

4 - ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

АЙЛАНАЁТГАН ЖИСМ УЧУН ДИНАМИКАНИНГ АСОСИЙ ҚОНУНИНИ ТЕКШИРИШ (ОБЕРБЕК МАЯТНИГИ)

Ишнинг мақсади: Обербек маятнигида айланма ҳаракат динамикасининг асосий қонунини экспериментал текшириш.

Керакли асбоб ва материаллар: 1. Обербек маятниги

2. Электр секундомер

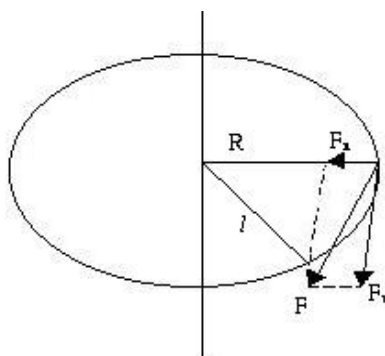
3. Штангенциркуль

4. Чизғич

5. Массаси маълум юклар тўплами

НАЗАРИЙ МУҚАДДИМА

Айланиш ўқиға маҳкамланиб, айланма ҳаракатланаётган қаттиқ жисм тезлиги, айланиш ўқиға нисбатан тик жойлашган текисликдаги кучнинг тангенциал ташкил этувчиси, жисмга таъсир этиши туфайли ўзгаради (1-расм).



1-расм. Айланаётган қаттиқ жисм

Бу вақтда бурчакли тезланиш фақатгина кучнинг ташкил этувчиси катталигига эмас, балки айланиш ўқидан куч қўйилган нуқтагача бўлган энг қисқа масофа (l), яъни куч елкасига боғлиқ бўлади. Шунинг учун айланма ҳаракат динамикасида куч ўрнида айланиш ўқиға ёки айланиш марказига нисбатан куч моменти ишлатилади. Айланиш ўқиға нисбатан, сон қиймати кучнинг куч елкасига қупайтмасига тенг бўлган вектор катталиққа куч моменти дейилади.

$$M = F l \quad (1)$$

Куч моментининг вектор йўналиши ўнг парма қоидаси ёрдамида аниқланади. Куч моменти вектори $\vec{M} = [\vec{F} \cdot \vec{l}]$ формула билан ифодаланади.

Айланма ҳаракатланаётган жисм бурчакли тезланиши фақат унинг массасига эмас, балки айланиш ўқиға нисбатан массанинг тақсимланишига ҳам боғлиқ. Шунинг учун айланма ҳаракат динамикасида масса ўрнида жисм инерция моменти ишлатилади. Қаттиқ жисмни моддий нуқталар тўпламидан иборат деб қаралса бўлади. Моддий нуқта массасини ундан айланиш ўқиғача бўлган масофа квадратиға кўпайтмасини скаляр қиймати моддий нуқтанинг ўша ўққа нисбатан инерция моменти дейилади.

$$J_{\text{мод.нукта}} = \Delta m_i r_i^2 \quad (2)$$

Қаттиқ жисмни ташкил этувчи моддий нукталарни айланиш ўқиға нисбатан инерция моментларининг йиғиндисига жисмнинг шу ўққа нисбатан инерция momenti дейилади.

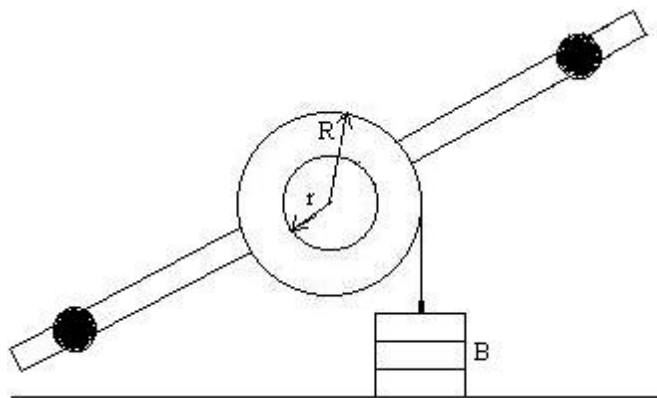
$$J_{\text{ж}} = \sum_{i=1}^n J_{\text{нукта}} = \sum_{i=1}^n \Delta m_i \vec{r}_i^2 \quad (3)$$

Айланаётган жисм бурчакли тезланиши жисмга таъсир этувчи куч momenti ва жисм инерция momentига (айланиш рўй бераётган ўққа нисбатан) боғлиқлиги айланма ҳаракат динамикасининг асосий тенгламаси билан аниқланади.

$$M = J \cdot \varepsilon \quad (4)$$

ҚУРИЛМАНИНГ ТУЗИЛИШИ

Ушбу ишнинг асосий мақсади - айланма ҳаракат динамикаси асосий қонунининг Обербек маятнигида бажариш ва уни текширишдир (2-расм). Иккиланма шкивга маҳкамланган иккита стержен қурилманинг айланувчи қисмини ташкил этади (шкив радиуслари R , r). Горизонтал жойлаштирилган шкиф ўқиға подшипник бириктирилган. Шкивга ўралган ипнинг таранглик кучи таъсирида асбоб айланади. Бу айланувчи момент ҳосил этади.



