

З.Қ. Абдикулова¹, Ж.Н. Исабеков¹, Ж.С. Калимбетова¹,
Ж.К. Оржанова², П.М. Рахметова³

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан,
Қазақстан

²Алатау Жарық Компаниясы, Алматы, Қазақстан

³Satbayev University, Алматы, Қазақстан

E-mail: Azagipa@mail.ru

КОНДЕНСАЦИЯЛЫҚ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЕСЕПТІК ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Конденсациялық электр станциясы (КЭС), жылу бу турбиналық электр станциясы, оның мақсаты конденсациялық турбиналарды пайдалана отырып электр энергиясын өндіру болып табылады. КЭС-да органикалық отын қолданылады: қатты отын, негізінен шаң тәрізді күйдегі әртүрлі көмір, газ, мазут және т.б. отынды жағу кезінде бөлінетін жылу қазандық қондырғысында жұмыс денеге - су буына беріледі.

Бұл жұмыста конденсациялық электр станциясының жылу схемасы, электр станциясының қуат беру схемасы зерттелінді, жылу жүктемелері есептелінді, жылу жабдықтарының техникалық сипаттамалары, бу, су және отын шығыны және электр станциясының энергетикалық көрсеткіштері анықталды.

Әртүрлі жұмыс режимдерінде салқындатқыштың ағынын оңтайландыру үшін конденсациялық электр станциясының жылу схемасын жетілдіру жолдары ұсынылған.

Түйінді сөздер. Конденсациялық электр станциясы, жылу схемасы, қуат беру схемасы, бу шығыны, бу генераторы, турбина.

Кіріспе.

Қазақстанның отын-энергетика кешенін дамытудың 2030 жылға дейінгі бағдарламасының әлеуметтік бағыттылық (ауыл тұрғындарын газбен, электрмен қамтамасыздандыру), сонымен қатар энергия үнемдеуге байланысты жұмыстарды өткізу, энергетикалық қауіпсіздік, отын-энергетикалық кешендері салаларын құрылымдық қайта құру, экологиялық таза энергетика, жергілікті отын-энергетикалық ресурстарды пайдалануды кеңейту, қазіргі заман техникасы мен технологиясын пайдалану шараларын іске асыру мақсатында электр желілер мен электр станцияларды жүйелі түрде қайта құрастыру, жетілдіру керек [1].

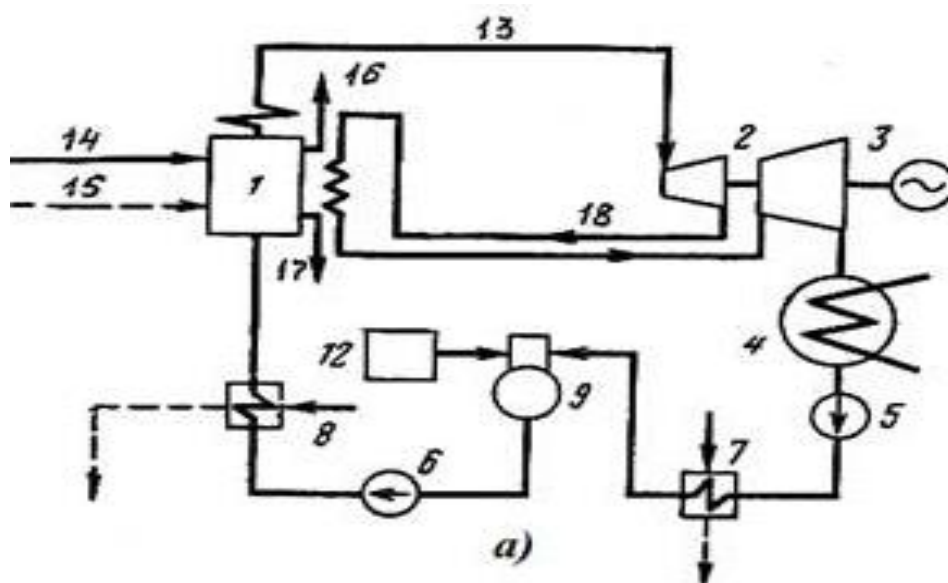
Отандық энергия жүйелерінде жылу конденсациялық электр станциялары барлық өндірілетін энергияның төрттен үшін құрайды. Осы типтегі жеке электр станцияларының қуаты 6000 МВт - қа жетті және одан әрі 8000 МВт-қа дейін артады. Қазіргі КЭС-те қуаты 300, 500, 800 және 1200 МВт, бу аралық қыздыруы бар, бу параметрлері 24 МПа және 560-565⁰С, энергетикалық жүйенің тәуліктік жүктеме графигінің базистік бөлігіндегі жұмысының белгіленген $T_y = w/P_y = 5000$ сағ/жыл және одан да жоғары қуатты пайдалану ұзақтығына есептелінген тиімді бу турбиналық қондырғылар орналастырылады [2].

Материалдар мен тәсілдер.

