

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жолу энергетика қондырғылары кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі _____

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 20 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Атырау ЖЭО-ның құрылымдық Техника-экономикалық негіздемесі

Орындаған Іздібай Нұрсұлтан мамандығы бойынша
(аты - жөні) ТЭСК-10-1
(тобы)

Жетекші Туманов М.Е. т.ғ.к. доцент.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

т.ғ.к., доцент Түзелбаев Б.Ч
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Тү « 09 » 06 20 14 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

ака.оқитқысы Бексейітова Н.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Н « 09 » 06 20 14 ж.
(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Май « 09 » 06 20 14 ж.
(колы)

Пікір жазушы :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20 ж.
(колы)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жолуэнергетика факультеті
5B071400 - Жолуэнергетика мамандығы
Жолуэнергетика қандорғолары кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Іздібай Нурсұлбан Алманжолұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Атырау ЖЭО құрылысының техника - экономикалық негіздемесі

ректордың « » № бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

- 1) ЖЭО орналасуы - Атырау қаласы
- 2) ПТ - 80/100 - 130/13 және Т - 140/100 - 130 турбиналарының жалпылық сұлбесінің есебі

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

- 1) Атырау ЖЭО-ның бас несларының сипатталуы және құрылыс ауданының климаттық жағдайы
- 2) ЖЭО-ның негізгі жабдықтарының сипаттамаларымен бұл қандайлардың атын шарттардың есебі
- 3) Төлік және мазут сұлбесін есептеу
- 4) Газ және мазут жаруыштықтарының сұлбесін және жабдықтарын таңдау
- 5) Жалпы сұлбесінің қосалқы жабдықтарын таңдау
- 6) Әмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі
- 7) Экономикалық бөлімі

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Қырым астананың қимайық жағдайы	10.03 - 22.03	
2.	ЖЗ-ның неізгі кондітрлар түрін таңдау	24.03 - 05.04	
3.	ПТ-80/100-130/13 және Т-110/120-130 бұйымтардың маңызын түсіндіру және сипаттамалары	07.04 - 13.04	
4.	ЖЗ-ның неізгі мадықтарының сипаттамалары	21.04 - 03.05	
5.	Газ және мазуғ шаруашылық және сүбіелері мен мадықтары таңдау	05.05 - 17.05	
6.	Су дайындау түбіелері мен мадықтары таңдау	07.05 - 13.05	
7.	Аспіртіршілік қауіпсіздігі	12.05 - 20.05	
8.	Экономикалық баһам	17.05 - 24.05	

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20 _____ ж.

Кафедра меңгерушісі _____
 (қолы) Құбарин А.А. Т.Ф.К, Доцент
 (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____
 (қолы) Туманов Н.Е. Т.Ф.К, Доцент
 (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____
 (қолы) Түрді Тәжібаев Н.А.
 (аты-жөні)

Аңдатпа

Бұл бітіру жұмысында Атырау қаласында ЖЭО салу мәселесі қарастырылған. Жұмыстың жылулық бөлімінде негізгі және қосалқы жабдықтар таңдалған.

Сондай-ақ өміртіршілік қауіпсіздігі мәселелері шешілген, экономикалық тарауға талдау жасалған.

Осы жұмыстағы мақсатым Атырау қаласының тұрғындарына электр және жылу энергиясымен қамтамасыз ету мақсатында ЖЭО салу. Бұл ЖЭО жобасын салу кезінде қоршаған ортаға тигізетін зиянын ескере отырып және де экономикалық шығындарын барынша азайта отырып салу негізделді.

Аннотация

В настоящей выпускной работе рассматривается вопрос строительства ТЭЦ в городе Атырау. В тепловой части проекта произведен выбор основного и вспомогательного оборудования.

В проекте также разработан вопрос безопасности жизнедеятельности, а также проанализирован раздел экономической части.

Целью данной дипломной работы является строительство ТЭЦ, который будет обеспечивать электро и теплоэнергией жителей города Атырау. При основе строительства этого проекта учитывалась вред окружающей среде, а также сокращение экономических затрат до минимума.

Annotation

In this final work, the construction of thermal power station in the city of Atyrau. In the heat of the project made a choice of main and auxiliary equipment.

The project also developed a life safety issue, as well as analyzed the economic part of the section.

The aim of this thesis is the construction of thermal power station, which will provide electricity and heat Atyrau residents. At the base of the construction of this project took into account environmental damage, as well as reducing the economic costs to a minimum.

Кіріспе	3
1. Жылулық бөлім	5
1.1. ЖЭО-ның негізгі қондырғыларын таңдау	5
1.1.1. Берілген мәліметтер	5
1.1.2. Жылу жүктемелерінің есебі	5
1.1.3. ЖЭО-ның жылуландыру қондырғысының жылу есебі	5
1.1.4. ЖЭО-ның шығыр және бу қазан қондырғыларын таңдау	6
1.1.5. Жылу жүктемелерін маусым тәртібіне есептеу және негізгі қондырғылардың таңдауын анықтау	7
1.2. ЖЭО-ның бу турбиналы қондырғыларының жылулық сұлбесін есептеу	8
1.2.1. ЖЭО-ның түрі ПТ бу турбинасының жылулық сұлбесінің есебі	8
1.2.2. ЖЭО блогының есептік сұлбесін құрастыру	9
1.2.3. Жоғарғы және төменгі жылуландыруға арналған бу алымдарындағы буқысымын анықтау	10
1.2.4. Тоқталмайтын үрлеу судың сепараторының есебі	12
1.2.5. Қосылатын су шығысының мөлшері	13
1.3. ЖЭО-ның негізгі жабдықтарының сипаттамасы	37
1.4. ЖЭО-ның бу қазандарының отын шығысын есептеу	39
1.4.1. Күкіртті мазут сипаттамасы	39
1.4.2. Бу қазан пайдалы әсер коэффициенті	39
1.4.3. Бу қазанның отын шығысы	39
1.5. Отынмен қамтамасыз ету және отын дайындау жүйелерін таңдау	40
1.5.1. Мазут шаруашылығының сұлбесі мен жабдықтарын таңдау	40
1.5.2. Газ шаруашылығының сұлбесі мен жабдықтарын таңдау	44
1.6. Жылу сұлбесінің қосалқы бөлшектерін таңдау	45
1.6.1. Бу қазанның үрлеуімен су шығынын қабылдағыш кеңейткішін РНП таңдау	45
1.6.2. Жылу сұлбесінің бу шығырымен бірге қамтамасыз етілетін жабдықтарын таңдау	46
1.6.3. Газсыздандырғыштарды таңдау	47
1.6.4. Қоректендіру сорғыларын таңдау	48
1.6.5. Жылу жүйесінің су сорғыларын таңдау	48
1.7. Негізгі бу және сумен қамтамасыз ететін құбырларын таңдау	49
1.7.1. Қыздырылған бу құбырларын таңдау	49
1.7.2. Бу қазанды қоректендіру құбырларын таңдау	49
1.8. ЖЭО-ны техникалық сумен қамтамасыз ету сұлбесі	50
1.8.1. Электрстансадағы салқындатқыш айналым су шығысының есебі	51
1.8.2. Су қоймасының ауданы	51
1.8.3. Айналым сорғыларын таңдау	51

1.9. Үрлеу сорғыш машиналарын таңдау	52
1.9.1. Ауа үрлегіш желдеткіштерін таңдау	52
1.9.2. Түгін сорғышын таңдау	52
1.10. Түгін мұржа биіктігін есептеп таңдау	53
1.11. Су дайындау жүйесінің кестесін таңдау	54
1.11.1. Су дайындау кестесін таңдау	54
1.11.2. Толық химиялық тұзсыздандыру қондырғысының үнемділігі	55
2. Экономикалық бөлімі	55
2.1. ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуі	56
2.2. Отынға жұмсалатын шығынды анықтау	56
2.3. Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу	57
2.4. Суға жұмсалатын шығындарды есептеу	57
2.5. Еңбекақы шығындарын есептеу	57
2.6. Амортизациялық аударылымдарды есептеу	59
2.7. Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу	59
2.8. Шығарындыларға төлемдерді есептеу	59
2.9. Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу	60
2.10. Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу	60
2.11. ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау	61
2.12. Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі	63
2.13. Пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісі	64
2.14. Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу	65
3. Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі	65
3.1. Микроклимат	66
3.2. Желдету жұмыстары	70
3.3. Шығырлы цехтегі желдетуді есептеу	72
Қорытынды	76
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	77

Энергетикалық өндіріссіз басқа өндіріс салалары жұмыс атқара алмайды. Сондықтан энергетика дамуына Қазақстанда көп көңіл бөлінеді.

Қазіргі кезде Қазақстан өндірісінің дамуының негізгі бағыттары энергетика саласының өркендеуіне міндетті талап қояды. Жылу электр станцияларына (ЖЭС) электр тоғын шығаруымен қатар өндіріс пен тұрғын үйлерді арзан жылу көзімен қамтамасыз ету жүктеледі.

ЖЭС-ның тұрақты жұмыс істеп тұруы үшін жабдықтар уақытымен жөдеуден өткізіліп тұруы қажет. Пайдалану және жөндеу жұмыстары сапалы жүргізілуі үшін өндірісті ұйымдастыруға керекті мамандар дайындалу, керекті аспаптар мен жабдықтар қамтамасыз етілу керек және ірі материалдар қосындысын қолдану қажет.

Бу өндіргіштерін пайдалану және жөндеуден өткізу жұмыс жүргізу жобасы (ЖЖЖ) арқылы іске асырылады. ЖЖЖ-сын мамандандырылған жобалау институты немесе өндіріс орнының мамандандырылған бөлімшесі дайындайды. Бұл жұмыстарды ұйымдастыруда өндіріс орнының жобасындағы нормативтік құжаттар қолданылады.

Электр қайратын барлық салада пайдалануына себеп болған оның қолдануға тиімділігі және қолайлы болғанына байланысты.

Электр қайратын отын, су қоры бар жерде өндіріп алыс қашықтыққа шығынсыз жеткізуге болады. Электр қайратын оңай энергияның басқа түрлеріне айналады (жылу, жарық, механикалық қайрат), өндірістерде жоғары автоматика жүйелеріне қолдануға себеп болады.

Қазіргі өндірістерде және тұрмыс саласында будың , ыстық судың қайратын пайдаланады. Жылу электр станциялары тұтынушыларды электрқайратымен, бу және ыстық сумен қамтамасыз етеді. Отынның жылуымен істейтін электрстанцияларды жылу электрстанциялар (ЖЭС) деп атайды. Жылу электр станцияларының екі түрі болады:

- тек электр қуатын өндіретін ЖЭС –шықтық электрстанциялар (КЭС);
- электр қуатын мен жылу өндіретін ЖЭС – жылу электр орталығы (ЖЭО).

ЖЭС-дың негізгі екі жабдықтары болады – бу өндіргіші және бушығыры.

Буөндіргіші, отынның жылуымен суды қыздырып бу өндіреді, ал өндірілген бу шығырының роторын айналдырады. Шығырдың роторына электрөндіргіштің роторы қосылған, сондықтан электрөндіргіштің роторы айналғанда, электр қайраты өндіріледі.

Бу өндіргіштерінің отынға байланысты газ, мазут және көмір жағатын; бу қысымына байланысты кіші, орташа, биік, өте биік қысымды түрлері болады.

Судың қайратын пайдаланатын электр станцияларды гидравликалық электр станциялар (ГЭС) деп атайды. ГЭС-тер жарданқұлаған судың, ағыстың , теңіз суының тасу-құйылуының қайратын пайдаланады.

Атом ядроның бөліну қайратын пайдаланатын электр станцияларды атом электр станциялары (АЭС) деп атайды. АЭС-тер уран-235, плутоний-239 ядролық отын қолданады. Бұл отынның пайдаланатын көлемі аз болғасын оны тасмалдауға қиындығы жоқ болады, сондықтан АЭС-терді тұтушыларға жақын салуға болады, тек су бар жер болса.

Қазіргі кезде жел, күн энергияларымен істейтін электр станциялар пайда болып жатыр. Жел электр станциялар Қазақстанда тиімді болады деп ойлаймын, себебі бізде желді аймақтар көп. Мәселен тек Жоңғар қақпасын алсақ та бірталай электр қайратын өндіруге болады.

Әлем саласында, жоғары температуралық техника дамуына байланысты, магнитті гидродинамикалық өндіргіштер (МГДГ) пайда болды. МГД өндіргіштері плазма арқылы жылу қайратын тіке электр қуатына айналдырады.

Қазақстанда қазіргі салада көбінесе ЖЭС-тер салыну мәселесі көтеріледі. Қазақстан жері табиғи отын жағынан бай: көмір, мұнай, газ. Сондықтан отын көздеріне жақын жерде жылу электр станциялар орнатуға болады. Газ шығатын көздерден газды құбыр арқылы керекті жерге апаруға болады. Бұл бу-газ қондырғылы электр станция орнатуға мүмкіндіктер туғызады. Бу-газ қондырғылары өте тиімді, айналадағы ортаға зиянсыз болады және қуатын азайтып көбейтуге қолайлы. Көмір көздері жанында қуаты мол қондырғылы электр станциялар орнатқан дұрыс.

Диплом жобасында, Атырау қаласында салынатын ЖЭО-ның жабдықтарын орнату жобасы берілген. Жағылатын отыны мазут пен газ.

Диплом жобасында жылу жүктемелер есептелген, негізгі жабдықтар таңдап алынған. Қазандардың химиялық жұмыс тәртібін ұйымдастыруы көрсетілген.

1. Жылулық бөлім

1.1. ЖЭО-ның негізгі қондырғылар түрін таңдау

1.1.1. Берілген мәліметтер:

ЖЭО орналасатын аймағы – Атырау қаласы;

Есепті маусым температуралары:

- жылуландыру жобасына, $t_{\text{н}}^{\text{р}} = -30 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жылдағы ең салқын ай, $t_{\text{хм}} = -14,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жылу беру уақытының орташасы, $t_{\text{н}}^{\text{ср}} = -6,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жазғы уақыт, $t_{\text{н}}^{\text{лето}} = 28,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Тұрғын саны, $A = 310$ мың адам;

Өндіріс бу шығысы, $D_{\text{п}} = 320$ т/сағ;

Өндіріс бу қысымы, $P_{\text{п}} = 1,2$ МПа;

Өндірістен қайтып келетін шық коэффициенті, $K = 0,8$;

Өндірістен қайтып келетін шық температурасы, $t_{\text{к}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Ыстық сумен қамтамасыз ететін жүйе түрі – жабық;

Бір адамға жылу мен желдетуге жұмсалатын жылу мөлшері:

$$q_1 = 1,71 \text{ кВт/адам};$$

Бір адамға жұмсалатын ыстық су жылуының мөлшері:

$$q_2 = 0,80 \text{ кВт/адам}.$$

1.1.2. Жылу жүктемелерінің есебі

Өндіріске берілетін бу шығысы: $D_{\text{п}} = 180$ т/сағ;

Жылуландыру мен желдету жүктемесі:

$$Q_{\text{от+в}} = A \cdot q_1 = 310 \cdot 1,71 = 530,1 \text{ МВт};$$

Ыстық су жүктемесі:

$$Q_{\text{гвс}} = A \cdot q_2 = 310 \cdot 0,80 = 248 \text{ МВт};$$

Жылуландырудың толық жүктемесі:

$$Q = Q_{\text{от+в}} + Q_{\text{гвс}} = 530,1 + 248 = 778,1 \text{ МВт};$$

Тапсырма бойынша берілген жылу жүйесіндегі температуралық графигінен:

- тіке магистральдағы судың ең жоғары температурасы, $t_{\text{пм}} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- кері магистральдағы судың ең жоғары температурасы, $t_{\text{ом}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жылу желісіндегі судың орташа температурасы, $t_{\text{срс}} = 115 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.1.3. ЖЭО-ның жылуландыру қондырғысының жылу есебі

ЖЭО-ның жылуландыру қондырғысының сұлбесі 1.1-ші суретте көрсетілген.

