

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ПЕДАГОГИКА ИНСТИТУТИ

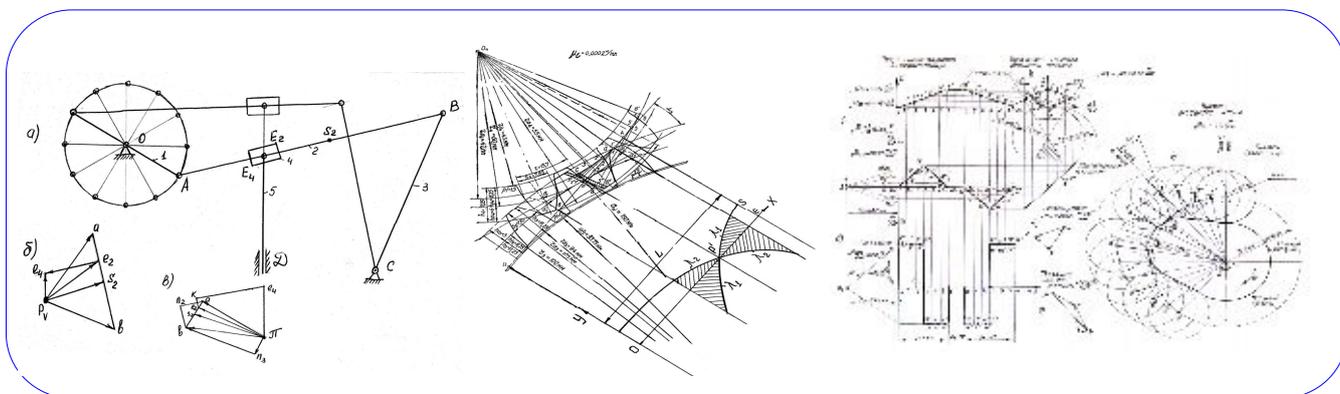
ТРАНСПОРТ факультети

УМУМТЕХНИКА ФАНЛАРИ кафедраси

МАШИНА ВА МЕХАНИЗМЛАР НАЗАРИЯСИ
фанидан

5320200-Машинасозлик технологияси ва машинасозлик ишлаб чиқаришини автоматлаштириши, 5320300-Технологик машиналар ва жиҳозлар (тармоқлар бўйича), 5111020-Касб таълими: қишлоқ хўжалигини механизациялаштириши, 5111014-Касб таълими: ерусти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси, 5310600-Ерусти транспорт тизимлари ва уларнинг эксплуатацияси (транспорт турлари бўйича) таълим йўналишлари учун курс (иши) лойиҳасини бажариш бўйича

Услубий кўрсатма



I - ТИП

НАМАНГАН - 2012 ЙИЛ

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.

© Мухамедов Ж.М., Умурзақов А.Х., Мансуров М.Т., Абдуваҳобов Д.А. «Машина ва механизмлар назарияси» ўқув курси бўйича курс(иши) лойиҳасини бажариш бўйича услубий кўрсатма. – НамМПИ. Наманган 2012 й, 44 бет

Кириш

Механизм ва машиналар назарияси курси механизмлар яратиш, лойиҳалаш ва уларни текширишнинг назарий ҳамда амалий усулларини, методларини 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 кинематик ва динамик 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 бир 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 типни ва вариантини 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 7-10 бет бўлиб, у конструкторлик хужжатлари ҳисобланади. Чизмаларни ватман қағозга чизилади.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Наманган муҳандислик-педагогика институти

«_____» факультети

«Умумтехника фанлари» кафедраси

«Машина ва механизмлар назарияси» фанидан

Курс (ишчи) лойиҳаси

I тип

_ вариант

Бажарди:

(талабанинг гуруҳи, исми, фамилияси)

Рахбар:

(ўқитувчининг исми, фамилияси)

Наманган - 2011

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Наманган муҳандислик-педагогика институти

«_____» факультети

«Умумтехника фанлари» кафедраси

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

Ҳисоб-тушунтирув ёзуви

Бажарди:

(талабанинг гуруҳи, исми, фамилияси)

Рахбар:

(ўқитувчининг исми, фамилияси)

Наманган - 2011

I-ТОПШИРИҚ

МАВЗУ: ТЕКИС РИЧАГ-ШАРНИРЛИ КУЛИСАЛИ МЕХАНИЗМНИНГ СТРУКТУРАСИ, КИНЕМАТИКАСИ ВА КИНЕТОСТАТИКАСИНИ ТЕКШИРИШ

Берилган:

$$O_1A = 0,09 \text{ м};$$

$$\varphi = 210^\circ$$

$$n = 70 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$$

$$P = 24 \text{ Н}$$

Звеноларнинг узунликлари

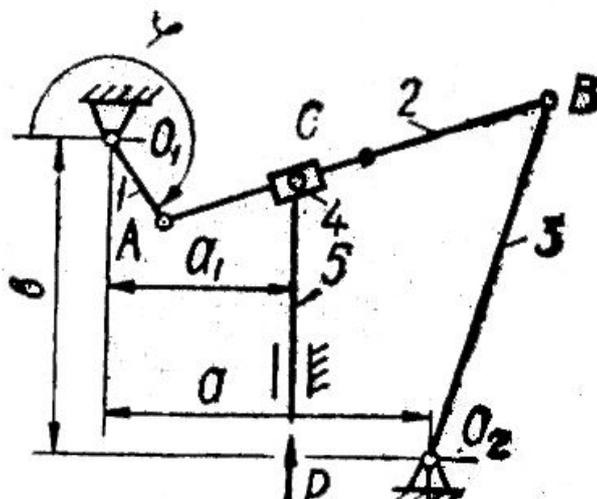
$$AB = BO_2 = 4 \cdot O_1A = 4 \cdot 0,09 = 0,38 \text{ м}$$

$$a_1 = 2 \cdot O_1A = 2 \cdot 0,09 = 0,18 \text{ м}$$

$$a = 3,5 \cdot O_1A = 3,5 \cdot 0,09 = 0,315 \text{ м}$$

$$b = 3 \cdot O_1A = 3 \cdot 0,09 = 0,315 \text{ м}$$

Механизмда 1 звено кривошип ўзгармас бурчагий тезлик $n = 70 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ билан соат кўрсаткичи йўналиши томон айланади. Кривошипнинг бурилиш бурчаги $\varphi = 210^\circ$ туриш вазияти учун механизм текширилсин.



1-шакл

1.1.1. Механизмнинг структурасини текшириш

Механизмнинг кинематик схемасини берилган вазият учун чизамиз. Бунинг учун механизмнинг узунлик масштабини танлаймиз:

$$\mu_l = \frac{O_1A}{O_1A} = \frac{0,09}{30} = 0,003 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

яъни етакчи звено 1 кривошипнинг ҳақиқий узунлигини 30 мм кесма билан белгилаб, қолган звенолар узунлигини кривошип узунлигига нисбатан чизамиз.

Ҳамма қўзғалмас айланма кинематикавий жуфтларнинг марказларини ва илгариланма кинематикавий жуфтлар ҳаракатининг йўналиш чизиқларини белгилаймиз. Сўнг етакчи звено 1 $\varphi = 210^\circ$ бурилган вазиятни чизиб, унга барча Ассур группаларини бирлаштирамиз.

Бунинг учун:

1) бошланғич звено 1 билан қўзғалмас стойка O уланишидан ҳосил бўлган айланма кинематикавий жуфтнинг маркази O_1 чизмада белгилаймиз;

2) қўзғалмас звено марказидан горизонтал ўққа нисбатан берилган $\varphi = 210^\circ$ бурчак остида тўғри чизиқ ўтказамиз ва бу чизиқда $\overline{O_1A} = 30$ мм кесмани белгилаб, етакчи звенонинг A нуқтасини оламиз. Сўнг 2 - 3 ва 4 - 5 звенолардан тузилган Ассур группаларини улаймиз;

3) горизонтал ўқ чизиқидан \bar{a} масофада шарнирнинг горизонтал ўқини белгилаймиз

$$\bar{a} = \frac{a}{\mu_1} = \frac{0,315}{0,003} = 105 \text{ мм};$$

3) O_1 шарнирнинг ордината ўқидан b масофада O_2 шарнирнинг марказини белгилаймиз

$$\bar{b} = \frac{b}{\mu_1} = \frac{0,27}{0,003} = 90 \text{ мм};$$

4) AB ва BO_2 звеноларнинг чизмадаги узунликларини аниқлаймиз:

$$\overline{AB} = \overline{BO_2} = \frac{AB}{\mu_1} = \frac{0,38}{0,003} = 127 \text{ мм}$$

A нуқтадан \overline{AB} узунликда ва O_2 нуқтадан $\overline{BO_2}$ узунликда ёйлар чизамиз. Бу ёйларнинг кесишиш нуқтаси B шарнирнинг марказини беради; топилган нуқтани бирлаштириб \overline{AB} ва $\overline{BO_2}$ звеноларни чизамиз.

5) Кривошипнинг ордината ўқидан a_1 масофада 5 звено штанганинг ўққа параллел йўналишини кўрсатамиз. Бу оралиқни ҳисоблаймиз:

$$\bar{a}_1 = \frac{a}{\mu_1} = \frac{0,18}{0,003} = 60 \text{ мм}$$

5 звенонинг AB звено билан кесишиш нуқтасига 4 звенони чизиб, C_4 шарнир билан 4 - 5 Ассур группасини кўрсатамиз. Звено 2 (кулиса) 4 звенонинг ичида силжийди ва у билан бирга мураккаб ҳаракат қилади. C_4 нуқтага тўғри келувчи ва устма-уст ётувчи AB звенодаги нуқтани C_2 билан белгилаймиз.

1.1.1. Механизм звеноларининг ҳолатларини чизиш

а) Етакчи звенонинг бир марта тўла айланишида 12 вазиятни чизамиз. Бунинг учун O_1 марказидан $O_1A = 30$ мм радиус билан A нуқтанинг траекториясини билдирувчи айлана чизамиз. Бу айланани 12 қисмга бўламиз ва кривошипнинг ҳар 30° бурилгандаги вазиятни оламиз.

б) Топилган A нуқтанинг ҳар бир ҳолатидан AB узунликда ёйлар чизиб, BO_2 узунликда чизилган ёй билан учрашган нуқталарини белгилаб 2 ва 3 звеноларнинг 12 ҳолатини чизамиз.

в) 4 звенонинг у-у йўналишида 12 ҳолатини чизамиз ва 5 звено билан бирлаштирамиз.

г) AB звенонинг ўртасида жойлашган оғирлик маркази $S_2^1, S_2^2, S_2^3 \dots$ нуқталарни бирлаштириб, S_2 нуқтанинг траекториясини оламиз.

