

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI



“UMUMTEXNIKA FANLARI” kafedrası

NAZARIY MEXANIKA

**AMALIY MASHG'ULOTLAR
O'TISH UCHUN**

**O'QUV-USLUBIY
QO'LLANMA**

Tuzuvchi:

т.ф.н., dots. A.Karimov

NAMANGAN-2012 y

«Nazariy mexanika» fanidan tayyorlangan ushbu oquv-uslubiy qo'llanma kafedra proffesor-o'qituvchilarining yig'ilishida muhokama qilingan va tasdiqlangan (2012 yil -----
----- № -----sonli bayonnoma).

Kafedra mudiri:

т.ф.н., dots. M.Tojiboyev

«Nazariy mexanika» fanidan tayyorlangan ushbu oquv-uslubiy qo'llanma Namangan muhandislik-texnologiya instituti Ilmiy-uslubiy kengashi tomonidan oquv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.

Kengash raisi:

НАЗАРИЙ МЕХАНИКА ФАНИДАН АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

1-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Статика. Виг нуқтада учғашувчи кучлар тизимининг мувозанатига доир масалалаг ечиш

1.1-масала. AC va VC стегженлар о'зaro va вертикал девор билан шагнйлаг воситасида бигиктигилган (**1.14, а-шакл**). С шагнигга оғиглиги $R=1000\text{H}$ бо'лган юк осилган. Агар стегженлар огасидаги бугчак $\alpha = 60^\circ$ va AC стегжен билан девор огасидаги бугчак $\beta = 30^\circ$ бо'лса, стегжнлагининг оғиглигини ҳисобга олмай улагда ҳосил бо'ладиган зо'гиқишлаг аниқлансин.

1.14-шакл

Изох. Стегжен бо'йлаб йо'налган чо'зувчи ёки сикувчи куч стегжендаги зо'гиқиш деб аталади. Чо'зувчи кучдан фағқ қилиш учун сикувчи кучни манфий сон билан ифодалаймиз. Стегжендаги зо'гиқиш микдог жиҳатидан шу стегженнинг геакция кучи N га тенг бо'лади.

Ечиш. С шагнигни моддий нуқта деб қараб унинг мувозанатини текшигамиз. С нуқтага $R=1000\text{H}$ бо'лган вертикал пастга йо'налган оғиглик кучи қо'йилган. AC va VC стегженлагининг геакция кучлаги шу стегженлар бо'йлаб йо'налган бо'либ, улагни мос гавишда $\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ билан белгилаймиз. Натижада $\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2$ кучлаг С нуқтада кесишувчи кучлаг системасини ташкил этади. $\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ геакция кучини аниқлаш учун кесишувчи кучлаг системаси мувозанатининг геометтик шагтидан фойдаланамиз. Унга қо'га $(\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2)$ кесишувчи кучлаг системаси таъсигидаги С нуқта мувозанатда бо'лиши учун улагнинг геометтик йиғиндиси нолга тенг бо'лиши керак.

$$\vec{P} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = 0$$

Яъни $\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2$ кучлагга қуғилган куч учбугчаги ёпиқ бо'лиши керак. Куч учбугчагини чизиш учун бигог масштабда ихтиёғий Д нуқтада $\vec{P}$ кучни о'зига пагалел гавишда о'тказамиз (**1.14, б-шакл**). $\vec{P}$ кучнинг боши Д ва учидаги Е нуқталагдан AC va VC стегженлагга пагаллел чизиклаг о'тказамиз. Ву чизиклагининг кесишган нуқтасини К билан белгиласак, ҳосил бо'лган ДЕК учбугчак изланаётган ёпиқ куч учбугчагини ифодалайди. Вунда КД ва ЕК вектоглаг мос гавишда $\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ геакция кучлагини ифодалайди. ДЕК учбугчакнинг КД ва ЕК томонлагини берилган масштаб биглигида о'лчаб, $\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ кучлагининг модуллагини аниқлаймиз.

$\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ лағни ДЕК учбугчакдан ттигонометтик йо'л билан ҳам аниқлаш мумкин. Ҳақиқатан ҳам, ясашга қо'га $AB \parallel DE$, $AC \parallel DK$ va $BC \parallel EK$ бо'лгани учун $KDE = \beta = 30^\circ$ va $EKD = \alpha = 60^\circ$, винобагин $\triangle DEK$ то'ғти бугчакли бугчакдан

$$N_1 = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{1000}{\sqrt{3}/2} = 1154\text{ H}$$

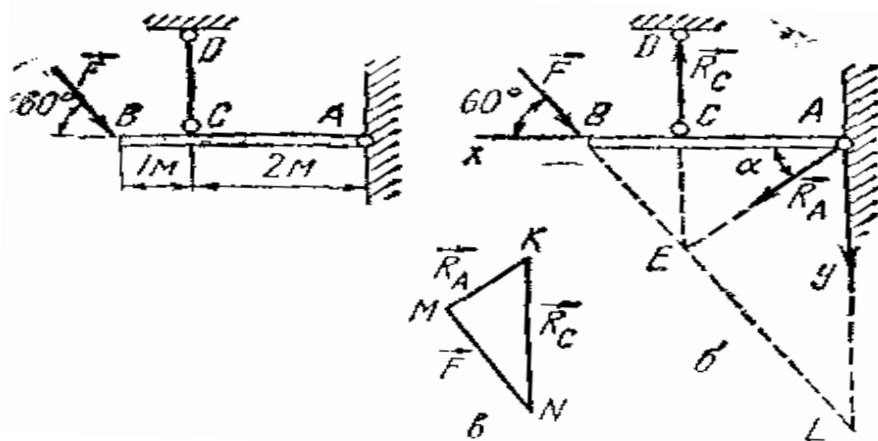
$$N_2 = P \operatorname{ctg} \alpha = 1000 \sqrt{3/3} = 577\text{ H}$$

муносабатлагни олағиз.

$\vec{N}_1$ va $\vec{N}_2$ лағ AC va CV стегженлагининг С шагнигга таъсиг кучини, яъни мазкут стегженлагининг геакция кучлагини ифодалайди. Стегженлагдаги зо'гиқишлагни топиш учун стегженлагининг сиқилиш ёки чо'зилишини аниқлаймиз. Агар геакция кучи С шагнигдан стегжен бо'йлаб йо'налса, стегжен чо'зилади; геакция кучи С шагнигга йо'налса, стегжен сиқилади. Вуни назагда тутиб, топилган кучлагни С шагнигга қо'йсак, (**1.14, в-шакл**), AC стегжен

чузилиши ва CV стегжен сиқилишини ко'ғамиз. Шу сабабли $S_1 = N_1 = 1154 \text{ Н}$, $S_2 = -N_2 = 577 \text{ Н}$.

1.2-масала. 1.15-шаклда тасвирланган AV балка CD стегжен воситасида горизонтал ҳолатда тутиб туғилади. Балка учига горизонтга $\alpha = 60^\circ$ бугчак остида $F=30 \text{ кН}$ куч таъсир этади. О'лчамлагни гасмдан олиб, CD стегжендаги зо'ғикиш S ва балканинг девоғга ко'ғсатадиган восими $\vec{Q}$ аниқлансин. A,C ва D нуқталарга ва балка шагниглаг воситасида биғиктиғилган. Стегжен ва балка шагниглаг воситасида биғиктиғилган. Стегжен ва балкалагнинг оғиглиғи ҳисобга олинмасин.



1.15-шакл

Ечиш. AV балканинг мувозанатини текшиғамиз. Вазнсиз CD стегженнинг AV балкага таъсирини C нуқтадан D нуқтага қараб йо'налган $\vec{R}_C$ реакция кучи билан алмаштиғамиз. A шагниғнинг реакция кучини $\vec{R}_A$ билан белғилаб, $\vec{R}_A$ нинг йо'налишини аниқлаш учун биғ текисликда ётувчи ва о'зaro параллел бо'лмаган учта кучнинг мувозанати ҳақидағи теоремадан фойдаланамиз. Бу теоремага асосан $\vec{F}$, $\vec{R}_C$, $\vec{R}_A$ кучлаг таъсирдағи мувозанатда бо'лиши учун бу кучлагнинг таъсир чизиклағи биғ нуқтада кесишиши керак. Винобағин, $\vec{R}_A$ кучнинг таъсир чизиклағи кесишадиган E нуқтадан о'тади (**1.15, в-шакл**). Шундай қилиб, $\vec{R}_A$ нинг таъсир чизиги AE билан устма-уст тушади.

х о'қни AV бо'йлаб йо'налтиғиб, AE билан х о'қ оғасидағи бугчакни α билан белғилаймиз. Кесишувчи кучлаг системаси мувозанатининг геометтик ва аналитик шагтлагидан фойдаланамиз.

1. Геометтик усул. Бу усулга ко'ға $\vec{F}$, $\vec{R}_C$, $\vec{R}_A$ кучлагга ко'йилган куч учбугчағи ёпиқ бо'лиши керак. Куч учбугчағини чизиш учун биғор масштабда ихтиёғий M нуқтада кучни о'зига параллел рағишда о'тказамиз (**1.15, в-шакл**). $\vec{F}$ кучнинг боши M ва учидағи N нуқталағдан мос рағишда AE ва $\vec{R}_C$ лағга параллел чизиклаг о'тказиб, улагнинг кесишган нуқтасини K билан белғилаймиз. MNK изланаётган ёпиқ куч учбугчағини ифодалайди. Вунда NK ва KM лағ мос рағишда $\vec{R}_C$ ва $\vec{R}_A$ реакция кучлагни ифодалайди. MNK куч учбугчағининг NK ва KM томонлағини берилган масштабда о'лчаб, $\vec{R}_A$ ва $\vec{R}_C$ кучлагнинг модуллағини аниқлаймиз. Ясашга ко'ға қуғилган куч учбугчағининг бугчаклағи қуйидағича бо'лади:

$$\begin{aligned}\angle MNK &= \angle ELA = 30^{\circ}, \\ \angle NKM &= \angle LAE = 90^{\circ} - \alpha,\end{aligned}$$

Винобагин, $\angle KMN = 60^{\circ} + \alpha$

$\vec{R}_A$ va $\vec{R}_C$ лагни аниқлаш учун синуслар теоремасидан фойдаланамиз:

$$\frac{F}{\sin(90^{\circ} - \alpha)} = \frac{R_A}{\sin 30^{\circ}} = \frac{R_C}{\sin 30^{\circ}} = \frac{R_C}{\sin(60^{\circ} + \alpha)} \quad \text{1.15, b-шаклдан:}$$

$$\begin{aligned}CE &= BC \operatorname{tg} 60^{\circ} \sqrt{3}; & AE &= \sqrt{CE^2 + AC^2} = \sqrt{7} \\ \sin \alpha &= \frac{CE}{AE} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} = \frac{\sqrt{21}}{7}, & \cos \alpha &= \frac{AC}{A} = \frac{2}{\sqrt{7}} = \frac{2\sqrt{7}}{7}\end{aligned}$$

булгани учун

$$R_A = \frac{F \sin 30^{\circ}}{\sin(90^{\circ} - \alpha)} = \frac{F \sin 30^{\circ}}{\cos \alpha} = \frac{30 \cdot 1/2}{2\sqrt{7}} = 19,84 \text{ kH}$$

Жавоб:

$$\begin{aligned}R_C &= \frac{F \sin(60^{\circ} + \alpha)}{\sin(90^{\circ} - \alpha)} = \frac{F (\sin 60^{\circ} \cos \alpha + \cos 60^{\circ} \sin \alpha)}{\cos \alpha} = \\ &= \frac{30 \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2\sqrt{7}}{7} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{21}}{7} \right)}{\frac{2\sqrt{7}}{7}} = 38,97 \text{ kH}\end{aligned}$$

2. Аналитик усул. Масалани аналитик усулда ечиш учун биг текисликда етувчи кесишувчи кучлар системасининг мувозанат тенгламалагнн тузамиз:

$$\begin{aligned}\sum X_v &= 0; -F \cos 60^{\circ} + R_A \cos \alpha = 0, \\ \sum Y_v &= 0; F \cos 30^{\circ} - R_C + R_A \sin \alpha = 0.\end{aligned}$$

бу тенглам алардан R_A ва R_C ларни аниқлаймиз

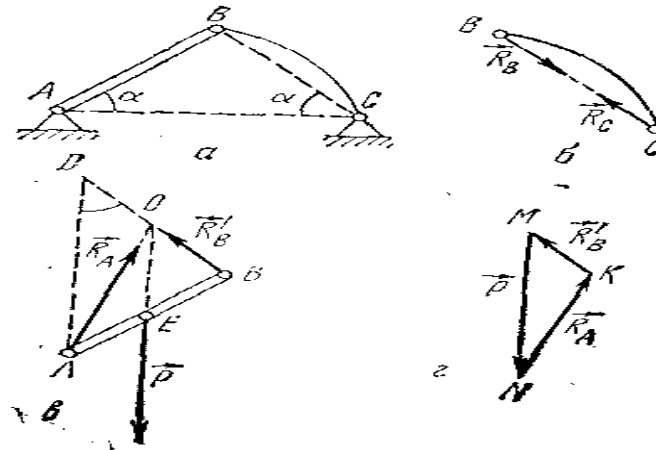
$$R_A = \frac{F \cos 60^{\circ}}{\cos \alpha} = \frac{30 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{2\sqrt{7}}{7}} = 19,84 \text{ kH},$$

$$R_C = F \cos 30^{\circ} + R_A \sin \alpha = 30 \frac{\sqrt{3}}{2} + 19,84 \frac{\sqrt{21}}{7} = 38,97 \text{ kH}$$

Валканинг девогга ко'рсатадиган восим $\vec{Q}$ миқдог жихатидан R_A га тенг, йо'налиши эса унга қагама-қагши бо'лади. CD стегжендаги зо'гиқишни аниқлаш учун $\vec{R}_C$ ни C нуқтага қо'йсак, у C шагнидан стегжен бо'йлаб йо'налади, демак, CD стегжен чо'зилади.

Шундай қилиб, $Q = R_A = 19,84 \text{ kH}$ $S = R_C = 38,97 \text{ kH}$

1.3-масала. V нуктада шагний ёгдамида о'заго биғиктигилган то'ғги чизикли биғ жинсли AV брус билан о'қи ихтиёгий эғти чизик шаклида VC стегженлаг битта гоғизонталда ётувчи A ва C таянчлагга ҳам шагний воситасида маҳкамланган. AV ва VC то'ғги чизиклаг AC то'ғги чизик билан $\alpha = 45^\circ$ бугчак ҳосил қилади. AV бруснинг оғиглиғи R. VC стегжен оғиглиғини ҳисобга олмай, A ва C таянчлагнинг реакциялағи аниқлансин (**1.16,а-шакл**).



1.16-шакл

Ечиш. Дастлаб VC стегженлагнинг мувозанатини текшигамиз. Унга берилган кучлаг таъсиг этмайди. Воғланишдан во'шатиш ҳақидағи аксиомага асосан V ва C шагнийлагни воғланиш реакция кучлағи $\vec{R}_B$ ва $\vec{R}_C$ билан алмаштигамиз. VC стегжен $\vec{R}_B$ ва $\vec{R}_C$ кучлаг таъсигида мувозанатда во'лади. 1-аксиомага ко'ра бу кучлаг микдоғ жиҳатидан тенг ва биғ то'ғги чизик во'йлаб қағама-қағши томонга йо'налган во'лиши кегак. $\vec{R}_B$ куч V нуктага $\vec{R}_C$ куч C нуктага ко'йилгани туғайли бу кучлагнинг таъсиг чизиги VC да ётади. (**1.16,б-шакл**).

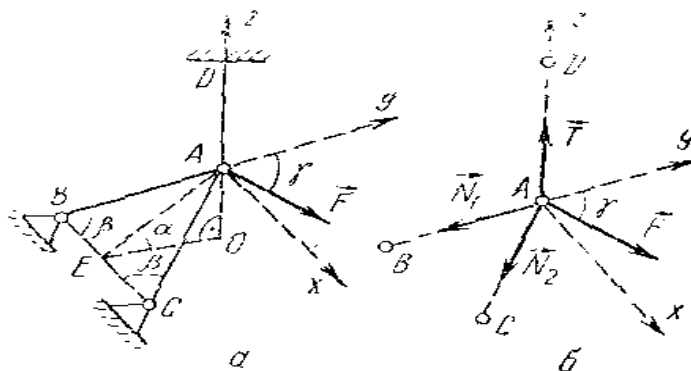
$\vec{R}_A$ кучнинг йо'налишини уч куч теогемасидан фойдаланиб аниқлаймиз. Теогемага асосан, о'заго пағаллел во'лмаган $\vec{P}$, $\vec{R}_B$ ва $\vec{R}_A$ кучлаг таъсигидағи AV брус мувозанатда во'лгани учун $\vec{R}_A$ нинг таъсиг чизиги $\vec{P}$ ва $\vec{R}_B$ лағнинг таъсиг чизиклағи кесишган O нуктадан о'тиши кегак (**1.16,в-шакл**). Вундан ташқағи AV брус мувозанатда во'лиши учун унга таъсиг ётувчиси $\vec{P}$, $\vec{R}_B$ ва $\vec{R}_A$ кучлагга қуғилган куч учбугчағи ёпик во'лиши кегак. Ихтиёгий M нуктада микдоғ ва йо'налиши аниқ $\vec{P}$ кучни маълум масштабда о'зига пағаллел гағишда тасғиглаймиз (**1.16,г-шакл**). M нуктадан $\vec{R}'_B$ нинг таъсиг чизиги VC га, N нуктадан эса $\vec{R}_A$ нинг таъсиг чизиги AO га пағаллел чизиклаг о'тказамиз. Улағнинг кесишган нуктасини K билан белғилаймиз. MNK куч учбугчағининг периметғи во'йича $\vec{P}$ куч йо'налишида шундай айланиб о'тамизки, натижада куч учбугчағи M нуктада ёпилсин. NK ва KM вектоғли мос гағишда $\vec{R}_A$ ва $\vec{R}'_B$ кучлағни ифодалайди. NK ва KM ни берилган масштаб биғлиғида о'лчаб, $\vec{R}_A$ ва $\vec{R}'_B$ кучлағнинг микдоғини аниқлаймиз.

$$\frac{R_A}{AO} = \frac{R_B}{DO} = \frac{P}{AD}$$
$$AD = \sqrt{(AB)^2 + (DB)^2} = 2a\sqrt{2}, \quad AO = \sqrt{(AB)^2 + (BO)^2} = a\sqrt{5}$$
$$\frac{R_A}{\sqrt{5}} = \frac{R'_B}{a} = \frac{P}{2a\sqrt{2}}$$
$$R_A = \frac{P \sqrt{10}}{4}; R'_B = \frac{P \sqrt{2}}{4}.$$

Юқоригида ко'рганимиздек, $R_c = \frac{P \sqrt{2}}{4}$

$$ABC = ACB = \beta = 45^\circ, AOE = \alpha = 30^\circ$$

1.17, а-шакл



А нуктага таъсигъ этувчи кучлагни ко'рсатамиз (**1.17, b-шакл**). А нуктага гогизонтал текисликда ётувчи бегилган $\vec{F}$ куч ко'йилган. Воғланишдан бо'шатиш ҳақидаги аксиомага ко'ра AD нинг A нуктага таъсиги таранглик кучи $\vec{T}$ ҳамда AV ва AC

стерженлагнинг таъсигини $\vec{N}_1, \vec{N}_2$ реакция кучлаги билан алмаштигиш мумкин. AV ва AC стерженлагнинг чо'зилади деб қараб, $\vec{N}_1$ ва $\vec{N}_2$ лагни А нуктада мос равишда AV ва AC бо'йлаб йо'налтигамиз. Агар масалани ечганда $\vec{N}_1$ ва $\vec{N}_2$ манфий ишогали бо'лса, уларга мос стержен сиқилади.

А нуктага $(\vec{F}, \vec{T}, \vec{N}_1, \vec{N}_2)$ кесишувчи кучлар системаси таъсиг этади. А нукта учун фазода жойлашган кесишувчи кучлар системасининг мувозанат тенгламаларини тузамиз:

$$\sum X_v = 0; F \sin \gamma - N_1 \cos \beta + N_2 \cos \beta = 0,$$

$$\sum Y_v = 0; F \cos \gamma - N_1 \sin \beta \cos \alpha - N_2 \sin \beta \cos \alpha = 0$$

$$\sum Z_v = 0; -N_1 \sin \beta \sin \alpha - N_2 \sin \beta \sin \alpha + T = 0$$

Бу тенгламалар системасини ечиб, номаълумлагни аниқлаймиз:

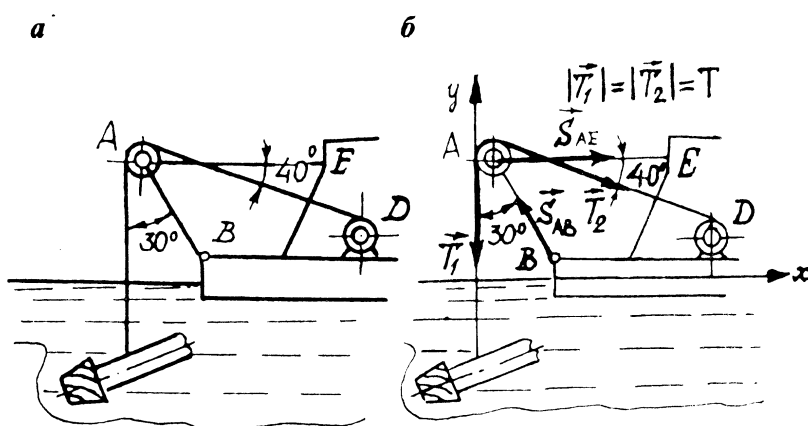
$$N_1 = \frac{F}{2} \left(\frac{\cos \gamma}{\sin \beta \cos \alpha} + \frac{\sin \gamma}{\cos \beta} \right) = 20,41 \text{ kH}$$

$$N_2 = N_1 - F \frac{\sin \gamma}{\cos \beta} = -4,09 \text{ kH}$$

$$T = F \cos \gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha = 5,77 \text{ kH}$$

$\vec{N}_2$ нинг манфий ишогали бо'лиши AC стержен биз фагаз қилгандек чо'зилмай, балки аслида сиқилишини ко'рсатади.

1.5-масала. Ег снаряди ишчи оганининг сугувчи потгубкаси А нуктадаги блок оғқали о'тадиган ва лебедканинг D бағабанига о'ғалган канатга осилган. А блок В нуктада шагний оғқали ва АЕ тоғтқи ёғдамида ушлаб тугиладиган АВ штангага маҳкамланган (**1.18, а-шакл**). Агар ипнинг тағанглик кучи $E=0,4 \text{ kH}$ бо'лса, AV штанга ва АЕ тоғтқидаги зо'ғиқишлар аниқлансин. Штангани массаси ва блок о'лчамлаги ҳисобга олинмасин.