Жылу желісінің көлемі:

$$V_{\text{тс}} = (Q_{\text{отв}} + Q_{\text{гвс}}) \cdot (A_1 + A_2) = (530,1 + 248) \cdot (8,6 + 26) = 26922,3 \text{ м}^3 ;$$

мұнда жылу желісінің меншікті көлемі:

- сыртқы желілер, $A_1 = 8,6 \text{ м}^3/\text{МВт}$;

- ішкі желілер, $A_2 = 26 \text{ м}^3/\text{МВт}$;

Жылу желісінің су шығынының негізгі мөлшері шарт бойынша жылу желінің көлемінен 0,5% құрайды:

$$G_{\text{ут}} = (0,5/100) \cdot V_{\text{тс}} = (0,5/100) \cdot 26922,3 = 134,6 \text{ т/сағ};$$

Жылу желісінің су шығынына байланысты жылу шығыны:

$$Q_{\text{ут тс}} = G_{\text{ут тс}} \cdot C_p \cdot (t_{\text{тс}} - t_{\text{хв}}) / 3600 = 134,6 \cdot 4,19 \cdot (115 - 5) / 3600 = 17,2 \text{ МВт};$$

Су шығынын өтейтін сумен келген жылу мөлшері:
 $Q_{\text{подп}} = G_{\text{ут тс}} \cdot C_p \cdot (t_{\text{подп}} - t_{\text{хв}}) / 3600 = 173,7 \cdot 4,19 \cdot (40 - 5) / 3600 = 7,0 \text{ МВт};$
 мұнда су шығынын өтейтін су температурасы, $t_{\text{подп}} = 40 \text{ }^\circ\text{C};$
 салқын су температурасы, $t_{\text{хв}} = 5 \text{ }^\circ\text{C};$

Жылуландыру қондырғының жылулық қуаты:

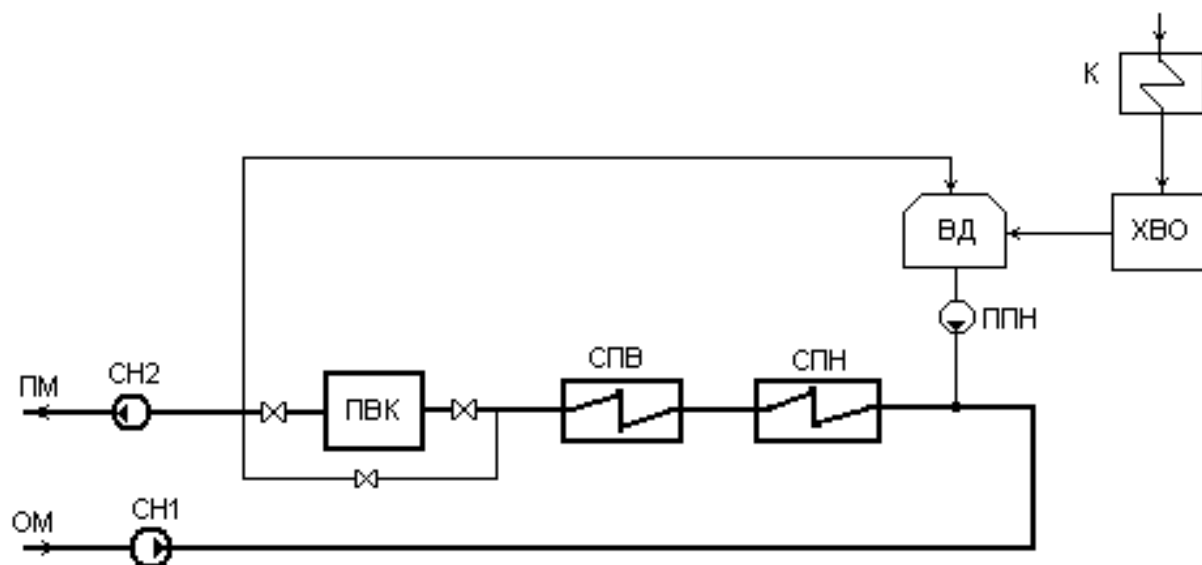
$$Q_{\text{ту}} = Q_{\text{от+в}} + Q_{\text{гвс}} + Q_{\text{ут тс}} - Q_{\text{подп}} = 684 + 320 + 22,2 - 7,0 = 1019,2 \text{ МВт};$$

Жылуландыру коэффициентін ескергендегі жылуландыру қондырғының жылу қуаты ($\alpha_{\text{тэц}} = 0,55$):

$$Q_{\text{осп}} = \alpha_{\text{тэц}} \cdot Q_{\text{ту}} = 0,55 \cdot 1019,2 = 560,5 \text{ МВт};$$

Су жылытқыш қазандарының қуаты:

$$Q_{\text{пвк}} = Q_{\text{ту}} - Q_{\text{осп}} = 1019,2 - 560,5 = 458,7 \text{ МВт}.$$



1.1-ші сурет. Жылуландыру қондырғының сұлбесі

ПМ и ОМ – тіке және кері бас жолдар; СН1 и СН2 – желі сорғылары;
 ПВК – шындық су жылытқыш қазан; СПВ и СПН – астыңғы және үстіңгі
 су жылытқыштар; ВД – желі суының вакуум газсыздандырғышы;

1.1.4. ЖЭО-ның шығыр және бу қазан қондырғыларын таңдау

Өндіріске бу және жылуландыру жүктемесін өтеуге бу шығырлы қондырғылар таңдаймыз:

№1 ПТ-80/100-130/13 өндіріске бу және жылуландыру жүктемесін:

өндіріске бу $D_{\text{п}} = 160 \text{ т/сағ};$

жылуландыру жүктемесі $Q_{\text{т1}} = 80 \text{ МВт};$

№2 ПТ-80/100-130/13 өндіріске бу және жылуландыру жүктемесін:

өндіріске бу $D_{\text{п}} = 160 \text{ т/сағ};$

жылуландыру жүктемесі $Q_{\text{т2}} = 80 \text{ МВт};$

№3 Т-110/120-130 жылуландыру жүктемесі $Q_{\text{т3}} = 201 \text{ МВт};$

№4 Т-110/120-130 жылуландыру жүктемесі $Q_{\text{т4}} = 201 \text{ МВт};$

Толық жылуландыру жүктемесі $Q_{\text{т}} = 562 \text{ МВт}.$

Анықталған жылуландыру коэффициенті:

$$\alpha_{\text{тэц}} = Q_{\text{т}} / Q_{\text{ту}} = 562 / 1019,2 = 0,595;$$

Анықталған шыңдық (су жылытқыш қазандар) жүктемесі:

$$Q_{\text{пвк}} = Q_{\text{ту}} - Q_{\text{т}} = 1019,2 - 562 = 457,2 \text{ МВт};$$

Шыңдық су жылытқыш қазандар түрі КВГМ-180;

КВГМ-180 (208 МВт) 3 дана

Су жылытқыш қазандарының жылу қуаты;

$$Q_{\text{пвк}} = 3 \cdot 208 = 624 \text{ МВт};$$

Бу шығырларының қыздырылған бу шығысы:

$$\text{№1 ПТ-80/100-130/13 } D_{o1} = 480 \text{ т/сағ};$$

$$\text{№2 ПТ-80/100-130/13 } D_{o2} = 480 \text{ т/сағ};$$

$$\text{№3 Т-110/120-130 } D_{o3} = 485 \text{ т/сағ};$$

$$\text{№4 Т-110/120-130 } D_{o4} = 485 \text{ т/сағ};$$

Шығырлардың толық бу шығысы:

$$\sum D_o = 2 \cdot 480 + 2 \cdot 485 = 1930 \text{ т/сағ};$$

Бу қазандарының толық бу өнімділігі:

$$D_{\text{ка}} = (1 + \alpha + \beta) \cdot \sum D_o = (1 + 0,02 + 0,03) \cdot 1930 = 2026,5 \text{ т/сағ};$$

ЖЭО-да орнатуға түрі БКЗ-420-140НГМ бес қазан таңдаймыз, толық бу өнімділігімен:

$$\sum D_{\text{ка}} = n_{\text{ка}} \cdot D_{\text{ка}} = 5 \cdot 420 = 2100 \text{ т/сағ}.$$

1.1.5. Жылу жүктемелерін маусым тәртібіне есептеу және негізгі қондырғылардың таңдауын анықтау

а) маусымдық шартты температуралары:

- жылуландыру, $t_{\text{н}}^{\text{р}} = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$;

- жылдағы ең салқын ай, $t_{\text{хм}} = -14,2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

- жылуландыру уақытының орташа, $t_{\text{н}}^{\text{ср}} = -6,5 \text{ } ^\circ\text{C}$;

- жаз уақытының, $t_{\text{н}}^{\text{лето}} = 28,4 \text{ } ^\circ\text{C}$;

б) Қысқы ең жоғары тәртіп (I – тәртіп):

жылуландыру және желдету:

$$Q_{\text{отв1}} = Q_{\text{отв}} + Q_{\text{ут}} - Q_{\text{подп}} = 684 + 22,2 - 7,0 = 699,2 \text{ МВт};$$

Ыстық сумен: $Q_{\text{гвс}} = 320 \text{ МВт}$;

барлығы $Q_1 = Q_{\text{отв1}} + Q_{\text{гвс}} = 699,2 + 320 = 1019,2 \text{ МВт}$;

в) Есепті-тексеріс тәртіп (II – тәртіп):

$$Q_2 = Q_{\text{отв2}} + Q_{\text{гвс}} = 479,4 + 320 = 799,4 \text{ МВт};$$

бұның ішінде ыстық суға:

$$Q_{\text{гвс}} = 320 \text{ МВт};$$

жылуландыру мен желдетуге;

$$Q_{\text{отв2}} = Q_{\text{отв1}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{хм}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 699,2 \cdot (18 + 14,2) / (18 + 30) = 479,4 \text{ МВт};$$

г) Жылуландырудың орташа тәртібі (III – тәртіп):

$$Q_3 = Q_{\text{отв3}} + Q_{\text{гвс}} = 361 + 320 = 681 \text{ МВт};$$

бұның ішінде ыстық суға:

$$Q_{\text{гвс}} = 320 \text{ МВт};$$

жылуландыру мен желдетуге:

$$Q_{\text{отв3}} = Q_{\text{отв1}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{ср}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) = 699,2 \cdot (18 + 6,5) / (18 + 30) = 361 \text{ МВт};$$

д) Жазғы тәртіп (IV – тәртіп):

$$Q_4 = Q_{\text{лето ГВС}} = Q_{\text{ГВС}}(t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}^{\text{I}})/(t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) = 320 \cdot (65 - 15)/(65 - 5) = 261,8 \text{ МВт.}$$

Есептелген мөлшерлерді 1.1-ші кестеге түсіреміз:

1.1-ші кесте

№	Мөлшерлердің аты	Белгісі	Өлшем бірлігі	Тәртіптері			
				I	II	III	IV
1	Өндіріске бу шығысы	D_{II}	т/сағ	320	320	320	320
2	Жылуландыру желдету	$Q_{\text{отб}}$	МВт	699,2	479,4	361,0	0
3	Ыстық су	$Q_{\text{ГВС}}$	МВт	320	320	320	261,8
4	Барлығы бірге:	Q_i	МВт	1019,2	799,4	681,0	261,8
5	Су жылытқыштар	$Q_{\text{б}}$	МВт	562,0	562,0	562,0	261,8
6	Су жылытқыш қазандар	$Q_{\text{пвк}}$	МВт	457,2	237,4	119,0	0

Есептеп табылған көрсеткіштер арқылы, тандап алынған негізгі қондырғылар түрі анықталады. Норма бойынша, бір бу қазан тоқтаған кезде, жұмыста қалған қондырғылар II – тәртібінің жүктемесін толық қабылдап беруі қажет. Есеп бойынша:

II – тәртіп жүктемесі: $Q_2 = 799,4 \text{ МВт}$;

Жұмыста қалған бу қазандар өнімділігі: $D_{\text{ка}} = 4 \cdot 420 = 1680 \text{ т/сағ}$;

Шығырлардың бу алымының қуаты:

- өндіріске бу $D_{\text{II}} = 320 \text{ т/сағ}$,

- жылуландыру қуаты $Q_{\text{отб}} = 361 \text{ МВт}$.

Шыңдық су жылытқыш қазандар: $Q_{\text{пвк}} = 624 \text{ МВт}$.

Қорытынды: Бір қазан тоқтап қалған кезде ЖЭО-ның қалған қондырғылары II-тәртіп жүктемесін алып кетеді, қондырғылар дұрыс таңдалған.

1.2. ЖЭО-ның бу турбиналы қондырғыларының жылулық сұлбесін есептеу

1.2.1 ЖЭО-ның түрі ПТ бу турбинасының жылулық сұлбесінің есебі

Жылулық есептің шарттары

ЖЭО сұлбесінің түрі ПТ екі блоктың жылулық сұлбесінің есебі тек бір блокқа өткізіледі.

Турбиналар электірлік графикпен жұмыс атқарады, шықтағыштағы жылулық құбырлар беті жұмыс атқармайды.

Шыңдық жылулық жүктеме су қыздырғыш қазандар (ПВК) арқылы өтеледі.

Турбина кірісіндегі будың алғашқы көрсеткіштері завод мәліметтерінен алынады.

ПТ-80/100-130/13 бу турбинасының жылулық сұлбесі заводтық типті сұлбемен алынады.

1.2.2 ЖЭО блогының есептік сұлбесін құрастыру

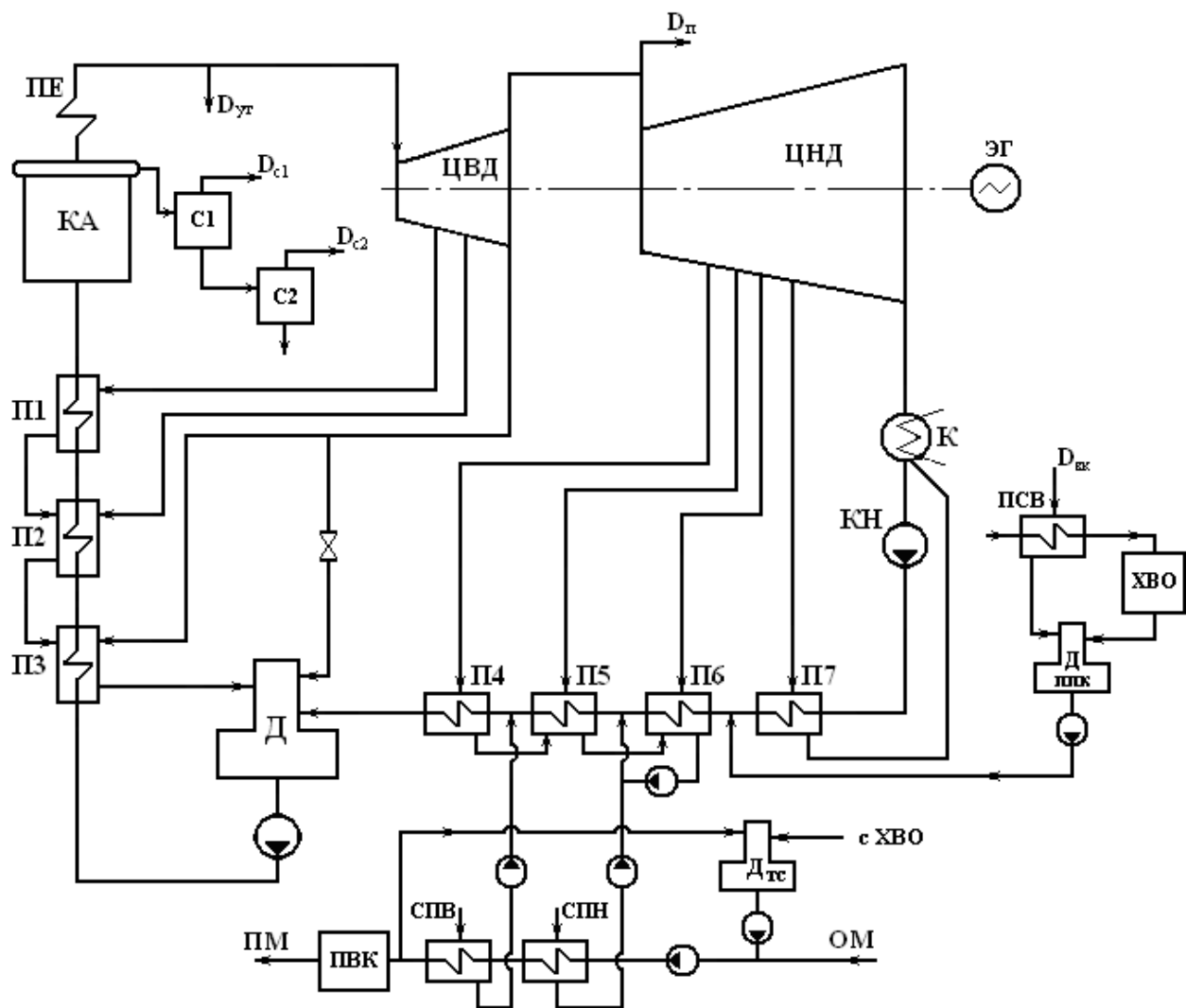
Блоктың есептік сұлбесін құрастырған кезде регенеративті су қыздырғыштар санын және олардың қосылуын ескеру қажет. Сонымен қатар, блоктың есептік сұлбесінде су дайындау сұлбесін, өндірістен қайтарылатын шық сұлбесін, тұтынушыға жылу жіберу сұлбесін келтіру қажет.

