

MA'RUZA-12

Ma'ruza mavzusi:	MASHINANI BARQAROR HARAKATI NAZARIYASIGA OID ASOSIY TUSHUNCHALAR
Reja	1. Mexanizmni harakatlantiruvchi kuch R_{xk} yoki momentlar $M_{x,k}$ 2. Mexanizmga ta'sir qiladigan foydali qarshilik kuchlari 3. Mashina agregatining harakat tenglamasi

Mashina va mexanizmlar dinamikasining asosiy masalalari va harakat tenglamasi

Mashina va mexanizmlarning dinamik hossalari o'rganish ular qismlarining chidamliligini oshirish, sarflanadigan metalni va harakatga keltirish uchun sarflanadigan energiyani tejash, eng muhimi mashinalarning ish unumini oshirish metodlarini yaratishdir. Buning uchun mexanizm bo'g'inlariga ta'sir qiladigan kuchlarning kattaligini, xarakterini va kinematik juftlardagi bo'g'inlarning bir-biriga bosimini aniqlash zarur. Mexanizm bo'g'inlariga ta'sir qiladigan kuch texnologik protsessga sarf qilinadigan quvvatga, mexanizmning tuzilish sxemasiga va harakat tezligiga qarab aniqlanadi. Bo'g'inlarga ta'sir qiladigan kuchlarni bilgan xolda yetakchi bo'g'inga qo'yilgan butun mexanizm sistemasi kuchlarning o'rnini bosadigan keltirilgan kuch P_k ni yoki keltirilgan moment M_k ni topish mumkin.

Keltirilgan momentni yoki keltirilgan kuchni texnologik protsessga bog'liq holda mashina yoki mexanizm uchun berilgan texnologik protsessni bajara oladigan quvvatga va tezlikka ega bo'lgan elektrik dvigatel tanlash mumkin. Mashinaga ta'sir etadigan barcha kuchlar asosan quyidagicha 6 ta gruppalariga bo'linadi.

1. Mexanizmni harakatlantiruvchi kuch P_{xk} va uning momenti $M_{x,k}$

Ularning yo'nalishi tezlik yo'nalishida bo'lib, bajargan ishi hamma vaqt musbat deb olinadi. Masalan, ichki yonuv dvigatelida silindr ichidagi gaz bosimi

porshenni suruvchi, ya'ni mashinani harakatga keltiruvchi kuch bo'lib, uning o'zgarish qonuni $R(S)$ ni indikator diagrammada qurish mumkin. Bu kuchning musbat qiymatli quvvati gazning kengayish davrida bo'lib:

$$N_{x.k} = P_{x.k} * v_1 = P * v \frac{\pi * d^2}{4}, \text{Vatt.}$$

bu yerda v — porshening gaz kengayish davridagi tezligi:

d — porshening diametri; R — bosim.

Indikator diagramma eksperimental yo'l bilan yoki hisoblash yo'li bilan chizilgan bo'lishi mumkin.

2. Mexanizmga ta'sir qiladigan foydali qarshilik kuchlari

$P_{\phi.k}$ yoki momentlari $M_{\phi.k}$ mashina texnologik protsessini bajarish davrida qarshilikka uchraydi. Masalan: metall yoki yog'och kesish stanoklarida kesish operatsiyasi ma'lum kuch sarf qilishni taqozo qiladi, ya'ni qarshilik ko'rsatadi. Bu qarshilikni engish uchun sarf bo'ladigan kuch yoki moment tegishlicha foydali kuch yoki foydali moment deb ataladi.

Mashina va mexanizmning vazifasi ana shu texnologik protsessi bajarish yoki foydali qarshilikni yengishdir. Mashina texnologik protsessini analiz (taxlil) qilish foydali kuch ($P_{\phi.k}$) ni yoki foydali moment ($M_{\phi.k}$) ni yul (S) ga, tezlik (v) ga, ba'zan tezlanish (a) ga nisbatan topishdir.

Og'irlik kuchlari.