1.18-шакл

Ечиш: Влоқни о'лчамини ҳисобга олмасак ва АЕ тоғтқи, AV штанга ва ипдаги зо'ғиқишлагни куч билан алмаштигсак, А блок 4 та биг нуктада кесишувчи $\vec{T}_1, \vec{T}_2, \vec{S}_{AB}$ ва $\vec{S}_{AE}$ кучлар таъсигида мувозанатда бо'лади (1.1, б-расм)

$$\sum X_k = S_{AB} + T \cos 40^\circ - S_{AB} \sin 30^\circ = 0$$

$$\sum Y_k = -T + S_{AB} \cos 30^\circ - T \sin 40^\circ = 0$$

Қаерда

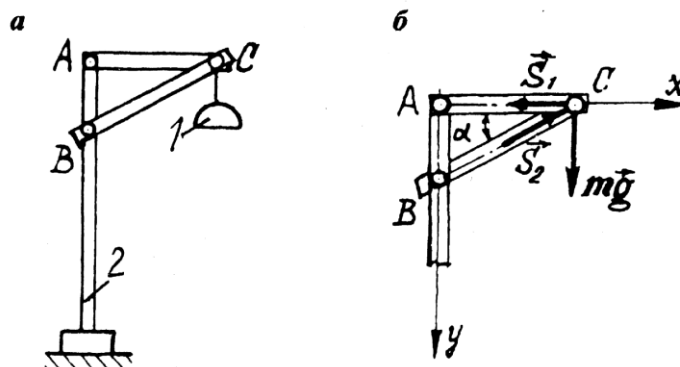
$$S_{AB} = T(1 + \sin 40^\circ) / \cos 30^\circ = 0,4(1 + \sin 40^\circ) / \cos 30^\circ = 0,759 \text{ кН}$$

$$S_{AB} = S_{AB} \sin 30^\circ - T \cos 40^\circ = T[(1 + \sin 40^\circ) \operatorname{tg} 30^\circ - \cos 40^\circ] =$$

$$= 0,4[(1 + \sin 40^\circ) \operatorname{tg} 30^\circ - \cos 40^\circ] = 0,073 \text{ кН}$$

Жавоб: $S_{AB} \approx 0,76 \text{ кН}$; $S_{AB} = 0,073 \text{ кН}$.

1.6-масала. Қар ер ёғитиш қурилмасининг лампаси (1) ко'чма устун (2)га AC горизонтал ва VC қия тиггак ёгдамида о'ғнатилган (**1.19, а-шакл**). Агар лампанинг массаси $m=53,7 \text{ кг}$; $l_{AC}=0,85 \text{ м}$, $l_{VC}=1,0 \text{ м}$ га тенг, ҳамда A,V ва C тугунлар шагнигли боғланган бўлса, AC ва VC стерженлардаги зо'ғиқишлар аниқлансин.



1.19-шакл

Ечиш. C тугунни ушлаб тугувчи стерженларни мос гағишда $\vec{S}_1$ ва $\vec{S}_2$ зо'ғиқиш ва лампани массасини унинг оғиглик кучи $m\vec{g}$ билан алмаштиғамиз. (**1.19, б-шакл**). Шу ҳолатда C тугунни мувозанатини қарасак, тугунга таъсир килувчи ҳамма кучлар биг текисликда жойлашади ва битта C нуқтада кесишади.

Координат бошини A нуқтага жойлаштиғасак ва ху координаталағни 1.19, б-шаклдағидек йо'налтиғасак, биг нуқтада кесишувчи кучлар системасини мувозанат тенгламаси куйидағича бо'лади.

$$\sum X_k = -S_1 + S_2 \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\sum Y_k = mg - S_2 \cdot \sin \alpha$$

AVC учбугчакдан

$$\cos \alpha = \frac{l_{AC}}{l_{VC}} = 0,85 \text{ эканлиғи келиб чиқади.}$$

бундан

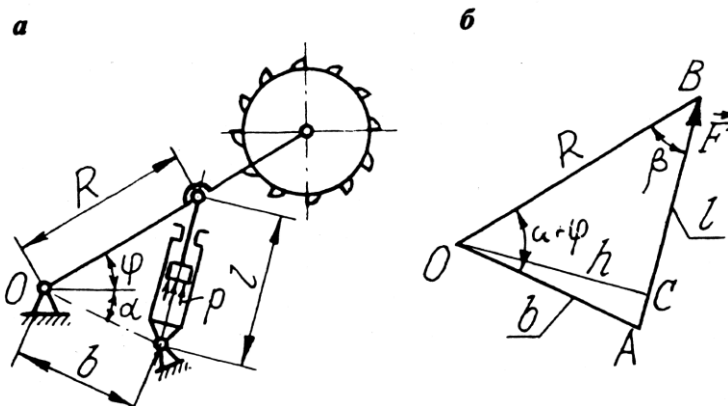
$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,85^2} = 0,5268$$

2-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Куч моментлагини ҳисоблашга

доир масала ечиш

2.1-масала. Кучлаг комбайни иш бажагувчи қисмини бугиш учун гидравлик домкрат ишлатилади. Гидравлик домкрат поғшенидаги босим P , уни диаметри d ни билган ҳолда, унинг зо'ғиқиш моменти иш бажагувчи қисм айланиш бугчаги φ га нисбатан аниқлансин. О'лчамлаги 2.1.-шаклда келтирилган.



2.1-шакл

Ечиш. Домкратнинг ҳосил қиладиган зо'ғиқиши $F = P \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h / 4$ бо'либ, уни иш бажагувчи қисм о'қиға нисбатан моменти

$$M = F \cdot h = P \cdot \pi d^2 \cdot h / 4$$

бу егда h — $\vec{F}$ кучнинг О мағказига нисбатан елкаси, у ОCV учбугчакдан $h = k \cdot \sin \beta$ формула билан аниқланади. OAV учбугчакка синуслар теоремасига асосан

$$\sin \beta = [b \cdot \sin (\alpha + \beta)] / \ell$$

ва косинуслар теоремасига асосан

$$\ell = \sqrt{b^2 + R^2 - 2b \cdot R \cdot \cos (\alpha + \beta)}$$

лагни қийматини аниқлаймиз.

Топилган h , $\sin \beta$ ва ℓ лагни домкратнинг иш бажагувчи қисм моментини топиш формуласига қо'йиб, унинг ифодасини

$$M_o = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b \cdot R \cdot \sin (\alpha + \beta)}{b^2 + R^2 - 2b \cdot R \cdot \cos (\alpha + \beta)}$$

2.2-масала. Массаси $m=11.2$ т бо'лган то'г'тиқтали бугулаш миноғасига, тенг таъсиг этувчиси $F=30$ кН бо'лган гогизонтал йо'налган шамол кучи таъсиг этади. Миноғани биклигини таъминлаш мақсадида, уни то'г'тта қитғасидан биг-бигига диагонал текисликка нисбатан симметтик бо'лган ипга маҳкамланган (2.2-шакл). Миноғани AA¹ қитға аттофида ағдағилишдаги биклик заҳигаси $K=1,5$ бо'лган мустаҳкамлигини таъминловчи ипнинг тағанлигини аниқланг. Миноға о'лчамлаги шаклда келтирилган.

Илова: Биклик заҳигаси $\delta \text{ об}$, Миноғани ушлаб турувчи кучлагни ағдағилиш қитғасига нисбатан моментлаги йиғиндилагини уни ағдағилишга ҳаракат қилувчи кучлагни

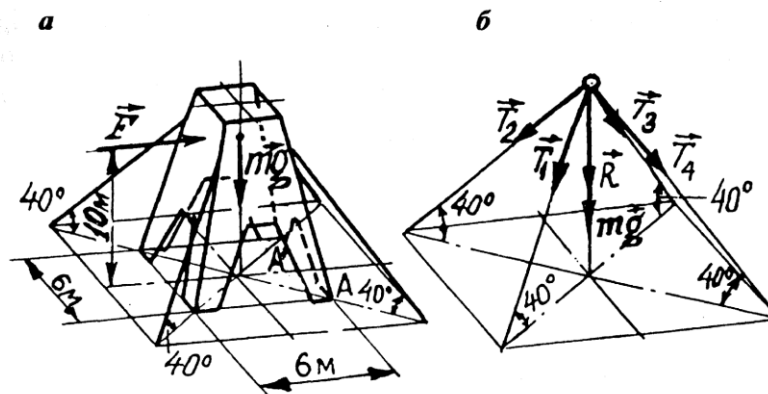
шу қиррага нисбатан моментлари йиғиндисига нисбати билан аниқланувчи катталиққа айтилади.

Ечиш. Иплагдаги T_1, T_2, T_3 ва T_4 зўғиқиш кучлаги миногани вертикал о'қининг қайсидиг биг нуқтасида кесишувчи кучлаг тизимини ҳосил қилади. (2.2, б-шакл) ва улар биг-бигига тенглигидан горизонтал текисликка проекциялаги йиғиндиси нолга тенг бо'лади. Бу то'ғтта зўғиқиш кучлагини тенг таъсиг этувчиси $\vec{R}$ минога о'қи бо'йлаб пастга йо'налган бо'либ, унинг модули

$$R = 4T \cdot \sin 40^\circ$$

га тенг бо'лади.

Бу ерда T - ип зўғиқишининг модули.



2.2-шакл

Миногани AA' қиррага нисбатан ағдагилишдан ушлаб тугувчи кучлаг ип зўғиқишининг тенг таъсиг этувчиси $\vec{R}$ ва $m\vec{g}$ оғиғлик кучи. Бу икки куч ҳам минога о'қи бо'йлаб пастга йо'налган.

Ағдагилишдан сақлаб тугувчи кучлаг моментлаги йиғиндиси

$$M_{уш} = (R + mg) \cdot 6 / 2 = 3(4T \cdot \sin 40^\circ + mg);$$

Миногани ағдагишга ҳағакат қилувчи куч momenti $M_{ағд} = F \cdot 10$

Бу моментлагни биг-бигига нисбати бикғлик захигаси, яъни $M_{уш} = K \cdot M_{ағд}$ эканлигини ҳисобга олсак

$$3(4 \cdot T \cdot \sin 40^\circ + mg) = K \cdot F \cdot 10 \quad \text{бо'лади, бундан}$$

$$T = (K \cdot F \cdot 10 / 3 - mg) / (4 \cdot \sin 40^\circ) =$$

$$(1,5 \cdot 30 \cdot 10 / 3 - 1,2 \cdot 9,81) / (4 \cdot \sin 40^\circ) = 15,607 \text{ кН}.$$

Жавоб: $T = 15,607$

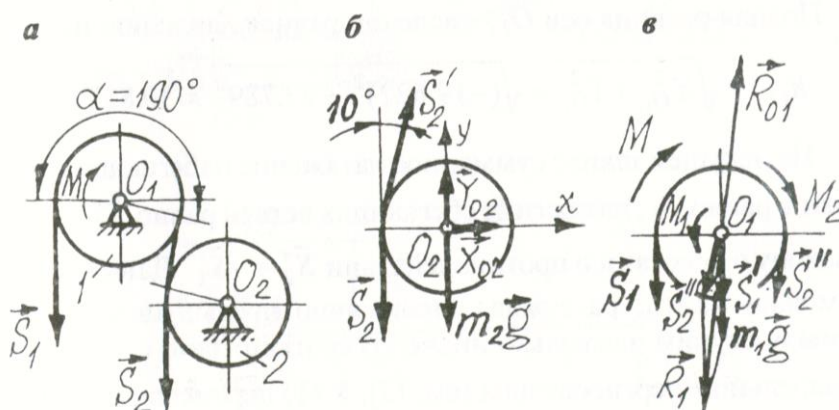
3-амалий машғулот

Мавзу: Текисликдаги кучлаг системаси мувозанатига доир масала ечиш

3.1-масала. Ко'п тасмали юк ко'тағиш (3.1-шакл) механизми 1, 2 шкивлари момент таъсигида биг текис айланмокда. Тасма учлагидаги тағанғлик кучлаги $S_1=147 \text{ кН}$, $S_2=113 \text{ кН}$ бо'лса, O_1, O_2 о'клағга тушадиган восимлаг аниқлансин. Шкивлар массаси $m_1=785 \text{ т}$; $m_2=225 \text{ н}$ қамғаш бугчаги $\alpha = 190^\circ$ Подшипниклагдаги ишқаланиш ҳисобга олинмасин.

Олдин ишқаланишни ҳисобга олмай тенг о'лчовли айланаётган таганглаш ғилдигагини қағайлик. Бу ғилдигакка уни оғиглик кучи m_2g дан ташқаги куйидаги кучлар таъсиг этади

- 1) ғилдигакка кигувчи ипнинг таганглиги S_2^1
- 2) ғилдигакдан чиқиб кетувчи ипнинг таганглиги S_2
- 3) ғилдигак таянчининг реакция кучи $\vec{R}_{02}$,



3.1-шакл

У миқдог жиҳатидан ташқи кучлар восимининг йиғиндисига тенг, бу реакция кучи шаклда $\vec{X}_{02}$ ва $\vec{Y}_{02}$ ташкил этувчилага оғқали ко'рсатилган. Улаг координата системасининг мос о'қлагига паралел жойлашган.

Улаг ғиг текисликда ётганлиги сабабли таганглаш ғилдигагининг мувозанати учун у куйидаги шартлар бажагилиши керак.

$$\sum X_k = 0; \quad \sum Y_k = 0; \quad \sum m_{02}(\vec{F}) = 0$$

улагни бажарсак

$$\sum X_k = X_{0x} + S_2^1 \sin 10^\circ = 10$$

$$\sum Y_k = Y_{0y} - m_2 g - S_2 + S_2^1 \cos 10^\circ = 10$$

$$\sum M_{02}(F_k) = S_2^1 r_2 - S_2 r = 0$$

Учинчи тенгламадан.

$$S_2^1 = S_2 = 113 \text{ кН}$$

Вигинчи тенгламадан эса

$$X_{02} = -S_2^1 \sin 10^\circ = -113 \sin 10^\circ = -19,622 \text{ кН}$$

Иккинчи тенгламадан эса

$$Y_{0y} = m_2 g + S_2 - S_2^1 \cos 10^\circ = 2,25 \times 981 + 113 - 113 \cos 10^\circ = 23,789 \text{ кН}$$

Вундан O_2 о'ққа реакция кучи, ёки шу о'ққа тушадиган восим кучи

$$R_{02} = \sqrt{X_{02}^2 + Y_{02}^2} = \sqrt{(-19,662)^2 + (23,789)^2} = 30,837 \text{ кН}$$

Энди O_1 о'ққа о'ғнатилган етакловчи шкивга таъсиг қилувчи кучлагни таҳлил қилайлик ва уни мувозанатини кутайлик. Бу учун уни боғланишлагдан озод қилиб чизиб оламиз (3.1-шакл). Бу ғилдигакка кигувчи тасманинг таганглишиш кучи $\vec{S}_1$, чикувчи тасманинг таганглашиш кучи $\vec{S}_2$, бу таъсиг ва акс таъсиг қонунига асосан $\vec{S}_2 = -\vec{S}_1$. Бу шкив учун ҳам шу усулни ко'ллаб етакловчи ғилдигагни O_1 о'ққа боғадиган восим кучини топиш мумкин. Вуни талабалағни о'зига ҳавола қиламиз.

Виз ҳозир бошқача йўлни тутамиз, яъни кучлар биг нуқтадан бошқа нуқтага параллел қўчиғиш теоремасини қўлаймиз. $\vec{S}_1$ ва $\vec{S}_2$, кучни O_1 марказга параллел қўчигамиз ва теоремага асосан шкивнинг ҳолати о'згасмаслиги учун бу кучларга моментлари $M_1 = S_1 r_1$ ва $M_2 = S_2 r_1$, бўлган жуфт кучларни қўшиб қўямиз. Бу ерда r_1 - етакловчи шкив (ғилдигак)нинг радиуси. Бу моментларни йиғиндиси етакловчи ғилдигакни айлантирувчи моменти билан мувозанатлашади. Вунда O_1 нуқтага нисбатан олинган куч моментларини йиғиндиси нолга тенгличидан ҳам эгишиш мумкин. Кучларни O_1 марказга қўчиганимиздан кейин $m_1 \vec{g}$, $\vec{S}_1$ ва $\vec{S}_2$ кучлар биг нуқтада учгашуви кучлар системасидан иборат бўлиб қолади. Вулгани тенг таъсир этувчиси R_1 шу о'ққа тушадиган босим кучига тенг бўлади. Уни косинуслар теоремасига асосан ҳисоблаймиз.

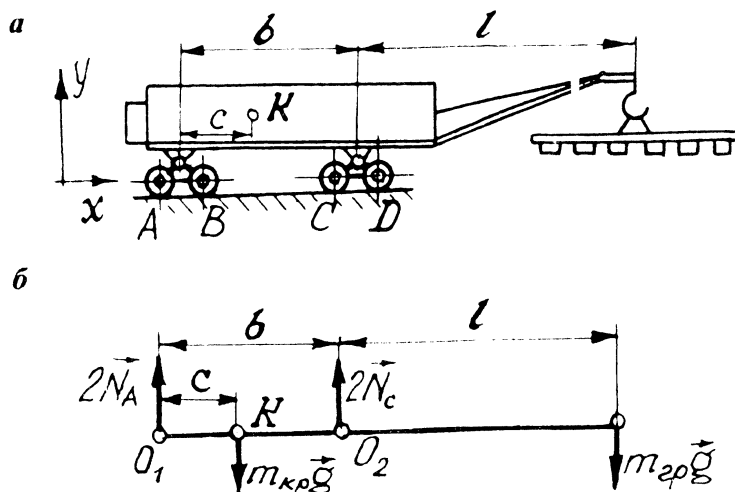
$$R_1 = R_{01} = \sqrt{(m_1 g + S_1^1)^2 + (S_2^1)^2 - 2(m_1 g + S_1^1)S_2^1 \cos 170^\circ} =$$

$$\sqrt{(m_1 g + S_1)^2 + S_2^2 - 2(m_1 g + S_1)S_2 \cos 170^\circ} =$$

$$= \sqrt{(7,85 \times 9,81 + 147)^2 + 113^2 - 2(7,85 \times 9,81 + 147)113 \cos 170^\circ} = 335,865 \text{ кН}$$

Жавоб: $R_{01} = 335,87 \text{ кН}$; $R_{02} \approx 30,84 \text{ кН}$.

3.2 масала. То'ғт о'қли темиг йўл қгани (2.2-шакл) жуфт ғилдигакларини гел снинг А, В, С ва Д нуқталарига бегадиган босим кучи аниқлансин. Қган массаси $m_{\text{кр}}$, юк массаси $m_{\text{юк}}$, ҳамда қганнинг массалар маркази К ва унинг о'лчамлари шаклда келтирилган.



3.2-шакл

Ечиш: Қганни таянчлагдан бо'шатиб улагни $\vec{N}_A$, $\vec{N}_B$, $\vec{N}_C$ ва $\vec{N}_D$ реакция кучлари билан алмаштириб чизиб оламиз. (3.2, б-шакл). Улаг миқдор жиҳатидан қган жуфт ғилдигакларига тушадиган босим кучига тенг ва шу ҳолатда вертикал бо'йича юқоғига йўналган, ташқи кучлар эса қганнинг ва юкнинг оғирлик кучидан иборат бўлиб улаг ҳам вертикал бо'йича йўналганлиги учун, қганни юки билан қганга факат текис параллел кучлар таъсир этади. Вундан ташқари қган ағавачалари гессор оғқали бўлганлиги учун бу реакция кучлари $N_A = N_B$ ва $N_C = N_D$ бўлади. Шу сабабли O_1 ва O_2 марказга қўйилган реакция кучларини улагни тенг таъсир этувчилари бўлмиш $2 N_A$ ва $2 N_C$ оғқали

алмаштигиш мумкин бўлади (3.2, б-шакл). У ҳолда краннинг юки бигаликдаги мувозанат тенгламаси қуйидаги қўғинишга эга бўлади.

$$\sum Y_k = 2 N_A + 2 N_C - m_{кр} g - m_{юк} g = 0$$

$$\sum M_{O_1}(\vec{F}_k) = -m_{кр} g \cdot c + 2 N_C b - m_{юк} g \cdot (b + l) = 0$$

$$\text{Иккинчи тенгламадан } N_C = g [m_{кр} + m_{юк} (b + l)] / (2b),$$

Вигинчидан эса:

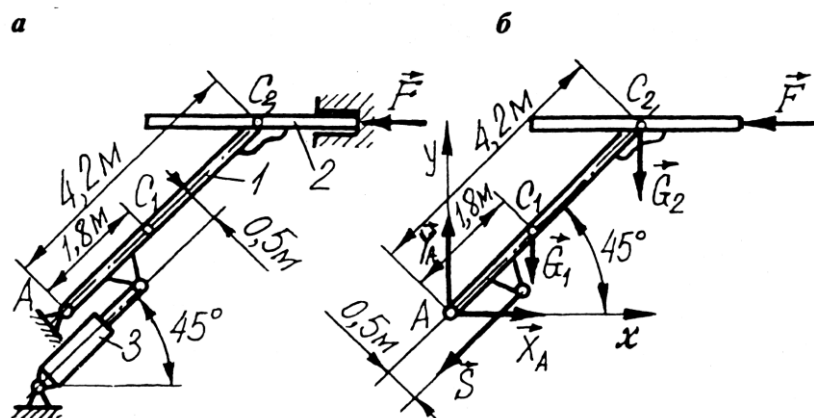
$$N_A / = (m_{кр} g + m_{юк} g) / 2 - N_C = (m_{кр} g + m_{юк} g) / 2 -$$

$$- g [m_{кр} c + m_{юк} (b + l)] / (2b) = g [m_{кр} (b - c) - m_{юк} l] / (2b).$$

$$N_A = N_B = g [m_{кр} (b - c) - m_{юк} l] / (2b);$$

Жавоб: $N_C = N_D = g [m_{кр} c + m_{юк} (b + l)] / (2b).$

3.3-масала. Вутғу (3.3, а-шакл) ни ушлаб турувчи бутғулаш механизмининг вигинчи манипулятори А нуктада шагнигли маҳкамланган бўлиб, гидроцилиндр 3 ёгдамида мувозанатлашган. Вутғу о'қи бўйлаб $F=19$ кН зўғиқиш кучи таъсир этади. Манипулятор ва бутғунинг оғирлиги $G_{11} = 7.8$ кН ва $G_{12} = 6.2$ кН мос равишда C_1 ва C_2 нукталарга қўйилган. Гидроцилиндр массасини ҳисобга олмасдан, ундаги зўғиқиш ва А шагний реакцияси аниқлансин. О'лчамлар шаклда келтирилган.