Регенеративті бу алымдарындағы көрсеткіштерді завод мәліметтері арқылы алынады. Өндіріске бу өндіріс бу алымының коллекторынан алынады, бу қысымы $P_{пр} = 1,27$ МПа мөлшерінде. Жылуландыруға және ыстық сумен қамдауға жылулық жүктеме ЖЭО-дан ыстық су ретінде беріледі. Ыстық суды қыздыру үшін ол су қыздырғыштардан және су қыздырғыш қазандардан өтеді. ПТ-80/100-130/13 бутурбиналы қондырғыда ыстық су төменгі, жоғарғы су қыздырғыштарынан және су қыздырғыш қазан өтіп қызады.

ПТ-80/100-130/13 бутурбиналы қондырғының есептік сұлбесі 2 - суретте көрсетілген.

Сұлбе бойынша қазанның өндіріліп шыққан бу турбинаға жіберіледі, ал турбинада жұмыс атқарып шыққан бу шықтағышқа (конденсаторға) жіберіледі. Шықтағыштан шыққан шық сорғымен төмен қысымды су қыздырғыштарынан өтіп газсыздандырғышқа түседі. Газсыздандырғышта шықтан ауа (оттегі) бөлінген соң шық қорек су болып аталады.

Қорек су сорғымен жоғары қысымды су қыздырғыштардан өтіп бу қазанға жіберіледі. Қазанның тоқталмайтын үрлеу суы екі сатылы сепараторға жіберіледі. Бу турбинада реттелмейтін бу алымдары және реттелетін өндіріске бу және жылуландыруға бу алымдары бар. Жылулық желідегі су шығынын өтеу үшін толықтыратын су вакуумды газсыздандырғышта дайындық өтеді.



2 Сурет – ПТ-80/100-130/13 бутурбиналы кондырғының есептік сұлбесі

1.2.3 Жоғарғы және төменгі жылуландыруға арналған бу алымдарындағы бу қысымын анықтау

ЖЭО-ның жылулық жүктемелері:

Қысымы $P_{\Pi} = 1,275 \text{ МПа}$ өндіріске бу алымынан бу шығысы $D_{\Pi} = 450 \text{ т/сағ}$; өндірістен қайтарылатын температурасы $t_{\text{БК}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ шық мөлшері $D_{\Pi}^{\text{ВОЗВ}} = 70\% \cdot D_{\Pi}$;

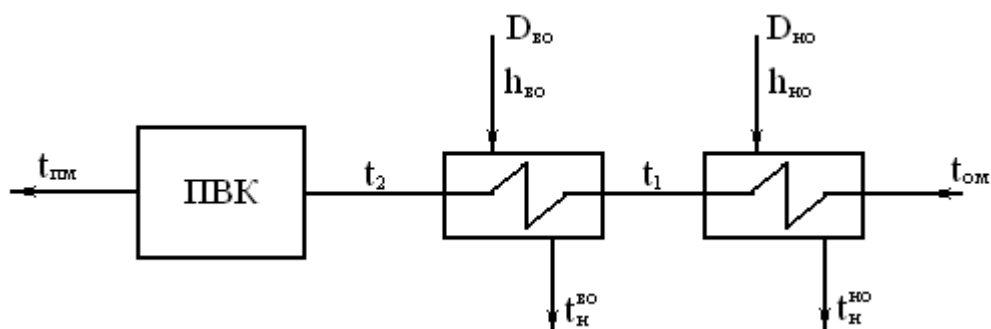
ЖЭО-дан берілетін жылу мөлшерлері:

жылытуға $Q^{\text{от}} = 1575 \text{ ГДж/сағ}$;

ыстық сумен қамдауға $Q^{\text{ГВС}} = 135 \text{ ГДж/сағ}$;

толық жылулық жүктеме $Q^{\text{ТЭЦ}} = 1710 \text{ ГДж/сағ}$.

Жылуландыру кондырғының сұлбесі 3 - суретте келтірілген.



3 Сурет – ЖЭО-ның жылуландыру қондырғысының сұлбесі

ЖЭО-дағы желі судың толық шығысы

$$D_{\text{св}}^{\text{тэц}} = Q^{\text{тэц}} \cdot 10^3 / C \cdot (t_{\text{пм}} - t_{\text{ом}}) = 1710 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) = 5100 \text{ т/сағ};$$

мұнда судың жылу сиымдылығы $C = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, тік және кері магистралды құбырлардағы су температурасы $t_{\text{пм}} / t_{\text{ом}} = 150 / 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Бір ПТ-80/100-130/13 бутурбиналы қондырғының желі су қыздырғыштарынан өтетін су шығысы:

$$D_{\text{св}}^{\text{т}} = D_{\text{св}}^{\text{тэц}} / n = 5100 / 3 = 1700 \text{ т/сағ}$$

мұнда ЖЭО-да орнатылған ПТ-80/100-130/13 бутурбиналы қондырғылардың саны $n = 3$.

ПТ-80/100-130/13 бутурбиналы қондырғының жылулық бу алымдарының толық номиналды жүктемесі $\Sigma Q_{\text{отб}}^{\text{т}} = 285 \text{ ГДж}/\text{кг}$.

Желі су мен будың жылулық баланс арқылы

$$\Sigma Q_{\text{отб}}^{\text{т}} = D_{\text{св}}^{\text{т}} \cdot C \cdot (t_2 - t_{\text{ом}})$$

желі су қыздырғышынан шыққан судың температурасын табамыз

$$t_2 = \Sigma Q_{\text{отб}}^{\text{т}} / D_{\text{св}}^{\text{т}} \cdot C + t_{\text{ом}} = 285 \cdot 10^3 / 1700 \cdot 4,19 + 70 = 110 \text{ }^\circ\text{C};$$

Жоғары және төмен желі су қыздырғыштарындағы қызуының мөлшері тең алынады, сондықтан төменгі желі су қыздырғыштан шыққан су температурасының мөлшері

$$t_1 = t_{\text{ом}} + (t_2 - t_{\text{ом}}) / 2 = 70 + (110 - 70) / 2 = 90 \text{ }^\circ\text{C};$$

Қыздыратын будың шығының температурасына дейін желі судың қызбауын $\delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ тең аламыз.

Жоғарғы және төменгі бу алымдарындағы қанығу температураларының және қысымының мөлшерлері

$$t_H^{BO} = 110 + 5 = 115 \text{ }^\circ\text{C}, \quad P_{BO} = 0,169 \text{ МПа}$$

$$t_H^{HO} = 90 + 5 = 95 \text{ }^\circ\text{C}, \quad P_{HO} = 0,0845 \text{ МПа.}$$

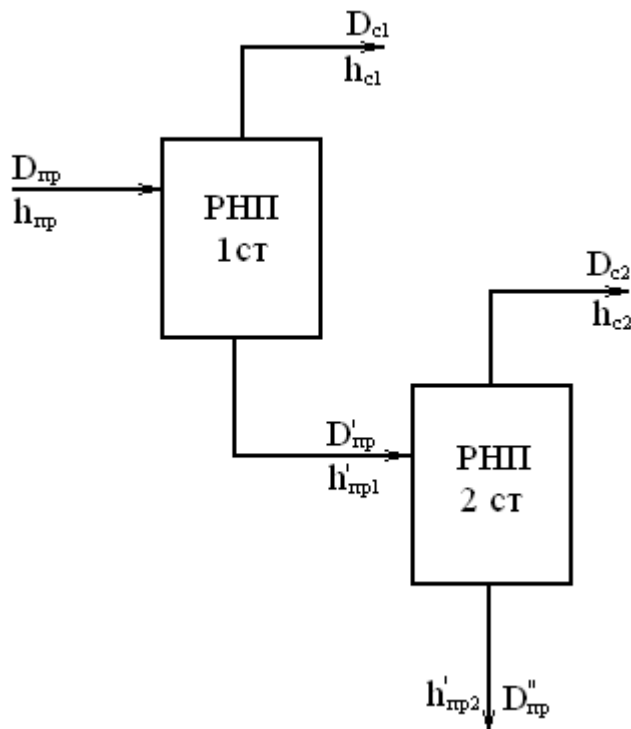
Регенеративті бу алымдарындағы қысымдар мөлшерін заводтық мәліметтер арқылы аламыз, 2-кесте.

2-кесте

№	1	2	3	Д	4	5	6	7
P_i , МПа	4,4	2,5	1,27	1,27/0,59	0,39	0,169	0,0845	0,012

1.2.4 Тоқталмайтын үрлеу судың сепараторының есебі

Үрлеу су сепараторы екі сатылы алынады, 4 - сурет.



4 Сурет – Үрлеу су сепараторларының (РНП) қосылу сұлбесі

1) Үрлеу су сепаратордың 1 сатысының есебі

Жылулық баланс теңдеуі $D_{пр} \cdot h_{пр} \cdot \eta_{c1} = D_{c1} \cdot h_{c1} + D'_{пр} \cdot h'_{пр1}$;

Материалды баланс теңдеуі $D'_{пр} = D_{пр} - D_{c1}$;

мұнда $D_{пр}$ – үрлеу су мөлшері, $D_{пр} = p \cdot D_{ка} = 0,01 \cdot 500 = 5 \text{ т/сағ}$;

$D_{ка} = 500 \text{ т/сағ}$ – қазанның бу өнімділігі;

$p = 0,01$ – үрлеудің бөлшегі;

$h_{пр}$ – үрлеу судың энтальпиясы, дағырадағы (барабандағы) қысым $P_6 = 15,5 \text{ МПа}$ арқылы, су мен будың кестелерінен табылады $h_{пр} = 1630 \text{ кДж/кг}$;

h_{c1} – сепаратордың 1 сатысында қысым мөлшері $P = 0,6$ МПа тең кезіндегі қаныққан құрғақ будың энтальпиясының мөлшері $h_{c1} = 2757$ кДж/кг;
 $h'_{пр1} = 670,5$ кДж/кг – сепаратордың 1 сатысынан шыққан үрлеу судың энтальпиясы.

Жылулық және материалды баланстар теңдеулерін бірге есептеп сепаратордың 1 сатысынан шыққан бу мен су мөлшерлерін табамыз:

$$D_{пр} \cdot h_{пр} \cdot \eta_{c1} = D_{c1} \cdot h_{c1} + D_{пр} \cdot h'_{пр1} - D_{c1} \cdot h'_{пр1};$$

$$D_{c1} = D_{пр} \cdot (h_{пр} \cdot \eta_{c1} - h'_{пр1}) / (h_{c1} - h'_{пр1}) =$$

$$= 5 \cdot (1630 \cdot 0,98 - 670,5) / (2757 - 670,5) = 2,2 \text{ т/сағ};$$

$$D'_{пр} = D_{пр} - D_{c1} = 5 - 2,2 = 2,8 \text{ т/сағ};$$

2) Үрлеу су сепаратордың 2 сатысының есебі

Екінші сатының есебі бірінші сатының есебіне ұқсас өткізіледі. Екінші сатыда пайда болған бу үшінші төмен қысымды су қыздырғышқа (ПНД-3) жіберіледі

$$D'_{пр} \cdot h'_{пр1} \cdot \eta_{c1} = D_{c2} \cdot h_{c2} + D''_{пр} \cdot h'_{пр2};$$

$$D''_{пр} = D'_{пр} - D_{c2};$$

Жылулық және материалды баланстар теңдеулерін бірге есептеп сепаратордың 2 сатысынан шыққан бу мен су мөлшерлерін табамыз:

$$D'_{пр} \cdot h'_{пр1} \cdot \eta_{c1} = D_{c2} \cdot h_{c2} + D'_{пр} \cdot h'_{пр2} - D_{c2} \cdot h'_{пр2};$$

$$D_{c2} = D'_{пр} \cdot (h'_{пр1} \cdot \eta_{c1} - h'_{пр2}) / (h_{c2} - h'_{пр2}) =$$

$$= 2,8 \cdot (670,5 \cdot 0,98 - 483,2) / (2699 - 483,2) = 0,22 \text{ т/сағ};$$

$$D''_{пр} = D'_{пр} - D_{c2} = 2,8 - 0,22 = 2,58 \text{ т/сағ};$$

мұнда екінші сатылы сепаратордағы қысым бойынша су мен будың энтальпияларының мөлшері

$P_{c2} = 0,17$ МПа, $h_{c2} = 2699$ кДж/кг; $h'_{пр2} = 483,2$ кДж/кг; $h'_{пр1} = 670,5$ кДж/кг.

1.2.5 Қосылатын су шығысының мөлшері

Химиялық су тазартуға (ХСТ) қажетті алғашқы су шығысы келесімен табылады

$$D_{св}^{тэц} = 1,25 \cdot D_{хов}^{тэц} + 1,4 \cdot D_{пк}^{тэц};$$

мұнда химиялық су тазартудың өзіндік мұқтаждарына қажетті су мөлшерлері 25% судың кермектігін азайту сұлбесіне, 40% химиялық тазарту цехындағы су қорына.

1) Жылулық желідегі су шығындарын өтеуге қажетті су мөлшері $D_{хов}^{тэц}$ жобалау нормалар арқылы жылулық желідегі су көлемінің 0,25 % мөлшерінде алынады. Норма бойынша [1], жылулық желідегі су көлемі 1 Гкал/сағ жылулық жүктемеге 65 м³ мөлшерінде алынады, сондықтан

$$V_{\text{TC}} = 65 \cdot Q^{\text{ТЭЦ}} / C = 65 \cdot 1710 / 4,19 = 26527 \text{ м}^3;$$

$$D_{\text{ХОВ}}^{\text{ТЭЦ}} = V_{\text{TC}} \cdot (0,25/100) = 26527 \cdot (0,25/100) = 66,3 \text{ т/сағ.}$$

2) Бу қазандарының шығындарын өтеуге қажетті су мөлшері $D_{\text{ПК}}^{\text{ТЭЦ}}$,

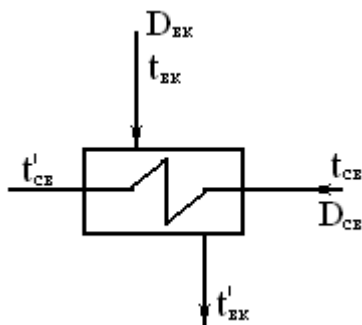
$$\begin{aligned} D_{\text{ПК}}^{\text{ТЭЦ}} &= 0,016 \cdot D_{\text{К}} \cdot n + 0,3 \cdot D_{\text{П}} + n \cdot D''_{\text{пр}} = \\ &= 0,016 \cdot 500 \cdot 3 + 0,3 \cdot 450 + 3 \cdot 2,58 = 166,7 \text{ т/сағ}; \end{aligned}$$

Химиялық су тазартуға қажетті су мөлшері

$$D_{\text{СВ}}^{\text{ТЭЦ}} = 1,25 \cdot D_{\text{ХОВ}}^{\text{ТЭЦ}} + 1,4 \cdot D_{\text{ПК}}^{\text{ТЭЦ}} = 1,25 \cdot 66,3 + 1,4 \cdot 166,7 = 316,3 \text{ т/сағ};$$

1.2.6 Алғашқы су қыздырғышының (ПСВ) есебі

Температурасы 5°C , шығысы т/сағ алғашқы су ПСВ-дан өтіп қыздырылады. ПСВ сұлбесі 5 - суретте келтірілген.



