

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXN'KA UNIVERSITETI**

ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI

**fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun
uslubiy ko'rsatma**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI

**fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun
uslubiy ko'rsatma**

UDK. 658.26.075.

Tuzuvchilar: Alimov X.A., Asretdinova M.A., Kasimova F.A.«Issiqlik elektr stansiyalari» fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy ko'rsatma. – Toshkent, ToshDTU, 2015.

Uslubiy ko'rsatma «Issiqlik elektr stansiyalari» fanining asosiy bo'limlarini o'z ichiga oladi. Amaliy mashg'ulotlar jarayonida talabalar issiqlik texnikasining asosiy qonunlarini masalalar yordamida chuqurroq o'rganadilar.

Uslubiy ko'rsatma 5310100 “Energetika” bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy - uslubiy kengashining qaroriga asosan chop etishga ruxsat berilgan.

Taqrizchilar: Avezov R.B. – Fizika – texnika instituti etakchi ilmiy xodimi,
texnika fanlari doktori, professor

Shoislamov A.Sh.– TDTU «Elektromexanika va kabel texnikasi»
kafedrasi texnika fanlari nomzodi, dotsent

1. Energetik qurilmalarning prinsipial issiqlik chizmalari va ularni hisoblash usullari

1.1- masala. $N_e=12$ MW quvvatli bug' turbinali elektr stansiyasida bug' sarfi va termik foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

Bug'ning boshlang'ich bosimi $P_0=3,5$ MPa; $t_0=435^\circ\text{C}$, kondensatordagi bosim $P_k=5$ kPa, turbinaning ichki foydali ish koeffitsiyenti $\eta_{oi}=0,82$, elektromexanik FIK $\eta_{em}=0,92$.

Yechish: bug' turbinasida quvvatga bog'liq bug' sarfi quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$N_e = D(h_0 - h_{ka}) \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{em} \quad (1.1)$$

Bu yerda:

N_e -turbogeneratorning elektr quvvati kW; D -turbina bug' sarfi, bug'siz qism, kg/s,

h_0 , h_{ka} --bug'ning turbinaga kirishdan oldingi va izoentropik kengaygandan keyingi (kondensatordagi) entalpiyalari kJ/kg.

Berilgan boshlang'ich va oxirgi parametrlar P_0 , t_0 , P_k yordamida h_0 va h_{ka} ning qiymati aniqlanadi, buning uchun jadval yoki suv-bug' diagrammasi yordamida quyidagi qiymatlarni olamiz? $h_0=3303$ kJ/kg va $h_k=2124$ kJ/kg.

Haqiqiy bug'ning kengayish jarayonidagi oxirgi entalpiyasi quyidagi ifoda yordamida topiladi:

$$h_k = h_0 - (h_0 - h_{ka}) \eta_{oi} = 3303 - (3303 - 2124) \cdot 0,82 = 2336 \text{ kJ/kg}$$

(1) ifodadan D ni topiladi:

$$D = N_e / (h_0 - h_{ka}) \eta_{oi} \cdot \eta_{em} = 12 \cdot 10^3 / (3303 - 2124) \cdot 0,82 \cdot 0,92 = 13,49 \text{ kg/s}$$

Haqiqiy termik FIKni aniqlash uchun ta'minot nasosi ishini hisobga olmagan holda, kondensatordan chiqqan kondensat entalpiyasini $h'_k = 5$ aniqlash kerak. Agar kondensat kondensatorda sovimagan bo'lsa, demak suv entalpiyasi h'_k , suv bosimi P_k bo'ganda, jadvaldan $P_k = 5$ kPa $h'_k = 137,8$ kJ/kg topiladi. Renkin siklining termik FIKti

$$h_i = h_0 - h_{ka} / h_0 - h'_k = 3303 - 2124 / 3303 - 137,8 = 0,372.$$

1.2-masala. Turbinadagi bug' sarfi qanday o'zgaradi? (1-masalaga qarang). Agar regenerativ qizdirgichlarga berilayotgan turbinadan olingan qism bug'larining parametrlari $P_{qism\ bug'}=0,1$ MPa aralashtirish qizdirgichlaridagi ta'minot suvi harorati $t_{r-s}=100^\circ\text{C}$ bo'lsa, sikl termik FIK qanday o'zgaradi?

Yechish. $N_e=12$ MW bo'lgandagi qism bug' olinadigan turbinaga bug' sarfini quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$D = D + y D_{qism\ bug'} = N_e / (h_0 - h_{ka}) \eta_{oi} \cdot \eta_{em} + (h_{qism\ bug'} - h_k / h_0 - h_k) D_{qism\ bug'} \quad (1.2)$$

Bu yerda: $y = (h_{qism\ bug'} - h_k) / (h_0 - h_k)$ bug' turbinasining quvvat ishlamagan koeffitsiyenti.

$D_{qism\ bug'}$ -kondensatni regenerativ qizdirish uchun turbinadan olingan qismining bug' sarfi.

Qism bug' sarfi misollar ko'rinishida quyidagicha aniqlanadi:

$D_{\text{bug' qismi}} = \alpha D_T$, bu yerda α -aralashtirgich qizdirgichlaridan olingan qismning bug' misqoli.

Bu misqol (bug' qismi) qizdirgichning muvozanat tenglamasidan aniqlanadi:

$$A = (h'_{Ts} - h) / (h_{k \text{ bug}} - h'_k) \quad (1.3)$$

$$D_T = D / (1 - \alpha y) \quad (1.4)$$

Shunday qilib, bug' qismi olinadigan turbinaga bug' sarfi oldingi misoldagidek D aniqlanadi. Uni aniqlash uchun qism bug' entalpiyasi $h_{k \text{ bug}}$ va bug'ning oxirgi kengayish entalpiyasi h_k ni aniqlash kerak. 1-masala singari aniqlanadi.

$$h_{k \text{ bug}} = 2653 \text{ kJ/kg}; \quad h_k = 2336 \text{ kJ/kg};$$

Jadval va yuqorida berilgan formuladan α va ular aniqlanadi.

$$h_{Tc} = 413 \text{ kJ/kg} \text{ va } h'_k = 137,7 \text{ kJ/kg} (t = 100^\circ\text{C} \text{ va } t_k = 32,9^\circ\text{C});$$

$$\alpha = h'_{Tc} - h_k / h_{k \text{ bug}} - h'_k = 413 - 137,7 / 2653 - 137,7 = 0,109;$$

$$y = h_{k \text{ bug}} - h_k / h_0 - h_k = 2653 - 2336 / 3003 - 2336 = 0,328$$

α ning aniqlangan qiymatlari bo'yicha D topiladi:

$$D = D_T / (1 - \alpha y) = 13 / (1 - 0,109 \cdot 0,328) = 13,99 \text{ kg/s}.$$

$$D_{\text{qism bug}} = \alpha D_T = 0,109 \cdot 13,99 = 1,53 \text{ kg/s}.$$

Masala yechimining to'g'riligini tekshirish:

$$D_T = D + y D_{k \text{ bug}} = 13,49 + 0,328 \cdot 1,53 = 13,99 \text{ kg/s}.$$

Siklning regeneratsiyadagi termik FIK.

FIKning nisbiy ko'tarilishi (oshishi)

$$\Delta \eta = \eta'_t - \eta_t / \eta_t = 0,393 - 0,372 / 0,372 = 5,6\%.$$

1.3-masala. $P_0 = 13 \text{ MPa}$, $t_0 = 550^\circ\text{C}$, kondensatordagi bosim $R_k = 6 \text{ kPa}$; $\eta_m = 0,93$, N_{ex} mW qiymatlar yordamida bug' turbinasining termik FIK va turbinada bug' sarfini aniqlang. Turbina regeneratsiyaga ulangan.

Javob: $D_T = 48,6 \text{ kg/s}$; $\eta_t = 43\%$.

1.4-masala. $P_0 = 4 \text{ MPa}$, $t_0 = 450^\circ\text{C}$, $P_k = 4 \text{ kPa}$, $\eta_0 = 0,85$; $\eta_{\text{em}} = 0,93$; $N_e = 25 \text{ MW}$ qiymatlar asosida bug' turbinasi termik FIK va turbinadagi bug' sarfini aniqlang. Turbinadan 3 ta aralash turdagi qizdirgichlarga regeneratsiya bug'i olib berilgan, ta'minot suvining harorati $t_{r,s} = 150^\circ\text{C}$.

Yechish: bu masala ham 1.2-masala singari yechiladi. Regeneratsiyaga olingan bug'larning D_1 , D_2 , D_3 parametrlari aniqlanadi, umumiy sarfdan olinayotgan qismning bug' qiymati.

$$D_i = \alpha_1 D_1; \quad D_2 = \alpha_2 D_1; \quad D_3 = \alpha_3 D_1$$

Qismning bug' parametrlari R_1, R_2, R_3 va h_1, h_2, h_3 h-s diagrammada bug'ning kengayish jarayonini qurish natijasida aniqlanadi. Qizdirgichga olingan qism bug' bosimining to'yinish harorati yordamida berilgan katta!iklarni bosqichlar bo'yicha (bir xil) taqsimlab aniqlanadi.

Regenerativ qizdirish intervali $t_{r,s}-t_k=150^{\circ}\text{C}$ $t_k=28,6^{\circ}\text{C}$ oralig'ini teng 3 ga bo'lish natijasida aniqlanadi.

