

1 дәріс. Энергетикалық қондырғылар туралы жалпы мәліметтер. Жылу жүктемелерінің түрлері. Маусымдық жылу жүктемелері. Жыл бойғы жылу жүктемелері. Жылу жүктемелерінің жылдық кестелері.

1.1 Жылуландыру және жылулық желілерінің негіздері

Жылуландыру дегеніміз – орталықтан электр энергиясымен бірге өндірілген жылумен қамтамасыз ету. Электр энергиясымен бірге жылу электр орталығында (ЖЭО) өндірілген жылу, электр қуатынан бөлек су жылытқыш қазандықтарында өндірілген жылудан тиімді болады.

Жылумен орталықтан қамтамасыз ету жүйелер түрін таңдаған кезде аймақтың жылу жүктемесін ескеру қажет. Егер, жылулық жүктеме мөлшері төмен болса, ЖЭО салу тиімді болмауы мүмкін, сондықтан бұл жүктемені қамтамасыз ету үшін су жылытқыш қазандықтар қолданылады.

Жылуландыру арқылы энергияны тиімді пайдалануының екі қағидасы орындалады: ЖЭО жылу мен электр энергиясын қатар өндіру; бір ортадан жылумен қамтамасыз ету.

Жылу мен электр энергия қатар өндіру кезінде, барлық жұмсалған жылу мөлшері, жылу мен электр энергия бөлек өндірілген кезіндегіден төмен болады, сондықтан жылу және отын шығысы азаяды.

Жылу электр орталығында жоғары көрсеткішті бу, электр энергиясын өндірген соң жылуландыруға жіберіледі, сондықтан электр энергиясын өндіруге жұмсалған меншікті жылу мөлшері төмендейді.

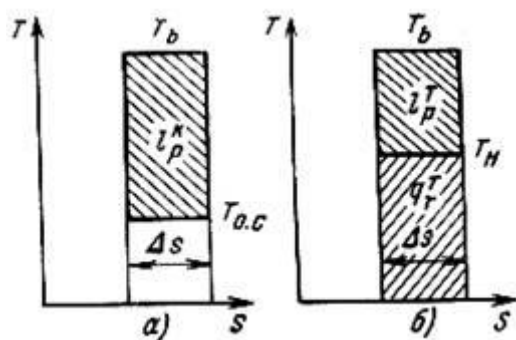
Жылу мен электр энергиясы бөлек өндірілген кезде жылу электр станциясында (ЖЭС) жоғары көрсеткішті бу тек электр энергиясын өндіруге жұмсалады, ал жылу су жылытқыш қазандықтарында өндіріледі. Сонымен отын екі жерден - электр энергияны өндіруге ЖЭС-да және жылуды өндіруіне су жылытқыш қазандықтарында жұмсалады. Сондықтан, жылуландыру арқылы бір жерден электр энергия мен жылуды өндіру тиімді болады.

Жылу электр орталықтарының жылу сұлбаларының төрт түрі болады: 1) турбинадан өткен бу жылуландыру жүйесіне баратын суды жылытады, сонымен бу электр қуатын өндіруіне және жылуландыруға жұмсалады, бұл бу турбинасы нашар вакуумды ЖЭО; 2) бу турбинасы қарсы қысымды, өндіріске бу жіберетін ЖЭО; 3) бу турбинасы конденсатты, бу алымы арқылы өндіріске бу жіберетін ЖЭО; 4) бу турбинасы конденсатты, бу алымы бар, су жылытқыш арқылы жылуландыруға ыстық су жіберетін ЖЭО.