5 Сурет – ПСВ сұлбесі

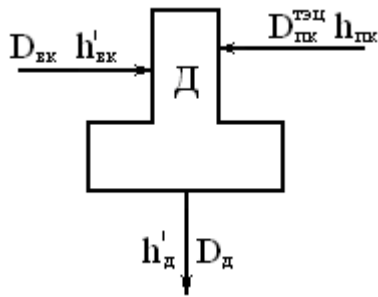
ПСВ-да қыздырғыш жылуалмастырғыш жұмысын өндірістен келген шық орындайды, шық мөлшері т/сағ, температурасы 80°C . ХСТ-ға жіберілетін алғашқы су температурасы 30°C болу қажет.

ПСВ-ның жылулық есебінің мақсаты жылуын беріп салқындаған шықтың температурасын табу

$$t'_{\text{BK}} = t_{\text{BK}} - D_{\text{СВ}}^{\text{ТЭЦ}} \cdot (t'_{\text{СВ}} - t_{\text{СВ}}) / D_{\text{BK}} = 80 - 316,3 \cdot (30 - 5) / 315 = 55^{\circ}\text{C}.$$

1.2.7 Қазандарға қосымша су дайындайтын газсыздандырғыштың есебі

Есеп мақсаты – газсыздандырғыштағы қысымды табу. Газсыздандырғыштағы қысым қанығу температура арқылы табылады, ал қанығу температурасы газсыздандырылған судың энтальпиясы арқылы табылады.



6 Сурет – Қазандарға қосымша су дайындайтын газсыздандырғыштың сұлбесі

ХСТ-дан химиялық тұзсыздандырылып шыққан судың температурасы $t_{пк} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Газсыздандырғыштың материалдық және жылулық балантарының теңдеулері арқылы есептеу өткізіледі

$$D_d = D_{вк} + D_{пк}^{тэц}; \quad D_d \cdot h'_d = D_{вк} \cdot C \cdot t'_{вк} + D_{пк}^{тэц} \cdot C \cdot t_{пк};$$

$$(D_{вк} + D_{пк}^{тэц}) \cdot h'_d = D_{вк} \cdot C \cdot t'_{вк} + D_{пк} \cdot C \cdot t_{пк};$$

$$h'_d = [D_{вк} \cdot C \cdot t'_{вк} + D_{пк}^{тэц} \cdot C \cdot t_{пк}] / (D_{вк} + D_{пк}^{тэц}) =$$

$$= [315 \cdot 4,19 \cdot 55 + 166,7 \cdot 4,19 \cdot 40] / (315 + 166,7) = 208,7 \text{ кДж/кг};$$

Су мен будың кестелері арқылы, судың энтальпиясы $h'_d = 208,7 \text{ кДж/кг}$ тең кезде, температура мен қысымды табамыз $t_d = 49,7 \text{ }^\circ\text{C}$, $P_d = 0,012 \text{ МПа}$.

Бутурбиналы қондырғылардың түрлері бірдей болғаннан, жылулық есеп жалғасы бір қондырғыға өткізіледі.

1.2.8 Бу турбинадағы негізгі кеңею құбылысты hs-диаграммасында салу

Будың алғашқы сипаттамалары ($t_o = 540 \text{ }^\circ\text{C}$ және $P_o = 12,75 \text{ МПа}$) арқылы О нүктесін табамыз, 7 - сурет. Осы нүктедегі будың энтальпиясы $h_o = 3444 \text{ кДж/кг}$. Жапқыш және реттегіш клапандарындағы қысылу (кедергіден өту) құбылысы ескеріп, қысымы $P_o' = P_o \cdot \eta_{др} = 12,75 \cdot 0,95 = 12,1 \text{ МПа}$ тең, О' нүктені табамыз.

Будың турбинаның жоғары қысымды бөлшегіндегі (ЧВД) кеңею құбылысын саламыз. ЧВД-дан шыққан будың қысымы өндіріске бу алымындағы қысымға тең $P_{II} = 1,275 \text{ МПа}$. Адиабаталық кеңею құбылыстағы ЧВД-дан соң будың энтальпиясы $h'_{II} = 2836 \text{ кДж/кг}$.

ЧВД-дағы толық жылу құлама

$$H_o^{чвд} = h_o - h'_{II} = 3444 - 2836 = 608 \text{ кДж/кг}$$

ЧВД-дағы пайдалы іске асқан жылу құлама

$$H_i^{\text{ЧВД}} = H_o^{\text{ЧВД}} \cdot \eta_{oi}^{\text{ЧВД}} = 608 \cdot 0,83 = 504 \text{ кДж/кг}$$

ЧВД-дан шыққан будың негізгі энтальпиясы

$$h_{\text{п}} = h_o - H_i^{\text{ЧВД}} = 3444 - 504 = 2940 \text{ кДж/кг.}$$

Энтальпия $h_{\text{п}}$ және $P_{\text{п}}$ қысым қиылысу нүктесімен ЧВД-дағы кеңею құбылыс бітеді. Осыған ұқсас етіп орташа және төмен қысымды бөлшектердегі (ЧСД және ЧНД) будың кеңею құбылысы (ПӘК мөлшерлері есеріліп) салынады: $\eta_{oi}^{\text{ЧСД}} = 0,83$; $\eta_{др}^{\text{ЧСД}} = 0,85$; $\eta_{oi}^{\text{ЧНД}} = 0,65$; $\eta_{др}^{\text{ЧНД}} = 0,6$.

Будың hs -диаграммасынан келесі мәліметтер табылады:

$h''_{\text{т}} = 2552 \text{ кДж/кг}$, ($P_{\text{т}} = 0,0845 \text{ МПа}$), $h_{\text{к}} = 2280 \text{ кДж/кг}$, ($P_{\text{к}} = 0,0035 \text{ МПа}$).

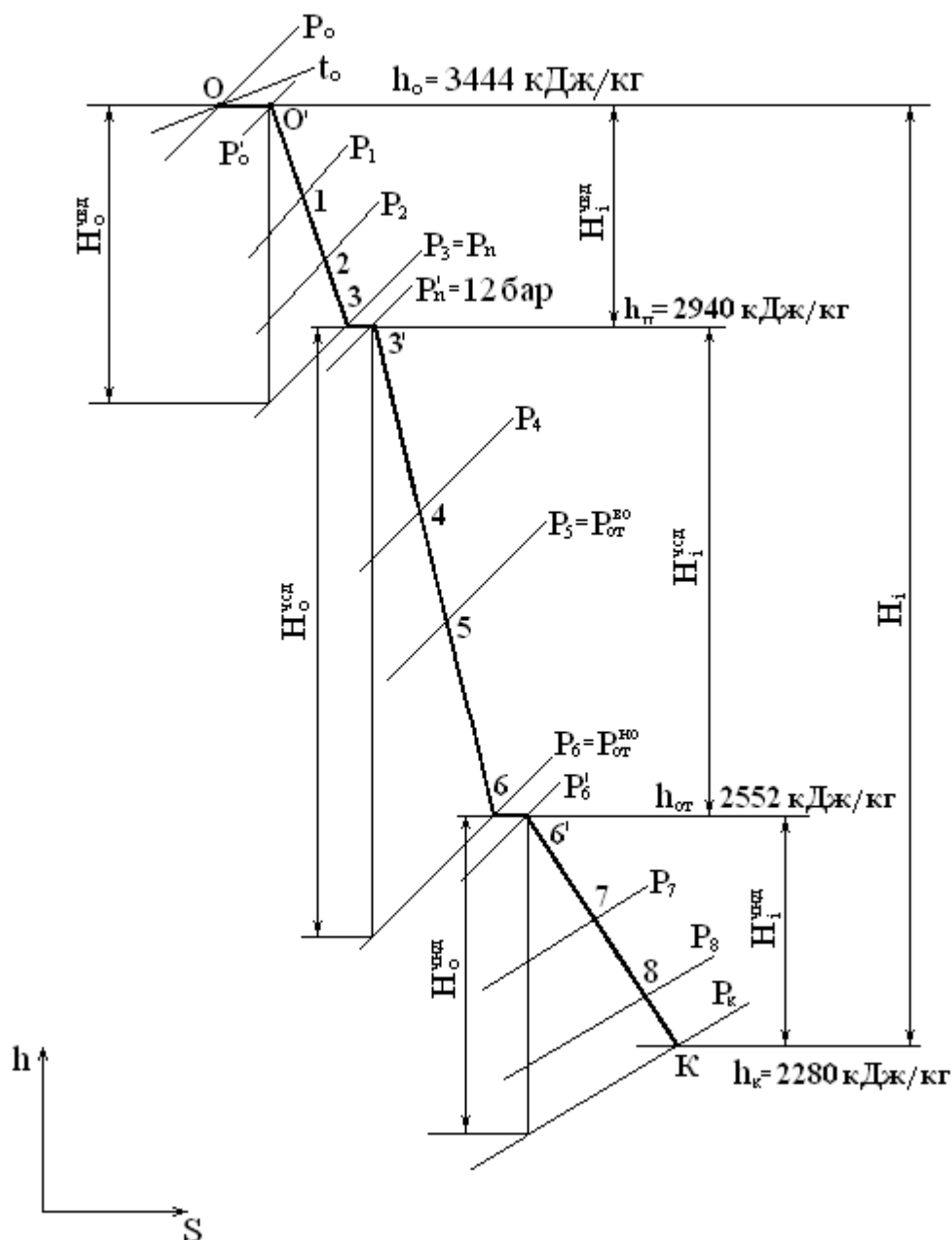
Реттелмейтін бу алымдарындағы қысымдар арқылы энтальпиялар табылады. Бу мен судың барлық көрсеткіштері 3 - кестеге толтырылады.

1.2.9 Реттелмейтін регенеративті бу алымдарының көрсеткіштерін анықтау

Әр қыздырғыштарында судың қызуы бірдей деп санап жоғары және төмен қысымды қыздырғыштар тобындағы судың температурасы табылады

$$\Delta h^{\text{ПВД}} = (h_{\text{пв}} - h_{\text{пн}}) / \eta_{\text{пвд}}, \text{ кДж/кг}; \quad \Delta h^{\text{ПНД}} = (h_{\text{в4}} - h_{\text{вк}}) / \eta_{\text{пнд}}, \text{ кДж/кг};$$

мұнда $h_{\text{пв}}$ – қазанға жіберілетін (ПВД-1 ден соң) қорек судың энтальпиясы, қорек су температурасы $t_{\text{пв}}$ мен қысымы $P_{\text{пн}}$ арқылы табылады, завод мәліметтерімен $t_{\text{пв}} = 230 \text{ }^\circ\text{C}$, сондықтан $h_{\text{пв}} = h_{\text{в1}} = 994,1 \text{ кДж/кг}$.



7 Сурет – Бұдың hs -диаграммасында кеңею құбылысы

Қоректендіру сорғыдан (ПН) шыққан судың энтальпиясы

$$h_{\text{пн}} = h_{\text{вд}} + \Delta h_{\text{пн}} = 667,6 + 22,5 = 690,1 \text{ кДж/кг};$$

мұнда газсыздандырғыштан шыққан қысымы $P_d = 0,59$ МПа қорек судың энтальпиясы қанығу температура арқылы табылады, $h_{\text{вд}} = 667,6$ кДж/кг, ал қорек сорғыда судың энтальпиясының жоғарлау мөлшері $\Delta h_{\text{пн}}$ сорғының ПӘК-і $\eta_{\text{ні}} = 0,85$ мен меншікті көлемін $v_{\text{ср}} = 0,0011 \text{ м}^3/\text{кг}$ ескеріп, судың орташа қысымы $P_{\text{пн}}^{\text{ср}} = (P_{\text{пн}} + P_d)/2 = (18 + 0,59)/2 = 8,7$ МПа-ға тең кезінде

$$\Delta h_{\text{пн}} = v_{\text{ср}} \cdot (P_{\text{пн}} - P_d) \cdot \eta_{\text{ні}} = 0,0011 \cdot (18 - 0,59) \cdot 0,85 = 22,5 \text{ кДж/кг};$$

ПВД-да судың қызуы

$$\Delta h^{\text{ПВД}} = (h_{\text{ПВ}} - h_{\text{ПН}}) / \eta_{\text{ПВД}} = (994,1 - 690,1) / 3 = 101,3 \text{ кДж/кг};$$

Қорек судың энтальпиясы:

$$\text{ПВД-3 тен соң } h_{\text{В3}} = h_{\text{ПН}} + \Delta h^{\text{ПВД}} = 690,1 + 101,3 = 791,4 \text{ кДж/кг};$$

$$\text{ПВД-2 ден соң } h_{\text{В2}} = h_{\text{В3}} + \Delta h^{\text{ПВД}} = 791,4 + 101,3 = 892,7 \text{ кДж/кг};$$

ПНД-дан соң негізгі шық температурасы газсыздандырғыштың тұрақты жұмыс атқаруы үшін қысым $P_d = 0,59 \text{ МПа}$ кезіндегі қанығу температурасынан t_d^H мөлшері $\Delta t = 10 \div 40 \text{ }^\circ\text{C}$ төмен болуын ескеріп табамыз. Егер $t_d^H = 158,2 \text{ }^\circ\text{C}$, ал $\Delta t = 19,2 \text{ }^\circ\text{C}$ болса, газсыздандырғыш кірісінде негізгі шықтың температурасы $t_{\text{В4}} = 158,2 - 19,2 = 139 \text{ }^\circ\text{C}$. ПНД-4 қыздырғыштан соң шық энтальпиясы $h_{\text{В4}} = C \cdot t_{\text{В4}} = 4,19 \cdot 139 = 582,4 \text{ кДж/кг}$.

Су мен бу кестелері арқылы бу алымындағы қысым $P_4 = 0,39 \text{ МПа}$, будың шығының энтальпиясы $h'_4 = 601 \text{ кДж/кг}$.

3-кесте. Бу мен судың көрсеткіштері

№	Мәліметтер аты	Белгі	Нүктелер										
			0	0'	1	2	3	Д	4	5	6	7	К
1	Бу алымдағы қысым, МПа	P_i	12,75	12,1	4,4	2,5	1,27	0,59	0,39	0,169	0,0845	0,0136	0,0035
2	Бу энтальпиясы, кДж/кг	h_i	3444	3444	3200	3076	2940	2940	2762	2644	2552	2378	2280
3	Дренаж энтальпиясы, кДж/кг	$h_{\text{др}i}$			1115	962	810	667,6	601	483	398	218	112
4	Қыздырғыштан шыққан су температурасы, Град	$t_{\text{в}i}$			230			158,2	139	110	90	48	30
5	Қыздырғыштан шыққан су энтальпиясы, кДж/кг	$h_{\text{в}i}$			994	893	791	690,1	582,4	430,2	277,9	201	125,7

ПНД-1 қыздырғыш алдындағы шық температурасы шықтағыштан шыққан қысымы $P_k = 0,0035 \text{ МПа}$ шықтың қанығу температурасына $t_k^H = 26,7 \text{ }^\circ\text{C}$ және сальник қыздырғышы мен эжектордың салқындатқышындағы шықтың қызуы ескеріліп $\Delta t_{\text{СП+ОЭ}} = 3,3 \text{ }^\circ\text{C}$ келесіге тең болады $t_{\text{ВК}} = t_k^H + \Delta t_{\text{СП+ОЭ}} = 26,7 + 3,3 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Осы температура арқылы шық энтальпиясы $h_{\text{ВК}} = 125,7 \text{ кДж/кг}$ тең.

5 және 6 бу алымдарындағы қысым мөлшері:

$P_5 = P_{во} = 0,169$ МПа; $P_6 = P_{но} = 0,0845$ МПа кезінде, бу шығы (дренаж) мен негізгі шықтың энтальпиялары:

$h'_5 = 483$ кДж/кг, $h_{в5} = 430,2$ кДж/кг; $h'_6 = 398$ кДж/кг, $h_{в5} = 277,9$ кДж/кг.