д) BO_2 звенонинг ўртасида жойлашган оғирлик маркази $S_3^1, S_3^2, S_3^3 \dots$ нуқталарни бирлаштириб, S_3 нуқтанинг траекториясини чизамиз (3-шакл, а).

1.1.2. Механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини аниқлаш

Текис механизмнинг қўзғалувчанлик даражасини П.Л.Чебишев формуласи билан ҳисоблаймиз:

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

бу ерда n - қўзғалувчи звенолар сони;
 P_5 - V синф кинематик жуфтлар сони;
 P_4 - IV синф кинематик жуфтлар сони.

Бу механизмда ҳаммаси бўлиб 5 та қўзғалувчан звено бор: 1 - кривошип, 2 - кулиса, 3 - коромисло, 4- тош, 5- ползун (штанга), яъни $n=5$. Механизм таркибида V синф кинематик жуфтлар $P_5 = 7$, IV синф кинематик жуфтлар йўқ, яъни $P_4 = 0$. У ҳолда, механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси

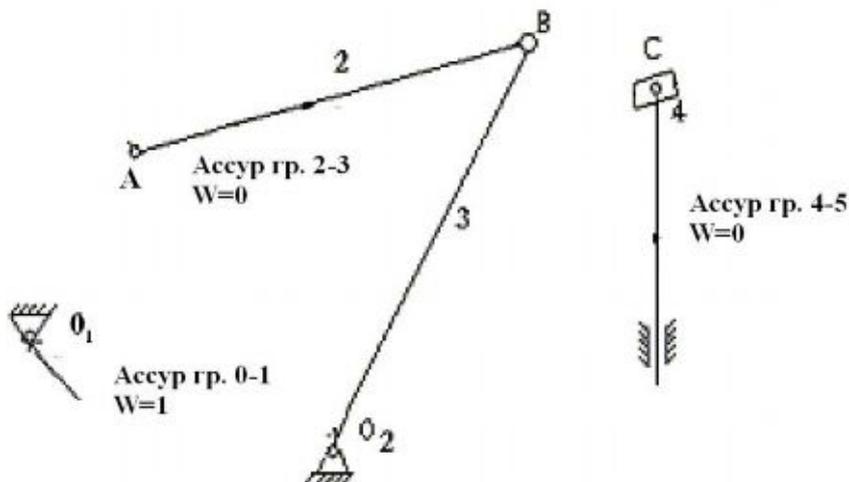
$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot P_5 - P_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1$$

Демак, механизмдаги барча звеноларнинг маълум ҳаракатини олиши учун битта етакчи звено етарли. Бу механизмда етакчи звено сифатида O_1A кривошип қабул қилинган.

Механизмни Ассур группаларига ажратамиз. Группаларга тарқатиши асосан, етакчи звенодан энг узоқда бирлашган группаларни ажратишдан бошланади. Механизмдан битта Ассур группаси ажратилгандан сўнг қолган қисмнинг қўзғалувчанлик даражаси $W=1$ бўлиши керак.

Механизмда битта етакчи звено қолгунча группаларни ажратишини давом эттирамиз. Текширилатган механизмда 4-5 ва 2-3 Ассур группаси мавжуд. Ҳамда қўзғалувчан даражаси 1 га тенг бўлган етакчи звено бор (1-синф Ассур группаси), илова 2-шакл. Механизмнинг тузилиш формуласи қуйидагича ёзилади:

$$I_{(1)} \rightarrow II_{(2,3)} \rightarrow II_{(4,5)}$$



2-шакл

1.2. Механизм кинематикасини текшириш

O_1A кривошип ўзгармас бурчагий тезлик ω_1 билан соат кўрсаткичига йўналиши томон айланади. Кривошипнинг ҳар 30° да туриши вазияти учун механизм текширилсин.

а) Кривошипнинг бурчак тезлигини аниқлаймиз.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot \eta_1}{30} = \frac{3.14 \cdot 70}{30} = 7,3 \frac{1}{\text{сек}}$$

б) Кривошипнинг А нуктасини чизикли тезлигини аниқлаймиз

$$\mathcal{G}_A = O_1A \cdot \omega_1 = 0,09 \cdot 7,3 = 0,657 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

в) Тезликлар планинг μ_V коэффицентини аниқлаймиз

$$\mu_V = \frac{V_{A12}}{Pa_{12}} = \frac{0,657 \text{ м/сек}}{30 \text{ мм}} = 0,022 \frac{\text{м/сек}}{\text{мм}}$$

бу коэффицент ҳар бир миллиметр кесмада неча м/сек ҳақиқий тезлик борлигини кўрсатади.

г) Листнинг ихтиёрий бир жойида тезликлар планинг қутб нуктаси Р ни танлаймиз. Қутб нуктасидан кривошипнинг йўналиши бўйича кривошип O_1A га тик чизик чизамиз ва $Pa = 30 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз

д) Механизмнинг В нуктасининг тезлигини қуйидаги вектор тенгламалар системаси ёрдамида аниқлаймиз.

$$\begin{aligned}\vec{\mathcal{G}}_B &= \vec{\mathcal{G}}_A + \vec{\mathcal{G}}_{BA}, \\ \vec{\mathcal{G}}_B &= \vec{\mathcal{G}}_{O_2} + \vec{\mathcal{G}}_{BO_2}\end{aligned}$$

бу ерда: $\vec{\mathcal{G}}_A$ - тезлик бизга маълум, у Pa га тенг

$\vec{\mathcal{G}}_{BA}$ - тезлик а нуктанинг учидан AB звенога тик йўналган бўлади, унинг сколяр миқдори эса номаълум. $\vec{\mathcal{G}}_{BA} \perp BA$

$\vec{\mathcal{G}}_{O_2}$ - тезлик O_2 кўзгалмас нуктанинг тезлиги бўлгани учун 0 га тенг, у қутб нукта Р да ётади.

$\vec{\mathcal{G}}_{BO_2}$ - тезлик Р нуктадан BO_2 звенога нисбатан тик йўналган бўлади

Ҳар икки векторнинг кесишган нуктаси В нуктанинг тезлигини ҳосил қилади. (3-шакл, б)

е) Кулисанинг C_2 нуктасини тезлигини кесмалар нисбатида фойдаланиб аниқлаймиз.

$$\frac{AC_2}{AB} = \frac{ac_2}{av}; \quad ac_2 = \frac{AC_2 \cdot av}{AB} = \frac{37 \cdot 38}{127} = 11 \text{ мм}$$

Топилган c_2 нуктани P_V план қутби билан бирлаштириб, V_{C_2} тезликни ифодаловчи $P_V c_2$ кесмани оламиз.

ж) Механизмнинг C_4 нукта тезлигини топиш учун вектор тенгламалар системасини тузамиз:

$$\begin{aligned}\overline{V}_{C_4} &= \overline{V}_{C_2} + \overline{V}_{C_4C_2}, \\ \overline{V}_{C_4} &= \overline{V}_{C_{y-y}} + \overline{V}_{C_{4-y}},\end{aligned}$$

бу ерда: \overline{V}_{C_2} - тезлик маълум, у $P_V C_2$ кесмага тенг

$\overline{V}_{C_4C_2}$ - тезлик C_2 нуктадан AB звенога нисбатан параллел йўналган бўлади, сколяр миқдори эса номаълум.

\overline{V}_{y-y} - тезлик O га тенг у қутб нукта P да ётади.

$\overline{V}_{C_{4-y}}$ - тезлик P нуктадан $y-y$ текисликка нисбатан параллел йўналган бўлади.

Ҳар икки тезлик векторларининг кесишган нуктаси, C_4 нуктанинг тезлигини ҳосил қилади.

Ҳақиқий тезликларни куйидагича аниқланади. Масалан:

$$V_A = Pa \cdot \mu_v = 30 \cdot 0,022 = 1,1 \frac{м}{сек}$$

$$V_B = Pb \cdot \mu_v = 46 \cdot 0,022 = 1,01 \frac{м}{сек}$$

$$V_{C_2} = Pc_2 \cdot \mu_v = 36 \cdot 0,022 = 0,79 \frac{м}{сек}$$

$$V_{C_4} = Pc_4 \cdot \mu_v = 44 \cdot 0,022 = 0,968 \frac{м}{сек}$$

$$V_{S_2} = Ps_2 \cdot \mu_v = 23 \cdot 0,022 = 0,506 \frac{м}{сек}$$

$$V_{S_3} = Ps_3 \cdot \mu_v = 45 \cdot 0,022 = 0,99 \frac{м}{сек}$$

$$V_{c_2c_4} = c_2c_4 \cdot \mu_v = 35 \cdot 0,022 = 0,77 \frac{м}{сек}$$

$$V_{AB} = ab \cdot \mu_v = 12 \cdot 0,022 = 0,264 \frac{м}{сек}$$

Бурчак тезликлар ω_2 ва ω_3 ни топиш учун куйидаги формуладан фойдаланамиз.

$$\omega_2 = \frac{V_{AB}}{AB} = \frac{0,264}{0,38} = 0,694 \frac{рад}{сек};$$

$$\omega_3 = \frac{V_B}{O_2B} = \frac{1,01}{0,38} = 2,66 \frac{рад}{сек}$$

Қолган вазиятларнинг тезликлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Тезликлар жадвали

Белгиланиши	Ҳолатлардаги қийматлар												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V_A, \text{ м/сек}$	1,1												
$V_B, \text{ м/сек}$	1,01												
$V_{c_2}, \text{ м/сек}$	0,79												
$V_{c_4}, \text{ м/сек}$	0,968												
$V_{s_2}, \text{ м/сек}$	0,506												
$V_{s_3}, \text{ м/сек}$	0,99												
$V_{c_2c_4}, \text{ м/сек}$	0,77												
$V_{AB}, \text{ м/сек}$	0,264												

1.2.3 Тезланишлар планини тузиш.

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

$$a_A = a_{O_1A}^n = \omega_1^2 \cdot O_1A = 7,3^2 \cdot 0,09 = 4,8 \frac{\text{м}}{\text{сек}^2}$$

б) Тезланишлар планининг масштаб коэффициенти μ_a ни танлаймиз:

$$\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{4,8}{30 \text{ мм}} = 0,16 \frac{\text{м/сек}^2}{\text{мм}}$$

в) Листдаги π қутб нуқтасини ихтиёрий танлаймиз. Ундан O_1A кривошипка параллел қилиб, A_1 нуқтадан O_1 нуқта тамон нормал тезланиш вектори йўналишини чизамиз. Бу чизиқда $\pi a = 30 \text{ мм}$ кесмани белгилаймиз (3-шакл, в).

