ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЛИМ ВАЗИРЛИГИ

БУХОРО МУХАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЙА ИНСТИТУТИ

МЕХАНИКА КАФЕДРАСИ

«Nazariy mexanika» fanidan

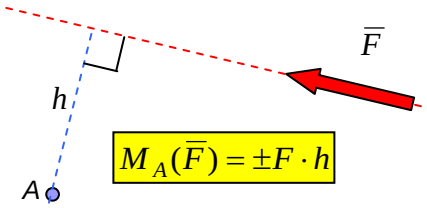
Referat

Бажарди ***14-15 ТЖСҲМ Усмонова Севара***
Раҳбар ***С.А.Бўронов***

Buxoro – 2017 yil

Текис кучлар системаси

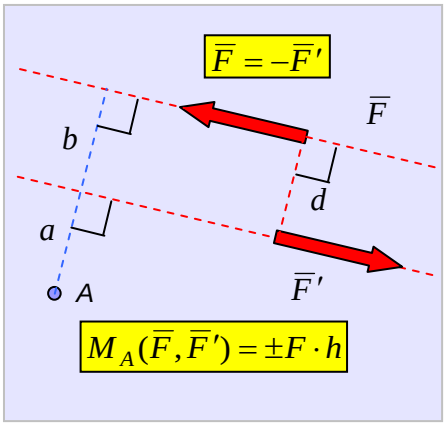
Текис кучлар системаси - бундай кучлар бир текисликда ётади ва уларнинг таъсир чизиқлари бир нуқтада кесишмайди :



Бундай кучлар системасини кўриб чиқиш учун янги тушунчалар киритиш керак бўлади.

1.Текисликдаги ихтиёрий нуқтага нисбатан куч моменти.

2.Жуфт куч. Жуфт куч моменти.**Текисликдаги ихтиёрий нуқтага нисбатан куч моменти – Куч модулини унинг йелкасига кўпайтирилганда тенг бўлган алгебраик катталик. Агар куч жисмни соат стрелкаси ёналишига тескари айлантиришга интилса унинг моменти (+) мусбат, акс ҳолда (-) манфий ишора билан аниқланади.**



Кучнинг йелкаси – Момент марказидан кучнинг таъсир чизиғига туширилган перпендикулярга тенг кесма

Жуфт куч – Миқдор жиҳатидан тенг ва қарама-қарши томонга ёналган ўзаро параллел бўлган иккита кучлар тўплами. Жуфт куч бундан ортиқ соддалашмайди (бир куч билан алмаштирилмайди ва механик ўзаро таъсиржашувни янги кучлар характеристикаси ҳисобланади).

Текисликдаги жуфт куч моменти (жуфт куч моменти ҳақидаги теорема) – келтириш (қутб) марказини топланишига боғлиқ еллис ва жуфт ташкил етувчи кучлардан бирининг модули билан жуфт йелкасига кўпайтирилганига тенг бўлади.

Агар жуфт жисмни соат стрелкаси ёналишига тескари айлантиришга унтилса, унинг моменти (+) мусбат, акс ҳолда (-) манфий ифода билан олинади.

Жуфт куч йелкаси – бир куч таъсир чизиғидан иккинчи куч таъсир чизиғига тушурилган перпендикулярга тенг кесма узунлиги.

Жуфт ташкил етувчи кучларнинг жуфт текислигидаги ихтиёрий нуқтага нисбатан моментларининг алгебраис йиғиндиси жуфт моментига тенг.

$$M_A(\overline{F},\overline{F}') = F\cdot(a+b) - F'a = Fb = Fd$$

Жуфт кучни ўз таъсир чизиғи бўйлаб кўчириш – Жуфт кучни ўзининг таъсир текислиги бўйлаб, ихтиёрий нуқтага кўчириш мумкин. Бунда жисмнинг кинематик ҳолати ўзгармайди.

Жуфт кучнинг еквиваленти ҳақида – Жуфт кучни бошқа жуфт куч билан алмаштириш мумкин, агарда уларнинг моменти бир-бирига алгебраик тенг бўлса. Бунда жисмнинг кинематик ҳолати ўзгармайди.