7 бу алымындағы қысым мөлшері $P_7 = 0,0136$ МПа арқылы бу шығы (дренаж) мен негізгі шықтың энтальпиялары табылады: $h'_7 = 218$ кДж/кг және $h_{в7} = 201$ кДж/кг.

Табылған мәліметтерді 3 - кестеге толтырамыз.

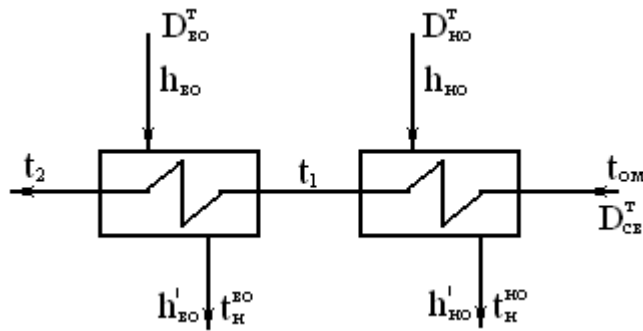
1.2.10 Желі су қыздырғыштарының есебі

Желі су қыздырғыштарының сұлбесі 8 - суретте келтірілген.

1) Төменгі желі су қыздырғышына бу шығысын анықтау

Жылулық баланс теңдеуі

$$D_{св}^T \cdot C \cdot (t_1 - t_{ом}) = D_{но}^T \cdot (h_6 - h'_6) \cdot \eta_{псв} ;$$



8 Сурет – Желі су қыздырғыштарының сұлбесі

Жылулық баланс теңдеуінен төменгі желі су қыздырғышына қажетті бу шығысы анықталады

$$D_{но}^T = D_{св}^T \cdot C \cdot (t_1 - t_{ом}) / (h_6 - h'_6) \cdot \eta_{псв} =$$

$$= 1700 \cdot 4,19 \cdot (90 - 70) / (2552 - 398) \cdot 0,98 = 67,5 \text{ т/сағ} = 18,75 \text{ кг/с};$$

2) Жоғарғы желі су қыздырғышына бу шығысын анықтау

Жылулық баланс теңдеуі

$$D_{св}^T \cdot C \cdot (t_2 - t_1) = D_{во}^T \cdot (h_5 - h'_5) \cdot \eta_{псв} ;$$

Жылулық баланс теңдеуінен жоғарғы желі су қыздырғышына қажетті бу шығысы анықталады

$$D_{во}^T = D_{св}^T \cdot C \cdot (t_2 - t_1) / (h_5 - h'_5) \cdot \eta_{псв} =$$

$$= 1700 \cdot 4,19 \cdot (110 - 90) / (2644 - 483) \cdot 0,98 = 67,3 \text{ т/сағ} = 18,68 \text{ кг/с};$$

1.2.11 Регенеративті су қыздырғыштарға бу шығысын анықтау

ПТ-80/100-130/13 бу турбинының жұмыс тәртіп диаграмма арқылы, берілген жылулық жүктемелер арқылы турбина кірісіндегі бу шығысын анықтаймыз $D_0 = 122,8$ кг/с.

Будың шығындары мен үрлеу мөлшерлерін ескеріп, қорек су шығысы анықталады $D_{пв}$:

$$D_{пв} = D_0 + \alpha_{ут} \cdot D_{пв} + D_{пр} = 122,8 + 0,016 \cdot D_{пв} + 1,39 ;$$

$$D_{пв} - 0,016 \cdot D_{пв} = (122,8 + 1,39);$$

$$D_{пв} \cdot (1 - 0,016) = (122,8 + 1,39);$$

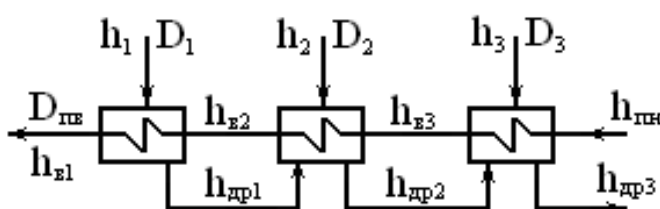
$$D_{пв} = (122,8 + 1,39) / (1 - 0,016) = 126,2 \text{ кг/с};$$

мұнда бу қазанның үрлеу суының шығысы

$$D_{пр} = p \cdot D_{ка} = 0,01 \cdot 500 = 5 \text{ т/сағ} = 1,39 \text{ кг/с};$$

бу шығынының мөлшері $D_{ут} = \alpha_{ут} \cdot D_{пв} = 0,016 \cdot D_{пв}$.

Регенеративті су қыздыру сұлбесінің есебі су қыздырғыштардың жылулық баланс теңдеулері арқылы өткізіледі. Жылулық есептер жоғары қысымды (ПВД) қыздырғыштардан басталады, содан соң газсыздандырғыш және төмен қысымды қыздырғыштар (ПНД) тобы есептеледі. ПВД сұлбесі 9 - суретте келтірілген.



9 Сурет – ПВД қыздырғыштар тобының жылулық сұлбесі

ПВД-1 қыздырғышының жылулық балансы

$$D_1 \cdot (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = D_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2});$$

ПВД-1 қыздырғышына бу шығысы

$$D_1 = D_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2}) / (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = \\ = 126,2 \cdot (994 - 892,7) / (3200 - 1115) \cdot 0,98 = 6,19 \text{ кг/с};$$

ПВД-2 қыздырғышының жылулық балансы

$$D_2 \cdot (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} + D_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п} = D_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3});$$

ПВД-2 қыздырғышының жылулық балансынан бу шығысы

$$D_2 = [D_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{в3}) - D_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п}] / (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} =$$

$$= [126,2 \cdot (892,7 - 791,4) - 6,19 \cdot (1115 - 962) \cdot 0,98] / (3076 - 962) \cdot 0,98 = 5,66 \text{ кг/с};$$

ПВД-3 қыздырғышының жылулық балансынан бу шығысы

$$D_3 \cdot (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} + (D_1 + D_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = D_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{пн});$$

ПВД-3 қыздырғышының жылулық балансынан бу шығысы табылады

$$D_3 = [D_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{пн}) - (D_1 + D_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п}] / (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} =$$

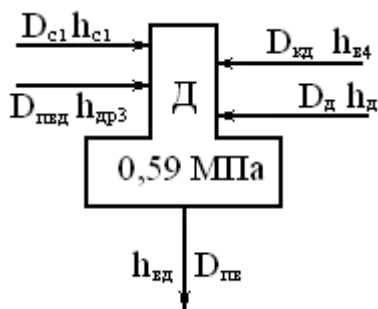
$$= [126,2 \cdot (791,4 - 690,1) - (6,19 + 5,66) \cdot (962 - 810) \cdot 0,98] / (2940 - 810) \cdot 0,98 = 5,22 \text{ кг/с};$$

ПВД тобынан газсыздандырышқа берілетін шық (дренаж) мөлшері

$$D_{пвд} = D_1 + D_2 + D_3 = 6,19 + 5,66 + 5,22 = 17,07 \text{ кг/с};$$

Газсыздандырыш (деаэратор) есебі

Газсыздандырыштың сұлбесі 10 - суретте келтірген. Газсыздандырышқа бу үшінші бу алымынан беріледі және ПВД тобының шығы мен ПНД-4 қыздырғыштан соңғы шық жіберіледі.



10 Сурет – Газсыздандырыштың сұлбесі

Газсыздандырыштың материалды баланс теңдеуі

$$D_{пв} - D_{д} - D_{c1} - D_{пвд} = D_{кд},$$

Газсыздандырыштың материалды баланс теңдеуінен берілетін ПНД-4 қыздырғыштан соңғы негізгі шық мөлшері

$$D_{кд} = D_{пв} - D_{д} - D_{c1} - D_{пвд} =$$

$$= 126,2 - D_{д} - 0,61 - 6,19 - 5,66 - 5,22 = (108,52 - D_{д});$$

Газсыздандырыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_{пв} \cdot h_{вд} / \eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + D_{кд} \cdot h_{в4} + D_{c1} \cdot h_{c1} + D_{пвд} \cdot h_{др3};$$

Теңдеулердің есебі өткізіледі

$$D_{пв} \cdot h_{вд} / \eta_d = D_d \cdot h_d + (108,52 - D_d) \cdot h_{в4} + D_{с1} \cdot h_{с1} + D_{пвд} \cdot h_{др3} ;$$

$$126,2 \cdot 690,1 / 0,99 = D_d \cdot 2940 + (108,52 - D_d) \cdot 582,4 + 0,61 \cdot 2757 + 17,07 \cdot 810;$$

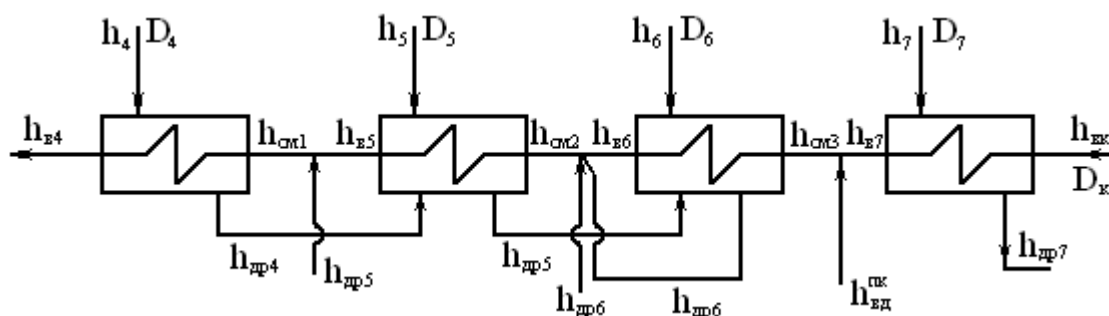
Газсыздандырғышқа қажетті бу шығысы $D_d = 3,93$ кг/с ;

ПНД-4 қыздырғыштан берілетін негізгі шық мөлшері

$$D_{кд} = 108,52 - D_d = 108,52 - 3,93 = 104,59 \text{ кг/с.}$$

ПНД тобының жылулық есебі

ПНД тобының жылулық сұлбесі 11 - суретте келтірген. Сұлбе бойынша шық жолында ағын қосылуының үш нүктесі бар, сондықтан әр қосылу нүктелерден соңғы шық ағынның энтальпиясын табу қажет.



11 Сурет – ПНД тобының жылулық сұлбесі

ПНД-4 қыздырғышының есебі

ПНД-4 пен ПНД-5 аралығында жоғарға желі қыздырғыштың шығы еңгізіледі, шық мөлшері $D_{во}^T = 18,68$ кг/с, энтальпиясы $h_{др5} = 483$ кДж/кг, сондықтан ПНД-4 қыздырғыш кірісіндегі (1 қосылу нүктедегі) энтальпия мөлшерін анықтау қажет.

1 нүктенің материалды баланс теңдеуінен

$$D_{к2} = D_{кд} - D_{во}^T = 104,59 - 18,68 = 85,91 \text{ кг/с,}$$

1 нүктенің жылулық баланс теңдеуі

$$D_{кд} \cdot h_{см1} = D_{к2} \cdot h_{в5} + D_{во}^T \cdot h_{др5} ;$$

$$104,59 \cdot h_{см1} = 85,91 \cdot 430,2 + 18,68 \cdot 483 ;$$

$$h_{см1} = 439,6 \text{ кДж/кг .}$$

ПНД-4 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_4 \cdot (h_4 - h_{др4}) \cdot \eta_{п} = D_{кд} \cdot (h_{в4} - h_{см1});$$

$$D_4 = D_{кд} \cdot (h_{в4} - h_{см1}) / [(h_4 - h_{др4}) \cdot \eta_{п}] = \\ = 104,59 \cdot (582,4 - 439,6) / [(2762 - 601) \cdot 0,99] = 6,98 \text{ кг/с},$$

ПНД-5 қыздырғышының есебі

2 қосылу нүктедегі ағын энтальпиясы табылады

$$D_{к2} \cdot h_{см2} = D_{к1} \cdot h_{в5} + (D_{но}^T + D_{с2} + D_4 + D_5 + D_6) \cdot h_{др6};$$

$$D_{к1} = D_{к2} - (D_{но}^T + D_{с2} + D_4 + D_5 + D_6) = \\ = 85,91 - 25,79 - D_5 - D_6 = (60,12 - D_5 - D_6) \text{ кг/с}.$$

$$85,91 \cdot h_{см2} = (60,12 - D_5 - D_6) \cdot 277,9 + (25,79 + D_5 + D_6) \cdot 398$$

$$h_{см2} = (313,95 + 1,4 \cdot D_5 + 1,4 \cdot D_6) \text{ кДж/кг}.$$

ПНД-5 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_5 \cdot (h_5 - h_{др5}) \cdot \eta_{п} + D_4 \cdot (h_{др4} - h_{др5}) \cdot \eta_{п} + D_{с2} \cdot (h_{с2} - h_{др5}) \cdot \eta_{п} = D_{к2} \cdot (h_{в5} - h_{см2});$$

$$D_5 \cdot (2644 - 483) \cdot 0,99 + 6,98 \cdot (601 - 483) \cdot 0,99 + 0,06 \cdot (2699 - 483) \cdot 0,99 = \\ = 85,91 \cdot (430,2 - 313,95 - 1,4 \cdot D_5 - 1,4 \cdot D_6);$$

$$2559,66 \cdot D_5 = 9040 - 120,27 \cdot D_6;$$

$$D_5 = (3,53 - 0,047 \cdot D_6); \quad \text{кг/с},$$

ПНД-6 қыздырғышының есебі

3 нүктенің жылулық баланс теңдеуі

$$D_{к1} \cdot h_{см3} = D_{д}^{пк} \cdot h'_{д} + D_{к} \cdot h_{в7};$$

мұнда $D_{д}^{пк}$ – вакуумды газсыздандырғышта дайындалған қазандарға қажетті газсыздандырылған судың мөлшері,

$$D_{д}^{пк} = 0,016 \cdot D_{пв} + D_{п} + D_{пр}^{п} = 0,016 \cdot 126,2 + 41,67 + 0,72 = 44,4 \text{ кг/с}; \\ \text{мұнда } D_{п} = 150 \text{ т/ч} = 41,67 \text{ кг/с}; D_{пр}^{п} = 2,58 \text{ т/ч} = 0,72 \text{ кг/с};$$

Белгілі мөлшерлерді 1 нүктенің жылулық баланс теңдеуіне еңгізіп
 $(60,12 - D_5 - D_6) \cdot h_{см1} = 44,4 \cdot 208,4 + (60,12 - D_5 - D_6 - 44,4) \cdot 201;$

мұнда вакуумды газсыздандырғышта дайындалған қазанға қажетті су энтальпиясы $h'_d = 208,4$ кДж/кг.