1.1-суретінде, Ts-диаграммасында Карно циклдары көрсетілген. 1.1а-суретінде конденсатты, тек электр энергия өндіру циклы, ал 1.1б-суретінде жылуландыру, электр энергиясымен бірге жылу өндіру циклы. Екі циклдағы жылу кірісі бірдей $q_n = T_b \cdot \Delta s$. Өндірілген жұмыс мөлшері: конденсатты циклындағы $\ell_p^k = (T_b - T_{o.c}) \cdot \Delta s$; жылуландыру циклында $\ell_p^r = (T_b - T_n) \cdot \Delta s$; мұнда T_b – циклдағы жылу кірісінің температурасы, К; $T_{o.c}$ – қоршаған ортаның температурасы, К; T_n – циклдан жылуландыруға жіберілетін жылутасығыш

температурасы, К. Жылуландыруға жіберілген пайдалы жылу мөлшері: конденсатты циклындағы $q_t^k = 0$; жылуландыру циклындағы $q_t^r = T_H \cdot \Delta s$.

3



1.1 Сурет - Карно циклдарының Ts-диаграммасындағы көрінісі

Жұмыс өндіруге жіберілген меншікті жылу мөлшері:

- конденсатты циклындағы

$$q_p^k = \frac{q_n}{\ell_p^k} = \frac{T_e \cdot \Delta s}{(T_e - T_{o.c}) \cdot \Delta s} > 1; \quad (1.1)$$

- жылуландыру циклындағы

$$q_p^r = \frac{q_n - q_{ж}^m}{\ell_p^m} = \frac{(T_e - T_H) \cdot \Delta s}{(T_e - T_H) \cdot \Delta s} = 1; \quad (1.2)$$

Конденсатты және жылуландыру циклдарындағы жұмыс өндіруге жіберілген меншікті жылуларының айырмашылығы:

$$\Delta q = q_p^k - q_p^m \quad (1.3)$$

Осы (1.3) формула конденсатты циклына қарағанда жылуландыру циклындағы жұмыс өндіруге жұмсалған меншікті жылу мөлшерінің азайғанын көрсетеді.

Жылу мен электр энергиясын қатар өндіру қазіргі кездегі жылу энергетикасындағы негізгі ең тиімді жол болады.

ЖЭО-ның өнімділігін жылу пайдалану коэффициенті (η_u) арқылы бағалайды. Бұл коэффициент циклдағы пайдалы жұмыс (ℓ_3) пен тұтынушыларға берілген жылу (q_2) мөлшерлерінің жағылған отынның жылуына (q_1) қатынасы болып табылады

$$\eta_u = \frac{\ell_3 + q_2}{q_1}; \quad \text{әлде} \quad \eta_u = \frac{N + Q_m}{B \cdot Q_{p_n}};$$

мұнда N – бу турбиналы қондырғының электрлік қуаты; B – отын шығысы; Q_{p_n} – отынның жану жылулығы; Q_m – тұтынушыларға берілген жылу.

Жылуландырудың энергетикалық тиімділігі аудандық қазандықтарына қарағанда жылу электр орталығындағы отын шығысының кемуімен байланысты.

Сонымен, жылу мен электр энергиясын бөлек өндіргеніне қарағанда, ЖЭО-да бірге өндіргенде отын шығысы азаяды

$$\Delta B = B_p - B_t, \quad (1.4)$$

мұнда B_p – жылу мен электр энергиясын бөлек өндірген кезіндегі отын шығысы; B_t – жылу мен электр энергиясын бірге өндірген (жылуландыру) кезіндегі отын шығысы.

Жылуландырудың энергетикалық тиімділігін тағы бір көрсеткішпен бағалауға болады, бұл отын жылуын қолдану коэффициенті $\eta_{и}$. Отын жылуын қолдану коэффициенті жылу электр орталығынан жіберілген жылу мен электр энергиясының және жағылған отынның жылу эквиваленттерінің қатынасы болады

$$\eta_{и} = (Q + Э) / (B \cdot Q_p^o); \quad (1.5)$$

мұнда Q – жылу электр орталығынан жіберілген жылу мөлшері;

$Э$ – жылу электр орталығынан жіберілген электр энергия мөлшері;

B – отын шығысы; Q_p^o – отынның жану жылулығы.

Бірақ отын жылуын қолдану коэффициенті $\eta_{и}$ жылуландырудың энергетикалық тиімділігін көрсетпейді.

