

Ушбу услубий кўрсатмада "Машина ва механизмлар назарияси" фанидан қуйидаги 5320200-Машинасозлик технологияси ва машинасозлик ишлаб чиқаришини автоматлаштириш, 5320300-Технологик машиналар ва жиҳозлар (тармоқлар бўйича), 5111020-Касб таълими: қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш, 5111014-Касб таълими: ерусти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси, 5310600-Ерусти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси (транспорт турлари бўйича) таълим йўналишлари талабаларига курс лойиҳаси (иши) ни бажариш учун зарур бўлган тавсиялар, кўрсатмалар келтирилган.

Тузувчилар: т.ф.н. доц. Мухамедов Ж.
т.ф.н. доц. Умурзақов А.
асс. Абдуваҳобов Д.
асс. Қосимов А.

Тақризчилар: т.ф.д. проф. Бойбобоев Н.

Ушбу услубий кўрсатма Касб таълими (Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш) кафедрасининг «___» «_____» 201 йилдаги № - сонли баённомаси билан муҳокама қилинган ва тавсия қилинган.

Услубий кўрсатма Наманган муҳандислик-педагогика институти илмий-услубий кенгашида кўриб чиқилган ва мувофиқлаштирувчи кенгашга тавсия қилинган «___» «_____» 201 й. № -сонли мажлис баёни. Т/р № ___.

Кириш

Механизм ва машиналар назарияси курси механизмлар яратиш, лойиҳалаш ва уларни текширишнинг назарий ҳамда амалий усулларини ўргатади. Сифатли машина яратиш муҳандислик ҳисоблашлари билан узвий боғлаб олиб борилади ва бу ҳисоблашлар алоҳида усулларга асосланади. Бу усулларга механизмнинг схемасини тўғри танлаш ва уни кинематикасини ва динамикасини ҳисоблаш киради.

Ҳозирги техника тараққиётининг барча соҳаларидаги технологик жараёнлар ишлаб чиқаришни саводли муҳандис, малакали мутахассислар бошқаришини талаб қилади. Ўз навбатида ҳар бир муҳандис механизм ва машиналар лойиҳалаш, уларни текшириш, такомиллаштириш усулларини яхши билиши керак.

Механизм ва машиналар назарияси курсидан курс лойиҳа, (иши) бажарилгандагина бу фан пухта ва мукамал ўрганилади. Курс иши, лойиҳа бажарилиш жараёни бу курснинг асосий қисмларини ўз қамровига олади.

Механизм ва машиналар назарияси курси **5111020-Касб таълими: қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш, 5111014-Касб таълими: ерусти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси, 5310600-Ерусти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси (транспорт турлари бўйича) таълим йўналишларига бир семестр ва 5320200-Машинасозлик технологияси ва машинасозлик ишлаб чиқаришини автоматлаштириш, 5320300-Технологик машиналар ва жиҳозлар (тармоқлар бўйича) таълим йўналишларига эса икки семестр** давомида ўрганилади.

Аввал ричагли механизмларини структуравий, кинематик ва кинетостатикавий текширишлар юзасидан курс лойиҳа (иши), кейин тишли ва кулачокли механизмлар юзасидан курс лойиҳа (иши) лари бажарилади.

Талаба механизмнинг таркибидаги звено, кинематик жуфт ва группанинг геометрик ва кинематик, динамик параметрларини ҳисоблаш усулларининг асосларини яхши ўрганиб чиқса, у ҳар қандай тузилишга эга бўлган механизмни бемалол лойиҳалаш ва тадқиқ этиши мумкин.

Кўрсатмада ясси (текис) механизм лойиҳалаш ва уни текшириш усуллари берилди. Бу кўрсатма олий ўқув юртлари талабаларига мўлжаллаб ёзилди.

Курс лойиҳаси (иши) топшириқларини бажариш тартиби

Курс лойиҳа (иши) учта варақ ва ҳисоб-тушунтирув ёзувидан иборат бўлиб, уни ўқитувчи беради. Талабалар курс лойиҳаси (иши)ни ўзларининг гуруҳ журналига мос келган рақам бўйича оладилар. Талаба гуруҳ журналининг тартиб рақами бўйича курс лойиҳаси (иши)нинг типи ва вариантыни танлаб олади.

Курс лойиҳа (иши) куйидаги 3 та топшириқ асосида бажарилиши керак:

Лойиҳа (иш) нинг чизмалари А2 формат (594X420 мм) бўлган варақ (ватман) да бажарилади. Бунда:

1-топшириқ: Текис ричаг-шарнирли механизмнинг структураси, кинематикаси ва кинетостатикасини текшириш;

2-топшириқ: Тишли редукторни лойиҳалаш ва уни текшириш,

3-топшириқ: Кулачокли механизмни лойиҳалаш ишлари бажарилади.

Курс лойиҳаси (иши) ни ҳисоб-тушунтирув қисми А4 форматли (210X297 мм) варақда бажарилиб, муқовасини намунада кўрсатилгандек (5,6-бетлар) бажарилиши лозим. Ёзув варақнинг 1-чи томонига чиройли ва тушунарли қилиб ёзилади. Тиқиш учун чап томондан 30 мм, қолган томонлардан эса 10 мм дан жой қолдирилади. Тушунтирув ёзувиға қисқартиришлар киритиш мумкин эмас, фақатгина ДСТ бўйича рухсат этилган қисқартиришлар бўлиши мумкин. Ёзувда қабул қилинган формулалар, қабул қилинган катталиқлар, коэффициентлар, стандартлар қайси адабиёт ва маълумотномадан олингани кўрсатиб ўтилиши керак.

Шунингдек, иш мавзуси, топшириқ вариантлари таркиби рақами ҳамда ишни бажарган талаба ва иш раҳбарининг исми шарифи кўрсатилади.

Ҳисоб-тушунтирув ёзуви 10-15 бет бўлиб, у конструкторлик хужжатлари ҳисобланади. Чизмаларни ватман қоғозға чизилади.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Наманган муҳандислик-педагогика институти

«_____» факультети

Касб таълими (Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш)
кафедраси

«Машина ва механизмлар назарияси» фанидан

I тип

_ вариант

Бажарди:

(талабанинг гуруҳи, исми, фамилияси)

Рахбар:

(ўқитувчининг исми, фамилияси)

Наманган – 2015

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Наманган муҳандислик-педагогика институти

«_____» факультети

Касб таълими (Қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш)
кафедраси

«Машина ва механизмлар назарияси» фанидан курс
(иши) лойиҳасини бажариш бўйича

Ҳисоб-тушунтирув ёзуви

Бажарди:

(талабанинг гуруҳи, исми, фамилияси)

Рахбар:

(ўқитувчининг исми, фамилияси)

Наманган - 2015

I ТОПШИРИҚ

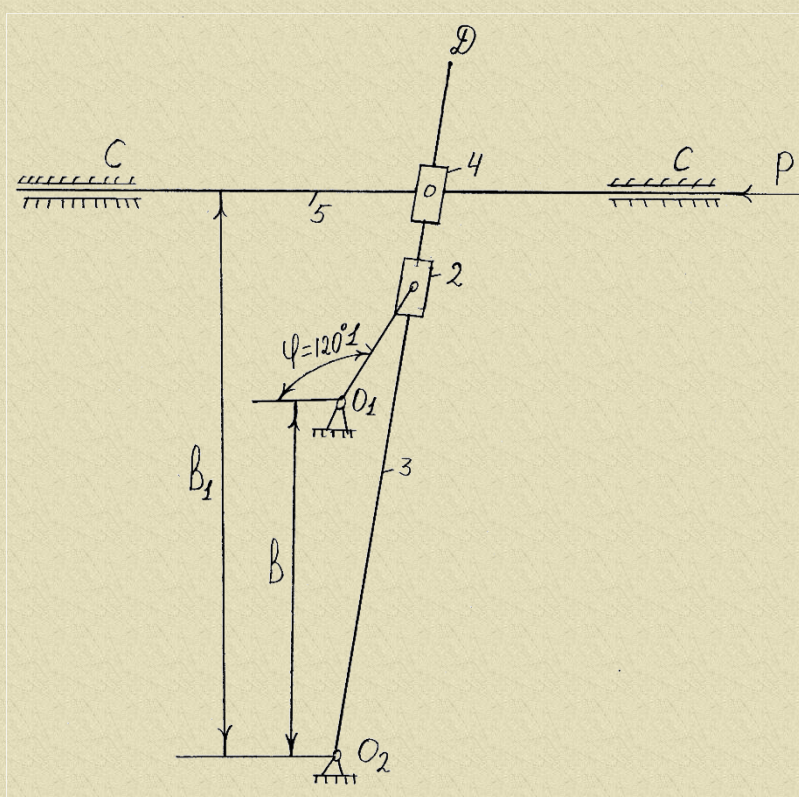
МАВЗУ: ТЕКИС РИЧАГЛИ ШАРНИРЛИ МЕХАНИЗМЛАРНИНГ
СТРУКТУРАСИ, КИНЕМАТИКАСИ ВА КИНЕТОСТАТИКАСИНИ
ТЕКШИРИШ.

1-шаклда кўрсатилган механизмнинг куйидаги геометрик параметрлари берилган;

$$O_1A = 0,14 \text{ м}, \varphi = 120^\circ, n_1 = 90 \text{ айл/мин}, P = 100 \text{ Н}$$

$$v = 2,5 \cdot O_1A, v_1 = 4 \cdot O_1A, O_2D = 5 \cdot O_1A.$$

Демак звено 1 нинг $\varphi = 120^\circ$ да туриш вазияти учун механизмни текшираимиз.



1-шакл

1.1. Механизмнинг структурасини текшириш

1.1.1. Механизмнинг кинематик схемасини чизиш.

Бунинг учун механизмнинг узунлик масштабини танлаймиз;

$$\mu_l = \frac{O_1A}{O_1A} = \frac{0,14 \text{ м}}{30 \text{ мм}} = 0,0046 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

яъни етакчи ҳақиқий узунлиги $O_1A = 0,14 \text{ м}$ бўлган звено 1 ни схемада 30 мм ли кесмага алмаштириб чизамиз. Барча кўзгалмас айланма кинематикавий жуфтларнинг марказларини белгилаймиз. Сўнг етакчи звено 1 нинг $\varphi = 120^\circ$ га

бурилган вазиятини чизиб, унга барча Ассур группаларини бирлаштириб чиқамиз.

а) бошланғич звено 1 билан қўзғалмас стойка O_1 ни чизмада белгилаймиз;

б) стойка марказидан горизантал ўққа нисбатан берилган 120° бурчак остида тўғри чизик ўтказамиз ва бу чизикда $\overline{O_1A} = 30 \text{ мм}$ ли кесмани белгилаб, етакчи звенонинг A_1 нуқтасини оламиз. Сўнгра 2-3 ва 4-5 звенолардан тузилган Ассур группаларини улаймиз;

в) у-у вертикал ўқ чизигида 3 чи ва O_2 звенолардан тузилган айланма кинематикавий жуфтларнинг маркази O_2 ни белгилаймиз. O_2 нуқта O_1 нуқтадан қуйидаги масофада жойлашган ва \bar{v} ҳарифи билан белгиланган;

$$\bar{v} = \frac{2,5 \cdot O_1A}{\mu_1} = \frac{2,5 \cdot 0,14 \text{ м}}{0,0046} = 75 \text{ мм}$$

Демак O_2 нуқтани O_1 нуқтадан $\bar{v} = 75 \text{ мм}$ масофада жойлаштириб схемага белгилаймиз;

г) O_2 нуқтани A нуқта билан бирлаштириб, унда звено 3 чизигини ўтказамиз. Бу чизигни узунлиги қуйидагича топилади

$$\overline{O_2D} = \frac{O_2D}{\mu_1} = \frac{5 \cdot 0,14 \text{ м}}{0,0046} = 150 \text{ мм}$$

A_{12} нуқтада звено (тош) 2 ни звено 1 билан бирлаштириб, унда айланма кинематикавий жуфтни хосил қиламиз. Звено 2 кулиса 3 бўйлаб силжийди ва у билан бирга айланади;

д) O_2 нуқтадан \bar{v}_1 масофада с-с горизантал текисликда 5 звенони ҳаракат чизигини белгилаймиз

$$\bar{v}_1 = \frac{v_1}{\mu_1} = \frac{4 \cdot 0,16 \text{ м}}{0,0046} = 120 \text{ мм}$$

1.1.2 Механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини ва тузилиш формуласини ёзамиз.

Механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини П.Л.Чебешев формуласи билан ҳисоблаймиз;

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

бу ерда; n -қўзғалувчи звенолар сони

P_5 - 5 класс кинематикавий жуфтлар сони

P_4 - 4 класс кинематикавий жуфтлар сони

Бу механизмда ҳаммаси бўлиб 5 та қўзғалувчи звено бор;

звено 1-кривошип, звено 2-тош, звено 3-кулиса, звено 4-тош, звено 5-ўқ, яъни $n=5$

V класс кинематикавий жуфтлар сони P_5 ни ҳисоблаймиз. Берилган механизмда O_1 , O_2 , A, B нуқталарида 4 та айланма ва 2 звенони 3 звенога

(кулисага), 3 звенони 4 звенога, 5-звенони С-С йўналтирувчига нисбатан илгариланма харакатларидир.

$$W = 3n - 2P_5 - P_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1$$

бўлади. Демак, механизмдаги барча звеноларнинг маълум харакатини олиш учун битта етакчи звено етарли. Бу механизмда етакчи звено сифатида O_1A кривошипни қабул қилинган.

Механизмни Ассур группаларига ажратамиз. Группаларга тарқатиш асосан, етакчи звенодан энг узоқда бирлашган группаларни ажратишдан бошланади. Механизмдан битта Ассур группаси ажратилгандан сўнг қолган қисмининг кўзгалувчанлик даражаси $W_{к1}$ бўлиши керак.