Mashina yoki mexanizm tarkibidagi bo'g'inlarning og'irliq kuchlari G . Ba'zan bo'g'inning og'irligi kinematik juftlariga katta ta'sir ko'rsatadi. Mashinaning gorizontalka nisbatan harakat qiluvchi qismlarining ogirlik markazlari o'zgaranda og'irlik kuchlarining bajargan ishlari xam o'zgarib boradi. Bo'g'in oraliq kuchlarining yo'nalishi mexanizmni harakatga keltiruvchi kuch yo'nalishiga mos kelsa, musbat ish, teskari qilganda esa manfiy ish bajariladi.

Zararli qarshilik kuchlari.

Mashina va mexanizmning harakati vaqtida hosil bo'ladigan zararli qarshilik kuchlari $P_{z.k}$ ёки $M_{z.k}$ mashina harakati davrida kinematik juftlar oraligida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchlari va ishqalanish kuch momentlari yoki bo'g'inga ta'sir qiluvchi tashqi muhit (masalan, havo, suv va x.k. lar) kuchlaridir. Bu kuchlarning yo'nalishiga teskari bo'lib, bajargan ishlari manfiydir.

Ishqalanish kuchlari yoki momentlari friksion uzatmalarda harakatlantiruvchi kuch bo`lib, uning bajargan ishi musbat bo`ladi.

Elastiklik kuchlari.

Mashina va mexanizmlarning bo`g`inlari deformatsiyalanishi natijasida elastiklik kuchi $P_{\phi, \kappa}$ yoki moment $M_{\phi, \kappa}$ paydo bo`ladi. Bu kuchlar ba'zan energiyani o`ziga olib, so`ngra uni mashinani harakatlantirishga sarflaydi. Bunga prujining bajargan ishi misol bo`lishi mumkin.

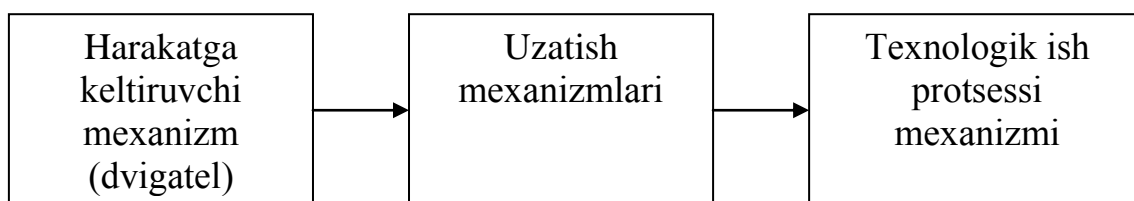
Inertsiya kuchlari va ularni momentlari.

Mashina bo`g`inlarining egri chiziqli va o`zgaruvchan tezlikdagi harakatlari vaqtida inersiya kuchlari va inersiya kuch momentlari hosil bo`ladi. Mashina qismlari o`zgaruvchan tezlik bilan egri chiziqli harakat qilsa, uning bo`g`inlarida inersiya kuchlari hosil bo`lib, tezliklarning o`zgarishi katta bo`lganda bu kuchlar yanada ortadi. Tezlik o`zgarmas bo`lganda ilgariharakatda inertsiya kuchi paydo bo`lmaydi. Tez ishlaydigan mashinalarda inersiya kuchlarini hisobga olish dinamik hisoblarning asosiy masalasi hisoblanadi.

Mashinani harakatga keltiruvchi mexanizmdan texnologik protsessni bojaruvchi mexanizmga uzatish moslamasi *mashina agregati* deyiladi (1-rasm).

Yuqorida keltirilgan sxema (1- rasm) ga ko`ra harakatga keltiruvchi kuchlarning mashina agregati uchun matematik quvvat ifodasi quyidagi ko`rinishda bo`ladi:

$$N_{x,\kappa} = N_{\phi,\kappa} + N_{u,\kappa} + N_G + N_{\Delta,\kappa} + N_{u,\kappa}$$



1-rasm

$$N_{x,\kappa} = M_{x,\kappa} * \varpi_i \quad N_{u,\kappa} = \left[\sum P_{u,\kappa} * v_i + \sum M_{u,\kappa} * \varpi_i \right]$$

$$N_{x,\kappa} = N_{\phi,\kappa} + N_{u,\kappa} =$$

$$\left[\sum P_{\phi,\kappa} * v_i + \sum M_{\phi,\kappa} * \varpi_i + \sum P_{u,\kappa} * v_i + \sum M_{u,\kappa} * \varpi_i \right]$$

- bu yerda $N_{\phi\kappa}$ —foydali ishga sarf bo`ladigan quvvat;
 $N_{u\kappa}$ —ishqalanish kuchiga sarflanadigan quvvat;
 N_G —o`g`irlik kuchiga sarflanadigan quvvat;
 $N_{\varepsilon\kappa}$ —elastiklik kuchiga sarflanadigan quvvat;
 $N_{\kappa u u, \kappa}$ —inersiya kuchiga sarflanadigan quvvat.

