

13-MA`RUZA

Mashina agregatida tezlika bog`liq kuchlar ta`sirida keltirilgan bo`g`in harakatini tahlili

- Джураев А.Дж.

REJA:

- *13.1. Reduktor va maxovikli mashina agregati*
- *13.2. Mashina agregatining dinamik parametrlarini aniqlash*
- *13.3. Keltirilgan bo'g'inni harakatni differensial tenglamasini tuzish va yechish*
- *13.4. Markazdan qochma nasosning mashina agregati*
- *13.5. O'z- o'zini tekshirish savollari*

ADABIYOTLAR:

- Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин, М.: Наука, 1388. с. 421÷512.
- Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин, М.: Машиностроение. 1378. с. 280÷314.
- Колодовский М.З. Динамика машин, Л., ЛПИ. 1380. с. 87÷131.
- Левитский Н.И. Теория механизмов и машин, М.: Наука, 1379. с. 139÷291.

- **13.1. Reduktor va maxovikli mashina agregati**

- Mashina agregati yurituvchi 1 (13.1 - rasm), ishchi mashina 2, tishli reduktor 3 va maxovik 4 dan iborat. Yurituvchi momenti uchun rotorini burchak tezligiga bog'liq bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

- $Mg = a - b \cdot \omega.$

- Ishchi mashina valiga M_c doimiy qarshilik momenti qo'yilgan. Yurituvchini valini inersiya mommenti J_1 , maxovikni inersiya momenti J_M , ishchi mashina valiga o'rnatilgan inersiya momenti J_2 , reduktorning uzatish nisbati i_{12} bo'lsin. Yurituvchi valine harakat tenglamasini yexhib, burchakl tezligi va burchak tezlanishini agregatni ishga tushirish vaqtida barqaror harakatida aniqlansin. Shuningdek, barqaror harakat tezligi ω_y va jadallashish vaqti aniqlansin.

- Berilganlar:

- $a = 2 \text{ км}$

- $b = 15 \text{ ммс}$

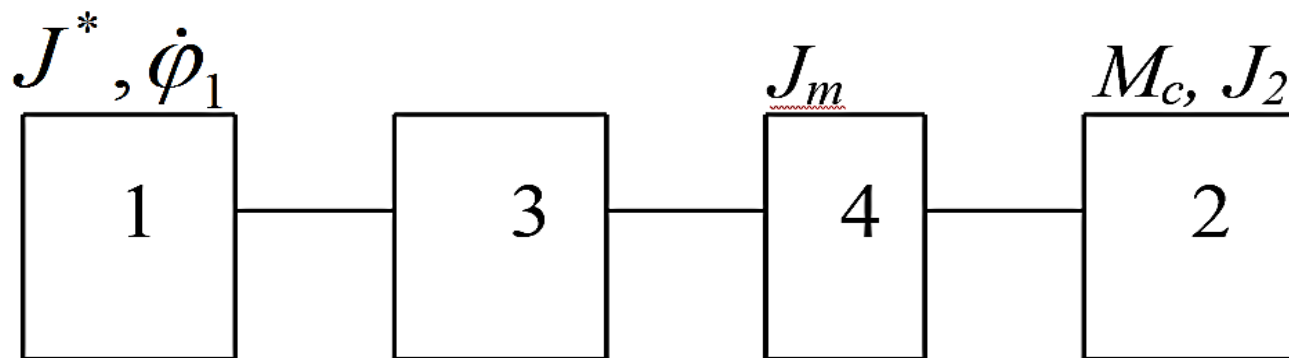
- $M_c = 150 \text{ Нм}$

$$J_1 = 0.1 \text{ кгм}^2$$

$$J_M = 1.2 \text{ кгм}^2$$

$$J_2 = 1.6 \text{ кгм}^2$$

- $/i_{12}/ = U_{12} = 2$



Mg

- 13.1 -rasm. Mashina agregatining hisoblash sxemasi.

- **13.2. Mashina agregatining dinamik parametrlarini aniqlash**

- Yurituvchi valiga keltirilgan agregatning J^* inersiya momenti J^1 yurituvchi rotor inersiya momenti, J^*_M maxovikning keltirilgan inersiya momenti va J^*_2 ishchi mashinaning valine keltirilgan inersiya momenti yig'indisidan iborat, ya'ni

- $J^* = J^1 + J^*_M + J^*_2$ (13.1)

- Ko'rilayotgan mexanizmda hama bo'g'inlarning massalari markazi ularni qo'zg'almas aylanish o'qiga to'g'ri keladi. Shuning uchun,

- $J^* = \sum J_i \left(\frac{\omega_i}{\omega} \right)^2$ (13.2)

- i_{12} reduktorni uzatish nisbati qiymatidan aniqlanadigan mexanizm bo'g'inlarini burchak tezliklari nisbati o'zgarmaydi. Shuning uchun (13.2) ga muvofiq doimiy kattalik bo'ladi. Ko'rilayotgan mexanizm uchun

- $J^* = J_1 + J_M + J_{12}^2 + J_2 \cdot i_{21} = 0.1 + 1.2 \cdot 0.5^2 + 1.6 \cdot 0.5^2 = 0.8 \text{ kgM}^2$
(13.3)