3 нүктенің жылулық баланс теңдеуіне $D_5 = (3,53 - 0,047 \cdot D_6)$ мөлшерді еңгізіп, 3 нүктеден шыққан шық энтальпиясын табамыз

$$(60,12 - 3,53 + 0,047 \cdot D_6 - D_6) \cdot h_{см3} = \\ = 8180 + (15,72 - 3,53 + 0,047 \cdot D_6 - D_6) \cdot 201;$$

$$h_{см3} = (10630 - 201 \cdot D_6) / (56,6 - D_6);$$

ПНД-6 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_6 \cdot (h_6 - h_{др6}) \cdot \eta_{п} + (D_{с2} + D_4 + D_5) \cdot (h_{др5} - h_{др6}) \cdot \eta_{п} = D_{к1} \cdot (h_{в6} - h_{см3});$$

$$D_6 \cdot (2552 - 398) \cdot 0,99 + (0,22 + 6,98 + 3,53 - 0,047 \cdot D_6) \cdot (483 - 398) \cdot 0,99 = \\ = (60,12 - 3,53 + 0,047 \cdot D_6 - D_6) \cdot [277,9 - (10630 + 201 \cdot D_6) / (56,6 - D_6)];$$

$$2555,7 \cdot D_6 - 903 = (56,6 - D_6) \cdot [(5099 - 76,9 \cdot D_6) / (56,6 - D_6)];$$

$$2478,8 \cdot D_6 = 6002;$$

$$D_6 = 6002 / 2478,8 = 2,42 \text{ кг/с},$$

$$D_5 = (3,53 - 0,047 \cdot D_6) = (3,53 - 0,047 \cdot 2,42) = 3,4 \text{ кг/с},$$

$$D_{к1} = (60,12 - D_5 - D_6) = 60,12 - 3,4 - 2,42 = 54,3 \text{ кг/с}$$

$$D_{к} = D_{к1} - D_{д}^{пк} = 54,3 - 44,4 = 9,9 \text{ кг/с}.$$

ПНД-7 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_7 \cdot (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} = D_{к} \cdot (h_{в7} - h_{вк});$$

ПНД-7 қыздырғышына бу шығысы

$$D_7 = D_{к} \cdot (h_{в7} - h_{вк}) / (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} =$$

$$= 9,9 \cdot (201 - 125,7) / (2378 - 218) \cdot 0,98 = 0,35 \text{ кг/с}.$$

1.2.12 Қуаттар теңдеуі

Турбинадағы бу ағынының қуаты

Бірінші бу алымының

$$N_1^I = D_1 \cdot (h_0 - h_1) = 6,19 \cdot (3444 - 3200) = 1510,36 \text{ кВт};$$

Екінші бу алымының

$$N_1^{II} = D_2 \cdot (h_0 - h_2) = 5,66 \cdot (3444 - 3076) = 2082,88 \text{ кВт};$$

Үшінші бу алымының

$$N_1^{III} = (D_3 + D_{п} + D_{д}) \cdot (h_0 - h_3) =$$

$$= (5,22 + 41,7 + 3,93) \cdot (3444 - 2940) = 25612 \text{ кВт};$$

Төртінші бу алымының

$$N_i^{IV} = D_4 \cdot (h_0 - h_4) = 6,98 \cdot (3444 - 2762) = 4760,4 \text{ кВт};$$

Бесінші бу алымының

$$N_i^V = (D_5 + D_{\text{во}}^T) \cdot (h_0 - h_5) = \\ = (3,4 + 18,68) \cdot (3444 - 2644) = 17664 \text{ кВт};$$

Алтыншы бу алымының

$$N_i^{VI} = (D_6 + D_{\text{но}}^T) \cdot (h_0 - h_6) = \\ = (2,42 + 18,75) \cdot (3444 - 2552) = 18883,6 \text{ кВт};$$

Жетінші бу алымының

$$N_i^{VII} = D_7 \cdot (h_0 - h_7) = 0,35 \cdot (3444 - 2378) = 373,1 \text{ кВт};$$

Шықтағышқа жіберілетін бу ағынының қуаты

$$N_k = D_k \cdot (h_0 - h_k) = 9,9 \cdot (3444 - 2280) = 11523,6 \text{ кВт};$$

Турбинадағы бу ағынының толық қуаты

$$N_i = N_i^I + N_i^{II} + N_i^{III} + N_i^{IV} + N_i^V + N_i^{VI} + N_i^{VII} + N_k = 1510,36 + 2082,88 + \\ + 25612 + 4760,4 + 17664 + 18883,6 + 373,1 + 11523,6 = 82409,9 \text{ кВт};$$

Электр генератордың қуаты

$$N_э = N_i \cdot \eta_m \cdot \eta_{эг} = 82409,9 \cdot 0,982 \cdot 0,988 = 80000 \text{ кВт}.$$

1.2.13 ЖЭО-ның түрі Т бу турбинасының жылулық сұлбесінің есебі

1. Т-110/120-130 бу турбинаның жылулық сұлбесінің есебін өткізу шарттары

Жылулық жүктемелер:

жылумен қамтамасыздандыруға $Q_{от} = 690 \text{ ГДж/сағ};$

ыстық сумен қамдауға $Q_{гвс} = 40 \text{ ГДж/сағ};$

толық жүктеме суммарная нагрузка $Q^{T-100} = 730 \text{ ГДж/сағ}.$

Жылумен қамтамасыз ететін жүйе түрі ашық.

Температуралық график 150/70 °С.

Химиялық су тазарту (ХСТ) жүйесіне жіберілетін су шықтағыштағы арнайы құбырларда $t = 30 \text{ °С}$ температураға дейін қыздырылады. Алғашқы су температурасы 5 °С .

2. Т-110/120-130 бу турбинасының техникалық сипаттамалары

Турбинаның номиналды қуаты 110 МВт.

Жылулық бу алымдарының номиналды жүктемесі 733 ГДж/сағ.

Жылулық бу алымдарының максималды жүктемесі 770 ГДж/сағ.

Турбина кірісіндегі бу сипаттамалары

қысым $P_0 = 12,75$ МПа;

температура $t_0 = 555$ °С.

4-кесте. Турбинаның регенеративті бу алымдарының сипаттамалары

№	Қыздырғыш	Қысым, МПа	Температура, °С
1	ПВД-7	3,32	379
2	ПВД-6	2,28	337
3	ПВД-5	1,22	266
	Газсыздандырғыш	0,6	266
4	ПНД-4	0,5	190
5	ПНД-3	0,3	145
6	ПНД-2	0,1	-
7	ПНД-1	0,038	-

Турбинаның төмен қысымды цилиндрындағы (ЦНД) ішкі келтірілген ПЭК $\eta_{oi}^{цнд} = 0,70$.

Турбинаның шықтағышындағы қысым мөлшері $P_k = 5,0$ кПа.

3. Жылулық сұлбенің сыртқы элементтерінің есебі

1) Тұзсыздалған судың бір блокқа қажетті мөлшері, [1]

$$D_{хов}^{бл} = 0,02 \cdot D_{ка} + 25 = 0,02 \cdot 500 + 25 = 35 \text{ т/сағ}$$

мұнда бу қазанның өнімділігі $D_{ка} = 500$ т/сағ.

2) Жылулық жүйеге қажетті химиялық тазартылған су шығысы

$$D_{хов}^{тс} = 0,0075 \cdot V_{тс} + 1,2 \cdot D_{гв} = 0,0075 \cdot 10725 + 1,2 \cdot 174 = 290 \text{ т/сағ}$$

мұнда жылулық желінің көлемі $V_{тс} = q \cdot Q_{от} = 65 \cdot 165 = 10725 \text{ м}^3$,

жылуландыруға арналған бу алымдарының жүктемесі

$$Q_{от} = 690 \text{ ГДж/сағ} = 165 \text{ Гкал/сағ};$$

жылулық желінің меншікті көлемі $q = 65 \text{ м}^3/\text{Гкал/сағ}$.

Ыстық сумен қамтамасыздандыруға ыстық су шығысы

$$D_{гвс} = Q_{гв} \cdot 10^3 / (t_{гв} - t_{хв}) \cdot C = 40 \cdot 10^3 / (60 - 5) \cdot 4,19 = 174 \text{ т/сағ}$$

3) ХСТ-ға алғашқы су шығысы

$$D_B = 1,25 \cdot D_{\text{ХОВ}}^{\text{TC}} + 1,4 \cdot D_{\text{ХОВ}}^{\text{БЛ}} = 1,25 \cdot 290 + 1,4 \cdot 35 = 411 \text{ т/сағ.}$$

4) ХСТ-ға алғашқы суды қыздыруға жылу мөлшері

$$Q_B = D_B \cdot C \cdot (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}}) = 411 \cdot 4,19 \cdot (30 - 5) = 41 \text{ ГДж/сағ}$$

5) Турбина шықтағышындағы жылу мөлшері

Диафрагма толық жабық кезінде [4] бойынша

$$Q_K^{\text{ВЕНТ}} = 184 - 175 = 9 \text{ Гкал/сағ} = 9 \cdot 4,19 = 38 \text{ ГДж/сағ}$$

Желдету бу ағынымен жылудан бөлек қосымша жылу мөлшері

$$Q'_K = Q_B - Q_K^{\text{ВЕНТ}} = 41 - 38 = 3 \text{ ГДж/сағ}$$

Жылумен және ыстық сумен қамтамасыздандыруға жылуландыру бу алымынан берілетін жылу мөлшері

$$Q'_{\text{от}} = Q_{\text{от}} - Q'_K = 733 - 3 = 730 \text{ ГДж/сағ}$$

Желі су шығысы

$$D_{\text{СВ}} = Q'_{\text{от}} \cdot 10^3 / C \cdot (t_{\text{ПМ}} - t_{\text{ОМ}}) + D_{\text{ХОВ}}^{\text{TC}} = \\ = 730 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) + 290 = 2468 \text{ т/сағ}$$

6) Үрлеу судың кеңейткішінің (РНП) есебі

Бу қазан дағырасындағы (барабандағы) қысым $P_6 = 15,5$ МПа.

Үрлеу судың мөлшері

$$D_{\text{пр}} = p \cdot D_{\text{ка}} = 0,01 \cdot 500 = 5 \text{ т/сағ};$$

мұнда $p = 0,01$ – үрлеудің бөлігі;

$D_{\text{ка}} = 500$ т/сағ – бу қазанның өнімділігі.

РНП қосылу сұлбесі 4 - суретте келтірілген.

РНП-1 бөлініп шыққан бу мөлшері

$$D_{\text{с1}} = K_{\text{с1}} \cdot D_{\text{пр}} = 0,44 \cdot 5 = 2,2 \text{ т/сағ};$$

мұнда бөлініп шығу еселеушісі

$$K_{\text{с1}} = (h_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{с1}} - h'_{\text{пр1}}) / (h_{\text{с1}} - h'_{\text{пр1}}) = (1630 \cdot 0,98 - 670,5) / (2757 - 670,5) = 0,44;$$

мұнда үрлеу судың энтальпиясы $h_{\text{пр}}$ дағырадағы қысым $P_6 = 15,5$ МПа мөлшерімен су мен бу кестелері арқылы табылады, $h_{\text{пр}} = 1630$ кДж/кг.

РНП-1 қысымы $P_{\text{с1}} = 0,6$ МПа кезінде, қаныққан құрғақ будың энтальпиясы $h_{\text{с1}} = 2757$ кДж/кг;

$h'_{\text{пр1}} = 670,5$ кДж/кг – үрлеу судың энтальпиясы;

РНП-1 ПӘК мөлшері $\eta_{c1} = 0,98$.

РНП-1 ден РНП-2 берілетін су мөлшері

$$D'_{пр} = D_{пр} - D_{c1} = 5 - 2,2 = 2,8 \text{ т/сағ};$$

РНП-2 ден бөлініп шыққан бу мөлшері

$$D_{c2} = K_{c1} \cdot D'_{пр} = 0,616 \cdot 2,8 = 2,2 \text{ т/сағ};$$

мұнда бөлініп шығу еселеушісі

$$K_{c2} = (h'_{пр1} \cdot \eta_{c1} - h'_{пр2}) / (h_{c2} - h'_{пр2}) = (670,5 \cdot 0,98 - 483,2) / (2699 - 483,2) = 0,616;$$

РНП-2 дегі қысым бойынша су мен будың энтальпиялары

$$P_{c2} = 0,17 \text{ МПа}, \quad h_{c2} = 2699 \text{ кДж/кг}; \quad h'_{пр2} = 483,2 \text{ кДж/кг}; \quad h'_{пр1} = 670,5 \text{ кДж/кг}.$$

РНП-2 ден шығатын су мөлшері

$$D''_{пр} = D'_{пр} - D_{c2} = 2,8 - 0,22 = 2,58 \text{ т/сағ}.$$

4. Турбинадағы кеңею құбылысты hs-диаграммада салу

Турбина кірісіндегі бу сипаттамалары ($P_0 = 12,75 \text{ МПа}$, $t_0 = 555 \text{ }^\circ\text{C}$) ескеріліп оның энтальпиясы $h_0 = 3488 \text{ кДж/кг}$ табылады.

Турбинаның регенеративті бу алымдарының сипаттамалары арқылы

$$P_1 = 3,32 \text{ МПа}, \quad t_1 = 379 \text{ }^\circ\text{C}; \quad P_2 = 2,28 \text{ МПа}, \quad t_2 = 337 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_3 = 1,22 \text{ МПа}, \quad t_3 = 266 \text{ }^\circ\text{C}; \quad P_d = 0,6 \text{ МПа}, \quad t_d = 200 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_4 = 0,52 \text{ МПа}, \quad t_4 = 160 \text{ }^\circ\text{C}; \quad P_5 = 0,32 \text{ МПа}, \quad t_5 = 130 \text{ }^\circ\text{C};$$

hs-диаграммада кеңею құбылыста нүктелер табылып, энтальпиялары 5 - кестеге толтырылады.

5 нүктеден адиабата Ка нүктеге (қысымы $P_k = 5 \text{ кПа}$) түсіріледі де энтальпия мөлшері $h_{ка} = 2140 \text{ кДж/кг}$ табылады.

Төмен қысымды цилиндрдың ПӘК-ін $\eta_{oi}^{инд} = 0,70$ ескеріп, шықтағышқа берілген бу энтальпиясының мөлшері табылады

$$h_k = h_5 - (h_5 - h_{ка}) \cdot \eta_{oi}^{инд} = 2730 - (2730 - 2140) \cdot 0,7 = 2320 \text{ кДж/кг}.$$

5 және К нүктелерін қосатын сызықта қиылысатын қысымдар $P_6 = 0,10 \text{ МПа}$ мен $P_7 = 0,038 \text{ МПа}$ арқылы 6 және 7 нүктелерде энтальпия мөлшерлері табылады $h_6 = 2600 \text{ кДж/кг}$ және $h_7 = 2520 \text{ кДж/кг}$.

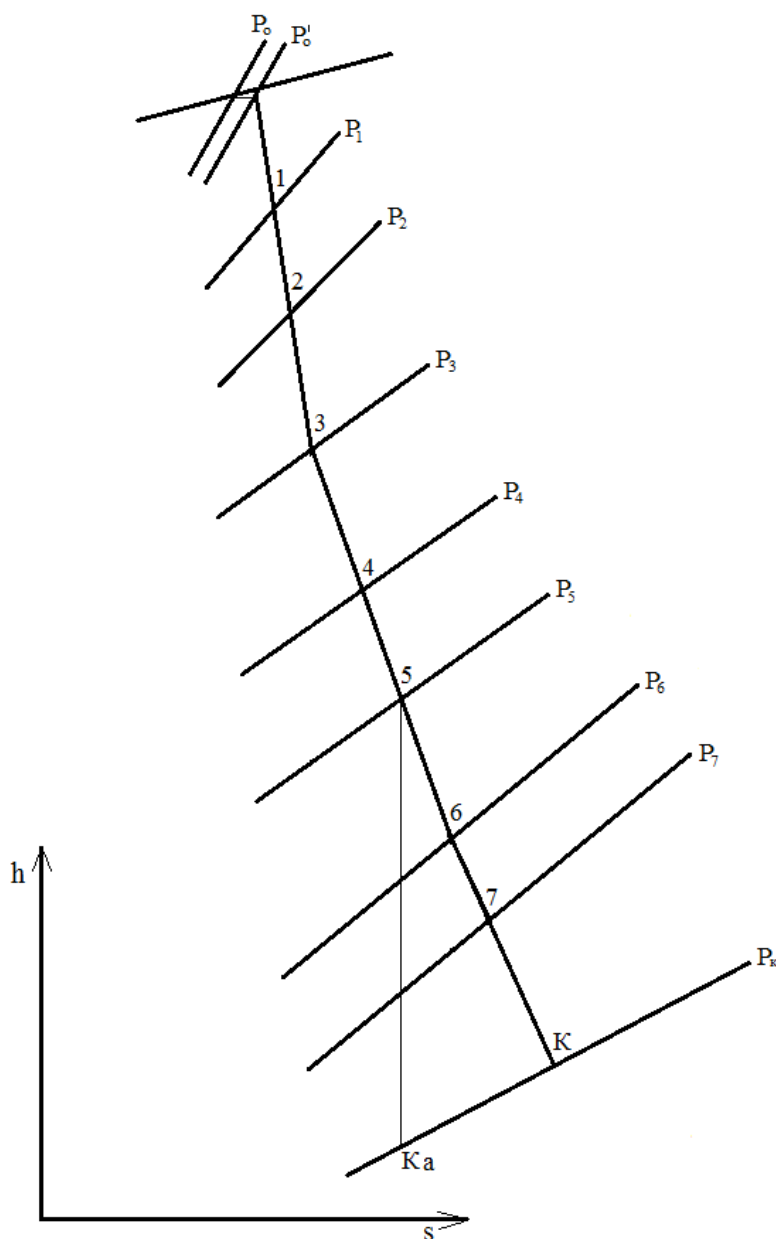
5. Су мен шықтың сипаттамаларын анықтау

Бу алымдардағы қысым мөлшерлері арқылы қанығу температуралар t_n мен шық (дренаж) энтальпиялары $h_{др}$ табылады.