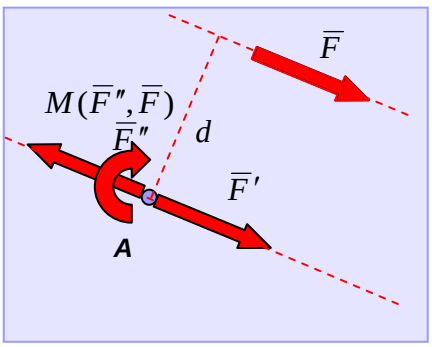
$$M(\overline{F}_1,\overline{F}_1') = F_1d_1,\quad M(\overline{F}_2,\overline{F}_2') = F_2d_2;\quad F_1d_1 = F_2d_2 \Rightarrow (\overline{F}_1,\overline{F}_1') \equiv (\overline{F}_2,\overline{F}_2')$$

Текисликдаги жуфт кучларни қўшиш ҳақида – Текисликдаги жуфт кучлар системасини моменти берилган жуфт кучларнинг алгебраик моментига тенг бўлган битта жуфт билан алмаштириш мумкин.

Жуфт куч системасининг мувозанат шарти - $M = \sum M_i = 0$

Кучларни берилган марказга келтириш (Пуансо леммаси)

Кучларни берилган марказга келтириш (Пуансо леммаси) – Кучни ўз-ўзига параллел ҳолда текисликнинг ихтиёрий нуқтасига кўчириш мумкин, аграда кўчирилган кучга моменти шу кучнинг қаралаётган нуқтага нисбатан моментига тенг бўлган жуфт куч қўйсак, бу куч таъсирида жисмнинг кинематик ҳолати ўзгармайди.



Системанинг А нуқтасига, миқдори ўзаро ва берилган кучга тенг, ва берилган кучга параллел бўлган тоғри чизиққа ўзаро

қарама-қарши ёъналган икки кучни қўшамиз:

$$\boxed{\overline{F}'' = -\overline{F}' = -\overline{F}}$$

Бунда Жисмнинг кинематик ҳолати ўзгармайди (қўшиш ҳақидаги аксиомага асосан).

Берилган куч билан қарама-қарши ёъналган қўшилган куч жуфт кучни ҳосил қилади.

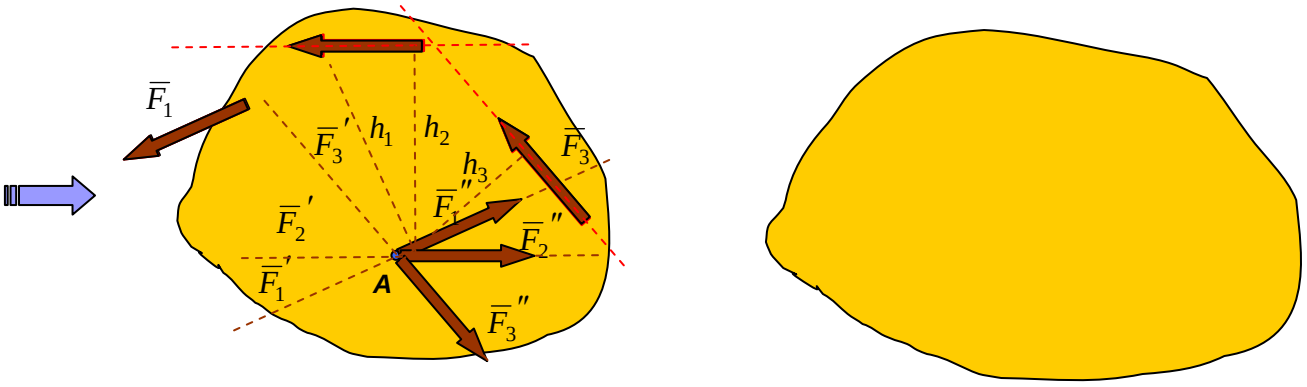
Бу жуфт моменти берилган кучдан келтириш марказига нисбатан олинган моментга тенг бўлади.

$$\boxed{M(\overline{F}'', \overline{F}) - F \cdot d = -F \cdot h = M_A(\overline{F})}$$

Кўп ҳолларда жуфт кучни ёй стрелкаси билан ифодалаш қулайроқ бўлади.

