

Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта Махсус
Таълим Вазирлиги.

ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛ – ЙЎЛЛАР ИНСТИТУТИ

Кафедра “ Машиналарни лойихалаш асослари”

“Машина ва механизмлар назарияси” фани бўйича

Лаборатория ишлари тўплами

ТОШКЕНТ-2010

АННОТАЦИЯ

Ушбу *Машина ва механизмлар назарияси* фани бўйича лаборатория ишлари тўплами “Машиналарни лойиҳалаш асослари” кафедраси томонидан ишлаб чиқилган мазкур фаннинг ишчи дастури ҳамда маъруза машғулотида ўтиладиган “Механизмларнинг структуравий анализи”, “Механизмларнинг динамик анализи” мавзулари асосида тузилган. Масалалар тўплами 5521100 Ер усти транспорт тизимлари; 5521200 Транспорт воситасини ишлатиш ва таъмирлаш; 5520700 Технологик машиналар ва жиҳозлар; 5140900 Касб таълими (ЕУТТ ва ТВИТ) бакалавр йўналишлари учун мўлжалланган. Ушбу лаборатория ишлари тўплами лаборатория ишларининг ечими билан берилиб, талабаларга назарий машғулотларда олган билимларни мустахкамлашда катта ёрдам беради.

Тузувчи: катта ўқитувчи Ю.Ахмеджанов

1-ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТИ.

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

Ушбу машғулотда ўқитувчи томонидан кўрсатилган механизмнинг кинематик схемаси чизилиб, улардаги кинематик жуфтлар кўрсатилади, звенолар белгиланади. П.Л.Чебишев формуласи ёзилади, механизмлар Ассур группаларига ажратилади, сўнгра механизмнинг ҳосил қилиниш формуласи ёзилади ва ниҳоят, механизмнинг қайси синфга мансуб эканлиги аниқланади.

Назарий қисм

Деталь деб, машиналарнинг йиғув усуллари қўлламасдан ишланган қисмига айтилади.

Звено деб, битта деталь ёки бир неча деталнинг ўзаро қотириб боғланган туркумига айтилади. Звенолар қуйидаги турларга бўлинади: кўзгалмас звено, ҳаракат қонуни маълум бўлган етакловчи звено, етакланувчи звено, унинг ҳаракат қонуни етакловчи звенонинг ҳаракат қонунидан келиб чиқади.

Кинематик жуфт деб, икки звенонинг ўзаро нисбий ҳаракат қила оладиган боғланишга айтилади.

Кинематик занжир деб, бир неча звенонинг кинематик жуфтлар воситаси билан ўзаро боғланишдан ҳосил бўлган кўзгалувчи системага айилади.

Механизм, деб мақсадга мувофиқ нисбий механик ҳаракат қила оладиган ёпик кинематик занжирга айтилади.

Кўпинча механизмларнинг етакловчи звенои битта бўлади. Етакловчи звенои бир неча бўлган механизмларга дифференциал механизмлар ёки эркинлик даражаси бирдан кўп бўлган механизмлар, дкб айтилади.

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

Текисликда ҳаракат қилувчи механизмларнинг кинематик жуфтлари фақат бешинчи /5/ ва тўртинчи 4 синфга мансуб бўлиши мумкин. Бешинчи 5 синф кинематик жуфт ўзаро боғланган звеноларнинг бир-бирига нисбатан фақат битта нисбий ҳаракатига имкон берса, тўртинчи 4 синф кинематик жуфт эса иккита нисбий ҳаракатга йўл қўяди.

Бундай текис механизмларнинг тузилиши формуласини академик П.Л.Чебишев биринчи бўлиб 1869 йилда ҳосил қилган. Чебешев формуласи қуйидагича ёзилади:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4; \quad (1.1)$$

Бу ерда: W -текис механизмнинг кўзгалувчанлик /эркинлик/ даражаси,

n -механизм таркибидаги кўзгалувчи звенолар сони,

p_5 - бешинчи /5/ синф кинематик жуфтлар сони,

p_4 - тўртинчи /4/ синф кинематик жуфтлар сони.

