

# MA'RUZA №14

## KARNO SIKLI

### Reja:

- ✘ *Bug' - kuch qurilmalari sikllari xaqida tushunchalar.*
- ✘ *Karno sikli.*
- ✘ *Renkin sikli.*
- ✘ *Teplofikatsiya asoslari.*

Zamonaviy issiqlik energetikasida asosan bug'-kuch qurilmalaridan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda bizning davlatda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 80 % ga yaqini bug'-kuch qurilmalarida olinmoqda.

Yoqilg'ining yonishida hosil bo'ladigan issiqlikni mexanikaviy ishga aylantiradigan qurilmalar yig'indisi bug'-kuch qurilmalari deyiladi.

Bug'-kuch qurilmalarida eng ko'p ishlatiladigan ishchi jism juda ko'p va arzon bo'lgan suvdur.

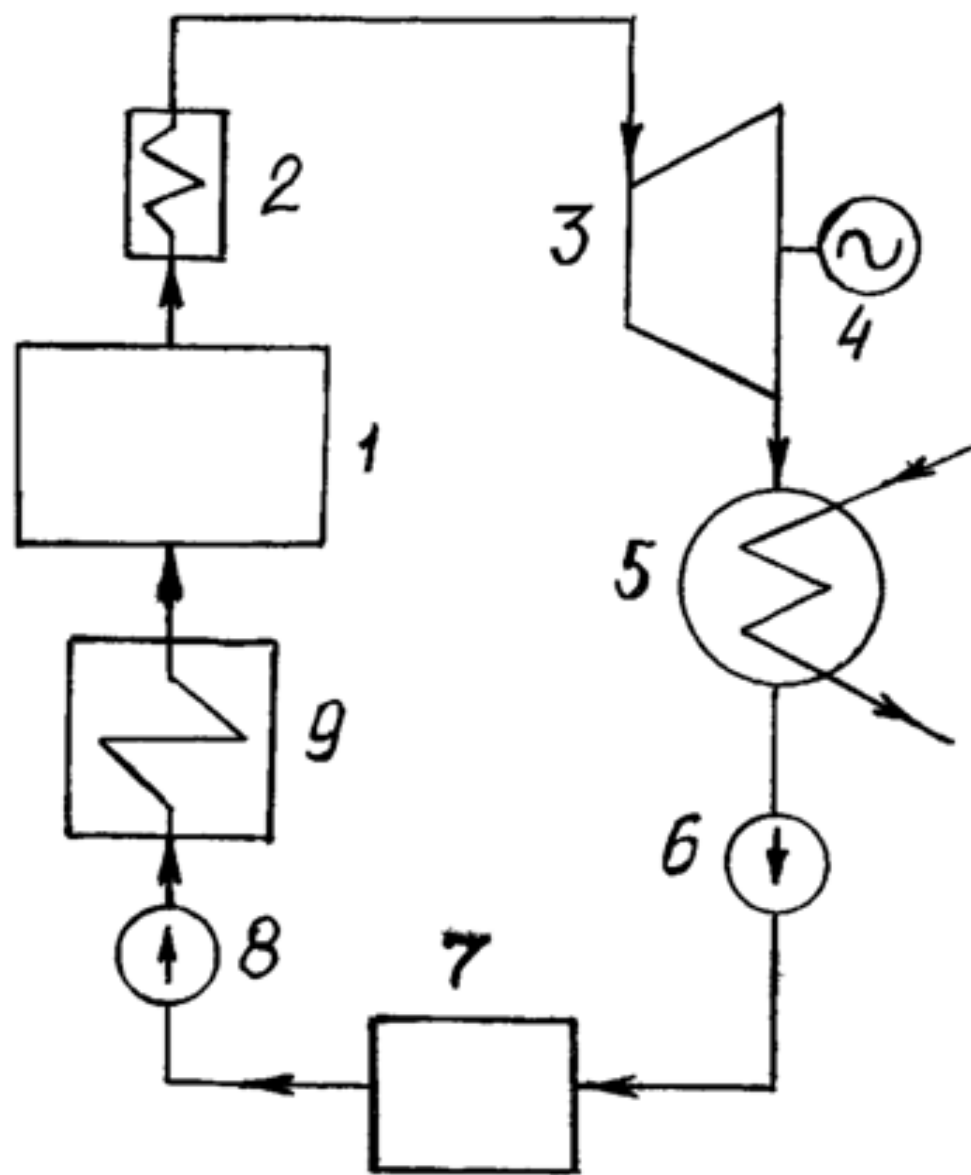
Ishchi jism sifatida bug' ishlatiladigan bug'-kuch qurilmalari ularni gazsimon ishchi jism ishlatiladigan issiqlik-kuch qurilmalaridan juda farq qildiradigan bir qator xususiyatlarga va avfzalliklarga ega.