1-ші суретте КЭС-ның технологиялық процесі келтірілген.

Турбинада жұмыс атқарған бу конденсаторға (4) жіберіледі, онда оның циркуляциялық сорғының арынымен жылу алмасу бетінің түтікшелері арқылы өтетін

салқындатқыш суға, бу жылуын бұру арқылы конденсациясы жүреді. Пайда болған конденсат конденсат жинағышқа (3) ағады, ол жерден конденсат сорғысымен (5) сорылады және негізгі конденсатқа беріледі.



1 - бу генераторы; 2 - турбина; 3 - генератор; 4 - конденсатор; 5 – конденсатты насос; 6 - қоректік насос; 7 - төменгі қысым бөлігі; 8- жоғары қысым бөлігі; 9- деаэратор; 10- желілік қыздырғыш; 11- өндірістік бу; 12- су дайындау құрылғылары; 13- бу құбыры; 14- көмір; 15- ауа; 16- түтін; 17- шлак; 18- бу қыздырғыш.

1 сурет – КЭС-ның технологиялық процесі

Турбинадан конденсаторға түсетін будың құрамында төменгі қысым бөлігінің шеткі тығыздағыштары арқылы келетін ауа болады. Конденсатордың бу кеңістігінен бу-ауа қоспасы әуе сорғысымен (эжектормен) сорылады. Будың бастапқы параметрлері өзгермеген кезде конденсатордағы қысымның төмендеуі пайдалы жұмысты және циклдің термиялық ПӘК-ін арттырады [3]. Конденсатордың тиімді жұмысы турбоқондырғының жұмысының үнемділігіне тікелей әсер етеді. Мысалы, конденсатордағы қысымның 1 кПа КЭС-ның бу турбиналы қондырғыларының үнемділігі шамамен 1% -ға өзгереді.

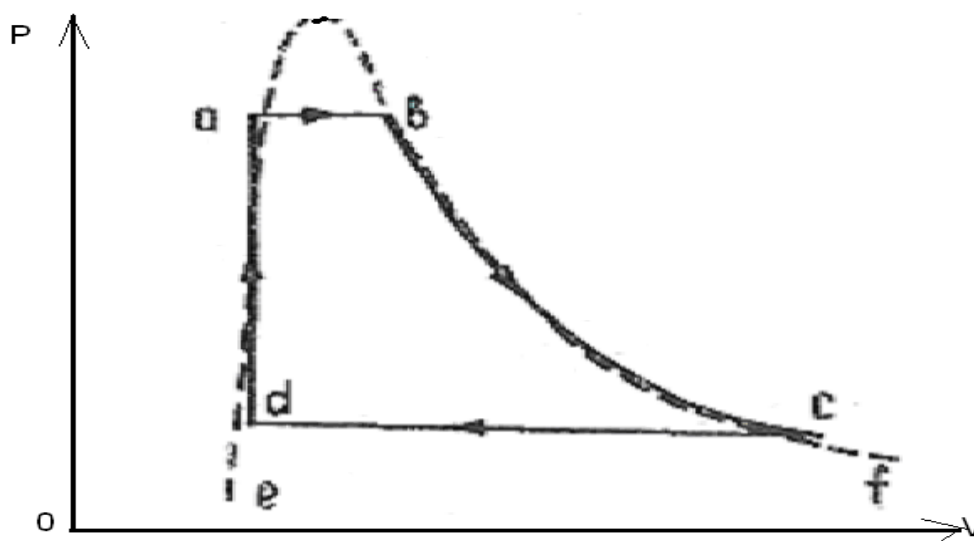
Вакуумды жасаудан басқа қазіргі заманғы турбиналардағы конденсатор басқа да функцияларды атқарады. Мысалы, жүктеменің күрт өзгеруі немесе қазандық талап етілгеннен көп мөлшерде бу шығаратын болса, немесе бу параметрлері қажетті деңгейге сәйкес келмесе, бу алдын ала салқындалатыннан кейін конденсаторға жіберіледі, бұл өз кезегінде атмосфераға буды шығармайды және қымбат тұратын жұмыс денесінің жоғалуын болдырмайды.

Шығарылатын буды қабылдау үшін конденсатор арнайы қабылдау-шығару құрылғысымен жабдықталады. Конденсаторға сондай-ақ бу құбырлары дренаждарының коллекторларынан, тығыздағыштардан, кейбір жылытқыштардан конденсат жіберіледі және циклдегі конденсат шығынын толтыру үшін химиялық тазартылған су қоспасын қосады.