Isitish intervali $\Delta t=t_{r,s}-t_k=150-28,6=121,4^{\circ}\text{C}$ bosqichlar bo'yicha qizdirish.

$$\Delta t_{\text{bos}} = \Delta t/3 = 121,4/3 = 40,5^{\circ}\text{C}.$$

Uchinchi regenerativ qism bug'ning to'yinish harorati.

$$t_{\text{to'y}} = t_k + \Delta t_{\text{ar}} = 28,6 + 40,5 = 69,1^{\circ}\text{C}.$$

Jadvaldan topilgan harorat $t_{\text{it}}=69,1^{\circ}\text{C}$ bo'yicha 3-bosimdan tanlab $P_1=30\text{ kPa}$, t_2 va P_2 ; t_3 va P_3 lar topiladi:

$$T_3 = t_k + \Delta t_{\text{bos}} + \Delta t_{\text{bos}} = 28,6 + 40,5 + 40,5 = 109,6^{\circ}\text{C};$$

$$P_2 = 0,142\text{ MPa};$$

$$T_1 = t_k + 3 \Delta t_{\text{ar}} = t_k + \Delta t_{\text{ar}} = 109,6 + 40,5 = 150,1^{\circ}\text{C}.$$

$t_{\text{ar}}=150$ bo'lganligi, oxirgi bosqichdagi suvning qizishi 40,4 ga teng. U holda $t_1=t_{r,c}=109,6+40,4=150^{\circ}\text{C}$ va $P_1=0,475\text{ MPa}$.

h-s diagrammadagi bug'ning kengayish jarayoni η_{ar} ni hisobga olgan holda $h_0=3332\text{ kJ}$ topiladi;

$h_k=2281\text{ kJ/kg}$; $h_3=2508\text{ kJ/kg}$; $h_2=2718\text{ kJ/kg}$; $h_1=2908\text{ kJ/kg}$ topiladi.

Keyin 2-masaladagi formulalar bo'yicha $\alpha_1, y_1, \alpha_2, y_2, \alpha_3, y_3$ olinadi.

$$\alpha_3 = (h_1 - h_k) / (h_1 - h_{1h}) = 289,3 - 119,6 / 289,3 = 0,0756.$$

Bu yerda: $h_{1h} = C_p t_{1h} = 419 \cdot 69,1 = 289,3\text{ kJ/kg}$.

$$H_k = C_p - t_k = 4,19 \cdot 28,6 = 289,3\text{ kJ/kg}$$

$$Y_3 = (h_1 - h_k) / (h_0 - h_k) = 2508 - 2281 / 3332 - 2281 = 0,216;$$

$$\alpha_2 = (h_{2h} - h_1) / (h_2 - h_{2h}) = 458 - 289,3 / 2718 - 458 = 0,0747.$$

Bu yerda: $h_{2h} = C_p t_{2h} = 4,19 \cdot 109,6 = 458\text{ kJ/kg}$.

$$Y_2 = (h_2 - h_k) / (h_0 - h_k) = 2718 - 2281 / 3332 - 2281 = 0,597.$$

Regenerativ qism bug'ini hisobga olgan holda turbinaga sarflanayotgan bug' aniqlanadi:

$$D_1 = N_e \cdot 10^3 / (h_0 - h_k) \eta_{\text{em}} (1 - \Sigma \alpha_i y_i) = 25000 / (3332 - 2281) \cdot 0,93 \cdot (1 - 0,0765 \cdot 0,0216 - 0,0747 \cdot 0,406 - 0,0746 \cdot 0,597) = 28\text{ kg/s}.$$

Regeneratsiya jarayonini hisobga olgan holda siklning termik FIK

$$\eta_1^p = (h_0 - h_k) / (1 - \Sigma \alpha_i y_i) = (3332 - 2092) / 332 - 628 = 0,416.$$

Regeneratsiya jarayonini hisobga olmagan holda siklning termik FIK.

$$\eta_1^p = (h_0 - h_k) / (h_0 - h_k) = 3332 - 2092 / 3332 - 119,6 = 0,386.$$

FIKning ko'tarilishi regeneratsiyada qo'llanilgan.

$$E = \eta_1^p \cdot \eta_1 / \eta_1 = 0,416 \cdot 0,386 / 0,386 = 0,0777 \text{ yoki } 77,7\% \text{ ni tashkil qilar ekan.}$$

1.5-masala. Bug'ning boshlang'ich parametrlari $t_0 = 435^\circ\text{C}$, $P_0 = 3,5 \text{ MPa}$, oxirgi bosimi $P_k = 5 \text{ kPa}$, $\eta_{oi} = 0,82$; regenerativ qism bug' soni $n = 4$ bo'lganda K-12-35 turbinasiga bug' sarfini aniqlang. Ta'minot suvining harorati $t_{ts} = 400^\circ\text{C}$. Aralashtirgich qizdirgichlarga suvni qizdirish teng taqsimlangan?

Javob: $D_r = 53,3 \text{ t/s}$.

1.6-masala. K-50-90 turbinasiga besh bosqichli regenerativ qizdirgich qo'yilganda termik FIKning oshishini va turbinaga bug' sarfini aniqlang. Bug'ning boshlang'ich parametrlari $t_0 = 500^\circ\text{C}$, $P_0 = 9 \text{ MPa}$, oxirgi bosimi $\eta_{oi} = 0,86$; $\eta_{em} = 0,97$; $t_{ts} = 200^\circ\text{C}$ Bosqichlar bo'yicha regenerativ isitish bir xilda.

Javob: $D_t = 197 \text{ m/s}$; $E = \Delta\eta / \eta_1 = 10\%$.

1.7-masala. Quyidagi masalani yuqoridagi masaladagi aralash turdagi qizdirgichni yuzali turga almashtirgan holda yuqoridagi berilgan shart bo'yicha yeching.

To'yinish harorati farqi

$$\Theta = t_{qism \text{ bug}'} - t_{ts} = 5^\circ\text{C}.$$

Javob: $D_t = 195 \text{ m/s}$; $E = \Delta\eta / \eta_1 = 8,9\%$.

2. Turbinaning foydali ish koeffitsiyentini aniqlash

Bug' turbinasidagi energiya yo'qotilishlar turbinaning nisbiy ichki foydali ish koeffitsiyenti bilan aniqlanadi. U ishlatilgan issiqlik tushish H_1 foydalanish issiqlik tushishi H_0 ning nisbatiga teng.

$$\eta_{oi} = h_1 / h_0 = (h_0 - h_k) / (h_0 - h_{ka}) \quad (2.1)$$

bu yerda: h_0 - bug'ning bosh parametrlardagi entalpiyani kJ/kg;

h_{ka} - bug'ning bosh holatidan oxirgi holatiga adiabatik kengayishdagi entalpiyasi, kJ/kg;

h_k -- bugning haqiqiy kengayishdagi oxirgi holat entalpiyasi, kJ/kg.

Bug' turbinalarning nisbiy ichki foydali ish koeffitsiyenti 0,7 (0,88 atrofida) bo'ladi.

Bug' turbinaning podshipniklardagi mexanik yo'qotishlar mexanik FIK η_m bilan aniqlanadi va turbinaning samarali quvvati N_e ning ichki quvvati N_i nisbatiga teng:

$$\eta_m = N_e / N_i \quad (2.2)$$

Mexanik FIK 0,97 - 0,99 atrofida bo'ladi. Turbinaning ichki va mexanik yo'qotilishlari nisbiy samarali FIK bilan aniqlanadi:

$$\eta_{a.n} = \eta_{oi} \cdot \eta_m \quad (2.3)$$

$\eta_{oe} = 0,68 \div 0,87$ gacha bo'lishi mumkin.

Elektr generatorning FIK quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\eta_r = N_g / N_e; \quad (2.4)$$

$$\eta_r = 0,96 \div 0,99 \text{ atrofida bo'ladi.}$$

Turbogeneratorming nisbiy elektrik FIK

$$\eta_{\text{oe}} = \eta_{\text{oe}} \cdot \eta_r = \eta_m \cdot \eta_r \quad (2.5)$$

3. Turbinaning bug' sarfini aniqlash

Bug' turbinasining samarali FIK va bug'ning solishtirma sarfi bilan aniqlanadi.

Bug'ning solishtirmasamarali sarf $[\text{kg}/(\text{kW}(\text{soat}))]$ bug'ning sekundli sarfini D turbinaning samarali quvvati N_e nisbatiga teng.

$$D_e = D / N_e = 3600 / (\eta_{\text{oe}} \cdot N_o) \quad (3.1)$$

Katta quvvatli kondentsasion elektr stansiyalar to'liq yuklamada ishlashida solishtirma samarali bug' sarfi $3 \div 4 \text{ kg} (\text{kW} \cdot \text{soat})$ bo'ladi.

Regenerativ samarali bug' olinishi turbinaning bug' sarfi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$D = N_s / [(h_o - h_k)\eta_m \cdot \eta_r] + D_n (h_n - h_k) / (h_n - h_k) \quad (3.2)$$

bu yerda: D_n – bug' olinishidagi bug' sarfi, kg/s .

h_n – bug' olinishidagi bug' entalpiyasi kJ/kg

Bug' olinishdagi bug' entalpiyasi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$h_n = h_o - (h_o - h_{na}) \cdot \eta_{oi}^I \quad (3.3)$$

bu yerda: h_{na} – bug'ning bosh holatidan adiabatik kengayishdagi entalpiyasi, kJ/kg .

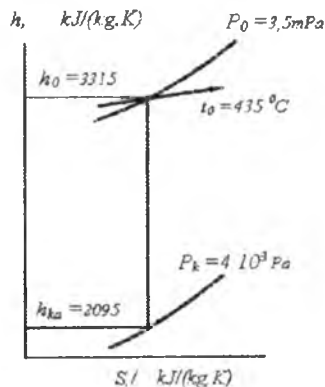
η_{oi}^I – olinishgacha bo'lgan (yuqori bosim silindr) nisbiy ichki FIK.

Kondensatordagi bug'ning entalpiyasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h_k = h_n - (h_n - h_{ka}) \cdot \eta_{oi}^{II} \quad (3.4)$$

bu yerda: η_{oi}^{II} – olinishdan keyingi turbina qismining nisbiy FIK.

3.1-masala. Turbina $P_0=3,5 \text{ MPa}$, $t_0=35^\circ\text{C}$ bosh parametrlarda va kondensatordagi bug' bosimi $P_k=4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ da ishlaydi. Turbinadagi bo'lgan bug' sarfi $D=5 \text{ kg/s}$ va nisbiy samarali FIK $\eta_{\text{oe}}=0,72$ bo'lganidagi turbinaning samarali quvvatini va solishtirma samarali bug' sarfini aniqlang.