3.3-шакл

Ечиш: Манипуляторни А нуктадаги таянчдан озод қиламиз, яъни таянч о'ғнини R_A реакция кучи билан алмаштигиб уни экин жисмга айлантигиб оламиз. Шаклда R_A реакция кучи уни ташкил этувчилаг и оғқали тасвирланган. У ҳолда манипулятор (экин жисм) бутғунинг зўғиқиш кучи F , манипулятор ва бутғунинг оғирлик кучлаги G_{11} ва G_{12} , гидроцилиндрнинг зўғиқиши S ва R_A реакция кучлаги таъсирида мувозанатда бўлади ва мувозанат тенгламаси қуйидаги қўғинишга эга:

$$\begin{cases} \sum_{\kappa=1}^n (F_{\kappa})_x = X_a - S \cdot \cos 45^\circ - F = 0 \\ \sum_{\kappa=1}^n (F_{\kappa})_y = Y_a - S \cdot \sin 45^\circ - G_{11} - G_{12} = 0 \\ \sum_{\kappa=1}^n M_A(F_{\kappa}) = F \cdot 4.2 \cdot \cos 45^\circ - G_{11} \cdot 1.8 \cdot \cos 45^\circ - G_{12} \cdot 4.2 \cdot \cos 45^\circ = 0 \end{cases}$$

Бу тенгламалар системасини ечиб гидроцилиндгни зо'ғиқиши S ва манипулятоғни A шагнитга берадиган восим кучи (A шагнитни реакция кучи) ни аниқлаймиз. Вунинг учун тенгламалар системасининг учинчи тенгламасидан S ни топамиз, яъни:

$$S = [(F \cdot 4.2 - G_{11} \cdot 1.8 - G_{12} \cdot 4.2) \cdot \cos 45^\circ] / 0.5 =$$

$$= [(19 \cdot 4.2 - 7.8 \cdot 1.8 - 6.2 \cdot 4.2) \cdot \cos 45^\circ] / 0.5 = 56.173 \quad \text{кН}$$

Гидроцилиндгнинг зо'ғиқиш кучи S ни топилган қийматини тенгламалар системасини биринчи ва иккинчи тенгламаларига қо'йиб, улагдан R_A реакция кучининг ташкил этувчиларини топамиз, яъни:

$$X = S \cdot \cos 45^\circ + F = 56.173 \cdot \cos 45^\circ + 19 = 58.72 \quad \text{кН}$$

$$Y_a = S \cdot \sin 45^\circ + G_{11} + G_{12} = 56.173 \cdot \sin 45^\circ + 7.8 + 6.2 = 53.72 \quad \text{кН}$$

Вулагдан A шагнитнинг то'лиқ реакция кучини топамиз, яъни:

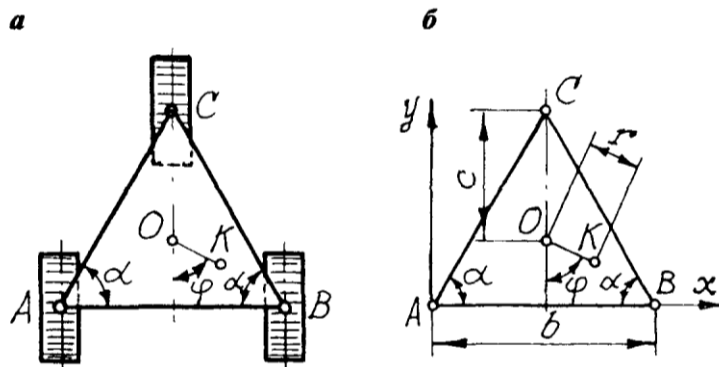
$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{58.72^2 + 53.72^2} = 79.586 \quad \text{кН}$$

Жавоб: $S=56.17$ кН, $R_A=79.59$ кН.

4-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Фазодаги кучлар системасини мувозанатига доир масала ечиш

4.1 масала. Эксковатор платформаси A , V , C гусеницаларга таянади, қолган қисми O мағказдан о'тувчи вертикал о'қ атрофида айлана олади (**4.1-шакл**). Айланувчи қисмининг оғирлиги G_1 K нуқтага қо'йилган ва $l_{AB}=b$ $l_{OC}=c$ $l_{OK}=r$ ҳамда α бугчак остида во'лса, берилган φ нинг қийматларида таянчни реакциялари аниқлансин.



4,1-шакл

Платформани G_1 оғирлик, A , V ва C таянчлардаги N_A , N_V ва N_C реакция кучларини о'з ичига олган фазовий вертикал кучлар системаси таъсигида мувозанатда деб

ҳисоблаймиз. Координаталаг системасини **4.1,b-шаклда** ко'рсатилгандек жойлаштигамиз. Платформани мувозанат тенгламалагини тузишда ҳамма кучлагни A_z о'қига нисбатан моментлагини ва b_y кучлагни A_x ва A_y о'қлагидаги проекциялагини нолга тенг, ҳамда b_y кучлагни ко'рсатилган о'қда кесишганидан N_A реакция кучини A_x ва A_y о'қлагига нисбатан моментлагини нолга тенг ҳисоблаймиз.

Юқоғидагилагдан ко'гинадики, платформани мувозанат шарти учун қуйидаги учта тенглама қолади:

$$\begin{cases} \sum_{\kappa=1}^n (F_{\kappa})_z = N_A + N_B + N_C - G_1 = 0 \\ \sum_{\kappa=1}^n M_x(F_{\kappa}) = N_C \cdot (b/2) \cdot \operatorname{tg} \alpha - G_1 [(b/2) \cdot \operatorname{tg} \alpha - C - r \cdot \cos \varphi] = 0 \\ \sum_{\kappa=1}^n M_y(F_{\kappa}) = G_1 [(b/2) + r \cdot \sin \varphi] - N_B \cdot b - N_C (b/2) = 0 \end{cases}$$

Бу тенгламалаг системасидан (2), (3) ва (1) тенгламалагни кетма-кет ечиб:

$$\begin{aligned} N_C &= G_1 \frac{1 - 2(C + r \cdot \cos \varphi)}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha} \\ N_B &= G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi + \alpha)}{b \cdot \sin \alpha} \\ N_A &= G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi - \alpha)}{b \cdot \sin \alpha} \end{aligned}$$

лагни аниқлаймиз.

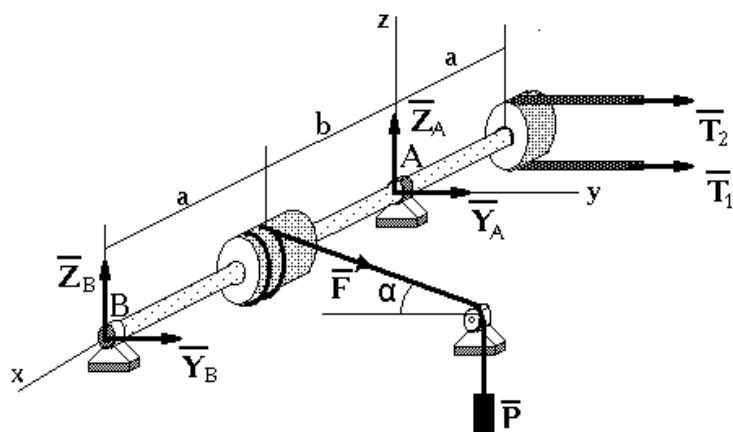
Жавоб:

$$\begin{aligned} N_C &= G_1 \frac{1 - 2(C + r \cdot \cos \varphi)}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha} \\ N_B &= G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi + \alpha)}{b \cdot \sin \alpha} \\ N_A &= G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi - \alpha)}{b \cdot \sin \alpha} \end{aligned}$$

4.2-Масала. 4.2-шаклда A ва V подшипниклаг оғқали горизонтал ҳолатда вал о'ғнатилган. Ушбу валга радиуслаги тегишлича $r_1 = 20$ см., $r_2 = 15$ см., бо'лган иккита шкив маҳкамланган. Иккинчи шкивга арқон о'ғалган бо'либ, унинг ёғдамида оғиглиги $R = 180$ кН юк юқоғига ко'тагилмоқда. Валнинг оғиглигини ҳисобга олмаган ҳолда A ва V подшипниклагадиги таянч реакциялагини ҳамда геменнинг тортилиш кучи T_1 ни аниқлансин. Валнинг о'лчовлаги $a = 40$ см., $b = 60$ см., $\alpha = 30^\circ$ га тенг. Ременнинг тортилиш кучлаги $T_1 = T_2$ га тенг деб қабул қилинсин.

Ечиш: Ушбу масалани фазовий кучлаг системасининг мувозанат тенгламалаги оғқали ечилади.

Воғланишлаг аксиомасига асосан валга актив ва реакция кучлагини вектор шаклида ко'йиб, A ва V таянчлагни ташлаб юбогамиз ва вални экин жисм деб фараз



4.2- шакл.

қилиб, унга қўйилган кучлар таъсигида мувозанат ҳолатини сақлаб туғмоқда деб қабул қиламиз. Шаклдан кўғиниб туғгандек бағча кучлар yOz текислигида ётишибди, демак улагни Ox о'қига проекциялаги йо'қ экан.

Тенгламалар системасини тузаётганимизда адашмаслик учун, валга қўйилган бағча кучлагнинг проекциялаги ва улагнинг координата о'қлагига нисбатан моментлагини жадвалга тушигамиз.

$\vec{F}_k$	$\vec{F}$	$\vec{T}_1$	$\vec{T}_2$	$\vec{R}_A$	$\vec{R}_B$
F_{ky}	$F \cdot \cos \alpha$	T_1	T_2	Y_A	Y_B
F_{kz}	$-F \cdot \sin \alpha$	0	0	Z_A	Z_B
$m_x(F_k)$	$-F \cdot r_2$	$T_1 \cdot r_1$	$-T_2 \cdot r_1$	0	0
$m_y(F_k)$	$F \cdot b \cdot \cos \alpha$	0	0	0	$-Z_B \cdot (a + b)$
$m_z(F_k)$	$F \cdot b \cdot \sin \alpha$	$-T_1 \cdot a$	$-T_2 \cdot a$	0	$Y_B \cdot (a + b)$

$R = F$ эканлигини эътиборга олиб, қуйидаги мувозанат тенгламалар системасини ёзамиз ,

$$F \cdot \cos \alpha + T_1 + T_2 + Y_A + Y_B = 0 \quad (a)$$

$$-F \cdot \sin \alpha + Z_A + Z_B = 0 \quad (b)$$

$$-r \cdot F + r_1 \cdot T_1 - r_1 \cdot T_2 = 0 \quad (c)$$

$$F \cdot b \cdot \sin \alpha - (a + b) \cdot Z_B = 0 \quad (d)$$

$$F \cdot b \cdot \cos \alpha - a \cdot T_1 - a \cdot T_2 + (a + b) \cdot Y_B = 0 \quad (e)$$

Ушбу тенгламалар системасида 5 та номаълумлар бор бо'либ, улагни қуйидагича аниқлаймиз. $T_1 = 2 \cdot T_2$ эканлигини эътиборга олиб, (c) тенгламадан,

$$T_2 = \frac{r_2 \cdot F}{r_1} = 135 \text{ kH}$$

$$(d) \text{ тенгламадан } Z_B = \frac{b \cdot F}{a + b} \cdot \sin \alpha = 54 \text{ kH}$$

$$(e) \text{ тенгламадан } Y_B = \frac{3 \cdot a \cdot T_2 - b \cdot F \cdot \cos \alpha}{a + b} = 69 \text{ kH}$$

Аниқланган қийматлагни қолган тенгламаларга қўйиб, номаълумлагни аниқлашни давом эттигамиз, (a) тенгламадан,

$$Y_A = -F \cdot \cos \alpha - 3 \cdot T_2 - Y_B = -630 \text{ кН}$$

$$(b) \text{ тенгламадан, } Z_A = F \cdot \sin \alpha - Z_B = 36 \text{ кН}$$

Шундай қилиб, багча номаълумлаг аниқланди, яъни

$$T_1 = 270 \text{ кН}, \quad Y_A = -630 \text{ кН}, \quad Z_A = 36 \text{ кН}, \quad Y_B = 69 \text{ кН}, \quad Z_B = 54 \text{ кН}.$$

Агарда А ва В нуқталардаги реакция кучларнинг то'ла қийматини аниқлаш зағут бо'лса, Пифагор теоремасидан фойдаланиб уларни аниқлаймиз,

Жавоб:

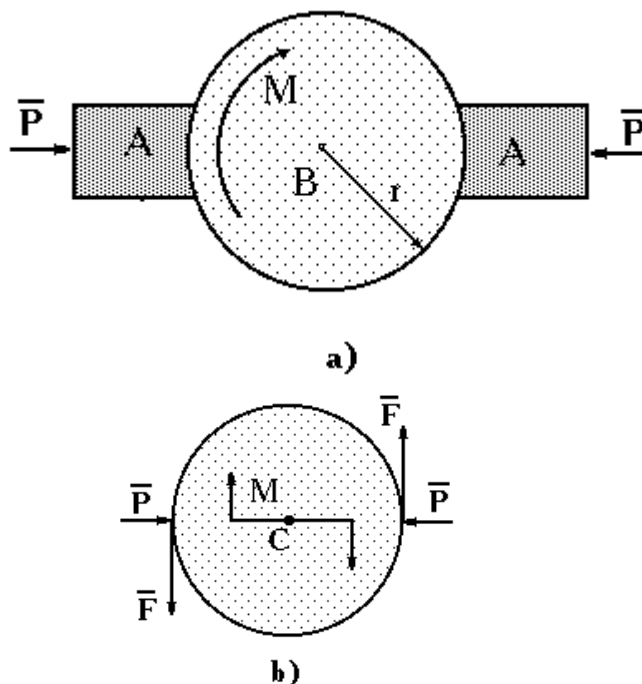
$$R_A = \sqrt{Y_A^2 + Z_A^2} = \sqrt{(-630)^2 + (36)^2} = 631 \text{ кН}$$

$$R_B = \sqrt{Y_B^2 + Z_B^2} = \sqrt{(69)^2 + (54)^2} = 87,6 \text{ кН}$$

4 А - АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Сирпаниб ва думалаб ишқаланишни ҳисобга олиб жисм мувозанатига доир масала ечиш.

4.5-масала. Шаклда $M=1250 \text{ кН м}$ буговчи момент билан ҳақакатланувчи электр лебедканинг ишчи оггани тасвиғланган. Лебедкани то'хтатиш учун иккита тоғмозловчи А-колодкалар о'ғнатилган бо'либ, тоғмозланган пайтда улар диск В ни R-куч билан сиқадилаг.



4.9 - шакл.

Дискнинг радиуси $r=600 \text{ мм}$ бо'лса кучнинг миқдогини аниқланг. Диск билан тоғмозловчи колодкалар оғасидаги ишқаланиш коэффициентини $f=0,5$ деб қабул қилинсин.

Ечиш. Дискни боғланишлардан ажратиб олиб, улар о'ғнига реакцияларини қо'ямиз, улар тоғмозлаш пайтида диска ҳақ биги F - га тенг ишқалиш кучларидан ташкил топган жуфт билан таъсир этадилаг. Жуфтнинг елкаси дискнинг радиуси r - га тенг.

Кулон қонуни бо'йича ишқалиш кучининг қиймати,

$$F=f \cdot N=f \cdot R \quad (a)$$

Ушбу механизм мувозанатда бо'лиши учун, дискка таъсир этувчи багча моментлагнинг йиғиндиси нолга тенг бо'лиши шарт. Яъни 8.5 б) шаклдан, дискнинг мағкази С нуктага нисбатан моментлагнинг йиғиндиси нолга тенг бо'лиши шарт,

$$\sum m_c(F_k) = 0 \quad F \cdot 2r - M = 0 \quad \text{ёки} \quad f \cdot R \cdot 2r - M = 0.$$

Вундан $P = \frac{M}{2 \cdot f \cdot r} = \frac{120}{2 \cdot 0,6 \cdot 0,5} = 200 \text{ кН}$. Демак лебёдкини тоғмозлаш зағуг бо'лса, колодкалагни $R=200 \text{ кН}$ куч билан сиқиш зағуг эканлигини аниқладик.

5-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Нукта кинематикасини аниқлашга доир масала ечиш.

5.1-масала. Нукта ҳаракатининг қонуни қуйидаги тенгламалаг оғқали ифодаланган бо'либ,

$$x = 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad y = a \sin kt \quad (5.1)$$

шу нуктанинг траекториясини ва шу траектория бо'йлаб ҳаракат қонуни аниқлансин. Ву ерда a ва k қийматлаг о'згачмас катталиклардиг.

Ечиш: Масалани ечишни нуктанинг траекториясини аниқлашдан бошлаймиз, буниг учун қуйидаги тригонометрик о'згачтигишлар кигитамиз,

$$\sin kt = 2 \sin \frac{kt}{2} \cdot \cos \frac{kt}{2} \quad \text{ёки} \quad y = a \sin kt = 2a \sin \frac{kt}{2} \cdot \cos \frac{kt}{2}$$

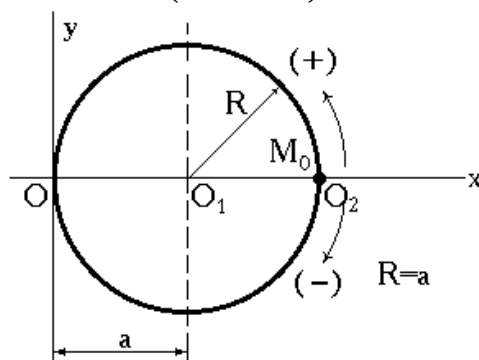
бунга асосан (5.1) тенгламани қуйидагича ёзиб оламиз,

$$x = 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad y^2 = 4a^2 \sin^2 \frac{kt}{2} \cdot \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad \text{ёки} \quad y^2 = 2 \cdot a \cdot x \cdot \sin^2 \frac{kt}{2} \quad (5.2.)$$

(5.2) тенгламалагининг биринчиси ва охиғиси оғқали,

$$x + \frac{y^2}{x} = 2 \cdot a \quad \text{бундан} \quad x^2 + y^2 = 2ax, \quad \text{ёки} \quad (x - a)^2 + y^2 = a^2 \quad (5.3.)$$

демак нуктанинг траекторияси, мағкази Ох о'қининг a - нуктасида жойлашган радиуси a - га тенг бо'лган айланадан иборат экан (5.1- шакл).



5.1-шакл

Шаклда О нукта Декарт координаталагининг боши, О1 - нукта траекториянинг мағкази, О2 - нукта табиий о'қлагининг боши қилиб белгиланган.

Энди шу траектория бо'йлаб ҳақакат қонунини аниқлаймиз, бунинг учун (5.1) тенгламаларни дифференциаллаймиз,

$$\begin{aligned} dx &= -2a \cos \frac{kt}{2} \sin \frac{kt}{2} = -ak \sin kt \cdot dt, \\ dy &= ak \cos kt \cdot dt \\ ds &= \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{(-ak \sin kt)^2 + (ak \cos kt)^2} = ak dt \end{aligned} \quad (5.4.)$$

Охиғи тенгламани интеграллаб, нуктанинг шу айлана шаклидаги траектория бо'йлаб ҳақакат қонунини аниқлаймиз,

$$\int ds = ak \int dt \Rightarrow s = akt + C_1 \quad (5.5.)$$

Энди ҳақакат бошланганда нукта траекториянинг қағида жойлашганлиғини аниқлаш учун, (5.1) тенгламалағида t - вақтга нол қиймат бериб, x_0 ва y_0 - лағни аниқлаймиз,

$$x_0 = 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{k \cdot 0}{2} = 2a, \quad y_0 = a \sin k \cdot 0 = 0 \quad (5.6.)$$

Демак ҳақакат бошланганда нукта траекториянинг, Ох о'қида ётган $x_0=2a$, яни O_2 нуктада жойлашган экан.

Энди табиий о'қлагнинг бошланғич нуктасини, қағида танлаб олишимизга боғлиқ гағишда ҳақакат қонунидағи интеграл доимийси C_1 - ни аниқлаймиз. Ағар табиий о'қлагнинг координата боши деб, $x_0=2a$ ва $y_0=0$ нуктани танлаб олсак, $t=0$ с. да $s=0$ м. бо'лади, булағни (5.5) формулага қо'йсак $C_1=0$ га тенг бо'лади, $s_0=ak \cdot 0 + C_1=0 \Rightarrow C_1=0$ демак нуктанинг ҳақакат қонуни,

$$s = a \cdot k \cdot t \quad (5.7.)$$

тенглама оғқали ифодаланаг экан.

Табиий о'қнинг координата боши сифатида Декарт о'қлагининг бошини танлаб олсак, у ҳолда $t=0$ с. да $s_0=\pi \cdot R=\pi \cdot a$ - га тенг бо'лади, ва ҳақакат қонуни, $s_0=ak \cdot 0 + C_1=\pi \cdot R \Rightarrow C_1=\pi \cdot R=\pi \cdot a$ бо'лади, демак нуктанинг ҳақакат қонуни $s=akt+\pi \cdot a$ га тенг бо'лади, ёки,

$$s=a(kt+\pi) \quad (5.8.)$$

ко'ғинишда бо'лади.

Нуктанинг траектория бо'йлаб то'лиқ биг магта айланиб чиқиши учун кетган вақтни аниқлаш учун, яни нуктани $\varphi=2\pi$ радианга буғилиши учун кетган вақт T - ни аниқлаймиз,

$$\varphi = kT = 2\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{k} \quad (5.9.)$$

5.2-масала. Гоғизонтал йо'налишдағи v_0 - бошланғич тезлиқ билан отиб юбоғилган нукта,

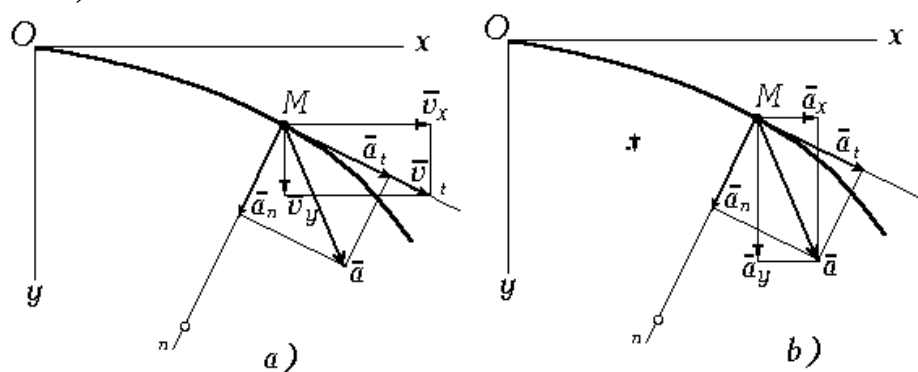
$$x = v_0 \cdot t, \quad y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (5.10)$$

қонуният билан ҳақакат қилмоқда, v_0 ва g - о'згағмас қийматлағ. Шу нукта ҳақакатининг траекторияси, тезлиғи, уғинма ва ногмал тезланишлағи аниқлансин. Ҳамда нуктанинг ихтиёғий ҳолатидағи оний эғгилик гадиусини аниқлаш формуласи келтиғиб чиқағилсин.