г) Механизмнинг B нуқтасини тезланишини қуйидаги вектор тенгламалар системаси ёрдамида аниқлаймиз:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{AB}^n + \vec{a}_{AB}^t$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_{O_2} + \vec{a}_{BO_2}^n + \vec{a}_{BO_2}^t$$

бу ерда; \vec{a}_A - A нуқтанинг тезланиши, у πa кесмага тенг.

\vec{a}_{AB}^n - Кулисанинг нормал тезланиши, у кулисага яъни AB звенога параллел, B нуқтадан A нуқта тамон йўналган ва унинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\vec{a}_{AB}^n = \frac{V_{AB/AB}^2}{\mu_a} = \frac{0,66^2 / 0,38}{0,16} = 7,1 \text{ мм}$$

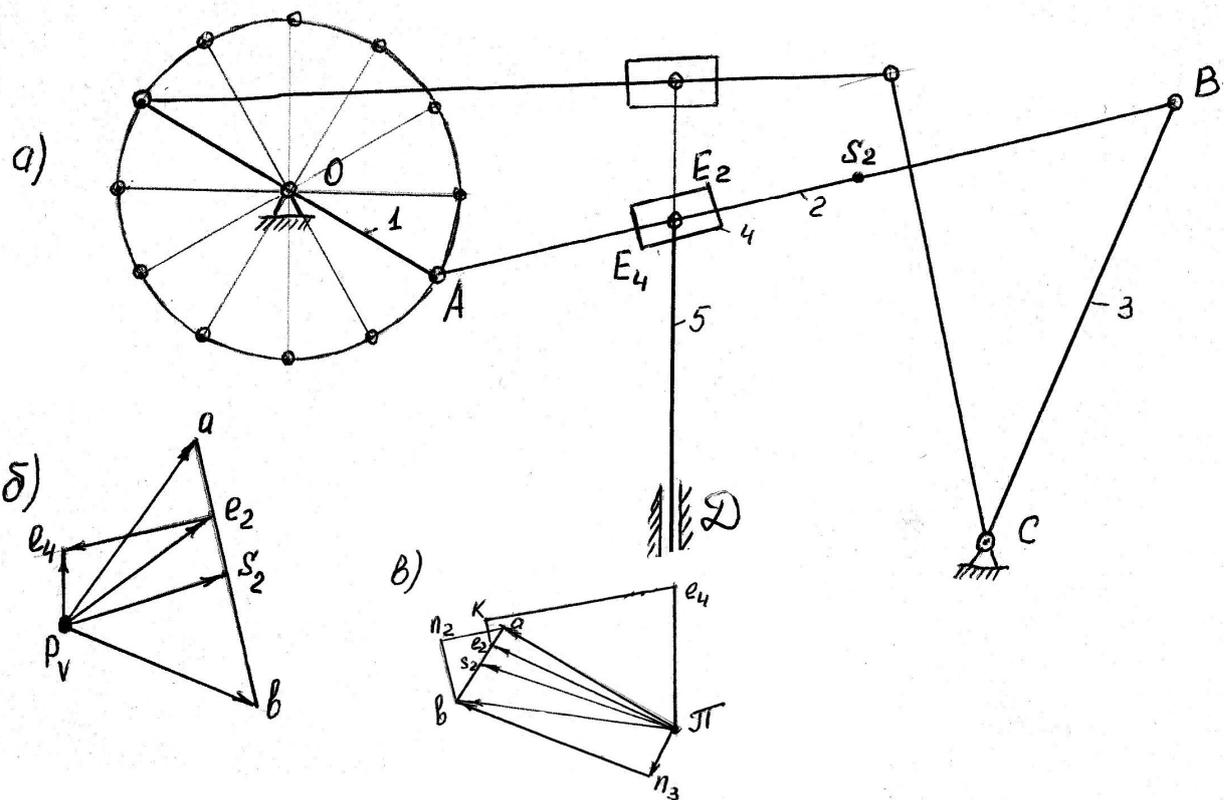
\vec{a}_{AB}^t - кулисадаги AB звенонинг уринма тезланиши, унинг вектори AB кулисага тик йўналган.

$\vec{a}_{BO_2}^n$ - 3-зено карамислодаги B нуқтанинг O_2 нуқтага нисбатан нормал тезланиши; унинг вектори BO_2 звенога параллел ва O_2 айланиш ўқи томон йўналган, қиймати қуйидагича бўлади. (3-шакл, в)

$$\vec{a}_{BO_2}^n = \frac{V_{B/BO_2}^2}{\mu_a} = \frac{0,198^2 / 0,38}{0,16} = 0,6 \text{ мм}$$

$\vec{a}_{BO_2}^t$ - 3-зено карамислодаги B нуқтанинг уринма тезланиши, унинг вектори BO_2 карамислога тик йўналган.

Икки \vec{a}_{AB}^t ва $\vec{a}_{BO_2}^t$ векторларнинг кесишидан ҳосил бўлган v нуқта, механизмнинг B нуқтаси тезланишини ҳосил қилади (3-шакл, в).



3-шакл.

д) Кулисадаги C_2 нуқтанинг тезланиши кесмалар нисбати ёрдамида аниқланади:

$$\frac{\overrightarrow{AC_2}}{\overrightarrow{AB}} = \frac{\overrightarrow{ac_2}}{\overrightarrow{ab}}$$

$$\overrightarrow{ac_2} = \frac{\overrightarrow{AC_2} \cdot \overrightarrow{av}}{\overrightarrow{AB}} = \frac{38,37}{127} = 11 \text{ мм}$$

бўлади.

Тезланишлар планидаги a нуқтадан \overrightarrow{av} кесманинг орасида $\overrightarrow{ac_2} = 11 \text{ мм}$ кесмани олиб, c_2 нуқтани белгилаймиз.

е) Кулисанинг ва карамислонинг масса марказлари S_2, S_3 нуқталарнинг тезланишини кесмалар нисбатидан фойдаланиб аниқлаймиз.

$$\overrightarrow{as_2} = \frac{\overrightarrow{AS_2} \cdot \overrightarrow{av}}{\overrightarrow{AB}} = 0,5 \cdot av = 0,5 \cdot 64 = 32 \text{ мм}$$

$$\overrightarrow{\pi s_3} = \frac{\overrightarrow{BS_3} \cdot \overrightarrow{\pi v}}{\overrightarrow{BO_2}} = 0,5 \cdot \pi v = 0,5 \cdot 64 = 32 \text{ мм}$$

ж) Механизмнинг 4-5 звенолар группасининг тезланишларини аниқлаймиз. Тошдаги C_4 нуқтанинг тезланишини аниқлаш учун қуйидаги вектор тенгламани ёзамиз;

$$\vec{a}_{C_4} = \vec{a}_{c_2} + \vec{a}_{C_4 C_2}^k + \vec{a}_{C_4 C_2}^r$$

$$\vec{a}_{C_4} = \vec{a}_y + \vec{a}_{C_4 y}^k + \vec{a}_{C_4 y}^r$$

бу тенгламадаги \vec{a}_{C_2} тезланиш маълум. У Pc_2 кесмага тенг

$\vec{a}_{C_4 C_2}^k$ -Кулисанинг C_2 нуқтаси харакатининг тошга нисбатан кориолис тезланиши, у кулисали механизмда ҳосил бўлади ва унинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\vec{a}_{C_2 C_4}^k = \frac{2 \cdot \omega_3 \cdot V_{C_2 C_4}}{\mu_a} = \frac{2 \cdot 0,694 \cdot 0,77}{0,16} = 6,68 \text{ мм}$$

бўлиб, йўналиши нисбий вектор $\vec{V}_{C_2 C_4}$ ни кулисанинг харакат йўналиши ω_2 бўйича 90° га буриши йўли билан аниқланади. (3-шакл, в);

$\vec{a}_{C_2 C_4}^r$ -кулисадаги C_4 нуқтанинг C_2 нуқтага нисбатан нисбий харакати, унинг вектори кулисага параллел йўналади. (3-шакл, в)

\vec{a}_y - у-у текисликнинг тезланиши, у нолга тенг қутиб нуқта π да ётади.

$\vec{a}_{C_4 y}^k$ - 4 звенонинг у-у текисликка нисбатан кориолис тезланиши,

$\omega_5 = 0$ бўлгани учун бу тезланиш 0 га тенг. У қутб нуқта π да ётади.

$\vec{a}_{C_4 y}^r$ - C_4 нуқтанинг у-у йўналтирувчига нисбатан нисбий тезланиши, унинг вектори у бўйича йўналган.

Икки $\vec{a}_{C_2 C_4}^r$ ва $\vec{a}_{C_4 y}^r$ вектор чизиқларнинг кесишган нуқтаси C_4 нуқтанинг тезланишини беради.

и) Нуқталарнинг ҳақиқий тезланиш қийматлари қуйидагича аниқланади ва қолган ҳолатларнинг қийматлари тезланишлар жадвалига кiritилади:

$$a_A = \overrightarrow{\pi a} \cdot \mu_a = 30 \cdot 0,16 = 4,8 \text{ м/сек}^2$$

$$a_B = \overrightarrow{\pi b} \cdot \mu_a = 28 \cdot 0,16 = 17,6 \text{ м/сек}^2$$

$$a_{C_2} = \overrightarrow{\pi c_2} \cdot \mu_a = 8 \cdot 0,16 = 1,28 \text{ м/сек}^2$$

$$a_{C_4} = \overrightarrow{\pi c_4} \cdot \mu_a = 12 \cdot 0,16 = 1,92 \text{ м/сек}^2$$

$$a_{S_2} = \overrightarrow{\pi s_2} \cdot \mu_a = 12 \cdot 0,16 = 1,92 \text{ м/сек}^2$$

$$a_{S_3} = \overrightarrow{\pi s_3} \cdot \mu_a = 6 \cdot 0,16 = 0,96 \text{ м/сек}^2$$

$$a_{C_2C_4} = \overrightarrow{c_2c_4} \cdot \mu_a = 20 \cdot 0,16 = 3,2 \text{ м/сек}^2$$

$$a_{AB} = \overrightarrow{ab} \cdot \mu_a = 24 \cdot 0,16 = 3,84 \text{ м/сек}^2$$

2-жадвал

Тезланишлар жадвали

Белгиланиши	Ҳолатлардаги қийматлар											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$a_A, \text{ м/сек}^2$												
$a_B, \text{ м/сек}^2$												
$a_{C_2}, \text{ м/сек}^2$												
$a_{C_4}, \text{ м/сек}^2$												
$a_{S_2}, \text{ м/сек}^2$												
$a_{S_3}, \text{ м/сек}^2$												
$a_{C_2C_4}, \text{ м/сек}^2$												
$a_{AB}, \text{ м/сек}^2$												

1.3. Механизмни кинетостатикавий текшириш

Инерция кучларини назарда тутиб, олиб бориладиган ҳисобга кинетостатикавий ҳисоблаш дейилади. Механизмни кинетостатикавий ҳисоблаш, асосан, етакчи звенога энг охирида бирлашган Ассур группасини ҳисоблашдан бошланади ва ниҳоят энг охирида етакчи звенонинг ўзи ҳисобланади.