1- rasm

Yechish: foydali issiqlik tushishini $h_0 = h_0 - h_{ka}$ h - S diagrammadan foydalanib aniqlanadi (1-rasm). Berilgan P_0 va t_0 da entalpiya $h_0 = 3315$ kJ/kg, bug'ning adiabatik kengayishdan keyingi entalpiya $h_{ka} = 2095$ kJ/kg.

$$H_0 = h_0 - h_{ka} = 3315 - 2095 = 1220 \text{ kJ/kg.}$$

Turbinaning samarali quvvatini

$$N_e = DH_0 \cdot \eta_{oe} \text{ - tenglamadan aniqlanadi.}$$

$$N_e = 5 \cdot 1220 \cdot 0,72 = 4392 \text{ kW.}$$

Bug'ning solishtirma samarali sarfini (3.1) tenglama orqali aniqlanadi:

$$D_e = 3600 / (\eta_{oe} \cdot h_0) = 3600 / (0,72 \cdot 1220) = 4,1 \text{ kg / (kW} \cdot \text{soat)}$$

3.2-masala. Samarali quvvati $N_e = 12000$ kW kondensatsion turbina $P_0 = 2,8$ MPa, $t_0 = 400^\circ\text{C}$ bosh parametrlarda ishlaydi. Kondensatordagi bug' bosimi $P_k = 4,5 \cdot 10^3$ Pa. Turbinaning solishtirma samarali bug' sarfini va nisbiy samarali FIKning bug' sarfi $D = 15$ kg/s bo'lganida aniqlang.

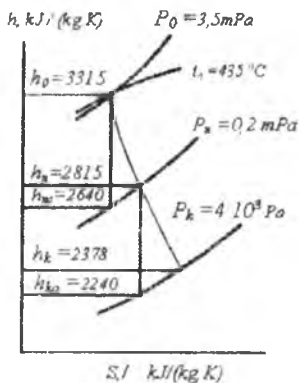
$$\text{Javob: } D_e = 4,5 \text{ kg / (kW} \cdot \text{soat); } \eta_{oe} = 0,708.$$

3.3-masala. Kondensatsion turbina bug'ning bosh parametrlari $P_0 = 3,5$ MPa, $t_0 = 435^\circ\text{C}$ va kondensatordagi bosim $P_k = 4 \cdot 10^3$ Pa da ishlaydi. Turbogeneratorning quvvati $N_e = 24000$ kW, turbinaning nisbiy samarali FIK $\eta_{oe} = 0,76$ va generatorning FIK $\eta_r = 0,96$. Turbinaning sekundlik va solishtirma bug' sarfini aniqlang.

$$\text{Javob: } D = 27,1 \text{ kg / s; } D_e = 3,9 \text{ kg / (kW} \cdot \text{soat)}$$

3.4-masala. Rostlanadigan bug' oluvchi turbina $P_0 = 3,5$ MPa, $t_0 = 435^\circ\text{C}$ parametrlarda va kondensatordagi bosim $P_k = 4 \cdot 10^3$ Pa da ishlaydi. Bug' olinganda $D_b = 5$ kg/s bug' $P_b = 0,2$ MPa da olinadi. Turbogeneratorning elektr quvvati $N_e = 4000$ kW nisbiy ichki FIK olinishigacha $\eta'_{oi} = 0,74$; turbinaning past bosimli qismidagi $\eta'_{oi} = 0,76$ (olinishidan keyingi) mexanik FIK $\eta_m = 0,98$; elektr generatorning FIK $\eta_r = 0,96$. Turbinaga bo'lgan bug' sarfini aniqlang.

Yechish: bug'ning P_0 va t_0 bosh parametrlardagi entalpiyasi i-S diagrammadan aniqlanadi (2-rasni) $h_0=3315$ kJ/kg. Bug'ning adiabatik kengayishidagi (P_0 , t_0) holatdan P_n gacha va (P_n ; t_n) holatdan P_k gacha entalpiyalarini diagrammada bug'ning kengayishini tasvirlash orqali aniqlanadi (3.2-rasm) $i_{na}=2640$ kJ/kg; $i_{ka}=2240$ kJ/kg.



2- rasm

Olinishdagi bug'ning entalpiyasi (3.3) tenglama orqali aniqlanadi.

$$h_n = h_0 - (h_0 - h_{na}) \cdot \eta_{ot} = 3315 - (3315 - 2640) \cdot 0,74 = 2815 \text{ kJ/kg.}$$

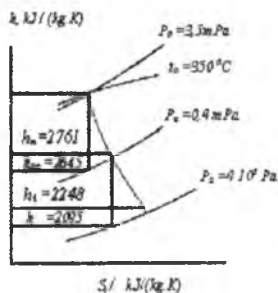
Kondensatordagi bug'ning entalpiyasi (3.4) tenglama orqali aniqlanadi.

$$h_k = h_n - (h_n - h_{ka}) \cdot \eta_{ot} = 2815 - (2815 - 2240) \cdot 0,76 = 2378 \text{ kJ/kg.}$$

Turbinaga bo'lgan bug' sarfini (3.2) tenglama orqali aniqlanadi:

$$D = N_e / [(h_0 - h_k) \cdot \eta_m \cdot \eta_r + D_n(h_n - h_k) / (h_0 - h_k) = 4000 / [(3315 - 2378) \cdot 0,98 \cdot 0,96] + 5(2815 - 2378) / (3315 - 2378) = 6,87 \text{ kg/s.}$$

3.5-masala. Rostlanuvchi bug' oluvchi turbina $P_0=3,5\text{MPa}$ $t_0=355^\circ\text{C}$ bosh parametrdagi va kondensatordagi bosim $P_k=4 \cdot 10^3$ Pa ishlaydi. Bug' olinish sarfi $P_0=0,4$ MPa bosimda $D_n = 4$ kg/s. Turbinaning bug' sarfi $D_0=8$ kg/s turbinani yuqori bosim qismining nisbiy ichki FIK $\eta_o^i=0,75$. Past bosimli qismining nisbiy ichki FIK $\eta_o^u=0,77$, mexanik FIK $\eta_m=0,97$; elektr generatorning FIK $\eta_g=0,97$ Turbogeneratorning elektr quvvatini aniqlang.



3- rasm

Yechish: bug'ning P_0 , t_0 dagi entalpiyasi h -S diagramma orqali aniqlanadi (3-rasm); $h_0=3110$ kJ/kg. h -S diagrammada bug'ning bosh parametrlardan tegishli bosimlarga adiabatik kengayishini tasvirlab, bug'ning h_{na} va h_{ka} entalpiyalari aniqlanadi.

$$h_{na} = 2645 \text{ kJ/kg}; h_{ka} = 2095 \text{ kJ/kg}$$

olinishdagi bug'ning entalpiyasi (3.3) tenglamadan aniqlanadi:

$$h_n = h_0 - (h_0 - h_{na}) \cdot \eta_{na}^I = 3110 - (3110 - 2645) \cdot 0,75 = 2761 \text{ kJ/kg}.$$

Kondensatordagi bug'ning entalpiyasini (3.4) tenglama orqali aniqlanadi.

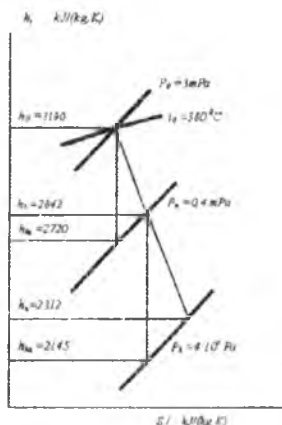
$$h_k = h_n - (h_n - h_{ka}) \cdot \eta_{na}^{II} = 2761 - (2761 - 2095) \cdot 0,77 = 2248 \text{ kJ/kg}$$

Turbinaning elektr quvvati (3.2) tenglamadan aniqlanadi:

$$N_g = [D(h_0 - h_k) - D_n(h_n - h_k)] \eta_m \cdot \eta_r = [8(3110 - 2248) - 4(2761 - 2248)] 0,97 \cdot 0,97 = 4553 \text{ kW}.$$

3.6-masala. Kondensatsion turbina $P_0=3$ MPa, $t_0=380^\circ\text{C}$ bosh parametrda va kondensatordagi bosim $P_k=4 \cdot 10^3$ Pa da va bitta oraliqda olinadigan bug'ning bosimi $P_n=0.4$ MPa da ishlaydi. Turbogeneratorning elektr quvvatini $N_e=2500$ kW, yuqori bosim qismining nisbiy ichki FIK $\eta_{na}^I = 0,74$ (olinishgacha) past bosim qismining nisbiy ichki FIK $\eta_{na}^{II} = 0,76$ (olinishdan keyin), elektr generatorning FIK $\eta_g = 0,97$, mexanik FIK $\eta_m = 0,97$ bug' olinishining ulushi $\alpha_p = D_p / D_0 = 0,5$.

Turbinaning bug' sarfi va solishtirma samarali bug' sarfini aniqlang.



4- rasm

Yechish: bug'ning P_0 va t_0 dagi entalpiyasi h - S diagrammadan (4-rasm) aniqlanadi $h_0 = 3190$ kJ/kg. h - S diagrammadan bug'ning bosh parametrlarida tegishli bosimlarga adiabatik kengayishni tasvirlab bug'ning i_{pa} va i_{ca} entalpiyalari aniqlanadi.

$$h_{pa} = 2720 \text{ kJ/kg}; \quad h_{ka} = 2145 \text{ kJ/kg}.$$

Olinishdagi bug'ning entalpiyasini (3.3) tenglama orqali aniqlanadi.

$$h_n = h_0 - (h_0 - h_{ka}) \cdot \eta_{oe} = 3190 - (3190 - 2720) \cdot 0,74 = 2842 \text{ kJ/kg}.$$

Kondensatordagi bug'ning entalpiyasini (3.4) tenglama orqali aniqlanadi.

$$h_k = h_n - (h_n - h_{ka}) \cdot \eta_{oi} = 2842 - (2842 - 2145) \cdot 0,76 = 2312 \text{ kJ/kg}$$

Turbinaning elektr quvvatini (3.5) tenglamadan aniqlanadi.

$$N_3 = \frac{1}{\eta_{tr}} [(h_0 - h_k) - \alpha_n (h_n - h_k)] \eta_{tr} \cdot \eta_r = 2500 [(3190 - 2312) - 0,5(2842 - 2312)] \cdot 0,97 \cdot 0,97 = 4,34 \text{ kg/s}$$

3.7-masala. Boshlang'ich parametrlari $P_0 = 3 \text{ MPa}$, $t_0 = 380^\circ \text{C}$ va kondensatordagi bosim $P_k = 3 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ ishlaydigan kondensat turbinada $P_p = 0,5 \text{ MPa}$ da bitta bug' olinish bor. Turbinaga bo'lgan bug' sarfi $D = 4,65 \text{ kg/s}$. Nisbiy ichki FIK (olinishgacha) $\eta_{oi} = 0,73$ turbinaning olinishdan keyingi qismining nisbiy ichki FIK $\eta_{oi}^{II} = 0,75$, turbinaning mexanik FIK $\eta_m = 0,96$; elektr generatorning FIK $\eta_g = 0,97$; ishlab chiqarishga yuborilayotgan bug'ning ulush $D_n = 0,5$. Turbinaning samarali quvvatini aniqlang.