Конденсациялық өнім мен қорек суды регенерациялық қыздыру - қазіргі КЭС тиімділігін жоғарылатудың негізгі тәсілдерінің бірі. Регенеративті жылыту турбинада жұмыс істеген бұмен жүргізіледі. Бу турбинада жұмысты атқарған соң, турбиналық қондырғысының регенерация жүйесі қыздырғыштарында конденсацияланады. Бұдан бөлінген фазалық ауысу жылуы қазанға қайтып жіберіледі, қалпына келеді

(регенерацияланады). Бұдың бірінші мәніне және регенерациялық іріктеу санына байланысты регенерация бойынша турбиналық агрегаттың пайдалы әсер коэффициентінің салыстырмалы өсуі 8 – 18 % пайыз аралығында болады, бұл турбинаға баратын бұдың бастапқы параметрлерін арттырумен бірдей болып саналады [4]. Регенерацияны бу жылуын ішкі тұтыну энергиясын аралас өндіру процесі ретінде қарастыруға болады. Судың регенеративтік жылытылуы жылудың шығынын төмендетеді.

Су буы арқылы жылудың жұмысқа айналу термодинамикалық циклін XIX ғасырдың ортасында шотландия инженері У.Ренкин ұсынған еді.



----- - қалыпты цикл, _____ - идеал цикл
 ав – генераторда жұмыс денесіне жылу мөлшерінің берілуі,
 bc – бұдың энергиясы механикалық энергияға айналуы,
 cd - бұдың суытылуы, da – суытылған бұдың генераторға берілуі,
 к – кризис нүктесі, ек-судың қайнауы, kf – қанықтырылған бу

2 сурет - Бу турбинасының термодинамикалық циклі

Бу генераторында жанған отынның жылуы суды қыздырып, буға айналдырады. Бұл процеске Ренкин циклі диаграммасының АВ бөлігі сәйкес келеді, мұнда қысым тұрақты қалпында қалып, тек көлем ұлғаяды. Бу генераторында алынған бу турбинаға жіберіледі. Турбинада ол ұлғайып, бұдың ішкі энергиясы механикалық энергияға түрленеді. Яғни, турбинада пайдалы жұмыс атқарылады.

Ренкин циклінің П.Ә.К-і, басқа да жылу машиналары сияқты, жұмыс жасауға шығындалған жылудың мөлшерінің алғашқы алынған жылу мөлшеріне қатынасымен сипатталады [5]:

$$K = (Q_1 - Q_2) / Q_1, \quad (1)$$

мұнда, Q_1 –бу генераторында бу денесіне берілген жылу мөлшері;

Q_2 – конденсаторда салқындатқыш сумен шығындалған жылу мөлшері.

Жылу машиналарының қасиеттерін сипаттау үшін энергиялық баланс жасалды. Органикалық отын жанған кезде бөлінетін жылу мөлшері 100% деп есептелінеді де, осы жылудың электр энергиясының әртүрлі қондырғыларында: бу өткізу жолы, конденсатор, турбина және т.б. шығын болатын жылу мөлшері анықталады. Бұл уақытта міндетті түрде эксергиямен сипатталатын жылу қасиетін есептеу қажет.

Эксергия шамасы төмендегі теңдікпен анықталады:

$$\mathcal{E}_k = (T_1 - T_2) / T_1 \quad (2)$$

Мұнда T_1 - жылу таратқыштың температурасы;

T_2 - қоршаған ортаның температурасы, K .

Белгілі бір жылу мөлшері Q арқылы жасалатын жұмыс A (кГМ) эксергия арқылы төмендегі теңдікпен сипатталады [6]:

$$A = 427 Q \mathcal{E}_k \quad (3)$$

Эксергия үлкен болған жағдайда жылудың шығындалуын азайтудың маңызы зор. Жұмыс денесінің температурасы қоршаған орта температурасына шамалас болса, онда жылу энергиясын пайдалану тиімділігінің аз болатыны анық. КЭС-да энергияның көп шығындалуы оның жылу алмасқышында (конденсаторда) жұмыс денесінің температурасы қоршаған орта температурасына жақын болуына, энергияның оның түрлену жүйесінің басқа жерлерінде шығындалатынына және жылу процестерінің жетілмегендігіне байланысты болады.

Нәтижелер.

КЭС-тың ПӘК есептеу.

Электр станциясының энергетикалық тиімділігінің негізгі көрсеткіші электр станциясының пайдалы әсер коэффициенті деп аталатын электр энергиясын беру бойынша пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) болып табылады. Электр энергиясын беру бойынша электр станциясының ПӘК [7]:

$$\eta = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_{с.н.}}{Q_{с.}} = \frac{\mathcal{E}(1 - \mathcal{E}_{с.н.})}{Q_{с.}} \quad (4)$$

мұнда, \mathcal{E} - электр энергияның өндірілуі;

$\mathcal{E}_{с.н.}$ - КЭС-тің өзіндік мұқтажына кететін электр энергия шығыны;

$\mathcal{E}_{с.н.} = \mathcal{E}_{с.н.} / \mathcal{E}$ - өзіндік мұқтажға кететін электр энергия шығынының үлесі, бұдың параметрлеріне және отынның түріне байланысты 4-6% тең;

$Q_{с.}$ - отынға жұмсалған жылу.

\mathcal{E} , $\mathcal{E}_{с.н.}$, $Q_{с.}$ мағыналары кез келген уақыт аралығына және бірдей электр немесе жылу бірліктеріне жатады.

