bar{\rho}_D$ нинг умумлашаган координаталарга ҳамда l_{BC} va l_{SD} бўғинларнинг узунлигига боғлиқлиги бўлади. Очик кинематик занжирли ушбу механизм зўриқтирмасдан йиғилганлиги сабабли статик аниқ, ҳамда ортиқча боғламаларсиз бўлади ($\kappa=0$). Механизмда учта бир қўзғалувчанликдаги жуфтлик бўлиб, уларнинг иккитаси (A,S) айланма ва биттаси (B) илгариланмадир.



1-расм.

Умумлашган координаталар сони учта:

ϕ_{10} -bo'g'in 1 ning tаянч 4 га nisbatan бурилиш бурчаги;

z_{21} -bo'g'in 2 ning бўғин 1 га nisbatan чизикли силжиши;

ϕ_{32} -бўғин 3 ning бўғин 2 га nisbatan бурилиш бурчаги.

Эркинлик даражалари сони $W=3$ эканлиги Малишев формуласи билан ҳам тасдиқланади:

$$W = 6n - \left[\sum_{i=1}^5 (6-i)p_i - q \right] = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 3 = 3$$

$O_1x^{(1)}y^{(1)}z^{(1)}$ координаталар системаси $z^{(1)}$ ўқ атрофида айланувчи бўғин 1 билан боғланган;

$O_2x^{(2)}y^{(2)}z^{(2)}$ координаталар системаси бўғин 1 га nisbatan тўғри чизик бўйича ҳаракатланувчи бўғин 2 билан боғланган;

$O_3x^{(3)}y^{(3)}z^{(3)}$ координаталар системаси $x^{(3)}$ ўқ атрофида айланувчи бўғин 3 билан боғланган.

$z^{(0)}, z^{(1)}, z^{(2)}$ ўқлар устма-уст жойлашади ,

$x^{(1)}, x^{(2)}, x^{(3)}$ ўқлар ўзаро параллелдир .

$\bar{\rho}_D^{(0)} = \bar{\rho}_D^{(0)}(\varphi_{10}, z_{21}, \varphi_{32})$ ҳолат фнкцияси матрица шаклида куйидаги кўринишни олади:

$$\bar{\rho}_D^{(0)} = T_{10} T_{21} T_{32} \bar{\rho}_D^{(3)},$$

бу ерда

$$p_D^0 = \begin{bmatrix} x_D^0 \\ y_D^0 \\ z_D^0 \\ 1 \end{bmatrix}; \quad T_{10} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_{10} & -\sin \varphi_{10} & 0 & 0 \\ \sin \varphi_{10} & \cos \varphi_{10} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$T_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & z_{21} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad T_{32} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_{32} & -\sin \varphi_{32} & l_{BC} \\ 0 & \sin \varphi_{32} & \cos \varphi_{32} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad (15)$$

$$p_D^{(3)} = \begin{bmatrix} 0 \\ l_{CD} \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

T_{10} , T_{21} , T_{32} матрицалардаги тўртинчи қатор (0001) ва устунли матрицалардаги 1 рақамли айниятли ўзгаришга ($1 \square 1$) олиб келади. Улар матрицалар квадрат тарзда бўлиши, ҳамда матрицаларни кўпайтириш мумкин бўлиши учун киритилган.

Матрицалар маълум қоида қаторни устунга кўпайтири қоидасига мувофиқ кўпайтирилади. (4.32) формуладаги матрицаларни кетма-кет тартибда кўпайтириш натижасида куйидаги тэнглик ҳосил бўлади:

$$\begin{bmatrix} x_D^{(0)} \\ y_D^{(0)} \\ z_D^{(0)} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -l_{BC} \sin \varphi_{10} - l_{CD} \sin \varphi_{10} \cos \varphi_{32} \\ l_{BC} \cos \varphi_{10} + l_{CD} \cos \varphi_{10} \cos \varphi_{32} \\ z_{21} + l_{CD} \sin \varphi_{32} \\ 1 \end{bmatrix},$$

бинобарин, $0x^{(0)}u^{(0)}z^{(0)}$ кўзғалмас системада D нуқтанинг изланаётган координатлари куйидагиларга тэнг:

$$\left. \begin{aligned} x_D^{(0)} &= -l_{BC} \sin \varphi_{10} - l_{CD} \sin \varphi_{10} \cos \varphi_{32}; \\ y_D^{(0)} &= l_{BC} \cos \varphi_{10} + l_{CD} \cos \varphi_{10} \cos \varphi_{32}; \\ z_D^{(0)} &= z_{21} + l_{CD} \sin \varphi_{32}. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Умумлашаган координаталарнинг бир қанча оддий қийматларида (4.33) формулаларнинг ва механизм кинематик схемасининг (4.6-расм) ўзаро мослигини текшириб кўриш фойдадан ҳоли бўлмайди. Масалан, $\varphi_{10}=\varphi_{32}=0$ бўлганда: $x_D^{(0)}=0$; $y_D^{(0)}=l_{BC}+l_{CD}$; $z_D^{(0)}=z_{21}$ бўлади; $\varphi_{10}=\varphi_{32}=270^\circ$ бўлганда эса $x_D^{(0)}=l_{BC}$; $y_D^{(0)}=0$; $z_D^{(0)}=z_{21}-l_{CD}$ бўлади. Д нукта координаталарининг ўзгариш чегаралари маълум бўлса, (4.33) муносабатлар ёрдамида бўғинлар лБС, лСД узунлигининг керакли қийматларини ҳамда φ_{10} , z_{21} ва φ_{32} умумлашган координаталарнинг ўзгариш чегараларини танлаб олиш мумкин.

Манипулятор чангалининг ҳамда алоҳида бўғинларининг ҳаракат тезлиги каби техник кўрсаткич катта аҳамиятга эга. Бунда энг юқори ҳаракат тезлиги манипулятордаги иш жараёнининг тарзи ва юритманинг қуввати билангина эмас, балки хизмат кўрсатувчи ходимларнинг хавфсизлик шароити билан ҳам белгиланади.

Агар умумлашган координаталарнинг вақтга боғликлари маълум бўлса, у ҳолда тезлик ҳолат функциясини вақт бўйича дифференциаллаш орқали аниқланади. Масалан, эркинлик даражаси учта бўлган кўриб чиқилган манипулятор учун чангал Д нуктаси тезлиги векторнинг координаталар ўқиға проекцияларининг берилган $\varphi_{10}(t)$, $z_{21}(t)$ ва $\varphi_{32}(t)$ муносабатларида (4.33) тэнгламани вақт бўйича дифференциаллаб ушбуни ҳосил қиламиз;

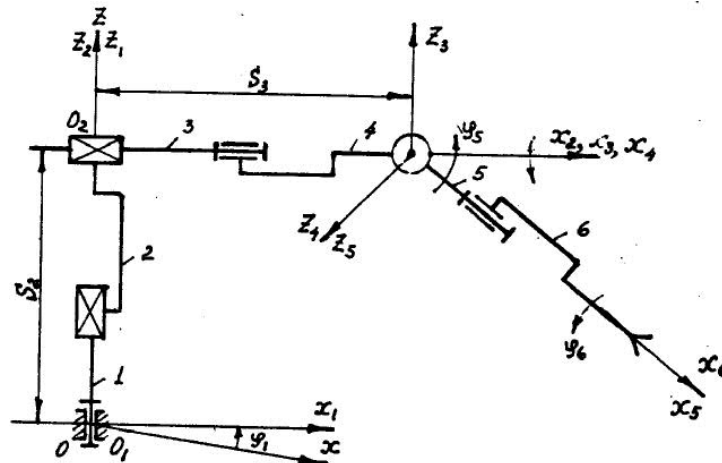
$$\left. \begin{aligned} v_{Dx} &= \dot{x}_D^{(0)} = -\omega_1 \cos \varphi_{10} (l_{BC} + l_{CD} \cos \varphi_{32}) + \omega_{32} l_{CD} \sin \varphi_{10} \sin \varphi_{32}; \\ v_{Dy} &= \dot{y}_D^{(0)} = -\omega_1 \sin \varphi_{10} (l_{BC} + l_{CD} \cos \varphi_{32}) - \omega_{32} l_{CD} \cos \varphi_{10} \sin \varphi_{32}; \\ v_{Dz} &= \dot{z}_D^{(0)} = v_{21} + \omega_{32} l_{CD} \cos \varphi_{32} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Д нукта тезлиги векторининг катталиги ва йўналишини қуйидаги формулалардан топамиз:

$$\begin{aligned} v_D &= \sqrt{v_{Dx}^2 + v_{Dy}^2 + v_{Dz}^2}, & \cos \alpha &= v_{Dx} / v_D, \\ \cos \beta &= v_{Dy} / v_D, & \cos \gamma &= v_{Dz} / v_D \end{aligned} \quad (18)$$

бу ерда α , β , γ - тезлик векторининг йўналтирувчи бурчаклари. (4.34), (4.35) формулаларга асосан муайян сон қийматларини аниқлаш натижасида чангал Д нуктасининг энг катта тезлиги ва тезликнинг ўзгариш тарзини баҳолашга имкон туғилади.

Кўзгалувчанлик даражаси 6 га тэнг бўлган саноат роботининг кинематик таҳлилин кўриб чиқамиз. Ушбу манипуляторнинг кинематик схемаси 4.7-расмда келтирилган.



4.7-rasm.

Кўрилатган манипулятор иккита илгариланма-қайтма ва 4 та айланма В-синф кинематик жуфтлардан, 6 та қўзғалувчан бўғинлардан иборатдир.

$$W=6n-5p_5-4p_4-3p_3-2p_2-p_1=6\cdot 6-5\cdot 6=6$$

Манипулятор қисқичи андозани ўшлаган деб бир бутун бўғин деб ҳисоблайлик. Манипулятор таянчидан ОХУЗ қўзғалмас координата системасини ўтказайлик. Қолган координата системалари қўзғалувчан бўлади. Тўртинчи поғонали матрица усулини қўллаб, координаталар системаларига келтиришни ёзамиз.

$$A_{01} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad A_{12} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$A_{23} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & S_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad A_{34} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi_4 & -\sin \varphi_4 & 0 \\ 0 & \sin \varphi_4 & \cos \varphi_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$A_{45} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_5 & -\sin \varphi_5 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_5 & \cos \varphi_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad A_{56} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & l_6 \\ 0 & \cos \varphi_4 & -\sin \varphi_4 & 0 \\ 0 & \sin \varphi_4 & \cos \varphi_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (19)$$

Бунда $A_{0\bar{6}}$ матрицаси $O_6X_6U_6Z_6$ координата системасидан ОХУЗ системасига ўтиши оралиқ матрицаларни кўпайтмаси асосида топилади, яъни

$$A_{0\bar{6}}=A_{01}\cdot A_{12}\cdot A_{23}\cdot A_{34}\cdot A_{45}\cdot A_{56}\dots \quad (20)$$

Қисқичнинг ҳолати берилган деб қараб

$$A_{06} = \begin{vmatrix} \alpha_{11}\alpha_{12}\alpha_{13}a_1 \\ \alpha_{21}\alpha_{22}\alpha_{23}a_2 \\ \alpha_{31}\alpha_{32}\alpha_{33}a_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (21)$$

ОбХ6У636 системасини кўзгалмас ОХУЗ координаталар системасига нисбатан ҳолатини белгилайди. (20) ни қуйидагича қайта ёзайлик. системасини кўзгалмас ОХУЗ координаталар системасига нисбатан ҳолатини белгилайди. (20) ни қуйидагича қайта ёзайлик.

$$A_{01} \cdot A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{34} \cdot A_{45} = A_{06} \cdot A_{56}^{-1} \quad \dots \quad (22)$$

Бу ерда, A_{56}^{-1} – mavjud A_{56} matritsaga teskari, quyidagiga teng.

$$A_{56}^{-1} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & -l_6 \\ 0 & \cos\varphi_6 & \sin\varphi_6 & 0 \\ 0 & -\sin\varphi_6 & \cos\varphi_6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (23)$$

(4.39) ифодани чап қисмидаги матрицаларни кўпайтириб, қуйидагини ҳосил қиламиз.

$$A_{01} \cdot A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{34} \cdot A_{45} = \begin{vmatrix} \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_5 - \sin\varphi_1 \cos\varphi_4 \cdot \sin\varphi_5 & -\cos\varphi_1 \cdot \sin\varphi_5 - \sin\varphi_1 \cos\varphi_4 \cdot \cos\varphi_5 & \sin\varphi_1 \sin\varphi_4 \cos\varphi_1 S_3 \\ \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_5 + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_4 \cdot \sin\varphi_5 - \sin\varphi_1 \cdot \sin\varphi_5 + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_4 \cdot \cos\varphi_5 & -\cos\varphi_1 \sin\varphi_4 \sin\varphi_1 S_3 \\ \sin\varphi_4 \cdot \sin\varphi_5 & \sin\varphi_4 \cdot \cos\varphi_5 & \cos\varphi_4 & S_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (24)$$

Енди (4.39) ни ўнг қисмидаги матрицаларини ўзаро кўпайтирамиз.

$$\begin{vmatrix} \alpha_{11}\alpha_{12} \cos\varphi_6 - \alpha_{13} \sin\varphi_6 \alpha_{12} \sin\varphi_6 + \alpha_{13} \cos\varphi_6 - l_6\alpha_{11} + a_1 \\ \alpha_{12}\alpha_{22} \cos\varphi_6 - \alpha_{23} \sin\varphi_6 \alpha_{22} \sin\varphi_6 + \alpha_{23} \cos\varphi_6 - l_6\alpha_{21} + a_2 \\ \alpha_{13}\alpha_{32} \cos\varphi_6 - \alpha_{33} \sin\varphi_6 \alpha_{32} \sin\varphi_6 + \alpha_{33} \cos\varphi_6 - l_6\alpha_{31} + a_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (25)$$

Олинган (24) ва (25) ларни ўзаро тэнглаштириб 12 та тригонометрик тэнгламалар системаси ҳосил қиламиз. Уларда 6 та $\varphi_1, S_2, S_3, \varphi_4, \varphi_5, \varphi_6$ лар номаълумлардир. Кинематикани тескари масаласини ечишга асосан ушбу умумлашган координаталарни топиш керак бўлади.

Ҳосил қилинган (24) ва (25) матрицаларни учинчи устунларини ўзаро тэнглаштириб қуйидагиларни оламиз.

$$\left. \begin{aligned} \cos \varphi_1 \cdot S_3 &= -l_6 \alpha_{11} + a_1 \\ \sin \varphi_1 \cdot S_3 &= -l_6 \alpha_{21} + a_2 \\ S_2 &= -l_6 \alpha_{31} + a_3 \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

Бу (26) система учинчи тэнгламасидан S_2 аниқланган. Биринчи 2 та тэнгламадан

$$S_3 = \pm \sqrt{(a_6 - l_6 \alpha_{11})^2 + (a_2 - l_6 \alpha_{21})^2}$$

Худди шунингдек (6.24)ни биринчи ва иккинчи тэнгламаларини ўзаро бўлиб

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{a_1 - l_6}{a_2 - l_6 \alpha_{21}}$$

Юқоридаги (24) ва (25) матрицаларни биринчи устун элементларини тэнглаштириб

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 \cos \varphi_5 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_4 \sin \varphi_5 &= \alpha_{11} \\ \sin \varphi_1 \cos \varphi_5 - \cos \varphi_1 \cos \varphi_4 \sin \varphi_5 &= \alpha_{12} \\ \sin \varphi_4 \sin \varphi_5 &= \alpha_{13} \end{aligned} \quad (27)$$

(27) нинг биринчи икки тэнгламасидан

$$\cos \varphi_5 = \alpha_{11} \cos \varphi_1 + \alpha_{12} \sin \varphi_1$$

охирги тэнгламасидан, эса

$$\sin \varphi_4 = \frac{\alpha_{13}}{\sin \varphi_5}$$

Худди шунингдек (24) ва (25) матрицаларни иккинчи ва учинчи устун элементлари тэнглаштириб

$$\alpha_{32} \sin \varphi_6 - \alpha_{33} \sin \varphi_6 = \sin \varphi_4 \cos \varphi_5$$

$$\alpha_{32} \sin \varphi_6 + \alpha_{33} \cos \varphi_6 = \cos \varphi_4$$

ни оламиз. Натижада тегишли ўзгартириш ва қўллашни амалга ошириб φ_4 , φ_5 , φ_6 ни аниқлаймиз. Масалани ечимлари шу эди.

2. Манипуляторларнинг структуравий синтези.

Саноат роботларини лойиҳалашнинг барча босқичларида ва бошқариш жараёнида манипуляторларни кинематик ва динамик масалаларини ечишга тўғри келади. Умуман саноат роботларини динамик таҳлилида кинематик характеристикалардан фойдаланиш зарур бўлади. Шунинг учун дастлаб манипуляторларни кинематик таҳлили бажарилади. Саноат роботларини кинематик таҳлилида асосан бўғинларнинг ва технологик объектларни ўзаро ҳолатини, ҳарактерли нуқталарни тезлик ва тезланишларни аниқланади. Саноат роботларини кинематик таҳлилида тўғри ва тесқари масалаларни фарқ

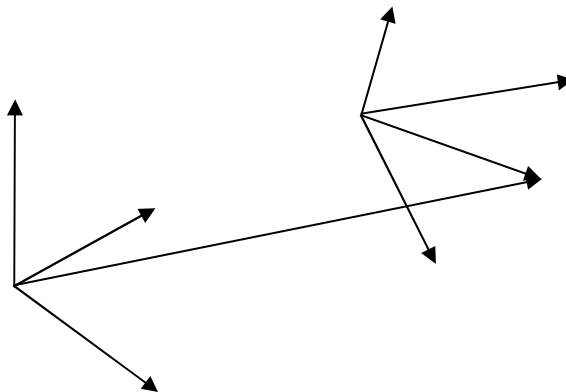
қилинади. Тўғри масалада ишчи органни, қисқични тегишли вазияти кинематик жуфтлардаги нисбий силжишларга қараб ҳисобланади. Яъни, тўғри масалада умумлашган координаталарни ўзаро чекланган ўзгаришларида роботни ишчи зонасини геометрик ҳарактеристикалари аниқланади.