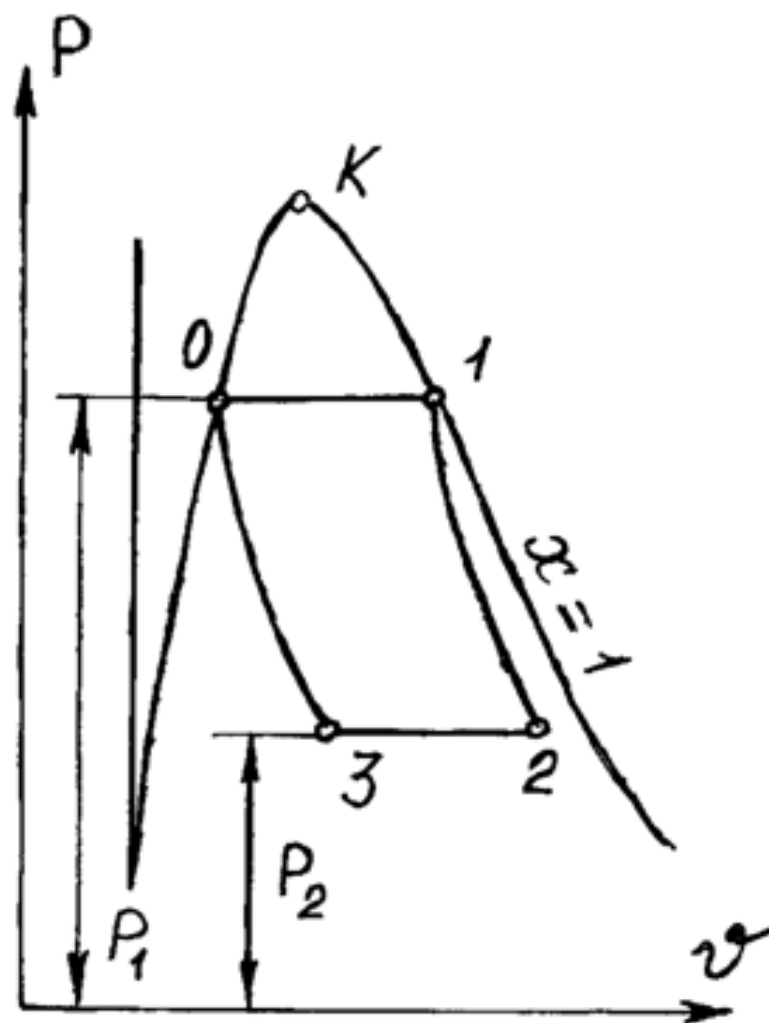
## 2 Karno sikli

Sikl davomida o'zining agregat holatini o'zgartiradigan ishchi jismdan foydalanish Karno siklini amalga oshirishga imkon beradi.

Karno sikli nam bug'da amalga oshiriladigan bug'-kuch qurilmasining sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.




1- rasm.



2-rasm.