Маңызды есептік көрсеткіш болып сағаттық уақыт аралығында анықталатын ПӘК есептелінеді:

$$\eta = \frac{3600 N \mathcal{E}(1 - \mathcal{E}_{с.н.})}{Q_{с.}} \quad (5)$$

мұнда, N - электр қуаты, кВт, $Q_{с.}$ - жанған отынның жылуы, кДж/сағ.

Энергетикалық шаруашылықтың нақты міндеттерін шешу кезінде, жоспарлау және есептілікте ПӘКнетто пайдаланылады, электр станциясының жалпы энергетикалық тиімділігін талдау кезінде ПӘКбрутто анықталады:

$$\eta = \frac{\mathcal{E}_{с.н.}}{Q_{с.}} \quad (6)$$

Қазіргі заманғы бу турбиналы электр станциясының энергетикалық процесі тұрақты қысым кезінде жұмыс денесіне (суға және су буына) жылуды беру және қайтару кезіндегі Ренкиннің термодинамикалық цикліне негізделген.

1 кг жұмыс денесі үшін осы циклдің термиялық ПӘК [7]:

$$\eta_t = \frac{Q_b - Q_k}{Q_b} = \frac{(h_o - h_{к.н.}) - (h_{т.а.} - h'_{к.})}{h_o - h_{к.н.}}, \quad (7)$$

мұнда, Q_b және Q_k – осы циклдегі жылудың берілуі және қайтарылуы, h_o және $h_{т.а.}$ – адиабаттық кеңею кезіндегі турбинаның алдындағы және одан кейінгі будың энтальпиясы, $h'_{к.}$ және $h_{к.с.}$ – турбинадан кейінгі бу конденсатының және қоректік насостан кейінгі қоректік судың энтальпиясы, $h_{к.с.} = h_{к.с.}$, бұл дегеніміз қоректік су насостан кейін бу қазандығына түседі.

(7) –ші теңдеуді мынадай түрде жазуға болады:

$$\eta_t = \frac{(h_o - h_{т.а.}) - (h_{к.н.} - h'_{к.})}{(h_o - h'_{к.}) - (h_{к.н.} - h'_{к.})} = \frac{H_a - H_{с.а.}}{Q'_{б.} - t_{н.а.}}, \quad (8)$$

мұнда, H_a - адиабаттық процесіндегі турбинадағы бу жұмысының жылу түсімі, $H_{с.а.}$ - адиабаттық процесіндегі суды жылытуға кететін жұмысқа тең ($t_{н.а.} = H_{с.а.}$) қоректік сорғыдағы су қысымын арттыру жұмысы, $Q'_{б.} = h_o - h'_{к.}$ - қоректік сорғыда суды жылытуды есептемегенде турбинаға кететін жылу мөлшері, кДж/кг.

(7) және (8) - ші теңдеулер қоректік сорғының жұмысы есепке алынған кездегі ПӘКнетто анықтайды:

$$H_{с.а.} = U (p_{к.} - p_{ш.}), \quad (9)$$

мұнда, U - қоректік сорғының кірісіндегі және шығысындағы судың меншікті көлемі, м³/т, $p_{к.}$ және $p_{ш.}$ - қоректік сорғының кірісіндегі және шығысындағы судың қысымы, МПа.

Қоректік сорғының жұмысын есептемегенде Ренкин циклінің ПӘК брутто:

$$\eta'_t = \frac{H_a}{Q'_{б.}} = \frac{(h_o - h_{т.а.})}{(h_o - h'_{к.})}. \quad (10)$$

H_a - жылу түсімі электр энергиясын өндіруге және станцияның өзіндік мұқтажының жетек қозғалтқыштарына жұмсалады. Қоректік сорғыға жұмсалатын энергия шығыны - электр станцияларындағы энергияның жалпы негізгі шығыны. Қоректік сорғыға жұмсалатын қуат тікелей будың бастапқы қысымына p_o байланысты және электр станциясында будың бастапқы параметрлерін таңдау кезінде міндетті түрде ескерілуі тиіс.

Сонымен, $U = 1,1$ м³/т және $p_{к.} - p_{ш.} = 30$ МПа $t_{н.а.} = H_{с.а.} = 33$ кДж/кг.

Қоршаған ортаның бойында шексіз жылу бар, бірақ оның практикалық тиімділігімен анықталатын сапасы термодинамиканың екінші заңына сәйкес нөлге тең. Материяның бойындағы энергияның практикалық тиімділігін сипаттау үшін, энергияның шамасын біліп қана қоймай, сонымен бірге оның шоғырлануын, яғни эксергияның термодинамикалық агент көлеміне қатынасын білу де өте маңызды. Эксергияның шоғырлануы неғұрлым жоғары болса, энергетикалық қондырғыны салу және оны пайдалану тиімділігі де соғұрлым жоғары болады. Стансадағы едәуір жоғары энергиялық

шығындар негізінен бу-су желісінде, атап айтсақ конденсаторлық қондырғыда болады, онда қолданылған бу, қызуын циркуляциялық суға береді. Жылу циркуляциялық сумен су объектілеріне кетеді, яғни жоғалады. Мұндай шығындар электрлік стансалардың пайдалы әсер коэффициентін айқындайды, ол тіпті ең заманауи конденсациялық электрлік стансалары үшін 40-42% пайыздан артық емес.