Тескари масалада қисқичнинг ҳолатига қараб умумлашган координата топилади. Бунда қисқичнинг $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ ҳаракат қонуни аниқланади. Шу асосда манипулятор бўғинлари, нуқталарини тезлик ва тезланишлари ҳам аниқланади.

Кинематик таҳлилни амалга ошириш учун дастлаб манипуляторнинг кинематик схемаси тузилади. Манипулятор кинематик схемасида бўғинларни геометрик ўлчамлари (масштабда), уларни тўрлари, кинематик жуфтлар сони ва синфлари кўрсатилади. Сўнгра, манипуляторни кўзгалувчанлик даражаси ва ҳаракатчанлиги аниқланади. Манипуляторни технологик параметрлари таҳлил қилинади.

Координаталарни қайта тузишда матрицалар усули кэнг қўлланилади. Манипулятор қисқичини ҳолатини аниқлашда координаталарни қайта тузиш керак бўлади.

2.1-rasm



Айтайлик $S_j(O_j, X_j, U_j, Z_j)$ координаталар системасида \bar{r}_j вектори берилган бўлсин, уни координаталарини \bar{r}_j вектори билан $S_j(O_j, X_j, U_j, Z_j)$ системада топиш керак бўлсин. (2.1-расм). \bar{r}_i векторининг координаталарини \bar{r}_j вектори координаталари орқали ифодаласак.

$$\bar{r}_i = A_{\bar{r}_i \bar{r}_j} \bar{r}_j \quad (2.1)$$

бу ерда, $A_{\bar{r}_i \bar{r}_j}$ - S_j системадан S_i системага ўтиш матрицаси. Фазовий координаталарни қайта тузиш учун 4- тартибли матрицалардан $A_{\bar{r}_i \bar{r}_j}$ фойдаланилади. Вектор йўналиши қайси системадан қайсинисигача ўтишини кўрсатади. $A_{\bar{r}_i \bar{r}_j}$ матрицани юқори чап бурчаги бўйича 3-тартибли $B_{S_i S_j}$ матрицани кўрайлик

$$B\bar{s}_i \bar{s}_j = \begin{vmatrix} \cos(xixj) \cos(xiyj) \cos(xizj) \\ \cos(yixj) \cos(yiyj) \cos(yizj) \\ \cos(zixj) \cos(ziyj) \cos(zizj) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \quad (2.2)$$

Ушбу матрица элементлари янги S_i системанинг бурчак косинуслари бўлса, ўқлари эски S_j системаникидир. Бунда X ўқи 1, Y ўқи 2, Z ўқи 3 билан белгиланади. Масалан

$$a_{23} = \cos(yi, zi)$$

$A\bar{s}_i \bar{s}_j$ матрицанинг a_{14}, a_{24}, a_{34} элементларини $a_{41}=a_{42}=a_{43}=0$ ва $a_{44}=1$ деб қараймиз.

Матрицаларнинг қаторини устунига кўпайтириш қонунидан вектори координаталари янги S_i системада \bar{r}_i координаталари орқали олинади.

$$\begin{vmatrix} Xi \\ Yi \\ Zi \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} Xj \\ Yj \\ Zj \\ 1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{cases} Xi = a_{11}Xj + a_{12}Yj + a_{13}Zj + a_{14} \\ Xi = a_{21}Xj + a_{22}Yj + a_{23}Zj + a_{24} \\ Xi = a_{31}Xj + a_{32}Yj + a_{33}Zj + a_{34} \end{cases} \quad (2.3)$$

Манипулятор қисқичини таянчга нисбатан ҳолатини аниқлаш асосий вазифалардандир. Масалани матрица формуласидан фойдаланиб ечиш мумкин.

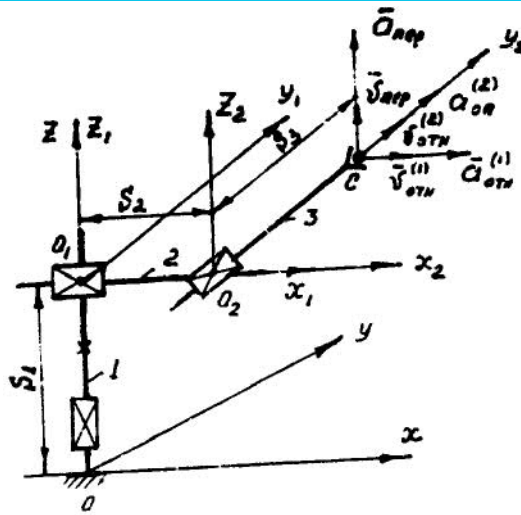
$$\bar{r}_0 = (A_{01} \cdot A_{12} \dots A_{n-1,n}) \bar{r}_n \quad (2.4)$$

бу ерда \bar{r}_0 ва \bar{r}_n 4×1 ўлчамли матрица-устунлари бўлиб, уларни биринчи учта элементлари қисқичнинг нуқтасини координаталаридир. Умулашган координаталарни маълум деб, A_0 матрицани элементлари ҳисобланади.

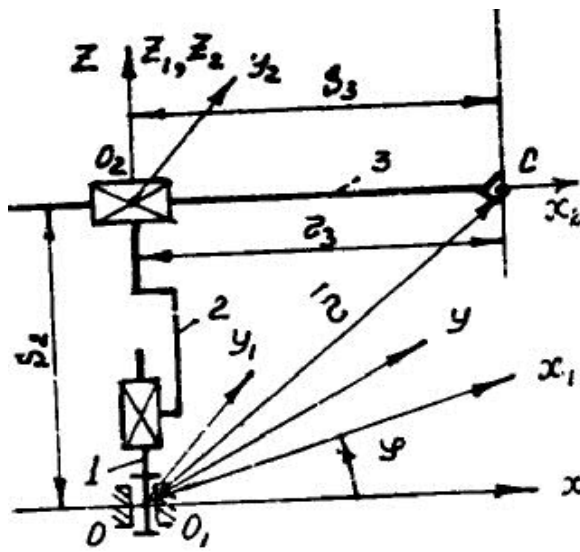
$$A_{0,n} = A_{0,1} \cdot A_{1,2} \dots = \begin{vmatrix} \cos(x_0x_n) \cos(x_0y_n) \cos(x_0z_n) x^* \\ \cos(y_0x_n) \cos(y_0y_n) \cos(y_0z_n) y^* \\ \cos(z_0x_n) \cos(z_0y_n) \cos(z_0z_n) z^* \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (2.5)$$

Яъни қисқичнинг ҳолатини таянчга нисбатан топилади. Агарда умумлашган координаталар қийматларда эмас, вақт функцияси орқали берилса, $A_{0,n}$ матрица элементлари ҳам вақт функцияси бўлади.

Тўғри бурчакли координаталар системаси бўлганда, айтайлик 2.2-расмда келтирилган саноат роботи етакловчи 1,2,3 бўғинларининг ҳаракат қонунлари $S_1(t), S_2(t), S_3(t)$ шаклида берилган бўлсин. Манипулятор қисқичининг S нуқтасини ҳаракат тэнгламасини топишимиз керак. ОХУЗ кўзғалмас ва иккита $O_1X_1Y_1Z_1$ ва $O_2X_2Y_2Z_2$ кўзғалувчан координаталар системасини чизайлик (2.2-расмга қаранг).



2.2-rasm.



2.3-rasm.

U holda

$$A_{01} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & S_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad A_{12} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & S_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (2.6)$$

$\bar{\tau}$ вектори координаталарини қўзғалмас координаталар системасига нисбатан қуйидагича аниқлаймиз, $\bar{\tau} = (A_{01} \cdot A_{12}) \bar{\tau}_3$,

$$\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & S_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & S_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ S_3 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{cases} x = S_2 \\ y = S_3 \\ z = S_1 \end{cases} \quad (2.7)$$

Ушбу (2.7) орқали қисқичнинг C нуктаси x, y, z қийматларини аниқланади.

Цилиндрик координаталар системаси бўйича ҳаракат қилувчи манипуляторнинг кинематик схемаси 4.3-расмда келтирилган. Унда О таянч, 1-устун, 2-аравача, 3-қўлдан иборат манипулятор кўрсатилган.

Бу ерда ҳам ОХУЗ қўзғалмас ва иккита қўзғалувчан О1Х1У1З1 ва О2Х2У2З2 координаталар системаларини белгилаймиз. Улар 1,2,3 бўғинларига мослаштирилган.

Манипулятор қўзғалувчан бўғинларининг ҳаракат конунлари $\varphi(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$, берилган бўлиб, $\bar{\tau}_v$ вектори координаталари, яъни қисқичнинг S нуқтаси ҳолатини топиш талаб қилинади.

$$\text{Маълумки } \bar{\tau} = A_{0\bar{2}} \cdot \bar{\tau}_3 \quad (2.8)$$

Бу ерда, $\bar{\tau}_3$ - О2Х2У2З2 системада S нуқтасининг вектори.

О2Х2У2З2 системадан ОХУЗ системага ўтиш матрицасини $A_{0\bar{2}}$ ni A_{01} va A_{12} матрицаларини кўпайтириб топамиз.

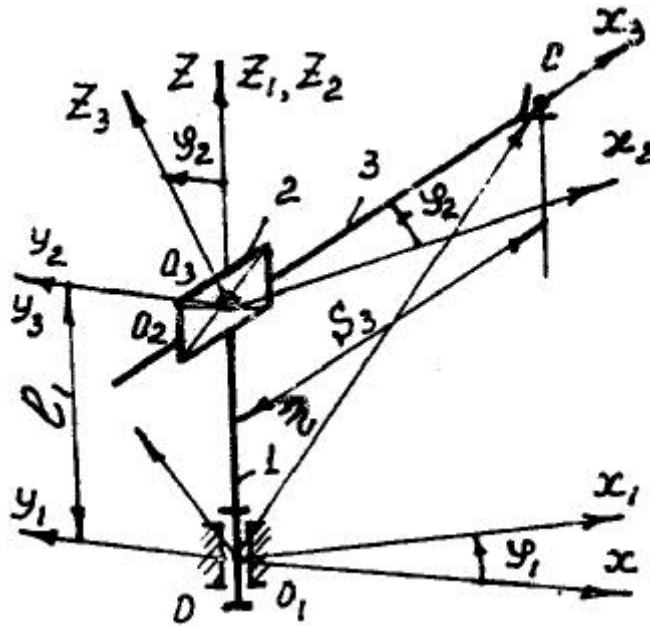
$$A_{0\bar{2}} = A_{01} \cdot A_{12} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & S_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (2.9)$$

Бундан $\bar{\tau}$ векторнинг С нуқтаси ОХУЗ координаталар системасидаги координаталари тэнг бўлади.

$$\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & S_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} S_3 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{cases} x = S_3 \cos \varphi \\ y = S_3 \sin \varphi \\ z = S_2 \end{cases} \quad (2.10)$$

Сферик координаталар системаси бўйича ҳаракатланувчи манипулятор 5.5-расмда келтирилган. У ерда ҳам $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, ва $S_3(t)$ берилган бўлиб, манипулятор қисқични С нуқтаси ҳолати, яъни координаталарини аниқлаш керак бўлади.

Юқорида кўрсатилганидек тегишли ОХУЗ қўзғалмас ва О1Х1У1З1, О2Х2У2З2, О3Х3У3З3 қўзғалувчан координаталар системаларини тегишли нуқталардан ўтказамиз (2.4-расмга қаранг).



2.4-rasm.

Чизмадан қисқичнинг S нуктаси ҳолатини белгиловчи $\vec{\tau}$ вектор учун

$$\vec{\tau} = A_{03} \cdot \vec{\tau}_3 \quad (2.11)$$

$O_3X_3U_3Z_3$ системадан $OXYZ$ системага ўтиш матрицаси $A_{0\bar{3}}$ ни топамиз.

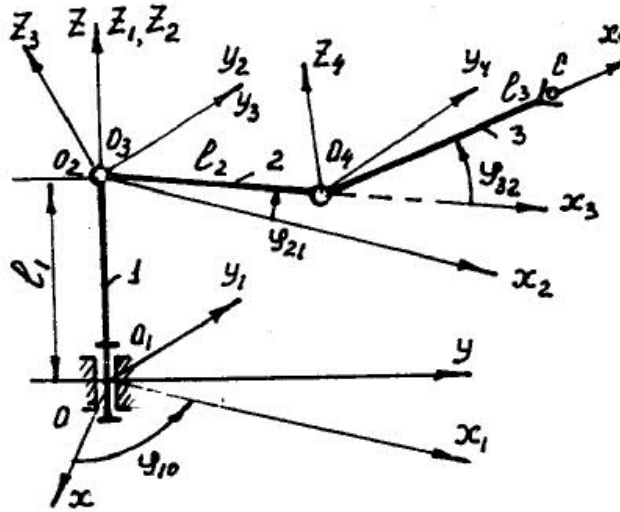
$$A_{0\bar{3}} = A_{01} \cdot A_{12} \cdot A_{23} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_1 & -\sin \varphi_1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_1 & \cos \varphi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \varphi_2 & 0 & -\sin \varphi_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_2 & 0 & \cos \varphi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

Қўзғалмас $OXYZ$ координаталар системасида $\vec{\tau}$ векторни S нуктаси координаталари

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 - \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \sin \varphi_2 & 0 \\ \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 & \cos \varphi_1 & \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 & 0 \\ \sin \varphi_1 & 0 & \cos \varphi_2 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} S_3 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} x = S_3 \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \\ y = S_3 \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \\ z = l_1 + S_3 \sin \varphi_2 \end{cases} \quad (2.13)$$

Ангуляр координаталар системаси бўйича ҳаракатланувчи саноат работи кинематик схемаси 2.5-расмда келтирилган бўлиб , $\varphi_{10}(t)$, $\varphi_{21}(t)$, $\varphi_{32}(t)$ лар берилган. Яъни 1,2,3 бўғинларни айланма силжитиш қонунлари маълум, қисқичнинг S нуктаси координаталари аниқланиши керак. Бу ерда $OXYZ$

қўзғалмас ва $O_1X_1U_1Z_1$, $O_2X_2U_2Z_2$, $O_3X_3U_3Z_3$, $O_4X_4U_4Z_4$ қўзғалувчан координаталар системаларини олиб, чизмага қўямиз (2.5-расмга қаранг).



2.5-расм.

Манипуляторни 2 ва 3 бўғинлари $O_2X_2Z_2$ текислигида ётибди. Қисқич ўртасидаги S нуктаси радиуси-вектори $\bar{r} = A_{0\bar{4}} \cdot \bar{r}_4$ (2.14)

Энди, юқорида таъкидлаганимиздек $O_4X_4U_4Z_4$ координаталар системасидан қўзғалмас ОХУЗ системасига ўтиш матрицаларини аниқлаймиз.

$$A_{0\bar{4}} = A_{01} \cdot A_{12} \cdot A_{23} \cdot A_{34}$$

бу ерда $A_{01} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_{10} & -\sin \varphi_{10} & 0 & 0 \\ \sin \varphi_{10} & \cos \varphi_{10} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$ $A_{12} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$ (2.15)

$$A_{23} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_{21} & 0 & -\sin \varphi_{21} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_{21} & 0 & \cos \varphi_{21} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$
 $A_{34} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_{31} & 0 & \sin \varphi_{31} & l_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi_{31} & 0 & \cos \varphi_{31} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$ (2.16)

Матрицаларни кўпайтириб қисқичнинг С нуктаси ҳолатини, яъни координаталарини топамиз.

$$\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi_{10} \cdot \cos \varphi_{31} - \sin \varphi_{10} - \cos \varphi_{10} \sin \varphi_{31} l_2 \cdot \cos \varphi_{21} \cos \varphi_{10} \\ \sin \varphi_{10} \cdot \cos \varphi_{31} \cos \varphi_{10} - \sin \varphi_{10} \sin \varphi_{31} l_2 \cdot \cos \varphi_{21} \sin \varphi_{10} \\ \sin \varphi_{31} & 0 & \cos \varphi_{31} & l_1 + l_2 \sin \varphi_{21} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$
 (2.17)

$$\begin{vmatrix} l_3 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{cases} x = (l_2 \cos \varphi_{21} + l_3 \cos \varphi_{31}) \cos \varphi_{10} \\ y = (l_2 \cos \varphi_{21} + l_3 \cos \varphi_{31}) \sin \varphi_{10} \\ z = l_1 + l_2 \sin \varphi_{21} + l_3 \sin \varphi_{31} \end{cases}$$

бу ерда $\varphi_{31} = \varphi_{21} + \varphi_{32}$

Назорат саволлари:

1. Саноат роботларини кинематик таҳлилида қандай масалалар ҳал қилинади?
2. Координаталарни келтиришда матрицалар усулини тушинтириб беринг.
3. Манипуляторни кинематик таҳлилида тўғри масалани ечишга мисол келтиринг.
4. Матрицаларни ўзаро кўпайтиришни қандай амалга оширилади?
5. Бирорта манипулятор схемасини чизиб, кинематик таҳлил босқичларини кўрсатиб беринг.
6. Манипуляторларнинг кинематикасида тескари масала қандай ечилади?
7. Тўғри, цилиндрик, сферик ва ангуляр координаталар системасида ҳаракатланувчи манипуляторларнинг кинематик схемаларидаги фарқни тушунтириб беринг.
8. Кинематик таҳлилда умумлашган координаталар қандай аниқланади?
9. Манипуляторлар кинематик таҳлилидаги муаммоли масалалар нималардан иборат?
10. Манипуляторни кинематикасида тезлик ва тезланишлар қандай аниқланади?
11. Саноат роботларини кинематик таҳлилида қандай масалалар ҳал қилинади?
12. Координаталарни келтиришда матрицалар усулини тушинтириб беринг.
13. Манипуляторни кинематик таҳлилида тўғри масалани ечишга мисол келтиринг.
14. Матрицаларни ўзаро кўпайтиришни қандай амалга оширилади?
15. Бирорта манипулятор схемасини чизиб, кинематик таҳлил босқичларини кўрсатиб беринг.
16. Манипуляторларнинг кинематикасида тескари масала қандай ечилади?
17. Тўғри, цилиндрик, сферик ва ангуляр координаталар системасида ҳаракатланувчи манипуляторларнинг кинематик схемаларидаги фарқни тушунтириб беринг.
18. Кинематик таҳлилда умумлашган координаталар қандай аниқланади?
19. Манипуляторлар кинематик таҳлилидаги муаммоли масалалар нималардан иборат?
20. Манипуляторни кинематикасида тезлик ва тезланишлар қандай аниқланади?

