

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

“ОЗИҚ – ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА ЖИҲОЗЛАРИ –  
МЕХАНИКА АСОСЛАРИ” КАФЕДРАСИ

“АМАЛИЙ МЕХАНИКА” ФАНИДАН

# РЕФЕРАТ

**МАВЗУ:** ҚАТТИҚ ЖИСМНИНГ КУЧЛАР СИСТЕМАСИ ТАЪСИРИДА  
МУВОЗАНАТИ

Бажарди: Якубова Н.  
Гуруҳ: 39-11  
Текширди: Шернаев А.Н.

ТОШКЕНТ – 2013й.

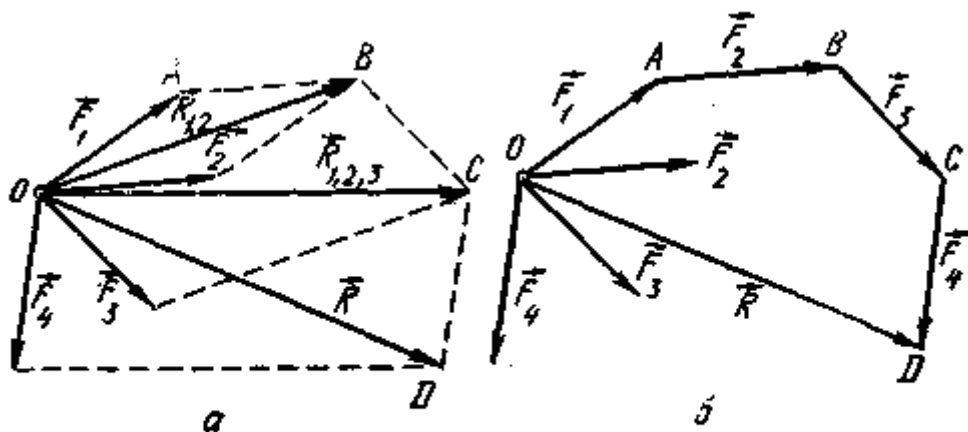
## ҚАТТИҚ ЖИСМНИНГ КУЧЛАР СИСТЕМАСИ ТАЪСИРИДА МУВОЗАНАТИ

### Кесишувчи кучлар системаси

Жисмга қўйилган кучлар системаси таъсир чизиқлари бир нуқтада учрашса, бундай кучлар системаси кесишувчи кучлар системаси дейилади. (2.1 – расм). Кучлар системасини вектор усулида қўшиб тенг таъсир этувчи кучни ҳосил қиламиз.

Шундай қилиб, *бир нуқтага қўйилган кучлар системасини қўшиб, натижасида бу кучлар битта куч — тенг таъсир этувчига келтирилади.*

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$



2.1 - расм.

Шунга биноан, *бир нуқтага қўйилган кучлар системасининг тенг таъсир этувчиси ташкил этувчи кучларнинг геометрик йигиндисига тенг бўлиб, у мазкур кучлар қўйилган нуқтага қўйилган бўлади.* (2.1а - расм)

Бир нуқтага қўйилган кучлар системасини қўшишда параллелограмм усули ўрнига векторларни қўшишдаги учбурчак усулидан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун  $O$  нуқтага қўйилган  $\vec{F}_1$  кучнинг  $A$  учига (2.1б-расм, б)  $\vec{F}_2$  кучни ўзига тенг ва параллел қилиб қўямиз, сўнггра бу куч учи  $B$  нуқтага  $\vec{F}_3$  кучни, ниҳоят,  $\vec{F}_3$  кучнинг  $C$  учига  $\vec{F}_4$  кучни қўйиб, бошланғич  $O$  нуқтани  $\vec{F}_4$  кучнинг  $D$  учи билан туташтириш натижасида  $\vec{R}$  к тенг таъсир этувчини ҳосил қиламиз. Кучларни учбурчак усули билан қўшишда ҳосил бўлган  $OABC$  кўпбурчак куч кўпбурчаги дейилади. Агар куч кўпбурчагида куч стрелкалари кетма-кет йўналган бўлса, уёниқ куч кўпбурчаги дейилади.