Текисликдаги ихтиёрий кучлар системасини берилган марказга келтириш

Текисликда ихтиёрий нуқта танлаб оламиз ва Пуансо усулидан фойдаланиб ҳар бир кучни шу нуқтага келтирамиз. Берилган кучлар системаси ўрнига кесишувчи кучлар системаси ва жуфт кучлар системаси ҳосил қиламиз..



Бу кесишувчи кучлар системасини битта куч билан алмаштириш мумкин, биз бу кучни олдин тенг таъсир етувчи деб атаган едик, ҳозир уни бундай атай олмаймиз, чунки бу нуқтада бу кучлардан ташкил топган жуфт кучлар ҳам мавжуд. Жуфт кучларни бир-бирига алгебраик қўшиб битта жуфтга келтирамиз (жуфтларни қошиш ҳақидаги теорема). Ҳосил бўлган жуфт берилган

кучлардан келтириш марказига нисбатан олингган моментларнинг алгебраик йиғиндисига тенг бўлади

Умумий ҳолда текисликдаги ихтиёрий кучлар системаси бош вектор деб аталадиган битта куч ва кучлардан олинган бош момент деб аталадиган жуфт моментига келтирилади.

$\overline{R}^* = \sum \overline{F}_i$ — **- бош вектор,**

$M = M_A = \sum M_{iA}$ — **- бош момент.**

Текисликдаги ихтиёрий кучлар системасининг мувозанат шарти

Кучлар системаси бош вектори ва бош моментининг бир вақтда нолга тенглигидан $\overline{R}^* = \sum \overline{F}_i = 0$ $M = M_A = \sum M_{iA} = 0$

Аналитик мувозанат (И-тур тенгламалар)- Барча кучларнинг **x, й** ўқларидаги проексиялари йиғиндиси ва ихтиёрий А нуқтага нисбатан моментларининг йиғиндиси нолга тенг:

$$\sum X_i = 0;\quad \sum Y_i = 0;\quad \sum M_{iA} = 0$$

Яна икки кўринишдаги мовозанат Тенгламалари мавжуд. Улар (ИИ ва ИИИ -тур) қуйидагилардир:

$$\sum X_i = 0;\quad \sum M_{iB} = 0;\quad \sum M_{iA} = 0$$

$x \perp AB$

$$\sum M_{iC} = 0;\quad \sum M_{iB} = 0;\quad \sum M_{iA} = 0$$

$C \notin AB$

Тенг таъсир етувчининг моменти ҳақидаги Варинон теоремаси

Агарада кучлар системаси тенг таъсир етувчига ега бўлса, бу тенг таъсир етувчининг ихтиёрий марказга нисбатан моменти, уни ташкил етувчи кучлардан шу марказга нисбатан олинган моментларнинг алгебраик йиқъиндисига тенг бўлади.

Фараз қилайлик $\boldsymbol{\Phi}_1$, $\boldsymbol{\Phi}_2$, $\boldsymbol{\Phi}_3$ … кучлар системаси О нуқтага қўйилган тенг таъсир етувчига келтирилади..

Бундай система мувозанатда бўлмайди ($\boldsymbol{P} \neq 0$). Бу системани ***Ръ***, куч билан мувозанатлаймиз, у $\boldsymbol{P}$,тенг таъсир етувчига тенг бўлиб унинг таъсир чизиғи бўйлаб қарама-қарши томонга ёъналган бўлади (икки куч ҳақидаги аксиома).

Сҳундай қилиб ***Ф***1, ***Ф***2, ***Ф***3 … кучлар системаси ва мувозанатловчи ***Ръ*** билан биргаликдаги мувозанатда бўлади ва мувозанат тенгламасини қаноатлантиради, масалан: $\sum M_{iA} + M_A(R) = 0$

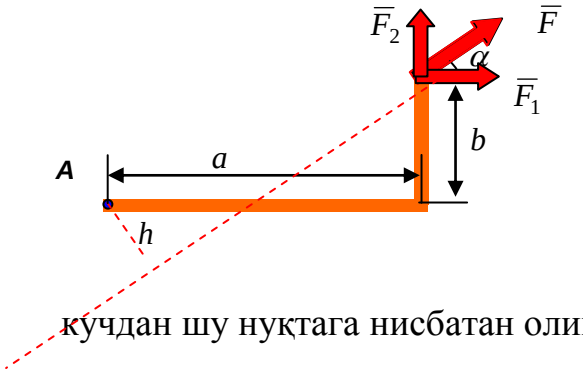
***Ръ* куч, *Р* тенг таъсир етувчига тенг ва унинг таъсир чизиғи бўйлаб қарама-қарши томонга ёъналганлиги *учун* *МА*(*Ръ*) = - *МА*(*Р*). Бу тенгликни мувозанат тенгламасига қўйсак:**