Bug' qozoni 1-ga suvning quruqlik darajasi  $X$  kichik bo'lgan nam bug' keladi. qozon o'txonasida yoqilg'i yonishi hisobiga nam bug'ga issiqlik beriladi va bug'ning quruqlik darajasi  $X$  birga yaqin bo'lgan qiymatgacha ortadi. Bug' bug' qizdirgich 2-ga o'tadi va bu yerda belgilangan temperaturagacha qiziydi. Ishga tayyor bug' turbina 3-ga yuboriladi va turbinada kengayganida ancha katta kinetik energiyaga ega bo'lib qoladi. Turbina ish g'ildiraklarining kuraklarida bu energiya ish g'ildiraklari aylanishining kinetik energiyasiga, so'ngra esa turbina aylantiradigan elektrik generator 4 yordamida elektr energiyaga aylanadi.



Bug' turbinadan chiqib kondensator 5-issiqlik almashtirgichga kiradi, kondensatorida sovutuvchi suv yordamida bug'dan issiqlik olinadi, bug' kondensatsiyalanadi.

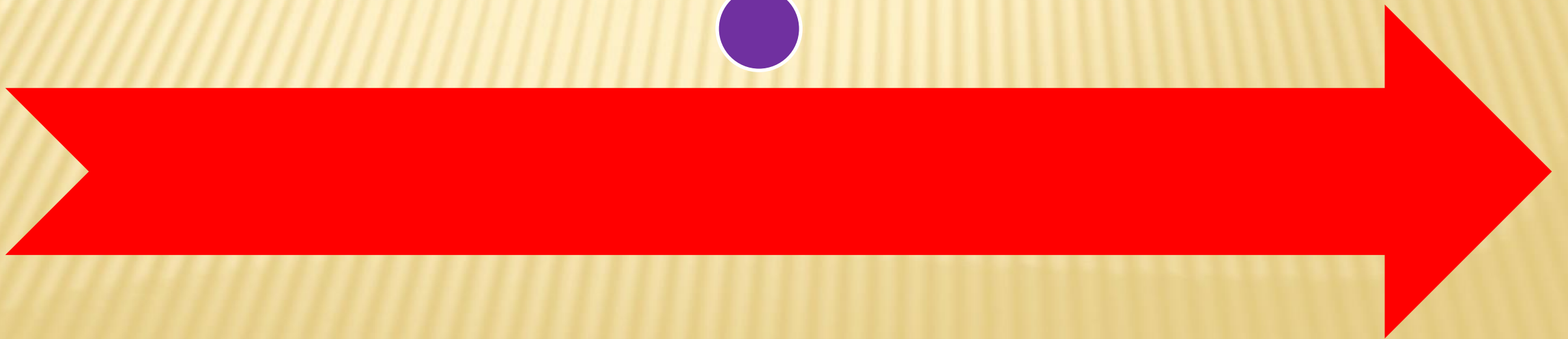


Kondensatorida bug'dan issiqlik olish protsessi o'zgarmas bosimda amalga oshiriladi.



So'ngra kondensat nasos 6 bilan ta'minlovchi bak 7-ga tushadi. Ta'minlash nasosi 8 ta'minlovchi suvning bosimini berilgan qiymatgacha oshirib, qizdirgich 9 orqali yana qozonga uzatib beradi

To'yingan bug' uchun Karno sikli 2-rasmda tasvirlangan. Nuqta  $O$   $R_1$  bosimda qaynayotgan suvning boshlang'ich holatini bildiradi. Bug'ga issiqlik  $q_1$  berilishi  $0-1$  izobara-izoterma bo'yicha, bug' turbinasida kengayish protsessi  $1-2$  adiabat bo'yicha boradi. Bu protsessda bug'ning temperaturasi  $T_1$  dan  $T_2$  gacha va quruqlik darajasi  $X$  gacha kondensatsiyalanadi. Bu  $2-3$  protsessda nam bug'dan issiqlik olinadi. Bug' kompressor yordamida  $3-0$  adiabat bo'yicha o'zining dastlabki holatigacha siqiladi.