3-маъруза

Мавзу: Робот ва манипуляторларнинг кинематик таҳлили.

Режа:

1. Робот ва манипуляторларнинг кинематик характеристикалари.
2. Сервис коэффиценти.
3. Сервис бурчаги.
4. Роботларнинг кинематик таҳлили.

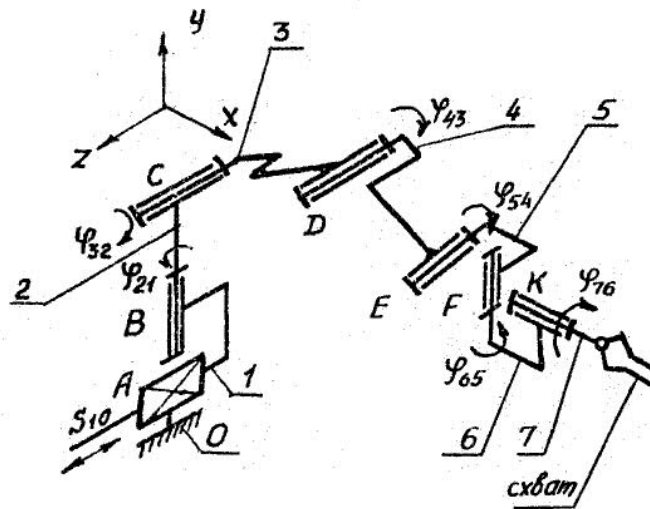
Манипуляторлар асосан очик фазовий кинематик занжирлардан иборат бўлганлиги учун уларнинг қўзғалувчанлик даражаси Сомов-Малишев формуласидан фойдаланиб топилади.

$$W=6n-5P_5-4P_4-3P_3-2P_2-P_1$$

бу ерда, n -қўзғалувчан бўғинлар сони;

P_1, P_2, \dots, P_5 - тегишли синф кинематик жуфтлар сони.

3.1-расмда қўзғалувчанлик даражаси 7 га тэнг бўлган манипулятор схемаси келтирилган. Схемадан кўришиб турибдики, манипулятор фақат В-синф кинематик жуфтлардан иборат бўлиб, $n=7$ га тэнг.



3.1-расм.

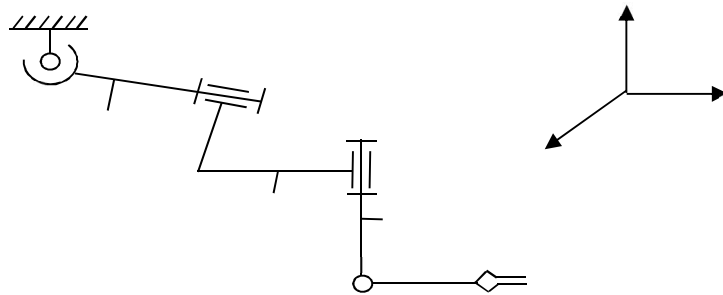
Шунинг учун барча ҳаракат йўналишлари тўлиқ кўрсатилган.

$$n=7, P_5=7; P_4=P_3=P_2=P_1=0 \quad W=6 \cdot 7 - 5 \cdot 7 = 7$$

Манипулятор фақат В-синф кинематик жуфтлардан иборат бўлса, структуравий формулани қуйидагича ёзиш мумкин

$$W = \bar{Z} + \hat{Y} + \hat{Z} + \hat{Z} + \hat{Z} + \hat{Y} + \hat{X}$$

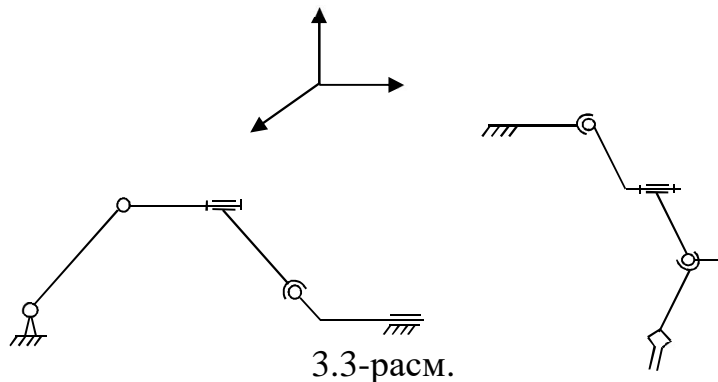
бу ерда \bar{Z} илгариланма қайтма кинематик жуфтни белгиласа, \hat{Y} айланма кинематик жуфтни белгилайди. 3,2-расмда келтирилган манипулятор учун структуравий формула қуйидагича ёзилади:



3.2-расм.

$$W = \widehat{X}\widehat{Y}\widehat{Z} + \widehat{Y} + \widehat{Z} + \widehat{X} = 6$$

Бунда қўзғалувчанлик даражаси 6 тэнг бўлади. Мисол таъриқасида яна 2 та манипуляторни кўрайлик (3.3-расм),



3.3-расм.

3,3а-расмдаги манипулятор учун

$$W = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 4 - 3 \cdot 1 = 1$$

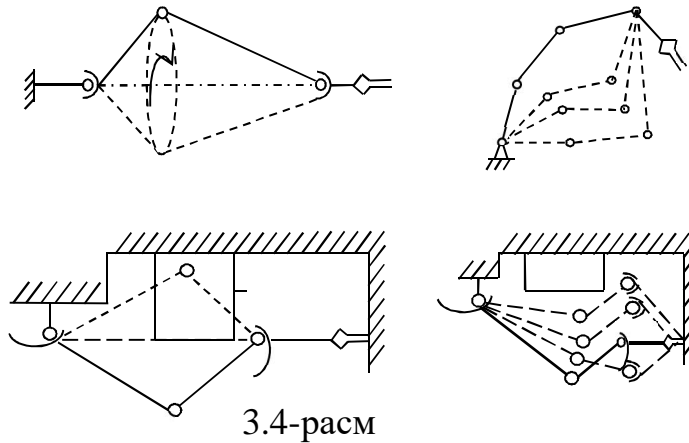
3,3б-расмдаги манипулятор учун

$$W = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 1 - 4 \cdot 2 = 5 \text{ yoki } W = \widehat{Z}\widehat{X} + \widehat{Y} + \widehat{X}\widehat{Y}$$

яъни координата ўқлари бўйича ҳаракатлар орқали структуравий формулаларни фақат манипулятор очик кинематик занжирдан иборат бўлгандагина ёзиш мумкин экан.

Манипуляторнинг ҳаракати жараёнида чиқувчи бўғин нуқтаси (қисқич ёки чангал) тегишли нуқтага турлича яқинлаша олиши мумкин. Манипуляторни қисқичи белгиланган нуқтага келтирилган ҳолда қўзғалмас деб қараб механизмни қўзғалувчанлик даражасини белгиловчи катталиқ манипулятор ҳаракатчанлиги дейилади. Манипуляторнинг ҳаракатчанлиги бўғинлар сони ва кинематик жуфтларга ҳамда уларни жойлашувига боғлиқ бўлади. Аслида ҳаракатчанлик манипуляторларни ҳаракатланиш қобилиятини (маневренности) белгилайди. 3.4а-расмдаги манипулятор учун ҳаракатчанлик

$$W_x = 6 \cdot 2 - 5 \cdot 1 - 3 \cdot 2 = 1$$



3.4-расм

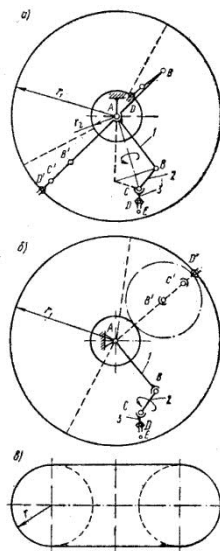
3.4б-расмдаги текисликда ҳаракат килувчи манипуляторнинг ҳаракатчанлиги

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

3.4 с, д-расмларда манипуляторнинг тўсиқга нисбатан ҳаракатлана олиш қобилиятлари (ҳаракатлари) кўрсатилган.

Фазода манипулятор қисқичини эгаллаши мумкин бўлган текисликлар (сиртлар) билан чегараланган қисми ишчи хажм, ёки хизмат кўрсатиш зонаси (сервис зонаси) дейилади. 3.5-расмда кўрсатилган манипуляторнинг ишчи хажми цилиндрнинг бир қисми ҳисобланади.

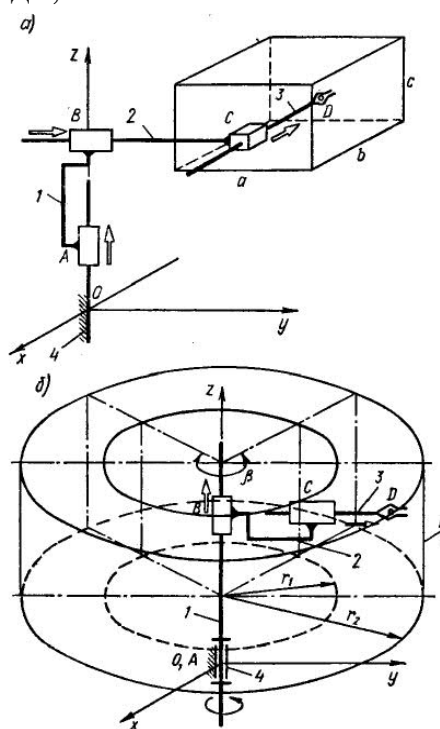
3.6-расм (а) да тасвирланган манипулятор учун мумкин бўлган энг катта иш соҳаси $r_1 = AD'$ ва $r_2 = AD''$ радиусли сфералар оралиғидаги бўшлиқдир, муайян ҳолда эса хизмат кўрсатиш доираси ушбу бўшлиқнинг бир қисмигина бўлади



3.6-расм

(3.6-расм, а да штрих чизик билан кўрсатилган); 3.6-расм, б да тасвирланган манипулятор учун мумкин бўлган энг катта иш доираси

$r_1 = AD'$ ва $r = B'D'$ ўлчамли халкалар (3.6-расм, в), муайян ҳолда эса, иш доираси яна шу халканинг бир қисми (3.6-расм, б даги штрих чизик) бўлади. Учта илгариланма жуфтликли манипуляторнинг (3.7-расм, а) иш доираси тўғри бурчакли параллелепипеддан иборат, унинг а, б, с ўлчамлари тегишли бўғинларнинг ўз йўналтирувчиларида, масалан, бўғин 2 нинг у ўқ бўйлаб, бўғин 1 нинг з ўқ бўйлаб энг кўп сурилиш кийматлари билан аниқланади. Битта айланма ва иккита илгариланма жуфтликли манипулятор учун (3.7-расм, б) мумкин бўлган энг катта иш доираси ғовак цилиндрдир. Бу цилиндр учун r_2-r_1 радиуслар айланмаси бўғин 3 нинг бўғин 2 га нисбатан энг катта силжиши билан, ҳ баландлик эса бўғин 2 нинг бўғин 1 га нисбатан энг катта силжиши билан аниқланади;



3.7-расм

муайян бир ҳолда эса ушбу бўшлиқнинг \square бурчак билан чекланган бир қисмигина (3.7-расм б да штрихпунктир чизиклар билан ажратиб кўрсатилган) иш доираси бўлиши мумкин.

Назорат саволлари:

1. Саноат роботларини кинематик таҳлилида қандай масалалар ҳал қилинади?
2. Координаталарни келтиришда матрицалар усулини тушинтириб беринг.
3. Манипуляторни кинематик таҳлилида тўғри масалани ечишга мисол келтиринг.
4. Матрицаларни ўзаро кўпайтиришни қандай амалга оширилади?
5. Бирорта манипулятор схемасини чизиб, кинематик таҳлил босқичларини кўрсатиб беринг.

6. Манипуляторларнинг кинематикасида тескари масала қандай ечилади?
7. Тўғри, цилиндрик, сферик ва ангуляр координаталар системасида ҳаракатланувчи манипуляторларнинг кинематик схемаларидаги фарқни тушунтириб беринг.
8. Кинематик таҳлилда умумлашган координаталар қандай аниқланади?
9. Манипуляторлар кинематик таҳлилидаги муаммоли масалалар нималардан иборат?
10. Манипуляторни кинематикасида тезлик ва тезланишлар қандай аниқланади?

1-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ.

Мавзу: Саноат роботлари механизмлари ва манипуляторларнинг кинетостатик ҳисоби

Ишдан мақсад: Саноат роботлари механизмлари ва манипуляторларнинг кинетостатик ҳисоби ва ҳаракат тенгламарини ўрганишдан иборат.

Ишнинг баёни

Саноат роботлари қуйидаги хусусиятларига қараб қатор турларга бўлинади: ишлатилиш соҳаси, юк кўтариш қобилияти, қўзғалувчанлик даражаси, ҳаракат тури, иш жойига ўрнатиш услуби, координаталар системаси турига, юритгичи, бошқариш ва дастурлаш усулига қараб аниқланади.

Ишлатилишига қараб роботлар махсус, мослаштирилган ва универсал бўлиши мумкин. Агарда саноат роботи фақат бир технологик функцияни бажаришга мўлжалланган бўлса, у махсус робот бўлади. Агарда робот турли хил функционал вазифаларни бажара олса, у универсал бўлади. Жумладан, улар қуйидагиларни бажаришлари мумкин:

-юкни силжитиш, андозани қўйиш ва олиш, кескични алмаштириш ва бошқа технологик операцияларни бажариш;

-андоза, маҳсулот ва асбобларни омборларда ташишни автоматлаштириш;

-тўғридан-тўғри технологик вазифани бажариш (ювиш, тозалаш, краскалаш, пайвандлаш, кесиш ва бошқалар);

-машина қисмини йиғиш, текшириш ва синашни автоматлаштириш.

Ташиладиган юкни катталигига қараб роботлар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

-ўта енгил (1 кг гача);

-енгил (1-10 кг гача);

-ўртача (10-200 кг гача);

-оғир (0,2-1,0 т);

-ўта оғир (1 т. дан юқори);

Қўзғалувчанлик даражасига қараб, икки, уч, турт ва ундан катта бўлган эркинлик даражасига эга саноат роботлари ишлатилади.

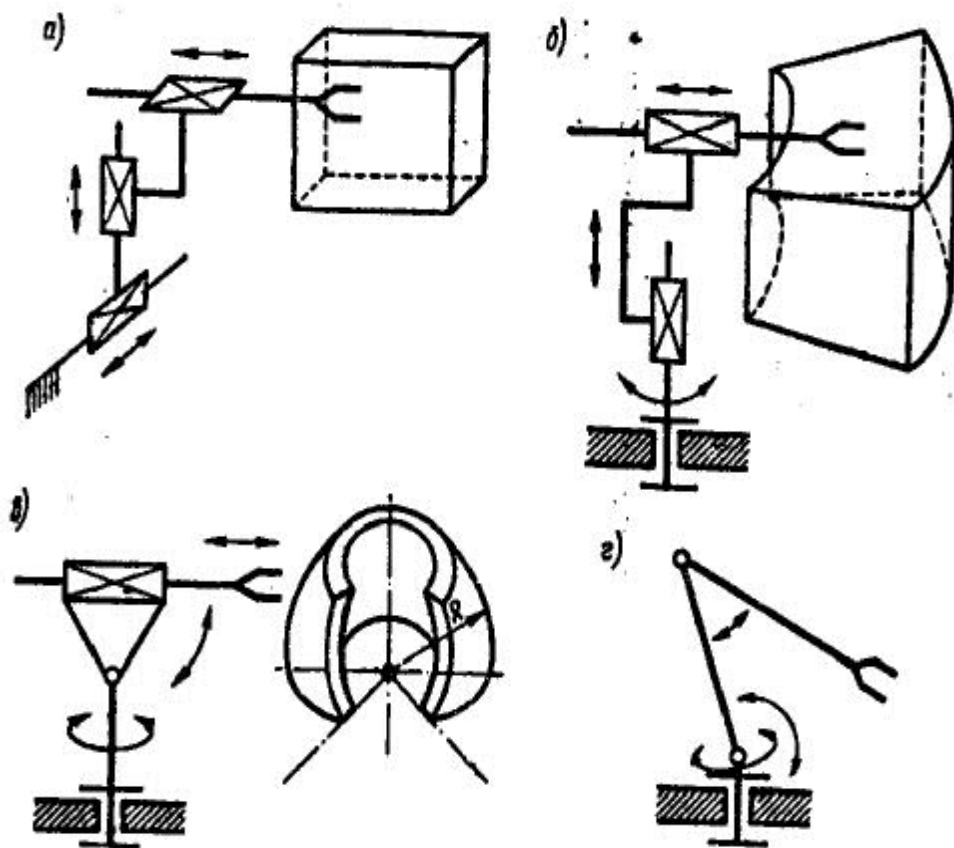
Координата системалари бўйича:

-декарт координата системасида ишловчи (ўқлар бўйича) роботлар (1-расм, а);

-цилиндрик система бўйича ишлайдиган саноат роботлари (1-расм, б);

-сферик система бўйича ишлайдиган саноат роботлари (1-расм, в);

-фазовий бурчак координатаси бўйича ҳаракатланувчи саноат роботи (1-расм , г).