Конденсатордың жұмысының параметрлері ретінде температураның соңғы қысымы немесе t_2 (°C) бу температурасы және t_{2c} (°C) конденсатор шығысындағы салқындатқыш судың температурасының көрсеткіші қолданылады:

$$dt = t_2 - t_{2c}. \quad (11)$$

D_2 , W және t_{1b} мәндерінде dt температуралық қысымы бу турбинасының қалыпты жұмыс режимдерін анықтайды, онда жұмыс жасаған бу қанықтырылған, p_2 қысым мәнін температураға байланысты будың термиялық-физикалық қасиеттерінің кестесі бойынша анықтауға болады.

БКЗ-420-140-7С қазандығының қысқаша сипаттамасы.

БКЗ-420-140-7С (Е-420-140-7С) қазандығы бір барабанды, табиғи айналымға ие вертикальды-су құбырлы П-тәрізді болады [8].

Отын – Қарағанды көмірі келесі сипаттамаларға ие:

$Q_{PH} = 3880$ ккал/кг, $A_P = 38.7$ %, $W_P = 10$ %, $S_P = 0.9$ %, $V_T = 30$ %.

Қазандық параметрлері (қазандық агрегатының зауыттық есептеулерінен):

Тиімді өнімділігі - 420 т/сағ.

Барабандағы қысым - 159 кгс/см².

Қатты қыздырылған бу қысымы - 140 кгс/см².

Қатты қыздырылған бу температурасы - 560 °С.

Қазандық пеші газдық тығыздалған, толығымен дәнекерленген экранды, ол $d = 60$ мм, қадамы 80 мм құбырдан жасалған. Пеш көлемі 2660 м³, есептелген жылу кернеуі 103,5 Гкал/м³.

Пештің фронталды қабырғасында екі ярусқа алты құйынды шанды-газды екі топты қыздырғыш орналастырылған. Шеткілері пеш ортасына қарай 8 градусқа бұрылған. Қарағанды кен орнының көмірін пайдаланғанда бір қыздырғыштың өнімділігі 12,35 т/сағ, ал газды пайдаланғанда оның өнімділігі 5166 нм³/сағ. Шлақты жою үздіксіз жүріп отырады. Әр қазандыққа су ваннасынан төрт шнектен келеді.

Пеш үстіннен және горизонтальды газөткізгіште радиационды-конвективті буқыздырғыш орналастырылған, ол төрт сатыдан тұрады. Қыздырылған бу температурасын реттеп отыру үшін өзіндік конденсаттың екі сатысын өзіндік конденсатпен бүркіп отыру қажет. Конвективті шахтада газ жүрісі бойынша екінші сатылы сулы экономайзер, екінші сатылы құбырлы ауа қыздырғыш, бірінші сатылы сулы экономайзер және бірінші сатылы құбырлы ауа қыздырғыш орналастырылған.

Отынды бөлшектеу үшін қазандық ММТ-2000/2600/590 типті балғалы майдалағышы бар СПУ 700/6000 типті көмірді ұсақтау үшін және майдалағышқа ауа беріп тұратын ВГДН-15 типті ыстық ауа желдеткіші бар төрт жеке көмір шаңын дайындау жүйесімен жабдықталған. Суық ауа қазандыққа айналым жиілігі 740/600 айн/мин ДН-26ГМ типті екі желдеткіш арқылы беріледі. Қазандықтан газды жою екі қосжылдамдықты (745/590 айн/мин) ДН-26-2-0.62 типті түтінсорғыш арқылы шығарылады. Түтінді газды тазалау ылғалды күл аулағыш арқылы жүзеге асырылады. Ылғалды күлаулағыш қондырғысынан кейін орналасқан түтінді газ температурасын 70 °С –қа дейін жоғарылату

үшін жинақталған таза газға ауақыздырғыштан кейін ыстық ауа беріледі. Ауа қыздырғыштың алдындағы ауа температурасы үрлеуші желдеткіш арқылы ыстық ауаның қайта айналымы нәтижесінде реттеліп отырады.