Karno sikli bo'yicha ishlaydigan issiqlik bug'-kuch qurilmasi bug' qozoni (0-1 protsess), bug' turbinasi (1-2 protsess), kondensator (2-3) va kompressordan (3-0 protsess) iborat bo'ladi.

Nam bug'da amalga oshiriladigan Karno siklining f.i.k. quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{(i_1 - i_0) - (i_2 - i_3)}{i_1 - i_0} \quad (14.1)$$

### 3 Renkin sikli

Bug'-kuch qurilmasining ideal sikli Renkin siklidir. Bu siklda bosim  $R_2$  dan bosim  $R_1$  gacha zichligi kam bo'lgan bug' emas, balki suv siqiladi. Suvni kondensatordan qozonga yuborish va bir yo'la uning bosimini ko'tarish uchun kompressorlar emas, balki tuzilishi jihatdan ixcham va sodda bo'lgan, yuritilishiga juda kam energiya sarflanadigan nasoslar ishlatiladi.



Renkin siklining  $R\vartheta$  - diagrammada tasvirlanishi 3-rasmda, TS - diagrammada tasvirlanishi 4-rasmda ko'rsatilgan.

Nuqta 3 qozondagi suvning boshlang'ich holatini bildiradi. 3-4 chizig'i suvga o'zgarmas  $R_1$  bosimda issiqlik keltirilishi natijasida qaynash temperaturasi gacha qizishini bildiradi. 4-5 protsessida nam bug' hosil bo'ladi. Bu protsesslar bug' qozonida sodir bo'ladi.

So'ngra 5-6 protsessida to'yingan nam bug'-bug' o'ta qizdirgichda to'yingan quruq bug'ga aylanadi va 6-1 protsessida to'yinish temperaturasi dan ortiq temperaturagacha qizdiriladi. O'ta qizdirilgan bug' - bug' turbinasida 1-2 chiziq bo'yicha adiabatik-kengayadi va ish bajaradi.

Parametrlari  $R_2, t_2$  bo'lgan ish bajargan bug' kondensatorga sovitkichga tushadi, bu yerda o'zgarmas bosim  $R_2$  da bug'dan issiqlik olib ketiladi va bug' 2-2' chizig'i bo'ylab kondensatlanadi. 2'-3 protsessida kondensat nasos yordamida yana bug' qozoniga uzatib beriladi.

Renkin siklining termik f.i.k. umumiy tenglamaga ko'ra:

$$\eta_t = \frac{(q_1 - q_2)}{q_1}$$

Siklda solishtirma issiqlik miqdori  $q_1$  3-4, 4-6, 6-1 protsesslarida o'zgarmas  $R_1$  bosimda beriladi va ishchi jismning protsess boshi va oxiridagi entalpiyalari ayirmasiga teng bo'ladi:

$$q_1 = i_1 - i_3$$

Siklda olinadigan solishtirma issiqlik miqdori kondensatorida izobara bo'yicha sodir bo'ladi:

$$q_1 = i_2 - i_2'$$

U holda Renkin siklining f.i.k. quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\eta_t = \frac{(i_1 - i_3) - (i_2 - i_{2'})}{i_1 - i_3} = \frac{(i_1 - i_2) - (i_3 - i_{2'})}{i_1 - i_3} \quad (14.2)$$

Suvni nasos bilan adiabatik siqib qozonga uzatishda quyidagicha ish sarf bo'ladi:

$$i_H = i_3 - i_{2'}$$

Suv amalda siqilmaydigan modda bo'lgani uchun 2' - 3 protsessda  $\mathcal{G} = \text{const}$

$$i_H = i_3 - i_{2'} = \int_{p_2}^{p_1} \mathcal{G} \delta p = \mathcal{G}(p_1 - p_2)$$