Юқоридаги П.Л.Чебишев формуласи механизмларнинг кўзгалувчанлик даражасини аниқловчи формула деб ҳам аталади.

Чебишев формуласидан фойдаланиб, ҳар қандай механик системанинг механизм ёки механизм эмалигини аниқлаб олиш мумкин.

Агар Чебишев формуласи асосида ҳисобланган системанинг кўзгалувчанлик даражаси нолга тенг бўлса, бундай системанинг биронта звенои ҳам ҳаракат қила олмайди, бу эса системанинг ферма эканлигини билиради. Агар системанинг кўзгалувчанлик даражаси 1 га тенг ($W=1$) бўлса, бу система битта етакловчи звенога эга бўлган механизм бўлади.

Агарда берилган механик системанинг қўзғалувчанлик даражаси бирдан юқори бўлса, у ҳолда бу система етакловчи звенои бир нечта бўлган механизм бўлади.

Механизм схемасида звеноларнинг тартиби араб рақамлари билан (масалан 1,2, 3...) белгиланиб, кинематик жуфтлар эса латин ҳарфлари (масалан: А, В, С...) билан ифодаланади. (1.1-расм). Бешинчи синф кинематик жуфтлар қуйидагича кўрсатилади:

Ўзаро нисбий айланма ҳаракатда бўлган кинематик жуфтлар (1.2а-расм), ўзаро илгариланма ҳаракатда бўлган кинематик жуфтлар (1.2б,в-расм).

Кинематик жуфтларнинг битта звенои қўзғалмас бўлса, 1.3-расмда кўрсатилгандек тасвирланади. Икки звенонинг ўзаро шарнирли боғланиши 1.4-расмда кўрсатилган.

Тўртинчи синф кинематик жуфтлари шартли схематик тасвирга эга бўлганлиги туфайли уларнинг элементлари аслида қандай бўлса, шу ҳолда тасвирланади (1.5-расм).

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

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

1. Механизм таркиби фақат бешинчи синф кинематик жуфтлардан тузилган бўлиши керак. Агар, механизм схемасида тўртинчи синф кинематик жуфтлари мавжуд бўлса, уларни битта звено ва иккита бешинчи синф кинематик жуфтлари орқали алмаштириш лозим бўлади (1.6-расм).
2. Механизмдаги етакловчи звеноларнинг сони унинг қўзғалувчанлик /эркинлик/ даражасига тенг бўлиши керак.
3. Механизмнинг етакловчи звенои қўзғалмас звено билан бешинчи /5/ синф кинематик жуфт ҳосил қилиши керак. Механизмлар тузилишининг асосий принципини А.В.Ассур биринчи маротаба ишлаб чиқди ва қуйидагича таърифлади:

Ҳар қандай механизм – етакловчи звено /ёки етакловчи звенолар билан/ қўзғалмас звенога қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлган кинематик занжирларни /Ассур туркумларини/ кетма-кет қўша бориш билан ҳосил қилинади.

Демак, қўзғалувчанлик даражаси нолга тенг бўлган кинематик занжирларнинг (Ассур туркумларининг) математик ифодаси қуйидагича бўлади:

$$W_{\text{ассур}} = 3n - 2p_5 = 0;$$

Бундан:

$$P_5 = 3/2n;$$

Бу формулага биноан: туркумлардаги звенолар жуфт сонлардан, яъни 2,4,6,8...лардан, бешинчи синф кинематик жуфтлар сони эса, мос равишда тоқ сонлардан, 3,5,7,9.....лардан иборат бўлади.

Звенолар сони иккита ($n=2$) бўлган, бешинчи кинематик жуфтлар сони эса учта ($P_5=3$) бўлган туркумга иккинчи тартибли-иккинчи синф Ассур туркуми дейилади (1.7-расм).