$\sum M_{iA} + M_A(R') = 0$ **ёки** $M_A(R) = \sum M_{iA}$

Тенг таъсир етувчининг моменти ҳақидаги теоремани қўлланишига доир мисоллар:

1. Куч йелкасини ҳисоблаш қийин бўлган ҳолда, нуқтага нисбатан куч моментини ҳисоблаш: Масалан.

$\sum X_i = 0;$
$\sum M_{iB} = 0;$
$\sum M_{iA} = 0$



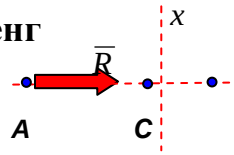
Ф Кучни Φ_1 ва Φ_2. ташкил етувчиларга ажратамиз. У ҳолда ***Ф*** кучнинг А нуқтага нисбатан моменти ҳар бир кучдан шу нуқтага нисбатан олинган моментлар йиғиндисига тенг бўлади:

$$M_A(F) = -F_1 b + F_2 a = -(F\cos\alpha)b + (F\sin\alpha)a$$

2. ИИ, ИИИ тур мувозанат тенгламаларининг чекланганлигини зарурлигини исбо$\sum M_{iA} = 0$ арда бўлса у ҳолда система тенг таъсир етувчига келтирилади, буни учун у А нуқтадан ўтиши керак, чунки унинг (шу нуқтага нисбатан) моменти нолга тенг бўлиши керак (Варинвон теоремаси)

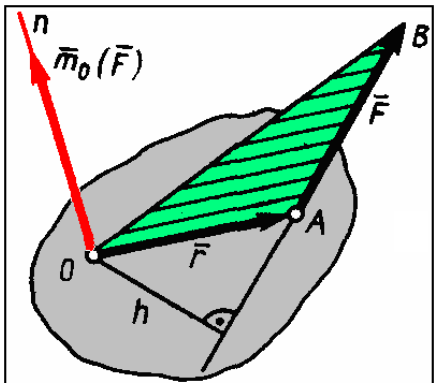
Агарда $\sum M_{iB} = 0$, бўлса, у ҳолда тенг таъсир етувчи Б нуқта орқали ўтиши керак..

Бунда тенг таъсир етувчининг АБ тўғри чизиққа перпендикуляр ўқидаги проексияси ва АБ Тўғри ётувчи нуқтага нисбатан тенг таъсир етувчининг моменти айнан нолга тенг бўлади (тенг



таъсир етувчининг ихтиёрий қиймати).

Кучнинг нуқтага нисбатан моменти вектор қиймат бўлиб, у куч қўйилган нуқтанинг радиус вектори билан куч векторининг вектор кўпайтмасига тенг, яъни



3.1 shakl

$$\bar{m}_м(\bar{F}) = \bar{r} \times \bar{F} \qquad (3.1)$$

Ф-кучининг декарт координата ўқлари марказига нисбатан олинган моментлари, қуйидаги формуладан аниқланади (3.1 шакл),

$$\bar{m}_м(\bar{F}) = \bar{r} \times \bar{F} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ x & y & z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} =$$

$$= (y \cdot F_z - z \cdot F_y)\bar{i} + (z \cdot F_x - x \cdot F_z)\bar{j} + (x \cdot F_y - y \cdot F_x)\bar{k}$$

Ушбу формулалардан фойдаланиб, Ох, Оу ва Оз ўқларга нисбатан олинган моментларни ёзамиз,