3. Mashina agregatining harakat tenglamasi

Mashinaning harakat tenglamasi, moddiy nuqtalar sistemasi kinetik energiyasining o`zgarishi teoremasi yordamida ifodalanishi mumkin. Kinetik energiyaning o`zgarish teoremasi qonuni fizika va nazariy mexanikadan ma'lum, buning ta'rifi quyidagicha. Biror vaqt ichida moddiy nuqta kinetik energiyasining o`zgarishi shu vaqt ichida nuqtaga quyilgan quchlarning bajargan ishlari yig`indisiga teng, ya'ni:

$$\sum_{i=1}^n E_i - \sum_{i=1}^n E_0 = \sum_{i=1}^n \frac{m_i v_1^2}{2} - \sum_{i=1}^u \frac{m_i v_0^2}{2} = \sum_{i=1}^u A_i \quad (1)$$

Bunda E_0 —boshlang`ich kinetik energiya;

E_i —so`ngi kinetik energiya;

m_i —nuqtaning massasi;

v_1^2 —nuqtaning boshlang`ich tezligi;

v_0^2 —nuqtaning oxirgi tezligi;

$\sum A_j$ —moddiy nuqtalar sistemasiga quyilgan kuchlar ishining yig`indisi.

U quyidagicha ifodalanadi:

$$\sum A_i = A_{x\kappa} - A_{\phi\kappa} - A_{\varepsilon\kappa} + A_G + A_{\varepsilon\kappa}$$

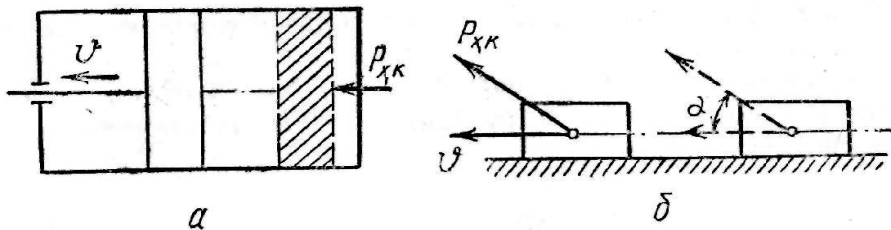
Bundan (1) tenglama quyidagi ko`rinishni oladi:

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i}{2} - \sum_{i=1}^n \frac{m_i v_0}{2} = A_{xk} - A_{\phi k} - A_G \pm A_{\text{э}k} - A_{3k} \quad (2)$$

Bu yerda A_{xk} — harakatlantiruvchi kuchning bajargan ishi bo`lib, harakat beruvchi mexanizmning ishlash prinsipiga qarab aniqlanadi;

$A_{\phi k}$ — foydali qarshilik kuchining bajargan ishi, u harakatlantiruvchi kuchga teskari yunalishdadir;

A_{3k} — zararli qarshilik kuchining bajargan ishi;



2-rasm

A_G — og`irlik kuchining bajargan ishi;

$A_{\text{э}k}$ - elastiklik kuchining bajargan ishi.