Етакчи звенони мувозанатловчи P_M куч аниқланади. Даламбер принцига кўра, берилган ташиқи кучлар ва ҳосил бўлган инерция кучлари таъсирида механизмни мувозанатда деб қараб, ҳисоблашни қуйидаги тартибда бажарилади.

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

а) звеноларнинг массасини аниқлаймиз.

$$m = q \cdot l, \text{ кг}$$

бу ерда: q -ричагнинг узунлиги бўйича массаси (звено узунлигининг ҳар бир метри массаси 5 кг/м га тенг деб оламиз)

1-звенонинг узунлиги

$$m_1 = q \cdot O_1A = 5 \cdot 0,09 = 0,45 \text{ кг}$$

$$m_2 = 5 \cdot AB = 5 \cdot 0,38 = 1,9 \text{ кг}$$

$$m_3 = q \cdot BO_2 = 5 \cdot 0,38 = 1,9 \text{ кг}$$

$$m_4 = 2 \cdot m_1 = 2 \cdot 0,45 = 0,9 \text{ кг}$$

б) Звеноларнинг оғирлик кучларини қуйидагича аниқлаймиз:

$$G_1 = g \cdot m_1 = 10 \cdot 0,45 = 4,5 \text{ Н}$$

$$G_2 = g \cdot m_2 = 10 \cdot 1,9 = 19 \text{ Н}$$

$$G_3 = g \cdot m_3 = 10 \cdot 1,9 = 19 \text{ Н}$$

$$G_4 = g \cdot m_4 = 10 \cdot 0,9 = 9 \text{ Н}$$

в) Звеноларнинг масса марказига нисбатан инерция моментларини аниқлаймиз:

$$I_{S_2} = 0,1 \cdot m_2 \cdot AB^2 = 0,1 \cdot 1,9 \cdot 0,38^2 = 0,027 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_{S_3} = 0,1 \cdot m_3 \cdot BO_2^2 = 0,1 \cdot 1,9 \cdot 0,38^2 = 0,027 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

г) Звеноларнинг инерция кучларини аниқлаймиз:

$$P_{u_1} = m_1 \cdot a_{S_1} = 0,45 \cdot 2,4 = 1 \text{ Н}$$

$$P_{u_2} = m_2 \cdot a_{S_2} = 1,9 \cdot 4,8 = 8,12 \text{ Н}$$

$$P_{u_3} = m_3 \cdot a_{S_3} = 1,9 \cdot 2,56 = 4,8 \text{ Н}$$

барча кучларни йўналишларини механизмга қўямиз (4-шакл, а)

1.3.2 Механизм звеноларининг умумий инерция кучлари қўйилган нуқтани аниқлаш.

а) Ҳисоблашни соддалаштириш учун звено массасининг маркази S_2 га қўйилган инерция кучини ваунинг $M_{и2}$ моментини битта инерция кучига алмаштирамиз. Шу ишни 3 звенода ҳам қўллаймиз.

$$\rho_2 = \sqrt{\frac{I_{S_2}}{m_2}} = \sqrt{\frac{0,027}{1,9}} = 0,12 \text{ м}$$

$$S_2 N = \frac{\rho_2}{\mu_1} = \frac{0,12}{0,003} = 40 \text{ мм}$$

$$\rho_3 = \sqrt{\frac{I_{S_3}}{m_3}} = \sqrt{\frac{0,027}{1,9}} = 0,12 \text{ м}$$

$$S_3 N = \frac{\rho_3}{\mu_1} = \frac{0,12}{0,003} = 40 \text{ мм}$$

Кулисанинг масса маркази S_2 нуқтага нисбатан тик чизиқ ўтказамиз ва унда $S_2 N = 40$ мм кесмани белгилаймиз N нуқтани A айланиш маркази билан туташтирамиз ҳамда AN чизиққа 90° бурчак остида чизиқ ўтказамиз. Бу чизиқнинг кулиса билан кесишган нуқтаси k , яъни умумий инерция кучлари қўйилган нуқтани беради. Шу ишни 3 звено карамислода ҳам бажарамиз (4-шакл, б, в.)

1.3.3 Кинематикавий жуфтлардаги реакция кучларини аниқлаш.

а) 4-5 звенолар гуруппасини ҳисоблаш:

4-5 звеноларга қуйидаги кучлар таъсир этаётган G_4 , P бундан ташқариш у-у йўналтирувчини 5 звенога таъсир кучи R_{O_5} , ва 2 звенони 4 чи звенога таъсир кучи $R_{2,4}$ (4-шакл, г)

Ноъмалум кучларни аниқлаш учун Даламбер принципага асосан ҳамма кучларни йиғиндисини мувозанат ҳолати учун 0 га тенг деб оламиз.

$$R_{2,4} + G_4 + P + R_{O_5} = 0$$

Номаълум кучларни аниқлаш учун кучлар планини қурамиз. Куч планинг масштаб μ_p коэффициентини қуйидагича оламиз.

$$\mu_p = 1 \text{ Н/мм}$$

Яъни 1 мм кесма узунликка 1 Н куч тўғри келади

б) 2-3 звено группани ҳисоблаш

Бу Ассур гурухига таъсир этаётган кучларни аниқлаймиз. Звеноларга $P_{и3}$, $P_{и2}$, $R_{4,2}$, G_2 , G_3 , $R_{1,2}^n$, $R_{1,2}^\tau$, $R_{O_2,3}^n$, $R_{O_2,3}^\tau$ кучлар таъсир этади. Номаълум кучларни аниқлаш учун Даламбер принципага асосан барча кучлар векторларини йиғиндисини мувозанат ҳолат учун 0 га тенг деб оламиз ва B нуқтага нисбатан момент оламиз (4-шакл, е)

$$P_{и2} + R_{4,2} + P_{и3} + G_3 + G_2 + R_{1,2}^n + R_{1,2}^\tau + R_{O_2,3}^n + R_{O_2,3}^\tau = 0$$

$$\sum M(B) = -R_{1,2}^\tau \cdot h_{R_{4,3}} - R_{4,2} \cdot h_{R_{4,2}} + P_{и2} \cdot h_{P_{и2}} + G_2 \cdot h_{G_2}$$

$$R_{1.2}^r = \frac{R_{4.2} \cdot h_{R_{4.2}} + P_{u2} \cdot h_{P_{u2}} + G_2 \cdot h_{G_2}}{h_{R_{3.4}}} = \frac{36 \cdot 90 + 19 \cdot 60 + 9 \cdot 25}{127} = 36H$$

$$\sum M(B) = -R_{0.3}^r \cdot h_{R_{0.3}} + P_{u3} \cdot h_{P_{u3}} + G_3 \cdot h_{G_3}$$

$$R_{0.3}^r = \frac{P_{u3} \cdot h_{P_{u3}} + G_3 \cdot h_{G_3}}{h_{R_{3.4}}} = \frac{4,8 \cdot 37 + 19 \cdot 20}{127} = 4,4H$$

қолган номаълум кучларни аниқлаш учун кучлар планини қурамыз. Кучлар планинг масштаби μ_r коэффициентини қуйидагича бўлади.

$$\mu_r = 1 \text{ Н/мм}$$

яъни 1 мм кесма узунлигига 1 Н куч тўғри келади (4-шакл, д)

в) бош звено таъсир этаётган кучларни ва мувозанатловчи куч P_H ни аниқлаймиз.

Даламбер принцигига асосан кучлар йиғиндисини 0 га тенг деб оламиз ва O_1 нуқтага нисбатан момент оламиз (4-шакл, д)

$$P_M + R_{2.1} + G_1 + P_{u1} + R_{01}^n + R_{01}^r = 0$$

$$\sum M(O) = -P_M \cdot h_{P_M} + R_{2.1} \cdot h_{R_{2.1}} - G_1 \cdot h_{G_1}$$

$$P_M = \frac{R_{2.1} \cdot h_{R_{2.1}} - G_1 \cdot h_{G_1}}{h_{P_M}} = \frac{36 \cdot 8 - 4,5 \cdot 13}{30} = 7,65 \text{ Н}$$

қолган номаълумларни аниқлаш учун кучлар планини тузамиз.

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 (4-шакл. е)

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

в) Тезликлар планидаги кучларнинг қутуб нуқтасини P_9 га нисбатан моментлар тенгласини тузамиз.

$$\sum M(P) = -P_M^{жс} \cdot h_{P_M} + P \cdot h_P + P_{u2} \cdot h_{P_{u2}} + P_{u3} \cdot h_{P_{u3}} + G_3 \cdot h_{G_3} - G_4 \cdot h_{G_4} - G_1 \cdot h_{G_1} = 0$$

$$P_M^{жс} = \frac{P \cdot h_P + P_{u2} \cdot h_{P_{u2}} + P_{u3} \cdot h_{P_{u3}} + G_3 \cdot h_{G_3} - G_4 \cdot h_{G_4} - G_1 \cdot h_{G_1}}{h_{P_M^{жс}}} =$$

$$= \frac{24 \cdot 8 + 9 \cdot 19 + 5 \cdot 14 + 19 \cdot 5 - 4,5 \cdot 13 - 19 \cdot 8 - 10 \cdot 8}{50} =$$

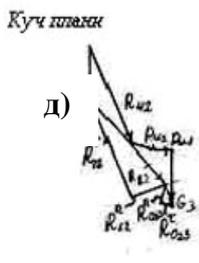
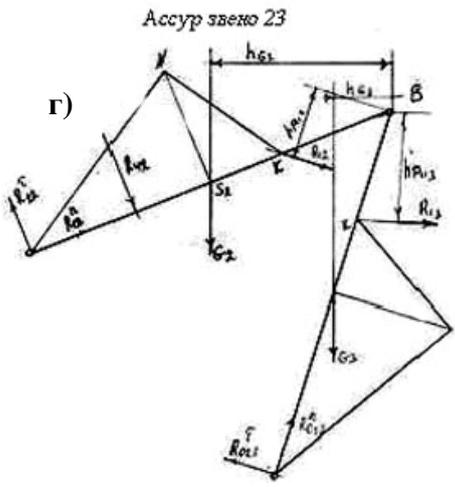
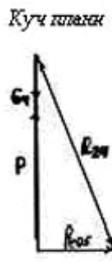
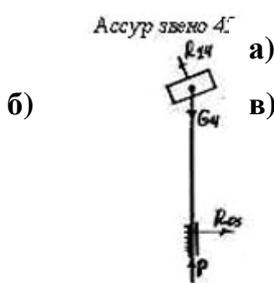
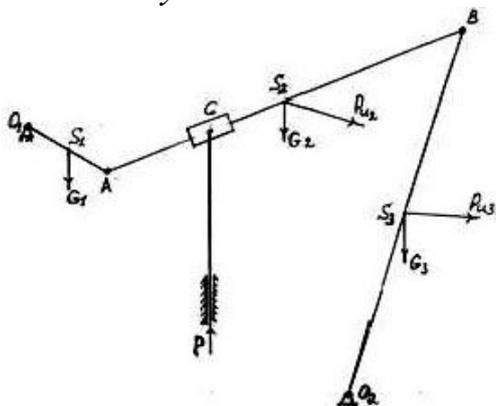
$$= \frac{168 + 171 + 70 + 95 - 58 - 152 - 80}{30} = 7,4$$