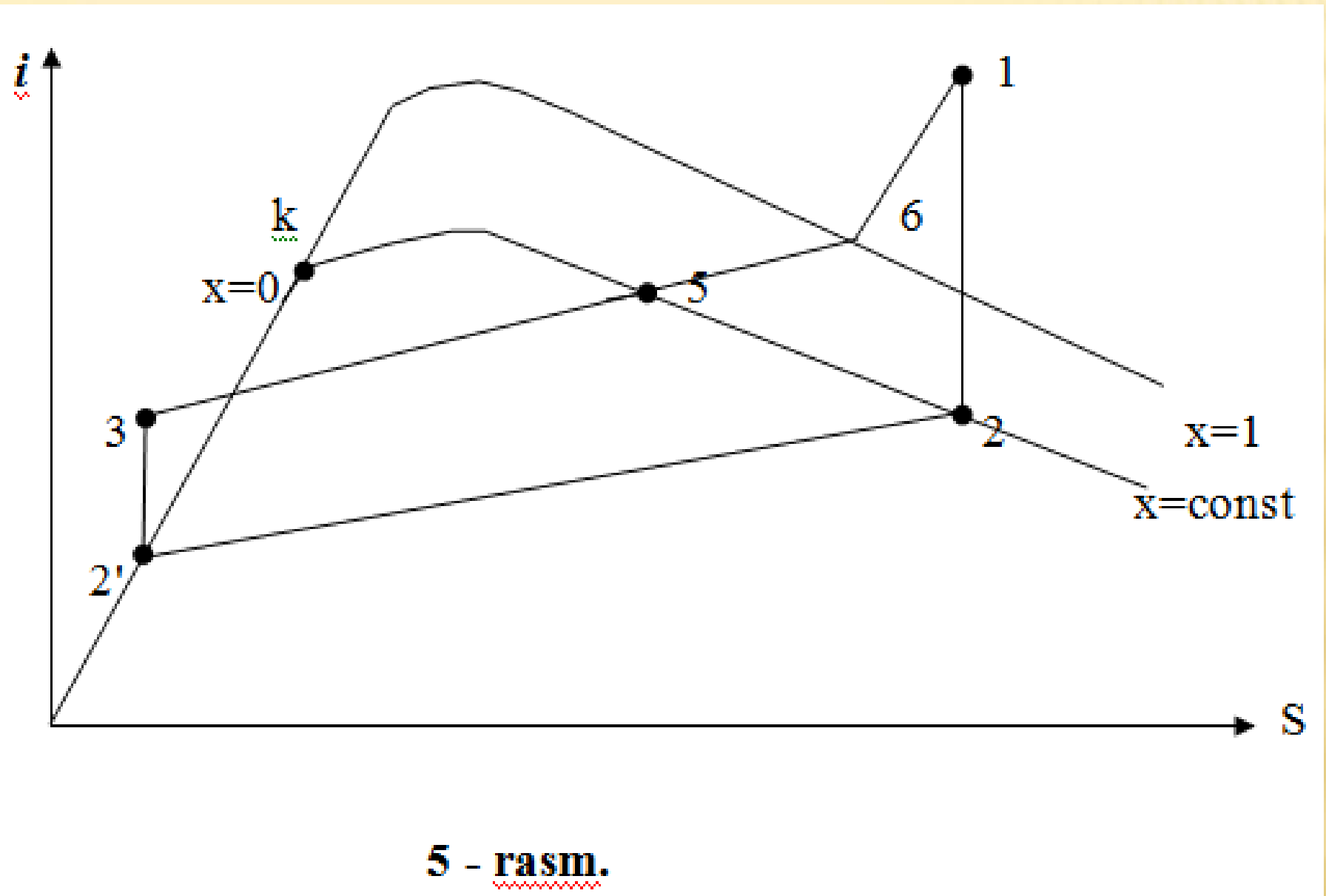
14.2 tenglamadagi  $i_3 - i_{2'}$ , nu  $\mathcal{G}(p_1 - p_2)$  ga o'zgartirib quyidagini hosil qilamiz:

$$\eta_t = \frac{[i_1 - i_2 - \mathcal{G}(p_1 - p_2)]}{i_1 - i_3}$$

lekin  $i_3 = i_{2'} + \mathcal{G}(p_1 - p_2)$  shuning uchun:

$$\eta_t = \frac{(i_1 - i_2) - \mathcal{G}(p_1 - p_2)}{(i_1 - i_{2'}) - \mathcal{G}(p_1 - p_2)} \quad (14.3)$$