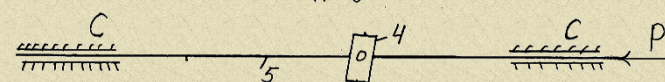
Механизмда битта етакчи звено қолгунча группаларни ажратамиз. Текширилаётган механизмда 4-5 ва 2-3 Ассур группаси мавжуд. Ҳамда кўзгалувчанлик даражаси 1 га тенг бўлган етакчи звено бор (2-шакл).

Механизмнинг тузилиш формуласи қуйидагича ёзилади:

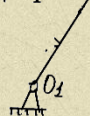
$$I_{(1)} - II_{(2.3)} - II_{(4.5)}$$

Ассур грух звено 4-5

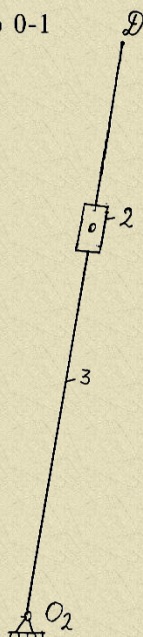
$$W=0$$



Ассур грух звено 0-1
 $W=1$



Ассур грух звено 2-3
 $W=0$



2-шакл

1.2. Механизмнинг кинематикасини текшириш

1.2.1 Механизм нуқталарининг траекториясини аниқлаш.

а) Етакчи звенонинг бир марта тўла айланишидаги 12 вазиятини чизамиз (3-шакл, а). Бунинг учун O_1 марказдан $O_1A=30$ мм радиус билан A_1 нуқтанинг траекториясини билдирувчи айлана чизамиз. Бу айланани тенг 12 қисмга бўламиз ва кривошипнинг ҳар 30° га бурилган вазиятини ингичка чизик билан чизамиз.

б) O_1 марказдан ўтувчи у-у йўналтирувчида b кесмани ўлчаб O_2 марказни топамиз ва O_2D радиусда ёй чизамиз. с-с йўналтирувчи изини топиш учун O_2 марказдан b_1 масофада чизик чизамиз. O_2D радиусни A нуқтани хар бир изида яъни $A_1, A_2, A_3 \dots A_{12}$ нуқталардан ўтказиб, с-с йўналтирувчида B нуқтани $B_1, B_2, B_3 \dots B_{12}$ изини топамиз.

в) O_2D ни оғирлик маркази S_3 ўртасида деб қабул қилиб 12 та ҳолат учун S_3 нуқтани траекториясини топиб, қизил қаламда бирлаштириб чиқамиз. Хосил бўлган шакл 3-звенонинг оғирлик марказини траекторияси бўлади (3-шакл, а).

1.2.2 Тезликлар планини тузиш

а) Кривошипнинг бурчак тезлигини аниқлаймиз

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 90}{30} = 9,42 \frac{рад}{с}$$

б) Кривошипнинг A_1 нуқтаси билан звено 2 тошнинг A_2 нуқтаси A_{12} нуқтада шарнир билан улангани учун уларнинг тезликлари тенг бўлади:

$$V_{A_{12}} = \omega_1 \cdot O_1A = 9,42 \cdot 0,14 = 1,318 \frac{м}{с}$$

в) Тезликлар планинг μ_v коэффициентини аниқлаймиз

$$\mu_v = \frac{V_{A_{12}}}{Pa_{12}} = \frac{1,318}{30 \text{ мм}} = 0,044 \frac{м/с}{мм}$$

бу коэффициент хар бир миллиметр кесмада неча $м/с$ хақиқий тезлик борлигини кўрсатади.

г) Листнинг ихтиёрий бир жойида тезликлар планинг қутб нуқтаси P ни танлаймиз. Қутб нуқтасидан кривошипнинг йўналиши бўйича кривошип O_1A га тик чизик чизамиз ва $Pa_{12} = 30 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз (3-шакл, б).

д) Кулисанинг A_3 нуқтаси (шу ҳолатда) тошнинг A_2 нуқтасига мос келиб, у стойканинг O_2 шарнири отрофида айланади. Унинг вектор тенгламаси куйидагича ёзилади.

$$\begin{aligned} \vec{V}_{A_3} &= \vec{V}_{A_{12}} + \vec{V}_{A_3A_2} \\ \vec{V}_{A_3} &= \vec{V}_{O_2} + \vec{V}_{A_3O_2} \end{aligned}$$

бу ерда; $\vec{V}_{A_{12}}$ - кривошипнинг A нуқтасининг тезлиги, бу тезлик бизга маълум у Pa_{12} кесмага тенг;

$\vec{V}_{A_3A_2}$ - кулиса A_3 нуқтасининг, тошни A_2 нуқтасига нисбатан тезлиги (унинг тезлик вектори A_3O_2 кулисага праллел йўналади, унинг қиймати эса номаълум);

\vec{V}_{O_2} - O_2 нуқтанинг тезлиги (у нолга тенг);

\vec{V}_{A_3} - кулиса A_3 нуқтасининг, O_2 нуқтага нисбатан тезлиги (унинг тезлик вектори A_3O_2 кулисага тик йўналган, унинг қиймати эса номаълум);

е) Юқоридаги тенгламаларнинг биринчисига асосан, тезликлар планинг a_{12} нуқтасидан кинематикавий схемадаги A_3O_2 кулисага нисбатан параллел чизик, иккинчисига биноан эса P нуқтадан A_3O_2 га тик чизик ўтказамиз. Икки нуқтанинг кесишуvidан ҳосил бўлган a_3 нуқта A_3 нуқтанинг абсолют чизигли тезлигини беради.

ж) Кулисани B ва D нуқталарининг тезлигини аниқлаш учун кесмалар ўхшашлигидан фойдаланиб қуйидаги пропорция орқали тезликлар планида чизиладиган \vec{Pb} ва \vec{Pd} кесмаларнинг қиймати аниқланади ва

$$\frac{\vec{O_2B}}{Pb} = \frac{\vec{O_2A_3}}{Pa_3} ; \quad \vec{Pb}_3 = \frac{\vec{O_2B} \cdot \vec{Pa_3}}{\vec{O_2A_3}} = \frac{27,3 \cdot 121}{101} = 33 \text{ мм}$$

$$\frac{\vec{O_2D}}{Pd} = \frac{\vec{O_2A_3}}{Pa_3} ; \quad \vec{Pd} = \frac{\vec{O_2D} \cdot \vec{Pa_3}}{\vec{O_2A_3}} = \frac{27,3 \cdot 150}{101} = 40,8 \text{ мм}$$

эканлигини аниқлаймиз. Тезликлар планидаги Pa_3 векторнинг давомида \vec{Pb} ва \vec{Pd} кесмаларни чизамиз. Бу ерда $\vec{O_2A_3}$ ва Pa_3 кесмаларнинг қийматлари ўзгарувчан бўлиб, у механизмнинг турли вазиятларида турлича бўлади. Схемадаги S_3 нуқтанинг тезлиги ҳам пропорция орқали аниқланади.

$$\vec{Ps}_3 = \frac{\vec{O_2S_3} \cdot \vec{Pa_3}}{\vec{O_2D}} = 0,5 \cdot \vec{Pd} = 0,5 \cdot 40,8 = 20,4 \text{ мм}$$

з) $v_{B_{45}}$ тезликни топиш учун қуйидаги вектор тенгламани тузамиз:

$$\vec{V}_{B_{45}} = \vec{V}_B + \vec{V}_{BB_{45}}$$

$$\vec{V}_{B_{45}} = \vec{V}_{c-c} + \vec{V}_{C-CB_{45}}$$

бу ерда: \vec{V}_B - B нуқтанинг чизигий тезлиги;

\vec{V}_{C-C} - (с-с) йўналтирувчи тезлиги, у қўзғалмас бўлгани учун нолга тенг;

$\vec{V}_{BB_{45}}$ - тезлик кулисага параллел йўналган;

$\vec{V}_{C-CB_{45}}$ - тезлик с-с йўналтирувчига параллел йўналган.

Юқоридагиларга асосан тезликлар планидаги b нуқтадан схемадаги O_2D звенога параллел чизик ўтказамиз ва P қутб нуқтадан с-с га нисбатан параллел чизик ўтказамиз. Икки чизикнинг кесишиш нуқтаси (b_{45}) \vec{Pb}_4 -яъни $\vec{V}_{B_{45}}$ - абсолют чизигли тезлик ҳосил бўлади.

л) Тезликларни ҳақиқий (сколяр) миқдорини топиш учун тезликлар планидаги керакли тезлик векторини ўлчаб олиб қўйидаги 12 ҳолати учун жадвал тўлдирилади.

$$V_{A_{12}} = pa_{12} \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_B = p\beta \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_{A_3} = pa_3 \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_{B_{45}} = p\beta_{45} \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_D = pd \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_{S_3} = ps_3 \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_{A_2A_3} = a_3 a_{12} \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

$$V_{BB_{45}} = \beta\beta_{45} \cdot \mu_v, \text{ м/с}$$

1-жадвал

Тезликлар жадвали

Белгиланиши	Ҳолатлардаги қийматлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V_{A_{12}}, \text{ м/с}$												
$V_B, \text{ м/с}$												
$V_{A_3}, \text{ м/с}$												
$V_{B_{45}}, \text{ м/с}$												
$V_D, \text{ м/с}$												
$V_{S_3}, \text{ м/с}$												
$V_{A_2A_3}, \text{ м/с}$												
$V_{BB_{45}}, \text{ м/с}$												

м) 3 звенонинг бурчак тезлигини топиш

$$\omega_3 = \frac{v_{O_2A_3}}{O_2A_3} = \frac{1,188}{101 \cdot 0,0046} = 2,56 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

1.2.3 Тезланишлар планини тузиш.

а) Кривошипнинг A_{12} нуктасини тезланишини аниқлаймиз. Етакчи O_1A звено ўзгармас бурчак тезлик билан айланади. A_1 нуктанинг уринма тезланиши нолга тенг, чунки $\omega_1 = \text{const}$ $\varepsilon_1 = 0$, бўлади. Унинг қиймати қуйидагича топилади;

$$a_A = a_{O_1A}^n = \omega_1^2 \cdot O_1A = 9,42^2 \cdot 0,14 = 12,42 \frac{\text{м}}{\text{сек}^2}$$

б) Тезланишлар планининг масштаб коэффициенти μ_a ни танлаймиз:

$$\mu_a = \frac{a_{A_{12}}}{\pi a_{12}} = \frac{12,42}{30 \text{ мм}} = 0,414 \frac{\text{м/сек}^2}{\text{мм}}$$

в) Чизмадаги π кутб нуқтасини ихтиёрий танлаймиз. Ундан O_1A кривошипга параллел қилиб, A_1 нуқтадан O_1 нуқта тамон нормал тезла ниш вектори йўналишини чизамиз. Бу чизиқда $\pi a_{12} = 30 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз.

г) Кулисанинг A_3 нуқтасини тезланишини аниқлаш учун тошнинг A_2 нуқтаси ва O_2 нуқтасига нисбатан вектор тенгламасини ёзамиз:

$$\vec{a}_{A_3} = \vec{a}_{A_{12}} + \vec{a}_{A_3A_2}^k + \vec{a}_{A_3A_2}^r$$

$$\vec{a}_{A_3} = \vec{a}_{O_2} + \vec{a}_{A_3O_2}^n + \vec{a}_{A_3O_2}^t$$

бу ерда; $\vec{a}_{A_{12}}$ тезланишини ҳам сколяр миқдори, ҳам вектор йўналиши аниқ;

$$a_{A_3A_2}^k = 2 \cdot \omega_3 \cdot V_{A_3A_2} = 2 \cdot 2,56 \cdot 0,528 = 2,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Кариолис тезланишни йўналишини аниқлаш $\vec{V}_{A_3A_2}$ тезликни ҳаракат йўналиши бўйича 90° га бурилганига тенг. Кесма узунлигини топиш учун тезланиш масштабига бўламиз:

$$\vec{a}_{A_3A_2}^k = \frac{a_{A_3A_2}^k}{\mu_a} = \frac{2,7}{0,414} = 6,5 \text{ мм}$$

$\vec{a}_{A_3A_2}^r$ -релатив тезланиш $a_{A_3A_2}^k$ га перпендикуляр йўналган. Тезланиш планида a_{12k} га перпендикуляр ўтказамиз.