Электр энергиясы жылуға қарағанда жетілген энергия түрі, ал (1.5) формуласында электр энергия жылумен бірге қосылған, бұл термодинамиканың бірінші заңына қарсы болмағанмен, дәлдігі дұрыс келмейді. ЖЭО жылу өндіруін электр энергия өндіруінің азайтуына байланысты көбейтсе, отын жылуын қолдану коэффициенті $\eta_{и}$ мөлшері жоғарылайды, ал жылуландырудың энергетика жүйесіндегі толық тиімділігі азаяды. Егер жылу мен бірге шығарылатын электр энергия мөлшері көбейсе, отын жылуын қолдану коэффициентінің $\eta_{и}$ мөлшері төмендегенмен, жылуландырудың энергетика жүйесіндегі толық тиімділігі жоғарылайды.

Электр энергия мен жылу өндіруіне бу турбиналы ЖЭО жұмсалған отын шығысын келесі формуламен табуға болады

$$B_t = B_{т.э} + B_{т.т}; \quad (1.6)$$

мұнда $B_{т.э}$ – электр энергиясын өндіруіне жұмсалған отын шығысы;

$B_{т.т}$ – жылу өндіруіне жұмсалған отын шығысы.

1.2 Жылу жүктемелерінің түрлері

Қалалар мен қоныстанған елді мекендердің жылумен қамту жүйелері үш сатыдан: жылу энергиясын дайындаудан, тасымалдаудан және пайдаланудан тұрады. Жылу көзінде дайындалған жылу энергиясы

(жылутасымалдағыш) жылу желілерінің құбырлары арқылы тұрғын және қоғамдық ғимараттардың жылу пайдаланатын инженерлік жүйелеріне және өндірістік кәсіпорындарының технологиялық қажеттіліктеріне тасымалданады. Инженерлік жүйелер ретінде жылыту, желдету, ауа баптау және ыстық сумен қамту жүйелері қарастырылады, олар пайдаланатын жылутасымалдағыш шығыны - жылу жүктемелері деп саналады.

Жылу пайдаланатын тұтынушылардың әртүрлі тұтыну сипаттары бар. Ғимараттардың жылыту және желдету жүйелері тек жылытылатын мерзімде жұмыс атқарады, яғни жылу 15 қазаннан 15 сәуірге дейін беріледі, ал ыстық сумен қамту жүйелері мен кәсіпорындарының технологиялық процестеріне жылу күнделікті жыл бойында пайдалануда. Жылу тұтыну сипаттары бойынша жылу жүктемелерін: *маусымдық* және *жыл бойындағы* деп екі топқа бөлуге болады.

Маусымдық жылу жүктемелері климаттық жағдайларға байланысты, себебі жылытылатын мерзімде жылу шығыны сыртқы ауа температурасына байланысты өзгереді. Негізгі маусымдық жылу жүктемелеріне әртүрлі ғимараттар мен үймереттердің жылытуына, желдетуіне және ауа баптауына пайдаланатын жылу жүктемелері жатады, олардың жылу шығындары тәулік бойынша тұрақты, ал жыл бойында өзгерісті болады.

Жыл бойындағы жылу жүктемелеріне тұрғын үйлердің ыстық сумен қамту жүйелері, қоғамдық ғимараттардың коммуналды – тұрмыстық және өндірістік кәсіпорындардың технологиялық қажеттіліктері қарайды. Ыстық сумен қамту жүйелерінің жүктемесі тұтынушылардың құрылымдары мен олардың тағайындалуымен анықталады. Жыл бойындағы жылу жүктемелері негізінен сыртқы ауа температурасына байланысты емес (немесе өте аз байланысы), олардың жылу шығындары жыл бойы тұрақты, ал тәулік бойы өзгерісті болып саналады.

Орталықтандырылған жылумен қамту жүйелерінде маусымдық және жыл бойындағы жылу жүктемелері қарастырылады. Тұрғын және қоғамдық ғимараттарының жылытылатын мерзімінің ұзақтылығы сыртқы ауа температурасы ($+8^{\circ}\text{C}$) -дан төмен болуымен анықталады.