Amaliy hisoblarda Renkin siklining f.i.k. shu ko'rinishda qo'llaniladi.



5-rasmda Renkin sikli  $i$ s- diagrammada tasvirlangan (holatlar  $T_s$  va  $R$   $\vartheta$  - diagrammalardagidek belgilangan).

Bu diagrammada ordinatadagi 1 va 2 nuqtalar orasidagi masofa turbina bajargan ishga, 3 va 2' nuqtalar orasidagi masofa nasosda sarflanadigan ishga, 1 va 3 nuqtalar orasidagi masofa siklda beriladigan issiqlik  $q_1$  ga mos keladi.

Agar nasos bajargan ish  $i_3 - i_2$  ning ega bo'lingan entalpiyalar ayirmasi  $i_1 - i_2$  ga (turbinada ishlatiladigan) nisbatan juda kichik bo'lishi tufayli uni nazarga olinmasa ham bo'ladi desak, u holda (14.2) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_2'} \quad (14.4)$$

Bu munosabatdan past bosimli bug'-kuch qurilmalar siklini taxminan hisoblashda foydalanish mumkin. Yuqori bosimli qurilmalarda nasos ishi kattaligini nazarga olmasdan bo'lmaydi.

Foydali ish birligini olish uchun turbina orqali muayyan miqdorda bug' o'tkazish kerak ; bug'ning shu miqdori solishtirma sarfi deyiladi va  $d$  harfi bilan belgilanadi.

Bug'ning har bir kilogrammi  $l=i_1-i_2$  foydali ish birligini hosil qiladi. Foydali ishning bir birligiga bug'ning solishtirma sarfi quyidagicha bo'ladi:

$$d_0 = \frac{l}{i_1 - i_2} \quad (14.5)$$

Entalpiyaning o'lchov birligiga qarab bug' solishtirma sarfi  $d_0$  ning o'lchov birligi aniqlanadi. Agar entalpiya joul/kg larda o'lchansa,  $d_0$  - kg/ joul larda o'lchanadi.

Barcha bug'-kuch qurilmalari, asosan, elektr energiyasi ishlab chiqarishga mo'ljallangan bo'ladi, shuning uchun bug'ning solishtirma sarfi  $d$  elektr energiya birligiga to'g'ri keladigan kilogrammlarda o'lchanadi. Agar entalpiyalar farqi  $i_1 - i_2$  kJ/kg larda ifodalansa, u holda  $d_0$   $1 \text{ } \kappa\text{em} \cdot \text{c}$  bilan ifodalanadi.  $1 \text{ } \kappa\text{em} \cdot \text{c} = 3600 \text{ kJ}$  ekanligini hisobga olib (14.5) formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