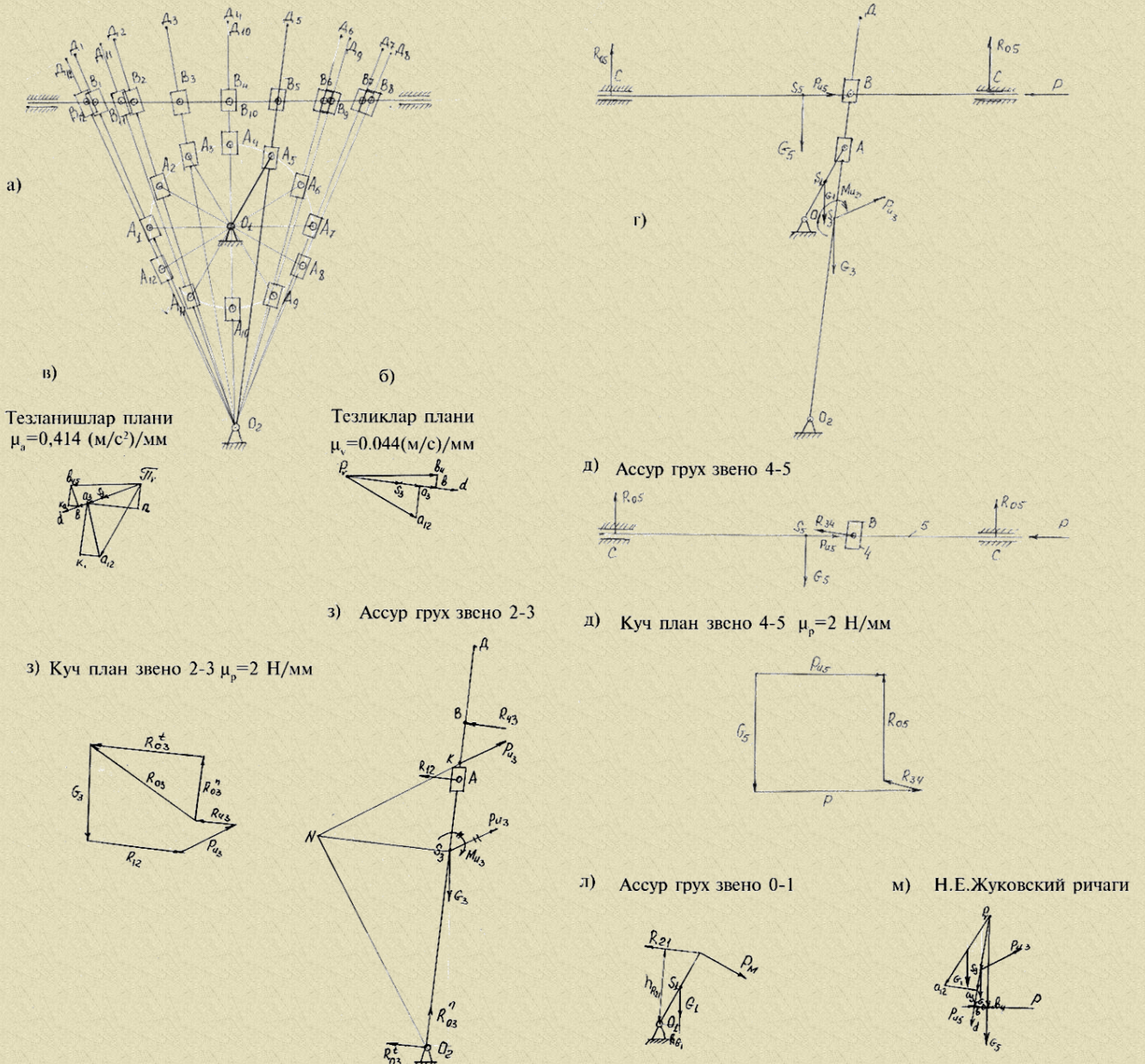
$$a_{A_3O_2}^n = \omega_3^2 \cdot AO_2 = 2,56^2 \cdot (AO_2 \cdot \mu_1) = 6,55 \cdot 121 \cdot 0,0046 = 3,65 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

3-звенони O_2 нуқтага нисбатан ҳаракатидаги нормал тезланиш унинг вектори A_3O_2 звенога параллел ва O_2 марказга қараб йўналган. Кесма узунлигини топиш учун тезланиш масштабига бўламиз:

$$\vec{a}_{A_3O_2}^n = \frac{a_{A_3O_2}^n}{\mu_a} = \frac{3,65}{0,414} = 8,8 \text{ мм}$$

$\vec{a}_{A_3O_2}^t$ -кулисадаги A_3 нуқтанинг уринма тезланиши, унинг вектори A_3O_2 кулисага тик йўналган.

Ричакли механизмни кинематик ва кинестатик текшириш $\mu_f=0.0046$ м/мм



3-шакл

Икки $\vec{a}^r_{A_3A_2}$ ва $\vec{a}^t_{A_3O_2}$ векторларнинг кесишидан ҳосил бўлган a_3 нуқта, кулисанинг A_3 нуқтасининг абслют тезланишини ҳосил қилади.

д) 3 - звенонинг В нуқтаси А нуқтани давомида ётганлиги сабабли В нуқтани тезланишини пропорциядан фойдаланиб топиш мумкин.

$$\frac{\overrightarrow{O_2A_3}}{\overrightarrow{O_2B}} = \frac{\overrightarrow{\pi a_3}}{\overrightarrow{\pi b}} ; \quad \overrightarrow{\pi b} = \frac{\overrightarrow{O_2B} \cdot \overrightarrow{\pi a_3}}{\overrightarrow{O_2A_3}} = \frac{20,5 \cdot 121}{101} = 24,5 \text{ мм}$$

Худди шунга ўхшаш Д нуқтани ҳам тезланишини топиш мумкин.

$$\frac{\overrightarrow{O_2A_3}}{\overrightarrow{O_2D}} = \frac{\overrightarrow{\pi a_3}}{\overrightarrow{\pi d}} ; \quad \overrightarrow{\pi d} = \frac{\overrightarrow{O_2D} \cdot \overrightarrow{\pi a_3}}{\overrightarrow{O_2A_3}} = \frac{20,5 \cdot 150}{101} = 30,4 \text{ мм}$$

Тезланишлар планидаги кутб нуқтаси π дан $\overrightarrow{\pi a_3}$ кесманинг давомида $\overrightarrow{\pi b} = 24,5 \text{ мм}$ ва $\overrightarrow{\pi d} = 30,4 \text{ мм}$ кесмаларни олиб, b ва d нуқталарни белги лаймиз.

е) Кулисанинг масса маркази S_3 нинг тезланишини кесмалар нисбатидан фойдаланиб аниқлаймиз.

$$\overrightarrow{\pi S_3} = \frac{\overrightarrow{O_2 S_3} \cdot \overrightarrow{\pi b}}{\overrightarrow{O_2 B}} = 0,5 \cdot \pi d = 0,5 \cdot 30,4 = 15,2 \text{ мм}$$

ж) Механизмнинг 4-5 звенолар группасининг тезланишларини аниқлаймиз. Бунинг учун қуйидаги вектор тенгламани ёзамиз;

$$\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{BB_{45}}^k + \vec{a}_{BB_{45}}^r$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_X + \vec{a}_{BB_{45}C-C}^k + \vec{a}_{B_{45}C-C}^r$$

$$a_{BB_{45}}^k = 2 \cdot \omega_3 \cdot V_{BB_{45}} = 2 \cdot 2,56 \cdot 0,22 = 1,13 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Кариолис тезланишни йўналишини аниқлаш учун $\vec{V}_{BB_{45}}$ тезликни ҳаракат йўналиши бўйича 90° га бурамиз. Кесма узунлигини топиш учун тезланиш масштабига бўламиз:

$$\vec{a}_{BB_{45}}^k = \nu k = \frac{a_{BB_{45}}^k}{\mu_a} = \frac{1,13}{0,414} = 2,72 \text{ мм}$$

$\vec{a}_{BB_{45}}^r$ -релятив тезланиш $a_{BB_{45}}^k$ га перпендикуляр йўналган. Тезланишлар планидаги b_k га тик чизиқ чизамиз ва шу ҳолда қолдириб иккинчи тенгламага ўтамиз. $\vec{a}_{C-C} = 0$ га тенг, $\vec{a}_{B_{45}C-C}^k = 0$ нолга тенг чунки 5- звено фақат С-С йўналтирувчи бўйлаб ҳаракат қила олади холос. $\vec{a}_{B_{45}C-C}^r$ - С-С йўналтирувчига параллел йўналган. Тезланишлар планида π полюсдан С-С га параллел чизиқ чизиб юқорида чизилган b_k кесмага тик чизиқ билан учрашади. Учрашган нуқта b_{45} бўлади, яъни $a_{b_{45}}$ тезланиш аниқланган бўлади.

Тезланишлар планини схеманинг 12 та ҳолати учун чизиб қуйидаги жадвални тўлдирамиз.

$$a_{A_{12}} = \pi a_{12} \cdot \mu_a =$$

$$a_{A_3} = \pi a_3 \cdot \mu_a =$$

$$a_B = \pi b \cdot \mu_a =$$

$$a_D = \pi d \cdot \mu_a =$$

$$a_{B_{45}} = \pi b_{45} \cdot \mu_a =$$

$$a_{S_3} = \pi s_3 \cdot \mu_a =$$

$$a_{A_{12}A_3} = a_{12} a_3 \cdot \mu_a =$$

$$a_{O_2A_3} = \pi a_3 \cdot \mu_a =$$

$$a_{BB_{45}} = \nu b_{45} \cdot \mu_a =$$

Тезланишлар жадвали

Белгиланиши	Ҳолатлардаги қийматлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$a_{A_1A_2}, \text{м/с}^2$												
$a_{A_3}, \text{м/с}^2$												
$a_B, \text{м/с}^2$												
$a_D, \text{м/с}^2$												
$a_{B_{45}}, \text{м/с}^2$												
$a_{S_3}, \text{м/с}^2$												
$a_{A_1A_2A_3}, \text{м/с}^2$												
$a_{O_2A_3}, \text{м/с}^2$												
$a_{BB_{45}}, \text{м/с}^2$												

1.3. Механизмни берилган ҳолат учун кинетостатик ҳисоблаш.

Механизмни кинетостатик ҳисоблашнинг асосий вазифаси куйидагилардан иборат:

- Механизм звеноларига таъсир этувчи кучларни аниқлаш;
- кинематик жуфтларда ҳосил бўлган реакция кучларини ва етакчи звенодаги мувозанатловчи кучни аниқлаш.

- механизмга таъсир этувчи ташқи куч шток тезланишининг йўналишига қарама-қарши йўналган ва $P = 320 \text{ Н}$ га тенг.

Механизмни кинетостатик ҳисоблаш асосан, етакчи звенога энг охири бирлашган Ассур группасини ҳисоблашдан бошланади. Сўнгра унга кетма-кет бирлашган бошқа группалар ҳисобланади. Етакчи звенони мувозанатловчи R_m аниқланади. Даламбер принципига кўра, берилган ташқи кучлар ва ҳосил бўлган инерция кучлари таъсирида механизмни мувозанатда деб қараб, ҳисоблашни куйидаги тартибда бажарамиз.

1.3.1 Механизм звеноларининг массаси, оғирлик кучи ва инерция кучларини аниқлаш.

а) Ричагли звеноларнинг массалари қиймати куйидаги формуладан топилади.

$$m = q \cdot l, \text{ кг}$$

бу ерда: q -ричагнинг узунлиги бўйича массаси(звено узунлигининг ҳар бир метри массаси 10 кг/м га тенг деб оламиз)

l – звенонинг узунлиги, м.

Кривошипнинг массаси ва оғирлиги куйидагича

$$m_1 = q \cdot O_1A = 10 \cdot 0,14 = 1,4 \text{ кг}$$

$$G_1 = g \cdot m_1 = 9,81 \cdot 1,4 = 13,7 \text{ Н}$$

2-звено (тош)ни массаси кичик бўлганлиги сабабли уни ҳисобга олмаймиз.

3- звено (кулиса)ни массаси ва оғирлиги

$$m_3 = q \cdot O_2 D = 10 \cdot 0,7 = 7 \text{ кг}$$

$$G_3 = g \cdot m_3 = 9,81 \cdot 7 = 68,7 \text{ Н}$$

4-звено (тош)ни ҳам массаси кичик бўлганлиги сабабли уни ҳисобга олмаймиз.

5- звено (шток)ни массаси

$$m_5 = q \cdot C - C = 10 \cdot 0,883 = 8,83 \text{ кг}$$

С-С масофани ҳисоблаш учун В нуқтани четки холатларини белгилаб, ўлчаб оламиз ва икки учига 0,20 м дан қўшамиз. $B_{12} B_8 = 105 \text{ мм}$

$$C - C = 105 \cdot \mu_l = 9,81 \cdot 7 + 2 \cdot 0,20 = 0,483 + 0,4 = 0,883 \text{ м}$$

$$G_5 = g \cdot m_5 = 9,81 \cdot 8,83 = 86,6 \text{ Н}$$

в) Кулисанинг инерция моментини ҳисоблаймиз:

$$I_{S_3} = 0,1 \cdot m_3 \cdot O_2 D^2 = 0,1 \cdot 7 \cdot 0,7^2 = 0,343 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

г) Механизм звеноларида ҳосил бўладиган инерция кучларини ҳисоблаймиз:

Кулисани инерция кучи

$$P_{u_3} = -m_3 \cdot a_{S_3} = -7 \cdot 6,4 = -44,8 \text{ Н}$$

Штокни инерция кучи

$$P_{u_5} = m_4 \cdot a_{\theta_4} = -8,83 \cdot 10,76 = -95 \text{ Н}$$

Кулисанинг инерция иоменти

$$M_{u_3} = I_{S_3} \cdot \varepsilon_3 = 0,343 \cdot 16,03 = 5,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad \varepsilon_3 = \frac{a'_{O_2 A}}{O_2 A} = \frac{7,45}{0,4646} = 16,03 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$$

барча кучларни йўналишлари бўйича механизмга қўямиз(3-шакл, д)

1.3.2 Механизм звеноларини умумий инерция кучлари қўйилган нуқтани аниқлаш.

Ҳисоблашни соддалаштириш учун звено массасининг маркази S_3 га қўйилган инерция кучини ва унинг M_{u_3} моментини битта инерция кучига алмаштирамиз. Бунинг учун куч қўйилган нуқтани, яъни зарб нуқтасини топиш керак.

$$\rho_3 = \sqrt{\frac{I_{S_3}}{m_3}} = \sqrt{\frac{0,343}{7}} = 0,22 \text{ м}$$

Чизмага қўйиш учун узунлик масштаби μ_l га бўламиз

$$S_3 N = \frac{\rho_3}{\mu_l} = \frac{0,22}{0,0046} = 47,8 \text{ мм}$$

Кулисанинг масса маркази S_3 нуқтага нисбатан тик чизиқ ўтказамиз ва унда $S_3 N = 47,8 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз N нуқтани O_2 айланиш маркази билан

туташтирамиз ҳамда $O_2 N$ чизикқа 90° бурчак остида чизик ўтказамиз. Бу чизикнинг кулиса билан кесишган нуқтаси K кулисани зарб нуқтаси бўлади. $P_{и3}$ инерция кучини K нуқтага параллел кўчирсак куч билан моментни бита куч билан алмаштирган бўламиз.

1.3.3 Киниматик жуфтлардаги реакция кучларини аниқлаш.