Сондықтан жылыту жүйесінің жылу жүктемесі сыртқы ауа температурасының өзгеруіне байланысты: (+8°C) кезінде минималды, ал есепті (t'_0) кезінде максималды.

1.2 Жылуландырудың энергетикалық тиімділігін анықтау

ЖЭО орнатылатын жылуландыру бу турбиналарының өндіретін электр энергиясы жылуландыру арқылы және конденсатты өндіруге бөлінеді. Сондықтан, толық өндірілетін электр энергиясының мөлшері, келесі формуламен табылады

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_T + \mathcal{E}_{T.K}; \quad (1.3.1)$$

мұнда $\mathcal{E}_T$ – жылуландыру арқылы өндірілген электр энергия;

$\mathcal{E}_{T.K}$ – конденсатты түрмен өндірілген электр энергия.

ЖЭО жылуландыру арқылы өндірілген электр энергия мөлшері келесі формуламен табылады

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_T \cdot Q_T; \quad (1.3.2)$$

мұнда $\mathcal{E}_T$ – жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшері;

Q_T – сыртқы жылу тұтынушыларға жіберілген жылу мөлшері.

Жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшерін Карно циклы (1.2-сурет) арқылы табуға болады

$$\mathcal{E}_T = \frac{T_{\mathcal{E}} - T_{\mathcal{K}}}{T_{\mathcal{K}}} = \frac{T_{\mathcal{E}}}{T_{\mathcal{K}}} - 1; \quad (2.3)$$

мұнда $T_{\mathcal{B}}$ және $T_{\mathcal{H}}$ – жылудың кірісі мен шығысының температурасы, К.

Егер жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшерін, өндірілген электр энергиясын кВт·сағ, ал жылуды ГДж әлде Гкал деп алсақ, (2.3) формуласын келесі түрде жазуға болады

$$\mathcal{E}_T = 278 \cdot \left(\frac{T_{\mathcal{E}}}{T_{\mathcal{K}}} - 1 \right), \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{ГДж}; \quad (2.4)$$

әлде

$$\mathcal{E}_T = 1163 \cdot \left(\frac{T_{\mathcal{E}}}{T_{\mathcal{K}}} - 1 \right), \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{Гкал}; \quad (2.5)$$

Негізінде $1 \text{ ГДж} = 1 / 4,187 \text{ Гкал} = 278 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$, сондықтан (2.6) – (2.6**) формулалар бір-біріне тең болады, н.д. $278 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{ГДж} = 1163 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{Гкал} = 1 \text{ ГДж} / \text{ГДж}$. Жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшері (2.3) циклдағы жылудың кіріс температурасы $T_{\mathcal{B}}$ өскенде, ал жылудың шығыс температурасы $T_{\mathcal{H}}$ төмендегенде өседі. Жылудың шығыс температурасын төмендету үшін екі әлде үш рет жылыту пайдаланылады. Бұл кезде жылудың бір бөлегі төмен температурасымен

T_H беріледі, сондықтан меншікті жылуландыру арқылы өндірілген электр энергия мөлшері азаяды.

Қазіргі бу турбины ЖЭО-да регенеративті су жылыту жүйесі қолданылады, бұл ішкі жылуландыру болып саналады. Сондықтан, негізінде электр энергия сыртқы және ішкі жылуландыру арқылы өндіріледі. Қуаты жоғары ЖЭО-да ішкі жылуландыру арқылы өндірілетін электр энергия бөлшегі 15 – 20 % дейін жетеді. Бұл қосымша өндірілетін энергия бөлшегін есепке алмауға болмайды. Жылу электр орталығындағы жылуландыру арқылы өндірілген толық меншікті электр энергия мөлшерін келесі формуламен өрнектеуге болады

$$\varepsilon_T = \varepsilon_o + \varepsilon_{в.т} = \varepsilon_o \cdot (1 + e_T), \quad (2.6)$$

мұнда ε_o – сыртқы жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшері; $\varepsilon_{в.т}$ – ішкі жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшері; $e_T = \varepsilon_{в.т} / \varepsilon_o$ – ішкі жылуландыру арқылы өндірілген электр энергияның келтірілген мөлшері.