Javob: $N_e = 2700 \text{ kW}$.

3.8-masala. Boshlang'ich parametrlari $P_0 = 3,4 \text{ MPa}$ $t_0 = 440^\circ \text{C}$ va oxirgi parametrlari $P_2 = 0,4 \text{ MPa}$ $t_2 = 220^\circ \text{C}$ da ishlaydigan turbinaning nisbiy ichki va samarali FIK larini aniqlang. Turbinaning mexanik FIK $\eta_m = 0,98$.

Javob: $\eta_{oi} = 0,77$; $\eta_{oi} = 0,755$.

3.9-masala. Boshlang'ich parametrlari $P_0=4\text{MPa}$ $t_0=390^\circ\text{C}$ va oxirgi parametrlari $P_2=1\text{MPa}$ va $t_2=240^\circ\text{C}$ da ishlaydigan turbinaning mexanik FIK $\eta_m=0,97$; generatorning FIK $\eta_r=0,95$ Turbogeneratorning nisbiy elektr FIK aniqlang.

Javob: $\eta_{oe}=0.71$

3.10-masala. Kondension turbina boshlang'ich parametrlari $P_0=4\text{MPa}$, $t_0=440^\circ\text{C}$ va kondensatordagi bosimi $P_k=4\cdot 10^3\text{Pa}$ da ishlaydi. Turbinaga bo'lgan bug' sarfi $D=5.2\text{kg/s}$; nisbiy samarali FIK $\eta_{oe}=0.71$. Turbinaning samarali quvvatini aniqlang.

Javob: $N_e=4560$.

4. Turbinaning quvvatini aniqlash

Turbinaning validan yoki qo'shilish muftasidan olinadigan quvvat – turbinaning samarali quvvati deyiladi va u quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$N_e = D \cdot H_0 \cdot \eta_{oe} \quad (4.1)$$

Turbinaning ichki (indikator) quvvati quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$N_i = N_e / \eta_m \quad (4.2)$$

Generatorning ushlagichlaridan olinayotgan quvvati elektr quvvati deyiladi va quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$N_e = N_e \cdot \eta_r \quad (4.3)$$

5. Bug' turbinasining kondensatorlari

Kondensatorni sovitish uchun kerak bo'lgan sovitish suvining sarfi (kg/s) kondensatorning issiqlik balansidan aniqlanadi:

$$W = D_k (h_k - h_k^1) / [(t_s - t_b)C_b] \quad (5.1)$$

bu yerda: D_k – kondensatsiyalanadigan bug' sarfi, kg/s.

h_k – kondensatordagi bug'ning entalpiyasi, kJ/kg

h_k^1 – kondensatorning entalpiyasi, kJ/kg.

C_b – sovitadigan suvning issiqlik sig'imi, kJ/kg.

α_r $t_s^{II} - t_s^I$ – sovitayotgan suvning kondensatordan chiqishdagi va kirishdagi harorati, $^\circ\text{C}$.

Kondensatorning sovitishdagi karralik quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$m = W/D_k = (h_k - h_k^1) / [(t_b^{II} - t_b^I)C_b] \quad (5.2)$$

Kondensatsiyalangan bug'ni kondensatorga beradigan issiqlik sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Q = D_k (h_k - h_k^I) \quad (5.3)$$

Kondensatorida soviydigan suvning qizishiga ketgan issiqlik sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Q = W(t_b^{II} - t_b^I)C_b \quad (5.4)$$

Kondensatorning sovitish yuzasi m^2 kondensatorning issiqlik uzatish tenglamasidan aniqlanadi:

$$F_k = Q / (k \cdot \Delta t_{cp}) \quad (5.5)$$

bu yerda: k – issiqlik uzatish koeffitsiyenti kW/m^2K ;
 Δt_{cp} – kondensatoridagi o'rtacha harorat, $^{\circ}C$.

$$\Delta t_{cp} = \Delta t_{in} - (t_b^I + t_b^{II})/2 \quad (5.6)$$

bu yerda: Δt_{in} – to'yingan bug'ning harorati, $^{\circ}C$.

5.1-masala. Kondensatlanayotgan bug'ning sarfi $D_n = 16.8$ kg/s kondensatoridagi bug'ning entalpiyasi $i_k = 2300$ kJ/kg, kondensatoridagi bug'ning bosimi $P_k = 3 \cdot 10^3$ Pa. Kondensatoridagi bug'ni sovitish uchun kirayotgan suvning kirishdagi harorati $t_b^I = 10^{\circ}C$, chiqishdagi harorati kondensatoridagi bug'ning to'yinish haroratidan $5^{\circ}C$ ga past. Bug' turbinaning kondensatoridagi kondensatsiyalash uchun sovitish suvining sarfini aniqlang.

Javob: $D_s = 1010$ kg/s.

5.2-masala. Kondensatsion bug' turbinaning kondensatorga tushayotgan bug' sarfi $D_k = 10$ kg/s, kondensatoridagi bug'ning entalpiyasi $i_k = 2360$ kJ/kg, kondensatoridagi bug'ning bosimi $P_k = 3.5 \cdot 10^3$ Pa, sovitish suvining kondensatorga kirish harorati bug'ning to'yinish haroratidan $40^{\circ}C$ ga past. Sovitish suvining sarfi va sovitish karraligini aniqlang.

Yechish: $P_k = 3,5 \cdot 10^3$ Pa dagi bug'ning to'yinish harorati jadval orqali aniqlanadi:

$$t_b = 26,7^{\circ}C$$

Unda kondensatordan chiqayotgan sovitish suvining harorati

$$t_b^{II} = t_{in} - 4 = 26,4 - 4 = 22,7^{\circ}C.$$

$P_k = 3,5 \cdot 10^3$ Pa dagi bug'ning entalpiyasi to'yingan bug' jadvali orqali aniqlanadi.

$$h_k^I = 111,8 \text{ kJ/kg}$$

Kondensatordagi bug'ning sovitish uchun sovitish suvining sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$D_s = D_k (h_k - h_k^I) / [(t_b^{II} - t_b^I) C_b] = 10(2360 - 111,8) / [(22,7 - 13) \cdot 4,19] = 553 \text{ kg/s}$$

Sovitish karraligi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$m = W/D_k = 553/10 = 55,3 \text{ kg/kg.}$$

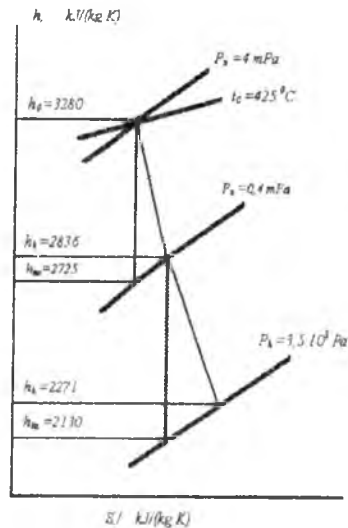
5.3-masala. Kondensatsion bug' turbinasining kondensatorga tushayotgan bug'ining bosimi $P_k = 3,5 \cdot 10^3$ Pa, quruqlik darajasi $x = 0,91$. Sovitish suvining kondensatorga kirish harorati $t_b^I = 11^\circ\text{C}$, chiqish harorati bug'ning to'yinish haroratidan 5°C ga past. Sovitish karraligini aniqlang.

Javob: $m = 49,6 \text{ kg/kg}$

5.4-masala. Bitta olinishli kondensat turbina $P_0 = 4 \text{ MPa}$ va $t_0 = 425^\circ\text{C}$ da boshlang'ich parametrlarda va kondensatordagi bosim $P_k = 3,5 \cdot 10^3$ Pa da ishlaydi. Olinishidagi bug'ning bosimi $P_s = 0,4 \text{ MPa}$. Kondensatorning sovitish suvining sarfini va sovitish karraligini aniqlang. Kondensatorga tushayotgan bug'ning sarfi $D_k = 6,5 \text{ kg/s}$, sovitish suvining kirish harorati $t_b^I = 10^\circ\text{C}$, chiqish harorati kondensatordagi bug'ning to'yinish haroratidan 5°C ga past. Turbinaning yuqori bosimi va past bosim qismlarining nisbiy ichki FIK

$$\eta_{oi}^I = \eta_{oi}^{II} = 0,8$$

Yechish:



5- rasm

Bug'ning entalpiyasi h - S diagrammadan aniqlanadi (5-rasm).

$$i_0 = 3280 \text{ kJ/kg}$$

h - S diagrammadan bug'ning bosh holatidan bug' olinish va oxirgi parametrlargacha bo'lgan adiabatik kengayishini tasvirlab bug'ning olinishdagi entalpiyasi h_{na} va kondensatordagi entalpiyasi topiladi:

$$h_{pa} = 2725 \text{ kJ/kg}; h_{ka} = 2130 \text{ kJ/kg}.$$

Olinishdagi bug'ning entalpiyasi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$h_n = h_0 - (h_0 - h_{na}) \cdot \eta_{oi}^I = 3280 - (3280 - 2725) \cdot 0,8 = 2836 \text{ kJ/kg}.$$

Kondensatordagi bug'ning entalpiyasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h_k = h_n - (h_n - h_{ka}) \cdot \eta_{oi}^{II} = 2836 - (2836 - 2130) \cdot 0,8 = 2271 \text{ kJ/kg}$$