Қыздырғыштардан шыққан су температуралары $t_{вi}$ судың қызбау мөлшері Δt_n арқылы табылады. Судың қызбау мөлшері ПВД да $\Delta t_n = 1-3 \text{ }^\circ\text{C}$, ПНД да $\Delta t_n = 4-5 \text{ }^\circ\text{C}$, сонымен

$$t_{вi} = t_{ni} - \Delta t_n, \text{ }^\circ\text{C}.$$

Судың (шықтың) энтальпиясы қысым мен температураға байланысты табылады, ал қоректендіру судың қысымы $P_{пв} = 18,5 \text{ МПа}$ тең, ал нагізгі шықтың қысымы $P_{кн} = 2,5 \text{ МПа}$ тең. Табылған мәліметтер 5 кестеге жазылады.



12 Сурет – hs -диаграммада турбинадағы кеңею құбылысы

Турбинаның бу алымдарының жылулық құламасы

$$H_i = h_i - h_k, \text{ кДж/кг}$$

Турбина бу алымдарының электр энергияны өндірмеу коэффициенттері табылады. Электр энергияны өндірмеу коэффициенттер мөлшері

$$y_i = (h_i - h_k)/(h_o - h_k);$$

мұнда h_i – бу алымындағы энтальпия, h_k – турбина кірісіндегі бу энтальпиясы, h_o – турбинада жұмыс атқарып шыққан будың энтальпиясы.

T-110/120-130 бу турбинаның жылулық сұлбесі 13 - суретте келтірілген.

6. Жылулық сұлбенің есебі

Турбинаға берілетін болжамалы будың шығысы

$$D_o = \beta \cdot [N / ((h_o - h_k) \cdot \eta_m \cdot \eta_g) + y_6 \cdot D_{спв} + y_7 \cdot D_{спн}] =$$
$$= 1,2 \cdot [110 \cdot 10^3 / ((3488 - 2400) \cdot 0,98 \cdot 0,98) + 0,211 \cdot 28,3 + 0,143 \cdot 40] = 140 \text{ кг/с}$$

мұнда β – регенерация коэффициенті, регенеративті бу алымдарына бу шығысының мөлшерін ескереді, турбина түріне байланысты β мөлшері 1,05-1,2 аралығында алынады;

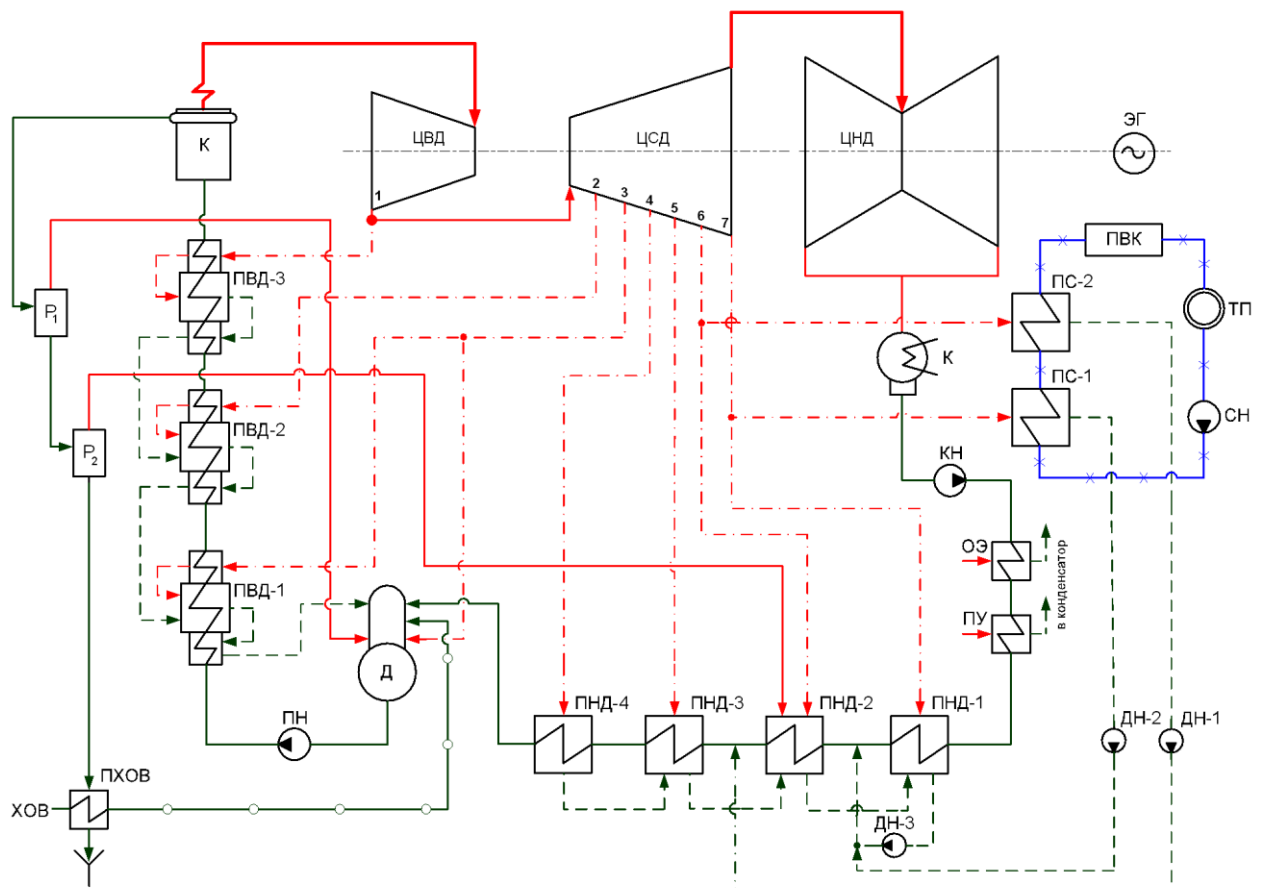
$N = 110 \cdot 10^3$ кВт - турбинаның номиналды қуаты;

$h_o = 3488$ кДж/кг - турбина кірісіндегі бу энтальпиясы;

$h_k = 2400$ кДж/кг - жұмыс атқарған будың энтальпиясы.

5 Кесте - Су мен будың көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер	Белгі	Нақты нүктелер														
			0	1	2	3	4	5	6	7	К						
1	Бу алымдағы қысым, МПа	P_i	12,8	3,5	2,5	1,3	0,56	0,32	0,16	0,08	0,005						
2	Қыздырғышта қысым, МПа	P_{ni}	12,7	3,32	2,28	1,220	0,520	0,320	0,160	0,0800	0,005						
3	Бу энтальпиясы, кДж/кг	h_i	3488	3180	3100	2972	2832	2728	2630	2556	2400						
4	Қанығу температура, град	t_{ni}		242	224	184	155	126	102	63	26						
5	Дренаж энтальпиясы, кДж/кг	$h_{др}$		1039	940	770	654	527	429	265	110						
6	Қыздырғыштан соңғы су температурасы, град	t_{ei}		240	223	181	150	120	98	58	26						
7	Қыздырғыштан соңғы су қысымы, МПа	P_{ei}		18,5	18	17,5	1,8	1,9	2	2,2							
8	Қыздырғыштан соңғы су энтальпиясы, кДж/кг	h_{ei}		1016	925	760	634	504	410	245	110						
9	ОК-дан соң шық температурасы, град	$t_{ок}$		230	212	174	-										
10	ОК-дан соң шық энтальпиясы, кДж/кг	$h_{ок}$		987,5	889,6	728,2	-										
11	Жылуқұлама, кДж/кг	Hi		780	700	572	432	328	230	156	1088						
12	Өндірілмеу коэффициенті	η_i		0,717	0,643	0,526	0,397	0,301	0,211	0,143	-						



13 Сурет – Т-110/120-130 бу турбинаның жылулық сұлбесі

Жылуландыруға бу шығысы:

Жоғарғы желі су қыздырғышқа (СПВ):

$$D_{\text{СПВ}} = [G_{\text{СВ}} \cdot (t_{\text{СПВ}} - t_{\text{СПН}}) \cdot C_p / (h_6 - h'_6) \cdot \eta_{\text{п}}] = \\ = [608 \cdot (118 - 94) \cdot 4,19 / (2630 - 429) \cdot 0,98] = 28,3 \text{ кг/с};$$

мұнда желі су шығысы

$$G_{\text{СВ}} = Q_{\text{T}} / c_{\text{в}} (t_{\text{ТМ}} - t_{\text{ОМ}}) = 204 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) = 608 \text{ кг/с} = 2189 \text{ т/сағ};$$

$t_{\text{СПВ}} = 118 \text{ }^\circ\text{C}$ – СПВ-дан шыққан ыстық судың температурасы арқылы қысым мөлшері табылады $P_{\text{СПВ}} = 0,185 \text{ МПа}$, (негізінде $P_{\text{СПВ}} = 0,18 \div 0,25 \text{ МПа}$, $P_{\text{ср}}^{\text{H}} = 0,215 \text{ МПа}$, $t_{\text{ср}}^{\text{H}} = 123 \text{ }^\circ\text{C}$, судың қызбау мөлшері $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ескерілсе, $t_{\text{СПВ}} = 123 - 5 = 118 \text{ }^\circ\text{C}$);

Төменгі желі су қыздырғышқа (СПН):

$P_{\text{СПН}} = 0,1 \text{ МПа}$ (негізінде $P_{\text{СПН}} = 0,08 \div 0,12 \text{ МПа}$, $P_{\text{ср}}^{\text{H}} = 0,1 \text{ МПа}$, $t_{\text{ср}}^{\text{H}} = 99 \text{ }^\circ\text{C}$, судың қызбау мөлшері $5 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{СПН}} = 99 - 5 = 94 \text{ }^\circ\text{C}$).

СПН-ға бу шығысы

$$D_{\text{спн}} = [G_{\text{св}} \cdot (t_{\text{спн}} - t_{\text{вп}}) \cdot C_p - D_{\text{спв}} \cdot (h'_6 - h'_7) \cdot \eta_{\text{п}}] / (h_7 - h'_7) \cdot \eta_{\text{п}} = \\ = [608 \cdot (94 - 57) \cdot 4,19 - 28,3 \cdot (429 - 265) \cdot 0,98] / (2556 - 265) \cdot 0,98 = 40 \text{ кг/с};$$

Қазанның бу өнімділігі

$$D_{\text{ка}} = (1 + \alpha) \cdot D_0 = (1 + 0,05) \cdot 140 = 147 \text{ кг/с};$$

мұнда $\alpha = 0,05$ - бу шығынының бөлігі 0,02 мен өзіндік мұқтаждарға 0,03 бу бөлігі.

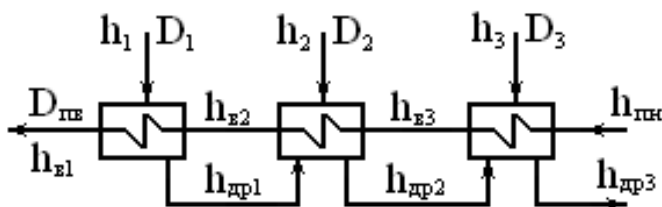
Қоректендіру су шығысы

$$D_{\text{пв}} = (1 + \alpha_{\text{пр}}) \cdot D_{\text{ка}} = (1 + 0,01) \cdot 147 = 149 \text{ кг/с};$$

мұнда үрлеу судың бөлігінің мөлшері $\alpha_{\text{пр}} = 0,010$.

Жылулық сұлбенің есебі регенеративті су қыздырғыштарының ПВД, газсыздандырғыш және ПНД жылулық баланстары арқылы өткізіледі.

ПВД тобының сұлбесі 14 - суретте келтірілген.



14 Сурет – ПВД тобының сұлбесі

ПВД-1 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_1 \cdot (h_1 - h_{\text{др1}}) \cdot \eta_{\text{п}} = D_{\text{пв}} \cdot (h_{\text{в1}} - h_{\text{в2}});$$

ПВД-1 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_1 = D_{\text{пв}} \cdot (h_{\text{в1}} - h_{\text{в2}}) / (h_1 - h_{\text{др1}}) \cdot \eta_{\text{п}} = \\ = 149 \cdot (1016 - 925) / (3180 - 1039) \cdot 0,98 = 6,46 \text{ кг/с};$$

ПВД-2 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_2 \cdot (h_2 - h_{\text{др2}}) \cdot \eta_{\text{п}} + D_1 \cdot (h_{\text{др1}} - h_{\text{др2}}) \cdot \eta_{\text{п}} = D_{\text{пв}} \cdot (h_{\text{в2}} - h_{\text{в3}});$$

ПВД-2 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_2 = [D_{\text{пв}} \cdot (h_{\text{в2}} - h_{\text{в3}}) - D_1 \cdot (h_{\text{др1}} - h_{\text{др2}}) \cdot \eta_{\text{п}}] / (h_2 - h_{\text{др2}}) \cdot \eta_{\text{п}} = \\ = [149 \cdot (925 - 760) - 6,46 \cdot (1039 - 940) \cdot 0,98] / (3100 - 940) \cdot 0,98 = 11,3 \text{ кг/с};$$

ПВД-3 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_3 \cdot (h_3 - h_{\text{др3}}) \cdot \eta_{\text{п}} + (D_1 + D_2) \cdot (h_{\text{др2}} - h_{\text{др3}}) \cdot \eta_{\text{п}} = D_{\text{пв}} \cdot (h_{\text{в3}} - h_{\text{пв}});$$

ПВД-3 қыздырғышқа бу шығысы:

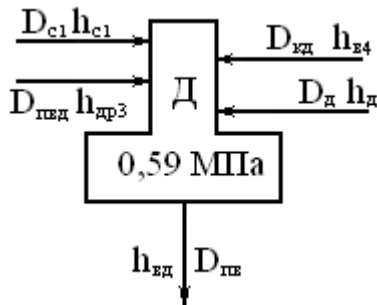
$$D_3 = [D_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{пн}) - (D_1 + D_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п}] / (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = \\ = [149 \cdot (760 - 693) - (6,46 + 11,3) \cdot (940 - 770) \cdot 0,98] / (2972 - 770) \cdot 0,98 = 3,25 \text{ кг/с};$$

ПВД тобынан газсыздандырғышқа берілетін шық мөлшері

$$D_{пвд} = D_1 + D_2 + D_3 = 6,46 + 11,3 + 3,25 = 21,01 \text{ кг/с};$$

Газсыздандырғыштың есебі

Газсыздандырғыштың сұлбесі 16 - суретте келтірген. Газсыздандырғышқа бу 3 бу алымынан беріледі және ПВД тобының шығы мен ПНД-4 қыздырғыштан соңғы шық жіберіледі.