Егер ЖЭО-ғы барлық шығындарын ескерген кезде сыртқы жылуландыру арқылы өндірілген нақты меншікті электр энергия мөлшерін келесімен өрнектеуге болады

$$\varepsilon_o = H_T \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{эм} / (i_T - i_{к.т}); \quad (2.7)$$

егер ε_o мөлшерін кВт·сағ/ГДж әлде кВт·сағ/Гкал алсақ

$$\varepsilon_o = 278 \cdot H_T \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{эм} / (i_T - i_{к.т}); \quad (2.8)$$

$$\varepsilon_o = 1163 \cdot H_T \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{эм} / (i_T - i_{к.т}); \quad (2.8^*)$$

бұл жерде H_T – будың турбинаға кірісінен жылуландыруға жіберілуіне дейінгі изоэнтропты жылу құламасы;

η_{oi} – турбинаның ішкі келтірілген пайдалы эсер коэффициенті (ПЭК);

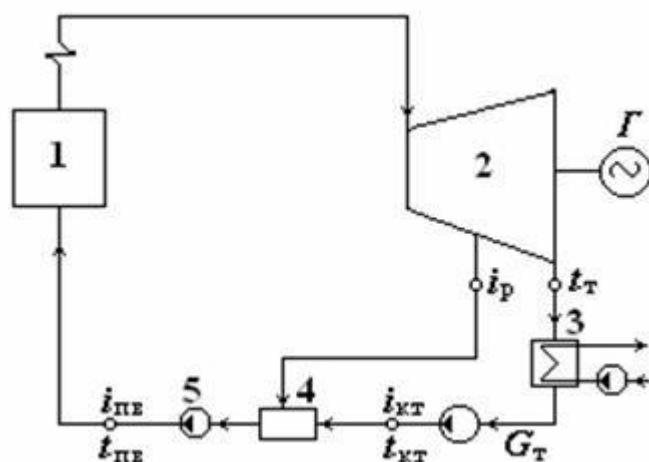
$\eta_{эм}$ – электрмеханикалық ПЭК;

i_T – жылуландыруға алынған бу энтальпиясы, $i_T = i_o - H_T \cdot \eta_{oi}$;

i_o – турбинаның кірісіндегі бу энтальпиясы;

$i_{к.т}$ – жылуландыруға алынған бу конденсатының энтальпиясы.

Ішкі жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшерін $\varepsilon_{в.т}$ есептеп табу өте қиын және тек жылу сұлбасы (схемасы) белгілі ЖЭО-на есептеуге болады. Профессор Е.Я.Соколов бұл есептің жеңілдетілген әдістемесін тапқан. Әдістеме бойынша ЖЭО-ның қарапайым жылу сұлбасы алынады, 2.1 суреттен сұлба бойынша жылуландыру жылытқыштан соң бір регенеративті араластырғыш су жылытқыш орналасқан.



2.1 Сурет - ЖЭО-ның қарапайым жылу сұлбасы (схемасы).

1 - бу генератор; 2 - бу турбина; 3-жылуландыру жылытқыш; 4-регенеративті жылытқыш; 5-насос.

Регенеративті жылытқышқа жылуландыру жылытқыштан шыққан конденсат кіріп, $t_{к.т}$ ($T_{к.т}$) температурасынан $t_{п.в}$ ($T_{п.в}$) температурасына дейін жылытылады. Бұл температуралар, жылуландыру және регенерацияға алынған булардың қанығу (қайнау) температураларына тең.

Осы қарапайым жылу сұлба бойынша ішкі жылуландыру арқылы өндірілген меншікті электр энергия мөлшері

$$\mathcal{E}_{в.т} = \frac{H_p \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{эм} \cdot (i_{н.с} - i_{к.м})}{(i_m - i_{к.м}) \cdot (i_p - i_{н.с})}; \quad (2.9)$$

мұнда H_p – турбинадан регенеративті жылытқышқа алынатын будың адиабатты жылуқұламасы; i_p – регенеративті жылытқышқа алынатын будың энтальпиясы ($i_p = i_o - H_p \cdot \eta_{oi}$).