Тенг таъсир этувчини Декарт координата ўқларига проекциялари.

$$R_x = \sum_{i=1}^n F_{ix}, \quad R_y = \sum_{i=1}^n F_{iy}, \quad R_z = \sum_{i=1}^n F_{iz}$$

У ҳолда тенг таъсир этувчи модули

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n F_{ix}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n F_{iy}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n F_{iz}\right)^2}$$

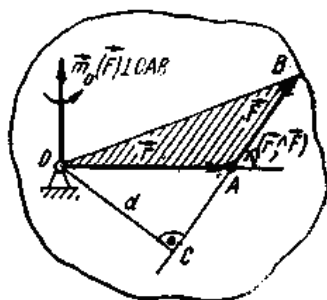
Йўналиши эса,

$$\cos(\vec{R}, \vec{i}) = \frac{R_x}{R}, \cos(\vec{R}, \vec{j}) = \frac{R_y}{R}, \cos(\vec{R}, \vec{k}) = \frac{R_z}{R}$$

Бир нуқтага қўйилган кучлар системаси мувозанатда бўлиши учун ташкил этувчи кучларнинг геометрик йигиндисининг нолга тенг бўлиши зарур ва етарлидир.

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$$

### Кучнинг нуқтага нисбатан моменти



2.2 - расм.

$$|\vec{m}_O(\vec{F})| = F \cdot d$$

Кучнинг нуқтага нисбатан моментининг модули куч миқдори билан куч елкасининг кўпайтмасига тенг. (2.2 -расм)

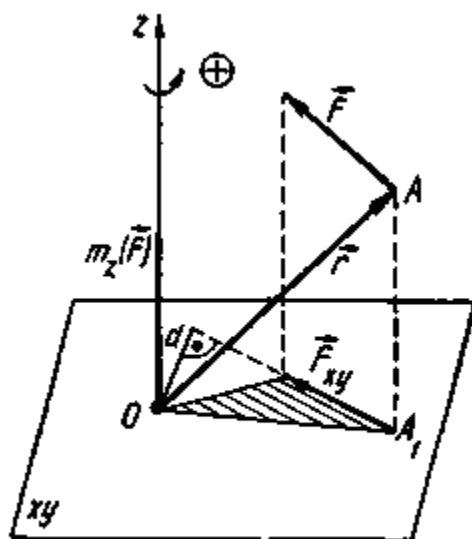
$$m_O(\vec{F}) = \pm F \cdot d$$

### Кучнинг ўққа нисбатан моменти

Кучнинг бирор ўққа нисбатан моменти деб, шу кучнинг ўққа перпендикуляр текисликдаги проекциясининг берилган билан мазкур текислик кесилган нуқтага нисбатан моментининг алгебраик қийматига айтилади.

$$m_z(\vec{F}) = m_0(\vec{F}_{xy}) = \pm F_{xy} \cdot d$$

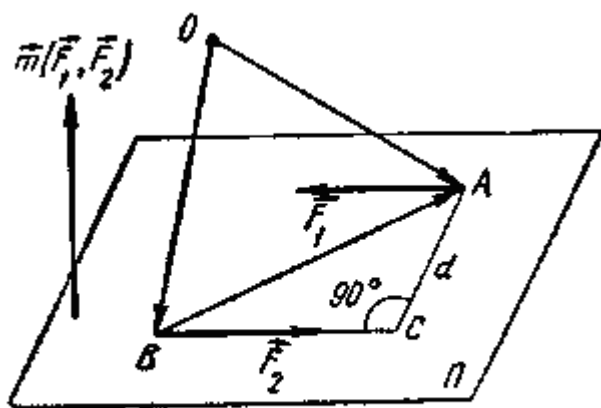
бунда  $z$  ўқнинг мусбат учидан қараганда  $F_{xy}$  таъсиридаги айланиш соат стрелкаси ҳаракатига қарама-қарши кўринса — мусбат, акс ҳолда манфий ишора олинади. (2.3 - расм)



2.3 - расм.

### Жуфт куч ва ўнинг моменти

Миқдор жиҳатдан тенг, қарама-қарши йўналган, бир тўғри чизиқда ётмайдиган иккита параллел кучлар системаси жуфт куч (қисқача, жуфт) дейилади. Жуфт ташкил этувчи кучларнинг таъсир чизиқлари орасидаги энг қисқа масофа жуфт елкаси дейилади. Жуфт елкасини  $a$  билан белгилаймиз. Жуфт тузувчилари ётган текислик жуфт текислиги дейилади. (2.4 - расм).



2.4 - расм.