1-расм.

Саноат роботларида юритгичлар электрик, гидравлик, пневматик ва аралаш манбаадан ҳаракат олишлари мумкин.

Саноат роботларининг ишчи параметрларига қуйидагилар киради:

- а) қўзғалувчанлик даражаси;
- б) силжитиладиган юкни максимал қиймати;
- в) ишчи хажм;
- г) ишчи органларни ҳаракат тезлиги;
- д) ҳолатларни эгаллашнинг аниқлиги.

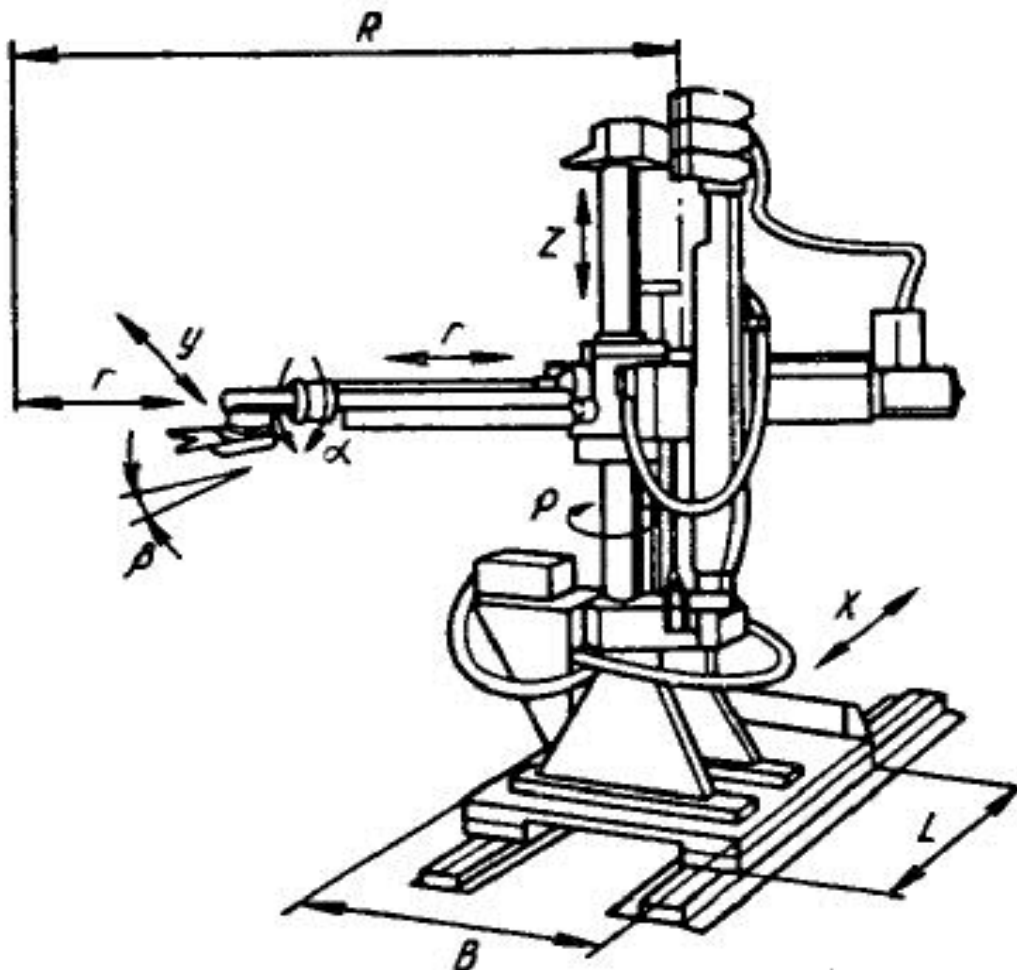
Ушбу параметрларни ишлатилиш даражаси қуйидаги жадвалда келтирилган.

P	2	3	4	5	6	7
%	7,5	16,5	35	32	8,4	1,5
Q,kg	1	1-1,5	5,5-10	10-20	20-40	40-60
%	6,4	12	16	27	22	12
V,m³	0,01	0,1	0,11-1	1,0-10	10-15	16va yuk
%	4	9	30	45	8	4
v,m/s	0,5	1,0	1,1-5,0	5,1-7	7 -8,5	9 va yuk.
%	5	8	25	25	20	12

Саноат роботларининг ҳолатни эгаллаш аниқлиги асосан $\pm 0,02 \dots 4,0$ мм гача бўлиши мумкин. Бунда, 60 % га яқин роботларда аниқлик $\pm 1,0$ мм ораликдадир.

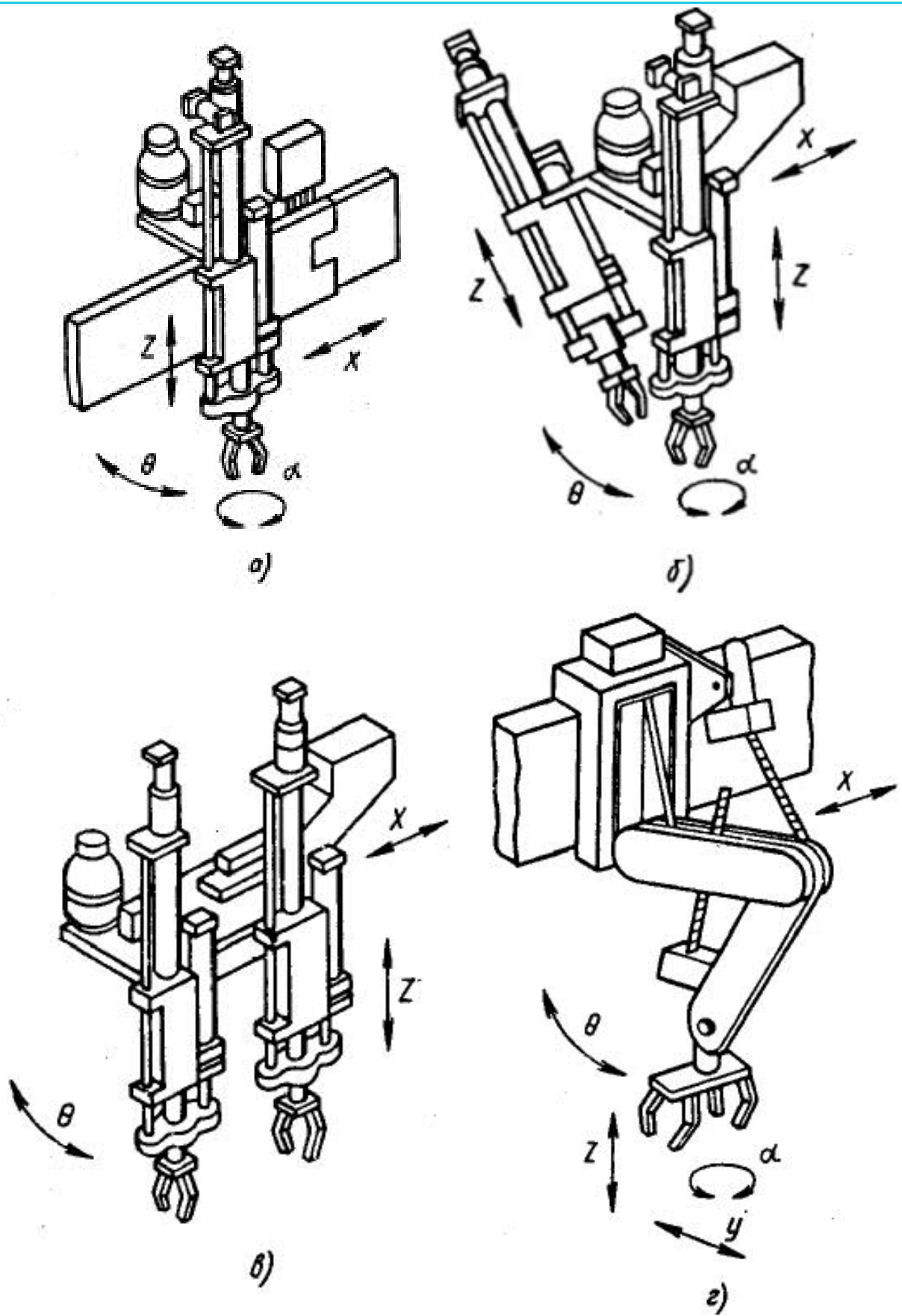
Ишлаш қобилияти бўйича, 2 сменали иш кунда кафолатли ишлаш даври 5,0...10 йил атрофида қилиб белгиланган.

Маълумки, энг кўп оғир меҳнат ишлаб чиқаришда асосан кўтариш ва ташиш билан боғлиқдир. Шунинг учун кейинги йилларда кўтариш ташиш роботлари кэнг қўлланилмоқда. Ушбу саноат роботлари юкни ҳаракатлантириш жойига қараб, тепаликда, ерда ва осма бўлиши мумкин.



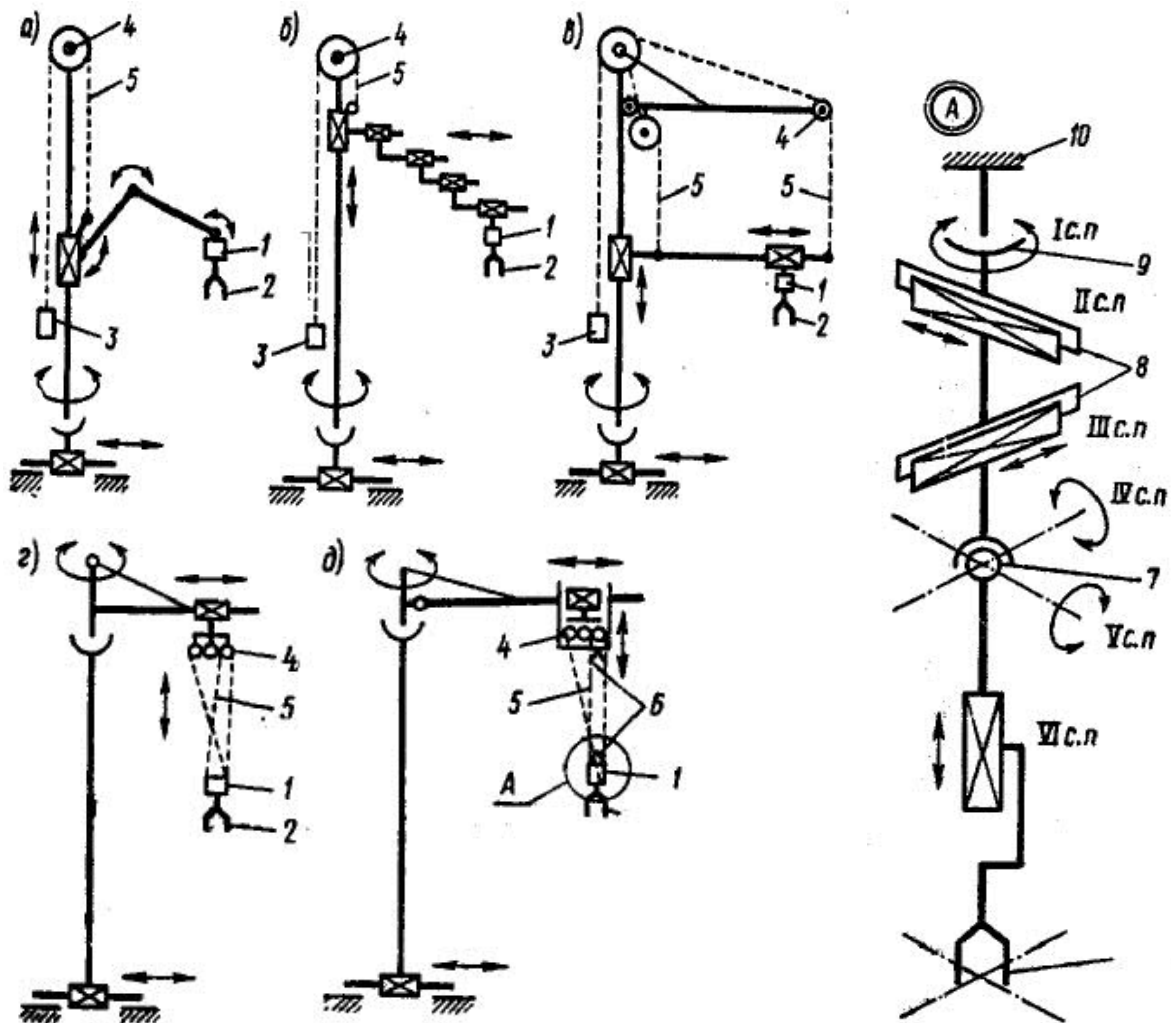
2-расм. Текисликда ҳаракатланувчи юк кўтарувчи саноат роботи

Ҳудди шунингдек юкни кўтарувчи, судровчи ёки кўтариб олиб боровчи саноат роботлари кенг қўлланилмоқда. 2-расмда текисликда ҳаракатланувчи юк кўтарувчи саноат роботи кўрсатилган. 3-расмда осма юк кўтарувчи роботнинг турли конструкциялари кўрсатилган. Расмлар орқали ишчи органларнинг ҳаракатларини кўриш мумкин.



3-расм. Осма юк кўтарувчи роботнинг турли конструкциялари

Қурилиш кран-манипуляторларни кинематик схемалари 4-расмда келтирилган. Ушбу расмда а,б,в, ларда ҳолатни белгиловчи ишчи орган (қискич) бикр буғин бўлганда, г ва с вариантларда эса, арқонли ушлагич конструкциялари келтирилган.



4-расм. Қурилиш кран-манипуляторларни кинематик схемалари

1-ҳолатни белгиловчи бўғин, 2-қискич ёки ушлагич, 3-қўзғалувчан контр юк, 4-блок, 5-арқон, 6-марказлаштирувчи қурилма, 7-ИВ синф кинематик жуфт, 8-илгариланма қайтма В-синф кинематик жуфт, 9-айланма В-синф кинематик жуфт, 10-таянч.

Назорат саволлари:

1. Саноат роботларининг қандай турларини биласиз?
2. Саноат роботларини қайси хусусиятлари бўйича фарқ қиладилар?
3. Роботларни ишчи параметрларини изоҳлаб беринг.
4. Кўтариш ташиш роботларини ўзига хос томонлари нималардан иборат?
5. Қурилиш манипуляторларига мисоллар келтиринг. Кинематик схемасини чизиб кўрсатинг.
6. Тегишли технологик жараённи амалга ошириш учун саноат роботи қандай танланади?

2-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ.

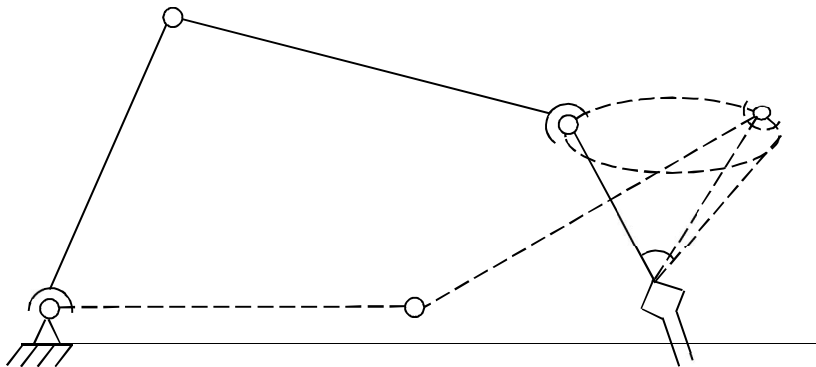
Мавзу: Саноат роботлари таркибий қисмлари.

Ишдан мақсад: Саноат роботлари таркибий қисмлари, манипуляторларнинг конструктив элементлари, унинг хусусиятлари, саноат роботлари конструкциялари, ишлаш принципларини ўрганишдан иборат.

Ишнинг баёни

Қисқичнинг (чангал) барча ҳолатлари фазода ишчи хажми ҳосил қилса, бу зонанинг ҳар бир қисмида ҳам тегишли вазифани ва операцияни бажариш мумкин бўлмайди. Шунинг учун фазонинг ишчи хажмидаги қисқичнинг тегишли вазифани бажара оладиган қисмига хизмат кўрсатиш зонаси (сервис зонаси) деган эдик.