Ішкі жылуландыру арқылы өндірілген келтірілген меншікті электр энергия мөлшерін (2.8) және (2.9) теңдеулерін бірге шығарып табамыз

$$\epsilon_{в.т} = \frac{H_p \cdot (i_{н.с} - i_{к.м})}{H_T \cdot (i_p - i_{н.с})}; \quad (2.10)$$

Ішкі жылуландыру арқылы өндірілген келтірілген меншікті электр энергия мөлшері, қыздырылған бу көрсеткіштері мен қоректендіру судың температурасы өскен сайын, ал жылуландыруға арналған будың қысымы төмендеген сайын өседі. Жылу электр орталығындағы электр энергиясын өндіруге жұмсалған отын шығысы

$$B_{т.э} = b_T^э \cdot \mathcal{E}_T + b_{т.к}^э \cdot \mathcal{E}_{т.к}; \quad (2.11)$$

мұнда $b_T^э$ – сыртқы жылуландыру арқылы өндірілген электр қуатының меншікті отын шығысы; $b_{т.к}^э$ – ішкі жылуландыру арқылы өндірілген электр қуатының меншікті отын шығысы.

Сыртқы жылуландыру арқылы өндірілген электр қуатының меншікті отын шығысы

$$b^{\circ}_T = 1/(\eta_{\text{бГ}} \cdot \eta_{\text{эм}}) \quad (2.12)$$

мұнда $\eta_{\text{бГ}}$ – бу генератордың ПӘК-ті.

Ішкі жылуландыру арқылы өндірілген электр қуатының меншікті отын шығысы

$$b^{\circ}_{\text{т.к}} = 1/(\eta_{\text{бГ}} \cdot \eta_{\text{эм}} \cdot \eta^{\text{р}}_{\text{іт}}) \quad (2.12^*)$$

мұнда $\eta^{\text{р}}_{\text{іт}}$ – ЖЭО-ның конденсатты, регенерация арқылы электр қуатын өндіруінің ішкі абсолютты ПӘК-ті.

ЖЭО-ның конденсатты, регенерация арқылы электр қуатын өндіруінің ішкі абсолютты ПӘК-ті

$$\eta^{\text{р}}_{\text{іт}} = \eta_{\text{іт}} \cdot \frac{1 + e_{\text{м.к}}}{1 + e_{\text{м.к}} \cdot \eta_{\text{іж}}} ; \quad (2.13)$$

ЖЭО-ның конденсатты, регенерациясыз электр қуатын өндіруінің ішкі абсолютты ПӘК-ті

$$\eta_{\text{іт}} = H_{\text{т.к}} \cdot \eta_{\text{oi}} / (i_o - i_{\text{т.к}}) ; \quad (2.14)$$

Конденсатты өндірілген келтірілген меншікті электр энергия мөлшері

$$e_{\text{т.к}} = \frac{H_p}{H_{\text{м.к}}} \cdot \frac{(i_{\text{н.э}} - i_{\text{м.к}})}{(i_p - i_{\text{н.э}})} ; \quad (2.15)$$

Жылу өндіруге жұмсалған отын мөлшері

$$B_{\text{т.т}} = b^{\text{т}}_T \cdot Q ; \quad (2.16)$$

мұнда $b^{\text{т}}_T$ – жылу өндіруге жұмсалған меншікті отын шығысы

$$b^{\text{т}}_T = 1/\eta_{\text{бГ}} ; \quad (2.17)$$

Жылу өндіруге жұмсалған меншікті отын шығысын кг/ГДж әлде кг/Гкал мен көрсету үшін 0,029 ГДж/кг әлде 0,007 Гкал/кг бөлу қажет, сонда

$$b^{\text{т}}_T = 34,1/\eta_{\text{бГ}} ; \quad (2.18)$$

әлде

$$b^{\text{т}}_T = 143/\eta_{\text{бГ}} ; \quad (2.19)$$

Жылу мен электр энергиясын бөлек өндірген кезіндегі отын шығысы екі қосынды арқылы табуға болады

$$B_p = B_{\text{р.э}} + B_{\text{р.т}} , \quad (2.20)$$

мұнда $B_{\text{р.э}}$ – электр энергиясын конденсатты жылу электр станциясында өндіруге жұмсалған отын мөлшері; $B_{\text{р.т}}$ – аудандық қазандықтарындағы жылу өндіруге жұмсалған отын мөлшері.