- Yurituvchining valiga keltirilgan M^* moment yurituvchi valini o'zini harakatlantiruvchi M_g moment va bu valga keltirilgan M_c^* qarshilik momenti bunda:

- $M^* = M_g - M_c^*$ (13.4)

- Ko'rilayotgan mexanizmni yuqorida bayon qilingan xususiyatlarini nazarga olib, ya'ni $V_{si}=0$ va $\omega_i/\omega = const$, keltirilgan moment uchun

$$M^* = \sum M_i \frac{\omega_i}{\omega} \quad \bullet \quad (13.5)$$

- yoki

$$\bullet \quad M^* = M_g - M_c / i_{21} / = a - v \cdot \omega - M_c \cdot U_{21}$$

$$\bullet \quad M^* = M_g - M_c / i_{21} / = (a - M_c \cdot U_{21}) - v \cdot \omega \quad (13.6)$$

- **13.3. Keltirilgan bo'g'inni harakatni differensial tenglamasini tuzish va yechish**

- Aylanuvchi keltirilgan bo'g'in uchun (18.7) harakatning umumiy tenglamasidan foydalanamiz. $J^* = \text{const}$ ni hisobga olib (18.7) tenglamaga xususiy ko'rinish beramiz:

- $J^* d\omega / dt = M^*$ (13.7)

- yoki (13.6) ni nazarga olib,

- $J^* d\omega / dt = (a - M_c \cdot U_{21}) - B \cdot \omega$ (13.8)

- Yechimlarni soddalashtirish uchun belgilarni qabul qilamiz:

- $(B - M_c \cdot U_{21}) = B$ (13.9)

- bunda

- $J^* d\omega / dt = B - B\omega$ (13.10)

O'zgaruvchilarni ajratib, so'ngra (13.10) ni integrallaymiz:

$$\int \frac{d\omega}{B - e\omega} = \int \frac{dt}{J^*} + C \quad (13.11)$$

Tenglamaning yexhimi quyidagicha bo'ladi:

$$-\frac{1}{e} \cdot \ln |B - B \cdot \omega| = \frac{t}{J^*} + C \quad (13.12)$$

Boshlang'ich shartlardan G integrallash doimiyligini aniqlaymiz.

Ko'rilayotgan masalada boshlang'ich shart agregatni ishga tushirish momenti bilan aniqlanadi, bunda $t=0$ va $\omega=0$.

(13.12) dan

$$C = -\frac{1}{e} \cdot \ln B$$

Bu ifodani (13.12) ga qo'yib, qayta o'zgartirishlardan so'ng:

$$\ln \left| \frac{B}{B - e\omega} \right| = \frac{b \cdot t}{J^*} \quad (13.13)$$

yoki

$$\left| \frac{B}{B - e\omega} \right| = e^{\frac{b \cdot t}{J^*}} \quad (13.14)$$

Bu yerdan

$$\omega = \frac{B}{e} \cdot \left(1 - e^{-\frac{et}{J^*}} \right) \quad (13.15)$$

(13.15) da B ni (13.9) ga muvofiq izlanayotgan $\omega(t)$ bog'lanishni olamiz

$$\omega = \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{e} \cdot \left(1 - e^{-\frac{et}{J^*}} \right) \quad (13.16)$$

Keltirilgan bo'g'inni $\varphi(t)$ vaqtga nisbatan burchak siljishini aniqlash uchun

(13.16) ni integrallash yetarili, bunda ω ni $\frac{d\varphi}{dt}$ tarzida tasavvur qilamiz:

$$\int d\varphi = \int \left(\frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} - \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} \cdot e^{-\frac{et}{J^*}} \right) dt + C_1 \quad (13.17)$$

Integrallash natijasida:

$$\varphi = \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} - \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} \cdot \frac{J^*}{\epsilon} \cdot e^{-\frac{et}{J^*}} + C_1 \quad (13.18)$$

C_1 integrallash doimiyligini boshlang'ich shartlaridan- $t=0$ va $\varphi=0$ ni aniqlaymiz.

Bunda (13.18) dan:

$$C_1 = \frac{J^*}{\epsilon} \cdot \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon}$$

Keltirilgan bo'g'inni $\varphi(t)$ vaqtga nisbatan burchak siljishini aniqlash uchun

(13.16) ni integrallash yetarili, bunda, ω ni $\frac{d\varphi}{dt}$ tarzida tasavvur qilamiz:

$$\int d\varphi = \int \left(\frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} - \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} \cdot e^{\frac{\epsilon t}{J^*}} \right) dt + C_1 \quad (13.17)$$

Integrallash natijasida:

$$\varphi = \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} - \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} \cdot \frac{J^*}{\epsilon} \cdot e^{\frac{\epsilon t}{J^*}} + C_1 \quad (13.18)$$

C_1 integrallash doimiyligini boshlang'ich shartlaridan- $t=0$ va $\varphi=0$ ni aniqlaymiz.