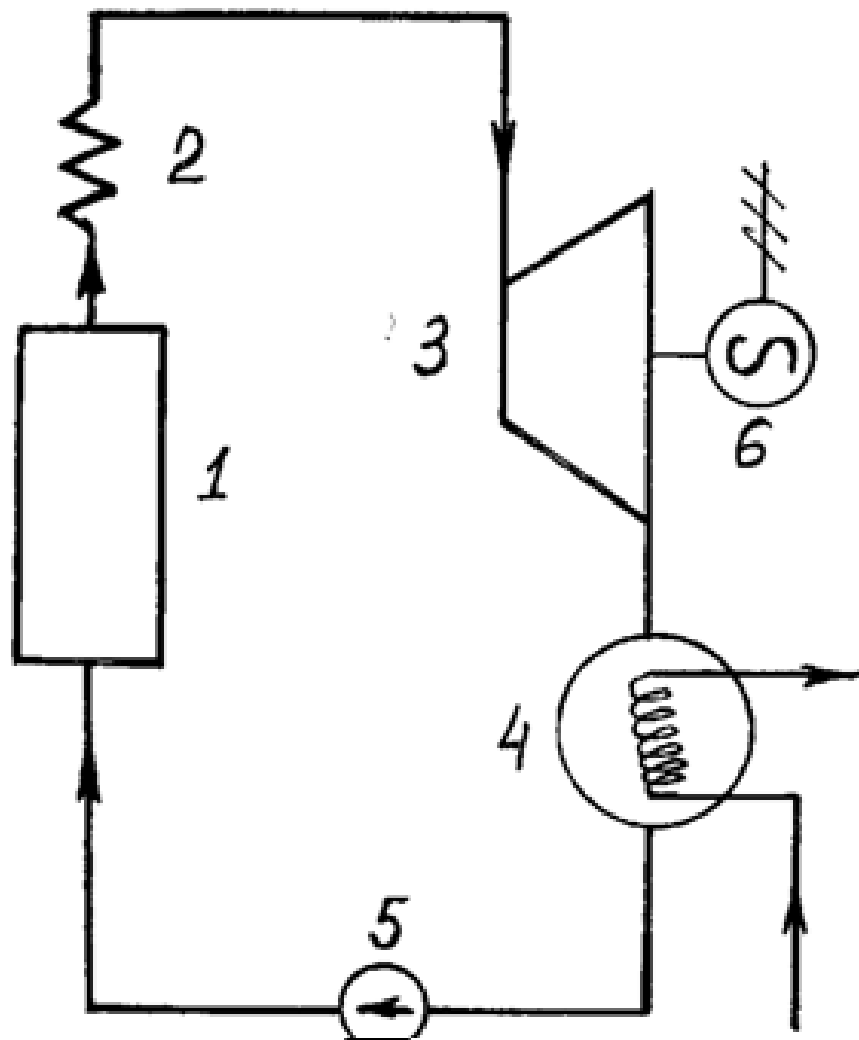
$$d_0 = \frac{3600}{i_1 - i_2} \text{ } \kappa\text{g} / \kappa\text{em} \cdot \text{c}$$

Muayyan quvvatda bug'ning nisbiy sarfi qanchalik kam bo'lsa, bug'-kuch siklining f.i.k.shunchalik katta bo'ladi.