2-расм. Қурилма тузилиши

Ипнинг бўш учига осилган ҳар хил массали юклар ёрдамида ипнинг таранглик кучини ўзгартириш мумкин.

Айланиш ўқиға нисбатан система инерциал momentини стерженга маҳкамланган юкларни силжитиш ёрдамида ўзгартириш мумкин. Айланаётган жисмлар учун динамиканинг асосий қонунини қўйдагича текшириш мумкин.

Қурилма айланувчи қисмининг инерция momentини ўзгармас ҳисоблаб ($J = \text{const}$) айлантурувчи momentини (M) ўзгартирган вақтда, айланма ҳаракат динамикасининг асосий қонунига мувофиқ, бурчакли тезланиш айлантурувчи momentга пропорционал бўлиши керак: ($M \sim \varepsilon$),

$$\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{M_2}{\varepsilon_2} = \frac{M_3}{\varepsilon_3} = J \quad (5)$$

бўлади.

Айлантирувчи куч моментини ип таранглиги кучини шкив радиусига кўпайтириш ($M=F \cdot R$) орқали аниқланади, чунки ушбу ҳолда ип ўралган шкив радиуси куч елкасидир.

Юк текис тезланувчан тушган ($P=mg$) вақтидаги ипнинг таранглик кучи

$$F=mg-ma \quad (6)$$

тенгламадан аниқланади.

Бу ерда a - юк тушишдаги тезланиши

m - ипга осилган юк массаси

Шундай қилиб куч momenti

$$M=m(g-a)R \quad (7)$$

Тушаётган юк тезланишини шкала бўйича юк босиб ўтган масофа (h) дан ва унинг тушиш вақтидан (электр секундомер билан ўлчаб) осонгина аниқлаш мумкин:

$$h=\frac{at^2}{2} \quad \text{дан} \quad a=\frac{2h}{t^2} \quad (8)$$

ни топамиз.

Маятник айланишидаги бурчакли тезланишини

$$\varepsilon=\frac{a}{R} \quad (9)$$

дан фойдаланиб ҳисоблаш мумкин.

Шундай қилиб, (3) конунни текшириш учун (6) тенглама тўғрилигини исботлаш, яъни маятник инерция моментини ҳисоблаш керак: $J=\frac{m}{\varepsilon}$

$$\text{Бу ерда} \quad M=m(g-a)R=m\left(g-\frac{2h}{t^2}\right)R \quad (10)$$

$$\varepsilon=\frac{a}{R}=\frac{2h}{t^2 R} \quad (11)$$

ни эътиборга олинса:

$$J=\frac{M}{\varepsilon}=\frac{mR\left(g-\frac{2h}{t^2}\right)}{\frac{2h}{t^2 R}}=mR^2\left(\frac{gt^2}{2h}-1\right) \quad (12)$$

формулада m - ипга осилган юк массаси

R - шкив радиуси

h - юк босиб ўтган масофа

t - юк тушиш вақти

g - эркин тушиш тезланиши

Ҳамма ҳисоблар халқаро бирликлар системаси “СИ” да олиб борилади.

ИШНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ

1. Маятникни фарқсиз мувозанат ҳолатига келтиринг.
2. Шкив диаметрининг уч хил йўналишида ипсиз ва ип ўралганда ўлчанг. Олинган қийматлардан диаметрининг ўртача арифметик қийматини ҳи-собланг.
3. Шкивга ипни ўранг ва крестовинани ушлаб туриб ип учига юк осинг.
4. Юк осилган текислик пастки қисмини полдан маълум баландликка (h) жойлаштиринг ва стерженни эркин ҳолда ҳаракатга келтириб туширинг, шу вақтда секундомерни юргизинг.
5. Юк полга урилган вақтда секундомерни тўхтатинг ва уни тушиш вақти ҳисобини олинг.
6. Юкни ўзгартирмай тажрибани уч марта такрорланг ва ўлчанган баландликлар, вақтларни ўртача арифметик қийматини ҳисобланг.
7. Шу усулда m_2 ва m_3 массали юклар учун тушиш вақтини (t) топинг.
8. Олинган натижаларни жадвалга ёзинг.
9. Олинган ўлчовлар ёрдамида (10) тенгламадан куч моментини, (11) тенгламадан бурчакли тезланишни ва (12) тенгламадан инерция моментлари-ни ҳисобланг ва натижани жадвалга ёзинг.

КУЗАТИШ ЖАДВАЛИ

№	$R_{\text{ўрт}}$	m	h	t	ε	M	J	ΔJ	E_J
1									
2									
3									

КОНТРОЛ САВОЛЛАР

1. Айланиш ўқига нисбатан куч momenti деб нимага айtilати?
2. Жисм инерция momenti нималарга боғлиқ, айланма ҳаракатда у қандай вазифани бажаради?
3. Ушбу ишда юк илгариланма ҳаракатидаги тезланиши қандай аниқланади?
4. Ушбу ишда асбоб ўқига нисбатан ип таранглик кучи momenti ва бурчакли тезланиши қандай ҳисобланади?
5. Қаттиқ жисм айланма ҳаракатланганда бурчакли тезланиши, инерция momenti, куч momentiлари орасида қандай боғланиш бор?

6. Обербек маятнигида юк қайси ҳолатда турса инерция моменти максимал ва унинг қайси ҳолатида инерция моменти минимал қийматларга эришади?