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

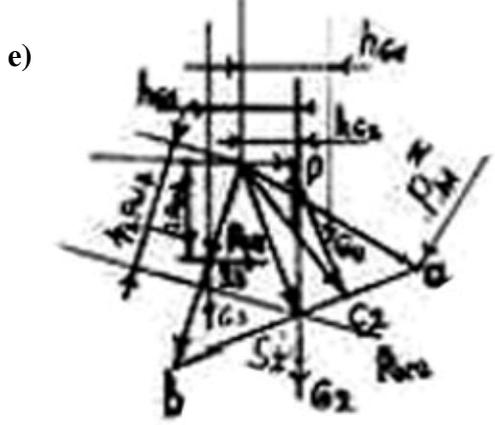
Икки усулда аниқланган P_M кучининг фарқи

$$\Delta P_M = \frac{P_M^{жс} - P_M}{P_M^{жс}} \cdot 100\% = \frac{7,65 - 7,4}{30} \cdot 100\% = 3,2\%$$

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



Жуковский рычаги



4-шакл.

$$U_{3H}^1 = 1 + \frac{z_2 \cdot z_3}{z_1 \cdot z_2'} = 1 + \frac{21 \cdot 62}{20 \cdot 20} = 4,25$$

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

$$U_p = U_{пл} \cdot U_{од} = U_{1H}^3 \cdot U_{45} = 4,25 \cdot 2 = 8,5$$

Электрик двигатель валининг айланиш сони қуйидагича аниқланади:

$$n_1 = U_p \cdot n_5 = 8,5 \cdot 122 = 1038 \text{ айл/мин.}$$

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 (5-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_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:

$$\mu_l = \frac{r_1}{r_1} = \frac{0,05 \text{ м}}{30 \text{ мм}} = 0,001 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

Редуктор ғилдираклари тезликларини Л. Смирнов усули билан топши.

Бунинг учун берилган n_1 орқали учинчи ғилдиракни бурчак тезлиги ω_1 ва В нуқтасининг чизиқли тезлиги v_B топилади. v_B тезликни μ_v масштабда ихтиёрый вектор катталик қилиб қўямиз. 1- ғилдирак қўзғалмас бўлганлиги сабабли v_B нуқтани А нуқта билан бирлаштириб 3- ғилдирак тезлик планини қурамиз. O_2 марказда 2 - ғилдирак водило m э билан биргаликда ҳаракат

қилганлиги учун тезлик вектори O_2-v_H бўлади ва v_H нуқтани O_H водилони ўқи билан бирлаштириб, водило учун тезлик планини ясаймиз. Водило ўқи билан 4-гилдирак ўқи бир бўлганлиги сабабли C нуқтани тезлиги $C-v_C$ бўлади. v_C нуқтани O_5 марказ билан бирлаштириб 5-гилдиракни тезлик планини топамиз.

Топилган тезликлар планидан ихтиёрӣ нуқтани хақиқӣ тезлигини топиш учун, шу нуқтани тезлик векторини ўлчаб олиб, μ_v масштабга кўпайтирсак, шу нуқтани чизиқли тезлигини топган бўламиз.

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

Асосий айланаларнинг радиуслари:

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

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

Гилдирак тишларининг баландлиги:

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

Тиш каллаги баландлиги:

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

Тиш оёғи 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:

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

Гилдирак тишларининг чиқиқлик айланаси радиуслари:

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

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

Гилдирак тишларининг ботиқлик айланаси радиуслари:

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

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

Галтел (тиш оёғи) нинг юмалоқланиш радиуси:

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

2.2. Ташқи илашмали эвольвента профилли гилдирак тишини ясаи

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

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

2. Ғилдиракларнинг O_4 ва O_5 марказлари оралығини (6-шакл) топамиз:

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

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

$$\overline{r_4} = \frac{r_4}{\mu_l} = \frac{0,050}{0,000375} = 133,33 \text{ мм}$$

$$\overline{r_5} = \frac{r_5}{\mu_l} = \frac{0,100}{0,000375} = 266,66 \text{ мм}$$

радиуслар билан бўлиш айланалари чизилади.

4. Икки айлананинг уриниш нуқтаси P дан (илаиши 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

$$\overline{r_{e4}} = \frac{r_{e4}}{\mu_l} = \frac{0,047}{0,000375} = 125,33 \text{ мм}$$

$$\overline{r_{e5}} = \frac{r_{e5}}{\mu_l} = \frac{0,94}{0,000375} = 250,66 \text{ мм}$$

радиуслар билан асосий айланалар чизилади.

6. Қутб нуқтаси P дан $\tau-\tau$ уринмага $\alpha = 20^\circ$ бурчак остида асосий айланаларга умумий бўлган уринма чизик $N-N$ ўтказилади. Бу уринма чизик асосий айланалар r_{e4}, r_{e5} да уриниш нуқталари A ва B ни беради.

Бунда AB кесма назарий илаиши чизик бўлади.

7. Ғилдиракнинг O_4 ва O_5 марказларидан

$$\overline{r_{a4}} = \frac{r_{a4}}{\mu_l} = \frac{0,055}{0,000375} = 146,66 \text{ мм}$$

$$\overline{r_{a5}} = \frac{r_{a5}}{\mu_l} = \frac{0,105}{0,0002} = 280 \text{ мм}$$

радиуслар билан ғилдирак тишларининг чиқиқлари айланаси радиуслари,

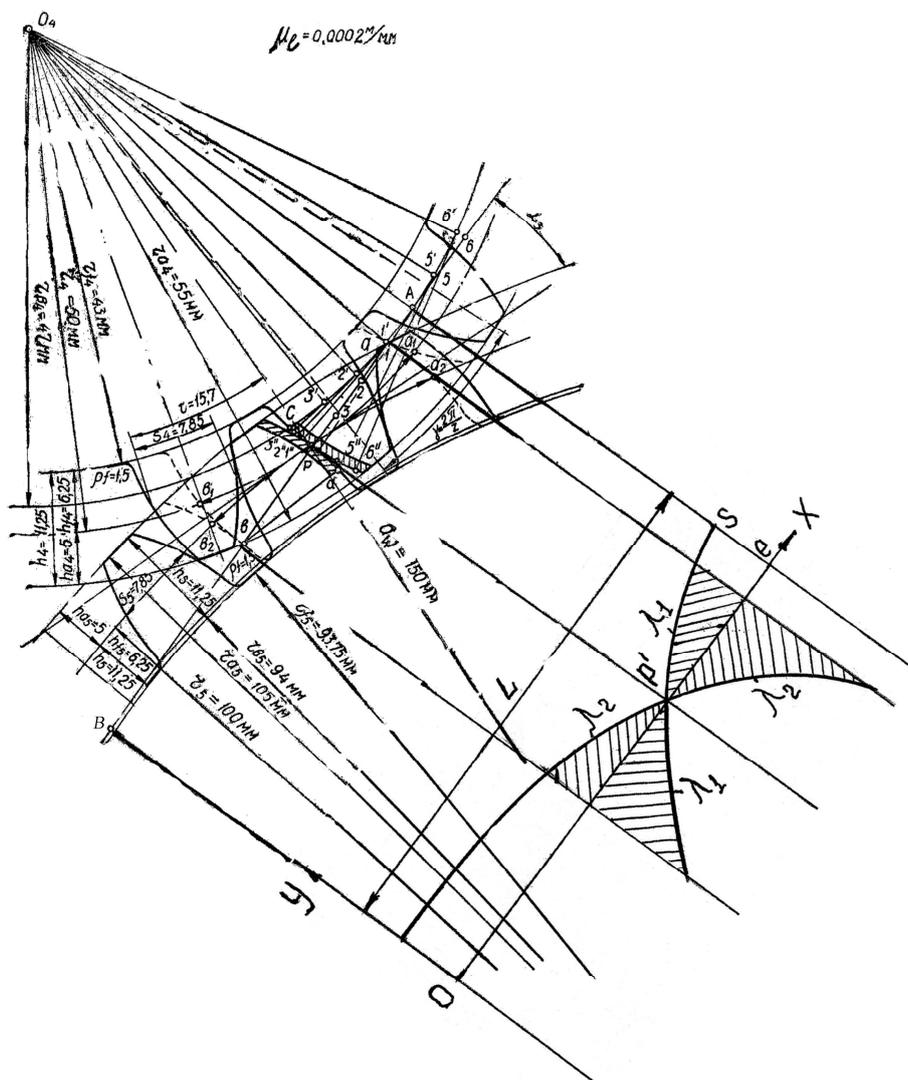
$$\overline{r_{f4}} = \frac{r_{f4}}{\mu_l} = \frac{0,04375}{0,000375} = 116,66 \text{ мм}$$

$$\overline{r_{f5}} = \frac{r_{f5}}{\mu_l} = \frac{0,09375}{0,000375} = 250 \text{ мм}$$

радиуслар билан эса ғилдирак тишларининг ботиқлари айланаси чизилади.

8. Илаиши чизиқи $N-N$ ни икки ғилдиракнинг асосий айланаларида думалатиб, қутб нуқтаси P дан ўтувчи эвольвента профилни чизилади.

Тиш профилни чизишининг графикавий усулини кўриб чиқамиз.



б-шакл

2.3. Тишинг 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 чизигининг 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 гилдиракнинг маркази O_4 билан туташтирамиз. Бу нуқталардан радиус чизиқларига тик, яъни асосий айланага уринма чизиқлар ўтказамиз.

4. Эвольвентанинг эвольвентадан ўтказилган нормал чизиқнинг узунлиги асосий айланаси «ёйининг узунлигига тенг» деган хоссасига асосланиб, эвольвента эгри чизиқни чизамиз.