Kondensatning entalpiyasi $P_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ dagi bug'ning to'yinish holati jadvali orqali topiladi:

$$h_k^I = 111,8 \text{ kJ/kg}.$$

$P_k = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ dagi bug'ning to'yinish haroratini bug'ning to'yinish holati jadvali orqali topiladi:

$$t_{tB} = 26,7^\circ\text{C}$$

Sovitish suvining chiqish harorati:

$$t_s^{II} = t_{sI} - 5 = 26,7 - 5 = 21,7^{\circ}\text{C}$$

Kondensatordagi bug'ni sovitish uchun sovitish suvining sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$W = D_k (h_k - h_k^I) / [(tb^{II} - tb^I) C_b] = 6,5(227) - 111,8 / [(21,7 - 10) \cdot 4,19] = 286,4 \text{ kg/s}$$

Sovitish karraligini quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$m = W/D_k = 286,4/6,5 = 44 \text{ kg/kg}$$

5.5-masala. $P_n = 0,4 \text{ MPa}$ da bitta bug' olinishli kondensatsion turbina boshlang'ich parametrlari $P_0 = 3 \text{ MPa}$, $t_0 = 380^{\circ}\text{C}$ va kondensatordagi bug'ning bosimi $P_k = 4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ da ishlaydi kondensatlanadigan bug' sarfi $D_k = 8,5 \text{ kg/s}$, sovitish suvining kirish harorati $t_s^I = 11^{\circ}\text{C}$, chiqish harorati $t_s^{II} = 21^{\circ}\text{C}$. Turbinaning yuqori bosim qismining nisbiy ichki FIK $\eta_{oi}^I = 0,74$, past bosim qismining nisbiy ichki FIK $\eta_{oi}^{II} = 0,76$. Kondensator sovitish suvining sarfi va sovitish karraligini aniqlang.

Javob: $W = 444,5 \text{ kg/s}$; $m = 52,3 \text{ kg/kg}$

5.6-masala. Kondensatsion turbina boshlang'ich parametrlari $P_0 = 3,5 \text{ MPa}$, $t_0 = 435^{\circ}\text{C}$, kondensatordagi bug'ning bosimi $P_k = 4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ da ishlaydi. Kondensatlanadigan bug'ning sarfi $D_k = 12 \text{ kg/s}$, turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,76$. Kondensatlanayotgan bug'ni turbina kondensatorda issiqlik berilishini aniqlang.

Javob: $Q = 27348 \text{ kW}$.

5.7-masala. Kondensat turbinaning kondensatordagi bug' bosimi $P_k = 3 \cdot 10^3 \text{ Pa}$.

Kondensatlanayotgan bug' sarfi $D_k = 8,5 \text{ kg/s}$. Sovitish karraligi $m = 54 \text{ kg/kg}$, sovitish suvining kondensatorga kirish harorati $t_b^I = 12^{\circ}\text{C}$, chiqish harorati kondensatordagi bug'ning to'yinish haroratidan 4°C past. Sovitish suvga kondensatlanayotgan bug'dan berilgan issiqlik miqdorini aniqlang.

Javob: $Q = 15386 \text{ kW}$.

5.8-masala. Samarali quvvati $N_e = 2600 \text{ kW}$, solishtirma bug' sarfi $D_e = 6,5 \text{ kg/kW}$ gacha bug' turbinaning kondensatorida sovitish suvga berilgan issiqlik miqdorini aniqlang. Sovitish karraligi $m = 55 \text{ kg/kg}$, sovitish suvining kondensatorga kirish harorati $tb^I = 10,5^{\circ}\text{C}$ chiqish harorati $tb^{II} = 21^{\circ}\text{C}$.

Javob: 11374 kW .

5.9-masala. Kondensatsion bug' turbinaning samarali quvvati $N_e = 2000 \text{ kW}$, bug'ning solishtirma sarfi $D_e = 5,5 \text{ kg/(kW}\cdot\text{soat)}$, kondensatordagi bug'ning bosimi $P_k = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$, entalpiyasi $h_k = 2350 \text{ kJ/kg}$, issiqlik uzatish koeffitsiyenti $k = 3,9$

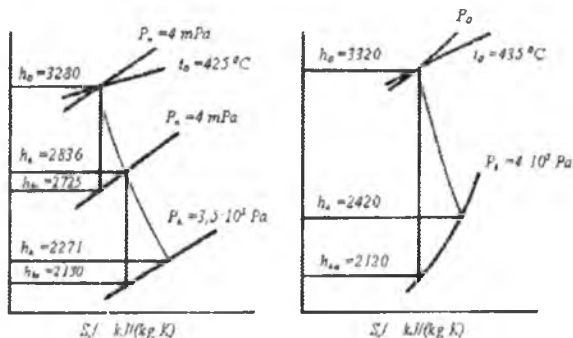
$\text{kW/m}^2\cdot\text{K}$ va kondensatordagi sovitish suvining o'rtacha harorati farqi $\Delta t_{0,1}=10^\circ\text{C}$. Kondensatorning sovitish yuzasini aniqlang.

Javob: $F_k = 173,3 \text{ m}^2$.

5.10-masala. Samarali quvvati $N_e = 5000 \text{ kW}$, bug'ning solishtirma sarfi $D_e=5,8\text{kg}/(\text{kW}\cdot\text{soat})$ kondensatsion turbina $P_0 = 3,5\text{MPa}$ va $t_0=435^\circ\text{C}$ boshlang'ich parametrlarda ishlaydi. Kondensatordagi bug'ning bosimi $P_k=4\cdot 10^3 \text{ Pa}$. Kondensatordagi sovitish suvining kirish harorati $t_k^I = 14^\circ\text{C}$, chiqish harorati $t_k^{II} = 24^\circ\text{C}$. Issiqlik uzatish koeffitsiyenti $K=4 \text{ kW}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,75$. Kondensatorning sovitish yuzasini aniqlang.

Yechish. Kondensatlanayotgan bug'ning sarfi (6) tenglamadan aniqlanadi:

$$D = D_k = D_e \cdot N_e / 3600 = 5,8 \cdot 5000 / 3600 = 8,06 \text{ kg/s}.$$



6- Rasm

Bug'ning h_0 entalpiyasini h - S diagrammada (6-rasm) aniqlanadi $h_0 = 3320 \text{ kJ/kg}$.

h - S diagrammada bug'ning adiabatik kengayishini tasvirlab kondensatordagi entalpiyasini aniqlanadi; $h_{ka} = 2120 \text{ kJ/kg}$.

Kondensatordagi bug'ning entalpiyasi esa:

$$h_k = h_0 - (h_0 - h_{ka}) \cdot \eta_{oi} = 3320 - (3320 - 2120) \cdot 0,75 = 2420 \text{ kJ/kg}.$$

Kondensatlanayotgan bug'ning kondensatordagi issiqlik yo'qotilishi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Q = D_k (h_k - h_k^I) = 8,06 \cdot (2420 - 121) = 18530 \text{ kW}.$$

Kondensatlangan bug'ning kondensatordagi bosimi $P_k=4\cdot 10^3\text{Pa}$ dagi bug'ning entalpiyasini "Suv bug'i" jadvalidan aniqlanadi (to'yingan bug' jadvalidan): $h_k^I = 121 \text{ kJ/kg}$. Kondensatorning sovitish yuzasi tenglamadan aniqlanadi:

$$F_k = Q / (K \cdot \Delta t_{\text{н}}) = 18530/4 \cdot 10 = 463,2 \text{ m}^2.$$

Issiqlik elektr stansiyalarining iqtisodiy tejamkorligini xarakterlovchi IES larning tejamkorligini aniqlovchi ko'rsatkichlar bu: FIKlari; shartli yoqilg'ini solishtirma sarfi; elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun solishtirma issiqlik sarfi; elektr energiyasining tannarxi.

IES ning FIK lari ikki turga bo'linadi:

brutto – o'z ehtiyojiga sarflangan energiyani hisobga olmagan FIK.

netto – o'z ehtiyojiga sarflangan energiyani hisobga olgan FIK.

IESning brutto FIK η_{KES}^{br} – ishlab chiqarilgan elektroenergiyani yoqilg'i bilan keltirilgan energiyaga nisbatidir.

$$\eta_{KES}^{br} = E^{ish} / (B \cdot Q'_q)$$

bu yerda: E^{ish} – ishlab chiqarilgan elektrenergiyaning miqdori, kJ;

B - yoqilg'i sarfi, kg;

Q'_q – yoqilg'i ishchi masalasining past yonish issiqligi, kJ/kg;

Agar IESning hamma qismlarining FIK lari aniq bo'lsa, ta'minot nasosining ishini hisobga olmagan holda, IESning brutto koeffitsiyenti quyidagi tenglama orqali aniqlasa bo'ladi:

$$\eta_{KES}^{br} = \eta_{bg} \cdot \eta_{qu} \cdot \eta_t \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_m \cdot \eta_r.$$

Bu yerda:

η_{bg} – bug' generatorining FIK;

η_{ip} – quvurlarning FIK;

η_t – Renkin siklining termik FIK;

η_{oi} – turbinaning nisbiy ichki FIK;

η_m – turbinaning mexanik FIK;

η_r – generatorning elektr FIK.

IESning netto FIK - η_{KES}'' - iste'molga uzatilgan elektrenergiyani KES yoqilg'i bilan keltirilgan energiyaga nisbati.

$$\eta_{KES}'' = E^{uz} / B \cdot Q'_q$$

bu yerda $E^{otp} = E^{ish} - E^{chi}$ – iste'molga uzatilgan elektr energiya sarfi, ishlab chiqarilgan energiya va IESning o'z ehtiyojiga sarflangan energiyalarining ayirmasiga teng.