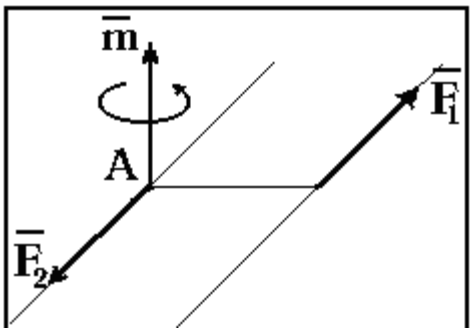
$$m_{мx}(\bar{F}) = (y \cdot F_z - z \cdot F_y)$$
$$m_{му}(\bar{F}) = (z \cdot F_x - x \cdot F_z)$$
$$m_{мz}(\bar{F}) = (x \cdot F_y - y \cdot F_x) \qquad (3.2)$$

ЙУқоридагиларни аниқлагандан сўнг м-вектор моментнинг модулини аниқлаш учун, Пифагор теоремасидан фойдаланамиз.

$$M = \sqrt{m_{мx}^2 + m_{му}^2 + m_{мz}^2} \qquad (3.3)$$

Жуфт куч. Жуфт кучнинг моменти.

Ёналишлари қарама қарши, сон қийматлари ўзаро тенг ва таъсир чизиқлари параллел бўлган иккита куч, жуфт куч (ёки жуфт) дейилади.

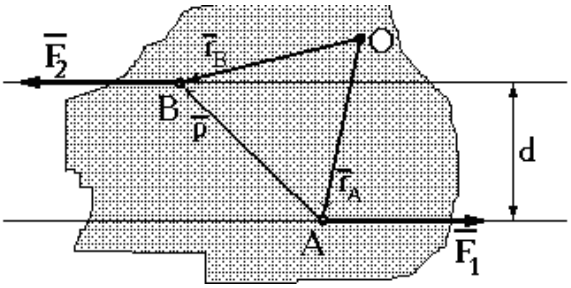


3.2 shakl

Бундай кучларни қўшиб бўлмайди, яъни уларнинг тенг таъсир етувчиси бўлмайди, бундай кучлар системаси шундайлигича сақланиб қолинади ва уларни жуфт кучлар дейилади.

Жуфтнинг моменти деб, жуфтларни ташкил етувчи кучларнинг бирортасининг модулини, жуфтнинг елкасига кўпайтмасига айтилади (3.2 а шакл). Жуфтнинг елкаси деб шу кучларнинг таъсир чизиқлари орасидаги енг қисқа масофага айтилади.

$$m(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = \pm F_1 \cdot d \quad (3.4)$$



3.2 shakl

бу йерда д - жуфтнинг елкаси.

Жуфт куч моменти ҳам вектор қиймат ва у вектор момент, жуфт жойлашган теккисликка перпендикуляр равишда ёъналган бўлиб, унинг учидан қараганимизда, жуфт куч жисмни соат стрелкасига тескари ёъналишда айлантираётганлигини кўришимиз зарур, акс ҳолда у манфий ишора билан белгиланади (3.3 б шакл).

Жуфтнинг моментини асосий хусусияти шундаки, уни ихтиёрий олинган нуқталарга нисбатан моментлари бир бирига тенг бўлади, шунинг учун жуфтнинг моментини қайси нуқтага нисбатан олинаётганлиги белгиланмайди (юқоридаги формулага еътибор беринг), яъни

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

ва ҳоказо.

Буни исбот қилайлик (3.2 б шаклга қаранг). Бунинг учун О марказдан Φ_1 ва Φ_2 кучлар қўйилган А ва Б нуқталарга радиус векторлар ўтказайлик ва ҳар бир кучнинг вектор моментини алоҳида - алоҳида аниқлаб, уларни қўшайлик, яъни

$$\overline{m}_м(\overline{F}_1) + \overline{m}_м(\overline{F}_2) = \bar{r}_A \times \overline{F}_1 + \bar{r}_B \times \overline{F}_2$$

Лекин (шаклга қаранг) $\bar{r}_B = \bar{r}_A + \bar{\rho}$ бўлгани учун, буни юқоридаги тенгламага қўйиб, ихчамлаштирсак, қуйидагини оламиз,

$$\overline{m}_м(\overline{F}_1) + \overline{m}_м(\overline{F}_2) = \bar{r}_A \times \overline{F}_1 + (\bar{r}_A + \bar{\rho}) \times \overline{F}_2 = \bar{r}_A \times \overline{F}_1 + \bar{r}_A \times \overline{F}_2 + \bar{\rho} \times \overline{F}_2$$