Қазіргі жылу электр станцияларында электр энергиясы екі тәсілмен өндіріледі: конденсатты; регенерациямен конденсатты жылыту арқылы ішкі жылуландыру деп айтуға болады. Жылу электр станциясы (ЖЭС) мен жылу

электр орталығының (ЖЭО) айырмашылығы, ЖЭС-та таза конденсатты тәсілімен өндірілетін электр энергиясының мөлшері көп болғаны. Ал ішкі жылуландыру дегеніміз – конденсатордан шыққан конденсатты t_k температурасынан $t_{пв}$ температурасына дейін регенеративті жылытқыштарда жылыту арқылы электр қуатын өндіру. Сондықтан, (2.10) формуласына келтіріп, ЖЭС-қа келтірілген меншікті ішкі жылуландыру арқылы өндірілген электр энергия мөлшерін келесімен өрнектеуге болады

$$e_k = \frac{H_p}{H_k} \cdot \frac{(i_{н.э} - i_{к.к})}{(i_p - i_{н.э})} ; \quad (2.21)$$

)

мұнда e_k – ішкі жылуландыру арқылы өндірілген электр энергия мөлшерінің таза конденсатты өндірілген электр энергия мөлшерімен қатынасы; H_k – турбинадағы изоэнтропиялық жылу құламасы; $i_{к.к}$ – конденсатордан шыққан конденсат энтальпиясы.

ЖЭС-та өндірілген электр қуатына жұмсалған меншікті отын шығысы

$$b_k^3 = 1/(\eta_{бг} \cdot \eta_{эм} \cdot \eta_{ік}^p) \quad (2.22)$$

мұнда $\eta_{ік}^p$ – ЖЭС-тың конденсатты, регенерация арқылы электр қуатын өндіруінің ішкі абсолютты ПӘК-ті.

Ал ЖЭС-тың конденсатты, регенерациясыз электр қуатын өндіруінің ішкі абсолютты ПӘК-ті

$$\eta_{ік} = H_k \cdot \eta_{oi} / (i_o - i_{к.к}); \quad (2.23)$$

мұнда i_o – турбина алдындағы қыздырылған бу энтальпиясы;

η_{oi} – турбинаның ішкі келтірілген ПӘК-ті.

ЖЭС-тың конденсатты, регенерация арқылы электр қуатын өндіруінің ішкі нақты ПӘК-ті

$$\eta_{ік}^p = \eta_{ік} \cdot \frac{1 + e_k}{1 + e_k \cdot \eta_{ік}} ; \quad (2.24)$$

ЖЭС-тағы электр қуатын өндіруге жұмсалған отын мөлшері

$$B_{p.э} = b_k^3 \cdot \mathcal{E} ; \quad (2.25)$$

мұнда b_k^3 – электр энергиясын өндіруге жұмсалған (2.22) меншікті отын шығысы.

Электр қуатынан бөлек жылу өндіруге жұмсалған отын мөлшері

$$B_{p.т} = b_k^T \cdot Q_{a.к} / \eta_{с.к} ; \quad (2.26)$$

мұнда b_K^T – қазандықтарда жылу өндіруге жұмсалған меншікті отын шығысы; $\eta_{c.K}$ – қазандықтардан шығатын жылуландыру жүйесінің ПӘК-ті.