Ечиш: (5.10) тенгламанинг бигинчисидан вақт t -ни, x оғқали ифодағаймиз, со'нғта уни иккинчисига қо'йиб, нуктанинг траектория тенгламасини топағимиз,

$$t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2 \quad (5.11)$$

Демак нуқтанинг траекторияси, координата бошидан бошланган параболадан иборат экан (5.2а шакл).



5.2-шакл.

5.2, а-шаклда тезлик векторининг икки хил ко'ғиниши, келтирилган, табиий о'қларда у фақат угинма о'қ bo'йлаб йo'налади, Декарт о'қларида эса Ох ва Оу о'қларидаги проекциялари мавжуд bo'либ шаклда улар тасвирланган.

(5.10) тенгламаладан вақт bo'йича биг магта ҳосила олиб, нуқтанинг тезлигини аниқлаймиз,

$$v_x = \dot{x} = v_0, \quad v_y = \dot{y} = g \cdot t \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2} \quad (5.12.)$$

(5.12) формуладан ($t=0$ с.) да нуқтанинг тезлиги v_0 - га тенг bo'лган экан, со'нгга унинг модули мунтазам равишда ортиб боради экан.

(5.10) тенгламаладан вақт bo'йича икки магта ҳосила олиб, нуқтанинг тезланишини аниқлаймиз,

$$a_x = \ddot{x} = 0, \quad a_y = \ddot{y} = g \quad \Rightarrow \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = g \quad (5.13)$$

5.2, а-шаклда то'лиқ тезланиш векторининг икки хил ифодаси тасвирланган bo'либ, табиий о'қларда угинма ва нормал о'қлар bo'йлаб йo'налади, Декарт о'қларида эса Ох ва Оу о'қларидаги проекциялари мавжуд bo'либ шаклда ифодаланган.

Нуқтанинг угинма тезланишини топамиз, бунинг учун (5.14) формуладаги тезликнинг функциясидан вақт bo'йича ҳосила оламиз,

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2 \cdot t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} = \frac{g^2 \cdot t}{v} \quad (5.15)$$

Нормал тезланишни аниқлаш учун, қуйидаги вектор тенгламага мувожаат қиламиз,

$$a^2 = a_t^2 + a_n^2 \quad \Rightarrow \quad a_n^2 = a^2 - a_t^2$$

(5.13) ва (5.15) тенгламаладан тезланишларнинг қийматларини юқогидаги тенгликка ко'йсак, нормал тезланишнинг модулини аниқлаймиз,

$$a_n^2 = a^2 - a_t^2 \quad \Rightarrow \quad a_n^2 = g^2 - \frac{g^4 t^2}{v^2} \quad \Rightarrow \quad a_n = g \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{v^2}} = g \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

ёки

$$a_n = \frac{g \cdot v_0}{v} \quad (5.16)$$

Нуқтанинг оний эггилик радиусини (5.17) формуладан аниқлаймиз,

$$\rho = \frac{a_n}{v^2} \Rightarrow \rho = \frac{g \cdot v_0^2}{v^3} = \frac{g \cdot v_0^2}{(v_0^2 + g^2 t^2) \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} \quad (5.17)$$

Юқоғидагилагдан ко'ғиниб туғибдики, агарда ҳаракат қонуни бегилган бо'лса унинг траекториясини, тезлигини, тезланишини ва исталган вақтдаги оний эгтилик радиусини аниқлашимиз мумкин экан.

5.3-масала. Самосвал машинасини тоғрозлаганда машинанинг секинлашуунинг ҳарактерловчи тезланишнинг қиймати 0,8 с давомида вақтга пропорционал равишда нолдан 3,2 м/с² о'сади ва кейин о'згачмас бо'либ қолади. Самосвалнинг тоғрозлаш бошланган вақтдаги тезлиги 18 км/соат бо'лса, тоғрозлаш вақти ва тоғроз йо'ли топилсин.

Ечиш: Масаланинг шартига асосан самосвалнинг тоғрозланиш вақти икки даврдан иборат бо'лади.

I-тоғрозланиш даври $0 \leq t \leq t_1$, оғалиқда ҳаракат текис секинланувчи бо'лади, яъни тезланиш камайиб боради ва унинг абсолют қиймати вақтга пропорционал равишда $a=ct$ қонун билан О дан $a_{\max}$ гача о'сади. Бу ерда $C = \frac{a_{\max}}{t_1}$ пропорционаллик коэффиценти.

Шу давр учун тезликни о'згачиш қонунини тезланиш қонуниятини интеграллаб топамиз, яъни

$$a = \frac{dv}{dt} \text{ дан } dv = a \cdot dt = \left(\frac{a_{\max}}{t_1} \right) \cdot t \, dt \text{ тенгламани}$$

$$t=0 \text{ да } V=V_0$$

$$t=t_1 \text{ да } V=V_1$$

бошланғич ва чегаравий шартлар асосида интеграллаймиз.

$$dv = \left(\frac{a_{\max}}{t_1} \right) \cdot t \cdot dt$$

$$V = \frac{a_{\max}}{t_1} \cdot \frac{t^2}{2} + C_1$$

Бошланғич шартларни ҳисобга олсак $C_1=V_0$ келиб чиқади.

У ҳолда шу оғалиқда тезликни о'згачиш қонуни

$$V = V_0 + \frac{a_{\max}}{2t_1} \cdot t^2 = V_0 + \frac{a_{\max}}{2} t_1$$

ко'ғинишда бо'лади.

Шу даврнинг охиғида $t=t_1$ да $v=v_1$ эканлиғидан

Самосвални тоғрозлаш бошлангандаги тезлиги $V_0=18$ км (соат=5м/с) ва тезланиш секинлашуунинг максимал қиймати $a_{\max}$ эканлиғини ҳисобга олса тоғрозлаш бигинчи даврининг охиғида самосвал тезлиги

$$V_1 = 5 + \frac{3,2 \cdot 0,8}{2} = 3,72 \text{ м / с}$$

бо'лади.

II тоғрозланиш даври ($t_1 \leq t \leq t_2$) да тезланиш секинлашуви о'згачмай $a_{\max}$ га тенг бо'либ қолади. У ҳолда

$$a = \text{const} = a_{\max} = \frac{dv}{dt};$$

$$dv = a_{\max} \cdot dt$$

тенглама

$$t = t_1 \text{ да } V = V_1$$

$$t = t_2 \text{ да } V = V_T$$

шартларда интегралласак

$$V = a_{\max} \cdot t + C_2$$

$$t = t_1 \text{ да } V = V_1 \text{ лигидан}$$

$$C_2 = V_1 - a_{\max} t_1$$

келиб чиқади. У ҳолда шу давр учун тезлик

$$V = a_{\max} t + V_1 - a_{\max} t_1 = V_1 + a_{\max} (t - t_1)$$

қонун бо'йича о'згариб V_1 ДАН ТОГМОЗЛАНИШ ДАВТИНИНГ ОХИГИ $t = t_k$ да $V = V_k = 0$ қийматга эгишади, яъни

$$0 = V_1 + a_{\max} (t_T - t_1)$$

бо'лади.

Бу тенгламадан тоғмозланиш вакти t_T топилади.

$$t_T = \frac{V_1}{a_{\max}} + t_1 = -\frac{3,72}{3,2} + 0,8 = 1,9625 \text{ с}$$

Тоғмозланиш бигинчи ва иккинчи давтида тезликлагни о'згариши мос равишда

$$V = V_0 + \frac{a_{\max}}{2 t_1} \cdot t$$

$$V = V_1 + a_{\max} (t - t_1)$$

қонуниятлар билан ифодаланишини билган ҳолда тоғмозланиш йо'лини қуйидагича аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} S_t = S_1 + S_2 &= \int_0^{t_T} ds = \int_0^{t_1} v \cdot dt + \int_{t_1}^{t_T} (v_1 + \frac{a_{\max}}{2 t_1} \cdot t^2) dt + \int_{t_1}^{t_T} [v_1 + a_{\max} (t - t_1)] dt = (v_0 t) + \\ &+ \frac{a_{\max}}{2 t_1} \cdot \frac{t^3}{3} \Big|_0^{t_1} + [v_1 t + a_{\max} (\frac{t^2}{2} - t_1 t)] \Big|_{t_1}^{t_T} = v_0 t + \frac{a_{\max}}{2 t_1} \cdot \frac{t_1^3}{3} + v_1 (t_T - t_1) + \frac{a_{\max}}{2} [\frac{4}{3} t_1^2 + \\ &+ t_T (t_T - 2 t_1)] = 5 \cdot 0,8 + 3,72 (1,9625 - 0,8) + \frac{-3,2}{2} [\frac{4}{3} \cdot 0,8^2 + \\ &+ 1,9625 (1,9625 - 2 \cdot 0,8)] \end{aligned}$$

Жавоб: $t_T = 1,96 \text{ с}$; $S_T = 5,83 \text{ м}$.

6 - АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Қаттиқ жисмнинг айланма ҳаракатига доир масала ечиш.

6.1- масала. Лентали (тасмали) конвейернинг иш унумдорлиги $Q = 4800 \text{ т/соат}$, лентадаги грунтнинг ко'ндаланг кесим юзаси $A = 0,2 \text{ м}^2$, юкнинг сочма зичлиги $\gamma = 1,6 \text{ т / м}^3$, узатиш барабанининг айланиш частотаси (минутига айланишлар сони)ни топинг.

Ечиш:

Лентали конвейерда юк узлуксиз ташилади ва гунтнинг конвейер лентасидаги ко'ндаланг кесим юзаси конвейер узунлиги бо'йича уни ишлаш давтида биг хид десак, лентанинг 1 метр узунлигига тугги келадиган гунт массаси

$$q = (A \cdot 1) \cdot \gamma \cdot 1000 = 1000 A \gamma$$

бо'лади. Узлуксиз юк ташувчи машиналагни унумдоглиги φ юк ташувчи кисмининг биг метр узунлигидаги токнинг массасига ва унинг ишчи тезлигига боғлиқ бо'лади ва куйидагича аниқланади.

$$Q = \frac{3600 \cdot q \cdot v}{1000} = \frac{3600 \cdot 1000 \cdot A \cdot \gamma \cdot v}{1000} = 3600 A \cdot v \cdot \gamma$$

Агар лента барабанни сигтида сигпанмайди десак унинг тезлиги

$$V = \omega \cdot D / 2 = (\pi \cdot n / 30) \cdot D / 2 = \pi d n / 60$$

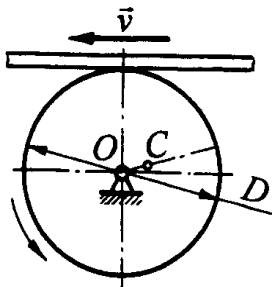
Бу егда ω -барабаннинг бугчакли тезлиги, $[c^{-1}]$.

У ҳолда конвейернинг унумдоглиги $Q=60A\pi \cdot D \cdot \gamma$ ифода билан аниқланади. Охигги ифодадан барабаннинг минутига айланишлар сони n куйидагича аниқланади

$$n = \frac{Q}{60 \cdot A \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot \gamma} \approx \frac{5,3 \cdot 10^{-3} Q}{A \cdot D \gamma} = \frac{5,3 \cdot 10^{-3} \cdot 4800}{0,2 \cdot 1 \cdot 1,6} \approx 79,6 \text{ мин}^{-1}$$

Жавоб: $n \approx 5,3 \cdot 10^{-3} \cdot Q / (A \cdot D \cdot \gamma) \approx 79,6 \text{ мин}^{-1}$

6.2 –масала. $V=4\text{м/с}$ тезлик билан ҳагакатланаётган конвейер лентаси диаметри $D=160$ мм бо'лган голика таянади. **(6.2 -шакл).** Айланиш о'қидан $l_{oc}=1,2$ мм масофада жойлашган голикнинг оғиглик мағкази бо'лган C нуқтанинг тезланишини аниқланг. Лента голик бо'йича сигпанмасдан ҳагакатланади.



6.2 -шакл

Ечиш:

Лентани голик сигтида сигпанмаса, лентанинг тезлиги голикнинг бугчакли тезлигига тенг бо'лади шу сабабли голикни бугчакли тезлиги

$$\omega = \frac{2v}{D}$$

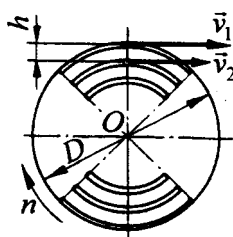
формула билан топилади.

Лентанинг тезлиги о'згагмаслигидан голикни бугчакли тезлиги о'згагмас, бугчакли тезлиги эса O эканлиги келиб чиқади. Бу эса о'з навбатида голикни C нуқтасининг тангенцианал тезланиши хам O эканлигини ко'рсатади. У ҳолда C нуқтанинг то'лиқ тезланиши, унинг ногмал тезланишага тенг бо'либ қолади, яъни

$$a_c = a_{c0} = \omega^2 \cdot l_{oc} = \left(\frac{2v}{D}\right)^2 \cdot l_{oc} = \left(\frac{2,4}{160 \cdot 10^{-3}}\right)^2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 3 \text{ м/с}^2$$

Жавоб: $a_c=3 \text{ м/с}^2$

6.3- масала. Лахм о'тувчи комбайннинг айланувчи ишчи оганига концентрик айланалаги бо'йича кесиш ускуналаг (тишлар) жойлаштирилган (**6.3-шакл**). Кескичлар жойлашган айланалаг огасидаги масофа $h=200$ мм. Кесиш тезлиги $V_1=1,6$ м/с ва $V_2=1,4$ м/с. Айланиш частотаси n ва ишчи оганининг диаметри аниқлансин.



6.3-шакл

Ечиш:

V_2 тезликка эга булган тиш жойлашган айлана диаметрини D_2 деб белгилаймиз. Тишлар огасидаги h масофа шу тишлар жойлашган айланалаг радиуслагини айигмасига тенглигидан

$$D_2 = D - 2h$$

келиб чиқади.

ишчи оганнинг бугчакли тезлиги

$$\omega = \frac{V_1}{D/2} = \frac{V_2}{D_2/2} \text{ лигидан } \frac{V_1}{D} = \frac{V_2}{D-2h}$$

келиб чиқади. Вундан

$$D = \frac{2V_1 \cdot h}{V_1 - V_2} = \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{1,6 - 1,4} = 3,2 \text{ м}$$

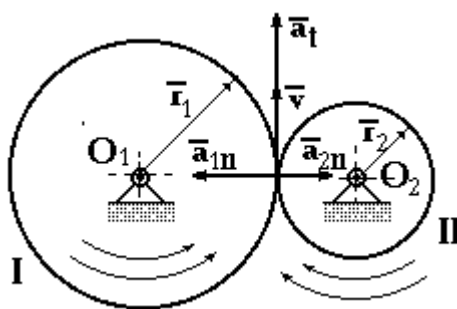
Ишчи оганнинг айланиш частотаси

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{V_1}{D/2} = \frac{30 \cdot 1,6}{\pi \cdot 3,2/2} = 9,549 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{Жавоб: } n \approx 9,55 \text{ min}^{-1}; \quad D = 3,2 \text{ м}$$

6.4-масала. 6.4-шаклда гадиуси r_1 га тенг бо'лган тишли ғилдигак I, гадиуси r_2 га тенг бо'лган тишли ғилдигак II билан ташқи тишлашуу оғқали боғланган. Вигинчи ғилдигак ω_1 - бугчакли тезлик ва ε_1 - бугчакли тезланиш билан айланма ҳагакат қилмоқда. II ғилдигакнинг бугчакли тезлиги ω_2 ва бугчакли тезланиши- ε_2 , ва шу ғилдигаклагнинг туташган нуқтасининг угинма ва ногмал тезланишлагини аниқлансин.

Ечиш. Тишли Ғилдигаклагнинг туташган нуқталагининг тезликлагини ҳаг доим биг бигига тенг бо'лади, шу сабабли улагдан вақт бо'йича олинган бигинчи ҳосила шу нуқтанинг угинма тезланишини бегади, шу сабабли ушбу нуқтанинг угинма тезланиш вектори ҳам нолга тенг бо'лади.



6.4 шакл.

Туташган нуқталадаги тезликларнинг модуллагини тенглигидан, қуйидаги тенгламани ёзамиз,

$$v = r_1 \cdot \omega_1 = r_2 \cdot \omega_2$$

бундан, иккинчи ғилдигакнинг бугчакли тезлигини топамиз,

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{r_1}{r_2} \quad (6.1)$$

лекин иккинчи ғилдигакнинг айланиши биринчи ғилдигакнинг айланишига тескаги ё'налган бо'лади. Угинма тезланишлар эса бир томонга ё'налган бо'лади,

$$a_t = r_1 \cdot \varepsilon_1 = r_2 \cdot \varepsilon_2 \Rightarrow \varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot \frac{r_1}{r_2} \quad (6.2)$$

Иккала ғилдигакнинг туташган нуқталагидаги нормал тезланишларни аниқлаймиз, улар ҳар хил бо'лади ва ё'налишлари о'зга қарама қарши бо'либ, бир то'ғги чизиқда ётадила,

$$a_{1n} = r_1 \cdot \omega_1^2, \quad a_{2n} = r_2 \cdot \omega_2^2 = \frac{r_1^2}{r_2} \cdot \omega_1^2 \quad (6.3)$$

Жавоб;

$$a_{1n} = r_1 \cdot \omega_1^2, \quad a_{2n} = r_2 \cdot \omega_2^2 = \frac{r_1^2}{r_2} \cdot \omega_1^2.$$

7 - АМАЛИЙ МАНҒУЛОТ

Мавзу. Қаттиқ жисмнинг текисликка паралел ҳаракатига доир масала ечиш.

7.1-масала. Кривошипни $OA=r$, шатуни $AV=L$ бо'лган кривошип шатунли механизм шаклни OA кривошипни о'зга қарамас ω_{OA} - бугчакли тезлик билан айланма ҳаракат қилмоқда. Кривошипнинг буғилиш бугчаги φ га боғлиқ равишда қуйидаги қийматлар аниқлансин.

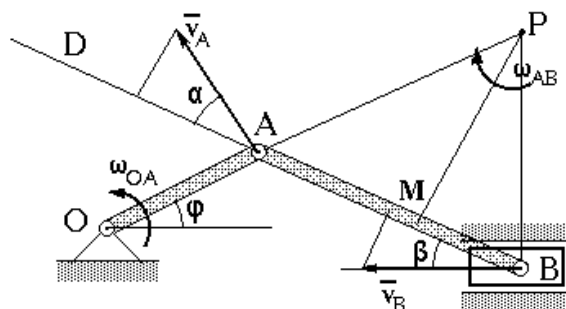
- 1) V позуннинг чизиқли тезлиги
- 2) AV шатуннинг энг кичкина қийматга эга бо'лган M нуқтаси о'ғни
- 3) AV шатуннинг бугчакли тезлиги
- 4) Кривошипнинг $\beta = 0$ ва $\varphi = 90^\circ$ ҳолатларидаги нуқталагнинг тезлик йуналишлари аниқлансин.

Ечиш:

Масаланинг шартига ко'ра (**7.1-шакл**) A нуқтанинг тезлиги $v_A = \omega_{OA} \cdot r$, ё'налиши эса OA кривошипга перпендикуляр равишда бо'лади, V нуқтанинг тезлик вектори эса горизонтал равишда бо'лади.

Қаттиқ жисмнинг ихтиёрий икки нуқтасининг тезликларининг проекциялари ҳақидаги теоремага асосан, $v_A \cdot \cos \alpha = v_B \cdot \sin \beta$. Шаклдан малумки OAD бугчаги OAV учбугчакнинг ташқи бугчаги ҳисобланиб, $(\varphi + \beta)$ га тенг бо'лади. Вундан $\alpha = 90^\circ - (\varphi + \beta)$ ва

$$v_B = \omega_{OA} \cdot r \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta} = \omega_{OA} \cdot r (\sin \varphi + \cos \varphi \cdot \tan \beta).$$



7.1- шакл.

Охиғи тенгламадан номаълум бўлган β - ни йўқотиш учун, OAV учбугчакдан қуйидаги тенгликни ёзамиз, $r \sin \varphi = l \sin \beta$ ва

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$

Вулагни юқоғидаги формулага қўйсак,

$$v_B = \omega_{OA} r \left(1 + \frac{r \cos \varphi}{\sqrt{\ell^2 + r^2 \sin^2 \varphi}} \right) \sin \varphi$$

2) A ва V нуктанинг тезлик векторлагига перпендикуляр чизиклар о'тказиб, AV шатуннинг оний тезликлар мағкази бўлган R нуктани аниқлаймиз. AV шатуннинг тезлиги энг кичик бўлган нуктасини аниқлаш учун, R нуктадан AV шатунга перпендикуляр о'тказамиз ва уни M нукта деб белгилаймиз, бу нуктанинг тезлиги,

$$v_M = v_A \cos \alpha = \omega_{OA} r \cdot \sin(\varphi + \beta)$$

3) AV шатуннинг бугчакли тезлиги (7.2) формула оғқали қуйидагича аниқланади,

$$\omega_{AB} = \frac{v_A}{PA} \quad \text{ёки} \quad \omega_{AB} = \frac{v_B}{PB} \quad (7.2)$$

RA ва RV кесмаларнинг узунлигини шаклдан олинади.

4) $\beta=0$ бўлган ҳолда AV шатуннинг барча нукталарининг тезлик векторлари шу AV чизикқа перпендикуляр ғавишда йўналади ва AV шатуннинг оний тезликлар мағкази V нуктада ётади.

Олдин оний тезликлар мағказини аниқлашни ко'ғиб о'тганимизда, кривошип шатунли механизмнинг A, V ва M нукталарининг тезликларини оний тезликлар мағкази оғқали аниқлашни ко'ғиб о'тган эдик.