а) 4-5 звенолар гуруппасини ҳисоблаш:

4-5 звеноларга қуйидаги кучлар таъсир этаётган маълум $P_{и5}$, G_5 , P , кучларни қўямиз. Шу кучлар таъсирида C нуқтада R_{O5} ва B нуқтада $R_{3,4}$ реакция кучи ҳосил бўлади. Уларнинг йўналиши R_{O5} $C-C$ йўналтирувчига перпендикуляр, $R_{3,4}$ эса O_2D га перпендикуляр йўналган.

Ҳамма таъсир этувчи кучлар таъсирида 4-5 Ассур грухи мувозанат ҳолати учун вектор тенгламасини тузамиз. Номалим кучларни аниқлаш учун Даламбер принципига асосан ҳамма кучларни вектор йиғиндиси 0 га тенг деб оламиз ва қуйидаги вектор тенгламани тузамиз.

$$\vec{R}_{3,4} + \vec{P}_{и5} + \vec{G}_5 + \vec{P} + \vec{R}_{O5} = 0$$

Вектор тенгламани ечиш учун куч масштабини $\mu_p = 2 \text{ Н} / \text{мм}$ деб қабул қилиб куч кўпбурчагини қурамиз. Бунинг учун P кучни йўналиши бўйича қўямиз ва унга G_5 ҳамда $P_{и5}$ ни қўямиз. $P_{и5}$ ни учидан ва P кучни охиридан R_{O5} ва $R_{3,4}$ кучларга параллел кесмалар ўтказамиз ва уларни учрашган нуқтасида куч кўпбурчаги ёпилади. Демак вектор тенглама ечилди. Номалум R_{O5} ва $R_{3,4}$ кучларни кесмадан ўлчаб олиб μ_p га кўпайтирсак, ҳақиқий қийматни топамиз.

б) 2-3 звено гуруппасини ҳисоблаш

Бунинг учун 2-3-грухини алоҳида чизиб унга барча таъсир этаётган R_{43} , $P_{и5}$, G_5 кучларни қўямиз. Шу кучлар таъсирида O_2 нуқтада $\vec{R}_{O_2,3}^n$ ва $\vec{R}_{O_2,3}^r$ реакция кучлари, ҳамда A нуқтада $R_{1,2}$ реакция кучи ҳосил бўлади. $R_{1,2}$ реакция кучи 3-звенога перпендикуляр йўналган.

2-3 Ассур грухининг мувозанат ҳолати учун вектор тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$\vec{R}_{4,3} + \vec{R}_{1,2} + \vec{P}_{и3} + \vec{G}_3 + \vec{R}_{O_2,3}^n + \vec{R}_{O_2,3}^r = 0$$

Номалум $\vec{R}_{O_2,3}^n$, $\vec{R}_{O_2,3}^r$ ва $R_{1,2}$ кучларни аниқлаш учун O_2 нуқтага нисбатан қамма кучлардан момент олиб, унинг қиймати нолга тенг деб олиб $R_{1,2}$ реакция кучини топамиз.

$$\sum M(O_2) = R_{4,3} \cdot BO_2 - R_{1,2} \cdot O_2A + P_{и3} \cdot h_{P_{и3}} - G_3 \cdot h_{G_3}$$

$$R_{1,2} = \frac{-R_{4,3} \cdot BO_2 - P_{и3} \cdot h_{P_{и3}} + G_3 \cdot h_{G_3}}{O_2A} = \frac{68,7 \cdot 10 - 44,8 \cdot 78 - 24 \cdot 120}{110} = 51,7 \text{ Н}$$

$R_{1,2}$ реакция кучини ишораси манфий бўлганлиги сабабли, йўналиши қарама - қарши томонга бўлади. Номалум $\vec{R}_{O_2,3}^n$ ва $\vec{R}_{O_2,3}^r$ реакция кучларини куч кўпбурчагини қуриш орқали топамиз. Бунинг учун $\mu_p = 2 \text{ Н} / \text{мм}$ масштабда

юқоридаги вектор тенгламани ечамиз ва номаълум $\vec{R}_{O_2,3}^n$ ва $\vec{R}_{O_2,3}^r$ реакция кучларини топамиз. $R_{O_2,3}^r = \vec{R}_{O_2,3}^r \cdot \mu_p = 41,5 \cdot 2 = 83 \text{ Н}$ $\vec{R}_{O_2,3}^n = R_{O_2,3}^n \cdot \mu_p = 23,5 \cdot 2 = 47 \text{ Н}$

в) Етакчи звенога таъсир этаётган кучларни ва мувозанатловчи куч P_M ни аниқлаймиз.

Кривошипга А нуктада звено 2 нинг реакция кучи $\vec{R}_{1,2}$ кучга тенг бўлиб, йўналиши қарама-қарши. S_1 нуктада G_1 оғирлик кучи бор. Кривошипнинг А нуктасига тик йўналган мувозанатловчи P_M куч қўйилган. Шу кучни аниқлаш учун барча кучларнинг O_1 марказга нисбатан олинган моментлар тенгламасидан фойдаланамиз.

$$\vec{P}_M + \vec{R}_{2,1} + \vec{G}_1 + \vec{P}_{u1} + \vec{R}_{01}^n + \vec{R}_{01}^r = 0$$

$$\sum M(O_1) = -P_M \cdot h_{P_M} + R_{2,1} \cdot h_{R_{2,1}} - G_1 \cdot h_{G_1}$$

$$P_M = \frac{R_{2,1} \cdot h_{R_{2,1}} + G_1 \cdot h_{G_1}}{h_{P_M}} = \frac{51,7 \cdot 27 + 13,7 \cdot 8}{30} = 42 \text{ Н}$$

қолган номаълум кучларни аниқлаш учун кучлар планини тузамиз

$$\mu_p = 2 \text{ Н / мм.}$$

1.3.4 Н.Е. Жуковский методи билан мувозанатловчи кучни аниқлаш

а) Кривошипнинг айланиш (ω_1) йўналишига қарама-қарши йўналишда 90° га бурилган бурилма тезликлар планини тузамиз (3-шакл. и)

б) Механизм звеноларига таъсир этувчи барча кучларни ва моментларни ўзларига паралел қилиб, схемадаги тезликлар планидаги ўз нукталарига кўчирамиз.

в) Тезликлар планидаги кучларнинг қутуб нуктаси Р га нисбатан моментлар тенгламасини тузамиз.

$$\sum M(P) = -P_M^{жс} \cdot h_{P_M} - P \cdot h_P + P_{u3} \cdot h_{P_{u3}} + G_3 \cdot h_{G_3} + P_{u5} \cdot h_{P_{u5}} + G_1 \cdot h_{G_1} = 0$$

$$P_M^{жс} = \frac{G_1 \cdot h_{G_1} + P_{u3} \cdot h_{P_{u3}} + G_3 \cdot h_{G_3} + P_{u5} \cdot h_{P_{u5}} - P \cdot h_P}{h_{P_M^{жс}}}$$

$$= \frac{13,7 \cdot 10 + 44,8 \cdot 20 + 68,7 \cdot 5 + 95 \cdot 34,5 - 100 \cdot 34,5}{30} = 40,16$$

Чизмадаги кучларнинг елкаларини ўлчаб мувозанатловчи $P_M^{жс}$ кучнинг юқоридаги қийматини оламиз.

Икки усулда аниқланган P_M кучининг фарқи

$$\Delta P_M = \frac{P_M^{жс} - P_M}{P_M^{жс}} \cdot 100\% = \frac{42 - 40,16}{42} \cdot 100\% = 4,38\%$$

ни ташкил этади. Агар мувозанатловчи куч P_M 5% дан катта бўлса P_M куч етарли даражада аниқланмаган бўлади.

II ТОПШИРИҚ

МАВЗУ: ТИШЛИ РЕДУКТОРНИ ЛОЙИХАЛАШ ВА УНИ ТЕКШИРИШ

Берилган оддий ва планетар поғаналардан иборат редукторларнинг кинематикаси ҳисобланади. Тишли ғилдираклар 4 ва 5 дан тузилган оддий узатманинг эвольвентавий профиллари чизилади. Схемаларда кўрсатилган марказий ғилдирак 1,3 лар сатиллит 2(2-2') ва водило Н планетар узатмани, тишли ғилдираклар 4,5 эса оддий узатмани ташкил қилади.

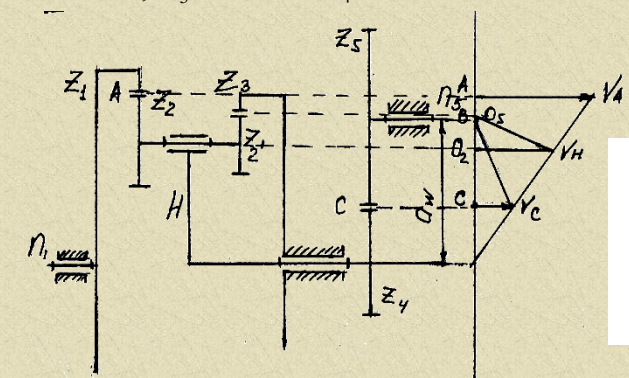
Куйидаги параметрлар берилади: етакланувчи звено ғилдирак 5 нинг айланиш сони n_5 ; планетар узатма ғилдираклари Z_1, Z_2, Z_2', Z_3 тишларининг сони; оддий узатма ғилдираклари орасидаги масофа a_w ва унинг узатиш сони U_{45} . Барча ғилдиракларнинг илашиш модули m бир-бирига тенг қилиб олинган.

Талаб қилинади:

- 1) планетар узатма ва редукторнинг узатиш сонлари U_{nl} ва U_p ни аниқлаш;
- 2) Электр двигателнинг (етақловчи ғилдиракнинг) айланиш частотаси n_1 ни аниқлаш;
- 3) Оддий узатма ғилдиракларининг тишлари сонини ҳисоблаш;
- 4) Редуктор ғилдиракларининг бошланғич айланаси ва вадило радиусларини ҳисоблаб топиш, унинг схемасини μ_l масштабда чизиш;
- 5) Редукторнинг μ_v масштабда тезликлар планини куриб, ғилдиракларнинг тезликларини топиш;
- 6) Ғилдираклар 4 ва 5 нинг асосий геометрик параметрлари илашиш қадами P , бўлиш айланаси бўйлаб тишнинг қалинлиги s , бошланғич r ва r_B айланалар радиуси, Тиш каллаги r_a ҳамда Тиш оёғи r_f бўйлаб ўтказилган айланаларнинг радиусларини ҳисоблаш;
- 7) Бир жуфт ғилдирак тишлари илашмасини чизиш, бунда узунлик масштабини шундай танланадики, тишнинг h баландлиги 30 мм дан кам бўлмасин, ҳар бир ғилдирак учун камида 3 та тишнинг профили чизиб кўрсатилади;

Мисол. Берилган: $Z_1=20; Z_2=21; Z_2'=20; Z_3=62; U_{45}=2; a_w=150$ мм;

$m=5$ мм; $n_5=122$ айл|мин .



$$U_p = U_{nl} + U_{oo}$$

$$U_{oo} = U_{45}$$

$$U_{nl} = U_{1H}^3 = 1 - \frac{z_1 z_3}{z_1 z_2^2}$$

$$V_A = \omega_1 \cdot r_1$$

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30}$$

4 - шакл

Тишли планетар механизмнинг узатиш сони куйидаги формуладан аниқланади:

$$U_{H3}^1 = 1 - \frac{z_2 \cdot z_3}{z_1 \cdot z_2'} = 1 - \frac{21 \cdot 62}{20 \cdot 20} = -2,25$$

Редукторнинг умумий узатиш сони планетар ва оддий узатмалар узатиш сонларининг кўпайтмасига тенг:

$$U_p = U_{пл} \cdot U_{од} = U_{1H}^3 \cdot U_{45} = -2,25 \cdot 2 = 4,5$$

Электрик двигатель валининг айланиш сони қуйидагича аниқланади:

$$n_1 = U_p n_5 = 4,5 \cdot 122 = 549 \text{ айл/мин.}$$

Оддий узатма ғилдиракларининг тишлари сонини аниқлаймиз:

$$z_4 = \frac{2 \cdot a_w}{m(1 + U_{45})} = \frac{2 \cdot 150}{5(1 + 2)} = 20$$

$$z_5 = U_{45} \cdot z_4 = 2 \cdot 20 = 40$$

Редуктор схемасини чизамиз (4-шакл). Бунинг учун тишли ғилдиракларнинг бўлиш айланаси ҳамда водило радиусларини аниқлаймиз.

z_1 ғилдиракнинг бўлиш айланаси радиуси:

$$r_1 = \frac{mz_1}{2} = \frac{5 \cdot 20}{2} = 50 \text{ мм}$$

z_2 ғилдиракнинг бўлиш айланаси радиуси:

$$r_2 = \frac{mz_2}{2} = \frac{5 \cdot 21}{2} = 52,5 \text{ мм}$$

z_2' ғилдиракнинг бўлиш айланаси радиуси:

$$r_2' = \frac{mz_2'}{2} = \frac{5 \cdot 20}{2} = 50 \text{ мм}$$

z_3 ғилдиракнинг бўлиш айланаси радиуси:

$$r_3 = \frac{mz_3}{2} = \frac{5 \cdot 62}{2} = 155 \text{ мм}$$

водило Н нинг радиуси:

$$R_H = r_1 + r_2 = 50 + 52,5 = 102,5 \text{ мм}$$

z_4 ғилдиракнинг бўлиш айланаси радиуси:

$$r_4 = \frac{mz_4}{2} = \frac{5 \cdot 20}{2} = 50 \text{ мм}$$

z_5 ғилдиракнинг бўлиш айланаси радиуси:

$$r_5 = \frac{mz_5}{2} = \frac{5 \cdot 40}{2} = 100 \text{ мм}$$

Редуктор схемасининг узунлик масштаби коэффициентини μ_l ни танлаймиз:

$$\mu_l = \frac{r_1}{r_1} = \frac{0,05 \text{ м}}{50 \text{ мм}} = 0,001 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

Икки поғонали ички илашмали планетар ва бир поғонали оддий тишли илашмадан иборат редукторнинг ғилдираклари тезликларини Л. Смирнов усули билан топиш.