Бунинг учун биринчи уринма чизиқда битта $1'—1''$ кесма, иккинчи уринма чизиқнинг 2 нуқтасидан иккита $2'—2''$ кесма, учинчи уринманинг 3

нуқтасидан $учта\ 3'—3''$ кесма белгилаймиз ва ҳоказо.
 $1' - 1'' = P1; 2' - 2'' = P2; 3' - 3'' = P3$ лар тенг

5. Белгиланган $1'', 2'', 3'', 4'', 5'' 6''$ нуқталарни кетма-кет (силлиқ чизиқ билан) туташтириб, эвольвента чизиқини ҳосил қиламиз. Иккинчи гилдирак тишининг профилени 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 гилдирак 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 профиленинг 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

$$\overline{S} = \frac{S}{\mu_1} = \frac{0,00785}{0,000375} = 20,93 \text{ мм}$$

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

7. Тишнинг бошланғич айлана ёйи бўйича қадами

$$\overline{P} = \frac{P}{\mu_1} = \frac{0,0157}{0,000375} = 41,86 \text{ мм}$$

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

8. Иккинчи гилдирак тишнинг профилени ҳам худди юқоридагидек чизамиз. Ҳар бир гилдиракнинг учтадан тиши чизилади.

2.4. Тишли илашманинг сирпаниш эпюрасини қуриш

Тишли илашмаларни сирпаниш коэффициенти 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 коэффициенти

$u_{4,5}$ - 4 - гилдиракнинг 5 - гилдиракка узатиш сони, бу қиймат хамманинг вариантыда берилган бўлади.

$u_{5,4}$ - 5 - гилдиракнинг 4 - гилдиракка 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 - A нуқтадан асосий айланагача бўлган масофа

Сирпаниш эфюрасини қуйидагича қурилади AB назарий илашиш чизигини O_5 марказ тамон праллел кўчирилади ҳамда A, B ва P нуқталардан назарий чизиқга нисбатан перпендикуляр чизиқлар ўтказилади. параллел кўчирилган чизиқ билан перпендикуляр ўтказилган чизиқларни кесишиш нуқталарини A, B ва P харифлари билан белгиланади. A нуқтадан P нуқтагача бўлган масофани тенг ихтиёрий бўлакларга ва P нуқтадан B нуқтагача бўлган масофани ҳам тенг ихтиёрий бўлакларга бўлиб нуқталар қўйилади. Бу нуқталардан AB кесмага нисбатан перпендикуляр чизиқлар 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 силжитиши ёки буриши учун хизмат қилади. Улар универсал бўлиб, турткичининг олдиндан белгиланган ҳаракат қонунини бажара олади.

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

Кулачокли механизм лойихалашда кўзда тутилган асосий мақсад етакланувчи звенонинг исталган, олдиндан берилган ҳаракат қонуни бажарувчи кулачок профилни ясаш, фойдали иш коэффиценти юқори ва габарити кичик механизм схемаси тавсия этилади (6-шакл).

А схема - тўғри чизик бўйлаб илгариланма-қайтар ҳаракат қилувчи роликли турткичи бўлган кулачокли механизм В схема-тўғри чизик бўйлаб илгариланма қайтар 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. Турткичининг 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 турткичининг ҳаракат қонуни тўғри бурчакли диаграмма бўйича ўзгаради деб қабул қиламиз.

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

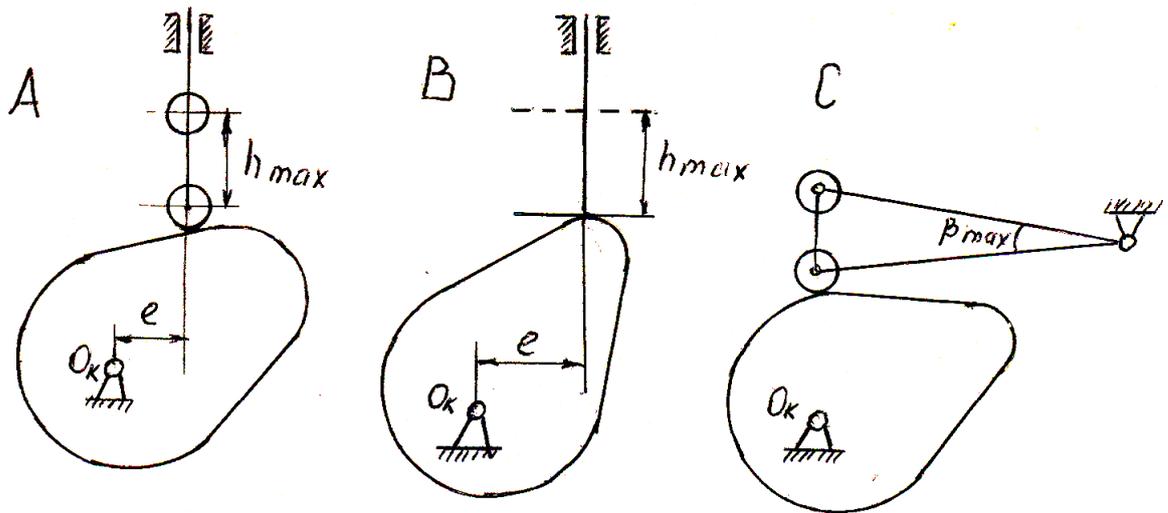
3. Кулачокнинг айланишлар сони $n_k = 100 \text{ айл / мин.}$

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

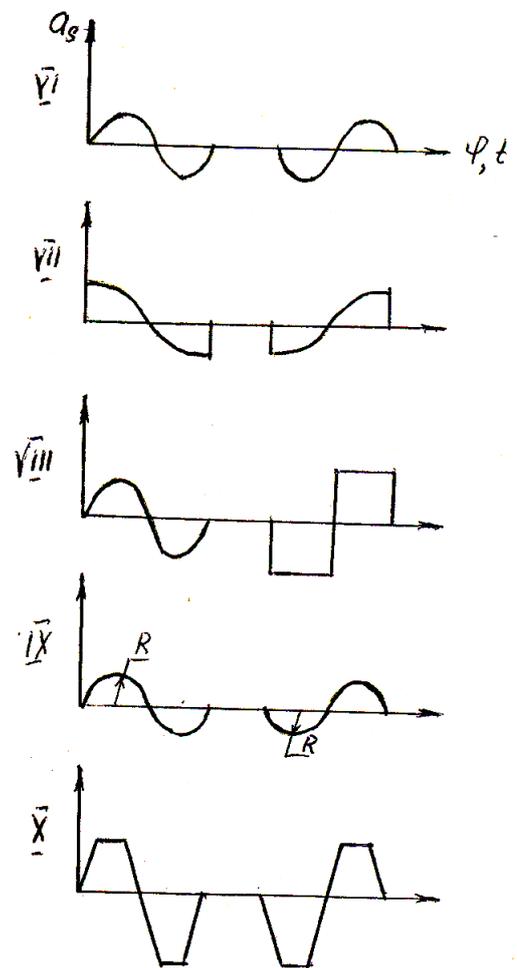
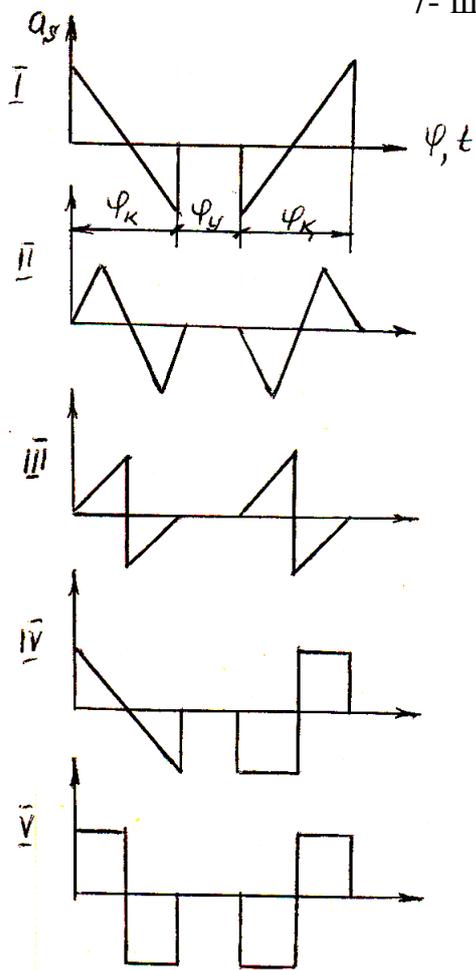
5. Экцентриситет қиймати $e = 0,015 \text{ м}$

6. Босим бурчаги $\alpha = 30^\circ$

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



7- шакл



8- шакл

3.1. Лойиҳалаш тартиби

Берилган турткич ҳаракат қонуннинг 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 $\overline{OM} = 140$ мм кесмани белгилаймиз (9-шакл, а).

Абсциссалар ўқининг φ бурчак масштабини куйидаги формуладан аниқлаймиз:

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

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 $\alpha = 60$ мм кесма билан белгилаймиз. $\varphi_k - 60^0$ ли абсциссалар ўқини тенг тўрт бурчакли бир хил шакллар чизамиз. (9-шакл, а) бунда турткичнинг кўтарилиш вазиятига таалуқли диаграмма ҳосил бўлади.

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

Берилган шартга кўра $\varphi_k = \varphi_k$ бўлгани учун $\varphi_k - 60^0$ кесимни φ_k бурчакка симметрик қилиб, тенг ва ўхшаш тўғри тўртбурчаклик шаклларни чизамиз.

Графикавий интеграллаш усуллариининг 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, $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi}(\varphi)$

нинг диаграммасини ҳосил қиламиз.

Бунинг учун абсциссалар ўқидаги $\varphi_k - 60^0$ кесмани $10^0 = 10$ мм деб олиб, бир-бирига тенг олтига кесмага бўламиз. Бўлинган кесмаларнинг абсциссалар ўқидаги 0, 1, 2, 3 ... нуқталаридан вертикал чизиқлар 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 $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi}(\varphi)$ графиги учун янги координаталар системасини

чизамиз. $\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = \frac{d^2 S}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасидаги вертикал чизиқларни юқори томонга

давом эттириб, 0φ абсциссалар ўқини 0-1, 1-2, 2-3, га тенг кесмаларга бўламиз (8-шакл, б) $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi^2}(\varphi)$ ва $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммаларининг

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

$$H_2 = \frac{1}{\mu\varphi} = \frac{1}{\pi/180^0} = 57,2 \text{ мм}$$

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

Ординаталар ўқидаги I'', II'', III'', \dots нуқталарни A_2 кутб билан туташтириб $A_2-I'', A_2-II'', A_2-III'', \dots$ нурларни ўтказамиз. Сўнгра $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммасининг 0 нуқтасидан A_2-I'' нурға параллел қилиб 0-1 қисмининг биринчи вертикал чизиқи билан учрашгунча чизиқ ўтказиб, I' нуқтани белгилаймиз (9-шакл, б).