Bunda (13.18) dan:

$$C_1 = \frac{J^*}{\epsilon} \cdot \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon}$$

Bu ifodani (13.18) ga qo'yib, C_1 ni o'zgartishdan so'ng olamiz:

$$\varphi = \frac{a - M_c \cdot U_{21}}{\epsilon} \cdot \left(t + \frac{J^*}{\epsilon} \cdot e^{\frac{\epsilon t}{J^*}} - \frac{J^*}{\epsilon} \right) \quad (13.13)$$

- (13.15) va (13.13) formulalarga unga kiruvchi parametrlarning sonli qiymatlarini qo'yib, o'zgartirshlardan so'ng tegishli hisoblash formulalarini olamiz:

- $$\omega = 128.3 (1 - e^{-18.75t}) \quad (13.20)$$

- $$\varphi = 128.3 (t + 0.053 \cdot e^{-18.75t} - 0.053) \quad (13.21)$$

- Keltirilgan bo'g'inni ω_y barqaror harakat tezligini aniqlash uchun, keltirilgan M_g^* va M_c momentlar bir-biriga teng, ya'ni momentlar yig'indisi $M^*=0$. Buning asosida (13.6) formulaning o'ng tomonini nolga tenglashtirib, tenglamani ω ga nisbatan yechamiz:

- Jadallashish vaqti, ya'ni keltirish bo'g'ini ω_y burchak tezligiga yetganda (13.20) dan ω o'rniga (13.22) dan shu qiymatni qo'yib aniqlaymiz ω_y :

- $128.3 = 128.3 (1 - e^{-18.75 t})$ (13.23)

- Bilish qiyin emaski, (13.23) quyidagi shartda to'g'riroqdir:

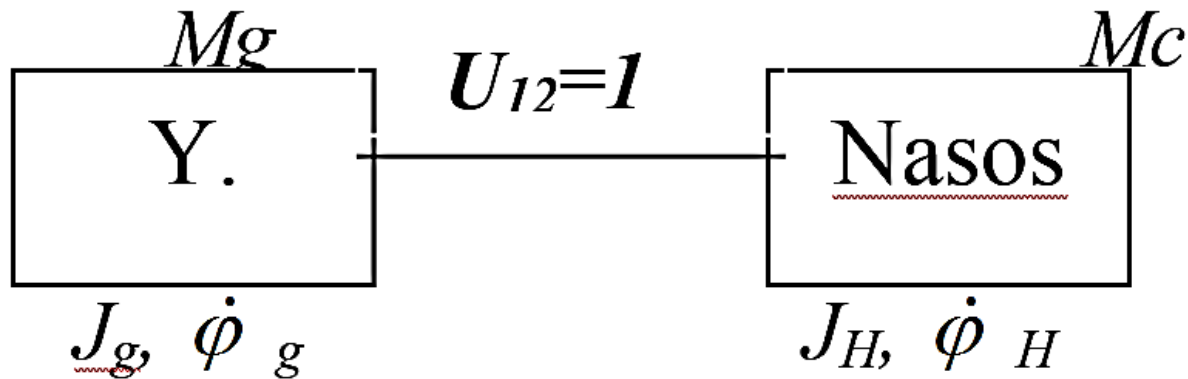
- $e^{-18.75 t} = 0$ (13.24)

- 13.24) faqat $t=\infty$ da to'g'ri bo'lgani uchun hulosalash mumkinki, agregatning jadallashishi cheksizdir, tashqi kuchlarni tezlikka bog'likligida xarakterlidir

- **13.4. Markazdan qochma nasosning mashina agregati**
- $M_g = A - B\omega$ mexanik xarakteristikaning yurituvchi markazdan qochma massasini harakatga keltiradi. Uning qarshilik momenti kam burchak tezligiga bog'liq bo'lib, $M_c = D\omega + E$ formulaga muvofiq o'zgaradi. Yurituvchi va nasosning vallari biki bog'langan. J_g nasos valining inersiya momenti. Yurituvchi valning burchak tezligi va tezlanishlarini $-\omega(t)$ va $E(t)$ vaqtga bog'liq agregatni ishga tushirishdagi bog'liqligi aniqlansin (13.2 - rasm), shuningdek, ω_y , barqaror harakat tezligi agregatni jadallashishi va sekinlashish vaqti aniqlansin.

- **Berilganlar:**

- $A=2.5 \text{ KHM},$ $E=25 \text{ HM},$
- $B=15 \text{ HMC},$ $J_g=2.5 \text{ KZM}^2,$
- $D=0.01 \text{ HMC}^2,$ $J_H=3.5 \text{ KZM}^2$



- **13.2 – rasm. Nasosli mexanizmlı mashına agregatining hisoblash sxemasi.**

- **13.5. O'z- o'zini tekshirish savollari**
- 1. Mashina agregatining tenglamasi qanday integrallanadi?
- 2. Markazdan qochma nasosni keltirilgan inersiya momentini aniqlash tartibini tushuntiring.
- 3. Mashina agregatini keltirilgan bo'g'inini burchak tezligini ifodasini yozing.
- 4. Jadallashish rejimi uchun masalani yechish tartibini keltiring.
- 5. Markazdan qochma nasosli ashine agregatini to'xtash rejimi qanday tadqiq qilinadi?