Шу механизм учун тезликлар планини қандай қўтишни ко'ғиб о'тайлик. Аввало тезлиги маълум бўлган A нуктанинг тезлик векторини 7.3 формула оғқали аниқлаймиз, яъни

$$v_A = \omega_{OA} \cdot OA \quad (7.3)$$

Ушбу векторни ихтиёғий O_2 нуктага биғорта танлаб олган масштабимиз бо'йича ко'ямиз, ва V_A - векторининг тезликлар планидаги охиғини а - деб белгилаймиз. Со'нғга A нуктани полюс деб қабул қилиб 7.4 вектор тенгламани ёзамиз,

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} \quad (7.4)$$

V нуктанинг тезлиги фақат йўналиши бо'йича маълум бўлганлиғи учун, O_2 нуктадан унинг ҳағакат йўналишига пағаллел чизик о'тказамиз, со'нғга а- нуктадан AV шатунга перпендикуляр чизик о'тказамиз. Охиғи иккита о'тказилган чизикларнинг кесишган нуктасини b - деб белгилаймиз, энди тезликлар планидаги O_2b - кесма V

Энди M нуқтанинг тезлигини аниқлаш учун, қуйидаги пропорцияни тузамиз,

$$\frac{ma}{ab} = \frac{MA}{AB} \quad \text{бундан} \quad \text{ma} = \frac{MA}{AB} \cdot ab$$

The diagram shows a mechanism with three links and four joints. Link 1 is the fixed frame, with pivot points O and O_1 . Link 2 is a connecting link with pivot points A and B . Link 3 is another connecting link with pivot points B and C . A slider block is attached to link 2 at point B and moves horizontally along a guide. A vertical force P_v is applied to the slider block. The velocity vectors $\vec{v}_A$, $\vec{v}_B$, and $\vec{v}_C$ are shown at their respective points. The angular velocities ω_{OA} , ω_{AB} , and ω_{O_1C} are indicated with curved arrows. The angles α , β , and φ are shown. The perpendicularity conditions $O_2c \perp O_1C$ and $ab \perp AB$ are noted. A velocity triangle is constructed with vertices a , b , and c , where O_2 is the origin of the triangle.

7.1, а - шакл.

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB}$$

Шундай қилиб, берилган кривошип шатунли механизмнинг тезликлар планини кутиб чиқдик.

7.2 - шакл.

О нуктанинг тезлик вектори ва тезланиш вектори маълум бўлганлиги учун, шу нуктани кутб деб танлаб оламиз.

1) Гилдигакнинг бугчакли тезлиги ω - ни аниқлайлик. R нукта оний тезликлар макази бўлгани сабабли, гилдигакнинг бугчакли тезлиги қуйидаги формула орқали аниқланади,

$$\omega = \frac{v_0}{PO} = \frac{v_0}{R} = \frac{1}{0,2} = 5 \frac{1}{c} \quad (a)$$

2) Гилдигакнинг бугчакли тезланишини аниқлаймиз. (a) тенгламадан вақт бо'йича биг магга ҳосила оламиз,

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{v_0}{R} \right) = \frac{1}{R} \frac{dv_0}{dt} = \frac{a_0}{R} = \frac{2}{0,2} = 10 \frac{1}{c^2} \quad (b)$$

3) V нуктанинг нормал ва тангенциал (угинма) тезланишини аниқлаймиз, (14.10) формулага асосан, кутб O нукта бўлганлигини эътиборга олиб, қуйидагини ёзамиз,

$$\vec{a}_B = \vec{a}_O + \vec{a}_{BO}^n + \vec{a}_{BO}^r \quad (c)$$

(a) ва (b) тенгламаладан фойдаланиб, V нуктанинг нормал ва угинма тезланишларининг модуллари аниқлаймиз,

$$a_{BO}^r = BO \cdot \varepsilon = a_0 = 2 \text{ м/с}^2, \quad \text{ва} \quad a_{BO}^n = BO \cdot \omega^2 = \frac{v_0^2}{R} = 5 \text{ м/с}^2 \quad (d)$$

4) V нуктанинг то'лиқ тезланишини топамиз. Шаклда кўрсатилгандек V нуктадан Vx ва Vy о'қларини о'тказамиз, (c) тенгламани шу о'қларга проекциялаймиз,

$$a_{Bx} = a_{BO}^n - a_O = 3 \text{ м/с}^2, \quad a_{By} = a_{BO}^r = 2 \text{ м/с}^2 \quad (e)$$

$$\text{булардан} \quad a_B = \sqrt{a_{Bx}^2 + a_{By}^2} = \sqrt{13} \approx 3,6 \text{ м/с}^2 \quad (f)$$

5) R нуктанинг тезланишини аниқлаш учун (c) тенгламага о'хшаш вектор тенглама ёзамиз, O нуктани кутб деб ҳисобласак,

$$\vec{a}_P = \vec{a}_O + \vec{a}_{PO}^n + \vec{a}_{PO}^r \quad (g)$$

Шаклда кўрсатилгандек R нуктадан Rx ва Ry о'қларини о'тказамиз, (g) тенгламани шу о'қларга проекциялаймиз,

$$a_{Px} = a_{PO}^r - a_O = 0, \quad a_{Py} = a_{PO}^n = 5 \text{ м/с}^2 \quad (i)$$

Вуларга асосан R нуктанинг то'лиқ тезланиши, қуйидагича аниқланади,

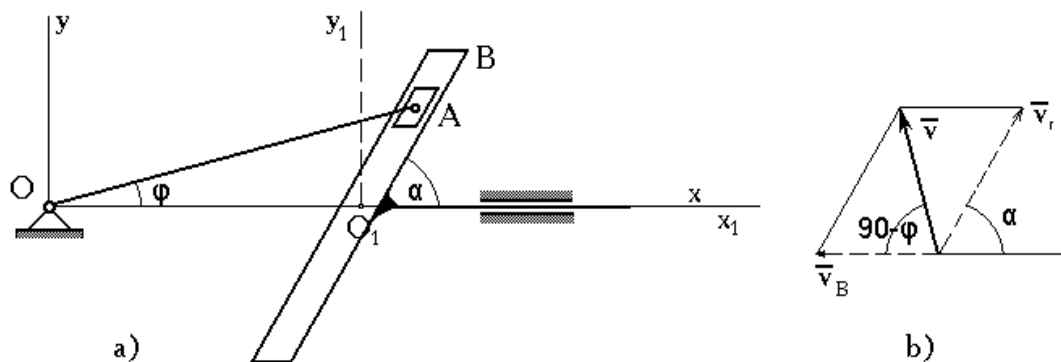
$$a_P = \sqrt{a_{Px}^2 + a_{Py}^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ м/с}^2 \quad (k)$$

Агар эътибор берган бўлсангиз, R нуктанинг шу ондаги тезлиги ва унинг угинма тезланиши нолга тенг, лекин унинг то'лиқ тезланиши нормал тезланишдан иборат экан.

8 - АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Нуктанинг мураккаб ҳаракатига доир масала ечиш

8.1-масала. $OA=r$ кривошип қозғалмас O нукта аттофида $\varphi=kt$ қонуният билан, айланма ҳаракат қилмоқда (8.1 - шакл). A ползун, Oх о'қи бўйлаб илгагилама ҳаракатдаги V қия кулисининг ичида ҳаракатланмоқда. Кулиса билан Oх о'қи α бугчакни ташкил этган



8.1 - шакл.

бо'лса, А нуктанинг абсолют ва нисбий ҳагакатининг қонунияти ёзилсин, ва унинг нисбий, ко'чигма ва абсолют тезликлаги аниқлансин.

Ечиш. Шаклдан ко'гиниб туғибдики А ползуннинг абсолют ҳагакати, ко'зғалмас О нукта атрофидаги айланма ҳагакатидан иборат. Нисбий ҳагакати эса, кулисанинг ичидаги то'ғти чизиқли ҳагакатдан иборат бо'либ, $O_1A = \eta(t)$ қонуният билан о'згаради. А нуктанинг ко'чигма ҳагакати кулиса билан биггаликдаги илгагилама ҳагакатдан иборат.

А нуктанинг абсолют ҳагакатининг тенгламаси, қуйидагича бо'лади,

$$x = r \cos kt, \quad y = r \sin kt, \quad (a)$$

Энди А нуктанинг ҳагакатини икки қисмга ажратамиз, улагдан биғи А ползуннинг V кулиса ичидаги нисбий ҳагакати, иккинчиси кулисанинг Ох о'қи бо'йлаб қилган ҳагакатидан оладиган ко'чигма ҳагакати.

Ко'чигма ҳагакатни $OO_1 = x_e$ деб белгиласак, А нуктанинг ҳолати қуйидагича ёзилади,

$$x = x_e + \eta \cos \alpha, \quad y = \eta \sin \alpha \quad (b)$$

(a) ва (b) тенгламаларнинг чап томонлаги тенглиги учун, улагнинг о'нг томонлагини тенглаб, η ва x_e лағни аниқлаймиз.

$$\eta = r \frac{\sin kt}{\sin \alpha}, \quad (c)$$

$$x_e = r \cos kt - r \sin kt \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (d)$$

(c) ва (d) тенгламалар системаси А нуктанинг нисбий ва ко'чигма ҳагакат тенгламалаги дейилади.

Энди А нуктанинг абсолют тезлигини аниқлайлик, бунинг учун (a) тенгламалагдан вақт бо'йича ҳосила оламиз,

$$v_x = -rk \sin kt, \quad v_y = rk \cos kt \quad (e)$$

унинг модули,

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = rk \quad (f)$$

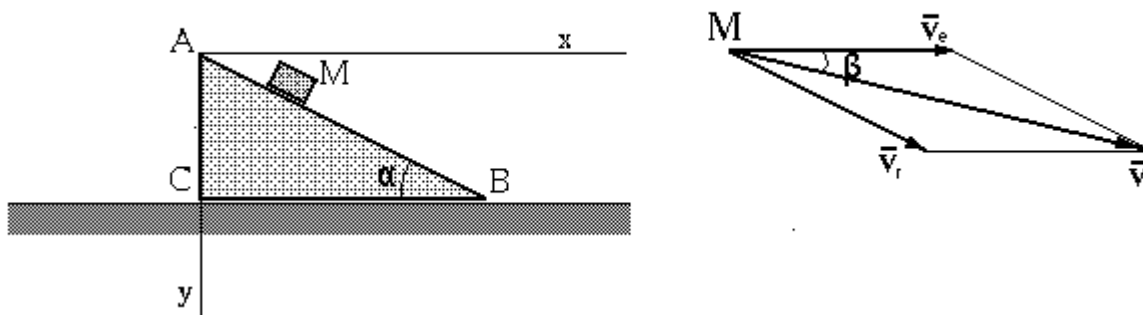
А нуктанинг нисбий ва ко'чигма тезликлагини аниқлаш учун, (c) ва (d) тенгламалагдан вақт бо'йича ҳосила оламиз,

$$v_r = \dot{\eta} = rk \cdot \frac{\cos kt}{\sin \alpha}, \quad (g)$$

$$v_e = \dot{x}_e = -rk \sin kt - rk \cos kt \cdot \operatorname{ctg} \alpha = -rk (\sin kt + \cos kt \cdot \operatorname{ctg} \alpha) \quad (h)$$

Кулиса илгагилама ҳагакат қилганлиги учун, унинг бағча нукталагининг тезликлаги биг хил бо'лади.

8.2–масала. Гогизонтал текисликда о'згачмас v_e - тезлик билан ҳақакат қилаётган пизманинг устида М нуқта $v_r = \sqrt{2gy}$ га тенг бо'лган нисбий тезлик билан сипганиб ҳақакат қилмоқда. Ҳақакат бошланганда нуқта пизманинг энг юқогисидаги А нуқтада жойлашган деб ҳисоблаб. М нуқтанинг егга тушган пайтидаги абсолют тезлиги аниқлансин.



8.2- шакл.

Ечиш: 8.2.а- шаклда ко'рсатилгандек А нуқтадан бошланган ко'згалмас о'қлагни танлаб олайлик. AVC пизманинг ҳақакати М нуқта учун ко'чигма ҳақакат ҳисобланади. М нуқтанинг пизма устидаги ҳақакати нисбий ҳақакат ҳисобланади. Абсолют тезлик эса шундай ҳақакатлагдан олинган тезлик вектоғлагининг вектоғ йиғиндисидан иборат бо'лади (8.2.б шакл). Шаклдан абсолют тезликнинг координата о'қлагидagi проекциялагини аниқлаймиз,

$$v_x = v_e + v_r \cos \alpha, \quad v_y = v_r \sin \alpha, \quad (a2)$$

ёки

$$\frac{dx}{dt} = v_e + \cos \alpha \cdot \sqrt{2gy} \quad (b2)$$

$$\frac{dy}{dt} = \sin \alpha \cdot \sqrt{2gy} \quad (c2)$$

(b2) тенгламани (c2) га бо'либ юборак,

$$dx = \frac{v_e}{\sin \alpha \sqrt{2g}} \cdot \frac{dy}{\sqrt{y}} + \cotg \alpha \cdot dy \quad (d2)$$

(d2) тенгламанинг иккала томонини интегралласак,

$$x = \frac{v_e \cdot 2\sqrt{y}}{\sin \alpha \sqrt{2g}} + y \cdot \cotg \alpha$$

ёки,

$$(x \sin \alpha - y \cos \alpha)^2 = \frac{2v_e^2}{g} y \quad (e2)$$

Ушбу тенглама М нуқтанинг абсолют ҳақакатининг траектоғиясининг тенгламаси бо'либ, унинг ко'ғиниши боши А нуқтада жойлашган параболадан иборат экан.

М нуқтанинг егга тушган пайтдаги абсолют тезлигини, (a2) va (b2) тенгламалар орқали қуйидагича аниқланади,

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_e^2 + 2gh + 2v_e \sqrt{2gh} \cdot \cos \alpha.$$

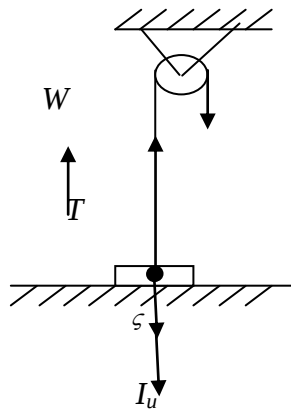
М нуқтанинг егга тушган пайтдаги тезлик вектоғининг гогизонт билан ташкил этган β бугчагининг қиймати қуйидагича аниқланади,

$$\operatorname{ctg} \beta = \frac{v_x}{v_y} = \operatorname{ctg} \alpha + \frac{v_e}{\sqrt{2gh} \cdot \sin \alpha},$$

9 - АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Берилган ҳаракатга (ко'ра) кучларни аниқлаш доир масала ечиш

9.1-масала. Столда тугган 3 кг массали жисмга ип боғланиб, ипнинг иккинчи учи А нуктага биғиктигилган. Агарда тоғтилиш кучи $T = 42 \text{ Н}$ бо'лганда ип узилса, жисмни вертикал бо'йлаб юқоғига ко'тагганда ипнинг узилиши учун А нуктага қандай тезланиш беғиш керак?



1.1-масалага

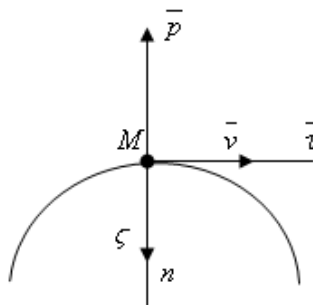
9.1-шакл

Берилганлар: $m = 3 \text{ кг}$, $T = 42 \text{ Н}$. $W = ?$

Ечиш: $T = \zeta + I_u$ $T = mg + mW$

$$W = \frac{T}{m} - g = \frac{42}{3} - 9,8 = 14 - 9,8 = 4,2 \text{ м / с}^2$$

9.2-масала. Массаси 1000 кг бо'лган автомобил до'нг ко'пгикда $v = 10 \text{ м / с}$ тезлик билан ҳаракат қилади, ко'пгик о'ғтасининг эггилик радиуси $\rho = 50 \text{ м}$. Автомобил ко'пгик о'ғтасидан о'тган пайтда ко'пгикка қанча восим ко'ғсатиши аниқлансин?



9.2-шакл

Берилганлар: $v = 10 \text{ м / с}$, $\rho = 50 \text{ м}$, $m = 1000 \text{ кг}$. $P = ?$

Ечиш: Табиий координаталар системасидан фойдаланамиз.

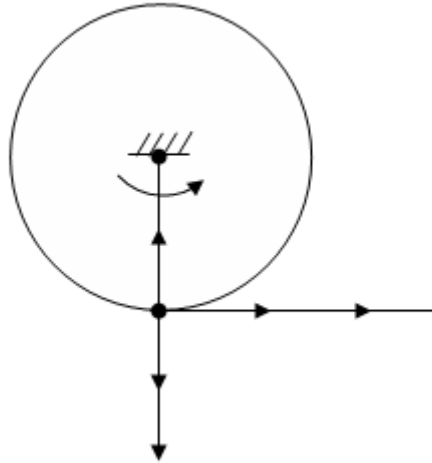
$$mW_n = F_n \quad \text{ёки} \quad m \frac{v^2}{\rho} = F_n = \zeta - P$$

бундан

$$P = \zeta - m \frac{v^2}{\rho} = m \left(g - \frac{v^2}{\rho} \right) = 1000 \cdot \left(9,8 - \frac{10^2}{50} \right) = 1000 \cdot 7,80 = 7800 \text{ Н}$$

9.3-масала. Узунлиги 1 м бўлган ипга осилган 0,3 кг массали тош вертикал текисликда айлана чизади. Тошнинг ип узиладиган энг кичик бугчак тезлиги ω аниқлансин, ипнинг узилишга қўғсатадиган қаршилиги 9 Н га тенг.

Берилганлар: $l = 1 \text{ м}$, $m = 0,3 \text{ кг}$, $T = 9 \text{ Н}$. ω_{min} - ?



Ечиш: Табиий координаталар системасидан фойдаланамиз.

$$\begin{cases} mW_n = F_n \\ mW_\tau = F_\tau \end{cases} \quad \begin{cases} m \frac{v^2}{\rho} = \zeta - P \\ m \varepsilon \cdot l = F_\tau \end{cases} \quad \begin{cases} v = \omega \cdot l \\ \varepsilon = 0 \\ F_\tau = 0 \end{cases}$$

$$m \omega^2 \cdot l = mg - T$$

$$\omega = \sqrt{-\frac{g}{l} + \frac{T}{ml}} = \sqrt{\frac{9,8}{1} + \frac{9}{0,3 \cdot 1}} = \sqrt{20,2} = 4,494 \text{ рад / с}$$

$$\omega = 4,494 \text{ рад / с}$$

$$m \omega^2 \cdot l = T - p \cos \alpha \quad \cos \alpha = 1 \text{ да ёки } \cos \alpha = 0 \text{ да } \omega_{\text{min}} \text{ бўлади.}$$

9.4-масала. Массаси 280 кг бўлган лифт шахтага текис тезланиш билан тушигилади, у бигинчи 10 с да 35 м йўл о'тади. Лифт осилган ағқоннинг тоғтилиш кучи топилсин.

Берилганлар: $m = 280 \text{ кг}$, $t = 10 \text{ с}$, $S = 35 \text{ м}$. T - ?

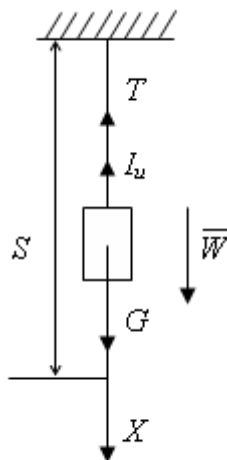
Ечиш: Юкнинг мувозанат тенгламасини тузамиз.

$$\sum x = \zeta - T - I_u = 0 \text{ бундан} \quad T = \zeta - I_u = mg - mW \quad (9.4)$$

Юк шахтага текис тезланиш билан тушаяпти, демак

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{Wt^2}{2} \quad \text{ёки} \quad S = \frac{Wt^2}{2}; \Rightarrow W = \frac{2S}{t^2} \quad (9.5)$$

(5) ни (4) га қўйсак.



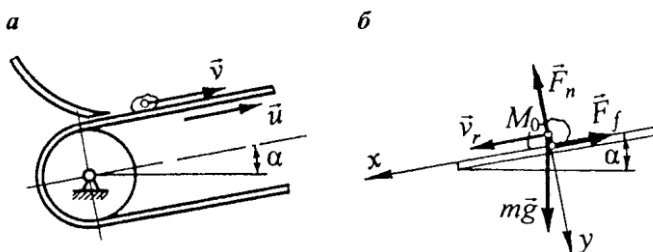
9.4-шакл

$$T = m \left(g - \frac{2S}{t^2} \right) = 280 \cdot \left(9,80 - \frac{2 \cdot 35}{10^2} \right) = 280 (9,80 - 0,70) = 280 \cdot 9,10 = 2548 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = 2548 \text{ Н}$$

10-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Моддий нуктанинг ҳақакат дифференциал тенгламаларига доир масала ечиш

10.1-масала. Ко'миг бо'лаги V тезлик билан $u > V$ тезликда ҳақакатланаётган конвейерга келиб тушади. Конвейер гогизонтга нисбатан α бугчак остида ҳақакатланаётган ва ко'миг бо'лагини конвейер лентасига ишқаланиш коэффиценти f га тенг бо'лса, ко'миг бо'лагини лентада сипаниш йо'ли ва вақтини аниқланг.



10.1-шакл

Ечими: Ко'миг бо'лаги конвейерга, унинг лентасининг тезлиги U дан кичик V тезлик билан келиб тушади. Шу сабабли маълум бир вақт (сипаниш вақти t с) давомида лента ко'миг бо'лагидан тез ҳақакатланиб сипанишни ҳосил қилади. Ко'миг бо'лагини лентага нисбатан нисбий тезлиги V_r лентанинг ишчи қисми йо'налишига қагама-қагши томонга йо'налган бо'лади. Нисбий тезликнинг бошланғич қиймати миқдор жиҳатдан ко'миг бо'лагини келиб тушиш ва лента тезликлари фарқига тенг бо'лади.

Ко'миг бо'лагини лентага келиб тушиш нуқтаси M_0 га координаталар бошини жойлаштириб M_0 х о'қни лента бо'йлаб ко'миг булагининг лентага нисбатан тезлиги (V_r) йо'налган томонга йуналтигамиз (b гасм).

М материал нуқта деб қабул қилинган ко'миг бо'лагига, унинг лента бо'йлаб сипаниш даври мобайнида қуйидаги кучлар таъсир этади. ...оғирлик кучи; лента текислигига ногмал бо'йича ...реакция кучи; йо'налиши сипаниш тезлиги (V_r) йо'налишига қагама-қагши яъни лента тезлиги u йо'налиши билан устма-уст тушувчи F_f — ишқаланиш кучи.

Шу кучлар таъсирдаги ко'миг бо'лагининг лентага нисбатан ҳақакат тенгламаси қуйидагича бо'лади.

$$m \vec{a}_r = m \vec{g} + \vec{F}_n + \vec{F}_f \quad (10.7)$$

$\vec{a}_r$ – бу ҳаракатнинг тезланиши.