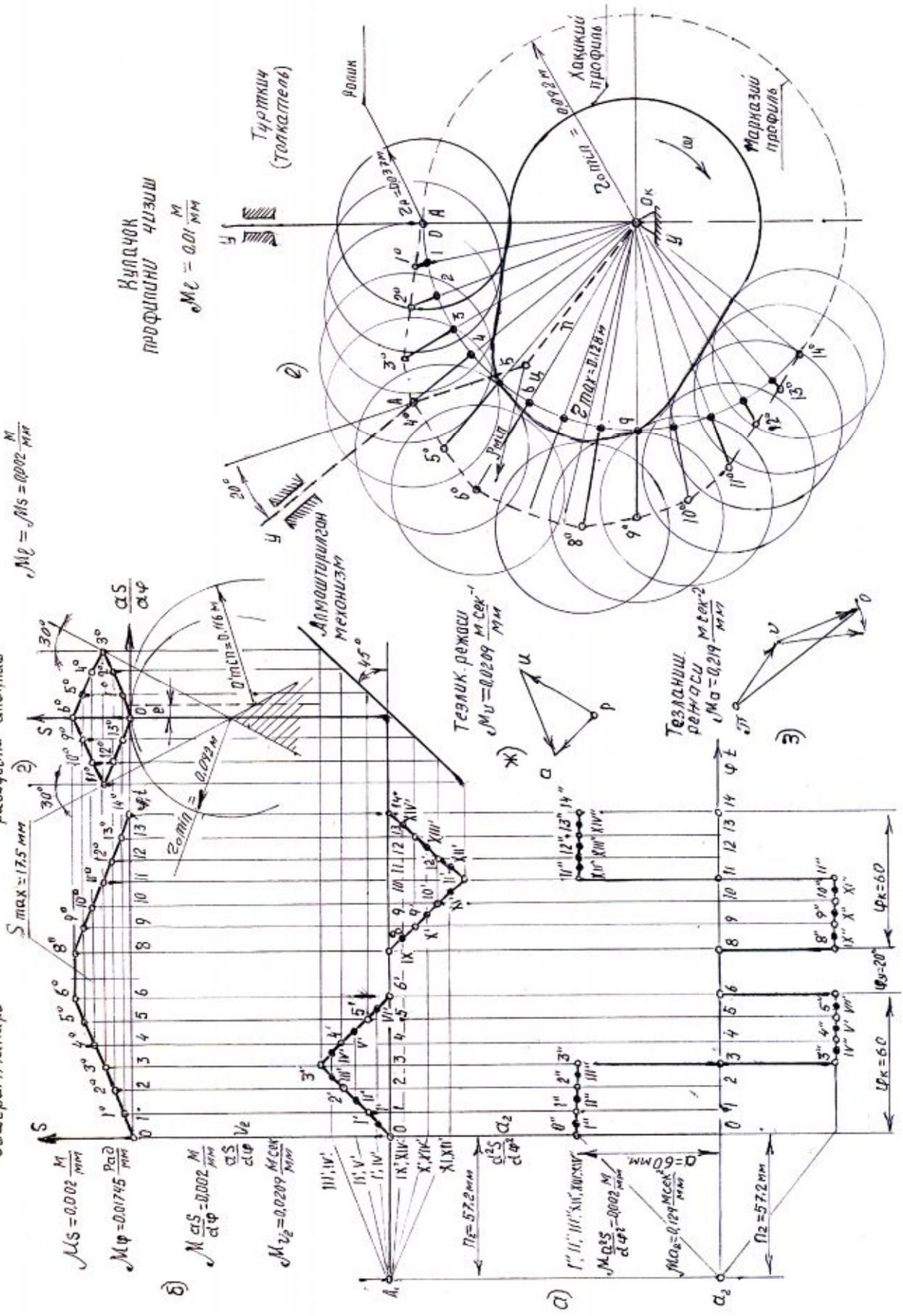
$\frac{d^2S}{d\varphi^2}$ ординатадаги вертикал чизиқнинг I' нуқтасидан A_2-II'' , нур чизиқиға параллел чизиқ ўтказиб иккинчи вертикал чизиқда $2'$ нуқтани оламиз. Диаграмманинг қолган қисмлари ҳам худди шу тарзда чизилади. Белгиланган $0'', 1'', 2'', 3'', \dots$ нуқталарни бирлаштириб графикавий интегралланган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

Шунингдек, $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ 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 олиши керак.

Сўнгра $S = S(\varphi)$ ва $\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{d^2S}{d\varphi}(\varphi)$ диаграммалари ордината ўқларининг масштаб коэффициентлари μ_s , $\mu \frac{ds}{s\varphi}$, $\mu \frac{d^2s}{s\varphi^1}$, ни ҳисоблаб топамиз.

Түрткычине харакат дисаграммалары

Күлчочкыне минимал радиусыны аныклав



$\omega_{M2} = \omega_{M3} = 0.002 \frac{M}{mm}$

Күлчочкы профилни чыгышы
 $\omega_{M2} = 0.01 \frac{M}{mm}$

$\omega_{M1} = 0.002 \frac{M}{mm}$
 $\omega_{M2} = 0.01745 \frac{M}{mm}$

$\omega_{M3} = 0.002 \frac{M}{mm}$
 $\omega_{M4} = 0.0209 \frac{M}{mm}$

Тезлик режасы
 $\omega_{M1} = 0.0209 \frac{M}{сек^2}$

Тезданыш режасы
 $\omega_{M1} = 0.219 \frac{M}{сек^2}$

3.2. Диаграмма масштабларини аниқлаш

Турткич силжии диаграммаси ордината ўқининг масштаби қуйидаги формуладан аниқланади:

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

бу ерда \overline{S}_{\max} – силжии диаграммаси ординатасининг максимал аналогининг

ордината масштаби:
$$\mu_{\frac{ds}{s\varphi}} = \frac{\mu_s}{H_1 \cdot \mu_\varphi} = \frac{\mu_s}{\frac{1}{\mu_\varphi} \cdot \mu_\varphi} = \mu_s = 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$$

Тезланиш аналогининг ордината масштаби:

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

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

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

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

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

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

Чизиқий тезланишининг ордината масштаби қуйидагича аниқланади.

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

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 (8-

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 ўқиға тезлик аналог $\frac{ds}{d\varphi}$ 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 $1-1'$, $2-2'$, $3-3'$, ... ординаталарини ёрдамчи чизма воситасида 45° га буриб (9-шакл,г) янги диаграмманинг $\frac{dS}{d\varphi}$ абсциссалар ўқиға кўчирамиз. Белгиланган 1^0 , 2^0 , 3^0 , ... нуқталар силлик 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 (итрихланган 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 силлиғи 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 O_s тўғри чизиқнинг ўнг томонида пунктир тўғри чизиқ билан белгилаймиз. Уни уринма чизиқ билан кесишувчи 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 $\ell = 0$ бўлса, марказий (аксиал) кулачок профилни чизилади. Механизмни «қайтариш» усулини татбиқ этиб, кулачок профилни 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:

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

Бу радиус билан айлана чизамиз (8-шакл, д). Бу ерда кулачок профилининг узунлик масштаби μ_l силжии 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 $r_{o\min}$ 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 хар бирини силжии $S = S(\varphi)$ диаграммасининг бўлинмаларига мос равишда худди ўшанча қисмига бўламиз. Бизнинг мисолимизда φ_k ва φ_k бурчакларнинг хар бири 6 қисмга бўлинган.

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

6. Кулачокнинг $r_{o\min}$ радиус билан чизилган айланасидан ўтган нур чизиқларнинг давомида турткичнинг $S = S(\varphi)$ диаграммасидаги силжии 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 $\varphi_y = 220^\circ$ бурчакларида O_k марказдан $\overline{r_{o\max}} = 128 \text{ мм}$ ва $\overline{r_{o\min}} = 92 \text{ мм}$ 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 кесиммаслик шартини ва бошқа шартларга биноан $r_p \leq (0.7 \dots 0.8) r_{\min}$ ва $r_p \leq (0.4 \dots 0.5) r_{\min}$ қилиб олинади (бу ерда r_{\min} - кулачок марказий профилининг минимал эгрилик радиуси). Бу икки ифода ёрдамида роликнинг радиусини хисоблаб 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 хисоблаб топилади:

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

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

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

3.6. Хақиқий кулачок профилини чизиши

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 хосил қилинади.

3.7. Алмаштирилган механизм чизиши ва турткичнинг тезлик ва тезланишини аниқлаш

Олий кинематикавий жуфтли механизмларни кинематикавий анализ қилишда хисоблаш усулини соддалаштириши 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 қўзгалувчанлик даражаси ўзгармаслиги керак.

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

Алмаштириши 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 олинадида, у олдинги звенолар билан бирлаштирилади.

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

Кулачок ва роликдан иборат механизмнинг олий кинематикавий жуфттини унга эквивалент бўлган қуйи кинематикавий жуфтли механизм билан алмаштираемиз. 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 маркази айланиш ўқида ётади. Кулачокнинг профили эгри чизиқ бўлгани учун унинг уриниш нуқтаси А₄ дан профилга нормал n-n чизиқ ўтказамиз ва унда эгрилик маркази Ц нуқтани белгилаймиз. А₄ ва Ц нуқталарни штрих тўғри чизиқ билан бирлаштириб, янги қўшимча звенони ҳосил қилаемиз.

Алмаштирилган механизм кривошип-ползунли механизмдир. Алмаштирилган механизм учун тезликлар панини чизамиз (8-шакл, ж). Кулачокдаги Ц нуқтанинг тезлиги қуйидагича бўлади:

$$V_{\text{ц}} = O_{\text{к}}\text{Ц} \cdot \omega_{\text{к}} = \overline{O_{\text{к}}\text{Ц}} \cdot \mu_l \cdot \omega_{\text{к}} = 74 \cdot 0,001 \cdot 10,46 = 0,774 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

бу ерда $\overline{O_{\text{к}}\text{Ц}}$ -схемадаги $O_{\text{к}}$ ва Ц нуқталар оралиги, мм Кулачокдаги Ц нуқтанинг $\vec{V}_{\text{ц}}$ тезлик вектори радиус $O_{\text{к}}\text{Ц}$ 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:

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

У ҳолда, А нуқта тезлиги векторнинг кесма узунлиги

$$\frac{r_{\text{ц}}}{\mu_v} = \frac{V_{\text{ц}}}{\mu_v} = \frac{0,774}{0,0209} = 37 \text{ мм} \quad \text{бўлади.}$$

Турткичнинг А нуқтаси тезлигини аниқлаш учун унинг векторий тенгламасини тузамиз:

$$\begin{aligned} \vec{V}_A &= \vec{V}_{\text{ц}} + \vec{V}_{A\text{ц}}, \\ \vec{V}_A &= \vec{V}_y + \vec{V}_{A_y}, \end{aligned}$$

бу ерда $V_{Ay} \perp AЦ$, $V_y = 0, V_{Ay}$ II у-у бўлади. Тезликларнинг кутбий планини чизиб, турткичнинг A нуқтаси тезлигини аниқлаймиз (9-шакл, ж).