Бунинг учун берилган n_1 орқали ω_1 ва биринчи ғилдиракнинг А нуктаси тезлиги v_A ни ихтиёрий вектор катталиқда, μ_v масштабда қўямиз. v_A нқтани O_1 марказ билан бирлаштириб 1-ғилдиракни тезликлар планини қурамиз. O_2 иккинчи ғилдиракни ва 4-ғилдиракни С нуктасини тезлик векторларини v_A - O_1 чизик билан учраштириб v_H ва v_C тезликларни топамиз. v_C тезлик векторини O_5 марказ билан бирлаштириб 5- ғилдирак тезлик планини қурамиз. v_H тезлик векторини В нукта билан бирлаштириб Z_2^1 ғилдиракни тезликлар плани топилади. Тезликларни сколяр миқдорини топиш учун, исталган нуктани вектор катталигини ўлчаб олиб μ_v масштабга кўпайтирамиз.

2.1. Оддий узатма 4 ва 5 ғилдиракларининг асосий геометрик параметрларини ҳисоблаймиз.

Асосий айланаларнинг радиуслари:

$$r_{B_4} = r_4 \cdot \cos \alpha = 50 \cdot \cos 20^\circ = 47 \text{ мм}$$

$$r_{B_5} = r_5 \cdot \cos \alpha = 100 \cdot \cos 20^\circ = 94 \text{ мм}$$

Ғилдирак тишларининг баландлиги:

$$h_4 = h_5 = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 5 = 11,25 \text{ мм.}$$

Тиш каллагини баландлиги:

$$h_{a4} = h_{a5} = h_a^* \cdot m = 1,5 \cdot 5 = 7,5 \text{ мм.}$$

Тиш оёғини баландлиги:

$$h_{f4} = h_{f5} = 1,25 \cdot m = 1,25 \cdot 5 = 6,25 \text{ мм.}$$

Илашманинг бошланғич айлана ёйи бўйича қадами:

$$p = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 5 = 15,7 \text{ мм}$$

Тишнинг бошланғич айлана ёйи бўйича қалинлиги:

$$S_4 = S_5 = 0,5 \cdot p = 0,5 \cdot 15,7 = 7,85 \text{ мм}$$

Икки тишнинг бошланғич айлана ёйи бўйича оралиғи:

$$e_4 = e_5 = 0,5 \cdot p = 0,5 \cdot 15,7 = 7,85 \text{ мм}$$

Ғилдирак тишларининг чиқиқлари айланаси радиуслари:

$$r_{a_4} = r_4 + h_{a_4} = 50 + 5 = 55 \text{ мм}$$

$$r_{a_5} = r_5 + h_{a_5} = 100 + 5 = 105 \text{ мм}$$

Ғилдирак тишларининг ботиклиги айланаси радиуслари:

$$r_{f_4} = r_4 - h_{f_4} = 50 - 6,25 = 43,75 \text{ мм}$$

$$r_{f_5} = r_5 - h_{f_5} = 100 - 6,25 = 93,75 \text{ мм}$$

Галтелнинг юмалоқланиш радиуси:

$$\rho_f = 0,3 \cdot m = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ мм}$$

2.2. Ташқи илашмали эвольвента профилли ғилдирак тишини ясаш

1. Чизманинг узунлик масштаби μ ни танлаймиз. Бунда тишнинг чизмадаги баландлиги $h > 30$ мм бўлиши керак:

$$\mu_l = \frac{h}{h} = \frac{0,01125}{30} = 0,000375 \frac{м}{мм}$$

Сиз чизмангизда $h=30$ мм қилиб оласиз.

2. Ғилдиракларнинг O_4 ва O_5 марказлари оралиғини (5-шакл) топамиз:

$$\frac{a_w}{\mu_l} = \frac{a_w}{\mu_l} = \frac{0,150}{0,000375} = 400 мм$$

3. O_4 ва O_5 марказлар тўғри чизик билан туташтирилади, бу марказлардан

$$\frac{r_4}{\mu_l} = \frac{r_4}{\mu_l} = \frac{0,050}{0,000375} = 133,3 мм$$

$$\frac{r_5}{\mu_l} = \frac{r_5}{\mu_l} = \frac{0,100}{0,000375} = 266,6 мм$$

радиуслар билан бўлиш айланалари чизилади.

4. Икки айлананинг уриниш нуқтаси P дан (илашиш қутбидан) бўлиш айланаларига уринма $\tau\tau$ чизик ўтказилади. У O_4 ва O_5 марказларни туташтирувчи чизикқа тик бўлади.

5. O_4 ва O_5 марказлардан

$$\frac{r_{e_4}}{\mu_l} = \frac{r_{e_4}}{\mu_l} = \frac{0,047}{0,000375} = 125,3 мм$$

$$\frac{r_{e_5}}{\mu_l} = \frac{r_{e_5}}{\mu_l} = \frac{0,094}{0,000375} = 250,6 мм$$

радиуслар билан асосий айланалар чизилади.

6. Қутб нуқтаси P дан $\tau-\tau$ уринмага $\alpha = 20^\circ$ а бурчак остида асосий айланаларга умумий бўлган уринма чизик $N-N$ ўтказилади. Бу уринма чизик асосий айланалар r_{e_4}, r_{e_5} да уриниш нуқталари A ва B ни беради. Бунда AB кесма назарий илашиш чизик бўлади.

7. Ғилдиракнинг O_4 ва O_5 марказларидан

$$\frac{r_{a_4}}{\mu_l} = \frac{r_{a_4}}{\mu_l} = \frac{0,055}{0,000375} = 146,6 мм$$

$$\frac{r_{a_5}}{\mu_l} = \frac{r_{a_5}}{\mu_l} = \frac{0,105}{0,000375} = 280 мм$$

радиуслар билан ғилдирак тишларининг чиқиклик айланаси радиуслари,

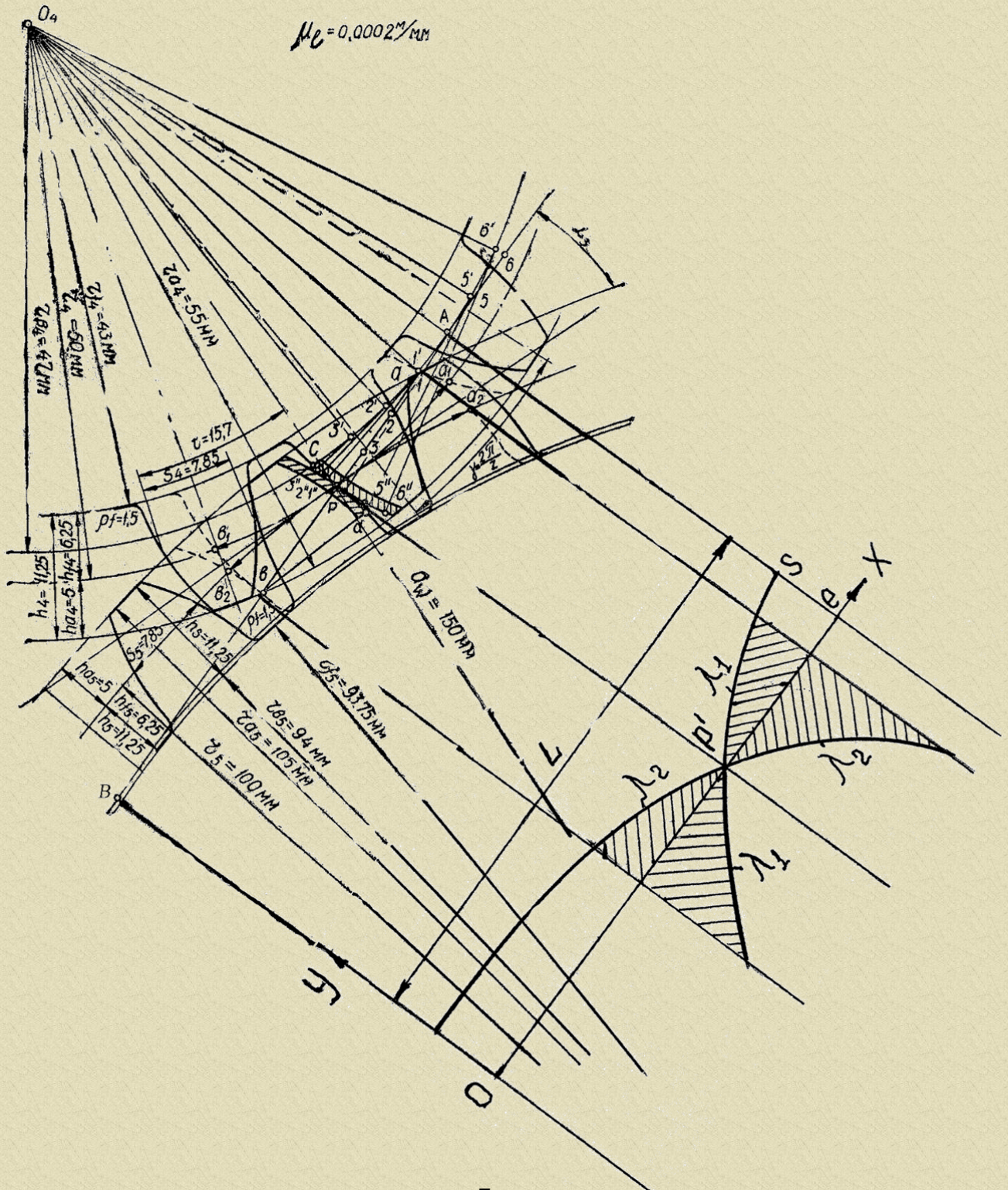
$$\frac{r_{f_4}}{\mu_l} = \frac{r_{f_4}}{\mu_l} = \frac{0,04375}{0,000375} = 116,6 мм$$

$$\frac{r_{f_5}}{\mu_l} = \frac{r_{f_5}}{\mu_l} = \frac{0,09375}{0,000375} = 250 мм$$

радиуслар билан эса ғилдирак тишларининг ботиқлари айланаси чизилади.

8. Илашиш чизиқи N-N ни икки ғилдиракнинг асосий айланаларида думалатиб, кутб нуктаси P дан ўтувчи эвольвента профили чизилади.

Тиш профили чизишнинг графикавий усулини кўриб чиқамиз.



5-шакл

2.3. Тишнинг профилини графикавий усулда чизиш

1. Чизмадаги \overline{AP} кесмани тенг қисмларга бўламиз. Масалан, \overline{AP} кесмани тўртта тенг қисмга бўлиб, $\overline{P3}, \overline{32}, \overline{21}, \overline{1A}$ кесмаларни оламиз. Илашиш чизиғининг давомида $\overline{A5}, \overline{56}$ тенг кесмаларни ҳам белгилаймиз

2. A нуқтадан бошлаб, асосий айланада бу кесмаларга тенг $\overline{A1} = \overline{A1'}, \overline{A2} = \overline{A2'}, \overline{A3} = \overline{A3'}$ шунингдек, $\overline{A5} = \overline{A5'}, \overline{A6} = \overline{A6'}$ ёйларни белгилаймиз.

3. Белгиланган 1", 2", 3", 4", 5", 6" нуқталарни ғилдиракнинг маркази O_4 билан туташтирамиз. Бу нуқталардан радиус чизикларига тик, яъни асосий айланага уринма чизиклар ўтказамиз.

4. Эвольвентанинг эвольвентадан ўтказилган нормал чизикнинг узунлиги асосий айланаси «ёйининг узунлигига тенг» деган хоссасига асосланиб, эвольвента эгри чизикни чизамиз. Бунинг учун биринчи уринма чизикда битта 1'—1" кесма, иккинчи уринма чизикнинг 2 нуқтасидан 2'—2" кесма, учинчи уринманинг 3 нуқтасидан учта 3'—3" кесма белгилаймиз ва ҳоказо.

5. Белгиланган 1", 2", 3", 4", 5" 6" нуқталарни кетма-кет лекайла билан (силлиқ чизик билан) туташтириб, эвольвента чизикини ҳосил қиламиз. Иккинчи ғилдирак тишининг профилини ҳам худди шу тарзда чизамиз. Чизиш пайтида тиш ботиқлиги айланасининг радиуси r_f асосий айлана радиуси r_b га тенг, ундан катта ёки кичик бўлиши мумкин. Бу ҳол ғилдирак тишларининг сонига боғлиқ. Агар $r_f \geq r_b$ бўлса, тиш ботиқлигининг айланаси эвольвента билан кесишади. Агар $r_f \leq r_b$ бўлса, тиш ботиқлигининг айланаси эвольвента билан кесишмайди.

Тиш ботиқлиги айланасининг катта кичиклигидан қатъий назар, тиш профилининг эвольвента қисми билан тиш ботиқлиги айланасини бирлаштирувчи қисмда бурилиш радиуси бўлиши керак.

$$\overline{\rho}_f = \frac{\rho_f}{\mu_1} = \frac{0,0015}{0,000375} = 4 \text{ мм}$$

Бошланғич айлана ёйи бўйича тишнинг қалинлиги

$$\overline{S} = \frac{S}{\mu_1} = \frac{0,00785}{0,000375} = 20,9 \text{ мм}$$

ни белгилаймиз ва уни тенг икки қисмга бўламиз. Уни ғилдирак маркази O_4 билан туташтириб, тишнинг симметрия ўқини ҳосил қиламиз. Симметрик проекциялаш усулида тишнинг иккинчи эвольвента профилини чизамиз.

7. Тишнинг бошланғич айлана ёйи бўйича қадами

$$\overline{P} = \frac{P}{\mu_1} = \frac{0,0157}{0,000375} = 41,8 \text{ мм}$$

га тенг оралиқда қўшни тишларнинг симметрия ўқларини белгилаймиз ва тишнинг профилларини чизамиз.

8. Иккинчи ғилдирак тишининг профилини ҳам чизамиз. Ҳар бир ғилдиракнинг учтадан тиши чизилади.