IESda 1MJ(10^3 kJ) elektrenergiyani ishlab chiqarish uchun solishtirma sarfi (kg/mJ) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$B_{KES}'' = B \cdot Q'_q / (29,3 E^{ish}) = 0,0342 / \eta_{KES}^{br}$$

IESda kW·soat elektroenergiyani ishlab chiqarish uchun yoqilg'ining solishtirma sarfi [kg/(kW · soat)] quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$B'_{KES} = 3600 B \cdot Q'_{KES} / (29300 \cdot E^{ish}) = 0,123 / \eta'_{KES}$$

IESlarda elektroenergiyani ishlab chiqarish uchun issiqlikning solishtirma sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$D'_{KES} = Q' \cdot B'_{KES}$$

$$D'_{KES} = 1 / \eta'_{KES}$$

IESda uzatilayotgan (1 kW · soat) elektr energiyaning tannarxi (so'm/kW·soat) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$S'_{KES} = \sum X / E^{ozn} = [(X_{top} + X_{am} + X_{z.p} + \sum U_{pr}) / E^{uz}] \cdot 100$$

$\sum X$ – harajatlar summasi, so'm/yil;

X_{yo} – yoqilg'iga bo'lgan harajatlar so'm/yil;

X_a – amortizatsiyaga bo'lgan harajatlar, so'm/yil.

X_{ih} – ish haqi maoshi harajatlari, so'm/yil.

$\sum X_b$ – boshqa har xil harajatlar, so'm/yil.

5.11-masala. Kondensatsion elektr stansiya bir yilda $\mathfrak{E}^{ish} = 590 \cdot 10^{10}$ kJ/yil elektr energiya ishlab chiqarib, $B = 720 \cdot 10^6$ kg/yil past issiqlik berishidan $Q'_v = 20500$ kJ/kg tosh ko'mir sarflangan. Ishlab chiqarilgan elektroenergiyani 5% o'z ehtiyojlarini qoplash uchun sarflangan. Stansiyaning brutto va netto FIKni aniqlang.

Javob: $\eta'_{KES} = 0,4$; $\eta'_{KES} = 0,38$.

5.12-masala. Kondensatsion elektr stansiyaning boshlang'ich parametrlari $P_0 = 9$ MPa; $t_0 = 550^\circ\text{C}$; kondensatordagi bug'ning bosimi $P_k = 4 \cdot 10^3$ Pa KESni qozon qurilmasining FIK $\eta_{ky} = 0,89$; quvurlarning FIK $\eta_{cp} = 0,97$; turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,84$; $\eta_m = 0,98$; $\eta_i = 0,98$. KESning brutto FIK ni aniqlang.

Javob: $\eta'_{KES} = 0,3$.

5.13-masala. Kondensatsion elektr stansiya bir yilda $\mathfrak{E}^{ish} = 100 \cdot 10^6$ kW·soat/yil elektr energiya ishlab chiqardi, bundan 5% elektroenergiyani o'z ehtiyoji uchun ishlatdi. Stansiyadagi harajatlar summasi $\sum X = 7,6 \cdot 10^5$ so'm/yil bo'lganida iste'molga uzatilgan 1kW·soat elektr energiyaning tannarxini aniqlang.

Javob: $S'_{KES}^{ozn} = 0,8$ so'm/kW · soat.

5.14-masala. Kondensatsion elektr stansiya bir yilda iste'molga uzatgan $\mathfrak{E}^{ozn} = 120 \cdot 10^6$ kW · soat/yil elektr energiyaning 1 kW·soat energiya tannarxi $S'_{KES}^{ozn} = 0,7$ so'm (kW · soat); energiya uzatish miqdori $\mathfrak{E}_{KES}^{ozn} = 70 \cdot 10^6$ kW·soat/yil

6.2-masala. Birinchi masaladagi kondensat stansiya sxemasiga $P_{016} = 0,1$ MPa bosimda regenerativ bug' olinishdan aralashma qizdirgichda $t_{*} = 100^{\circ}\text{C}$ gacha ta'minot suv qizdirilganda trubinaga bo'lgan bug' sarfi qanchaga o'zgaradi, va shu sxemadagi termik FIK ni ham aniqlang.

$$D_T = D + yD_{ul} = \frac{N_7}{(i_0 - i_{k,a})} + \frac{i_{ul} - i_k}{i_0 - i_k} \cdot D_{ul} \quad (6.2)$$

Bu yerda:

$$y = \frac{i_{ul} - i_k}{i_0 - i_k} \quad (6.3)$$

bug'ning ishlatilmagan quvvat koeffitsiyenti.

D_{ul} - regenerativ bug' olinishdagi bug' sarfi;

Bug' olinadigan bug' sarfini ko'pincha turbinaga bo'lgan bug' sarfiga nisbatan ulushlarda ko'rsatiladi. $D_{ul} = \alpha D_n(3) \rightarrow \alpha$ - olinishdagi bug'ning sarfi. Bu kattalik aralashma regenerativ qizdirgichning issiqlik balansidan aniqlanadi:

$$\alpha(i_{ul} - i_k') = i_{nb}' - i_r' \quad \alpha = \frac{i_{nb}' - i_r'}{i_{ul} - i_k'} \quad (6.4)$$

(6.3) tenglamani (6.2) tenglamaga qo'yib topiladi:

$$D_T = D + yD_{ul} = D + y \cdot \alpha \cdot D_T$$

bu yerdan:

$$D_T = \frac{D}{1 - \alpha \cdot y} \quad (6.5)$$

Shunday qilib, regenerativ olinishli turbinaga bo'lgan bug' sarfini aniqlash uchun D ; y ; va α qiymatlardan foydalanamiz.

u - aniqlash uchun olinishdagi bug'ning entalpiyasi va kengayishning oxirgi entalpiyasi $h-s$ diagramma orqali aniqlanadi (7-rasm).

$$h_{0mo} = 2653 \text{ kJ/kg}; h_k = 2336 \text{ kJ/kg};$$

Suv va suv bug'i jadvali orqali:

$$h_{f,s} = 413 \text{ kJ/kg va } h_{f,k}' = 137.7 \text{ kJ/kg } (t_{f,s} = 100^{\circ}\text{C}, \text{ va } t_{f,k}' = 32,9^{\circ}\text{C})$$

6.3 va 6.4 tenglamadan u va α aniqlanadi:

bo'lganida 1 kW · soat elektr energiyaning tannarxini aniqlang. Stansiyadagi yillik harajatlarni bir xil deb hisoblang.

Javob: $S_{1KES}^{otn} = 1$ tiyin/kW · soat.

$S_{2KES}^{otn} = 1,2$ tiyin/kW · soat.

6. Energetik qurilmalarning prinsipial issiqlik sxemalari va ularni hisoblash usullari

6.1-masala. Kondensatsion elektr stansiyaning boshlang'ich parametrlari $P_0 = 3,5$ MPa; $t_0 = 435^\circ\text{C}$ va kondensatordagi bosim $P_k = 5$ kPa da ishlaydi. IESning quvvati $N_e = 12$ mW, turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,82$, elektromexanik FIK $\eta_{em} = 0,92$. Turbinaning FIKni aniqlang

Yechish. turbinaga bo'lgan bug' sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$N_e = D (i_0 - i_{ka}) \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{em} \quad (6.1)$$

N_e - turbogeneratoring elektr quvvati kW.

D - turbinaga bo'lgan bug' sarfi kg/s.

$h_0 - h_{ka}$ - bug'ning boshlang'ich va turbinada adiabatik kengayishidagi entalpiyalari, kJ/kg.

Masalani yechishda suv va suv bug'ining jadvalidan va $h - s$ diagrammasidan foydalanamiz. 7-rasmda $h - s$ diagrammada bug'ning turbinadagi kengayish jarayoni tasvirlangan. Bug'ning adiabatik kengayishida diagrammadan:

$$h_0 = 3303 \text{ kJ/kg}; h_{ka} = 2124 \text{ kJ/kg}.$$

Bu kengayishni tasvirlash uchun haqiqiy oxirgi entalpiyasi.

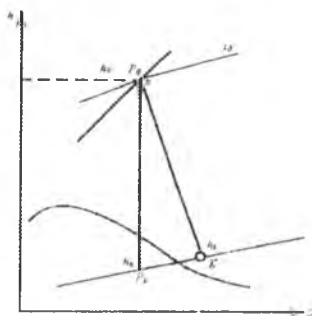
$$h_k = h_0 - (h_0 - h_{ka}) \cdot \eta_{oi} = 3303 - (3303 - 2124) \cdot 0,82 = 2336 \text{ kJ/kg}.$$

D_0 (6.1) tenglamadan aniqlanadi:

$$D = \frac{N}{(i_0 - i_{ka}) \eta_{oi} \eta_{em}} = \frac{12 \cdot 10^3}{(3303 - 2124) \cdot 0,82 \cdot 0,92} = 13,43 \text{ kg/s}.$$

Ta'minot nasosining ishini hisobga olmagan holda termik FIKni aniqlash uchun kondensatordan chiqayotgan kondensatoring entalpiyasini suv va suv bug' jadvali orqali P_k bosimdagi suvning entalpiyasini aniqlanadi: $h_k^1 = 137,8$ kJ/kg. Renkin siklining termik FIK quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$\eta_t = \frac{(i_0 - i_{k1})}{i_0 - i_k^1} = \frac{3303 - 2124}{3303 - 137,8} = 0,372$$



7- rasim. Rasmda turbinada bug'ning haqiqiy kengayishi va turbinadagi yo'qotilishlarni hisobga olgan η_{oi} tasvirlangan.

$$\alpha = \frac{i'_{nh} - i'_k}{i'_{ul} - i'_k} = \frac{2653 - 2336}{3303 - 12336} = 0,328,$$

(6.5) tenglamadan D_r aniqlanadi:

$$D_r = \frac{D}{1 - \alpha \cdot y} = \frac{13,49}{1 - 0,109 \cdot 0,328} = 13,99 \text{ kg/s};$$

$$D_{ul} = \alpha \cdot D_r = 0,109 \cdot 13,99 = 1,53 \text{ kg/s};$$

tenglamadan yechimni to'g'riligini aniqlang: (6.2).

$$D_i = D + yD = 13,49 + 0,328 \cdot 1,53 = 13,99 \text{ kg/s}.$$

Regenerativ olinishli turbinaning termik FIK quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\eta_i^p = \frac{(i_0 - i_{kt}) \cdot (1 - \alpha \cdot y)}{i_0 - i_{nh}} = \frac{(3303 - 2124)(1 - 0,109 \cdot 0,328)}{3303 - 413} = 0,393$$

Termik FIKning nisbiy ko'payishi:

$$\Delta \eta_i = \frac{\eta_i^p - \eta_i}{\eta_i} \cdot 100 = \frac{0,393 - 0,372}{0,372} \cdot 100 = 5,6\%$$

6.3-masala. Kondensat turbina boshlang'ich $P_0 = 13 \text{ MPa}$ $t_0 = 550^\circ\text{C}$ da va kondensatorga bug' bosimi $P_k = 6,0 \text{ kPa}$ da ishlaydi. Stansiyaning quvvati $N_e = 40 \text{ mW}$, turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,79$; elektromexanik FIK $\eta_{em} = 0,93$. turbinaga bo'lgan bug' sarfi, va termik FIKni aniqlang.