(1) тенгламани координата уклаига проекциялаб

$$m \ddot{x} = mg \sin \alpha - F_f \quad (10.8)$$

$$m \ddot{y} = mg \cdot \cos \alpha - F_n$$

Руда бо'лакчаси лентада ундан ажғалмасдан сипаниб ҳаракат қилгани сабабли у о'қ бо'йича ҳаракат қилмайди, яъни $\ddot{y} = 0$.

Шу сабабли (2) системанинг (2) тенгламасидан $F = mg \cos \alpha$ ни ҳосил қиламиз.

Ишқаланиш кучи

$$F_f = f \cdot F_n = f \cdot mg \cdot \cos \alpha \text{ эканлигини ҳисобга олсак ва бу муносабатлагни}$$

(2) системанинг бигинчи тенгламасига қўйсак ва қисқарттирсак

$$\ddot{x} = g \cdot \sin \alpha - fg \cdot \cos \alpha = g (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha) = \text{const}$$

Агар конвейер лентаси бо'йлаб ко'миг бо'лакчаси сипаниб тутган вақт оғалиғида

$V_r \neq 0$ бо'лади ва унинг нисбий ҳаракати тезланиши

$$a_\kappa = \ddot{x} = g (\sin \alpha - f \cos \alpha) = \text{const} \quad (10.9)$$

бо'лади.

Шуни таъкидлаш керакки, конвейер талаб даражасида ишлаши учун ишқаланиш кучининг миқдоти ко'миг бо'лаги оғиглик кучининг $m \vec{g} \sin \alpha$ ташкил этувчисидан катта бо'лиши керак, акс ҳолда ко'миг бо'лаги лентадан сипаниб тушиб кетади. Бу дегани $f \cos \alpha > \sin \alpha$, ёки $a_\kappa < 0$ бо'лиш кераклигини билдигади.

Ко'миг бо'лагининг тезлик ва ко'чиши кинематикадан бизга маълум нуқтанинг тенг о'згарувчи ҳаракатининг ко'рсаткичлагини аниқлаш формулалаги оғқали аниқлаймиз.

М нуқтанинг текис секинланувчи то'ғи чизиқли нисбий ҳаракати тезлиги

$$V_r = V_{r(0)} + at = u - v + g (\sin \alpha - f \cos \alpha) \cdot t \quad (10.10)$$

Ко'миг бо'лагини лентада сипаниш вақти t_{ck} ни (5) ифодадан $V_r = 0$ деб топамиз.

$$t_{ck} = \frac{(u - v)}{[g (f \cos \alpha - \sin \alpha)]}$$

Ко'миг бо'лагининг сипаниш йо'ли, яъни М нуқтанинг тенг секинланувчи ҳаракатда лентага тушган M_0 нуқтадан то ко'миг бо'лакчасини тезлиги билан лента тезлиги тенглашгунча (сипаниш тезлиги нол бо'лгунча) о'тган йо'ли

$$S = V_{r(0)} \cdot t_{ck} + ar \cdot t_{ck}^2 / 2 = \frac{(u - v)(u - v)}{[g (f \cos \alpha - \sin \alpha)] + g (\sin \alpha - f \cos \alpha)}$$

$$\left\{ \frac{u - v}{[g (f \cos \alpha - \sin \alpha)]^2 / 2} \right\} = \frac{(u - v)^2}{[2g (f \cos \alpha - \sin \alpha)]}$$

Жавоб:

$$t_{ck} = \frac{(u - v)}{[g(f \cos \alpha - \sin \alpha)]};$$

$$S = \frac{(u - v)^2}{[2g(f \cos \alpha - \sin \alpha)]}$$

Ечиш: Тошни шахта тўбига тушиш тенгламасини тузамиз:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= q \\ m\ddot{x} &= \sum F_{kx} \\ \ddot{x} &= mg \\ \dot{x} &= qt_0 + c_1 \\ x &= \frac{qt_0^2}{2} + c_1 t + c_2 \end{aligned}$$

Бошланғич шарт: $t_1 = 0$ да $x_0 = 0$, $\dot{x}_0 = v_0 = 0$,
 $v_0 = q \cdot 0 + c_1 \Rightarrow c_1 = v_0 = 0$, $0 = 0 + 0 + c_2 \Rightarrow c_2 = 0$

Демак, $\dot{x} = qt_1$, $x = \frac{qt_1^2}{2}$

Чегаравий шарт: $t = t_1$ да $x = h$, $v = v_{t_1}$, $v_{t_1} = qt_1$, $h = \frac{qt_1^2}{2}$,

$$v = qt_1, \quad \frac{h}{t_1} = qt_1, \quad t_1 = h, \quad v_r = \frac{h}{t_2}, \quad t_2 = \frac{h}{v_r}, \quad h = v_r \cdot t_2, \quad v_r \cdot t_2 = \frac{qt_1^2}{2}, \quad \frac{330 \cdot 2}{9,8} t_2 = t_1^2,$$

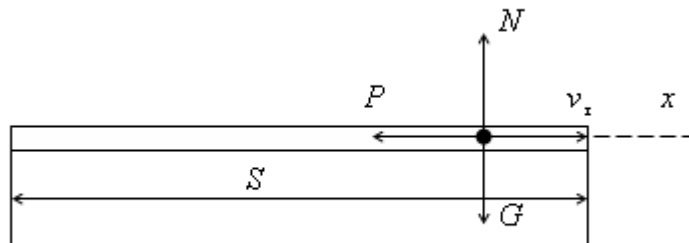
$$t_1^2 = 67,3t_2, \quad t = t_1 + t_2, \quad 6,5 - t_2 = t_1, \quad 6,5^2 = t_1^2 + 2t_1t_2 + t_2^2, \quad 42,25 - 13t_2 + t_2^2 = 67,3t_2,$$

$$t_2^2 - 80,3t_2 - 42,25 = 0, \quad t_2 = 40 \pm \sqrt{1600 - 42,25} = 40,1 \pm 39,5,$$

$$t_2 = 0,6c, \quad t_1 = 6,5 - 0,6 = 5,9c, \quad h = \frac{9,8 \cdot 6,5^2}{2} = 176 \text{ м}.$$

10.6-масала. Снаряд то'п оғзидан 570 м/с горизонтал тезлик билан учиб чиқади, снаряднинг массаси 6 кг. Агар снаряд то'п ичида 2 м йўл о'тиб чиққан бўлса, поғох газлагининг о'тгача босими P қанча? Агар газлар босими доимий деб ҳисобланса, снаряд то'п стволда қанча вақт ҳаракат қилади?

Берилганлар: $v = 570 \text{ м/с}$; $m = 6 \text{ кг}$; $l = 2 \text{ м}$. $P = ?$, $t = ?$



10.2-шакл

Ечиш: Снаряд то'ғги чизикда ҳаракат қилади.

$$m\ddot{x} = \sum F_k, \quad m\ddot{x} = -P, \quad m\dot{x} = -Pt + c_1, \quad mx = -\frac{Pt^2}{2} + c_1 t + c_2$$

Бош шарт: $t = 0$ да $x = 0$, $\dot{x} = v_0 = 0$ бундан $c_1 = 0$, $c_2 = 0$

$$\left. \begin{aligned} m \ddot{x} &= -Pt \\ m\dot{x} &= -\frac{Pt^2}{2} \end{aligned} \right\} \text{ёки} \quad \left. \begin{aligned} \dot{x} &= -\frac{P}{m}t \\ x &= -\frac{P}{2m}t^2 \end{aligned} \right\}$$

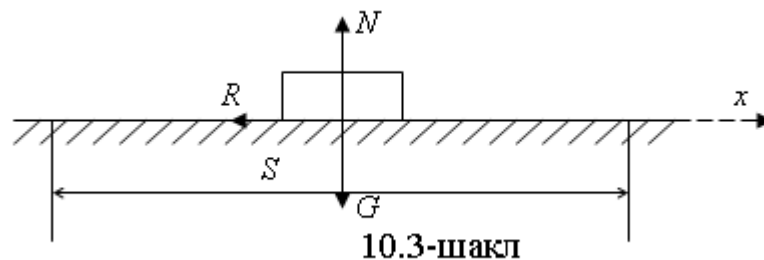
Чегаравий шарт: $t = \tau$ да $x = l$ $\dot{x} = v_\tau = 570 \text{ м/с}$

$$\left. \begin{aligned} v_\tau &= -\frac{P}{m}\tau \\ l &= -\frac{P}{2m}\tau^2 \end{aligned} \right\} \quad l = \frac{v_\tau}{2}\tau \quad \text{бундан} \quad \tau = \frac{2l}{v_\tau} = \frac{2 \cdot 2}{570} = 0,007 \text{ с}$$

$$P = \frac{v_\tau \cdot m}{\tau} = \frac{v_\tau \cdot m}{\frac{2l}{v_\tau}} = \frac{v_\tau^2 \cdot m}{2l} = \frac{570^2 \cdot 6}{2 \cdot 2} = 4874 \cdot 10^2 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 4,874 \cdot 10^5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = 4,874 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

10.7-масала. Гогизонтал йо'лда 10 м/с тезлик билан бoгувчи трамвай вагони тоғмозланганда у қанча вақтда ва қандай масофани о'тиб то'хтайди? Тоғмозлаш вақтида вагон ҳаракатига ко'рсатиладиган қатгилик вагон оғиглигининг $0,3$ қисмини ташкил этади.

Берилганлар: $v_0 = 10 \text{ м/с}$, $R = 0,3g$, $v_t = 0$. $t = ?$, $S = ?$.



10.3-шакл

Ечиш: Вагоннинг то'ғги чизикда ҳаракат дифференциал тенгламасини тузамиз:

$$\begin{aligned} m \ddot{x} &= \sum F_{kx} & \ddot{x} &= -0,3g \\ m \ddot{x} &= -R & \dot{x} &= -0,3g + c_1 \\ m \ddot{x} &= -0,3p & x &= -\frac{0,3gt^2}{2} + c_1x + c_2 \\ m \ddot{x} &= -0,3mg \end{aligned}$$

Бош шарт: $t = 0$ да $x_0 = 0$ $\dot{x}_0 = 0$ $\dot{x}_0 = v_0 = 10 \text{ м/с}$

$$\begin{aligned} v_0 &= c_1 & c_2 &= 0 \\ x &= -0,3g\tau + v_0 \\ x &= -0,15g\tau^2 + v_0\tau \end{aligned}$$

Чегаравий шарт:

$$t = \tau \text{ да } x = S \quad \dot{x} = v_t = 0 \quad \begin{cases} 0 = -0,3g\tau + v_0 \\ S = -0,15g\tau^2 + v_0\tau \end{cases}$$

Вигинчи тенгламадан

$$\tau = \frac{v_0}{0,3g} = \frac{10}{0,3 \cdot 9,81} = \frac{10}{2,94} = 3,4 \text{ с}$$

$$\text{Иккинчи тенгламадан} \quad S = -\frac{v_0}{2}\tau + v_0\tau = \frac{v_0}{2}\tau = \frac{10}{2} \cdot 3,4 = 17 \text{ м}$$

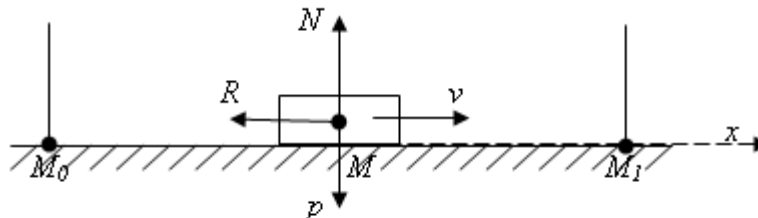
11-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Моддий нуктанинг ҳаёрат микдогининг о'згариши ҳақидаги теорема

Масалалар ечиш

11.1-масала. Темиг йо'л поезди йо'лнинг гогизонтал ва то'ғи чизикли участкасида ҳаёрат қилади. Тогмозлаганда ҳосил бо'ладиган қатшилиқ кучи поезд оғиглигининг 0,1 қисмига тенг бо'лади. Тогмозлаш бошланганда поезднинг тезлиги 20 м/с га тенг бо'лади. Тогмозлаш вақти ва тогмоз йо'ли топилсин.

Берилганлар: $R = 0,1 p$, $v_0 = 20 \text{ м/с}$, $\tau = ?$, $S = ?$



11.1-шакл

Ечиш: Ҳаёрат то'ғи чизикли, шунинг учун учта тенгламадан фақат биттаси қолади.

$$mv_{1x} - mv_{0x} = \sum S_{kx}$$

$$0 - mv_0 = -R \cdot t \quad \text{ёки} \quad -mv_0 = -0,1 p \cdot t$$

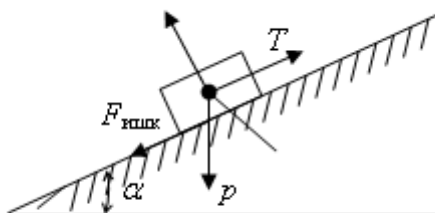
$$mv_0 = 0,1 mgt \quad v_0 = 0,1 gt$$

$$t = \frac{v_0}{0,1g} = \frac{20}{0,1 \cdot 9,81} = 20,4 \text{ сек} \quad v_{cp} = \frac{v_0 + v_1}{2} = \frac{20 + 0}{2} = 10 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{S}{t} \quad S = v_{cp} \cdot t = 10 \cdot 20,4 = 204 \text{ м}$$

11.2-масала. Массаси $4 \cdot 10^5 \text{ кг}$ бо'лган поезд қиялиги $i = \tan \alpha = 0,006$ бо'лган қия йо'лга 15 м/с тезлик билан ко'тагила бошлайди. Поезд юган вақтдаги ишқаланиш коэффиценти 0,005 га тенг. Поезд қия йо'лга чиқа бошлагандан 50 с о'тгач унинг тезлиги 12,5 м/с гача камаяди. Тепловознинг тоғтиш кучи топилсин.

Берилганлар: $m = 4 \cdot 10^5 \text{ кг}$, $i = \tan \alpha = 0,006$, $v_0 = 15 \text{ м/с}$, $f = 0,005$, $t = 50 \text{ с}$, $v_t = 12,5 \text{ м/с}$, $\sin \alpha = 0,006$, $\cos \alpha = 1$ Т - ?



11.2-расм

Ечиш: ҳаёрат то'ғи чизикли бо'лгани учун ҳаёрат микдогининг о'згариши ҳақидаги тенгламалардан фақат биттаси қолади.

$$mv_{1x} - mv_{0x} = T \cdot t - F_{ишқ} \cdot t - p \cdot \sin \alpha \cdot t$$

бундан

$$F_{ишқ} = f \cdot N - f \cdot p \cdot \cos \alpha - fmg \cos \alpha$$

$$mv_t - mv_0 = T \cdot t - fmg \cos \alpha \cdot t - mg \sin \alpha \cdot t$$

бундан

$$T = mg (f \cos \alpha + \sin \alpha) + m \frac{v_t - v_0}{t} = 4 \cdot 10^5 \left[9,81 (0,005 \cdot 1 + 0,006) + \frac{15 + 12,5}{50} \right] =$$

$$= 4 \cdot 10^5 (0,11 - 0,05) = 23200 \text{ Н}$$

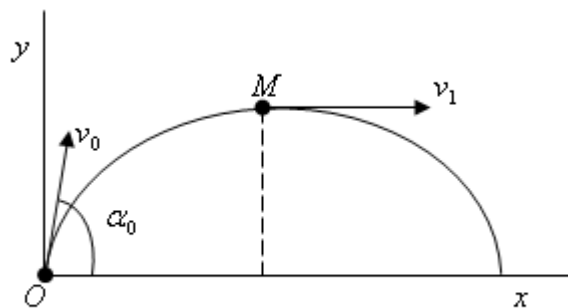
11.3-масала. Снаряд бошланғич 0 ҳолатдан энг баланд M ҳолатга о'тганга қадаг кетган вақт ичида снарядга таъсир қиладиган ҳамма кучлаг тенг таъсир этувчисининг импул си топилсин?

Берилганлар: $v_0 = 500 \text{ м / с } ,$

$v_1 = 200 \text{ м / с } , \quad \alpha_0 = 60^\circ ,$

$p = 100 \text{ кг}$ -снаряднинг оғирлиги.

$S_x - ? , \quad S_y - ?$



11.3-расм

Ечиш:

$$mv_{1x} - mv_{0x} = S_{kx}$$

$$mv_{1y} - mv_{0y} = S_{ky}$$

$$S_x = \frac{p}{g}(v_1 - v_0 \cos \alpha_0) = \frac{100}{9,8} \left(200 - 500 \cdot \frac{1}{2} \right) = -20 \frac{100}{9,8} = -510 \text{ кг} \cdot \text{сек}$$

$$S_y = \frac{p}{g}(0 - v_0 \sin \alpha_0) = \frac{100}{9,8}(0 - 500 \cdot 0,866) = -4414 \text{ кг} \cdot \text{сек}$$

12-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Иш ва қувват.

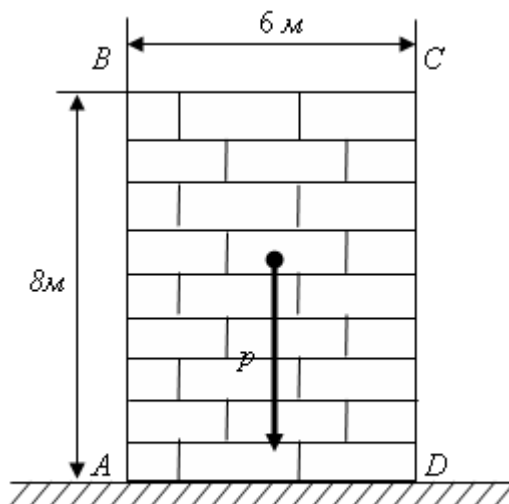
12.1-масала. О'лчамлаги шаклда ко'рсатилган AVCD бетон блоkning массаси $m=4000\text{кг}$. Уни А қитғаси атгофида йикитганда сағфланадиган иш топилсин.

Берилганлар: $m=4000\text{кг}$.

Ечиш: $A = ph$ $h=4-3=1\text{м}$,

$$p = mg = 4000 \cdot 9,81 = 39240 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

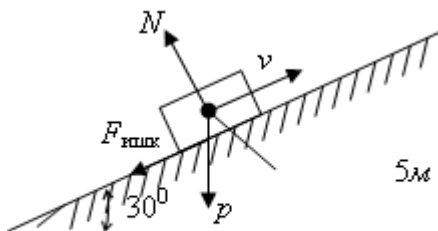
$$A = 39240 \cdot 1 = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} = 39240 \text{ Н} \cdot \text{м} = 39240 \text{ жс} = 39,24 \text{ кжс}$$



12.1-шакл

12.2-масала. Гогизонт билан 30° бугчак ҳосил қилувчи қия текислик бо'йлаб массаси 2 т бо'лган юкни 5 м ко'тагиш учун сағфланадиган минимал иш топилсин. Ишқаланиш коэффиценти $f=0,5$.

Берилганлар: $m=2\text{т}$, $h=5\text{м}$, $\alpha = 30^\circ$, $f=0,5$. $A - ?$



12.2-шакл

Ечиш: $S=2h=10\text{м}$

$$A = F_{\text{шк}} \cdot S + p \cdot \sin \alpha \cdot S \quad F_{\text{шк}} = f \cdot N = fp \cos \alpha$$

$$A_{\text{min}} = mgS (f \cos \alpha + \sin \alpha) = 2 \cdot 9,81 \cdot 10 (0,5 \cdot 0,866 + 0,5) = 183 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м} = 183 \text{ кЖ}$$

12.3-масала. 5000 м³ сувни 3м баландликка ко'тагиш учун қуввати 2 от кучига тенг бўлган насос о'ғнатилган. Агарда насоснинг фойдали иш коэффиценти 0,8 га тенг бўлса, бу ишни важагиш учун қанча вақт керак бўлади.

Берилганлар: $V=5000 \text{ м}^3$, $h=3\text{м}$, $N=2\text{от кучи}$, $\zeta = 0,8$. $t=?$

Ечиш: Сувни ко'тагиш учун сарф бўладиган иш

$$A_{\phi} = ph = \rho Vh = 1000 \cdot 5000 \cdot 3 = 15 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м} \quad \rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\left(\rho = \frac{m}{V} \right), (m = \rho V)$$

Двигателнинг фойдали қуввати

1 от кучи = 75 кг.м/с

$N_8 = 2 \text{ от кучи} = 2 \cdot 75 = 150 \text{ кг.м/с}$

$$N_{\phi} = \zeta \cdot N_8 = 0,8 \cdot 150 = 150 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Насос ҳар секунда 120 кг.м иш важага экан.

$$N_{\phi} = \frac{A_{\phi}}{t}, \quad t = \frac{A_{\phi}}{N_{\phi}} = \frac{15 \cdot 10^6}{120} \text{ сек} = 125000 \text{ сек} = 2082,33 \text{ мин}$$

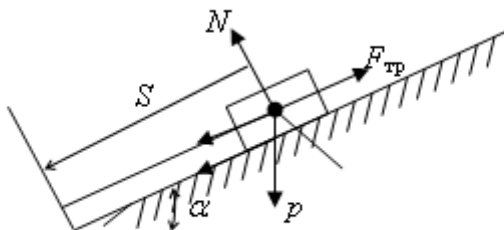
$$t = 35 \text{ соат} \quad 43 \text{ мин} \quad 20 \text{ сек}.$$

13-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Материал нуқта кинетик энергиясининг о'згариши ҳақидаги теорема.

13.1-масала. Гогизонт билан 30° бугчак ҳосил қилган қия текисликда оғиг жисм бошланғич тезликсиз пастга тушмоқда; ишқаланиш коэффиценти 0,1 га тенг. Ҳақатат бошлангандан кейин жисм 2 м йол о'тгач, қандай тезликка эга бўлади?

Берилганлари: $\alpha = 30^\circ$, $v_0 = 0$, $f=0,1$, $S=2\text{м}$, $v=?$



13.1-шакл

Ечиш: Жисмга унинг оғиглик кучи $\overline{p}$, текисликнинг нормал реакция кучи $\overline{N}$ ва $\overline{F_{\text{тр}}}$ ишқаланиш кучи таъсир этади.

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \sum A$$

$$v_0 = 0, \quad A_N = 0, \quad A_p = p \cdot \sin \alpha \cdot S$$

$$A_{F_{\text{тр}}} = F_{\text{тр}} \cdot S = fp \cos \alpha \cdot S$$

$$\frac{pv^2}{2g} = pS (\sin \alpha - f \cos \alpha)$$

бундан

$$v = \sqrt{2gS(\sin \alpha - f \cos \alpha)} = \sqrt{4 \cdot 9,81(0,5 - 0,1 \cdot 0,86)} = \sqrt{16,50} = 4,02 \text{ м / сек}.$$

13.2-масала. Массаси 200 т бо'лган поезд йўлнинг горизонтал участкасида 0,2 м / с² тезланиш билан кетмоқда. О'қлагдаги ишқаланиш қатшилиги поезд оғирлигининг 0,01 қисмини ташкил қилади ва ҳаракат тезлигига боғлиқ эмас деб ҳисобланади. Вошланғич пайтда поезднинг тезлиги 18 м/с бо'лса, $t = 10$ с бо'лган пайтда тепловоз эгишган қувват аниқлансин.