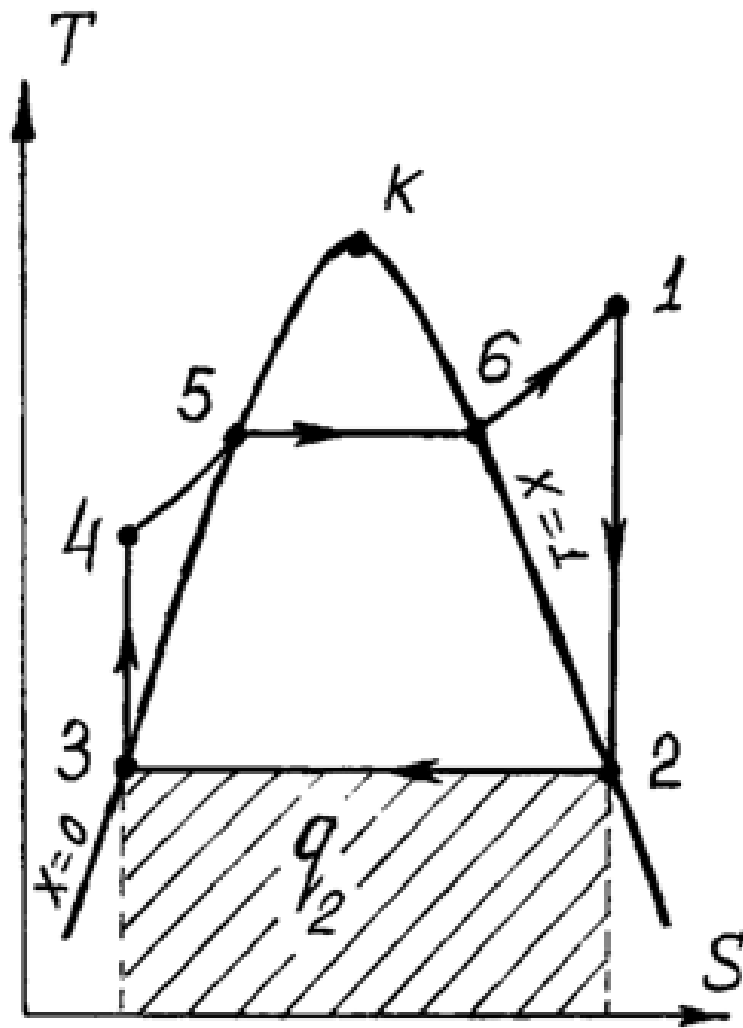
## 4 Teplofikatsiya asoslari

Renkin sikli termik f.i.k. eng qulay sharoitlarda ham 50% dan oshmaydi. Agar issiqlik miqdori bug' qozonida, turbogeneratorda va quvurlarda foydasiz yo'qolishini hisobga olsak, u holda 30-35 % dan oshmaydi. Eng ko'p issiqlik miqdori soviq manba-kondensatorda sovituvchi suvga beriladi va foydasiz yo'qoladi. Bu solishtirma issiqlik miqdori 7 rasmda TS - diagrammada 3-2-7-8-3 yuza tasvirlanadi.

Odatdagi kondensatorli bug'-turbina issiqlik kuch qurilmalarida kondensatordagi bosim taxminan 4 kPa ga teng bo'ladi, ya'ni bug' 28-29<sup>0</sup> S ga yaqin temperaturada kondensatsiyalanadi.



6 -rasm.



7 -rasm.

6-rasmda turbinali TETS tasvirlangan TETS bug' qozoni -1, bug' o'ta qizdirgich-2, bug'-trubina-3, elektrik generator-6, issiqlik iste'molchisi-4 va nasos-5 dan iborat. Teplofikatsion bug'-kuch qurilmasining sikli 7 rasmda TS -diagrammada tasvirlangan. Bu diagrammada sikl ishi 1-2-3-4-5-6-1 yuza bilan tasvirlanadi.

Ishlab chiqarish va turmush ehtiyojlari uchun temperatura va bosimlari keng oraliqda bo'lgan bug' va suv talab etilishi tufayli TETS da turli tipdagi teplofikatsion turbinalar ishlatiladi.

Qurilma issiqlik iste'molchisidagi bosim  $R_2$  oshirilsa, siklning termik f.i.k.ning kattaligi bir oz pasayadi.

$$\eta_t = \frac{(q_1 - q_2)}{q_1} = \frac{l}{q_1} \quad (14.7)$$

lekin issiqlikdan foydalanish koeffitsienti  $K$  oshadi.

Bu koeffitsient siklda bajarilgan foydali ish  $l$  va tashqi iste'molchiga berilgan issiqlik  $q_2$  ni yoqilg'i yonganida ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbati kabi aniqlanadi:

$$K = \frac{l + q_2}{q_1} \quad (14.8)$$

Qurilma qanchalik takomillashgan, ya'ni qozon agregati va bug' quvurlarida issiqlik yo'qotishlari, turbinadagi mexanikaviy yo'qotishlar, elektrik generatoridagi mexanikaviy va elektrik yo'qotishlar qanchalik kam bo'lsa,  $K$  ning kattaligi 1 ga shuncha yaqin bo'ladi.

E'TIBORINGIZ  
UCHUN RAXMAT!