2.4. Тишли илашманинг сирпаниш эпюрасини қуриш

Тишли илашмаларни сирпаниш коэффиценти қуйидаги формула орқали аниқланади.

$$\lambda_1 = 1 + u_{4,5} - \frac{L}{L-x} \cdot u_{4,5}$$

$$\lambda_2 = 1 + u_{5,4} - \frac{L}{x} \cdot u_{5,4}$$

бу ерда λ_1, λ_2 - тишли илашманинг сирпаниш коэффиценти

$u_{4,5}$ - ғилдиракнинг 5 - ғилдиракка узатиш сони, бу қиймат хамманинг вариантида берилган бўлади.

$u_{5,4}$ - 5 - ғилдиракнинг 4 - ғилдиракка узатиш сони, бу қиймат қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$u_{5,4} = \frac{z_4}{z_5}$$

L - назарий илашиш чизиқи \overline{AB} кесмага тенг

X - А нуқтадан асосий айланагача бўлган масофа

Сирпаниш эпюрасини қуйидагича қурилади АВ назарий илашиш чизиғини O_5 марказ тамон параллел кўчирилади ҳамда А,В ва Р нуқталардан назарий чизикга нисбатан перпендикуляр чизиклар ўтказилади. Параллел кўчирилган чизик билан перпендикуляр ўтказилган чизикларни кесишиш нуқталарини А,В ва Р харифлари билан белгиланади. А нуқтадан Р нуқтагача бўлган масофани тенг ихтиёрий бўлакларга ва Р нуқтадан В нуқтагача бўлган масофани ҳам тенг ихтиёрий бўлакларга бўлиб нуқталар қўйилади. Бу нуқталардан АВ кесмага нисбатан перпендикуляр чизиклар ўтказилади. Юқоридаги формуладан фойдаланиб сирпаниш коэффиценти аниқланади ва мос равишда қийматларни қўйилади. Агарда қиймат мусбат бўлса чап томонга манфий бўлса ўнг томонга қўйилади.

III ТОПШИРИҚ

МАВЗУ: КУЛАЧОКЛИ МЕХАНИЗМНИ ЛОЙИХАЛАШ

Кулачокли механизмлар етакланувчи звенони (турткични) бир вазиятдан иккинчи вазиятга силжитиш ёки буриш учун хизмат килади. Улар универсал бўлиб, турткичнийг олдиндан белгиланган ҳаракат қонунини бажара олади.

Улар техниканинг кўпгина тармоқларида: металл кесиш станокларида, автоматларда, ўлчаш ва ҳисоблаш приборларида, буғ машиналарида ва ички ёнув двигателларида кенг қўламда ишлатилади.

Кулачокли механизм лойихалашда кўзда тутилган асосий мақсад етакланувчи звенонинг исталган, олдиндан берилган ҳаракат қонуни бажарувчи кулачок профилини яшаш, фойдали иш коэффициентини юқори ва габаритини кичик механизм схемаси тавсия этилади (6-шакл).

А схема – тўғри чизик бўйлаб илгариланма-қайтариланма ҳаракат қилувчи роликли турткичи бўлган кулачокли механизм.

В схема – тўғри чизик бўйлаб илгариланма-қайтариланма ҳаракат қилувчи текис тарелкали турткичи бўлган кулачокли механизм.

С схема – тебранма (бурилма) ҳаракатланувчи, роликли коромислоли турткичи бўлган кулачокли механизм.

Кулачокли механизм лойихалаш учун қуйидаги параметрлар маълум бўлиши керак.

1. Турткичнийг ҳаракат қонуни (8-шакл):

$$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi) \quad \text{ёки} \quad \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2} = \frac{d^2 \beta}{d\varphi^2}(\varphi)$$

Бу турткичнийг ҳаракат қонуни тўғри бурчакли диаграмма бўйича ўзгаради деб қабул қиламиз.

2. Кулачокнинг бурилиш бурчаклари: турткичнийг кўтарилиш бурчаги $\varphi_k = 60^\circ$ турткичнийг узоқлашган вазиятда туриш бурчаги $\varphi_y = 20^\circ$ турткичнийг қайтиш бурчаги $\varphi_k = 60^\circ$ турткичнийг яқинлашган вазиятда туриш бурчаги $\varphi_y = 220^\circ$

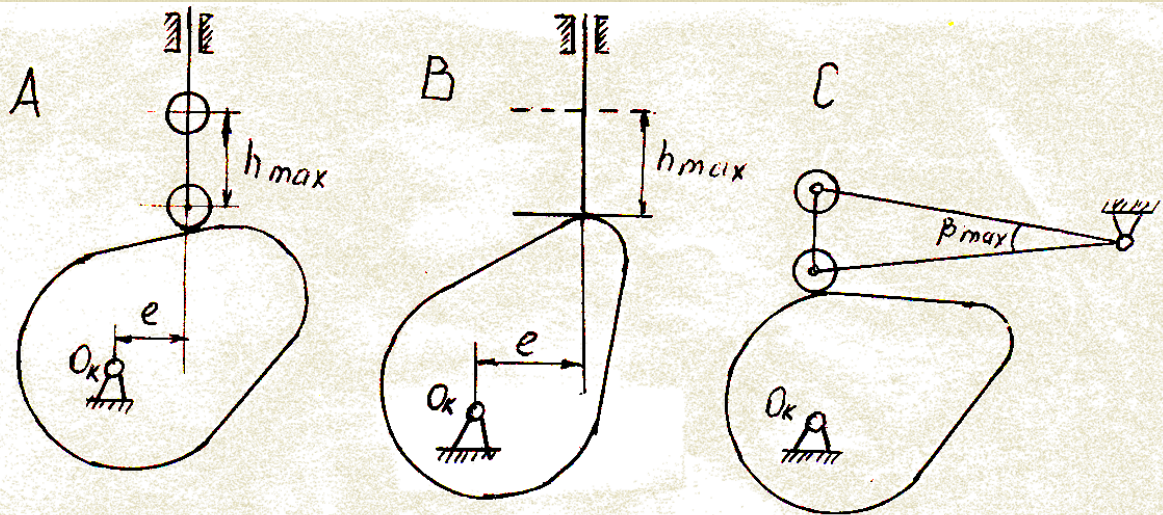
3. Кулачокнинг айланишлар сони $n_k = 100 \text{ айл/мин.}$

4. Турткичнийг максимал силжиши $h_{\max} = 0.035 \text{ м}$

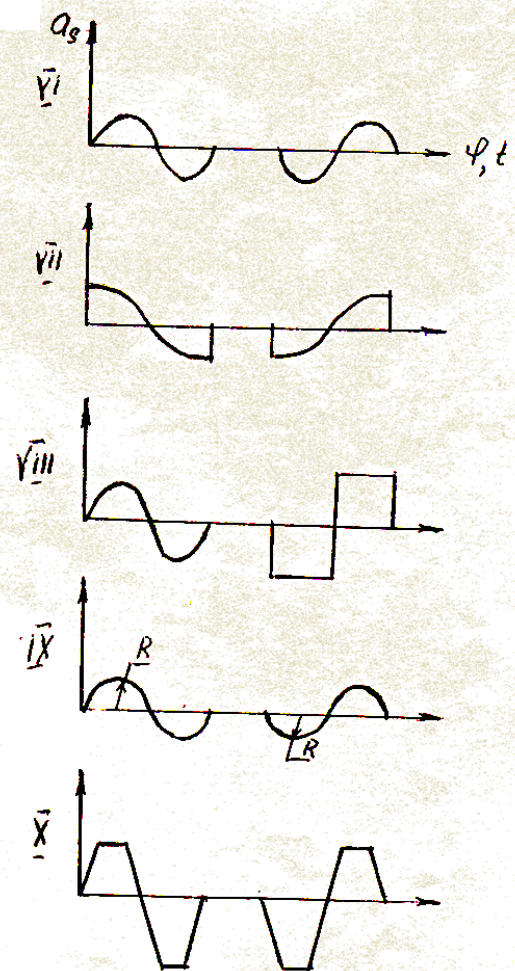
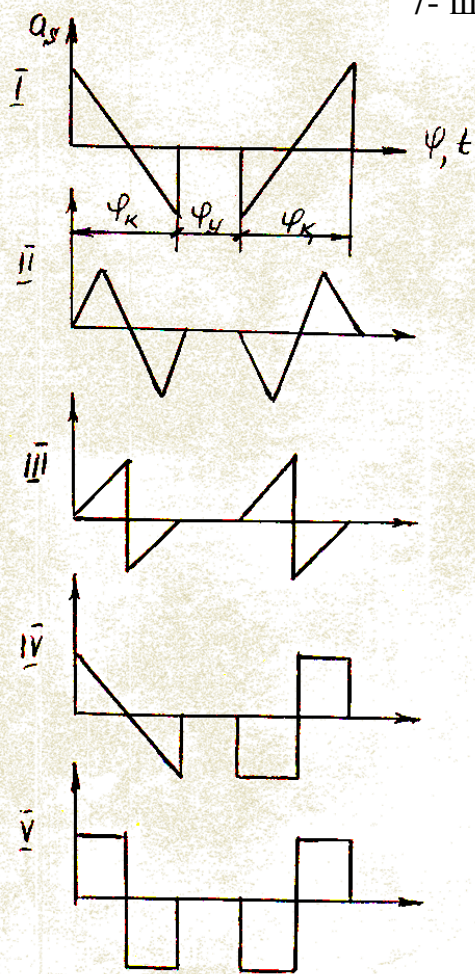
5. Экцентритет қиймати $e = 0,015 \text{ м}$

6. Босим бурчаги $\alpha = 30^\circ$

7. А схема берилган механизм, яъни тўғри чизик бўйлаб илгариланма қайтариланма-ҳаракат қилувчи роликли турткичи бўлган кулачокли механизм лойихалаш талаб қилинади (7-шакл, А).



7- шакл



8- шакл

3.1. Лойихалаш тартиби

Берилган турткич ҳаракат қонунининг диаграммаси чизилади. Бунинг учун $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ координаталар системасини олиб, абсциссалар ўқини чизамиз ва унга $\overline{OM} = 140 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз (9-шакл, а).

Абсциссалар ўқининг φ бурчак масштабини қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$\mu\varphi = \frac{\varphi_p^0}{OM} = \frac{\frac{\pi}{180^\circ}(\varphi_k^0 + \varphi_y^0 + \varphi_k^0)}{OM} = \frac{3,14 \cdot (60^\circ + 20^\circ + 60^\circ)}{180^\circ \cdot 140} = 0,001745 \text{ рад/мм}$$

бу ерда φ_p^0 – кулачокнинг бурилиш бурчаги

Ординаталар ўқига турткичнинг ихтиёрий $\mu \frac{d^2 \varphi}{d\varphi^2}$ масштабда берилган ҳаракат қонуни диаграммасини чизамиз, бунда кулачокнинг бурилиш бурчаги φ_k қисмдаги ордината баландлигини ихтиёрий $\alpha = 60 \text{ мм}$ кесма билан белгилаймиз. $\varphi_k = 60^\circ$ ли абсциссалар ўқини тенг тўрт бурчакли бир хил шакллар чизамиз (9-шакл, а), бунда турткичнинг қўтарилиш вазиятига таалуқли диаграмма ҳосил бўлади.

Сўнгра абсциссалар ўқининг давомида μ_φ масштабда $\varphi_y^0 = 20^\circ$ нинг кесма узунлигини белгилаймиз.

Берилган шартга кўра $\varphi_k = \varphi_k$ бўлгани учун $\varphi_k = 60^\circ$ кесимни φ_k бурчакка симметрик қилиб, тенг ва ўхшаш тўғри тўртбурчаклик шаклларни чизамиз.

Графикавий интеграллаш усулларининг биридан фойдаланиб чизилган $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммани интеграллаймиз. Ватар ўтказиш усулини тадбиқ этиб, $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ графикни бир марта интеграллаймиз-да, $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ нинг диаграммасини ҳосил қиламиз.

Бунинг учун абсциссалар ўқидаги $\varphi_k = 60^\circ$ кесмани $10^\circ = 10 \text{ мм}$ деб олиб, бир-бирига тенг олтига кесмага бўламиз. Бўлинган кесмаларнинг абсциссалар ўқидаги 0, 1, 2, 3 ... нуқталаридан вертикал чизиклар ўтказамиз-да, берилган графикда бўлиш нуқталари 0", 1", 2", 3",... ни ҳосил қиламиз.

$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ юқори қисмида $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ графиги учун янги координаталар системасини чизамиз.

$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасидаги вертикал чизикларни юқори томонга давом эттириб, 0 φ абсциссалар ўқини 0-1, 1-2, 2-3, га тенг

кесмаларга бўламиз (8-шакл, б) $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ ва $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$

диаграммаларининг ордината ўқларини бир хил ва тенг масштабда чизиш учун $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасининг чап томонидаги кутб оралиғи қуйидагича бўлиши керак:

$$H_2 = \frac{1}{\mu\varphi} = \frac{1}{\pi/180^\circ} = 57,2 \text{ мм}$$

Абсциссалар ўқининг чап томонида $\overline{OA_2} = H_2 = 57,2 \text{ мм}$ кесмани чизиб, A_2 нуқтани белгилаймиз. $0''$, $1''$, $2''$, $3''$,... ни ҳоказо чизиқларнинг ҳар бири ўртасидаги I'' , II'' , III'' , ... нуқталарни $\frac{d^2 S}{d\varphi^2}$ ординаталар ўқига кўчирамиз.

Ординаталар ўқидаги I'' , II'' , III'' , ... нуқталарни A_2 кутб билан туташтириб A_2-I'' , A_2-II'' , A_2-III'' , ... нурларни ўтказамиз. Сўнгра $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг 0 нуқтасидан A_2-I'' нурга параллел қилиб $0-1$ қисмининг биринчи вертикал чизиғи билан учрашгунча чизиқ ўтказиб, I' нуқтани белгилаймиз (9-шакл, б).