Туркумларда ички (В) ва ташқи (А,С) кинематик жуфтлар (уларнинг сони туркумнинг тартибини билидиради) орқали туркум маълум ҳаракатда бўлган системага (етақловчи ва қўзғалмас звеноларга) уланса, ички кинематик жуфт “В” орқали эса унинг звенолари ўзаро боғланган бўлади. Таркибида нечта айланма жуфт мавжудлиги ва бу жуфтлар қай тарзда илгариланма ҳаракат қилувчи жуфтлар билан алмашганига қараб иккинчи синф Ассур туркуми беш хил турга бўлинади (1.8-расм).

Звеноларнинг сони ($n=4$) тўртга тенг бўлганда, бешинчи синф кинематик жуфтлар сони ($p_5=6$) олтига тенг бўлади. У ҳолда механизмларнинг етакловчи қисми қуйидагича бўлиши мумкин:

а) Иккита иккинчи синф (2-3 ва 4-5 звенолардан 1.9а-расм).

б) Битта учинчи синф туркумдан (1.9б-расм).

с) Битта тўртинчи синф туркумдан (1.9в-расм).

Иккинчи синфдан юқори синфга таалукли бўлган туркумнинг синфи асосий контурдаги ички кинематик жуфтларнинг сони билан аниқланади, масалан: 1.9б-расмда Е,С ва Д кинематик жуфтларда, 1.9в-расмда эса В,С,Д ва Г лардир.

Механизмларнинг етакланувчи қисми таркибида тўртадан кўп звено бўлса, у ҳолда схема иккинчи, учинчи ҳамда тўртинчи синф туркумлар йиғиндисидан таркиб топган кинематик занжирдан иборат бўлиши мумкин.

Ассур-Артоболевский бўйича механизмнинг синфини аниқлаш учун аввало механизм таркибидан иккинчи тартибли Ассур туркумини ажратиб олиш керак (агар бу мумкин бўлмаса, каттароқ синфга таалукли бўлган туркум ажратилади).

Механизм таркибидаги туркум ажратиб олингандан кейинги қолган қисми ҳам механизм бўлиши керак. Шу тартибда ажратиш то битта етакловчи ва қўзғалмас звено қолгунча давом эттирилади. Шу ажратилган туркумларнинг энг юқори тартиби механизм туркумини билдиради.

Механизмни Ассур туркумларига ажратилгандан сўнг унинг тузилиш формуласи ёзилади.

Мисол: 1.10-расмда кўрсатилган рандалаш дастгоҳи механизми Ассур-Артоболевский бўйича таснифлансин.

Ечиш: 1.Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси аниқланади.ғ

$N=6$ – қўзғалувчан звенолар сони,

$P_5=8$ – бешинчи синф кинематик жуфтлар сони

$P_4=1$ – тўртинчи синф кинематик жуфтлар сони

У ҳолда.

$$W=3n-2p_5-p_4=3 \times 6-2 \times 8-1=1;$$

1.6-расмда кўрсатилган усулга биноан 1.10-расмда тасвирланган механизмдаги тўртинчи синф кинематик жуфт “В”ни битта (8-чи) звено ва иккита бешинчи синф (O_1 ва O_2) кинематик жуфт билан алмаштирамиз. Бунинг учун тўртинчи синф кинематик жуфтни ташкил этувчи α ва бетта сиртларнинг В нуқтасида NN нормал ўтказилади ва бу нормалда α ва β сиртларнинг эгрилик марказлари - O_1 ва O_2 лар кўрсатилади. эгрилик марказларида мос равишда айланма ҳаракат қилувчи бешинчи синф кинематик жуфтларнинг марказлари O_1 ва O_2 жойлаштирилади ва уларни 8-чи звено (алмаштирувчи звено) орқали бирлаштирилади.