Қазандықтардағы жылу өндіруге жұмсалған меншікті отын шығысы

$$b_K^T = 1/\eta_{a.K}; \quad (2.27)$$

әлде

$$b_K^T = 34,1/\eta_{a.K}; \quad (2.28)$$

$$b_K^T = 143/\eta_{a.K}; \quad (2.29)$$

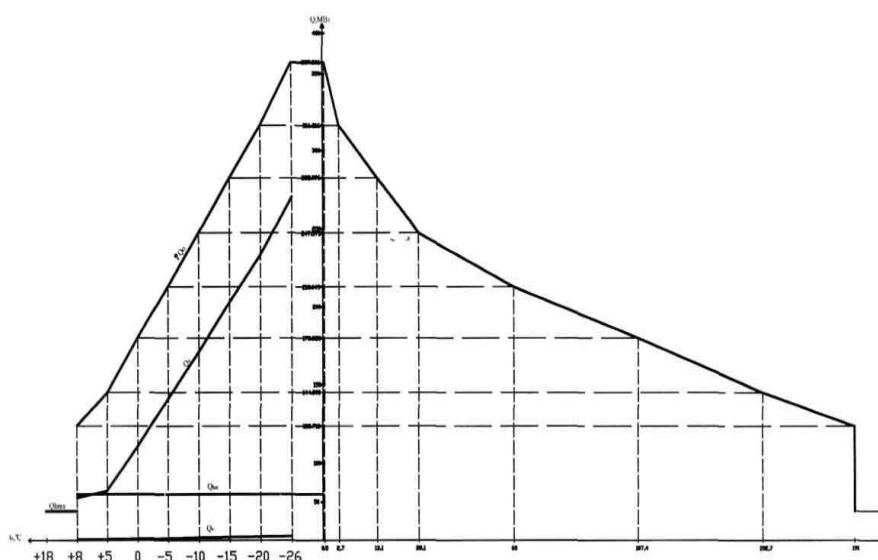
1.3 Жылу жүктемелерін есептеу әдістері

Жылдық жылу жүктемелерінің қосындысы жылу көзінде жылу энергиясын өндіруге пайдаланатын отын шығындарын анықтау үшін, жылу өндіргіш қондырғыларын ұтымды пайдалану үшін және жылумен қамту жүйесін жобалауда техника-экономикалық есептер өткізу үшін қолданылады.

Сыртқы ауаның есепті температурасы (t_o) жылытылатын мерзімде тұрақты емес, ($+8^\circ\text{C} \div t_o$) аралығындағы әр температураға сәйкес тәуліктік қайталанғыштығы қарастырылады, олардың қосындысы жылытылатын мерзімнің ұзақтылығын (n_o) көрсетеді.

1.1-суретте жылу ағындарының сыртқы ауа температурасына байланысты тәуелділік графигі (сол жағында) және сыртқы ауа температурасының қайталанғыштық көрсеткіштерімен ұзақтылық графигі (оң жағында) көрсетілген.

Сол жағында келтірілген графикте жылытылатын мерзімде жылыту мен желдетуге жылу ағындары сыртқы ауаның температурасына байланысты өзгереді, ал ыстық сумен қамтуға жылу ағындары сыртқы ауаның температурасына байланысты емес екенін көрсетеді.



1.1-сурет. Жылу шығындарының қосындысы бойынша ұзақтылық графигі

Оң жағында келтірілген график жылу шығындарының қосындысы бойынша ұзақтылық графигі деп аталады. Бұл графикте ордината осінде жылу шығындарының мағынасы, ал абсцисса осінде сыртқы ауа температурасының қайталанғыштығына сәйкес

жылу желілерінің жұмыс уақытының саны көрсетілген.

Бақылау сұрақтары:

1. Инженерлік жүйелер түрлері және сипаттамалары.
2. Маусымдық жылу жүктемелер сипаттамасы.
3. Жыл бойындағы жылу жүктемелер сипаттамасы.
4. Жылыту мен желдетуге есепті жылу ағындарын анықтау әдісі.
5. Ыстық сумен қамтуға есепті жылу ағындарын анықтау әдісі.
6. Жылдық жылу жүктемелерін анықтау әдісі.