Masalan, ichki yonuv dvigateli porshenining bajargan ishi butun mashinani ishga soladi. Bu ish porshenning qanday bosim kuchi bilan vaqtga nisbatan so`rilish masofasiga bog`liq. (2-rasm, a va b)

yoki

$$A_{xk} = P_{xk} \bullet S \cos(\overline{PS})$$

$$A_{xk} = P_{xk} \bullet S \cos \alpha$$

Harakatlantiruvchi kuchning yunalishi harakat yo`nalishi bilan bir xil ($\alpha = 0$) bo`lsa, u holda kuchning bajargan ishi maksimal qiymatga ega bo`ladi

(2-rasm, a), ya'ni: $A_{xk} = P_{xk} \bullet S$

Foydali qarshilik kuchini yengish mashinalarda texnologik ish bajarish demakdir. Masalan, metall qirqish stanogida texnologik ish protsessi metallni keskich yordamida

qirqishdir. Bu texnologik protsessda bajarilgan ish keskichning metall qarshiligini yengib o'tgan yo'li bilan aniqlanadi:

chunki

$$A_{\phi.\kappa} = P_{\phi.\kappa} * S_{cos}(PS) = -P_{\phi.\kappa} * S_{cos}(PS) = 180^0 - 1$$

A_G ning bajargan ishi mashina bo'g'inlarining ogirligiga bog'liq. bo'lib, agar bo'g'in pastga qarab harakatlansa harakatlantiruvchi kuch, aksincha, yuqoriga qarab harakatlansa qarshilik kuchi vazifasini bajaradi. Uning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$A_G = \pm G + h$$

$A_{3\kappa}$ ning bajargan ishini xisoblashda, mashinaning harakat tenglamasini tuzishda bo'g'inlar qattiq deb qaraladi. Bo'g'inlarning elastik deformatsiyalanishini aniqlash metodlari bilan mashina va mexanizmlar parametrlarini eksperimental tekshirish bobida tanishtiriladi.

(2) tenglamaga mashinaning shi holatidagi harakat tenglamasi deb ataladi.

Agar mashina qismlarining harakati davriy bo'lsa, A_G va $A_{3\kappa}$ larni xisobga olmasa xam bo'ladi. U xolda (2) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\sum_{i=1}^u \frac{m_i v_i^2}{2} - \sum_{i=1}^u \frac{m_i v_0^2}{2} = A_{x.\kappa} - A_{\phi.\kappa} - A_{3.\kappa} \quad (3)$$

(3) tenglama taxlil qilinib, xar qanday mashina harakatida uch asosiy davr (3-rasm) borligi aniqlanadi. Ular quyidagicha:

1. Mashinaning tezlash davri — t_1
2. Mashinaning barqaror yurish davri — t_2
3. Mashinaning to'xtash davri — t_3

Quyida har bir davr bilan alohida- alohida tanishib chiqiladi.

1. Mashinaning tezlash (yurgizilish) davrida uning boshlangich tezligi nolga teng ($v_0 = 0$); kineitk energiyasi ham nol (bo'lganligidan (3) tenglama quyidagi rasmga keladi:

$$\left(\sum \frac{m_i v_0^2}{2} = 0 \right)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i^2}{2} = A_{x.k} - A_{\phi.k} - A_{3.k}$$

bundan

$$\sum \frac{m_i v_i^2}{2} + A_{\phi.k} + A_{3.k} = A_{x.k} \quad (4)$$

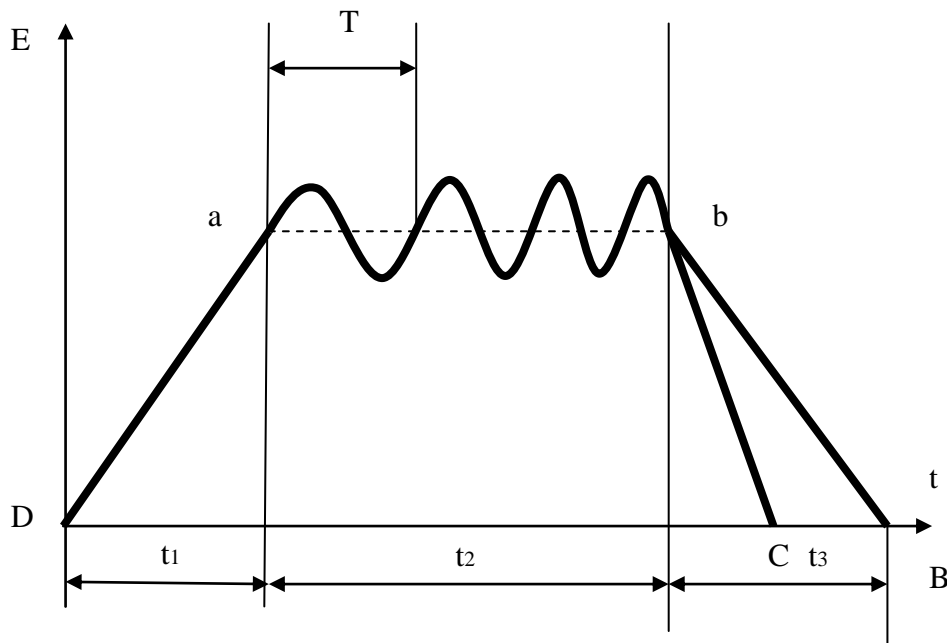
Bundan shunday hulosa chiqarish mumkin: (4) tenglama mashinani yurgizuvchi kuchning ishidir, shu ish foydali va zararli qarshilik kuchlari bajargan ishlarning yig`indisidan kattadir, chunki bu ishning ma'lum qismi mashinani harakatlantiruvchi qismlarining normal tezlikka erishuvini ta'minlashida, inersiya kuchini engish uchun sarflanadi. Buni 3-rasmdagi 0 a grafikdan tushunish mumkin.