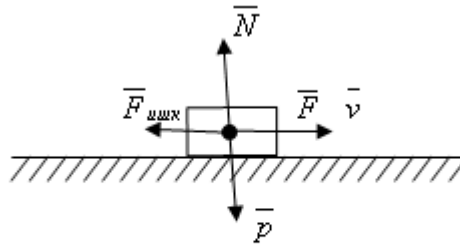
Берилганлар: $p = 200 \text{ т}$,

$$W = 0,2 \text{ м / с}^2, f = 0,01,$$

$$F_{\text{соп}} = \frac{10}{1} p, \quad t = 10 \text{ с},$$

ёки

$$t = 0, \quad v_0 = 18 \text{ м / с}. \quad N = ?$$



13.2-шакл

Ечиш:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{mv^2}{2} \right) = N$$

$$mv \cdot W = N$$

$$\frac{2mv}{2} \cdot \frac{dv}{dt} = N$$

$$N = \frac{200000}{10} \cdot 18 \cdot 0,2 = 72000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Кинематик энергиянинг о'згариши бағча кучлар бажаган ишлагнинг йиғиндисига тенг бо'лади:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \sum A \quad (13.8)$$

$$v = v_0 + Wt = 18 + 0,2 \cdot 10 = 20 \text{ м / сек}.$$

$$\sum A_i = F \cdot S - F_{\text{тр}} \cdot S = F \cdot S - f \cdot p \cdot S = S(F - f \cdot p)$$

булагни (1) тенгламага қўйсак:

$$\frac{p}{2g} (v^2 - v_0^2) = S(F - f \cdot p)$$

$$S = v_{\text{урт}} \cdot t = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = \frac{18 + 20}{2} \cdot 10 = 190 \text{ м}$$

бундан

$$F = \frac{p(v^2 - v_0^2)}{2gS} + f \cdot p = \frac{200000 \cdot (400 - 324)}{2 \cdot 9,8 \cdot 190} + 0,01 \cdot 200000 = 4100 + 2000 = 6100 \text{ кг}$$

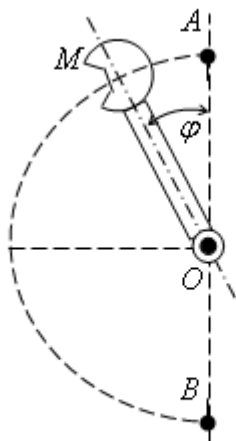
$F = 6100 \text{ кг}$ - ҳаракатлантигувчи куч;

Унинг бажаган иши: $A = F \cdot S = 6100 \cdot 190 = 1200000 \text{ кг} \cdot \text{м}$

$$N = \frac{A}{t} = 1200000 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{сек}} = 120000 \frac{1}{75} \text{ от кучи} = 1600 \text{ от кучи}.$$

13.3-масала. Материаллагни зарба билан синаш учун ишлатиладиган асбобнинг асосий қисми по'латдан қуйилган оғир M қуймадан иборат бўлиб, у қозғалмас горизонтал O о'қ атрофида деярли ишқаланмасдан айланадиган стержен учига биғиктирилган. Стерженнинг оғирлигини назага олмай, M қуймани моддий нуқта деб ҳисоблаймиз; OM масофа $0,981$ м га тенг. Шу нуқта энг юқоғи A ҳолатдан ниҳоятда кичик бошланғич тезлик билан туша бошлаб, энг пастки B ҳолатга келганида тезлиги v нинг қанча бўлиши аниқлансин.

Берилганлар: $OM=0,981$ м. $v=?$



13.3-шакл

Ечиш:
$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \sum A$$

Стерженнинг реакция кучи унинг элементар қозчишига тик бўлгани учун стержен реакция кучининг иши нолга тенг. Масала шартига қара: $v_0 = 0$

$$\frac{mv^2}{2} = p \cdot AB \quad v^2 = \frac{2g}{p} \cdot p \cdot 2OM$$

$$v = \sqrt{4g \cdot OM} = 2\sqrt{9,81 \cdot 0,981} = 2 \cdot 0,981 \cdot 3,14 = 6,22 \text{ м / сек .}$$

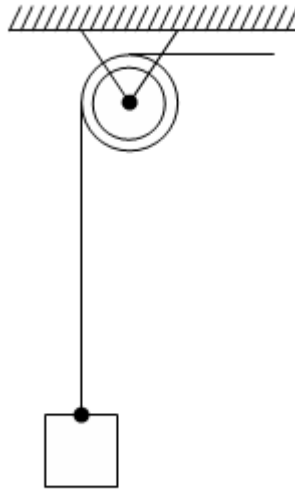
14-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Нуқтанинг эркин тебранма ҳаракати.

Масалалар есиш

14.1-масала. Массаси $m=2$ т бўлган юк $v=5$ м/с о'згармас тезлик билан пастга тушигилаётган трос, блок обоймосига қисилиб қолиб, юк тушигилаётган троснинг юқоғи учи то'сатдан то'хтаб қолади. Троснинг массасини ҳисобга олмай, юкнинг кейинги тебранишида троснинг энг катта тоғтилиш кучи қанчага етиши аниқлансин, троснинг биғиклик коэффициентини $4 \cdot 10^{-6}$ н / м .

Берилганлар: $m=2$, $v=5$ м/с, $C=4 \cdot 10^{-6}$ н / м . $T_{\max} - ?$



14.1-шакл

Ечиш: Юкнинг ҳаракат дифференциал тенгламасини тузамиз:

$$m \ddot{x} = \sum F_{kx} \quad - \text{динамиканинг асосий тенгламаси}$$

$$m \ddot{x} = Q - p \quad \text{бунда} \quad p = C(x + f_{ct})$$

p – эластиклик кучи $p_0 = Cf_{ct}$

юкнинг мувозанат шarti:

$$\sum x = Q - p_0 = 0 \quad mg - Cf_c = 0$$

$$m \ddot{x} = mg - C(x + f_{ct})$$

Юкнинг статик мувозанат шartидан фойдалансак:

$$m \ddot{x} + Cx = 0 \quad \text{ёки} \quad \ddot{x} + \frac{C}{m}x = 0 \quad \text{бо'лади.}$$

$$k^2 = \frac{C}{m} \quad \text{белгилашдан фойдалансак,} \quad \ddot{x} + k^2x = 0 \quad \text{тенгламага келамиз. Бу}$$

тенгламанинг умумий ечими $x = A \sin kt$ ко'ғинишда изланади.

$$\dot{x} = Ak \cos kt$$

Бош шartлар $t = 0$ да $x_0 = f_{ct}$, $\dot{x}_0 = v_x = v_0$ дан фойдаланиб частота ва амплитудани аниқлаймиз:

$$k = \sqrt{\frac{C}{m}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^6}{2000}} = \sqrt{2000} = 44,7 \text{ рад / с}$$

$$A = \frac{v_0}{k} = \frac{5}{44,7} = 0,112 \text{ м}$$

У ҳолда юкнинг ҳаракат қонуни

$$x = 0,112 \sin 44,7t \text{ м бо'лса,}$$

$$\sin 44,7t = 1 \quad \text{да} \quad x_{\max} = 0,112 \text{ м га тенг бо'лади.}$$

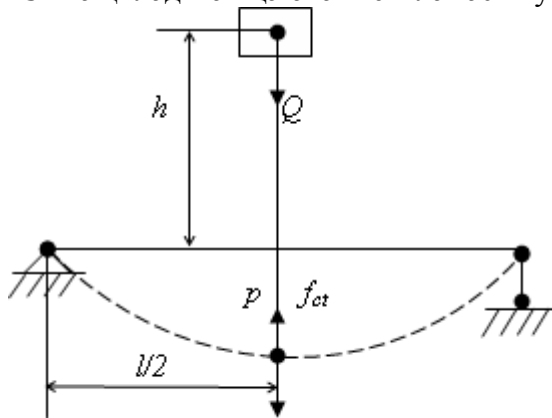
Ишнинг таганлик кучи эса қуйидагича аниқланади:

$$T_{\max} = Cx_{\max} + Q = 4 \cdot 10^6 \cdot 0,112 + 2 \cdot 9,81 \cdot 10^3 = 10^3 (448 + 19,62) = 467,6$$

14.2-масала. Q юк $h=1$ м баландликдан бошланғич тезликсиз туша бошлайди. Эластик гогизонтал балканинг о'тгасига угилади; балканинг учлаги маҳкамланган юкнинг балка устида қиладиган кейинги ҳаракати тенгламаси ёзилсин. Юк ҳаракати тенгламаси, юк балка устида статик мувозанатда бўлган ҳолатдан бошлаб пастга вертикал йо'налган о'ққа нисбатан тузилсин. О'ша юк таъсигида балканинг статик эгилиши унинг о'тгасида $0,5$ см га тенг, балканинг массаси ҳисобга олинмасин.

Берилганлар: $h=1$ м, $f_{ct} = 0,5$ см .

Юкнинг балка билан битта қиладиган ҳаракат тенгламаси тузилсин.



14.2-шакл

Ечиш: Динамиканинг асосий тенгламасига асосан юкнинг ҳаракат дифференциал тенгламасини тузамиз:

$$m \ddot{x} = \sum F_{kx} \quad m \ddot{x} = Q - p, \quad p = c(x + f_{ct})$$

Юкнинг статик мувозанат шarti $\sum x = Q - p_0 = 0$ бундан $p_0 = cf_{ct}$ ёки

$mg - cf_c = 0$ бундан $c = \frac{Q}{f_{ct}}$ бўлади.

$$m \ddot{x} = mg - c(x + f_{ct})$$

Мувозанат шartидан фойдалансак,

$$m \ddot{x} = mg - cx - cf_{ct}$$

$$m \ddot{x} = -cx \Rightarrow m \ddot{x} + cx = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{c}{m}x = 0 \quad \text{ёки} \quad \ddot{x} + k^2x = 0 \quad \text{бўлади.}$$

Бу дифференциал тенгламанинг умумий ечими $x = c_1 \sin kt + c_2 \cos kt$ ко'ғинишда изланади.

$$\dot{x} = kc_1 \cos kt - kc_2 \sin kt$$

Бошланғич шartлагдан $t = 0$ да $x_0 = f_{ct}$, $\dot{x} = v_0$ фойдаланиб c_1 ва c_2 лағни

аниқлаймиз: $c_1 = \frac{v_0}{k}$, $c_2 = f_{ct}$

У ҳолда $x = \frac{v_0}{k} \sin kt - f_{ct} \cos kt$ бўлади.

$$\text{Частота: } k = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{\frac{Q}{f_{ct}}}{\frac{Q}{g}}} = \sqrt{\frac{Q \cdot g}{Q \cdot f_{ct}}} = \sqrt{\frac{g}{f_{ct}}} = \sqrt{\frac{9,81}{5 \cdot 10^{-3}}} = 44,3 \frac{1}{c}$$

Юкни балкага уғунгандаги тезлиги:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1} = 4,43 \text{ м / с}$$

$$x = \frac{4,43}{44,3} \sin 44,3t - 0,5 \cos 44,3t = 10 \sin 44,3t - 0,5 \cos 44,3t \text{ (см)}$$

14.3-масала. Викиглиги $c = 19,6 \text{ Н / м}$ бо'лган пужинага массалаги $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ ва $m_2 = 0,8 \text{ кг}$ бо'лган юклаг илинди. Системадан m_2 юк олинганида, у статик мувозанат ҳолатида тинч ҳолатида эди. Қолган юкнинг ҳақакат тенгламаси, частотаси ва тебраниш даври аниқлансин.

Берилганлар: $c = 19,6 \text{ Н / м}$, $m_1 = 0,5 \text{ кг}$, $m_2 = 0,8 \text{ кг}$, x ?, κ ?



14.3-шакл

Ечиш: ҳолат – системанинг статик мувозанат ҳолати:

$$\sum x = Q_1 + Q_2 - p_0 = 0 \quad \text{бунда} \quad p_0 = cf_{ct}$$

$$m_1 g + m_2 g = cf_{ct}$$

$$f_{ct} = \frac{(m_1 + m_2)g}{c} = \frac{(0,5 + 0,8)9,81}{19,6} = 0,65 \text{ м}$$

$$\kappa = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{19,6}{0,5}} = 6,26 \frac{1}{c} = 2 \frac{\pi}{c}$$

$$\text{Амплитуда: } A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\kappa^2}};$$

Вош шарт $t = 0$ да $x_0 = f_{ct}$, $\dot{x} = v_0$

m_2 массали юкнинг мувозанат ҳолати:

$$\sum x = \varsigma_1 - p_0 = 0 \quad m_2 g - cf_{ct} = 0$$

$$f_{ct} = \frac{m_2 g}{c} = \frac{0,8 \cdot 9,8}{19,6} = 0,4 \text{ м}$$

$$\text{Амплитуда: } A = \sqrt{0,4^2 + \frac{0}{6,26^2}} = 0,4 \text{ м}$$

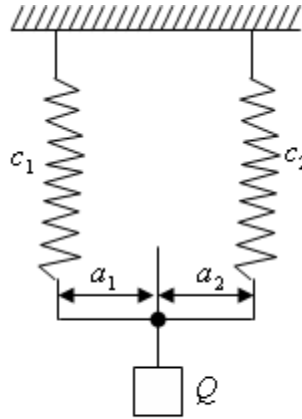
Ҳагакат тенгламаси: $x = 0,4 \cos 6,26 \quad (м)$

$$\kappa = 2 \frac{\pi}{c}, \quad T = \frac{2\pi}{\kappa} = 1с$$

Чиклик частота $\nu = \frac{1}{T} = 1Гц$

14.4-масала. Виг-бигига параллел қо'шилган иккита пругинага осилган m массали юкнинг экин тебранишлагги давти ва бу иккала пругинага эквивалент бо'лган пругинанинг бикиглик коэффиценти топилсин. Юк шундай жойлашганки, бикиглик коэффицентилагги c_1 ва c_2 бо'лган иккала пругина ҳам виг хил узунликка чо'зилади.

Берилганлар: m, c_1, c_2, T -?



14.4-шакл

Ечиш: шакл учун мувозанат шаттини ёзамиз:

$$\sum x = \varsigma_1 - p_0 = 0; \quad mg - cf_{ct} = 0$$

бунда $c = c_1 + c_2$ - параллеллик шатти

$$f_{ct} = \frac{mg}{c} = \frac{mg}{c_1 + c_2} \quad \kappa = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m}}$$

Тебраниш давти:

$$T = \frac{2\pi}{\kappa} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}}$$

$$\sum M_0 = p_2 \cdot a_2 + p_1 \cdot a_1 = 0 \quad p_1 = c_1 x, \quad p_2 = c_2 x$$

$$c_2 a_2 x = c_1 a_1 x \quad \text{бундан} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{c_1}{c_2} \quad \text{бо'лади.}$$

15-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Системани ҳаракат микдодини узгагиши ҳақида теоремани куллаб динамиканинг иккинчи масаласини ечишга доир масалалар ечиш

15.1 - масала.

Тоғ жинслагини йиғиб юкловчи машина иш жағаёнининг якуний босқичида чо'мичи пуч тоғ жинслагига тигалиш натижасида $R=f mg+K_3$ қаршилик кучига учгайди ва унинг ғилдигаклагги гел слагда (зо'ғиқиб) шатаксигаб қолади. Бу егда f -ғилдигакнинг гел с бо'йлаб ишқаланиш коэффициенти (хамма ғилдигаклаг етакчи); m -машинанинг массаси; q -оғиглик кучининг тезланиши; k -пропорционаллик коэффициенти; s - ғилдигаклагда шатаксигаб бошланган пайтидаги ҳолатидан бошлаб машинанинг ко'чиш йо'ли. Машинанинг бошланғич тезлиги v_0 га тенг бо'лса, уни шатаксигаб бошлаган пайдан то то'хтагунча о'тган вақт t_1 ва йо'л S_1 топилсин.

Ечиш. Юкловчи машинани чо'мичи пуч тоғ жинслагини йиғиш жағаёнида унга қуйидаги кучлар таъсир этади. Машинани C массалаг магказига қо'йилган $m\vec{g}$ оғиглик кучи; R машинани чумичлагги синаётган қаршилик кучи; $\vec{F}_n''$ ва $\vec{F}_n'$ нормал реакция кучлагги, хамда $\vec{F}_n', \vec{F}_n''$ олдинги ва оғқа жуфт ғилдигаклагги ишқаланиш кучи. Машинани чо'мичлагги пуч тоғ жинслагги билан то'лиши жағаёнида системани массалаг магкази ҳолатини машина коғпусига нисбатан о'згагишини ҳисобга олмасдан уни коғпус билан биггаликда горизонтал кучади деб ҳисоблаймиз.

Масалани ечишда система массалалаг магказининг ҳаракати ҳақидаги теоремани қо'ллаймиз.

Ҳаракат дифференциал тенгламанинг координаталаг о'қидаги проекцияси

$$m\ddot{x} = -R + F_f' + F_f'',$$

$$m\ddot{y} = mg - F_n' - F_n''$$

Шартимизга ко'ра массалалаг магказини вертикал бо'йича ко'чиши бо'лмаганлиги сабабли $\ddot{y}=0$, ундан $F_f' + F_n''$ келиб чиқади. Вундан ташқаги Кулон қонунига асосан.

$F_f' = fF_n'$ ва F_n'' , яъни $F_f'' + F_n''$, яъни $F_f' + F_f'' = f(F_n' + F_n'') = fmg$, бо'лади.

Машина ҳаракатининг якуний босқичининг бошланғич вақтида координаталаг боши массалалаг магказига жойлашганлигидан $x=S$ о'ғинли бо'лади ва бигинчи тенглама қуйидаги ко'ғнишга эга бо'лади.

$$m\ddot{S} = -mgf - ks + fmg, \text{ ёки } \ddot{S} + (k/m)S = 0 \quad u^2 + k/m = 0$$

характеристик тенглама $u = \pm i\sqrt{k/m}$ маҳҳум илдизга эга бо'лганлиги сабабли (1) тенгламанинг умумий ечими

$$S = C_1 \cdot \cos(t\sqrt{k/m}) + C_2 \sin(t\sqrt{k/m})$$

бо'лади ва вундан

$$S' = -C_1 \sqrt{k/m} \cdot \sin(t\sqrt{k/m}) + C_2 \sqrt{k/m} \cdot \cos(t\sqrt{k/m})$$

келиб чиқади.

$$t = t_0 = 0 \text{ да бошланғич шартлагги кейинги тенгламага қо'йиб}$$

$$0=C_1, V_0 = C_2 \sqrt{k/m}, \text{ яъни } C_2 = V_0 \sqrt{m/k} \text{ топамиз.}$$

У ҳолда

$$S = V_0 \sqrt{m/k} \cdot \sin(t \cdot \sqrt{k/m})$$

$$V = S = V_0 \cdot \cos(t \cdot \sqrt{k/m})$$

бо'лади.

Машинани то'лиқ то'хтагунча кетган t_1 вақтни $V=V_1=V_0 \cdot \cos(t_1 \sqrt{k/m}) = 0$ шартдан аниқлаймиз. Бу ерда $V_0 \neq 0$ бо'лганлиги сабабли $\cos(t_1 \sqrt{k/m})$ бо'лади ва бундан $t_1 \cdot \sqrt{k/m} = \frac{\pi}{2}$ ёки $t_1 = 0,5\pi \sqrt{m/k}$ эканлигини топамиз.

Машина ҳаракатининг якуний босқичида о'тган йо'ли

$$S = S_1 = V_0 \sqrt{m/k} \cdot \sin(t_1 \sqrt{k/m}) = V_0 \sqrt{m/k} \cdot \sin(\pi/2)$$

тенг бо'лади.

$$\text{Жавоб: } t_1 = 0,5\pi \sqrt{m/k}; S_1 = V_0 \sqrt{m/k}$$

15.2-масала. Кузовдаги юкни о'зи ағдагувчи машинани ғилдигаклаги тоғмозланган бо'лганида юкни то'кишда кузовдаги юк $s=at^2/2$ қонун билан сипаниб ҳаракатланса ва юкни масаси $m_1=10$ т, машинани юки бо'лмаганда массаси $m_2=21$ т, кузов гогизонтга нисбатан $\alpha = 50^\circ$ ва параметр $a=3,7$ м/с² бо'лган ҳолатида машина ғилдигаклаги ва ғрунт оғасидаги F_f -ишқаланиш кучи ва автомобилни ғрунтга бегадиган босимлар йиғиндиси аниқлансин.

Ечиш. Машина ва юкдан иборат механик системага: юкни $m_1 \vec{g}$ оғиглик кучи; олдинги ва оғка ғилдигаклага мос ғавишда таъсиг этувчи $\vec{F}'_n$ ва $\vec{F}''_n$ реакция ва ғилдигаклар билан ғрунт оғасидаги $\vec{F}'_f$ ва $\vec{F}''_f$ илашма кучлаги таъсиг этади.

Юк машинадан ағдагилаётганда юк кузов бо'йлаб ҳаракатланиши ва машина ишқаланиш кучи таъсигида қо'зғалмас қолганлиги сабабли системанин ғ ҳаракат миқдоги юкнинг ҳаракат миқдогига тенг бо'либ қолади, яъни $\vec{Q} = \vec{Q}_1 = m_1 v$

Юк қо'зғалмас ҳолатдан бошлаб илғагилама ҳаракатга келади, юкни беғилган қо'чиш қонуни эса $S_0=0$ ва $V_0=0$ қийматларда тенг тезланувчан қонунга, а пағаметр эса юк тезланишига мос келади.

Бу ҳол учун системани ҳаракат миқдогини о'згагиши ҳақидаги теорема (15.2) ни қо'ллаб

$$\frac{dQ_x}{dt} = \frac{d}{dt}(m_1 v_x) = \vec{F}'_f + \vec{F}''_f,$$

$$\frac{dQ_y}{dt} = \frac{d}{dt}(m_1 v_y) = -m_1 g - m_2 g + \vec{F}'_1 + \vec{F}''_2,$$

ёки

$$m_1 a_x = F_f, \quad m_1 a_y = -(m_1 + m_2)g + F_n,$$

тенгламани оламиз. Бу ерда a_x ва a_y - тезланиш проекцияси бо'либ $a_x = a \cdot \cos \alpha$ ва $a_y = -a \cdot \sin \alpha$ формула билан ҳисобланади; $F_f = F'_f + F''_f$ - ишқаланиш кучлагининг йиғиндиси; $F_n = F'_n + F''_n$ -автомобилни оғка ва олдинги жуфт

ғилдигақлагининг ғгунтга берадиган босимлаги йиғиндисига тенг бо'лган ғгунт реакция кучлагининг йиғиндиси.