Жуфт моменти жуфт ташкил этувчи, кучлардан бирининг иккинчиси қўйилган нуқтага нисбатан моментига тенг, яъни

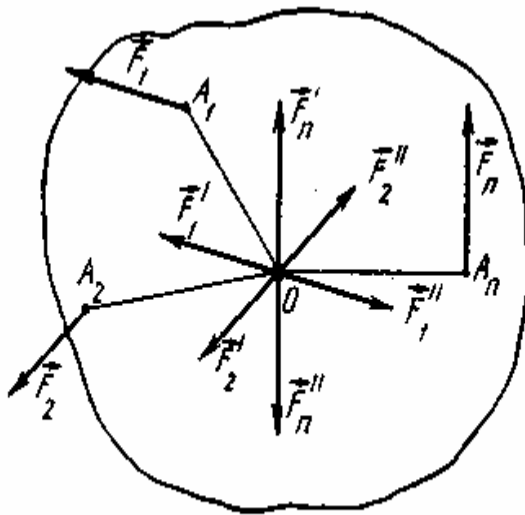
$$\vec{m}(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = \vec{m}_B(\vec{F}_1) = \vec{m}_A(\vec{F}_2)$$

Мусбат ёки манфий ишора билан олинган жуфт ташкил этувчи кучлардан бирининг жуфт елкасига кўпайтмаси жуфтнинг алгебраик моменти дейилади:

$$m(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = \pm F_1 \cdot d = \pm F_2 \cdot d,$$

бунда жуфт таъсиридаги айланиш соат стрелкаси айланишига тескари йўналишда бўлса мусбат, акс ҳолда манфий ишора олинад (ишорани бундай танлаш ўнг винт қондасига мос келади).

## ИХТИЁРИЙ КУЧЛАР СИСТЕМАСИНИ БИР МАРКАЗГА КЕЛТИРИШ. ИХТИЁРИЙ КУЧЛАР СИСТЕМАСИНИНГ МУВОЗАНАТИ



2.5 - расм.

Кучни жисмнинг бир нуқтасидан бошқа нуқтасига ўзига параллел равишда кўчиришни кўчирилган куч қаторига моменти, берилган кучнинг келтириш марказига нисбатан моментига тенг жуфтни қўйиш билан бажариш мумкин. Пуансон теоремаси. (2.5 - расм).

У ҳолда, берилган кучлар системаси ўрнига  $(\vec{F}'_1, \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}'_n)$  бир нуқтада кесишувчи кучлар системаси ва моментлари мос равишда

$$\vec{m}_1 = \vec{m}_0(\vec{F}_1), \quad \vec{m}_2 = \vec{m}_0(\vec{F}_2), \dots, \vec{m}_n = \vec{m}_0(\vec{F}_n)$$

бўлган  $[(\vec{F}_1, \vec{F}'_1), (\vec{F}_2, \vec{F}'_2), \dots, (\vec{F}_n, \vec{F}'_n)]$  қўшилган жуфтлар системасидан иборат

системага эга бўламиз.

О нуқтага қўйилган кучлар системасини қўшиб, шу нуқтага қўйилган битта  $\vec{R}$  кучни ҳосил қиламиз ва уни кучлар системаси бош вектори деб атаймиз.

$$\vec{R}' = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i,$$

$$\vec{M}_0 = \sum_{i=1}^n \vec{m}_0(\vec{F}_i)$$

$\vec{M}_0$  – кучлар системасининг О марказга нисбатан бош моментиدير.

### Кучлар системасининг мувозанат шартлари

Ихтиёрий кучлар системаси мувозанатда бўлиши учун кучлар системасининг бош вектори ва ихтиёрий нуқтага нисбатан бош моменти нолга тенг бўлиши зарур ва етарлидир:

$$\vec{R}' = 0, \quad \vec{M}_0 = 0.$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0, \\ \sum_{i=1}^n m_x(\vec{F}_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_y(\vec{F}_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_z(\vec{F}_i) = 0 \end{aligned} \right\}$$

*Кесишувчи кучлар системасининг мувозанати.*

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0.$$

*Текисликдаги кучлар системасининг мувозанати.*

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_0(\vec{F}_i) = 0, \\ \sum_{i=1}^n m_A(\vec{F}_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_B(\vec{F}_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_C(\vec{F}_i) = 0, \\ \sum_{i=1}^n m_A(\vec{F}_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_B(\vec{F}_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0. \end{aligned}$$