$\overline{F}_2 = -\overline{F}_1$ еканлигини еътиборга олсак

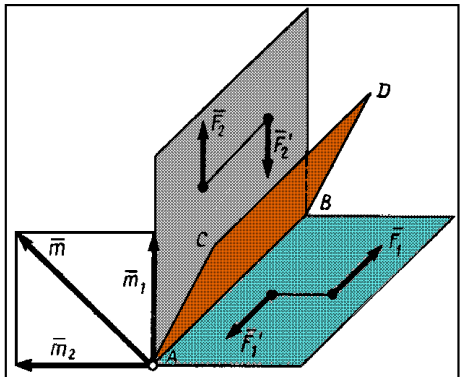
$$\overline{m}_м(\overline{F}_1) + \overline{m}_м(\overline{F}_2) = \bar{r}_A \times \overline{F}_1 - \bar{r}_A \times \overline{F}_1 + \bar{\rho} \times \overline{F}_2 = \bar{\rho} \times \overline{F}_2$$

ни ҳосил қиламиз, яъни А ва Б нуқталарнинг радиус векторлари юқоридаги формулада умуман иштирок етмадилар, шуларни еътиборга олсак,

$$\overline{m}\ (\overline{F}_1, \overline{F}_2) = \overline{\rho} \times \overline{F}_2 = -\overline{\rho} \times \overline{F}_1$$

ни ёзамиз, яъни жуфтнинг моменти ҳамма нуқталар учун бирхил сон қийматга ега еканлигини аниқладик.

4.1 масала. Қаттиқ жисмга ўзаро перпендикуляр бўлган текисликларда жойлашган $\overline{F}_1, \overline{F}_1'$ ва $\overline{F}_2, \overline{F}_2'$ - кучлардан ташкил топган иккита жуфт куч таъсир етмоқда (3.3 шакл). Ҳар бир жуфт моментининг модули 30 Н×м га тенг. Шу жуфтларнинг йиғиндиси аниқлансин.



Йечиш. Жуфтлар жойлашган текисликларнинг кесишган чизиғида жойлашган ихтиёрий А нуқтага $\overline{m}_1$ ва $\overline{m}_2$ векторларни тегишли ёъналишларда қўямиз. Сўнгра уларни геометрик усулда қўшиб, йиғинди векторни аниқлаймиз, яъни $\overline{m} = \overline{m}_1 + \overline{m}_2$. Демак шу икки жуфтга еквивалент бўлган битта жуфт, шу $\overline{m}$-векторга перпендикуляр бўлган АВСД текисликда жойлашиб, моментининг модули $m = 30\sqrt{2}\ \text{Н} \cdot \text{м}$ га тенг бўлар екан.

Таянч сўз ва иборалар: *Кучнинг моменти, нуқтага нисбатан куч моменти, ўққа нисбатан куч моменти, кучнинг елкаси, тенг таъсир етувчи кучнинг моменти ҳақидаги теорема, куч моментининг векторлиги, Жуфт кучлар, жуфтларнинг елкаси, жуфтларнинг моменти, еквивалент жуфтлар, жуфтларни қўшиш*

Тавсия етиладиган адабиётлар рўйхати

1	Н.С.Бибутов	Техникавий механика, “Янгиёъл полиграф сервис” Тошкент, 2008 йил
2	Р.Каримов, А.Солиев	Техникавий механика, Тошкент. “Фан ва технологиялар” 2005 йил
3	А.Жўраев ва бошқалар	Техникавий механика, “Фан ва технологиялар”, Тошкент, 2007 йил
4	М.М.Муродов ва бошқалар	Назарий механика, Бухоро, “Истиқлол” 2004 йил
5	А.А.Ердеди ва бошқалар	Техник механика. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1987 йил
6	Ҳ.Ҳ.Усмонхўжаев	Механизм ва машиналар назарияси. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1981 йил
7	А.Набиев	Техник механика Тошкент “Янги аср АБлоди” нашриёти. 2008 йил

8	Н.С.Бибутов, М.М.Муродов	Амалий механика, Касб–ҳунар коллежлари учун дарслик. Тошкент. “Узинкоммарказ”, 2003 йил
9	Н.С.Бибутов	Техник механикадан амалий машғулотлар Тошкент, Илм–зиё. 2006 йил