$\frac{d^2 S}{d\varphi^2}$ ординатадаги вертикал чизиқнинг I' нуқтасидан A_2-II'' , нур чизиғига параллел чизиқ ўтказиб, иккинчи вертикал чизиқда $2'$ нуқтани оламиз. Диаграмманинг қолган қисмлари ҳам худди шу тарзда чизилади. Белгиланган $0''$, $1''$, $2''$, $3''$,... нуқталарни бирлаштириб графикавий интегралланган $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасини ҳосил қиламиз.

Шунингдек, $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{dS}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммани яна бир марта графикавий интеграллаб, $S = S(\varphi)$ силжиш диаграммасини чизамиз (9-шакл, в). Шунда S ва $\frac{dS}{d\varphi}$ ордината масштаблари тенг бўлиши учун $\overline{H_1} = \overline{OA_1} = 57,2 \text{ мм}$ қилиб олиш керак.

Сўнгра $S = S(\varphi)$ ва $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммалари ордината ўқларининг масштаб коэффициентлари μ_S , $\mu_{\frac{dS}{d\varphi}}$, $\mu_{\frac{d^2 S}{d\varphi^2}}$ ни ҳисоблаб топамиз.

3.2. Диаграмма масштабларини аниқлаш

Турткич силжиш диаграммаси ордината ўқининг масштаби қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\mu_s = \frac{h_{\max}}{S_{\max}} = \frac{0,035}{17,5} = 0,002 \frac{м}{мм}$$

бу ерда \overline{S}_{\max} – силжиш диаграммаси ординатасининг максимал аналогининг қиймати, мм.

Тезлик аналогининг ордината масштаби:

$$\mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_s}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_s = 0,002 \frac{м}{мм}$$

Тезланиш аналогининг ордината масштаби:

$$\mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} = \frac{\mu_{\frac{ds}{d\varphi}}}{H_2 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_{\frac{ds}{d\varphi}}}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = 0,002 \frac{м}{мм}$$

Шундан кейин ординаталар ўқининг чизиғий тезлиги μ_v масштаби ва уринма тезланиши масштаби μ_a ни аниқлаймиз. Назарий механика курсидан маълумки, йўлнинг бурилиш бурчаги бўйича биринчи ҳосиласи чизиқий тезлик ординатасига пропорционал бўлади, яъни:

$$V_2 = \frac{dS}{dt} = \frac{dS \cdot d\varphi}{dt \cdot d\varphi} = \omega_k \cdot \frac{dS}{d\varphi}$$

бунда $\frac{dS}{d\varphi} = \frac{V_2}{\omega_k}$ келиб чиқади. Демак, чизиғий тезликнинг ордината масштаби

$$\mu_{V_2} = \omega_k \cdot \mu_{\frac{dS}{d\varphi}} = 10,46 \cdot 0,002 = 0,209 \frac{м/сек}{мм}$$

бўлади, бу ерда $\omega_k = \frac{\pi n_k}{30} = \frac{3,14 \cdot 100}{30} = 10,46 \frac{рад}{сек}$ кулочокнинг бурчак тезлиги.

Чизиғий тезланишининг ордината масштаби қуйидагича аниқланади.

$$\mu_a = \omega_k^2 \cdot \mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} = 10,46^2 \cdot 0,002 = 0,219 \frac{м/сек^2}{мм}$$

3.3. Кулачокнинг минимал радиусини аниқлаш

Графикавий усулда $S = S(\varphi)$ ва $\frac{ds}{d\varphi} = \frac{ds}{d\varphi}(\varphi)$ ларнинг диаграммаларида

ўзгарувчи φ бурчакни йўқотиб, $S = S(\varphi) \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)$ диаграммасини чизамиз (9-

шакл,г). бунинг учун $S = S(\varphi) \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)$ нинг тўғри бурчакли координаталар системасини чизиб, унинг ординаталар ўқиға турткичнинг силжиши S ни ва

абсциссалар ўқига тезлик аналогини $\frac{ds}{d\varphi}$ ни қўямиз. Бунда $\frac{ds}{d\varphi} = \frac{ds}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг қутбий оралиғи H_1 ни ҳисоблашда тезлик масштаби $\mu_{\frac{ds}{d\varphi}}$ ни

силжиш масштаби μ_S га тенг қилиб олиш керак.

Силжиш $S = S(\varphi)$ диаграммасидаги $\overline{1-1}$, $\overline{2-2}$, $\overline{3-3}$, ... абсцисса бўлинмаларига тегишли S ордината қийматларини горизонтал чизиқлар билан $S = S(\varphi) \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)$ диаграммасига кўчирамиз. Шу бўлинмаларга тегишли тезлик

аналогини бўлган $\frac{ds}{d\varphi} = \frac{ds}{d\varphi}(\varphi)$ нинг диаграммасидан $1-1'$, $2-2'$, $3-3'$, ...

ординаталарини ёрдамчи чизма воситасида 45° га буриб (9-шакл,г) янги диаграмманинг $\frac{dS}{d\varphi}$ абсциссалар ўқига кўчирамиз. Белгиланган 1^0 , 2^0 , 3^0 , ...

нуқталар силлиқ чизиқ билан бирлаштирилади. Ҳосил бўлган эгри чизиқнинг чап ва ўнг томонларига берилган босим бурчаги $\alpha = 30^\circ$ бўйича уринмалар ўтказамиз. Графикнинг OS ординаталар ўқининг давомида кесишув нуқтаси O_k ни аниқлаймиз. Бу уринма чизиқлар билан чегараланган юза (штрихланган қисм) кулачокнинг айланиш марказини геометрик ўринларини билдиради.

Кулачокнинг айланиш маркази O_k ни оламиз. O_k нуқтани $S = S(\varphi) \left(\frac{ds}{d\varphi} \right)$

диаграммасининг координаталар боши O билан бирлаштирилиб, аксиал кулачокнинг минимал радиусини кўрсатувчи кесмани оламиз. У ҳолда, $r_{O_{\min}} = \overline{O_k O} \cdot \mu_S = 46 \cdot 0,002 = 0,092 \text{ м}$ бўлади. Агар турткичнинг силжиш чизиғи йўналиши кулачокнинг айланиш маркази O_k дан e ораликқа ўтса, кулачокнинг минимал радиуси қуйидагича аниқланади:

$$\bar{e} = \frac{e}{\mu_S} = \frac{0,015}{0,002} = 7,5 \text{ мм}$$

Бу кесмани кулачокнинг айланиши бўйича OS тўғри чизиқнинг ўнг томонида пунктир тўғри чизиқ билан белгилаймиз. Уни уринма чизиқ билан кесишгунча давом эттириб, дезаксиал кулачокнинг маркази O'_k ни аниқлаймиз.

Кулачокнинг минимал радиуси $r_{O_{\min}} = \overline{O'_k O} \cdot \mu_S = 58 \cdot 0,002 = 0,0116 \text{ м}$ бўлади.

3.4. Илгариланма-қайтариланма ҳаракатланувчи роликли турткичи бўлган марказий кулачокли механизм лойихалаш

Агар $e = 0$ бўлса, марказий (аксиал) кулачок профили чизилади. Механизмни «қайтариш» усулини татбиқ этиб, кулачок профилини чизамиз.

1. Чизмада ихтиёрий нуқтада кулачокнинг айланиш маркази O_k ни танлаймиз.
2. Узунлик масштаби $\mu_l = 0,001 \text{ м/мм}$ бўйича кулачок радиусини ҳисоблаймиз:

$$r_{0\min} = \frac{r_{0\min}}{\mu_e} = \frac{0,092}{0,001} = 92 \text{ мм}$$

Бу радиус билан айлана чизамиз (9-шакл, д). Бу ерда кулачок профилининг узунлик масштаби μ_l силжиш графигининг масштаби μ_s га тенг эмас.

Шунинг учун пропорционаллик коэффициентини K ҳисобга олинади:

$$\mu_l = K \cdot \mu_s = \frac{1}{2} \cdot 0,002 = 0,001 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

Пропорционаллик коэффициентини $K \geq 1$ бўлиши мумкин.

3. Кулачокнинг маркази O_k дан вертикал у-у чизиқ ўтказамиз. Кулачок марказига роликнинг яқин туриши пайтида турткичнинг вазиятини белгилаймиз. Шунда роликнинг маркази A кулачокнинг назарий минимал радиуси $r_{0\min}$ билан ўтказилган айланасида ётади. Бу вазият турткичнинг кўтарилиши пайти бўлади.

4. Кулачокнинг айланиши томонига тескари йўналишида бошланғич радиус $O_k A$ дан кетма-кет $\varphi_k = 60^\circ$, $\varphi_y = 20^\circ$, $\varphi_k = 60^\circ$. бурчакларини белгилаймиз. Бу бурчакларнинг ҳар бирини силжиш $S = S(\varphi)$ диаграммасининг бўлинмаларига мос равишда ҳудди ўшанча қисмига бўламиз. Бизнинг мисолимизда φ_k ва φ_y бурчакларнинг ҳар бири 6 қисмга бўлинган.

5. Кулачокнинг $r_{0\min}$ радиусли айланма билан кесишув нуқталари 1, 2, 3 ва ҳоказодан радиал $O_k 1$, $O_k 2$, $O_k 3, \dots$ нурлар ўтказамиз.

6. Кулачокнинг $r_{0\min}$ радиус билан чизилган айланасидан ўтган нур чизиқларнинг давомида турткичнинг $S = S(\varphi)$ диаграммасидаги силжиш қийматлари $\overline{1-1}^0$, $\overline{2-2}^0$, $\overline{3-3}^0, \dots$ ни белгилаймиз.

7. Белгиланган 1^0 , 2^0 , 3^0 , $4^0, \dots$ нуқталарни силлиқ чизиқ билан бирлаштириб, кулачокнинг профилини чизамиз. Кулачокнинг $\varphi_y = 20^\circ$ ва $\varphi_x = 220^\circ$ бурчакларида O_k марказдан $\overline{r_{0\max}} = 128 \text{ мм}$ ва $\overline{r_{0\min}} = 92 \text{ мм}$ радиуслар билан айланма ёйлари чизилади.

3.5. Турткич роликларининг радиусини аниқлаш

Кулачок профилининг ейилишини ва олий кинематикавий жуфтнинг ишқаланиши камайтириши учун етакланувчи звенога ролик ўрнатилади.

Роликнинг ўлчамлари кулачок ясаида, унинг профил чизиқларининг ўзаро кесишмаслик шарти ва бошқа шартларга биноан $r_p \leq (0,7 \dots 0,8) \rho_{\min}$ ва $r_p \leq (0,4 \dots 0,5) r_{0\min}$ қилиб олинади (бу ерда ρ_{\min} - кулачок марказий профилининг минимал эгрилик радиуси). Бу икки ифода ёрдамида роликнинг радиусини ҳисоблаб топамиз. Унинг кичик қиймати қабул қилинади. Кулачок профилининг минимал эгрилик радиусини энг кичик бўлган қисми танланади. Шу қисм минимал радиусининг маркази топилади.

Бунинг учун эгрилик радиуси қидириляётган профил нуқтаси профилнинг шу нуқтага яқин ўнг ва чап нуқталари билан туташтириб, ёйнинг ватарини

ўтказилади. Сўнгра ватарлар ўртасидан тик чизиқлар ўтказилиб, уларнинг кесишув нуқтаси белгиланади. (9-шакл, д). Ана шу нуқта эгрилик радиусининг маркази бўлади. Аксиал кулачокли механизмлар роликларининг радиусини қуйидагича ҳисоблаб топилади:

$$r_p = 0,8 \cdot \rho_{\min} \cdot \mu_l = 0,8 \cdot 50 \cdot 0,001 = 0,040 \text{ м},$$

$$r_p = 0,4 \cdot r_{O\min} = 0,4 \cdot 0,092 = 0,037 \text{ м}$$

ҳисоблаб топилган бу радиусларнинг энг кичиги, яъни $r_p = 0,037 \text{ м}$ қабул қилинади.

3.6. Хақиқий кулачок профилини чизиш

Кулачокнинг марказий профили бўйича роликнинг марказини аниқлаб,

$$r_p = \frac{r_p}{\mu_l} = \frac{0,037}{1,001} = 37 \text{ мм}$$

радиусли бир неча айланма чизилади ва бу айланаларнинг чекка нуқталари туташтирилиб, кулачокнинг хақиқий профили ҳосил қилинади.

3.7. Алмаштирилган механизм чизиш ва турткичнинг тезлик ва тезланишини аниқлаш

Олий кинематикавий жуфтли механизмларни кинематикавий анализ қилишда ҳисоблаш усулини соддалаштириш мақсадида, кўпинча, уларнинг оний вазияти шартли механизмга алмаштирилади.

Кулачок профилида турткичнинг вазиятига қараб, алмаштирилган механизмнинг узунлик ўлчамлари ўзгаради.

Бунинг учун кулачокли механизмнинг берилган вазияти учун унинг олий кинематикавий жуфти қуйи кинематикавий жуфтга алмаштирилиб, фақат қуйи кинематикавий жуфтли ричагли механизм чизилади.

Олий кинематикавий жуфт қуйи кинематикавий жуфтга алмаштирилганда янги механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси ўзгармаслиги керак.

Бунда олий кинематикавий жуфт иккита айланма ёки айланма ва илгариланма қуйи кинематикавий жуфтли битта шартли звенога алмаштирилади.

Алмаштириш тартиби қуйидагича бўлади:

Звеноларнинг олий кинематикавий жуфтларининг уриниш нуқтасидан уларнинг профилига нормал чизиқлар ўтказилади. Бу чизиқларда ҳар бир звено эгрилик радиусининг маркази топилади. Профилнинг эгрилик радиуси марказига айланма кинематикавий жуфт (шарнир) жойлаштирилади. Агар эгрилик радиусининг маркази чексизликда ётса, яъни звено профили тўғри чизиқ бўлса, у ҳолда профилнинг уриниш нуқтасига илгариланма кинематикавий жуфт ўрнатилади. Сўнгра аниқланган кинематикавий жуфтлар чизиқ билан бирлаштирилиб, қўшимча звено олинади, у олдинги звенолар билан бирлаштирилади.