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

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

аниқлаймиз: $V_A = \overline{44} \cdot \mu_{\sigma_2} = 20 \cdot 0,0209 = 0,42 \frac{M}{сек}$

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 $\omega_k = const$ билан айлангани учун, унинг бурчагий тезланиши ε ҳам, уринма чизиқий тезланиши α^r ҳам нолга тенг. У ҳолда кулачокдаги Ц нуқтанинг тезланиши қуйидагича бўлади:

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

тезланишлар планини чизиш учун тезланиш масштаби μ_a тезланишлар

$\frac{d^2s}{d\varphi^2} = \frac{d^2s}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасининг масштаби μ_{a_2} га тенг қилиб оламиз:

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

Кулачокдаги Ц нуқтанинг тезланиши вектори кесманинг узунлигини аниқлаймиз:

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

Тезланишлар плани чизиш учун тезланишларнинг векторий тенгламасин тузамиз:

$$\begin{aligned} \vec{\alpha}_a &= \vec{\alpha}_{\psi} + \vec{\alpha}_{AЦ}^n + \vec{\alpha}_{AЦ}^{\tau}, \\ \vec{\alpha}_A &= \vec{\alpha}_y + \vec{\alpha}_{AЦ}^k + \vec{\alpha}_{A_y}^{\tau}, \end{aligned}$$

Йўналтирилган қўзғалмас бўлгани учун $a_y = 0$, $a_{AV}^k = 0$ бўлади. юқоридаги тенгламада нормал тезланиши

$$a_{AЦ}^n = \frac{\sigma_{AЦ}^2}{ЦА} = \frac{(\overline{ца} \cdot \mu_\sigma)^2}{ЦА \mu_1} = \frac{(39 \cdot 0,0209)^2}{52 \cdot 0,001} = 12,78 \frac{м}{сек^2}$$

бўлиб, унинг вектори A нуқтадан $Ц$ нуқтага томон, $AЦ$ звенога параллел йўналган. $a_{AЦ}^n$ тезланишининг масштаб μ_a даги кесмаси узунлиги қуйидагича бўлади:

$$\overline{\pi\alpha} = \frac{\alpha_{Aц}}{\mu_a} = \frac{(\overline{ца} \cdot \mu_\sigma)^2}{ЦА} = \frac{(\overline{ца})^2}{ЦА} = \frac{39^2}{52} = 29,3 \text{ мм} \quad \text{бўлади.}$$

$$a_{AV}^r \perp AЦ \text{ ва } a_{AV}^t \parallel Y - Y$$

Тезланишлар планини чизиб (9-шакл,з), турткичнинг A нуқтаси тезланиши қийматини аниқлаймиз.

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

турткичнинг туриш вазияти $4-4^0$ учун $\frac{d^2s}{d\varphi^2} = \frac{d^2s}{d\varphi^2}(\varphi)$ диаграммасини тезланиши

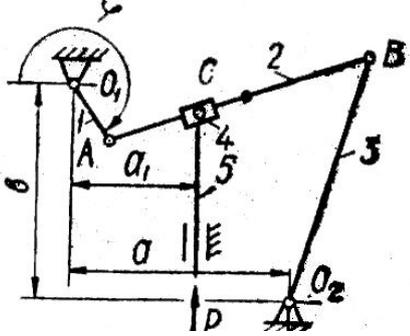
$$a_A^0 = \overline{4-4^0} \cdot \mu_{o2} = 60 \cdot 0,219 = 13,14 \frac{м}{сек^2} \quad \text{бўлади.}$$

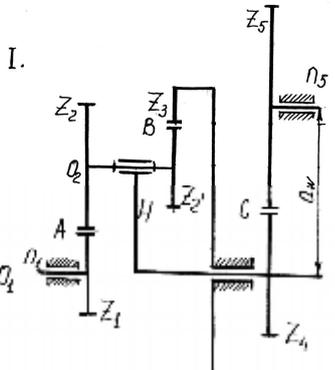
Турткичнинг тезланишлари фарқи қуйидагича бўлади:

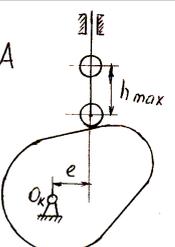
$$\Delta a = \frac{a_A}{a_A} = 100\% = \frac{13,36 - 13,14}{13,36} = 100\% = 1,6\%$$

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

Топшириқ бўйича вариантлар

I-Топшириқ бўйича вариантлар							
Схеманинг тури I-тип	Звеноларнинг узунлиги	Берилган катталиклар	Вариантлар				
			1	2	3	4	5
	$a = 3,5 \cdot 0_1 A$	$0_1 A, \text{м}$	0,06	0,08	0,09	0,06	0,08
		φ град	0	30	60	90	120
	$b = 3 \cdot 0_1 A$	$n, \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$	20	40	60	80	100
		$P, \text{н}$	24,0	36,0	28,0	24,0	18,0
	$a_1 = 2 \cdot 0_1 A$	Берилган катталиклар	Вариантлар				
		$AB = 4 \cdot 0_1 A$	6	7	8	9	10
	$BO_2 = AB$	$0_1 A, \text{м}$	0,08	0,09	0,09	0,06	0,07
		φ град	150	210	240	270	300
		$n, \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$	90	70	50	30	110
		$P, \text{н}$	22,0	24,0	16,0	12,0	14,0

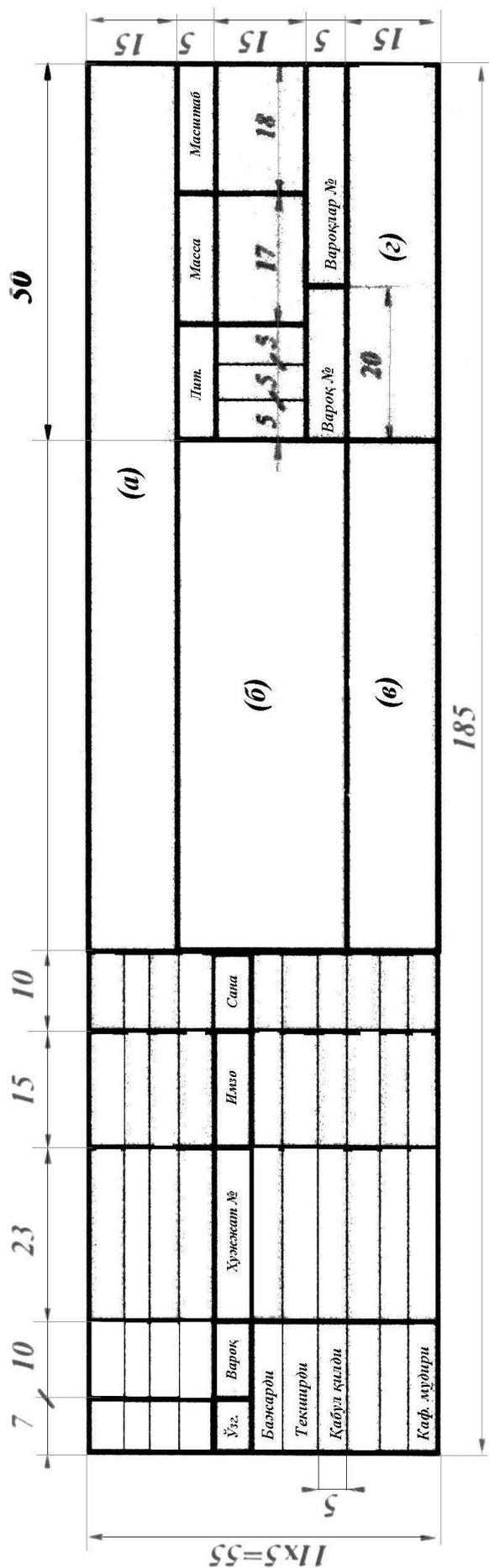
II -Топшириқ бўйича вариантлар											
Редукторнинг тури	Катта-ликлар	Вариантлар									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. 	$n_5, \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$	64	80	128	58	60	45	55	30	35	60
	Z_1	13	14	15	16	17	13	14	15	16	17
	Z_2	26	28	30	32	34	39	42	45	48	51
	Z'_2	13	14	15	16	17	13	14	15	16	17
	Z_3	52	56	60	64	68	65	70	75	80	85
	$a_w, \text{мм}$	189	195	135	105	133	51	110	150	69	165
	u_{45}	2,5	2	1,25	3	3	2	1,5	3	3	1,75
	$m, \text{мм}$	6	5	5	4	3,5	5	4	3	4	6

III -Топшириқ бўйича вариантлар											
Диаграмма нинг тури	Схеманинг тури	Асосий хисоблаш параметрлари	Вариантлар								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
III 	$\varphi_k = \varphi_k, \text{град}$	100	90	80	70	100	90	100	90	75	60
	$\varphi_y, \text{град}$	10	20	30	40	0	10	10	10	25	40
	$h_{\text{max}}, \text{м}$	0,030	0,018	0,020	0,024	0,026	0,030	0,040	0,035	0,025	0,040
	$n_k, \text{айл/мин}$	500	450	400	350	300	250	200	325	340	260
	$e, \text{м}$	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01

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 Ҳ.Ҳ. 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	Α α	<i>альфа</i>
B b	<i>Бэ</i>	Β 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>	Ε ε	<i>эпсилон</i>
F f	<i>эф</i>	Ζ ζ	<i>дзета</i>
G g	<i>гэ</i>	Η η	<i>эта</i>
H h	<i>аи</i>	Θ θ	<i>тхэта</i>
I i	<i>и</i>	Ι ι	<i>йота</i>
J j	<i>йот</i>	Κ κ	<i>каппа</i>
K k	<i>ка</i>	Λ λ	<i>ламбда</i>
L l	<i>эль</i>	Μ μ	<i>мю</i>
M m	<i>эм</i>	Ν ν	<i>ню</i>
N n	<i>эн</i>	Ξ ξ	<i>кси</i>
O o	<i>о</i>	Ο ο	<i>омикрон</i>
P p	<i>пэ</i>	Π π	<i>пи</i>
Q q	<i>ку</i>	Ρ ρ	<i>ро</i>
R r	<i>эр</i>	Ε σ	<i>сигма</i>
S s	<i>эс</i>	Τ 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>		