Дайындаушы зауыттардың нұсқауына сәйкес барлық қазандық агрегаттарындағы бу қыздырғыштар толығымен бірінші сатылы жөндеуден өтіп, қайта құрастырылған. Күлі көптеп шығатын Екібастұз көмірін жаққан кезде қазандық агрегаттарындағы жанама беттік қыздырғыштарды болдырмау мақсатында, дайындаушы зауыттардың нұсқауына сәйкес төрт қазандық агрегаттарында қайта құрастыру жұмыстары жүргізілген, олар келесідей: сулы экономайзер құбыр диаметрі 32x4 мен металы (сталь 20) сақталып және құбырдың көлденең және бойлық қадамы 75 және 46 мм -ден 111 және 55 мм дейін ұзартылып жасалды, ол газ жылдамдығын төмендетіп, құбыр ішінде күлдің тұрып қалуын азайтады. Осыған сәйкес газдың өзіндік қимасы 38,6 м² -ден 50,3 м² дейін артты, ал экономайзердің беттік қыздырылуы 32%, 1790 -ден 1220 м² дейін төмендеді. Қосымша газ өткізгіштің айналасында диаметрі 40/37 мм, құбыр қадамы 100/40,5 мм, беттік қыздырылуы 1300м² ПВП құбырлы ауа қыздырғыштар орналастырылды. ПВП-ға газдар екінші сатылы сулы экономайзерден кейін жиналады, 1 сатылы ТВП ілмелі кубтан кейін жинақтаушы газөткізгішке жіберіледі. ПВП орнату мақсаты -1 сатылы ВЭ, 1 және 2 сатылы ТВП-ға газ жылдамдығын төмендету және 1 сатылы ВЭ кейін жылуды пайдаланудың жеңіл болуын қамтамасыз еті.

Қазандықты қыздырудың беттік ауданы:

- бу қыздырғыш (1 сатылы ШПП жөндеуден өткеннен кейін) – 2987 м²;
- 1 және 2 сатылы сулы экономайзер:

Қайта құрылымға дейінгі "Қазақ Техэнерго Сервис" жобасы бойынша – 4150 м².

Қайта құрылымға дейінгі жобасы бойынша – 3580 м²:

- 1 және 2 сатылы ауа қыздырғыш - 26838м²;
- қосымша орналастырылған алдын – ала қосылатын ауа қыздырғыш -1300 м².

Талқылау.

Турбоқондырғының регенеративтік циклінде қоректік суды қыздырудың оңтайлы температурасын анықтау жылу схемасының параметрлерін таңдаудың негізгі мәселесі.

Будың бастапқы параметрлерінің артуымен және турбоқондырғылардың қуаттарының іріленуімен регенерация схемалары күрделенеді. Сонымен бірге, шығатын газдардың температурасын төмендету қоректік суды регенеративтік жылытудың тиімді шектері н және шығатын газдардың температурасын таңдау туралы мәселені кешенді шешу қажеттілігін туындатады. Регенеративті жылыту қондырғының ПӘК-ін 10-12%-ға арттыра алады, сондықтан барлық қазіргі заманғы бу турбиналы электр станцияларында қолданылады.

Қазіргі заманғы турбоқондырғыларында будың 7-9 регенеративті іріктеуі және бірізді қосылған жылытқыштардың (жылыту сатылары) тиісті саны бар [9].

Регенеративті жылытуы бар схемаларда, турбинадан регенеративті жылытқыштарға кететін бу ағындары конденсаторда шығынсыз жұмысты жасайды. Бұл ретте, конденсаторда бу шығыны азаяды және қондырғының ПӘК ұлғаяды. Іріктеуден алынатын бу мөлшері ең алдымен конденсатты жылытылатын температураға байланысты болады. Турбина алдындағы бу параметрлері неғұрлым жоғары болса, конденсатты жылыту температурасының аралығы соғұрлым көп және регенеративті жылыту схемасын қолданудың әсері де көп болады. Әдетте орташа параметрлердегі электр станцияларында қоректік судың температурасы 150-170°С шегінде, жоғары қысым кезінде - 225-275° С шегінде (турбинаға дейінгі номиналды жүктеме және номиналды бу параметрлері кезінде) болады [10].

Бутурбиналы циклдың ПӘК арттыру жылулықты жеткізудегі, орташа температурасын жоғарлатумен жеткізіледі. Оларды бірнеше жолмен іске асыруға болады: циклдың бастапқы температурасын және будың бастапқы қысымын көтеру арқылы. Қорек су мен конденсациялық өнімді турбиналық қондырғыларының сынамаларынан алынған бумен қыздыру регенерациялық қыздырғыштарда жүргізіледі. Регенерациялық қыздырудың өнімділігі регенерациялық іріктеу арқылы бу көрсеткіштерін дұрыс анықтауға, регенерациялық қыздырғыштардың санына, олардың сұлбаларына және классификациясына байланысты болады. Жылулық сұлбаларында турбиналық қондырғылар жоғары және төменгі қысымды регенерациялық қыздырғыштарға топтастырылады. Жоғары қысымды қыздырғыштар (ЖҚК) қазандық пен қорек насосының арасында орналасқан, турбиналық қондырғының жоғары және орташа қысымды бөлігінен алынған жылуды қолданады. Оның ішіндегі қорек су қысымының мәні қорек насостың қысым көрсеткішімен анықталады. Берілетін будың жылуын барынша толық пайдалану үшін буды қанықтыру күйіне жуық мәндеріне (қызып кету салқындатқышы) дейін суыту және бу конденсаттық өнімді (конденсациялық өнімнің салқындатқыштары) суыту үшін арнайы қыздыру беттік аудан қарастырылған. Төменгі қысымды қыздырғыштар (ТҚК) конденсатор мен қоректендіру насостың арасында монтаждалады. Олардың ішіндегі судың қозғалысы конденсаттық насос қысымының көрсеткіші бойынша жүреді. Стансалардың регенерациялық қыздырғыштарына, суды қайнату сенімділігіне, судың берілген параметрлерін қамтамасыз ету үшін ең жоғары талаптар қойылады - олар герметикалық болуы керек, сосын қыздыру беттерін қалдықтардан тазартуды қамтамасыз етуі тиіс. Қыздыру ортасының қайнауын және қыздыру беттеріне гидравликалық соққыларды болдырмау үшін қыздырылған бу қысымының мәні су қысымының көрсеткішінен төмен болуы қажет.