2.Механизм Ассур тркумларига ажратилади. Ассур туркумларини ажратиш алмаштирилган механизм устига олиб борилади. (1.10-расм)дан кўриниб турибдики, етакловчи звенонинг сони битта ва у қўзғалмас звено билан бешинчи синф кинематик жуфт ташкил этади. Механизмнинг ҳамма звенолари ўзаро фақат бешинчи синф кинематик жуфтлар билан боғланган бўлади. Демак, механизм учун Ассур-Артоболевский бўйича таснифлашнинг ҳамма шартлари бажарилган. Мехаизмдан аввало 5- ва 6-, сўнгра, 3- ва 4-, охирида эса 2- ва 7- звенолардан ташкил топган иккинчи синф Ассур туркумларини ажратиб оламиз. Ассур туркумлари ажратиб олингандан сўнг қолган звеноларнинг бири етакловчи, иккинчиси эса қўзғалмас звено бўлади. Демак, туркумларга ажратиган жараённи ниҳоясига етган.

3.Механизмнинг синфи ҳамда унинг ҳосил қилиниш формуласи қуйидагича бўлади:

$$I(0,1) \longrightarrow II(2,7) \longrightarrow III(3,4) \longrightarrow IV(5,6)$$

Бундан кўриниб турибдики, механизмни ташкил қилувчи туркумларнинг энг юқори синфи 2 га тенг, демак, механизм иккинчи синфга мансубдир.

ЛАБОРАТОРИЯ машғулотларини бажариш тартиби:

1. Берилган механизмнинг асосий схемаси чизилади. Механизмнинг схемаси 1-иловадан ўқитувчи кўрсатган вариант бўйича олинади.
2. Берилган механизмнинг алмаштирилган схемаси (агар механизмнинг асосий схемасида тўртинчи синф кинематик жуфтлар мавжуд бўлса) ҳосил қилинади.
3. Механизмнинг қўзғалувчанлик даражаси аниланади.
4. Механизм Ассур туркумларига ажратилади (Ассур туркумлари алоҳида хомаки ёпиқ чизиқлар билан ажратиб кўрсатилиши мақсадга мувофиқ.)
5. Механизмнинг тузилиш формуласи ёзилади ҳамда унинг қайси синфга мансублиги аниқланади

1-чи лаборатория ишини мультимедия версияси.