Кўп ҳолатларда манипуляторнинг имкониятларини тўлиқ белгилаш учун тегишли нуқтага нисбатан ҳолатларни белгиловчи параметр хизмат кўрсатиш бурчаги (сервис бурчаги) ҳисобга олинади.



1-расм.

1-расмда келтирилган манипуляторнинг сервис бурчагини θ деб, белгиласак, у тескари конуснинг ундаги тана бурчагига тўғри келади. Умуман олганда сервис бурчаги қисқичнинг кўзғалмас нуқтага нисбатан ўқининг ҳосил қилган фазовий (тана) бурчагидир.

Манипулятор ҳаракатида ишчи зонанинг тегишли нуқтасидаги хизмат кўрсатиш коэффиценти шу нуқтадаги сервис бурчагини тана бурчаги 4π га нисбатига тенг бўлади.

$$K_{\theta} = \frac{\theta}{4\pi}$$

Хизмат кўрсатиш зонасининг ҳар бир нуқтасидаги сервис бурчаги, шунингдек, сервис коэффиценти асосан манипуляторнинг ўзгармас параметрларига, тегишли нуқта координатаси ва бўғинларни ўзаро ҳаракатига

кўйилган чегараланишларга боғлиқдир. Манипуляторни ишчи зонаси бўйича ўртача сервис коэффициентлари орқали унинг имкониятлари аниқлаш:

$$K_{yp} = \frac{1}{V} \int_{V_1}^{V_2} K_{\theta} dv$$

бу ерда, V -ишчи зонаси хажми.

Текисликда ҳаракат қилувчи манипуляторни хизмат кўрсатиш зонасида сервис коэффициентлари бирга тэнг бўлганда, максимал имкониятга эга бўлади.

Хизмат кўрсатиш бурчаги манипуляторларда 0 дан 4π (стерадиан) гача ўзгарса, сервис коэффициентлари

$$0 \leq K_{\theta} \leq 1$$

K_{θ} нолга тэнг бўлганда нуқталар иш хажмининг чегарасида жойлашади ва чангал унга фақат битта йўналишда яқинлаша олади; K_{θ} бирга тенг бўлган нуқта тўла хизмат кўрсатиш доирасида жойлашиб, чангал унга исталган томондан яқинлаша олади.

Хизмат кўрсатиш коэффициентлари K_{θ} нинг қийматини аниқлаш учун чангал марказининг ўзгармас ҳар хил ҳолатларида манипулятор бўғинларининг ҳаракати текшириб кўрилади.

K_{θ} ни ҳисоблаш методикасини иккита сферик ва битта айланма жуфтликли манипулятор (3.6-расм, а) мисолида кўриб чиқамиз. Иш доирасининг қандайдир E нуқтасидаги θ хизмат кўрсатиш бурчагини аниқлаш учун манипулятор механизмини A, C, D сферик жуфтликли ва B айланма жуфтликли фазовий тўрт бўғинли механизм деб қараймиз. Чангал маркази бўлган D нуқта белгиланган E нуқта билан устма-уст ётади. (4.1-расм, а). Дастлаб CD бўғиннинг (чангалнинг) чизма текислигида эгаллаши мумкин бўлган ҳолатларини топамиз, сўнгра тўрт бўғинли текис механизмни $O x y z$ фазовий координаталар системасининг x ўқи билан устма-уст тушувчи, узунлиги r га тэнг бўлган шартли AD стойкага нисбатан айлантириш орқали SD бўғиннинг фазода эгаллаши мумкин бўлган ҳолатларини аниқлаймиз.

Хизмат кўрсатиш коэффициентлари $K_{\theta}=1$ бўлган соҳада хизмат кўрсатиш бурчаги $\theta=4\pi$ бўлади; бинобарин, C нуқта маркази D нуқтада жойлашган $DC=l_3$ радиусли сфера исталган ҳолатни эгаллаш имкониятига эга бўлиши зарур. Бунинг учун тўрт бўғинли текис механизмда CD бўғин кривошип мавжуд бўлиши учун энг қисқа ва энг узун бўғинлар узунликлари йиғиндиси қолган бўғинлар узунликларининг йиғиндисидан кичик бўлиши шарт. Агар, масалан, бўғин 1 энг узун, бўғин 3 эса энг қисқа бўлса, у ҳолда

$$l_1 + l_3 \leq r + l_2 \text{ bo' ladi,}$$

$$\text{бундан } r_{\min} = r_1 = l_1 - l_2 + l_3.$$

Агарда $AD=r$ энг узун бўғин бўлиб, энг қисқаси бўғин 3 бўлса, у ҳолда $r+l_3 \leq l_1+l_2$ бўлади, бундан $r_{\max}=r_1=l_1+l_2-l_3$.

r_1 дан r_2 гача оралиқда (4.1-расм б даги II доира) $K_0=1$ бўлади. Агар бўғин 3 коромисло бўлса, $K_0 < 1$ бўлади. Бўғинлар 1, 2, 3 битта Ах чизикда ётадиган чекли ҳолатларда $K_0=0$ бўлади. Бу ҳол $r=r_0=l_1-l_2-l_3$ ҳамда $r=r_3=l_1+l_2+l_3$ бўлганда юз беради. Бинобарин, 4.1-расм, б даги II ва III доираларда $K_0 < 1$ бўлади. I ва III доиралардаги исталган оралиқ нуқтада, масалан D' нуқтада K_0 хизмат кўрсатиш коэффициентини қуйидагича аниқлаш мумкин. AB' ва $B'C'$ бўғинлар битта тўғри чизикда ётган ҳолатдаги чайқалгичнинг мумкин бўлган энг катта бурилиш бурчаги φ_m ни топиб $R=l_3$ радиусли ҳамда $\varphi=\varphi_m$ бурчакли сферасимон сектор юзасини аниқлаш формуласини

$$dS=2\pi R \sin\varphi R d\varphi$$

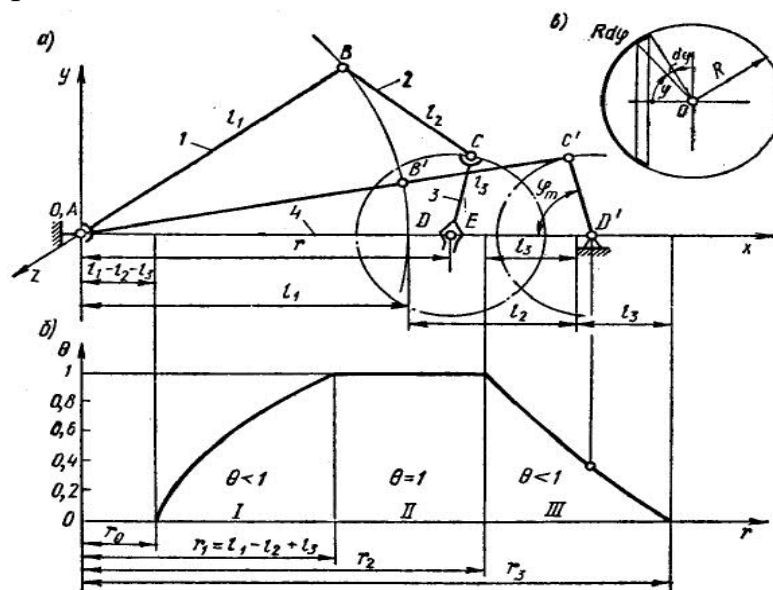
элементар юзаларининг $\varphi=0$ дан $\varphi=\varphi_m$ гача оралиқдаги йиғиндисини ҳисоблаш орқали ҳосил қиламиз:

$$S = \int_0^{\varphi_m} 2\pi R^2 \sin\varphi d\varphi = 2\pi R^2 (1 - \cos\varphi_m).$$

Кўрилатган ҳолда $R=l_3$ ва $S = 2\pi l_3^2 (1 - \cos\varphi_m)$, бинобарин,

$$K_\theta = \frac{\theta}{4\pi} = \frac{1 - \cos\varphi_m}{2}$$

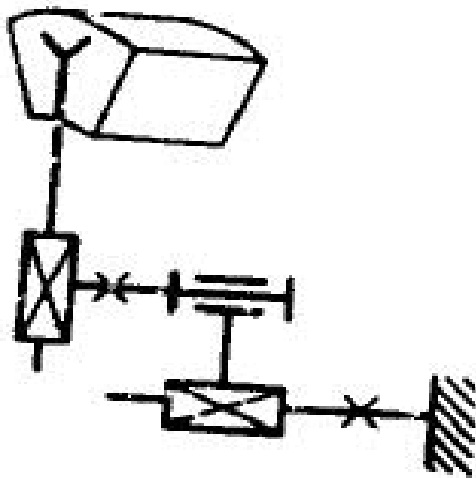
3.9-расм (а)да $r=AD$ учун $\cos\varphi_m \approx 0,24$ ва $K_\theta=0,38$. Бўғинлари 4.1-расм, а да тасвирланганидек ўлчамларга эга бўлган манипулятор учун $K_\theta=\theta(r)$ боғлиқлик графиги 3.9-расм, (б) да келтирилган. Бундай графиклар мавжуд манипуляторни тадқиқ этиш учунгина эмас, балки олдиндан белгиланган шартлар асосида манипуляторларнинг кинематик схемаларини лойиҳалаш учун ҳам зарур.



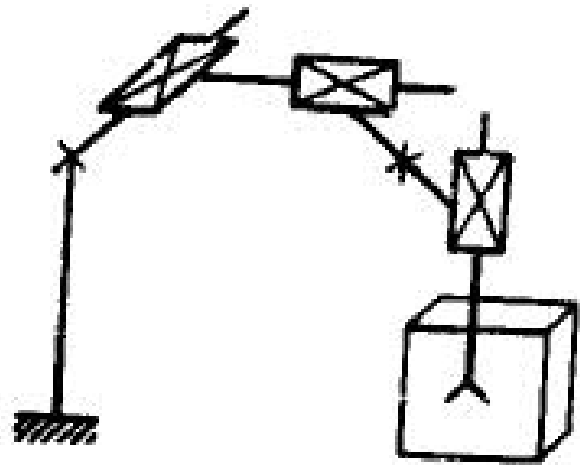
2-расм.

Ишлаб чиқаришда тегишли вазифани бажариш учун турли кўринишдаги манипуляторларни кинематик схемаларини танлаш ва жойлаштириш мумкин. Олдинги маърузаларда ҳам кўрсатилганидек манипуляторларни кинематик схемалари «координаталар системаси» бўйича ҳаракатини белгилашга, кинематик жуфтларни турига қараб фарқлаш мумкин. Манипуляторларни координата системалари бўйича ҳаракат қила олишга қараб кинематик схемаларини баъзи бир турларини кўриб чиқайлик.

Ўзаро перпендикуляр бўлган 3 та илгариланма-қайтма В-синф кинематик жуфтга эга манипуляторларнинг кинематик схемалари 3-расмда келтирилган.



3-расм.

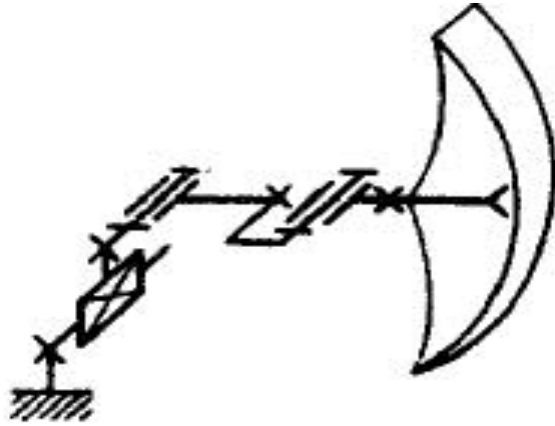


4-расм.

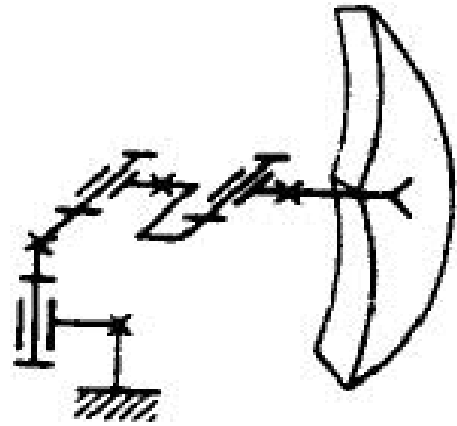
Ушбу манипуляторни афзалликларига ҳаракатларни юқори аниқлиги ва маҳсулотларни катта масофаларга силжита олишидир. Уларнинг камчиликларига эгри чизиқли ҳаракатларни амалга оширишни мураккаблиги ва бўғинларга юритгичларни жойлаштиришни ноқулайлигидир.

4-расмда саноат роботларининг кинематик схемаларида битта кўзғалувчанлик айланма кинематик жуфт орқали амалга оширилган, қолган иккида кўзғалувчанлик икки илгариланма-қайтма В-синф кинематик жуфтлар орқали амалга оширилади. Бунда манипулятор цилиндрик координаталар системасида ишлайди. Ушбу координата системасини афзалликларига айланма хизмат кўрсатишни имконияти мавжудлиги, етарли аниқ ҳаракатларни амалга ошириш мумкинлигидир. Камчилигига, горизонтал текисликда ҳолатни ўзгариши, ишчи зонанинг кичик ўлчамлигидир. Сферик координаталар системасида ҳаракатланувчи саноат роботлари 2 та В-синф айланма кинематик жуфтлар ва бир илгариланма-қайтма В-синф кинематик жуфтларга эга (5-расм).

Сферик координаталар системаси қўлланганда қуйидаги афзаллиги мавжуд: ишчи зона ўлчамлари катта ϵ , камчилиги эса, иккита координата бўйича ҳолатни ўзгариб кетиши мумкинлигидир. Бурчак ёки ангуляр координата системасида ҳаракат қилувчи саноат роботларида силжишлар 3 та В-синф кинематик жуфтлар орқали амалга оширилади (3.13-расм).



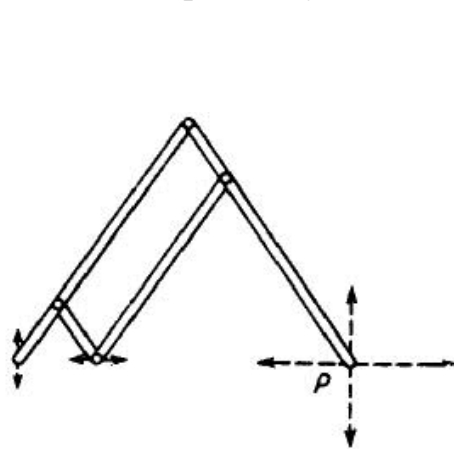
5-расм.



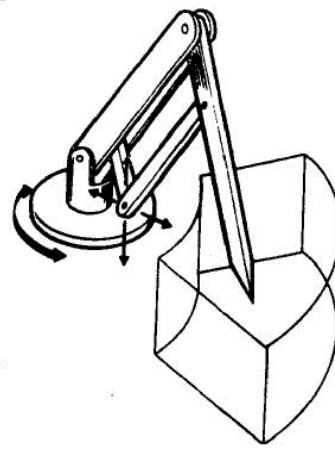
6-расм.

Бу системанинг афзаллиги, универсаллиги ва ҳажми эгаллайдиган бўлса, камчилигига кичик аниқлик ва уччала координата бўйича ҳолатни ўзгариш мумкинлиги киради.

Координата системаларининг униси ёки бунисини танлаш ишчи жараёнининг ва конструктив элементлар қатор талабларига мос қилиб олинди. Саноат роботлари кинематик схемаларида, «Пантограф» механизмининг қўлланиши анча қулайликларга олиб келади. Жумладан, бўғинлар бурчак бўйича силжиса ҳам, манипуляторнинг қисқичи (ишчи органи) енгил ва кичик қувват сарф қилиб горизонтал ва вертикал текисликларда тўғри чизиқли ҳаракатларни амалга ошириши мумкин (7-расм).



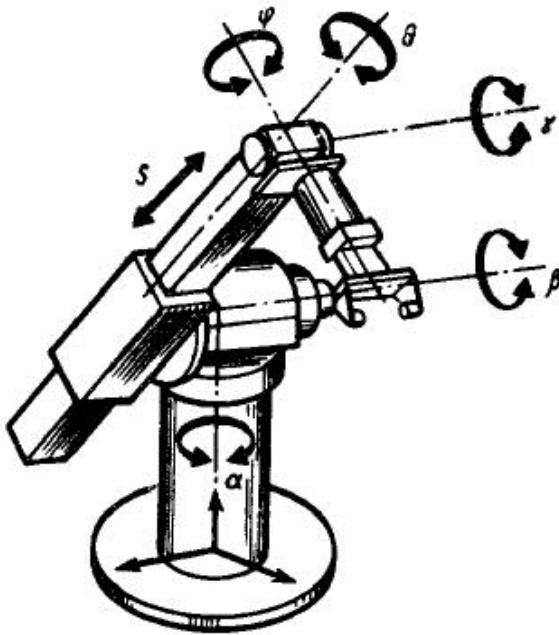
7-расм.