Алмаштирилган механизм кулачокли механизмнинг чизмасида штрих чизиқлар билан кўрсатилган (9-шакл е).

Кулачок ва роликдан иборат механизмнинг олий кинематикавий жуфтини унга эквивалент бўлган қуйи кинематикавий жуфтли механизм билан алмаштирамиз. Кулачок профилларининг уриниш нуқталарининг эгрилик марказларини аниқлаймиз. Роликнинг профили айлана бўлиши учун унинг эгрилик маркази айланиш ўқи А да жойлашган бўлади. Кулачокнинг профили эгри чизиқ бўлгани учун уриниш нуқталарининг эгрилик марказларини аниқлаймиз. Роликнинг профили айлана

бўлгани учун, унинг эгрилик маракази айланиш ўқида ётади. Кулачокнинг профили эгри чизиқ бўлгани учун унинг уриниш нуқтаси A_4 дан профилга нормал $n-n$ чизиқ ўтказамиз ва унда эгрилик маркази Π нуқтани белгилаймиз. A_4 ва Π нуқталарни штрих тўғри чизиқ билан бирлаштириб, янги қўшимча звенони ҳосил қиламиз.

Алмаштирилган механизм кривошип-ползунли механизмдир. Алмаштирилган механизм учун тезликлар планини чизамиз (9-шакл, ж). Кулачокдаги Π нуқтанинг тезлиги қуйидагича бўлади:

$$V_{\Pi} = O_{\kappa}\Pi \cdot \omega_{\kappa} = \overline{O_{\kappa}\Pi} \cdot \mu_l \cdot \omega_{\kappa} = 74 \cdot 0,001 \cdot 10,46 = 0,774 \frac{м}{сек}$$

бу ерда $\overline{O_{\kappa}\Pi}$ -схемадаги O_{κ} ва Π нуқталар оралиғи, мм.

Кулачокдаги Π нуқтанинг \vec{V}_{Π} тезлик вектори радиус $O_{\kappa}\Pi$ га тик ва кулачокнинг айланиш томонига йўналган. Уни чизиш учун тезлик масштабини μ_v

ни тезлик $\frac{ds}{d\varphi} = \frac{ds}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг (9-шакл,б) масштаб μ_{v_2} га тенг қилиб

оламиз:
$$\mu_v = \mu_{v_2} = 0,0209 \frac{м/сек}{мм}$$

У ҳолда, A нуқта тезлиги векторнинг кесма узунлиги
$$\frac{V_{\Pi}}{\mu_v} = \frac{0,774}{0,0209} = 37 мм$$
 бўлади.

Турткичнинг A нуқтаси тезлигини аниқлаш учун унинг векторий тенгламасини тузамиз:

$$\vec{V}_A = \vec{V}_{\Pi} + \vec{V}_{A_{\Pi}},$$

$$\vec{V}_A = \vec{V}_y + \vec{V}_{A_y},$$

бу ерда $V_{A_{\Pi}} \perp A\Pi$, $V_y = 0, V_{A_y} \parallel y-y$ бўлади. Тезликларнинг кутбий планини чизиб, турткичнинг A нуқтаси тезлигини аниқлаймиз (9-шакл, ж).

$$V_A = \overline{P_V \alpha} \cdot \mu_v = 21 \cdot 0,0209 = 0,44 \frac{м}{сек}$$

тезлик $\frac{ds}{d\varphi} = \frac{ds}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасидан турткичнинг шу вазиятдаги тезлигини

аниқлаймиз:
$$V_A^0 = 44' \cdot \mu_{v_2} = 20 \cdot 0,0209 = 0,42 \frac{м}{сек}$$

Тезликлар фарқини ҳисоблаб топамиз:

$$\Delta V = \frac{V_A - V_A^0}{V_A} \cdot 100\% = \frac{0,44 - 0,42}{0,44} = 100\% = 4,55\%$$

3.8. Алмаштирилган механизмнинг тезланишларини аниқлаш

Кулачок ўзгармас тезлик $\omega_{\kappa} = const$ билан айлангани учун, унинг бурчагий тезланиши ε ҳам, уринма чизиқий тезланиши α^r ҳам нолга тенг. У ҳолда кулачокдаги Π нуқтанинг тезланиши қуйидагича бўлади:

$$a_u = a_{CO}^n = O_k C \cdot \omega_k^2 = \overline{O_k C} \cdot \mu_l \cdot \omega_k^2 = 74 \cdot 0,001 \cdot 10,46^2 = 8,1 \frac{M}{сек^2}$$

тезланишлар планини чизиш учун тезланиш масштаби μ_{α} тезланишлар

$\frac{d^2 s}{d\varphi^2} = \frac{d^2 s}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасининг масштаби μ_{α_2} га тенг қилиб оламиз:

$$\mu_a = \mu_{a_2} = 0,219 \frac{M}{мм \cdot сек^2}$$

Кулачокдаги Ц нуктанинг тезланиши вектори кесманинг узунлигини аниқлаймиз:

$$\overline{\pi c} = \frac{a_u}{\mu_a} = \frac{8,1}{0,219} = 37 \text{ мм}$$

Тезланишлар плани чизиш учун тезланишларнинг векторий тенгламасин тузамиз:

$$\vec{a}_a = \vec{a}_u + \vec{a}_{AC}^n + \vec{a}_{AC}^{\tau},$$

$$\vec{a}_A = \vec{a}_y + \vec{a}_{AC}^{\kappa} + \vec{a}_{Ay}^{\tau}$$

Йўналтирилган қўзғалмас бўлгани учун $a_y = 0$, $a_{AY}^{\kappa} = 0$ бўлади. юқоридаги тенгламада нормал тезланиш

$$a_{AC}^n = \frac{V_{AC}^2}{CA} = \frac{(\overline{ca} \cdot \mu_v)^2}{CA \mu_l} = \frac{(39 \cdot 0,0209)^2}{52 \cdot 0,001} = 12,78 \frac{M}{сек^2}$$

бўлиб, унинг вектори А нуктадан Ц нуктага томон, АЦ звенога параллел йўналган.

a_{AC}^n тезланишнинг масштаб μ_a даги кесмаси узунлиги қуйидагича бўлади:

$$\overline{cn} = \frac{a_{AC}^n}{\mu_a} = \frac{(\overline{ca} \cdot \mu_v)^2}{CA \cdot \mu_l \mu_a} = \frac{(\overline{ca})^2}{CA} = \frac{39^2}{52} = 29,3 \text{ мм} \quad a_{AC}^{\tau} \perp AC \quad \text{ва} \quad a_{AY}^{\tau} \parallel U-U \quad \text{бўлади}$$

Тезланишлар планини чизиб (9-шакл,з), турткичнинг А нуктаси тезланиши қийматини аниқлаймиз.

$$a_A = \overline{\pi a} \cdot \mu_a = 61 \cdot 0,219 = 13,36 \frac{M}{сек^2}$$

турткичнинг туриш вазияти 4-4⁰ учун $\frac{d^2 s}{d\varphi^2} = \frac{d^2 s}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасини тезланиши

$$a_A^{\circ} = \overline{4-4^{\circ}} \cdot \mu_{a_2} = 60 \cdot 0,219 = 13,14 \frac{M}{сек^2} \quad \text{бўлади.}$$

Турткичнинг тезланишлари фарқи қуйидагича бўлади:

$$\Delta a = \frac{a_A - a_A^{\circ}}{a_A} = 100\% = \frac{13,36 - 13,14}{13,36} = 100\% = 1,6\%$$

Демак, турткичнинг тезлик ва тезланишлари қийматини икки усул билан аниқлаганимизда, уларнинг қийматлари бир-биридан катта фарқ қилмади, яъни 5% дан ошмади.

I -Топширик бўйича вариантлар							
Схеманинг тури IX-тип	Звеноларнинг узунлиги	Берилган катталиклар	Вариантлар				
			1	2	3	4	5
	$b = 2,5 \cdot 0_1 A$	$0_1 A, м$	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10
		φ град	330	30	60	270	90
		$n, \frac{айл}{мин}$	60	70	80	50	40
	$b_1 = 4 \cdot 0_1 A$	$P, Н$	200	300	400	350	250
		Берилган катталиклар	Вариантлар				
			6	7	8	9	10
	$O_2 D = 5 \cdot 0_1 A$	$0_1 A, м$	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
		φ град	240	120	210	180	0
		$n, \frac{айл}{мин}$	30	90	100	80	60
		$P, Н$	220	320	360	340	260

II -Топширик бўйича вариантлар											
Редукторнинг тури	Катталиклар	Вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$n_5, \frac{айл}{мин}$	667	1200	2400	1200	750	750	2000	1200	857	750
	Z_1	80	60	70	64	65	84	85	56	75	72
	Z_2	40	80	30	16	35	21	30	14	35	18
	Z'_2	25	20	25	12	15	14	25	21	20	12
	Z_3	65	50	65	60	45	77	80	63	60	66
	$a_w, мм$	216	234	252	162	213	216	219	189	165	357
	u_{45}	3,0	2,0	2,23	2	1,29	2,13	2,65	2,5	1,75	2,13
	$m, мм$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

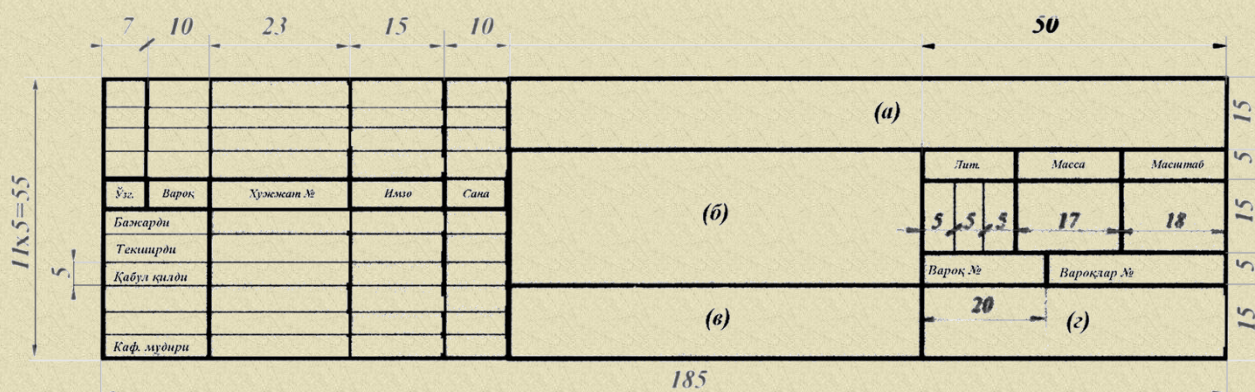
III -Топширик бўйича вариантлар												
Диagramманинг тури	Схеманинг тури	Асосий хисоблаш параметрлари	Вариантлар									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IX		$\varphi_k = \varphi_k, град$	110	75	85	95	105	100	90	110	120	130
		$\varphi_y, град$	20	25	15	35	15	10	20	0	10	0
		$h_{max}, м$	0,030	0,035	0,020	0,015	0,050	0,025	0,020	0,015	0,030	0,020
		$n_k, айл / мин$	400	450	500	550	600	625	650	475	600	425
		$e, м$	0,012	0,010	0,020	0,025	0,015	0,025	0,020	0	0,010	0,020

АДАБИЁТЛАР.

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., «Наука», 1975
2. Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин. М., «Машиностроение», 1969
3. Юдин В.А., Петрокас Л.В. Теория механизмов и машин. М., «ВШ», 1967
4. Усмонхўжаев Х.Х. Механизм ва машиналар назарияси. «Ўқитувчи», Т., 1970
5. Кореняко А.С. и др. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. Киев, «ВШ», 1970
6. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. Под редакцией проф. Артоболевского С.И., «ВШ», 1960
7. Иззатов З.Х. Механизм ва машиналар назариясидан курсавий лойиҳалаш. Т., «Ўқитувчи», 1979.

Илова(лар).

1. Чизма ишларида қўлланиладиган бурчак штамп намунаси.



- а) Курс лойиҳа (иши) нинг шифри;
- б) курс лойиҳа(иши) нинг мавзуси;
- в) кафедра номи;
- г) институт, факультет, талабанинг гуруҳи.

2. Лотин ва грек алфавити.

Лотин алфавити		Грек алфавити	
Ёзилиши	Айтилиши	Ёзилиши	Айтилиши
A a	A	A α	<i>альфа</i>
B b	<i>Бэ</i>	B β	<i>бета</i>
C c	<i>цэ</i>	Γ γ	<i>гамма</i>
D d	<i>дэ</i>	Δ δ	<i>дельта</i>
E e	<i>e</i>	E ε	<i>эпсилон</i>
F f	<i>эф</i>	Z ζ	<i>дзета</i>
G g	<i>гэ</i>	H η	<i>эта</i>
H h	<i>аи</i>	Θ θ	<i>тхэта</i>
I i	<i>и</i>	I ι	<i>йота</i>
J j	<i>йот</i>	K κ	<i>каппа</i>
K k	<i>ка</i>	Λ λ	<i>ламбда</i>
L l	<i>эль</i>	M μ	<i>мю</i>
M m	<i>эм</i>	N ν	<i>ню</i>
N n	<i>эн</i>	Σ ξ	<i>кси</i>
O o	<i>о</i>	O ο	<i>омикрон</i>
P p	<i>пэ</i>	Π π	<i>пи</i>
Q q	<i>ку</i>	P ρ	<i>ро</i>
R r	<i>эр</i>	Ε σ	<i>сигма</i>
S s	<i>эс</i>	T τ	<i>тау</i>
T t	<i>тэ</i>	ϑ υ	<i>ипсилон</i>
U u	<i>у</i>	Φ φ	<i>фи</i>
V v	<i>ве</i>	Χ χ	<i>хи</i>
Y y	<i>игрек</i>	Ψ ψ	<i>пси</i>
W w	<i>дубль-ве</i>	Ω ω	<i>омега</i>
Z z	<i>зет</i>		
X x	<i>икс</i>		