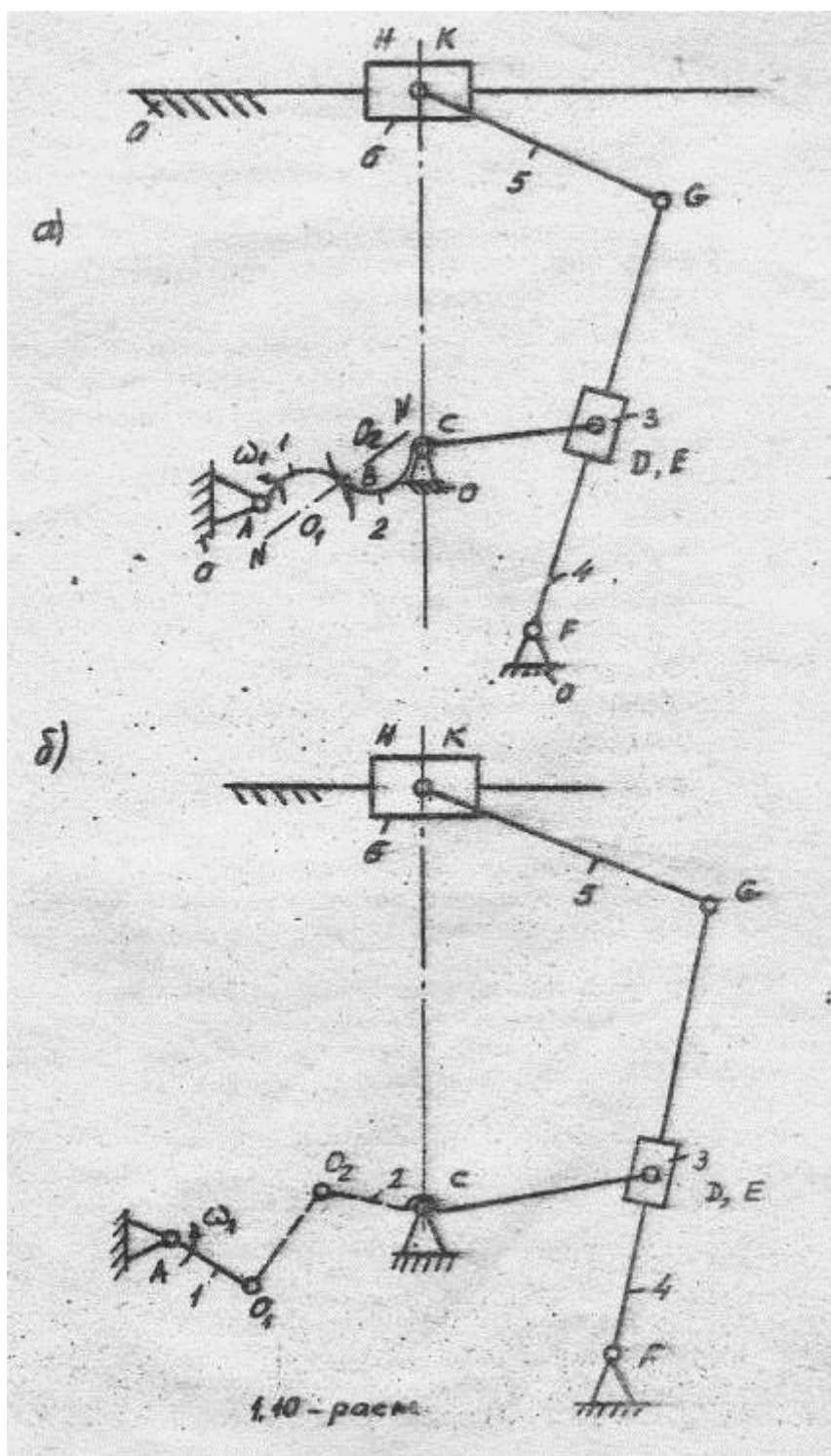
1-чи лаборатория ишини компьютерда “tmm-2” программаси ёрдамида бажарилади.

ЛАБОРАТОРИЯ машғулотларини компьютерда бажариш тартиби:

1. Механизмнинг схемаси 1-иловадан ўқитувчи кўрсатган вариант бўйича олинади. Лаборатория ишини компьютерда бажаришни ўқитувчи кўрсатади.
2. “tmm-2” программаси очилади. Биринчи навбатда устун (опора), кинематик жуфтлар (шарнирлар) ва горизонтал ёки вертикал ползун программа орқали чақирилади (форматнинг чап томонида расм шаклида кўрсатилган) ва чизмада жойлаштирилади. Иккинчи навбатта ушбу ўрнатилган элементлар звенолар (соединительное звено) ёрдамида бирлаштирилади.
3. Курсорни звеноларга йўналтирса, унинг узунлигини кўрсатади. Вариантда берилган узунликларни таъминлаш шарнирларни кўчириш билан амалга оширилади.
4. Форматнинг чап тепа қисмида “ЗАПУСК” кнопкаси босилади. Агар схема тўғри йиғилган бўлса, механизм ишга тушади. Тўхтатиш учун “СТОП” кнопкаси босилади. Агар механизм ишламаса, демак схемадаги звено узунликлари нотўғри олинган.
5. “ФУНКЦИИ”-“КИНЕМАТИКА ТОЧЕК” чақирилади. Керакли нуктанинг йўл графиги, тезлик ва тезланиш координата ўқлари бўйича чиқарилади. Харакатга эга хар бир нуктанинг йўл, тезлик ва тезланиш графиклари принтердан чиқарилади ва ушбу графиклар анализ қилинади.