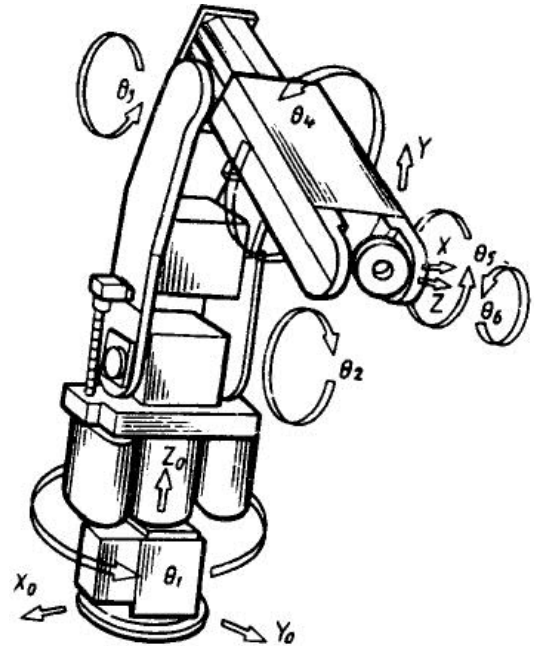
8-расм.

Агар ушбу пантографли механизми бўлган манипуляторни айланувчан пойдеворга (асосга) ўрнатилса, у цилиндрик координата системасида ишлайди (8-расм).

Сферик координаталар системасида (α, δ, φ) ҳаракатланувчи, ҳамда 3 та В-синф кинематик жуфтли манипулятор қисқичининг ҳаракатлари (θ, γ, β)ни амалга оширадиган конструкция 9-расмда кўрсатилган. 11-расмда ангуляр координаталар системаси (θ_1, θ_2) бўйича ҳаракатланадиган манипулятор конструктив жойлашуви (компановкаси) келтирилган.

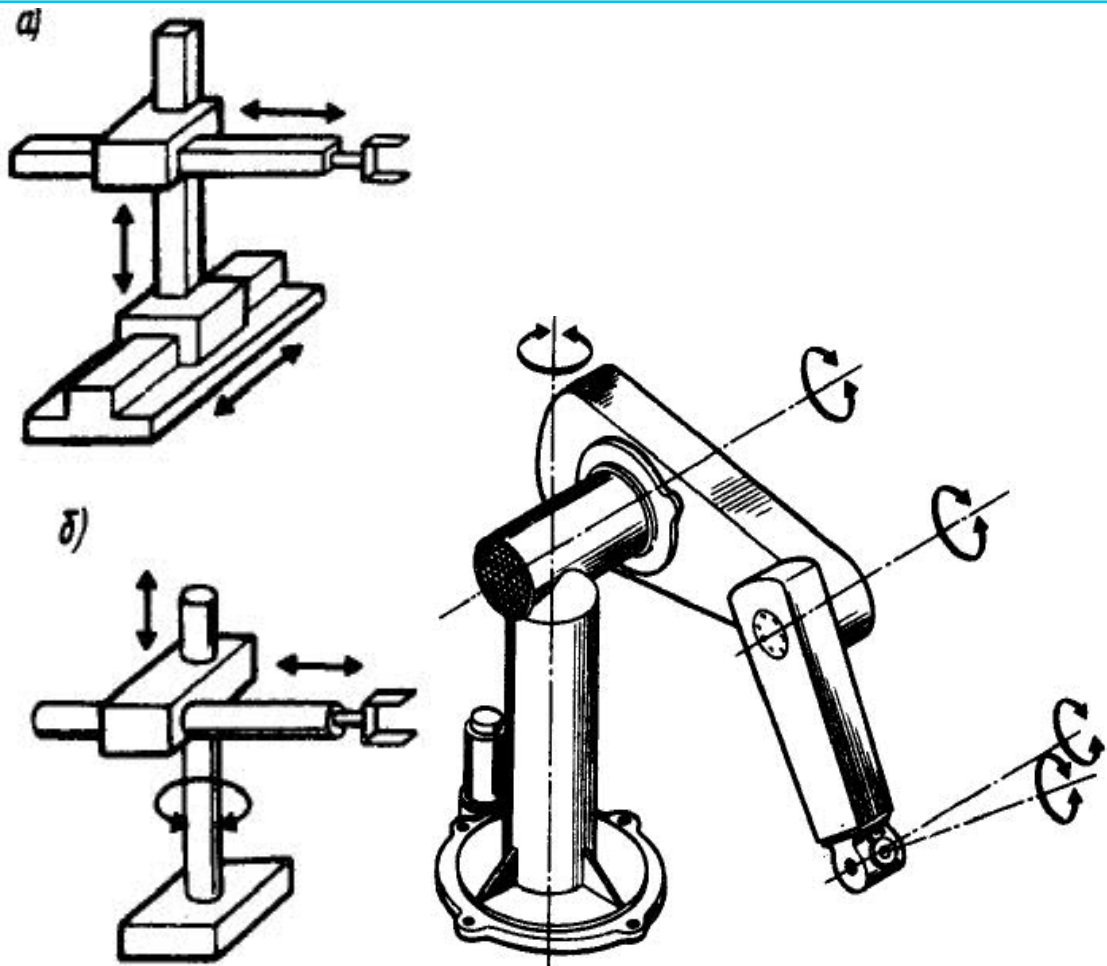


9-расм.



10-расм.

11-расмда манипуляторлар конструкцияларининг жойлашувини (компановкасини) содда кўрсатишда тўғри бурчакли (а), цилиндрик (б) ва ангуляр (в) координата системалари учун кўрсатилган.



11-расм.

Технологик жараёнларни амалга ошириш вазифалари турлича, ҳажмига қараб саноат роботлари кинематик схемаларини танлаш, жойлаштириш кераклича танланади.

Назорат саволлари:

1. Манипуляторнинг ҳаракатчанлиги деб нимага айтамыз?
2. Манипуляторни иш зонасини аниқлашга мисоллар келтиринг.
3. Манипуляторларни хизмат кўрсатиш (сервис) бурчаги қандай аниқланади?
4. Хизмат кўрсатиш коэффицентини аниқлашга мисол келтиринг.
5. Манипуляторларни техник даражалари орқали солиштириш нима мақсадда қилинади?
6. Манипуляторда сервис бурчаги ва коэффицентини ҳисоблашга мисол келтиринг.
7. K_0 ва θ ларнинг чегаравий қийматлари нималардан иборат?
8. Қандай координаталар системаларини биласиз?

9. Манипуляторларнинг кинематик схемаларини танлашга, жойлаштиришга мисоллар келтиринг.
10. Ангуляр координата системасида ҳаракатланадиган манипуляторни чизиб кўрсатинг.
11. K_θ ва θ ҳисоблашда ҳамда манипуляторларни кинематик схемаларини танлашда қандай муаммоли масалалар мавжуд?
12. Сиз танлаган илмий ишингизда манипуляторни қайси кинематик схемаси мос тушади?

3- АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ.

Мавзу: Саноат роботлари аниқлиги манипуляторларни бошқариш системалари. Саноат роботлари юритмалари.

Ишдан мақсад: Саноат роботлари аниқлиги манипуляторларни бошқариш системалари, роботларни бошқариш ва жойлаштириш схемалари, саноат роботлари юритмалари ва узатиш механизмлари, робототехникада автоматлаштириш ускуналарини ўрганишдан иборат.

Ишнинг баёни

Саноат роботлари аниқликлари кўрилатганда асосан кинематик характеристикаларни дастурда белгиланганидан фарқи инобатга олинади. Умуман хатоликларни координаталарни, тезлик ва тезланишларни мос тушмаслиги бўйича фарқ қилинади.

Манипуляторни кинематик характеристикалари кўп аргументли функциялар бўлиб, уларни икки гуруҳга бўладилар;

- 1) механизмнинг геометрик параметрлари;
- 2) умумлашган координаталар, тезлик ва тезланишлари.

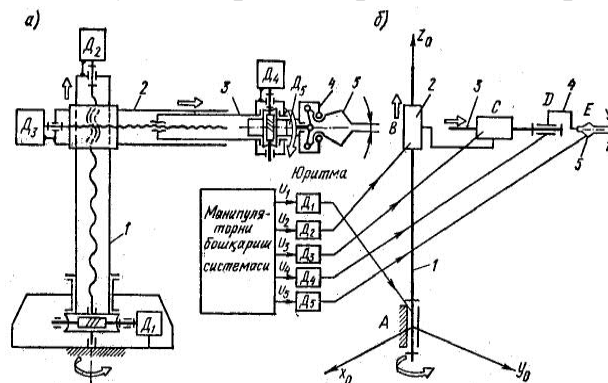
Шунинг учун саноат роботларини хатоликларини аниқлашда, уларни пайдо бўлиш манбааларига қараб геометрик ва кинематик хатоликларни фарқлашади. Кинематик ва геометрик хатоликлар бўлиш сабаблари кўпдир. Жумладан геометрик хатоликлар асосан манипулятор қисқичларини тайёрлашдаги ва йиғилишдаги хатоликлардан, статик ва динамик кучлар таъсирида бўғинларни деформацияланишидан ҳосил бўлади.

Кинематик хатоликларга ҳам тайёрлашни аниқлашмаслиги, кинематик жуфтлардаги бўшлиқлар кабилар орқали пайдо бўлади. Бунда, тайёрлашдаги аниқмасликлар технологик хатоларга, деформациялар эса динамик хатоликларга киради.

Механизмлардаги хатоликларни ҳисоблаш усулларини Н.Г. Бруевич ва В.М. Сергеевлар таклиф қилишган. Манипулятордаги аниқликларни баҳолашни ҳам ушбу услублардан фойдаланиб белгилаш мумкин.

Автоматик бошқариладиган саноат роботлари (СР) нинг манипуляторларида автоматик бошқариш системалари иш тартибининг (режимининг) икки тури фарқ қилинади: ўрганиш тартиби ва иш тартиби. Ўрганиш тартибида оператор махсус система ёрдамида манипуляторнинг ижрочи механизмини бўғинларнинг талаб қилинувчи иш ҳолатлари кетма-кетлиги орқали ўтказилади; бу система бўғинларининг ҳаракатлари қайд этувчи датчикларни, ҳамда датчиклар ахборотини магнитли лентага ёки перфолентага ёзиб боровчи қурилмани ўз ичига олади. Бўғинларнинг ҳолатлари датчикларидан олинган маълумотлар кодларга айлантирилади

(шифрланади) ва муайян программа тарзида хотира қурилмасига келиб тушади. Иш тартибида манипулятор ушбу программа бўйича автоматик ишлайди. Бунда бояги кодланган программа расшифровка қилинади ва бўғинларнинг талаб қилинувчи ҳаракатларига айлантирилади.



1-расм.

1-расм, (а)да юритмали саноат роботларидан бирининг кинематик схемаси, б.1-расм, (б)да эса ундаги асосий пишангли механизмнинг тузилиши схемаси ҳамда манипуляторни автоматик бошқаришнинг соддалаштирилган блок-схемаси келтирилган. СР манипулятор (9.1-расм, а) 5 та эркинлик даражасига ($\omega=5$) ва шунга мос равишда 5 та алоҳида юритмага эга: D_1, D_2, D_3, D_4 - электр двигателлар, D_5 - пневмоюритма. D_1 двигател червякли узатма орқали бўғин 1 ни вертикал ўқ атрофида айлантиради; D_2 двигател винтли узатма (винт-гайка) ёрдамида бўғин 2 ни илгариланма (юқорига ва пастга) ҳаракатланади; D_3 двигател ана шундай узатма ёрдамида бўғин 3 га горизонтал илгариланма ҳаракат (чапга ва ўнгга) беради; D_4 электр юритма червякли узатма воситасида чангал 4 ни горизонтал ўқ атрофида айланма ҳаракатга келтиради; D_5 пневмоюритма поршеннинг илгариланма ҳаракатини пишангли (ричагли) механизм воситасида ўзгартириш орқали чангал 5 нинг жағларини очиб-ёпади.

1-расм, (б)да кўрсатилишича, бошқариш системаси силжиш датчикларининг ўзгартирилган сигналлар u_1 электр кучланишлари тарзида тегишли юритмаларга узатилади, улар эса бўғинларга маълум моментлар ёки кучлар билан таъсир қилиб уларни керакли масофага суради. Ҳар бир электр двигателнинг айланиш тезлиги двигател юқорига бериладиган кучланиш билан ростланади. Бу кучланиш бўғинларида жойлашган ҳолат датчиклар орқали бошқарилади.

Қўл билан бошқариладиган СР да оператор бошқариш механизмнинг бўғинларига таъсир этиб ижрочи механизмнинг бўғинларига таъсир этиб ижрочи механизм бўғинларини ҳаракатга келтиради. Ҳаракат пишангли, тишли, тўлқинли, винтли ўзатмалар, эгилувчан сим валлар, бошқа турдаги механик элементлар ва турли муфтлар орқали узатилиши мумкин. Зарурат

туғилганда оператор кўлининг ҳаракати ва кучини ошириш мақсадида манипуляторда электр, гидравлик пневматик сервоюритмалар (ёрдамчи юритмалар) қўлланилади. Улар бошқарувчи механизм бўғинлари ҳаракатланганда ҳосил бўладиган сигналларга кўра ижрочи механизмнинг алоҳида бўғинларини ҳаракатга келтиради.

Тақлид қилувчи манипуляторларни кўл билан бошқариш системаларига нисбатан ўзига хос талаб қўйилади: улар «сезгирланган» бўлиши керак, яъни инсон-оператор ҳаракатлантирувчи объект фақатгина силжишини эмас, балки манипулятор чангалига таъсир этувчи куч ёки моментни ҳам сезиши лозим.

Тақлид қилувчи манипуляторни бошқариш учун тақлидий куч системасининг икки тури қўлланилади. Уларнинг биринчисида кучлар пассив тарзда қайтади, бунда оператор ижрочи органдаги кучини фақат унинг ҳаракатланиш жараёнида сезади; иккинчисида куч актив тарзда қайтади. Бунда оператор ижрочи органдаги кучни (ёки моментни) унинг ҳаракатланишда ҳам, тўхтаб турганда ҳам сезади.

Шундай қилиб одатдаги автоматик ростлаш системалардан фарқли равишда бу системалар фақат ҳолат бўйича бошқарибгина қолмай балки кучларни узатиш (қайтариш) хусусиятига ҳам эгадир.

Ижрочи органда вужудга келадиган кучни оператор валида ҳам ҳосил қилиш учун момент юклагичлари ёки бўлмаса юклаш имитаторлари хизмат қилади.

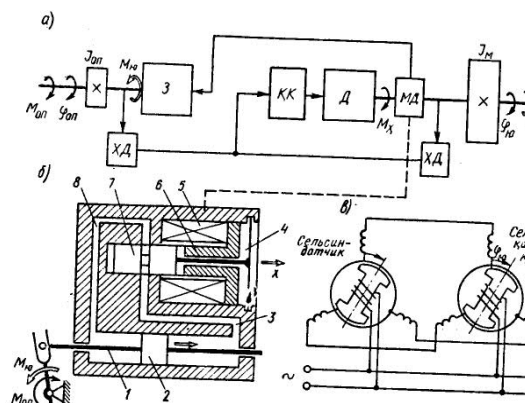
Момент юклагичлари сифатида фрикцион ёки кукунли электромагнитли муфталар ҳамда электрогидравлик юклагичлар қўлланилади. Фрикцион электромагнитли муфталар қўлланилганда муфтанинг бир бўлаги қўзғалмас қилиб қотирилиб, иккинчи бўлаги эса оператор валиги уланади. Юкланиш ҳамда унга мос бошқариш сигнали бўлмаганда муфта бўлаклари бир-бирига нисбатан эркин сирпанади. Бунда оператор ўз валигидаги юкланишни сезмайди. Моментлар ўлчагичлардан (датчиклардан) муфта бўлақларидан биридаги бошқариш ўрамларига сигнал берилганда унинг магнит занжирида магнит оқими пайдо бўлиб, у муфтанинг қўзғалувчи қисмига таъсир этган ҳолда уни қўзғалмас қисмига қисиб қўяди. Сигнал қанчалик кучли бўлса, оператор шунчалик катта моментни сезади.

Кукунли электромагнитли муфтанинг ишлаш асоси ҳам шу кабидир. Ферромагнит материал (масалан, темир) кукуни муфтанинг ҳаракатланувчи бўлаклари орасига жойланади. Ток уланганда электромагнит ўрамларида ҳосил бўладиган магнит майдон кукунига таъсир этади. Моментлар датчиги ёрдамида ўлчанадиган юкланишнинг ошиши билан уйғотувчи ток ҳамда уринувчи иш тирқишдаги магнит индукцияси кучаяди, етакланувчи қисми

кўзгалмас магнит ўтказгичга нисбатан силжтиш учун зарур бўладиган тангенциал куч ортади, натижада валидаги қаршилик моменти кучаяди.