1. **Mashinaning barqaror yurish davri.** 3 - rasmdagi grafikning ab to`g`ri chiziqli qismi, mashina barqaror yurish davrini ifodalaydi. Mashinaning barqaror harakatida tezlik o`zgarmas, ya'ni $v_1=v_0=v$ bo`lib, kinetik energiyasining orttirmasi ham nolga teng. U holda (3) tenglama quyidagi ko`rinishni oladi:

$$A_{x.k} - A_{\phi.k} - A_{3.k} = 0$$

(5) bundan

$$A_{x.k} = A_{\phi.k} + A_{3.k}$$



3-rasm

(5) formuladan shunday xulosa chiqarish mumkin, mashinaning barqaror harakati davrida harakatlantiruvchi kuchlarning ishi foydali va zararli qarshilik kuchlari ishlarining yig'indisiga teng bo'ladi. Buni 3-rasmdagi grafikning ab gorizontol to'g'ri chizig'ida tasvirlangan sinusoida egriligining T bir davr ichidagi o'zgarishidan qurish mumkin.

4. **Mashinaning to'xtash davri.** To'xtash davrida mashinaning ohirgi tezligi nolga teng ($v_t = 0$). Natijada (3) tenglama quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$-\sum \frac{m_i v_i^2}{2} = A_{x.k} - A_{\phi.k} - A_{3.k}$$

Bunda

$$A_{x.k} > A_{\phi.k} + A_{3.k}$$

Mashinaning to'xtashi uchun $A_{3.k} = 0$ va $A_{\phi.k} = 0$ bo'lishi kerak

ya'ni;

$$\sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i^2}{2} = A_{3.k} \quad (6)$$

(6) tenglamadan kinetik energiya, harakat davrida to'plangan kinetik energiya bo'lib, to'xtash davrida zararli qarshiliklar kuchining bajargan ishini engish uchun sarflanadi. Bunda sun'iy ravishda zararli qarshilikni ko'paytirib, mashinaning to'xtash vaqtini qisqartirish mumkin. Mashinaning bosh vallariga maxsus tormozlar o'rnatish yuli bilan bu masala hal qilinadi. Masalan, avtomobilni to'xtatish uchun, avval dvigatel harakati kardan validan ajratiladi, so'ngra tormoz berib, avtomobil to'xtatiladi.

Buni 3-rasmdagi grafikning bB va bC qiya sunuvchi chiziqlarida ko'rish mumkin. BC kesma sun'iy tormozlash natijasida mashinaning to'xtash vaqti qisqarganligini ko'rsatadi.

SAVOLLAR

1. Mashinaga ta'sir etadigan kuchlarni aytib bering. quvvat balansi nima?
2. Mashina harakat tenglamasini yozib bering.
3. Mashina harakati davrlarini aytib bering.
4. Og'irlik kuchi qanday ish bajaradi?
5. Maxovikka ta'rif bering.
6. Mexanizmga ta'sir etayotgan barcha kuchlarni qaysi bo'g'inga va qanday keltiriladi?
7. Inertsiya kuchlari va ularning momentlari qanday aniqlanadi?