ЛАБОРАТОРИЯ машғулоти юзасидан бериладиган синов саволлари

1. Қуйидаги терминларни таърифини айтинг: деталь, звено, қўзғалмас звено, кинематик жуфт, кинематик занжир, механизм.
2. Бешинчи ва тўртинчи синф кинематик жуфтлар орасидаги фарқ қандай?



1.10 -расм

3. Механизмларни Ассур-Артоболевский бўйича таснифлашнинг асосий шартлари қандай?
4. Ассур бўйича механизмларнинг тузилиш принципи қандай?

5. Ассур туркумлари хақида тушунчани ва улардаги звенолар ҳамда кинематик жуфтлар орасидаги ўзаро оғланишни изоҳлаб беринг.
6. Алмашинувчи кинематик жуфтларнинг тузилиши қандай ва уарни бешинчи синф кинематик жуфтлар билан алмаштиришнинг моҳияти нимада?
7. Ассур бўйича механизмларнинг синфи қандай аниқланади?

2 – ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТИ

Звеноларнинг инерция моментини аниқлаш

Назарий қисм

Бирор J ўқиға нисбатан звенонинг инерция momenti деб, шу звено элементлар массалари “ dm ” билан қаралаётган ўққа қадар бўлган масофанинг квадратиға “ r^2 ” кўпайтмасидан шу звенонинг массаси бўйича олинган интегралға айтилади, яъни:

$$I_J = \int_{on} r^2 dm \quad 2.1$$

Агарда J - ўқи маркази ўққа параллел бўлса,

$$I_J = \int_s + m l_{js}^2 \quad 2.2$$

бу ерда: m - звенонинг массаси

I_s – звенонинг марказий ўқи “ S ” га нисбатан олинган инерция momenti.

I_{js} – қаралаётган ўқ “ J ” билан марказий “ S ” ўқлари орасидаги масофа.

Юқоридаги 2.2 формула Штейнер формуласи дейилади. Звеноларнинг инерция моментини амалий аниқлашнинг бир нечта усуллари мавжуд бўлиб, шулардан биз фақат “физик маятник” усулини кўриб чиқамиз.

Қуйидаги 2.1-расм шатуннинг “физик маятник” усули билан инерция моментини топиш учун ишлатиладиган ўрнатманинг умумий кўриниши берилган. 2.1-расмда кўрсатилган “ J - J ” ўқиға нисбатан жисмларнинг гармоник тебранма ҳаракатга келтирувчи момент:

$$M = -\beta^2 \times I_J \times \varphi; \quad 2.3$$

Бу ерда : $\beta = \frac{2\pi}{T^2}$ - тебранма ҳаракатнинг такрорланиши

I_J – звенонинг осилган “ J - J ” ўқиға нисбатан инерция momenti

φ - тебранма ҳаракат қилаётган звенонинг бурчак координатаси.

Икки томондан, бу момент звенонинг оғирлик кучидан ҳосил бўлган моментга тенг бўлади.