Жылуды пайдалануды ұйымдастыру принципі бойынша регенеративті жылытқыштар беттік және контактілі болып бөлінеді [11]. Соңғысы электр станцияларында тек төменгі қысымды жылытқыш ретінде қолданылады.

Қорытынды.

Электр энергиясын өндіру бойынша конденсациялық электр станциясының пайдалы әсер коэффициенті негізгі элементтердің - турбоқондырғының және бу қазандығының, сондай-ақ оларды қосатын бу мен су құбырларының пайдалы әсер коэффициенттеріне байланысты.

Электр станциясының ПӘК-не электр энергиясын өндіру цикліндегі жылудың негізгі шығыны - жұмсалатын жылудың 45-50% -на жететін суық көздегі шығынды (Q) ескеретін турбоқондырғының ПӘК-і барынша әсер етеді. Электр станциясындағы жылудың қалған шығындары едәуір аз ($Q_{б.к.} = 6-12 \%$, $Q_{тас.} = 1-2 \%$).

Турбоқондырғының электр қуаты жабдықтың тиісті элементтерінде бірқатар жүйелі кезеңдерде бу энергиясын түрлендіру нәтижесі ретінде алынады. Бұл кезеңдер өзінің қуатымен және өзінің ПӘК-мен сипатталады. Электр қуаты турбина мен генератор арасындағы муфтадағы механикалық қуатпен байланысты.

Электр генератордың ПӘК генератордың қуатын жоғалтуды ескереді. Турбинаның тиімді қуаты оның ішкі қуатына байланысты болады. Турбинаның ішкі қуаты турбинаға келетін жаңа будың қуатымен байланысты. Турбоқондырғының ПӘК негізгі бастапқы термодинамикалық циклдің термиялық ПӘК мәнімен анықталады. Жоғары бастапқы бу параметрлерін және турбина конденсатын регенеративті жылытуды қолдана отырып, турбоқондырғының ПӘК арттыруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Буров В.Д. Тепловые электрические станции: учебник. 3-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 466 с.
- [2] Беляев С.А., Литвак В.В., Солод С.С. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учебное пособие. - Томск: Изд-во НТЛ, 2011. - 218 с.
- [3] Хожин Г. Электр станциялары мен қосалқы станциялар: оқулық. - Алматы: ҚР ЖОО қауымдастығы, 2014. - 352 бет.
- [4] Сибикин Ю.Д. Электрические подстанции: учебное пособие. - М.: ИП РадиоСофт, 2013. - 416 с.
- [5] Воронов В.Н., Пертова Т.И. Водно-химические режимы ТЭС И АЭС: учебное пособие. - М: Издательский дом МЭИ, 2013. - 240 с.
- [6] Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. - М.: НЦ ЭНАС, 2014. - 208 с.
- [7] В.Я. Рыжкин. Тепловые электрические станции: учебник. 3-е изд. - М.-Л.: Энергия, 2012. - 490 с.
- [8] Amjad Z. Science and Technology of Industrial Water Treatment. - IWA Publishing + CRC Press, 2012. - 516 p.
- [9] Olovsson I. Wonders of Water: The Hydrogen Bond in Action. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2018. - 140 p.
- [10] Шарапов В.И. Деаэрации воды в теплогенерирующих установках малой мощности // Новости теплоснабжения. 2013. № 5. С.16-24.
- [11] Виноградов В.Н., Аван В.К. Влияние водорода на водно-химический режим котлов ТЭС //Тезисы докладов V межд. научн.конф. «Тинчуринские чтения». -Казань, 2010. Т. 2. С. 159-160.