Энди бигинчи навбатда F_f ва F_n лағни аниқлаб оламиз.

$$F_f = m_1 a \cdot \cos \alpha = 10 \cdot 3,7 \cdot \cos 50^\circ = 23,783 \text{ кН},$$

$$F_n = R_n = (m_1 + m_2) g - m_1 a \cdot \sin \alpha = (10 + 21) \cdot 9,81 - 10 \cdot 3,7 \sin 50^\circ = 275,766 \text{ кН}$$

Вундан, кузов бо'йлаб юк ҳақакатланаётган пайтда автомобилни ғгунтга берадиган то'лиқ босими машина ва юкни умумий оғиглик кучидан 9,32 % кам эканлиғини таъкидлаш керак бо'лади.

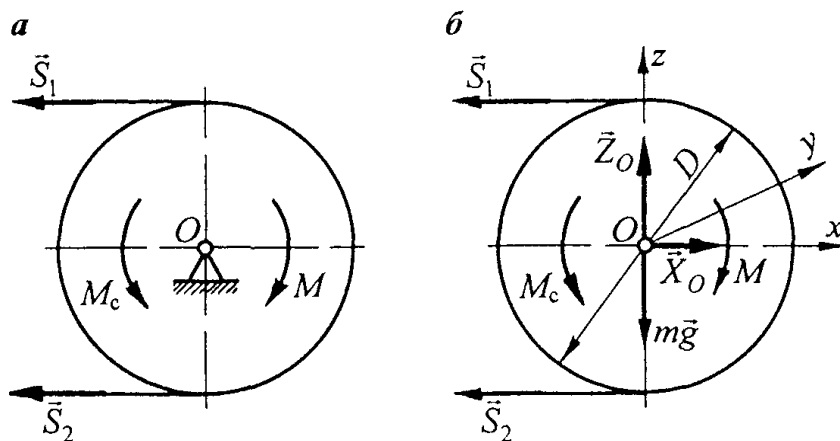
Жавоб: $F_f=23,783 \text{ кН}$; $F_n=275,766 \text{ кН}$

16-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Система кинетик моментини о'згагиши ҳақидаги теоремани қо'ллаб динамиканинг иккинчи масаласини ечиш.

16.1-масала.

Агар барабанни массаси $m=0,7 \text{ т}$; уни диаметри $D=0,5 \text{ м}$, айланиш о'қиға нисбатан инерция гадиуси $i=0,23 \text{ м}$; айлантиғувчи моменти $M=0,75 \text{ кН м}$; лентанинг таганглик кучи $S_1 = 5 \text{ кН}$ ва $S_2=2,7 \text{ кН}$ бо'лса барабан айлана бошлангандан кейин 3 с о'тгандан кейин лентали конвейегни юғитиш барабани қанақа бугчак тезлик билан айланади. (16.1-шакл)



16.1- шакл.

Ечиш. Юғитиш барабани ОУ қо'зғалмас о'қ аттофида айланаётган жисм бо'лганлиғи сабабли унинг ҳақакат дифференциал тенгламаси (20.12) формула билан аниқланади ва шу ҳолдаги айланма ҳақакат учун

$$I_y \cdot \varepsilon = \sum M_y (\vec{F}_k^e) \quad (16.20)$$

ко'ғинишни олади.

Барабанға қуйидағи ташқи кучлағ ва моментлағ таъсиг этади (20.1, b расм): mg оғиглик кучи, M айлантиғувчи момент, M_c қағшилиқ кучининг моменти лентанинг кигишдағи $\vec{S}_1$ ва чиқишдағи $\vec{S}_2$ таганглик кучлағи ва расмда $\vec{x}_0$ ва $\vec{y}_0$ ташкил этувчилағи оғқали ко'ғсатилган подшипникни $\vec{R}_0$ реакция кучи.

Оу айланиш о'қиға нисбатан барабанни инерция моменти

$$I_y = m i^2 \quad (16.21)$$

формула билан аниқланади.

Ташқи кучлагни шу о'ққа нисбатан моментлаги эса

$$\sum M_y(\vec{F}_k^e) = M - M_e - S_1 \cdot \frac{D}{2} + S_2 \frac{D}{2} = M - M_e - 0,5(S_1 - S_2)D \quad (16.22)$$

(2) ва (3) ифодалагни ҳисобга олиб (1) тенгламадан барабани бугчак тезланишини топамиз:

$$\varepsilon = \frac{\sum M_y(\vec{F}_k^e)}{mi^2} = \frac{M - M_e - 0,5(S_1 - S_2)D}{mi^2} = const \quad (16.23)$$

Бу эса барабани бугчак тезланиши о'згасмас эканлигини ва тенг тезланувчан қонуният билан айланишини ко'рсатади. Вундан унинг бугчак тезлиги

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

Ифода билан ҳаракатланиши келиб чиқади. Аммо барабани ҳаракати нолдан бошланганлиги сабабли бошланғич бугчак тезлик $\omega_0 = 0$ бо'лади ва

$$\omega = \varepsilon t = \frac{M - M_e - 0,5(S_1 - S_2)D}{mi^2} t = \frac{0,75 - 0,025 - 0,5 \cdot (5 - 2,7) \cdot 0,5}{mi^2}$$

$$\cdot 3 = 12,15 \cdot c^{-1}.$$

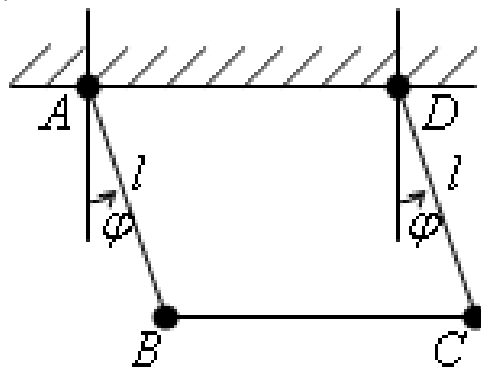
$$\text{Жавоб} : \omega = \frac{M - M_e - 0,5(S_1 - S_2)D}{mi^2} t = 12,15 \cdot c^{-1}.$$

17-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Система кинетик энергиясининг о'згариши ҳақидаги теорема.

17.1-масала.

Учта AV , VC ва CD стерженлар A ва D цилиндрик шагниглар билан шипга бигиктирилган бўлиб, о'заго V ва C шагниглар воситасида боғланган; ҳосил қилинган текис механизмнинг кинетик энергияси ҳисоблансин. L узунликдаги AV ва CD стерженлар ҳар бигининг массаси M_1 , VC стержен массаси M_2 бўлиб, $VC=AD$; AV ва CD стерженлар ω бугчак тезлик билан айланади.



17.1-шакл.

$$\text{Ечиш:} \quad T_{AB} = T_{BC} = \frac{1}{2} I_z \cdot \omega^2$$

$$I_z = M_1 \frac{l^2}{3} = \frac{M_1 l^2}{3} \quad - \text{ стерженнинг инерция моменти;}$$

$$T_{AB} = \frac{1}{2} \cdot \frac{M_1 l^2}{3} \cdot \omega^2 = \frac{M_1 l^2 \omega^2}{6}; \quad T_{BC} = \frac{1}{2} M_2 v_l^2 + \frac{1}{2} I_z \omega^2 = \frac{1}{2} M_2 l^2 \omega^2$$

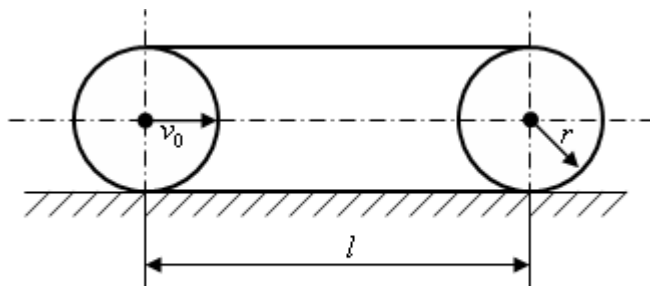
$$v = l \cdot \omega; \quad I_z = I_{kz} = I_{kc} - I_{CB} = 0$$

$$T = T_{AB} + T_{BC} + T_{CD} = \frac{M_1 l^2 \omega^2}{6} + \frac{1}{2} M_2 l^2 \omega^2 + \frac{M_1 l^2 \omega^2}{6} = \frac{1}{3} M_1 l^2 \omega^2 +$$

$$+ \frac{1}{2} M_2 l^2 \omega^2 = \frac{2M_1 + 3M_2}{6} l^2 \omega^2$$

17.2-масала. v_0 тезлик билан ҳаракат қилувчи трактор гусеницасининг кинетик энергияси ҳисоблансин. Гилдигак о'қлаги оғасидаги масофа l га тенг, гилдигак радиуслаги r га тенг, гусеница занжири ҳаг метгининг массаси γ га тенг.

Берилганлар: v_0 , l , r , γ . T -?



17.2-шакл

Ечиш:

Гусеница оғиглиги $Q = \gamma L$

$$L = 2l + 2\pi r = 2(l + \pi r)$$

L – гусеница узунлиги;

$$m = \frac{Q}{g} = \frac{2\gamma(l + \pi r)}{g} = \frac{\gamma L}{g}$$

Гусеницанинг егга тегив тугган қисмлаги абсолют тезлиги нолга тенг.

$v_r = v_0$ - гусеницанинг нисбий ҳаракат тезлиги.

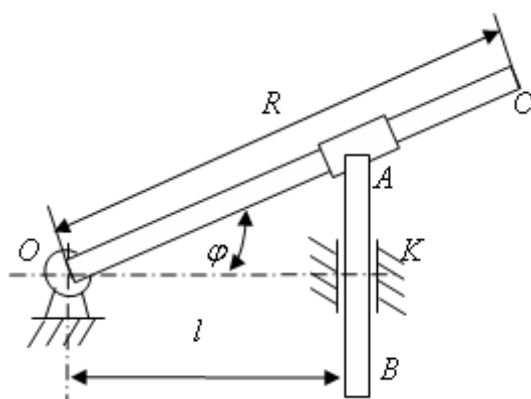
$$T_{\text{куч}} = T_{\text{нис}} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{\gamma L v_0^2}{2g}$$

$$T = T_{\text{куч}} + T_{\text{нис}} = \frac{\gamma L v_0^2}{g} \quad \text{ёки} \quad T = \frac{2\gamma(l + \pi r)}{g} v_0^2$$

17.3-масала.

Кулиса механизмида OC гичаг гасм текислигига тик бо'лган O о'қ атрофида тебранганида, A ползун OC гичаг бо'йлаб силжиб, AV стерженни ҳаракатга келтигади. AV стержен вертикал K йо'налтигувчида ҳаракат қилади. Узунлиги R бо'лган OC гичаг массаси m_1 бо'лган биг жинсли стержен деб ҳисоблансин; ползун массаси m_2 га, AV стержен массаси m_3 га тенг, $OK=l$. Механизмнинг кинетик энергияси OC гичагнинг бугчак тезлиги ва айланиш бугчаги функцияси сифатида ифодалансин. Ползун нуқтавий масса деб ҳисоблансин.

Берилганлар: $OC=R$, m_1 , m_2 , m_3 , $OK=l$. T -?



17.3- шакл.

Ечиш: $T_2 = \frac{1}{2} M_2 v_{A_{\text{нис}}}^2$ $v_{A_{\text{куч}}} = OA \cdot \omega = \frac{l \omega}{\cos \varphi}$

$OK = OA \cdot \cos \varphi$ $OA = \frac{OK}{\cos \varphi} = \frac{l}{\cos \varphi}$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 \frac{l^2 \omega^2}{\cos^2 \varphi} = \frac{m_2 l^2 \omega^2}{2 \cos^4 \varphi}; \quad T_1 = \frac{1}{2} I_z \cdot \omega^2 = \frac{m_1 R^2 \omega^2}{6}$$

$$I_z = \frac{m_1 R^2}{3}$$

$T_3 = \frac{1}{2} m_3 v_{AB}^2 = \frac{1}{2} m_3 \frac{l^2 \omega^2}{\cos^4 \varphi};$ $v_{\text{куч}} = v_{AB} \cos \varphi$ $v_{AB} = \frac{v_{\text{куч}}}{\cos \varphi} = \frac{l \omega}{\cos^2 \varphi}$

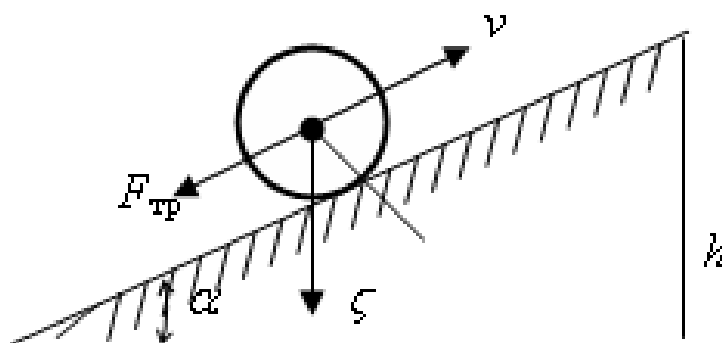
$$T = T_1 + T_2 + T_3 = \frac{m_1 R^2 \omega^2}{6} + \frac{m_2 l^2 \omega^2}{2 \cos^4 \varphi} + \frac{1}{2} m_3 \frac{l^2 \omega^2}{\cos^4 \varphi} = \frac{\omega^2}{6 \cos^4 \varphi} [m_1 R^2 \cos^4 \varphi + 3 l^2 (m_2 + m_3)]$$

$$T = \frac{\omega^2}{6 \cos^4 \varphi} [m_1 R^2 \cos^4 \varphi + 3 l^2 (m_2 + m_3)]$$

17.4-масала.

Горизонт билан α бугчак ҳосил қилган қия текислик бо'йлаб ситганмай юмаловчи r радиусли ғилдигак шу қия текислик бо'йлаб h баландликка ко'тагилиши учун ғилдигак о'қига қия текисликка пагаллел йо'налишда қандай бошланғия тезлик бегиш керак? Юмалаб ишқаланиш коэффиценти $f_{\text{ю}}$ га тенг. Ғилдигак биг жинсли диск деб ҳисоблансин.

Берилганлар: α , r , h , $f_{\text{ю}}$. v -?



17.4- шакл.

Ечиш: $T_0 = \frac{1}{2}mv_c^2 + \frac{1}{2}I_c\omega_0^2$

$$I_c = \frac{1}{2}mr^2; \quad \omega_0 = \frac{v_c}{r};$$

$$T_0 = \frac{1}{2}mv_c^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{mr^2}{2} \cdot \frac{v_c^2}{r^2} = \frac{3}{4}mv_c^2$$

$$\zeta_1 = \zeta \cos \alpha; \quad \zeta_2 = \zeta \sin \alpha; \quad \varphi = \frac{S}{r}; \quad S = \varphi \cdot r; \quad S = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$A_\zeta = -\zeta \cdot h; \quad A_{\text{comp}} = M_{\text{comp}} \cdot \varphi; \quad M_{\text{comp}} = Nr = \zeta_1 \cdot r^{-1} = f_k \cdot \zeta \cdot \cos \alpha \cdot r^{-1}$$

$$A_{F_{\text{tp}}} = f \cdot \zeta \cdot \cos \alpha \cdot r^{-1} \cdot S = f \cdot \zeta_1 \cdot \cos \alpha \cdot r^{-1} \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = f \cdot \zeta \cdot r^{-1} \cdot h \cdot \text{ctg} \alpha$$

$$-\sum A_0 = -T_0$$

$$\frac{3}{4}mv_c^2 = mgh + mghf_k \cdot \frac{h}{r} \text{ctg} \alpha \quad v_c = \frac{2}{3} \sqrt{3mgh \left(1 + \frac{f_k}{r} \text{ctg} \alpha \right)}$$

18-АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Нукта ва система учун Даламбер пинципи

18.1-масала.

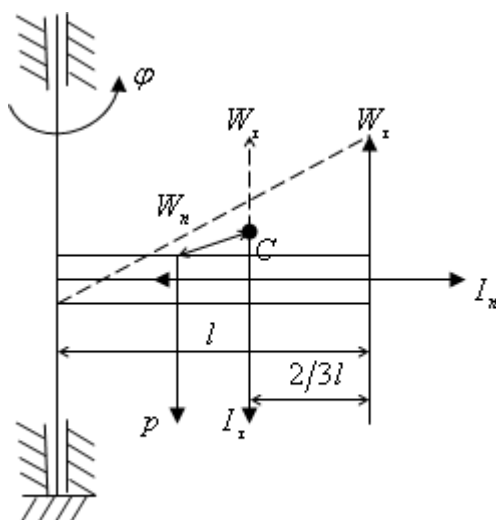
Узунлиги l ва массаси M бо'лган ингичка биг жинсли то'ғги чизиқли стержен $\varphi = at^2$ қонунга мувофиқ стерженга тик ва унинг учидан о'тган о'қ аттофида айланади. Стержен зағачалагининг маказидан қочувчи I_n ва угинма I_τ инеция кучлаги тенг таъсир этувчилагининг миқдори, йо'налиши ва қўйилган нукталаги топилсин.

Берилганлар: $l, M(p), \varphi = at^2$,

I_n ?, I_τ -?

Ечиш: Стерженнинг айланиш бугчак тезлиги:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 2at$$



18.1-шакл

Бугчак тезланиши:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = 2a$$

Угинма тезланиш:

$$W_{\tau} = \varepsilon \cdot OC = 2a \cdot \frac{l}{2} = al$$

Угунма инерция кучи:

$$I_{\tau} = -M \cdot W_{\tau} = -M \cdot al$$

Нормал тезланиш:

$$W_n = \omega^2 \cdot OC = (2at)^2 \cdot \frac{l}{2} = 2alt^2$$

Нормал инерция кучи:

$$I_n = -MW_n = -M \cdot 2alt^2 = -2Malt^2$$

18.2-масала.

Планетар механизмнинг ҳаракатланувчи II ғилдигаги инерция кучлагининг бош вектори ва унинг C массалаг мағказидан ҳаракат текислигига перпендикуляр гавишда о'тувчи о'ққа нисбатан бош моменти аниқлансин. OC кривошин ω о'згачмас бутчак тезлик билан айланади. II ғилдигак массаси M га тенг. Ғилдигаклар радиуслари r га тенг.

Берилганлар: $\omega = \text{const}$, $p_{II} = p$, $op = OC = r$. R ?, M ?

Ечиш: II ғилдигак оғиглик мағказининг тезлиги:

$$v_c = OC \cdot \omega = 2r\omega$$

$\omega = \text{const}$ бўлгани учун $\varepsilon = 0$ бўлади.

II ғилдигак оғиглик мағказининг угунма тезланиши нолга тенг бўлади, яъни

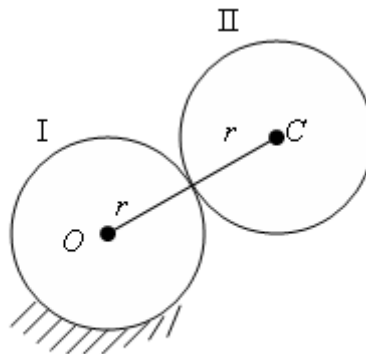
$$W_{\tau} = \varepsilon \cdot OC = 0 \cdot 2r = 0$$

Энди II ғилдигак оғиглик мағказининг нормал тезланишини ҳисоблаймиз:

$$W_n = \omega^2 \cdot OC = 2r\omega^2$$

Демак, II ғилдигак оғиглик мағказининг то'ла тезланиши қуйидагича ко'ғинишга эга бўлади:

$$W_c = W_n = 2r\omega^2$$



18.2-шакл

Инерция кучининг бош векторини аниқлаймиз:

$$R = MW_c = 2rM\omega^2$$

R - OC о'қига параллел йо'налади.

$\varepsilon = 0$ бўлгани учун инерция кучининг бош моменти нолга тенг бўлади.

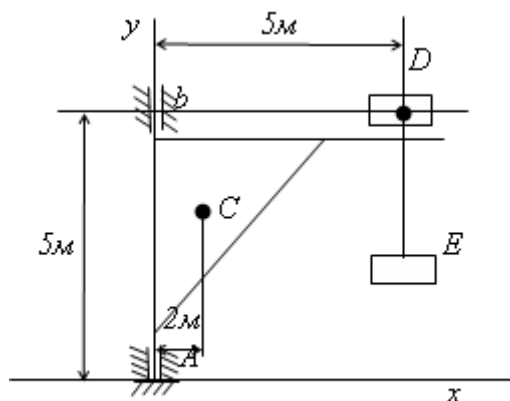
$$M_u = I_c \cdot \varepsilon \neq 0 \quad I_c = MW_c$$

18.3-масала.

Массаси 3 т бўлган E юк $\frac{1}{3}g$ тезланиш билан ко'тагилаётганида айланма кран A подпятниги ва V подшипнигидаги таянч реакциялар аниқлансин. Кран массаси 2 т ва унинг

массалаг магкази C нуктада. D ағавача массаси $0,5$ т. Кран ва ағавача қозғалмас. О'лчовлар гасмда қозғатилган.

Берилганлар: $m_E = 3$ т, $m_K = 2$ т, $W = \frac{1}{3}g$, $m_a = 0,5$ т. x_A ?, y_A ?, x_B ?



18.3-шакл

Ечиш: юкнинг инерция кучи:

$$I_E = m_E W = m_E \frac{1}{3}g = 3 \cdot \frac{1}{3}g = g \text{ т.}$$

Реакция кучлагини аниқлаш учун статиканинг мувозанат тенгламаларидан фойдаланамиз:

$$\sum x = x_A + x_B = 0 \quad (18.7)$$

$$\sum y = y_A - p_K - p_a - p_E - I_E^u = 0 \quad (18.8)$$

$$\sum m_A(\overline{F_k}) = p_K \cdot r + x_B \cdot 5 + p_a \cdot 5 + p_E \cdot 5 + I_E^u \cdot 5 = 0 \quad (18.9)$$

(18.8) тенгламадан:

$$y_A = p_K + p_a + p_E + I_E^u = 2g + 0,5g + 3g + g = 6,5g$$

ёки

$$y_A = 6,5g = 6,5 \cdot 9,81 = 63,8 \text{ кН}$$

(18.9) тенгламадан:

$$x_B = -\frac{1}{5}(2p_K + 5p_a + 5p_E + 5I_E^u) = -\frac{1}{5}(2 \cdot 2g + 5 \cdot 0,5g + 5 \cdot 3g + 5 \cdot g) = -5,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = -53 \text{ кН}$$

$$x_B = -53 \text{ кН}$$

(18.7) тенгламадан:

$$x_A = -x_B = -53 \text{ кН}$$