Электрогидравлик пассив юклагичнинг схемаси 2-расм б да келтирилган. Оператор томонидан валига M_{op} момент ва шток 1 га мос тарздаги куч қўйилганда иш суюқлиги (масалан, мой) билан тўлдирилган гидроцилиндрдаги поршен сурилиб суюқликни каналлар 3,8 орқали цилиндрнинг бир бўшлиғидан бошқасига хайдайди. Агар юкланиш валидаги моментлар датчигидан (2-расм, а) сигнал келмаса, у ҳолда юклагични бошқариш ўрамаи 5 даги ток нолга тэнг бўлади. Бунда марказловчи пружина 4 айлана ариқчали золотник 7 ни нейтрал (ўрта) ҳолатда тутиб туради. Унинг бу ҳолатида каналлар 3,8 очик бўлиб, суюқликнинг оқимиغا қаршилик жуда кам бўлади ва оператор кичик кучни сезади. Агар ижрочи органда $M_{ю}$ момент тарзида юкланиш золотникни бошқариш ўлчамида ток пайдо бўлади. Шунда золотник 7 ўзидаги куч пружина кучи билан мувозанатлангунга қадар x ўқи йўналишида силжийди. Натижада золотник каналлар 3,8 ни қисман ёпиб кўяди, иш суюқлиги ҳаракатига қаршилик ортади ва оператор юкланиш валидаги M_{yu} моментнинг ошганлиги юклагич вужудга келтирадиган M_k қаршилик моменти тарзида сезади. M_{yu} момент қанчалик кўп бўлса, M_k момент ҳам шунчалик кўп бўлади. Золотникнинг энг катта сурилишини тирак б чеклаб туради. Кучни пассив қайтарадиган системанинг ҳаракатланган вақтдагина сезади; бундан ташқари, юкланиш моментининг ишораси қайд этилмайди, натижада оператор юкнинг кўтарилаётганлиги ёки тушаётганлигини фарқлай олмайди (куч бўйича).

Кучни пассив қайтарувчи тақлидий системанинг блок-схемаси 2-расм, а да келтирилган.



2-расм.

Юкланиш валига қандайдир M_{yu} момент қўйилган ва оператор ушбу вални φ_{yu} бурчакка буриш лозим бўлсин. Бу ҳолда у бошқариш валини $\varphi_{op} = \varphi_{yu}$ бурчакка буради, буни ҳолат датчиги UD қайд қилади. φ_{op} бурчакка мутаносиб бўлган сигнал қувват кучайтиргичи QK га, кейин ижрочи органга, яъни D двигателга келади, бу двигател юкланиш валини берилган $\varphi_{yu} = \varphi_{op}$ бурчакка

буради ва $M_x = M_{yu}$ моментни ҳосил қилади; ушбу момент моментлар датчиги МД билан ўлчанади ҳамда юқорида айтиб ўтилганидек, юклагич Y_u томонидан қайд этилади, натижада оператор ҳаракатлантирилувчи объектдан юкланиш катталиги хақида ахборотга эга бўлади.

Тақлид қилувчи манипуляторларда юкланиш вали оператор валининг берилган бурилиш бурчагига бурилиши учун селсинли тақлидий системадан (2-расм, в) ҳам фойдаланилади. Бу система валнинг бурилиш бурчагини масофага равон узатилишини таъминловчи ўз-ўзидан синхронладиган электрмашинадир. Селсин-датчик (узаткич) ва селсинг-қабул қилгич ўрамлари фақат индуктив тарзда боғланган статор ва ротор орқали битта электр тармоғидан ток билан таъминланади. Селсин-датчик ротори φ_{op} бурчакка бурилганда занжирдаги мувозанат ўзгаради ва мувозанатланувчи тоқлар вужудга келиб, улар селсин- қабул қилгич роторини $\varphi_{yu} \approx \varphi_{op}$ бурчакка буради; катта бўлмаган механик юкланишда $\varphi_{op} - \varphi_{yu}$ фарқи кам (1-20) бўлади; агар юкланиш катта бўлса, кучайтиргичдан фойдаланилади, селсин қабул қилгич эса ҳаракатни фақат трансформатор тартибида бошқаради.

Бундай системаларнинг динамикаси анча мураккаб, чунки ҳаракат тэнгламасида оператор вали билан боғлиқ бўлган келтирилган инерция моментлари J_{op} ва J_{yu} ни, буғинлар эластиклигини, механизмлардаги ишқаланишни, электр машиналарнинг динамик хусусиятларни ҳисобга олиш тўғри келади.

3. Робототехника ишлаб чиқариш жараёнига кэнг кириб бормоқда. Роботларни бошқариш тизимини яратиш катта сарф ҳаражатларни талаб қилади. Дастурли бошқариш тизими бўлган роботларнинг асосий камчиликларидан бўлган бири албатта юқори малакали операторнинг бўлиши шартлигидадир. Роботларни ишлатиш жараёнида турли ўзгаришлар бўлиши мумкин. Бу анча қийинчиликларга олиб келади. Умуман иш жараёнида куйидаги ноаниқликлар бўлиши мумкин:

- 1) Технологик муҳитни кутилмаган ҳолда параметрларини ўзгариши.
- 2) Робот ҳаракат давомида силжиши телиги ва тезланишини белгиланган чэгарадан чиқиб кетиши билан боғлиқ ноаниқликлар.
- 3) Информация узатиш тармоқларидаги кутилмаган ўзгаришлар.
- 4) Роботни ишдан тўхтаб қолиши бўйича барча техник носозликлар.

Ушбу носозликлар натижасида иш режими бузилади. Шунинг учун, яъни робот бир текисда ишлашини таъминлаши учун у қўшимча сўзлагичлар, адаптив тузилмалар билан жихозланиши зарур. Бунда робот автоматик равишда иш режимини ўзи созлайди. Бундай роботларни мослашган бошқаришли роботлар дейилади. Лекин ҳозиргача ушбу бошқариш тизимларнинг чуқур назарий асослари ишлаб чиқилмаган.

Технологик жараёнларнинг тегишли параметрларини сезиларли даражада ўлчаш, бошқариш компьютер ёрдамида амалга оширилади. Ушбу бошқаришни сифати маҳсулот сифатига тўғридан тўғри таъсир қилади. Бунда қатор тегишли маълумотлар (информация) бериб турилиши зарур.

3-расмда саноат роботларининг информацион системалари классификацияси.

1. Таҳлил шуни кўсатдики, роботларни сезгирлаштириш қуйидаги тарафларда жуда қўл келади: метрик йиғишда, пайвандлашда, кислород билан кесишда, деталларни тақсимлашда ва бошқалар.

СР информацион специаларни классификацияси асосан учта гуруҳга бўлинади:

а. Сенсорли қурилмалар (объектни геометрик хусусиятларини аниқлашда).

б. Сенсорли қурилмалар(объектларни бошқа физик хусусиятларини аниқлашда).

с. Сенсор қурилмалар (объектларни химик хусусиятларини аниқлашда).

Сенсор қурилмаларни тегишли датчиклар орқали узоқ масофалардан ҳам параметрларини аниқлайди. Ушбу қурилмалар классификацияси 2-расмда келтирилган.

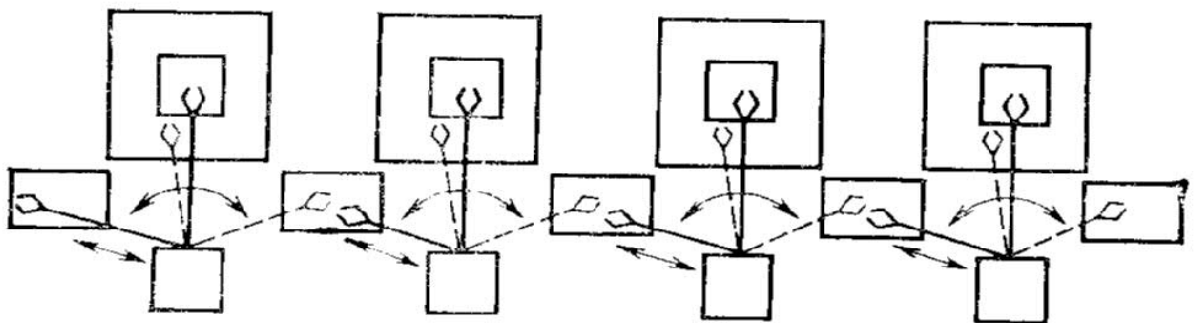
Сенсор қурилмалари актив ва пасив бўлиши мумкин:

Актив - дастлабки сигналларни ўлчаб узатади.

Пассив – фақат қабул қилиш қурилмасидан иборат.

Бунда асосий элемент датчиклар ҳисобланади.

4. Автоматлаштирилган ишлаб чиқаришда маҳсулотнинг характеристикаларига (катта-кичиклиги, оғир-енгиллиги, мураккаблиги, материали кабилар) боғлиқ ҳолда керакли ускуналарни, робот ва манипуляторларни жойлаштириши, компановкаси амалга оширилади. Бунда технологик жараёнларни, операция ва отишларни турлари СР кетма-кетлигини таъминлайди.

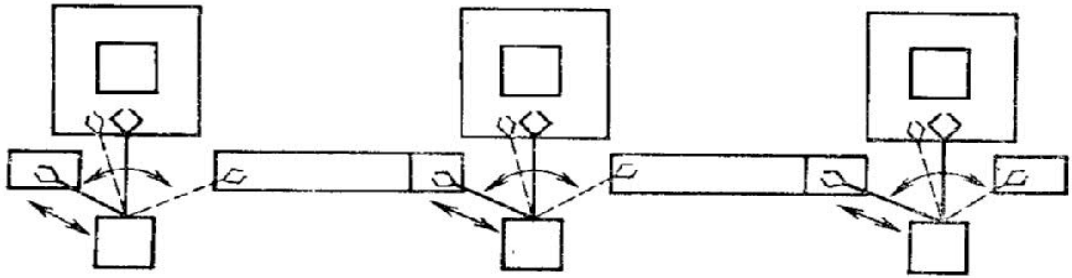


3-расм.

Совуқ усулда штамплашнинг бир оқимли роботлаштирилган технологик чизик компановкаси келтирилган.

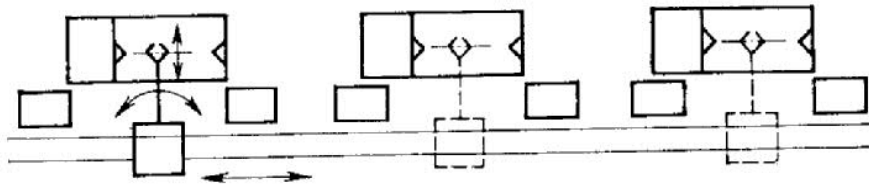
3-расмда ТУ – технологик ускуна, СР – саноатроботи, ЯАМ – якка ҳолда андозани тақсимлаш магазини.

Ушбу схемада операциялар орасидаги транспорт воситалари мавжуд эмас. Кейинги 4-расмда технологик жараёнлар, операциялар орасидаги транспорт воситалари мавжуд бўлган бир оқимли схема келтирилган. Схемада ТУ - технологик ускуна, СР – саноат роботи, ЯАМ – якка ҳолда андозани тақсимлаш магазини, ТВ – транспорт воситалари.



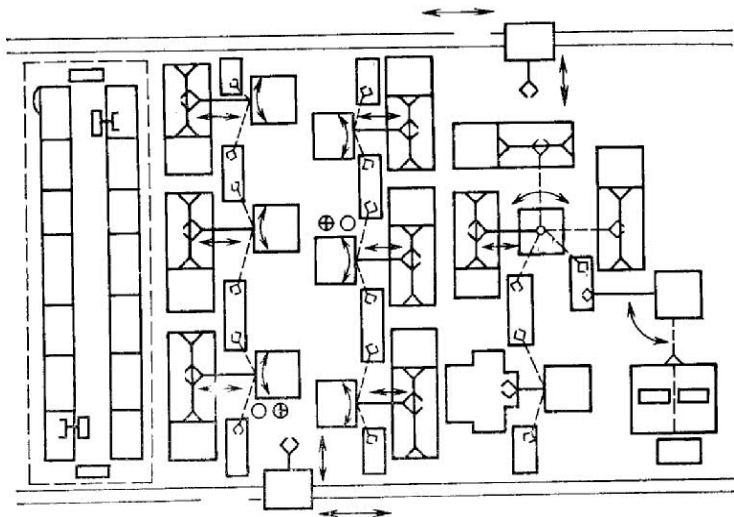
4-расм

Юқорида келтирилган ҳар иккала схема ишлаб чиқаришда жуда кўп ишлатилади.



5-расм

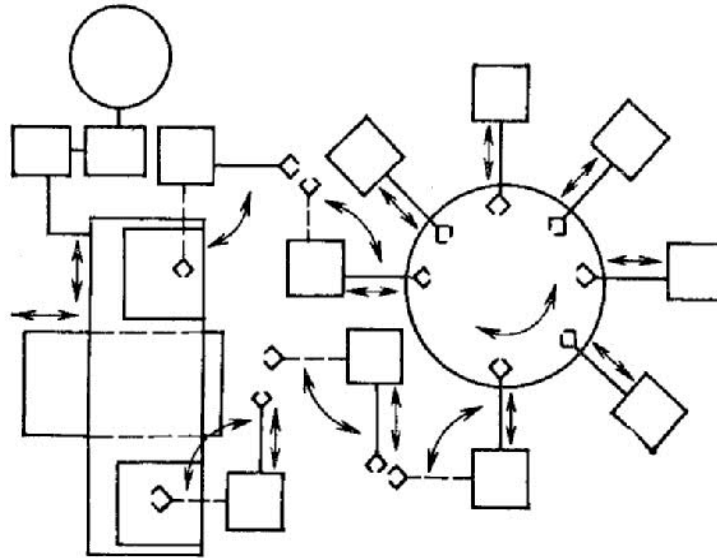
5-расмда ҳаракатланувчи саноат роботини таркибига олган бир оқимли технологик чизиқ компановкаси келтирилган.



6-расм

6-расмда роботлаштирилган технологик оқимнинг чизиқли айланма компановкаси схемаси кўрсатилган.

Ушбу расмда, АС – автоматлаштирилган андозалар сиқилади, ТВ– транспорт воситалари, ХСР - ҳаракатланувчи саноат роботлари, ТУ – технологик ускуналар, М – андозалар магзини.



7-расм

7-расмда ишлаб чиқариш йиғув сеҳининг роботлаштирилган айланма оқимли компановкаси схемаси келтирилган. Бу ерда, РС – роботли (айланма) стол, М – андозалар магзини, БКС – бошқариладиган кординатли стол, БҚ – бошқариш қурилмаси, СБ – сонли бошқариш қурилмаси.

Юқорида кўриб чиқилган СР жойлаштириш схемалари кўп тарқалган бўлиб, технологик жараёнларни ҳолатига қараб такрорланиши ва ўзаро боғланган бўлиши мумкин. Автоматлаштирилган ишлаб чиқаришда кўрилган схемалар билан бирга автоматик бошқариш системалари (АСУ) кэнг қўлланилади.

СР ларни сезгирлиги ва бошқариш тизимларининг ўрни автоматик ишлаб чиқаришда қанчалик зарур эканлиги, шу билан бирга СР ларине жойлаштириш ишлаб чиқариш технологик жараёнларга боғлиқлиги, зарурлиги кўриб чиқилди. Улар автоматик ишлаб чиқаришни пойдевори ҳисобланади.

Кўтариш-ташиш ва ташиш ишларини механизациялаш ва автоматлаштириш.

Саноатда ишлаб чиқариш жараёнини тўла механизациялаш ва автоматлаштириш ЙКТТММ машиналари иштирокисиз амалга ошириш қийин. Холбуки, хомашё ва бутловчи маҳсулотларни корхонага олиб келиб уни омборга тушириш ва омбордан олиб бутун технолог жараёнлар орқали ўтказиб тайёр маҳсулотни омборга жойлаштириш ишларида кўтариш - ташиш - тушириш операциялари мавжуд. Ишлаб чиқариш конвеер усулида бўлади. У технологик жараён занжирининг бир бўлаги бўлиб хизмат қилади, яъни у

технологик асбоб ускуна сифатида ишлайди. Демак ишлаб чиқариш жараёнини тўла механизациялаштириш ва автоматлаштириш учун ЙҚТТММ лари конструкциясини такомиллаштириш ва уни бошқарув ишларини автоматлаштириш катта аҳамиятга эга. Бундай ишлар ишлаб чиқариш жараёнидаги қўл меҳнатини озайтиради ёки бутунлай йўқотади. Маҳсулот сифатини яхшилади, пироворд натижада ишлаб чиқариш унумдорлигини оширади. Маҳсулот тан нарҳини камайтиради.

Машина ишлари бошқарувини автоматлаштириш.

Машина ишлари бошқарувини автомотлаштириш ишларига катта эътибор берилмоқда, чунки мукамал бошқарув тизими машинанинг иш унумдорлигини ва хизмат муддатини кўпайтиришга, унга хизмат қилувчилар иш шароитини яхшиланишига олиб келади. Кўпчилик ҳолатларда машинани бошқариш метал конструкциясига маҳкамланган кабинадан олиб борилади. Бажариладиган иш майдонини назорат қилишда қулайлик ва осонликни таъминлайдиган кабина кранчини иш қобилиятини ва краннинг иш унумини оширади. Нормал температура, тоза ҳаво, енгил режимда, ёпиқ жойда, кичикроқ тезлик ва кўтариш қувватида ишлайдиган кранларда очик ёки айланган кабиналардан фойдаланилади.

Чангли, газли, иссиқ ёки очик жойларда ишлайдиган кранларда ойналанган, тирқишлари маҳкамланган, совутгич ва иситгичи бор кабиналар қўлланилади. Кабина ичидаги ҳаво температураси 22-26 °С бўлиши лозим. Кабинанинг ўлчами пол бўйича эни 1.1 м, узунлиги 2 м, баландлиги 1,8 м. Кабинанинг шифтида 0,5x0,5 м тешик бўлади.

Кранчи кран метал конструкциясига чиқиш учун кабинанинг эшигини ичкарига ёки ён бошга очиш керак. Очик кабиналарда полдан бошлаб 1 м баландликдаги тўсиқлар бўлади. Кабина ўтиргичида ўтирган кранчининг иш майдонини кузатиш доираси қуйидагича бўлиши керак:

- О дан 60 ° гача - кранчини кўз сатҳидан ўтган горизанталдан тепага;
- О дан 90° гача - кранчини кўз сатҳидан ўтган горизанталдан пастга;
- О дан 135° гача - чап ва ўнг томонларга.