Javob: $D = 48,6 \text{ kg/s}$, $\eta_i = 43\%$.

6.4-masala. Kondensatsion turbinaning boshlang'ich parametrlari $P_0 = 4 \text{ MPa}$; $t_0 = 450^\circ\text{C}$ va kondensatordagi bug' bosimi $P_k = 4 \text{ kPa}$ da ishlaydi. Ta'minot suv uchta aralashma regenerativ qizdirgichda (2-rasm) $t_{n,n} = 150^\circ\text{C}$ gacha regenerativ bug' olinishidagi bug' bisobiga qizdiriladi. Turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,85$, elektromexanik FIK $\eta_{em} = 0,93$, stansiyaning quvvati $N_e = 25 \text{ MW}$. Turbinaga bo'lgan bug' sarfi va termik FIKni aniqlang.

Yechish: bu masala 2-masalaning yechish usuli bo'yicha yechiladi. Birinchi o'rinda olinishlardagi parametrlar va regeneratsiya uchun olinishdagi bug' sarflarining ulushlari aniqlanadi: D_1, D_2, D_3 .

$$D_i = \alpha_1 D_r; \quad D_2 = \alpha_2 D_r; \quad D_3 = \alpha_3 D_r;$$

Olinishdagi parametrlar P_1, P_2, P_3 va $i_1, i_2, i_3 - h - s$ diagrammadagi turbinada hug' kengayish jarayonining tasviridan aniqlanadi. Regenerativ qizdirish qizdirgichlar orasida $t_k = 28,6^\circ\text{C}$ dan $t_{nb} = 150^\circ\text{C}$ gacha teng taqsimot bo'yicha qizdiriladi deb hisobga olamiz. Demak, har bitta aralashma qizdirgichda

$$\Delta t_{o'r} = \frac{t_{1n} - t_k}{3} = \frac{150 - 28,6}{3} = \frac{121,4}{3} = 40,5^\circ\text{C} \text{ gacha kondensat qizdiriladi.}$$

Olinishlardagi bosimlarni qizdirishdagi to'yinish harorati bo'yicha suv va bug'i jadvalaridan topiladi.

Uchinchi regenerativ qizdirgichda kondensatning to'yinish harorati:

$$t_{3n} = t_k + \Delta t_{o'r} = 28,6 + 40,5 = 69,1^\circ\text{C}$$

Jadvaldan: $t_{3n} = 69,1^\circ\text{C} \rightarrow P$ uchinchi olinishdagi bosim topiladi: $P_3 = 30 \text{ kPa}$.

Shu usulda ikkinchi va birinchi qizdirgichlarni kondensat to'yinish haroratini aniqlab ikkinchi va birinchi bug' olinishdagi bosimlar topiladi:

$$t_2 = t_k + 2\Delta t = 28,6 + 81 = 109,6^\circ\text{C}.$$

$$P_2 = 0,142 \text{ MPa.}$$

$$t_{1n} = t_k + 3\Delta t_{o'r} = t_{2n} + \Delta t_{o'r} = 109,6 + 40,5 = 150,1^\circ\text{C}$$

Berilishda $t_{1n} = 150^\circ\text{C}$ bo'lganligi uchun birinchi qizdirgichda qizdirilish $\Delta t_{o'r} = 40,4^\circ\text{C}$ deb qabul qilamiz va $t_{1n} = 150^\circ\text{C} \rightarrow P_1 = 0,475 \text{ MPa}$.

$h - s$ diagramma orqali η_{oi} hisobga olib:

$$h_0 = 3332 \text{ kJ/kg; } h_k = 2281 \text{ kJ/kg; } h_3 = 2508 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = 2718 \text{ kJ/kg; } h_1 = 2908 \text{ kJ/kg topiladi.}$$

Keyin $\alpha_1; y_1; \alpha_2; y_2; \alpha_3$ va y_3 larni ikki masalada aniqlagandek aniqlanadi:

$$\alpha_3 = \frac{h'_{3n} - h'_k}{h_3 - h'_{3n}} = \frac{289,3 - 119,6}{2508 - 289,1} = 0,0765$$

bu yerda:

$$h'_{3n} = C_p t_{3n} = 4,19 \cdot 69,1 = 289,3 \text{ kJ/kg}$$

$$h'_k = C_p t_k = 4,19 \cdot 28,6 = 119,6 \text{ kJ/kg}$$

$$y_3 = \frac{h_3 - h_k}{h_0 - h_k} = \frac{2508 - 2281}{3332 - 2281} = 0,216$$

$$\alpha_3 = \frac{h'_{2n} - h'_{3n}}{h_2 - h'_{2n}} = \frac{458 - 289,3}{2718 - 458} = 0,0747$$

bu yerda:

$$h'_{2n} = Cp \cdot t_{2n} = 4,19 \cdot 109,6 = 458 \text{ kJ/kg}$$

$$y_2 = \frac{h_2 - h_k}{h_0 - h_k} = \frac{2718 - 2281}{3332 - 2281} = 0,406$$

$$\alpha_1 = \frac{h'_{1n} - h'_{2n}}{h_1 - h'_{1n}} = \frac{628 - 458}{2908 - 628} = 0,0746$$

bu yerda:

$$h'_{1n} = Cp \cdot t_{1n} = 4,19 \cdot 150 = 628 \text{ kJ/kg};$$

$$y_1 = \frac{h_1 - h_k}{h_0 - h_k} = \frac{2908 - 2281}{3332 - 2281} = 0,597$$

Regenerativ bug' olinishlarni hisobga olgan holda turbinaga bo'lgan bug' sarfi aniqlanadi.

$$D_1 = \frac{N_0}{(h_0 - h_k) \cdot \eta_{tm} \cdot (1 - \sum \alpha_i y_i)} = \frac{25000}{(3332 - 2281) \cdot 0,93 \cdot (1 - 0,0765 \cdot 0,216 - 0,0747 \cdot 0,406 - 0,0746 \cdot 0,597)} = 28,4 \text{ kg / set}$$

Regenerativ bug' olinishli siklning termik FIK:

$$\eta_t' = \frac{(h_0 - h_k)(1 - \sum \alpha_i y_i)}{h_0 - h_{n*}} = \frac{(3332 - 2092) \cdot 0,908}{3332 - 628} = 0,416$$

Regenerativ bug' olinishsiz siklning termik FIK:

$$\eta_i = \frac{h_0 - h_{0a}}{h_0 - h_n} = \frac{3332 - 2092}{3332 - 119,6} = 0,386$$

Regeneratsiya bug' olinishli siklining termik FIKning oshishi

$$\Delta\eta_i = \frac{\eta_i^p - \eta_i}{\eta_i} = \frac{0,416 - 0,386}{0,386} = 0,0777 \text{ yoki } 7,77\%$$

6.5-masala. K-12-35 turbinaning regenerativ qizdirgichlarda ta'minot suvi $t_{nB}=140^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiriladi. Turbinaga kelayotgan bug'ning bosh parametrlari $P_0 = 3,5 \text{ MPa}$ $t_0 = 435^{\circ}\text{C}$, kondensatordagi bosim $P_k = 5 \text{ kPa}$; turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,82$; $\eta_{um} = 0,95$. Regenerativ bug' olinishlar soni $n = 4$. Turbinaga bo'lgan bug' sarfini aniqlang.

Javob: $D_T = 53,3 \text{ t/soat}$.

6.6-masala. K-50-90 turbinaning aralashma regenerativ qizdirgichlarda ta'minot suvi $t_{nB}=200^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiriladi. Turbina bug'ining boshlang'ich parametrlari $P_0 = 9 \text{ MPa}$, $t_0 = 500^{\circ}\text{C}$, kondensatordagi bosim $P_k = 5 \text{ kPa}$ turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,86$, $\eta_{um} = 0,97$. regenerativ bug' olinishlar soni 5. turbinaga bo'lgan bug' sarfini va termik FIK oshishini aniqlang.

Javob: $D_T = 197 \text{ t/soat}$; $\Delta\eta_i = 10\%$.

6.7-masala. Masala 6.6 ni aralashma qizdirgichlarning o'rniga yuzali qizdirgichlar o'rnatilishida yeching. To'yinish haroratigacha yetmaslik (nedogrev)

$\theta = t''_{om} - t_{ns} = 5^{\circ}\text{C}$. Regenerativ qizdirayotgan bug'ning kondensati kaskad sxemasi bo'yicha kondensatorga yuboriladi.

Javob: $D_T = 195 \text{ t/soat}$; $\Delta\eta_i = 8,9\%$.

6.8-masala. P-100-130/15 turbinali stansiyaning prinsipial sxemasini quyidagi berilishlar bo'yicha issiqlik balansini hisoblang.

Turbinaga kirayotgan bug'ning boshlang'ich parametrlari: $P_0 = 12,74 \text{ MPa}$, $t_0 = 560^{\circ}\text{C}$. Turbinadan chiqayotgan bug'ning bosimi $P_k = 1,0 \text{ MPa}$. Qarshi bosimdan tashqi iste'molchiga bug' sarfi $D_{ts} = 540 \text{ t/soat}$;

Turbinaning nisbiy ichki FIK $\eta_{oi} = 0,844$

Turbogeneratorning elektr mexanik FIK $\eta_{em} = 0,97$

Regeneratsiyaga bug' olinishlar soni $n=3$.