REFERENCES*

- [1] Burov V.D. Teplovyje jelektricheskie stancii: uchebnik. 3-e izd. - M.: Izdatel'skij dom MJeI, 2012. - 466 s.
- [2] Beljaev S.A., Litvak V.V., Solod S.S. Nadezhnost' teplojenergeticheskogo oborudovanija TJeS: uchebnoe posobie. - Tomsk: Izd-vo NTL, 2011. - 218 s.
- [3] Hozhin G. Jelektr stancijalary men qosalky stancijalar: oqulyk. - Almaty: ҚР ZhOO қауымдастығы, 2014. - 352 bet.
- [4] Sibikin Ju.D. Jelektricheskie podstancii: uchebnoe posobie. - M.: IP RadioSoft, 2013. - 416 s.
- [5] Voronov V.N., Pertova T.I. Vodno-himicheskie rezhimy TJeS I AJeS: uchebnoe posobie. - M: Izdatel'skij dom MJeI, 2013. - 240 s.
- [6] Pravila tehniceskoy jekspluatcii teplovyh jenergoustanovok. - M.: NC JeNAS, 2014. - 208 s.
- [7] V.Ja. Ryzhkin. Teplovyje jelektricheskie stancii: uchebnik. 3-e izd. - M.-L.: Jenergija, 2012. - 490 s.
- [8] Amjad Z. Science and Technology of Industrial Water Treatment. - IWA Publishing + CRC Press, 2012. - 516 p.
- [9] Olovsson I. Wonders of Water: The Hydrogen Bond in Action. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2018. - 140 p.
- [10] Sharapov V.I. Deajeracii vody v teplogenerirujushhih ustanovkah maloj moshhnosti // Novosti teplosnabzhenija. 2013. № 5. S.16-24.

[11] Vinogradov V.N., Avan V.K. Vliyanie vodoroda na vodno-himicheskij rezhim kotlov TJeS //Tezisy dokladov V mezhd. nauchn.konf. «Tinchurinskie chtenija». -Kazan', 2010. T. 2. S. 159-160.

Zagipa Abdikulova, candidate of technical sciences, acting docent, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmet Yasawi, Turkestan, Kazakhstan, Azagipa@mail.ru

Issabekov Zhanibek, PhD, acting docent, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmet Yasawi, Turkestan, Kazakhstan, zhanibek.issabekov@ayu.edu.kz

Kalimbetova Zhansaya, master, teacher, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmet Yasawi, Turkestan, Kazakhstan, zhansaya.kalimbetova@ayu.edu.kz

Zhanar Orzhanova, candidate of technical sciences, associate professor, Leading engineer of Alatau Zharyk Kompaniyasy JSC, Almaty, Kazakhstan, zhanar.orzhanova@mail.ru

Perizat Rakhmetova, doctoral student, senior lecturer, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, p.rakhmetova@gmail.com

COMPUTATIONAL RESEARCH OF ENERGY INDICATORS OF CONDENSING POWER PLANT

Abstract. A condensing power plant (CPP) is a thermal steam turbine power plant that produces primarily electrical energy using condensing turbines. The CPP uses organic fuels: solid fuels, mainly coal of various grades in a pulverized state, gas, fuel oil, etc. The heat released during fuel combustion is transferred in the steam generator) to the working fluid, usually water vapor.

In this paper, the thermal scheme of the condensing power plant, the scheme of power output of the power plant is investigated, thermal loads are calculated, technical characteristics of thermal equipment, steam, water and fuel consumption and energy indicators of the power plant are determined.

The ways of improving the thermal scheme of a condensing power station to optimize the flow distribution of the coolant under various operating conditions are proposed.

Keywords. Condensing power station, thermal circuit, power output circuit, steam consumption, steam generator, turbine.

Загипа Абдикулова, к.т.н., и.о. доцента, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан, Azagipa@mail.ru

Жанібек Исабеков, PhD, и.о. доцента, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан, zhanibek.issabekov@ayu.edu.kz

Жансая Калимбетова, магистр, преподаватель, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан, zhansaya.kalimbetova@ayu.edu.kz

Жанар Оржанова, к.т.н., ассоциированный профессор, ведущий инженер АО «Алатау Жарық Компаниясы», Алматы, Казахстан, zhanar.orzhanova@mail.ru

Перизат Рахметова, докторант, старший преподаватель, Satbayev University, Алматы, Казахстан, p.rakhmetova@gmail.com

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНДЕНСАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Аннотация. Конденсационная электростанция (КЭС) – это тепловая паротурбинная электростанция, производящая преимущественно электрическую энергию с применением конденсационных установок. На электрической станции применяется органическое сырье: каменный уголь разнообразных сортов в мельчайшем состоянии, газ, отходы нефтеперерабатывающих производств и т.д. Теплота, которая образуется при сгорании угля, передается в котельной установке рабочему телу.

В данной работе исследуется тепловая схема конденсационной электрической станции, схема выдачи мощности электростанции, произведен расчет тепловых нагрузок, определены технические характеристики теплового оборудования, расход пара, воды и топлива, и энергетические показатели электростанции.

Предложены пути совершенствования тепловой схемы конденсационной электрической станции для оптимизации потокораспределения теплоносителя при различных режимах эксплуатации.

Ключевые слова. Конденсационная электрическая станция, тепловая схема, схема выдачи мощности, расход пара, парогенератор, турбина.