Бошқарув пултида хар бир қўл ва оёқ учун маълум иш таъйин қилинган:

- ўнг қўлга кўтариш ва тушириш;
- чап қўлга аравани юргизиш;
- ўнг оёққа кранни юргазиш.

Кранни бошқаришда кранчига кўп холларда бирор ердан туриб қўл ёки овоз билан маълум бир ҳаракат орқали ёрдам берилади. Бу ишда қийинчилик бўлган ҳолда телефон ёки радио орқали кранчининг ишини енгиллаштиради.

Кейинги вақтларда масофадан туриб бошқариладиган машиналар ишлатилмоқда. Бу машиналарнинг бошқарув пулти қўзғалмас ёки қўзғалувчан бўлиши мумкин.

Металлургия заводларида ана шундай қўзғалмас пултдан цехдаги ишларни бошқариб турилади. Бошқарув пуллари машина билан симлар орқали уланган ёки уланмаган бўлиши мумкин. Симлар билан уланган пултдан ҳар хил частотали сигналлар орқали бир неча машинани битта сим билан бошқариш мумкин. Битта симдан 20 хил частота билан сигнал узатиш мумкин. Бу бошқарувда 200...10000 ГЗ частоталар ишлатилади. Қўзғалувчан пултларда эса радио сигналлардан фойдаланилади.

Масофадан туриб бошқаришда ишнинг аниқлиги ва умумдорлиги ошади. Меҳнат вақт, сарфи камаяди. Натижада иш операциясининг нархи арзонлашади. Саноатда маҳсулот ишлаб чиқариш жараёнини автоматлаштириш ЙКТТММ ларининг ишларини ҳам автоматлаштиришни тақозо этмоқда. Бу машиналарда асосан электр симлари орқали бошқарувни ҳамда агрегатлараро ташиш ишларини автоматлаштрилмоқда.

Масалан, ЙКТМ ларида тезланиш ва тормозлаш, ҳаракат тезлигини меъёрлаш жараёнлари, тўхташдан олдинги тезлигини аста пасайтириш ва юкни белгиланган жойда тўхтатиш ишлари автоматларга юкланган. Юкни исталган жойга тезликни пасайтириб бориб тўхтатишни автоматлаштириш, ишларни каттароқ тезликда бажариш имконини беради ва машина иш унумини оширади. Бунда машиналар сонини озайтириш мумкин бўлади.

Ишлаб чиқаришни тўла автоматлаштиришда узлуксиз ишлайдиган ЙКТТММ катта рол ўйнамоқда. Бунда улар технологик жараённинг ажралмас қисми бўлиб келмоқда. Бу ерда технолог жараёнда қатнашаётган ҳамма ускуналарнинг ишлари тўла автоматлаштирилади. Лекин ЙКТТММ ларининг ишларини алоҳида ҳолатда ҳам тўла автоматлаштириш мумкин.

Масалан, юкларни қайта юклаш жойларида донни ёки шунга ўхшаш юкларни кемалардан тушуриб бошқа транспортга тўғридан тўғри юклаш ёки омборга жойлаш ишлари ЙКТТММ лар иштирокида тўла автоматлаштирилиши мумкин.

Осма занжирли конвеерлар орқали белгиланган манзилга юк жўнатиш ишлари ҳам кэнг қўлланилмоқда. Буларнинг ҳаммаси махсус дастур билан бошқариладиган курилмалар билан амалга оширилади.

Дастурли бошқарувни амалга оширишни ҳар хил усуллари мавжуд.

1. Дастурни электромеханик ўчирғичлар билан бошқариш;
2. Дастурни магнит лентага ёки перефараторга ёзиб у билан бошқариш;

Саноат роботлари ва манипуляторлар.

Саноат роботи - юривчи қурилма ва бошқарув қурилмасидан иборат. Манипулятор бу - ишчи қўл ҳаракатларини бажарадиган қурилма. У роботнинг иш бажарувчи органи (механизими)дир. Юривчи қурилма роботни ҳаракатлантириб туради. Бошқарув қурилмаси манипулятор ва технологик усқунани бошқаради. У робот корпусига ўрнатилган ёки роботдан алоҳида бўлиши мумкин.

Булардан ташқари робот ва ташқи муҳит ҳолатини кўрсатиб турувчи ўлчов асбоблари ҳам бор. Оператор бошқарув пулти орқали роботга топшириқ беради, яъни дастурни киритади ва унинг ишини назорат қилиб туради. Эсловчи қурилма берилган дастурни сақлаш учун қабул қилади. Ҳисоблаш қурилмаси берилган дастурни қайта ишлайди, яъни бир қанча математик ҳисобларни бажаради. Қилинадиган ишларнинг турларини, ҳажмини, тартибини белгилайди, қарор қабул қилади ва қарорни сақлаш учун эсловчи қурилмага, амалга ошириш учун юритма ва ҳаракатларни бошарув блокига узатади. ЙХББ дан олинган қарор бўйича манипулятор, юривчи қурилма, технолог усқуналарга буйруқ бериб уларни ҳаракатга келтиради. Манипулятор 7 та йўналиш бўйича ҳаракат қила олади. Унинг қўли звеноларининг ўлчамлари доирасида фазода исталган ҳолатни эгаллаши мумкин. Манипуляторлар одам учун мумкин бўлмаган жойлардаги ҳаракатларда (вакуум, радиация юқори ёки паст температура ва бошқа ҳолатларда) кэнг қўлланилади. Манипуляторда ҳаракатлар тишли филдираклар, ричаглар, гидравлика ва ҳаво орқали узатилади.

Манипуляторлар кузатув тизими билан ҳам жиҳозланган бўлиб, у системада тесқари алоқани амалга оширади, яъни ижрочи механизмдан бошқарув қурилмасига ҳабар беради. Бунда ижрочи механизмга таъсир қилаётган кучлар ҳақида бошқарув қурилмага ахборот беради. Бошқарув қурилмаси унга мос равишда звенонинг бўладиган ҳолатини ҳисоблаб аниқлайди ва ўзгартиради. Бу тизимни икки томонли тизим дейилади. Бу тизимда ахборот ЙХББ дан ЙҚ ва ТУ га, ЙҚ ва ТУ дан ЙХББ га мунтазам келиб туради. Манипуляторнинг бошқарув тизими дастурий бошқарувдан иборат. Лекин у ўрганиш ва оператор бошқарув режимида ҳам ишлаши мумкин. Ўрганиш режимида оператор манипуляторни ўзи бошқариб керакли ишни бажаради. Бунда манипулятор звеноларининг ҳолати датчик орқали ЙХББга узатилади. У ерда улар кодланади. Кодланган ишлар ЭҚга сақлаш учун берилади. Янги дастур пайдо бўлади. Кейинчалик манипулятор ана ўша дастур бўйича иш бажариши мумкин. Роботнинг иш зонаси - бу робот қўли етадиган, яъни иш бажара оладиган фазонинг бир қисми. Роботнинг қўли механик, электромагнитли ва вакуумли бўлади.

Аҳоли турмуш даражасини кундан–кунга ортиб бораётганлиги, турли туман сифатли, ҳар томонлама қулай маҳсулотарга эҳтиёж ошаётганлиги саноатнинг ривожланиши, ўсиши тақоза этмоқда. Саноатнинг ривожланиши унинг механизациялашни ва автоматлаштиришни талаб қилмоқда. Булар эса ўз навбатда саноат роботларини жумладан, кўтариш –ташиш роботларини ишлаб чиқаришни кўпайтиришни, конструкцияларни такомиллаштиришни тақозо қилмоқда. Роботларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этилиши ҳам иқтисодий ҳам техникавий ҳам ижтимоий томонга фойда келтиради.

Комплекс механизациялаш ва автоматлаштириш.

Бирор маҳсулотни ишлаб чиқариш жараёнини комплекс механизациялаш ва автоматлаштириш оқим чизиғи билан амалга оширилади. Бунда жараёни олдинма- кейинлигини ҳисобга олган тартибда технологик ускуналар шу жумладан, ЙКТТММ лар конвеер бўйлаб жойлаштирилади. Конвеер бўйидаги бирор ускуна масалан, ўювчи дастгоҳ тешикни очгандан кейин детални кейинги ускунага (силлиқловчи дастгоҳ) конвеер орқали ўтказди. Оқим чизиғи бўйича ишлайдиган заводлар ҳам бор.

Масалан, машинанинг поршенини ишлаб чиқарадиган заводда алюминий чушка омбордан паток линияга тушиб бу линияда эритилиб, қўйилиб, ишлов берилиб, упаковка қилиниб тайёр маҳсулотлар омборига терилади. Бу ерда одамнинг иши программа тузиш, программа бўйича станокларни ўрнатиш, созлаш ва ишга тушириш, иш даврида унинг ишларини кузатиб туришдан иборат. Поток линия детални кўтариш-тушириш, станокдан станокка узатиш каъби ишларсиз бўлмайди. Охирги пайтларда робот - автоматсозлик саноати тез ривожланмоқда ва юқорида айтилган ишларга робот автоматлар жалб қилинмоқда.

Робот - белгиланган дастур бўйича механик ишлари бажарадиган универсал машина автоматдир. Роботларни ҳар хил жараёнларнинг бажариш учун осон ва тез ростлаш мумкин.

Бошқарув тизими бўйича санаот роботлари уч авлодга бўлинади:

1. Перфолента ёки магнит лентага ёзилган қатъий дастур бўйича ишлайдиган робот-манипулятор. Бу роботлар рақамли дастур билан бошқарилади. Бунда бажарадиган ишни ўзгартириш учун дастурни ўзгартирилади. Лекин ишлаб чиқаришда шундай жараёнлар борки уларни қатъий дастур билан бошқариш қийин.
2. Электрон ҳисоблаш машина орқали бошқариладиган - робот манипулятор. Улар қисман адаптация (атроф муҳитни ҳисобга олиб унга мослашувчанликка) хусусиятига эга. Иш жараёнида назорат қилинаётган параметрлардаги ўзгаришлар тўғрисида ахборотни тўплайди, қайта ишлайди ва унга ўз ишини мослайди, яъни, ўша муҳитга мослашади.

3. Сунъий ақл элементли электрон ҳисоблаш машина орқали бошқариладиган манипулятор. Улар тўла адаптация хусусиятига эга, яъни улар сунъий сезги системаси ёрдамида (эшитиш, кўриш, сезиш ва бошқа) ўзгараётган ҳолатни миясига қабул қилади, қайта ишлайди, қарор қабул қилади ва ишчи механизмга буйруқ беради, шунингдек иш жараёнида тажриба тўплаб билимини оширади, яъни мустақил илм олади. Бу уччала авлодлар бир бирини мустасно қилмайди, ҳар бири ўзи керакли жойда ишлайверади.

Назорат саволлари:

1. Манипуляторларни аниқлиги дэганданимани тушунасиз?
2. Геометрик, кинематик ва динамик хатоликлар нималардан иборат?
3. Манипуляторларнинг аниқликлари қандай ҳисобланади?
4. Аниқликни ҳисоблашга мисол келтиринг.
5. Манипуляторларни бошқариш қандай амалга оширилади?
6. Робототехникада сезгирлик ва мослашиш нималарга боғлиқ?
7. Ишлаб чиқаришда қандай ноаниқликлар бўлиши мумкин?
8. Қандай роботларга Бошқаришли роботлар дейилади?
9. Информацион системаларга мисоллар келтиринг.
10. Локал ва тактик сенсор қурилмалари нималардан иборат?
11. СРларини компоновкасига мисоллар келтиринг.

1. ДАСТ- Давлат Стандарти.
2. Бадя – Алоҳида ишловчи идиш.
3. База – асос.
4. Балка – Тўсин.
5. Ванта – вертикал вазиятда ушлаб турувчи арқон.
6. Восита – Мослама.
7. Гусенисали кран-Ўрмаловчи занжирли кран.
8. Инстукция – Кўрсатма.
9. Кантовка –Юқларни бир ҳолатдан бошқа ҳолатга махсус мосламалар, механизмлар, кранлар ёрдамида ўтказиш, айлантириш, ағдариш, талаб ҳолатига келтириш.
10. Клапан – клапан, қопқоқча.
11. Клейма – Тамға.
12. Колонна – Устун.
13. Консол- Тузилмадан чиқиб, осилиб турувчи ва айрим ҳолларда юк қабул қилувчи қисми.
14. Конструкция – Тузилма.
15. Кулачок – муштумча шаклидаги деталь.
16. Манёврчанлик- Турли ёъналишлар бўйича эркин ва қулай ҳаракатланиш.
17. Маркировка – Белгилаш, тамғалаш.
18. Мачта – Баланд устун.
19. Муфта-Хар-хил диаметрдаги валларни бир-бирига бириктирувчи восита.
20. Обойма – Илгак траверсаси ва блок ўқлари жойланадиган икки томонлама ҳалқа.
21. Перекрития – Ора ёпма.
22. Планка – планка, узун тахтача.
23. Поддон – Тагдон.
24. Покритий – Тепа ёпма.
25. Прогон – прогон, (иншоотда: таянч, учтун).
26. Просесс – жараён.
27. Пульт – бошқарувчи қурилма.
28. Редуктор – Айланишлар сонини камайтириб берувчи қурилма.
29. Рим – Редуктор ва моторларни қўтаришга мўлжалланган ҳалқа қисм.
30. Сваршик – Пайвандловчи.
31. Сигнал – Кран бошқарувчиси ва монтажчилар орасидаги алоқани ўрнатувчи, буйруқ берувчи қўл ҳаракати (қизил байроқча билан).
32. Слэсар –Чилангар.
33. Собачка, трещётка- Тишлик ғилдиракнинг орқага айланиб кетмаслиги учун, унга тиргаклаб қўювчи қисм (деталь).
34. Стрела – Краннинг юк қўтарадиган хартумсимон қисми.
35. Стрелка – кўрсаткич.

36. Строп – Осма эгилувчан восита.
37. Тара – Идиш.
38. Тормоз – машинани секинлатадиган ёки тўхтатадиган мослама.
39. Траверса – траверс, бирор нарсани маҳкамлаш ёки осиб қўйиш учун кўндаланг қўйилган нарса ёки темир мослама.
40. Троллей – Ток ўтказувчи сим.
41. Труба – Қувур.
42. Узел –Боғлам.
43. Унификасиялаш – Бирхиллаштириш.
44. Форсунка – форсунка, суюқ ёхуд кукунсимон моддаларни пуркаб берувчи мослама.
45. Ҳарактеристика – тавсифлаш, таъриф, тавсиф, баҳо, хусусият.
46. Хроповик – тишли ғилдирак.
47. Сапфа – Ўқ ёки валнинг подшипникда айланувчи қисми, бўйни.
48. Шестерня – шестерня, кичик тишли ғилдирак.
49. Шпилька – деталларни бириктириш, маҳкамлаш учун махсус мих.
50. Шпонка – шпонка, қурилмалар қисмларини бир-бирига мустаҳкамлайдиган деталь.
51. Штир – Тиғиз.
52. Штусер – Сирти резъбали калта қувур парчаси.
53. Эксплуатасия – Ишлатиш.
54. Якорь-Ўрнатилган тузилма, лебедка ва бошқа жиҳозларни ташқи тортувчи юк таъсирига қарши ушлаб турувчи мослама.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажак фаёвон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 март “2015-2019 йиллар учун таркибий ислохотлар, модернизация қилиш ва ишлаб чиқаришни диверсификация қилишга доир чора-тадбирлари дастури тўғрисида”ги ПҚ-4707-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 28 ноябрь “Пахтачилик тармоғини бошқариш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-3408-сонли Қарори.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.
14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май

“Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 29 октябрь “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармони.

19. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2020 йил 25 январдаги Олий Мажлисга Мурожаатномаси.

20. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 22 июнь “Пахта-тўқимачилик ишлаб чиқаришини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” 397-сонли Қарори.

Ш. Махсус адабиётлар

22. Абдугаффаров Х.Ж., Сафоев А.А. ва бошқ. «Конструкция материаллар технологияси». Дарслик. Т.: Адабиёт учқунлари, 2018. - 172 б.

23. Hwanki LEE. Yigirish jarayonida siafat nazorati va toʻgʻriomadagi nuqsonlarning oldini olish. Oʻquv qoʻllanma. – Seoul, Korea.: Thinkbook Company, 2015. - 288 b.

24. Purushothama B. Work Quality Management in the Textile Industry. Elsevier Science Limited. Inland 2013.

25. Safoev A.A., Abdugaffarov H.J. “Mashinasozlik texnologiyasi va loyihalash asoslari” T. “Sano-standart” 2014. - 288 b.

26. Salimov A., Wang Hua, Tuychiev T., Madjidov Sh. Technology and equipment for primary cotton processing. / Ўқув қўлланма. Донгхуа, Хитой – 2019. – 189 б.

27. Tünde Kirstein. Multidisciplinary Know-How for Smart-Textiles Developers. Elsevier. Swetherland, 2013.

28. Xiaoming Tao. Handbook of Smart Textiles. Springer. Germany. 2015.

29. William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials science and engineering /Wiley and Sons. UK, 2014. – 896 б.

IV. Интернет сайтлар

30. <http://edu.uz>.

31. <http://lex.uz>.

32. <http://bimm.uz>.

33. <http://ziyonet.uz>.

34. <http://natlib.uz>.

35. <http://isicad.ru/ru>.