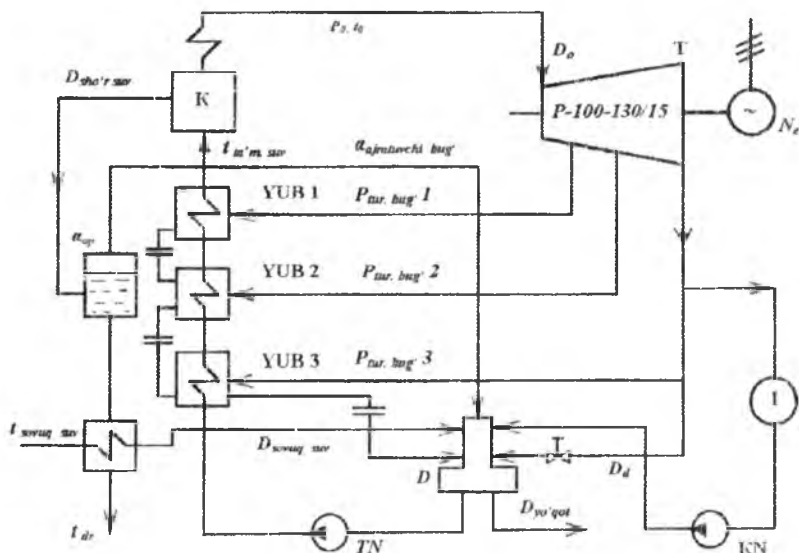
Qaytayotgan kondensat ulushi $\gamma_{ex} = 0,85$; $t_{0a} = 70^{\circ}\text{C}$.

Deaeratoridagi bosim $P_g = 0,588 \text{ MPa}$;

Kinoyaviy tozalangan suvning harorati $t_{xob} = 30^{\circ}\text{C}$.

Stansiyaadagi bug' va kondensat yo'qolishi $\lambda_{um} = 1,2\%$ D't

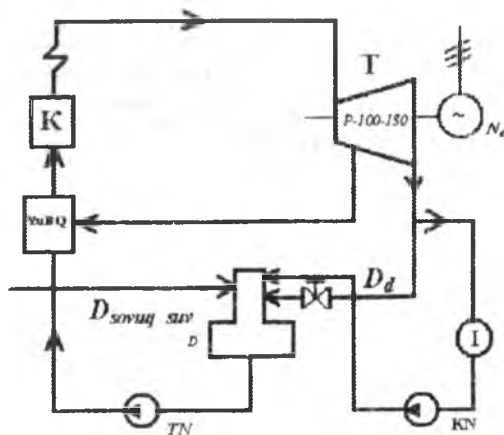
Turboqurilmaning prinsipial sxemasi 8-rasmda berilgan.



8- rasm

Yechish: Qarshi bosimli turbinaning prinsipial sxemasini hisoblash turbinaga bo'lgan bug' sarfini va elektr quvvatini aniqlashdan iboratdir.

Turbinaga bo'lgan bug' sarfini taxminan aniqlash uchun hisoblash sxemasini soddalashtirib: uchta yuzali qizdirgich o'rnatilgan deb hisoblaymiz.



9 -rasm

Bunda turbinaga bo'lgan bug' sarfi.

$$D_T = D_{nD} + D_r; \quad D_{nD} = D_{ts} + D_d.$$

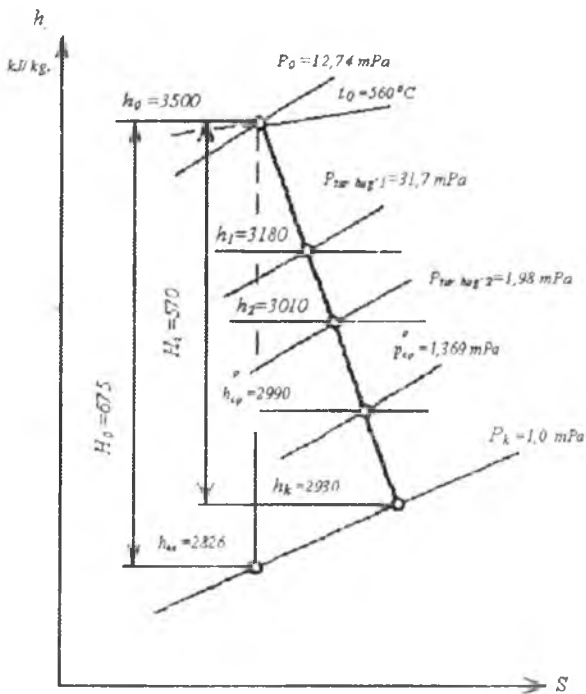
Bu yerda:

D_{ts} – tashqi iste'molchining bug' sarfi;

D_d – deaeratorga bug' sarfi;

D_r – regeneratsiyaga bug' sarfi

$h-s$ diagrammada turbinada bug' kengayish jarayonini tasvirlab (10-rasm) h_k aniqlanadi.



10-rasm.

$$h_k = 2930 \text{ kJ/kg.}$$

Deaeratorga bug' sarfi material va issiqlik balans tenglamasidan aniqlanadi:

$$D_d = \frac{D_{xon} (h'_g - h'_{x.o.e}) + D_{ak} (h'_g - h'_{ak})}{h_k - h'_g}$$

D_{ak} - qaytayotgan kondensat sarfi t/soat;

Kimyoviy tozalangan suv sarfi:

$$D_{xon} = (\varphi_{x.r}) D_{an} + D_y + D'_{prod}$$

$D_y + D'_{np} \approx 15$ t/soat deb hisobga olsak

$$D_{xon} = (1 - 0.85) 540 + 15 = 96 \text{ t/soat;}$$

$$D_d = \frac{96(666.8 - 125.6) + 459(666.8 - 293)}{2930 - 666.8} = 98.77 \text{ t/soat}$$

Qarshi bosimdan bug' sarfi taxminan:

$$D_{nD} = D_{to'y b} + DD = 540 + 98,77 = 638,77 \text{ t/soat}$$

Ta'minot suvining harorati $t_{ts} = 230^{\circ}\text{C}$.

Shartli regenerativ olinishning parametrlari aniqlanadi:

Aralashma regenerativ qizdirgichidagi ta'minot suvining harorati:

$$t_{avr} = \frac{t_r + t_d}{2} = \frac{230 + 158}{2} = 194^{\circ}\text{C}$$

O'rtacha bug' olinishidagi bosim:

$$P_{or} = f(t_p^{cp}) = 1.369 \text{ MPa.}$$

h – s diagrammadan: $h_p^{cp} = 2990 \text{ kJ/kg}$:

Shartli regenerativ qizdirgichga bug' sarfi aniqlanadi. Issiqlikning balans tenglamasi tuziladi:

$$D_p^{cp} (h_p^{cp} - h_{tm}^{cp}) \eta_{m.a} = [D_{no} + D_{vm} + D_{yma}] (h_{no}^{cp} - h_g^{cp})$$

bu yerda: $\eta_{m.a} = 0,98$ – qizdirgichning FIK

$$D_p^{cp} = \frac{(D_{no} + D_v + D_{yma}) \cdot (h_{no}^{cp} - h_g^{cp})}{(h_{tm}^{cp} - h_{a.h}^{cp}) \cdot \eta_{m.a}} = \frac{(638,77 + 15)(990,3 - 666,8)}{(2990 - 990,3) \cdot 0,98} = 107,92 \text{ t/soat}$$

Taxminan turbinada bo'lgan bug' sarfi:

$$D_t = D_{no} + D_p^{cp} = 638,77 + 107,92 = 746,09 \approx 746,7 \text{ t/soat}$$

1. Х.А.Алимов, К.Х.Ахмедов. «Исиклик электр станциялари» маъруза матни. - Тошкент. 2002у.
2. В.Я.Рыжкин. Тепловые электрические станции -2-е изд., перераб. доп. -М.: Энергия, 1976.
3. Д.П.Елизаров. Теплоэнергетические установки электростанций. -М.: Энергоиздат: 1982.
4. В.Я.Гришфелд, Г.Н.Морозов. Тепловые электрические станции. -М.: Энергия, 1986.
5. В.Я.Гришфелд, А.М.Князев, В.Е.Куликов. Режимы работы и эксплуатация ТЭС. -М.: Энергия 1980.
6. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу. Под ред. П.В.Рослякова - М.: МЭИ. 2004. -228с.
7. Повышение экологической безопасности ТЭС. Под ред. А.С.Сежлова -М.: МЭИ. 2002. -378с.
8. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика. Под об.ред. Е.В.Аметистова -М.: МЭИ. 2004. -376 с.
9. А.С.Копылов, В.М.Лавыгин, В.Ф.Очков Водоподготовка в энергетике. -М.: МЭИ, 2003. -309 с.
10. Ю.Г.Назмеев, В.И.Лавыгин. Теплообмен аппараты ТЭС. -М.: МЭИ, 2002. - 260 с.
11. А.Д.Качан. Режимы работы и эксплуатация тепловых электрических станций. Минск: Высшая школа, 1978.
12. Е.Я.Соколов. Тепловые электрические станции и тепловые сети: -М.: Энергоиздат, 1982.
13. В.Н.Малюшенко, А.К.Михайлов. Энергетические насосы: Справочное пособие. -М.: Энергоиздат, 1981.
15. В.Я.Рыжкин, А.М.Кузнецов. Анализ тепловых схем мощных конденсационных блоков. -М.: Энергия, 1972.
16. Л.А.Рихтер. Газовоздушных тракты тепловых электростанций. -М.: Энергоатомиздат, 1984.

Mundarija

1. Energetik qurilmalarni prinsipial issiqlik chizmalari va ularni hisoblash usullari	3
2. Turbinaning foydali ish koeffitsiyentini aniqlash	6
3. Turbinaning bug' sarfini aniqlash.....	7
4. Turbinaning quvvatini aniqlash	12
5. Bug' turbinasining kondensatorlari	12
6. Energetik qurilmalarning prinsipial issiqlik sxemalari va ularni hisoblash usullari.....	20
7. Adabiyotlar	30

Muharrir Sidikova K.A.

Musahhih Bahromova T.

Bosishga ruhsat etildi 05.03.2015 y Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 2. Nusxasi 50 dona. Buyurtma № 376.

TDIU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh, Talabalar ko'chasi 54.