$$M = -G \times l_{JS} \times \sin \varphi \quad 2.4$$

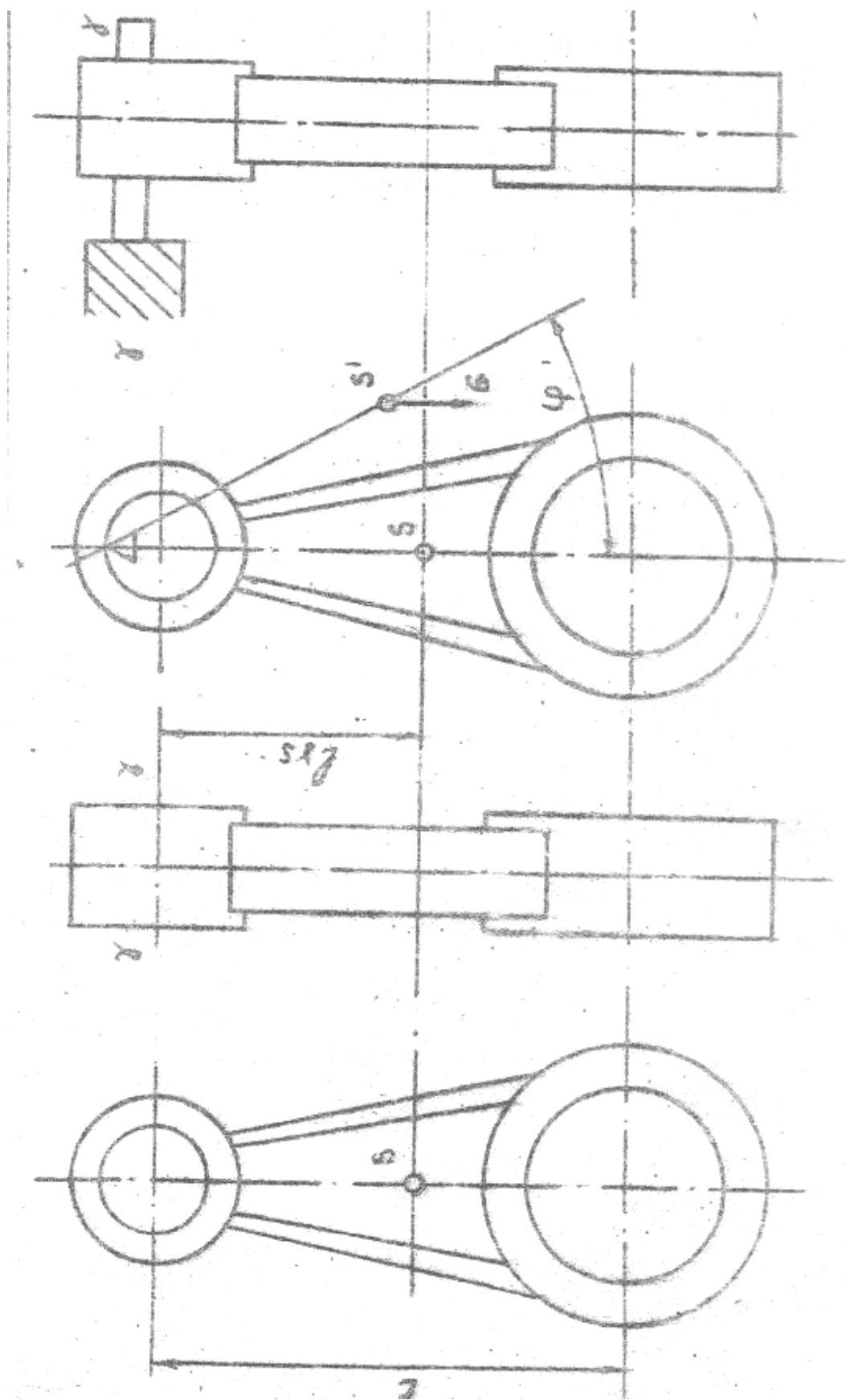
У ҳолда /2.3/ ва /2.4/ формулаларини назарда тутиб, қуйидагини ёзамиз

$$\frac{4\pi^3}{T^2} \times I_J \times \varphi = G \times l_{JS} \times \sin \varphi \quad 2.5$$

φ - бурчакнинг киймати кам бўлса 10^0 дан кам:

$$\sin \varphi \approx \varphi$$

деб қабул қиламиз, уҳолда 2.5 формуладан қуйидагини ҳосил қилиш мумкин:



2.1 -рассм

$$:I_J = \frac{G \times l_{JS} \times T^2}{4\pi^2} \quad 2.6$$

Звенонинг марказий ўққа нисбатан олинган инерция моменти 2.2 формулага биноан куйидагича бўлади:

$$I_s = \frac{G \times l_{JS} \times T^2}{4\pi^2} - \frac{G}{g} \times l_{JS}^2 \quad 2.7$$

Бу формула звеноларининг марказий “S-S” ўққа нисбатан инерция моментини “физик маятник” деб аталувчи усул билан аниқлашнинг амалий формуласидир:

Бу ерда G-звенонинг оғирлик кучи;

g-жисмнинг эркин тушиш тезланиши;

T – звенонинг тбраниш даври;

l_{JS} – “S-S” ўқдан марказий ўқ - “S-S” гача бўлган масофа.

Юқорида келтирилган/2.7 формула ёрдамида звенонинг амалий ҳисоблаб топилган инерция моменти тўғри ёки нотўғри эканлиги Л.П.Смирнов формуласи орқали текшириб кўриш керак:

$$I_s = (GL^2)/(60-80); [\text{кг} \cdot \text{м}^2]$$

Бу ерда: G-звенонинг (шатуннинг) оғирлиги кучи,

L-шатуннинг узунлиги.

2.7 ва 2.8 формулалардаги катталиклар метрда, ньютонда ва секундда олиниши керак.

ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТЛАРИНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ

1. Звенонинг (шатуннинг) оғирлиги (G) аниқланади.
2. Звенонинг (шатуннинг) оғирлиги маркази аниқланади. Бунинг учун звенони призмага ёни билан қўйилади. Звенони призма қиррасига нисбатан ҳаракатга келтириб (силжитиб), мувозанат ҳолатга олиб келамиз. Бу ҳолат призма қирраси звенонинг оғирлик маркази билан устма-уст ётган ҳолатдагина рўй беради.
3. Оғирлик маркази билан звенонинг призмага осиладиган нуқтаси орасидаги масофа аниқланади. (2.1-расмда).
4. Звено призманинг “J-J” ўқиға осилади ва тебранма ҳаракатга келтирилади. Бунинг учун звенони “J-J” ўқи атрофида бирор бурчакка тахминан 10^0 буриш кетарли бўлади.
5. Вақт ўлчагич (секундомер) ёрдамида звенонинг тўла 20 маротаба тебранишига кетган вақт ўлчанади. Ҳисоблаш аниқроқ бўлиши учун бу тажриба уч маротаба олиб борилади ва уларнинг ўртача арифметик қиймати аниқланади:

$$T_{\text{ўр}} = (T_{20} \times T_{20})/3 \quad 2.9$$

6. Бита тўла тебранишга кетган вақт ўлчанади:

$$T = T_{20}/20 \quad 2.10$$

7. 2.5 формулага асосан “J-J” ўқиға нисбатан Звенонинг (шатуннинг) инерция моменти аниқланади:

$$I_J = T^2 G \times I_{JS} / 4\pi^2; [\text{кг} \cdot \text{м}^2]$$

8. 2.7 формулага асосан Звенонинг (шатуннинг) марказий “S-S” ўққа нисбатан инерция моменти топилади.

ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТИ БЎЙИЧА
ТУЗИЛАДИГАН ҲИСОБОТ МАЗМУНИ

1. Звено ҳамда ўрнатманинг керакли ўлчамлари билан схематик чизмаси чизилади.
2. Ўлчаб олинган ҳамда ҳисоблаб чиқарилган катталиклар қуйидаги жадвалга кўрсатилиши керак.

№	Звенонинг ўлчаб аниқланадиган катталиклари							Ҳисоблаб топилган инерция моментларининг қийматлари	
	G, Н	m, кг	L _{JS} , мм	n	T ₂₀ , сек	T ₂₀ ^{ўр}	T, сек	I _J , кгм ²	I _S , кгм ²
1	7,69	0,784	100	20	15,4	15,8	0,79	0,012	0.0041
2				20	16,2				
3				20	15.8				