15 Сурет – Газсыздандырғыштың сұлбесі

Газсыздандырғыштың материалды баланс теңдеуі

$$D_{пв} - D_{д} - D_{c1} - D_{пвд} = D_{кд},$$

Газсыздандырғыштың материалды баланс теңдеуінен берілетін ПНД-4 қыздырғыштан соңғы негізгі шық мөлшері

$$D_{кд} = D_{пв} - D_{д} - D_{c1} - D_{пвд} = \\ = 149 - D_{д} - 2,2 - 6,46 - 11,36 - 3,25 = (125,8 - D_{д});$$

Газсыздандырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_{пв} \cdot h_{вд} / \eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + D_{кд} \cdot h_{в4} + D_{c1} \cdot h_{c1} + D_{пвд} \cdot h_{др3};$$

Теңдеулердің есебі өткізіледі

$$D_{пв} \cdot h_{вд} / \eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + (108,52 - D_{д}) \cdot h_{в4} + D_{c1} \cdot h_{c1} + D_{пвд} \cdot h_{др3};$$

$$149 \cdot 693 / 0,99 = D_{д} \cdot 2972 + (125,8 - D_{д}) \cdot 634 + 2,2 \cdot 2757 + 21,01 \cdot 770;$$

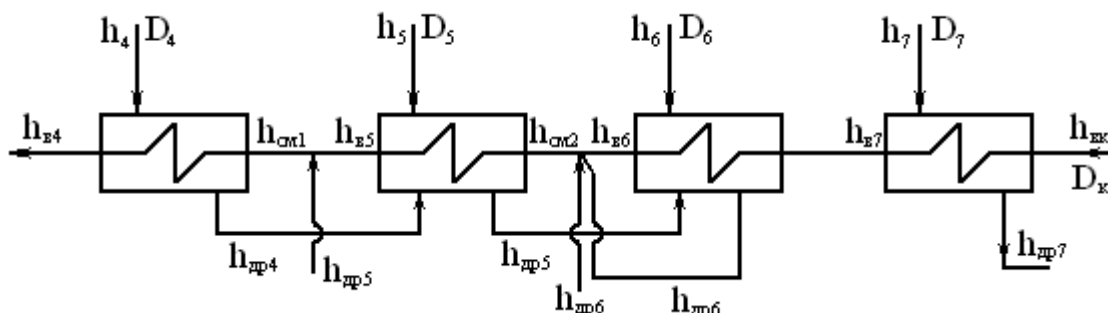
Газсыздандырғышқа бу шығысы $D_{д} = 0,98 \text{ кг/с}$;

Газсыздандырғышқа шық шығысы

$$D_{кд} = 125,8 - D_{д} = 125,8 - 0,98 = 124,82 \text{ кг/с};$$

ПНД тобының жылулық есебі

ПНД тобының жылулық сұлбесі 16 - суретте келтірген. Сұлбе бойынша шық жолында ағын қосылуының екі нүктесі бар, сондықтан әр қосылу нүктелерден соңғы шық ағынның энтальпиясын табу қажет.



16 Сурет – ПНД тобының жылулық сұлбесі

ПНД-4 қыздырғышының есебі

ПНД-4 пен ПНД-5 аралығында жоғарға желі қыздырғыштың шығы еңгізіледі, шық мөлшері $D_{во}^T = 18,68$ кг/с, энтальпиясы $h_{др5} = 527$ кДж/кг, сондықтан ПНД-4 қыздырғыш кірісіндегі (1 қосылу нүктедегі) энтальпия мөлшерін анықтау қажет.

1 нүктенің материалды баланс теңдеуінен

$$D_{к2} = D_{кд} - D_{во}^T = 124,82 - 18,68 = 106,14 \text{ кг/с},$$

1 нүктенің жылулық баланс теңдеуі

$$D_{кд} \cdot h_{см1} = D_{к2} \cdot h_{в5} + D_{во}^T \cdot h_{др5};$$

$$124,82 \cdot h_{см1} = 106,14 \cdot 504 + 18,68 \cdot 527;$$

$$h_{см1} = 507,4 \text{ кДж/кг}.$$

ПНД-4 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі

$$D_4 \cdot (h_4 - h_{др4}) \cdot \eta_{п} = D_{кд} \cdot (h_{в4} - h_{см1});$$

ПНД-4 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_4 = D_{кд} \cdot (h_{в4} - h_{см1}) / [(h_4 - h_{др4}) \cdot \eta_{п}] = \\ = 124,82 \cdot (634 - 507,4) / [(2832 - 654) \cdot 0,99] = 7,3 \text{ кг/с},$$

ПНД-5 қыздырғыштың есебі

2 нүктедегі энтальпия мөлшері

$$D_{к2} \cdot h_{см2} = D_{к1} \cdot h_{в5} + (D_{но}^T + D_4 + D_5 + D_6) \cdot h_{др6};$$

$$D_к = D_{к2} - (D_{но}^T + D_4 + D_5 + D_6) = \\ = 106,14 - 47,3 - D_5 - D_6 = (58,84 - D_5 - D_6) \text{ кг/с.}$$

$$106,14 \cdot h_{см2} = (58,84 - D_5 - D_6) \cdot 504 + (40 + D_5 + D_6) \cdot 429$$

$$h_{см2} = (441 + 8,8 \cdot D_5 + 8,8 \cdot D_6) \text{ кДж/кг.}$$

ПНД-5 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі

$$D_5 \cdot (h_5 - h_{др5}) \cdot \eta_{п} + D_4 \cdot (h_{др4} - h_{др5}) \cdot \eta_{п} = D_{к2} \cdot (h_{в5} - h_{см2});$$

$$D_5 \cdot (2728 - 527) \cdot 0,99 + 7,3 \cdot (654 - 527) \cdot 0,99 =$$

$$= 106,14 \cdot (504 - 441 - 8,8 \cdot D_5 - 8,8 \cdot D_6);$$

$$3113 \cdot D_5 = 6687 - 934 \cdot D_6;$$

$$D_5 = (2,15 - 0,3 \cdot D_6); \quad \text{кг/с,}$$

ПНД-6 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі

$$D_6 \cdot (h_6 - h_{др6}) \cdot \eta_{п} + (D_4 + D_5) \cdot (h_{др5} - h_{др6}) \cdot \eta_{п} = D_к \cdot (h_{в6} - h_{в7});$$

$$D_6 \cdot (2630 - 429) \cdot 0,99 + (7,3 + 2,15 - 0,3 \cdot D_6) \cdot (527 - 429) \cdot 0,99 =$$

$$= (58,84 - D_5 - D_6) \cdot (410 - 245);$$

$$2315 \cdot D_6 + 916,8 = (58,84 - 2,15 + 0,3 \cdot D_6 - D_6) \cdot 165;$$

$$2594,3 \cdot D_6 = 9353,8;$$

ПНД-6 қыздырғышқа бу шығысы $D_6 = 3,6 \text{ кг/с}$

ПНД-5 қыздырғышқа бу шығысы

$$D_5 = (2,15 - 0,3 \cdot D_6) = (2,15 - 0,3 \cdot 3,6) = 1,07 \text{ кг/с,}$$

Шықтағышқа бу шығысы

$$D_к = (58,84 - D_5 - D_6) = 58,84 - 1,07 - 3,6 = 44,17 \text{ кг/с}$$

ПНД-7 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі

$$D_7 \cdot (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} = D_к \cdot (h_{в7} - h_{вк});$$

ПНД-7 қыздырғышқа бу шығысы

$$D_7 = D_к \cdot (h_{в7} - h_{вк}) / (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} =$$

$$= 14,17 \cdot (245 - 110) / (2556 - 265) \cdot 0,98 = 0,86 \text{ кг/с.}$$

12. Қуаттар баланс теңдеуі

Турбинадағы бу ағынының қуаты

Бірінші бу алымының

$$N_i^I = D_1 \cdot (h_0 - h_1) = 6,46 \cdot (3488 - 3180) = 1990 \text{ кВт};$$

Екінші бу алымының

$$N_i^{II} = D_2 \cdot (h_0 - h_2) = 11,3 \cdot (3488 - 3100) = 7384 \text{ кВт};$$

Үшінші бу алымының

$$N_i^{III} = (D_3 + D_d) \cdot (h_0 - h_3) = (3,25 + 0,98) \cdot (3488 - 2972) = 2183 \text{ кВт};$$

Төртінші бу алымының

$$N_i^{IV} = D_4 \cdot (h_0 - h_4) = 7,3 \cdot (3488 - 2832) = 4789 \text{ кВт};$$

Бесінші бу алымының

$$N_i^V = (D_5 + D_{\text{во}}^T) \cdot (h_0 - h_5) = (1,07 + 28,3) \cdot (3488 - 2728) = 22321 \text{ кВт};$$

Алтыншы бу алымының

$$N_i^{VI} = (D_6 + D_{\text{но}}^T) \cdot (h_0 - h_6) = (3,6 + 40) \cdot (3488 - 2630) = 37409 \text{ кВт};$$

Жетінші бу алымының

$$N_i^{VII} = D_7 \cdot (h_0 - h_7) = 0,86 \cdot (3488 - 2556) = 801,5 \text{ кВт};$$

Шықтағышқа жіберілетін бу ағынының қуаты

$$N_k = D_k \cdot (h_0 - h_k) = 44,17 \cdot (3488 - 2400) = 38123 \text{ кВт};$$

Турбинадан өтетін бу ағынының толық қуаты

$$N_i = N_i^I + N_i^{II} + N_i^{III} + N_i^{IV} + N_i^V + N_i^{VI} + N_i^{VII} + N_k = 1990 + 7384 + 2183 + 4789 + 22321 + 37409 + 801,5 + 38123 = 115000 \text{ кВт};$$

Электр генератордың қуаты

$$N_3 = N_i \cdot \eta_m \cdot \eta_{\text{эг}} = 115000 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 110450 \text{ кВт}.$$

1.3. ЖЭО-ның негізгі жабдықтарының сипаттамалары

Жобаның жылу есебі бойынша төрт бу шығыры және бес бу қазан орнатылады.

Бу шығырлар: 2 x ПТ-80/100-130/13;
2 x Т-110/120-130;

Бу қазандар 5 x БКЗ-420-140.

ПТ-80/100-130/13 бу шығыры, [3], екі цилиндрлы ЦВД мен ЦНД.

Шығыр жаңғырту жүйесінде төрт ПНД, газсыздандырғыш және үш ПВД.

Шығырдың техникалық сипаттамасы:

Электр қуаты, $N_э$, МВт	80
Керекті бу шығысы, D_o , т/сағ	480
Қыздырылған бу көрсеткіштері:	
P_o , МПа	13
t_o , °С	540
Қоректендіру су температурасы, $t_{пв}$, °С	230

Т-110/120-130 бу шығыры, [3], үш цилиндрлы: бір ағынды ЦВД мен ЦСД, екі ағынды ЦНД. Шығыр регенерация жүйесінде төрт ПНД, газсыздандырғыш және үш ПВД.

Шығырдың техникалық сипаттамасы:

Электр қуаты, $N_э$, МВт	100
Керекті бу шығысы, D_o , т/сағ	485
Қыздырылған бу көрсеткіштері:	
P_o , МПа	13
t_o , °С	540
Қоректендіру су температурасы, $t_{пв}$, °С	230

Шығырларға керекті бу шығысы:

$$D_o = n_{пт} \cdot D_o^{пт} + n_t \cdot D_o^t = 2 \cdot 480 + 2 \cdot 485 = 1930 \text{ т/сағ};$$

Бу қазан өнімділігі:

$$D_{ка} = (1 + \alpha + \beta) \cdot D_o = (1 + 0,03 + 0,02) \cdot 1930 = 2026 \text{ т/сағ};$$

мұнда $\alpha = 0,03$ – бу өнімділігіне берілетін қор мөлшері;

$\beta = 0,02$ – өзгілік пайдалануға бу шығынының мөлшері.

ЖЭО-дағы орнатылатын бу қазан түрі БКЗ-420-140НГМ, табиғи айналымды, дағыралы, П-ға ұқсас үйлестірілген, ошақта отын жағуы ауа қысыммен, бір тұрқылы, жабық ғимаратта орналасуға арналған. Жағатын отыны – мазут, газ.

БКЗ-420-140НГМ бу қазанның техникалық сипаттамасы:

Бу өнімділігі, т/сағ (кг/с)	420 (116,6)
Қыздырылған бу қысымы, кгс/см ² (МПа)	140 (14)
Температура, °С	
қыздырылған бу	555
қоректендіру су	230
түтін газ	147

ПӘК (брутто) кепілімен, %	93,0
Қазан өлшемдері, м	
ені баған ортасымен	18,4
тереңдігі баған ортасымен	14,5
биіктігі	33,4
Өндіру зауыты	Барнауыл қазан зауыты (БКЗ)

1.4. ЖЭО-ның бу қазандарының отын шығысының есебі

1.4.1. Күкіртті мазут сипаттамасы [4] : 1.5-ші кесте

W ^p , %	A ^p , %	S ^p , %	C ^p , %	H ^p , %	O ^p , %	Q ^p _H , кДж/кг
3,0	0,1	1,4	83,8	11,2	0,5	39764

1.4.2. Бу қазан ПӘК-ті

Бу қазан ПӘК-ті кері жылу баланс арқылы табылады, [4]:

$$\eta_{\text{ка}} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6 = 100 - 5,2 - 0,5 - 0,0 - 0,4 - 0 = 93,9 \%;$$

мұнда түтін газбен жылу шығыны:

$$q_2 = (J_{\text{yx}} - \alpha_{\text{yx}} \cdot J_{\text{xb}}^0) \cdot (100 - q_4) / Q_{\text{p}}^{\text{p}} = (2532 - 1,1 \cdot 422) \cdot (100 - 0) / 39764 = 5,2 \%;$$

Бу қазан сипаттамасынан түтін газ температурасы $t_{\text{yx}} = 147 \text{ }^\circ\text{C}$, күкіртті мазут жағылған кездегі газ энтальпиясы:

$$J_{\text{yx}} = J_{\text{r}}^0 + (\alpha_{\text{yx}} - 1) \cdot J_{\text{b}}^0 = 2326 + (1,1 - 1) \cdot 2060 = 2532 \text{ кДж/кг};$$

Бу өндіргіш ауа қысымды болғанынан: $\alpha_{\text{yx}} = \alpha_{\text{r}} = 1,1$;

Ауа мен газ энтальпиялары [4] :

$$J_{\text{xb}}^0 = 422 \text{ кДж/кг} \quad \text{егер} \quad t_{\text{xb}} = 30 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$J_{\text{b}}^0 = 2060 \text{ кДж/кг} \quad \text{егер} \quad t_{\text{b}} = t_{\text{yx}} = 147 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$J_{\text{r}}^0 = 2326 \text{ кДж/кг} \quad \text{егер} \quad t_{\text{yx}} = 147 \text{ }^\circ\text{C};$$

Жылу шығындары [4] :

- механикалық толық жанбауымен $q_4 = 0 \%;$

- химиялық толық жанбауымен $q_3 = 0,5 \%;$

- бу қазанның қабырғасынан $q_5 = 0,4 \%;$

Механикалық форсункалы БКЗ-420-140НГМ бу қазанына, сырттан жылу келмегендіктен $Q_{\text{p}}^{\text{p}} = Q_{\text{H}}^{\text{p}}$.

Газ мазут жағатынынан қож шығын жоқ: $q_6 = 0$.

1.4.3. Бу қазанның отын шығысы

$$B = (Q_{\text{ка}} / Q_{\text{p}}^{\text{p}} \cdot \eta_{\text{ка}}) \cdot 100 = (416820 / 39764 \cdot 93,9) \cdot 100 = 11,16 \text{ кг/с} = 40,18 \text{ т/сағ};$$

мұнда бу қазандағы пайдалы жылу мөлшері:

$$Q_{ка} = D_{пе} \cdot (h_{пе} - h_{пв}) + D_{пр} \cdot (h_{кв} - h_{пв}) = \\ = 166,67 \cdot (3460 - 966) + 1,75 \cdot (1620 - 966) = 416820 \text{ кВт};$$

мұнда су мен бу көрсеткіштері [6] :

$$h_{пе} = 3470 \text{ кДж/кг егер } P_{пе} = 14 \text{ МПа, } t_{пе} = 555 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$h_{пв} = 966 \text{ кДж/кг егер } t_{пв} = 230 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$h_{кв} = 1620 \text{ кДж/кг егер } P_{кв} = 15,4 \text{ МПа,}$$

Бу шығысы: қыздырылған бу $D_{пе} = 420 \text{ т/сағ} = 166,67 \text{ кг/с},$
дағырадан шығын $D_{пр} = p \cdot D_{пе} = 0,015 \cdot 166,67 = 1,75 \text{ кг/с},$

Бу қазандағы газ шығысы:

$$V_g = V \cdot (Q_{нм}^p / Q_{нг}^p) = 40180 \cdot (39764 / 48478) = 32957,6 \text{ м}^3/\text{сағ} = 9,15 \text{ м}^3/\text{с};$$

мұнда газдың жылу өнімділігі: $Q_{нг}^p = 48478 \text{ кДж/м}^3.$

1.5. Отынмен қамтамасыз ету және отын дайындау жүйелерін таңдау

1.5.1. Мазут шаруашылығының сұлбесі мен жабдықтарын таңдау

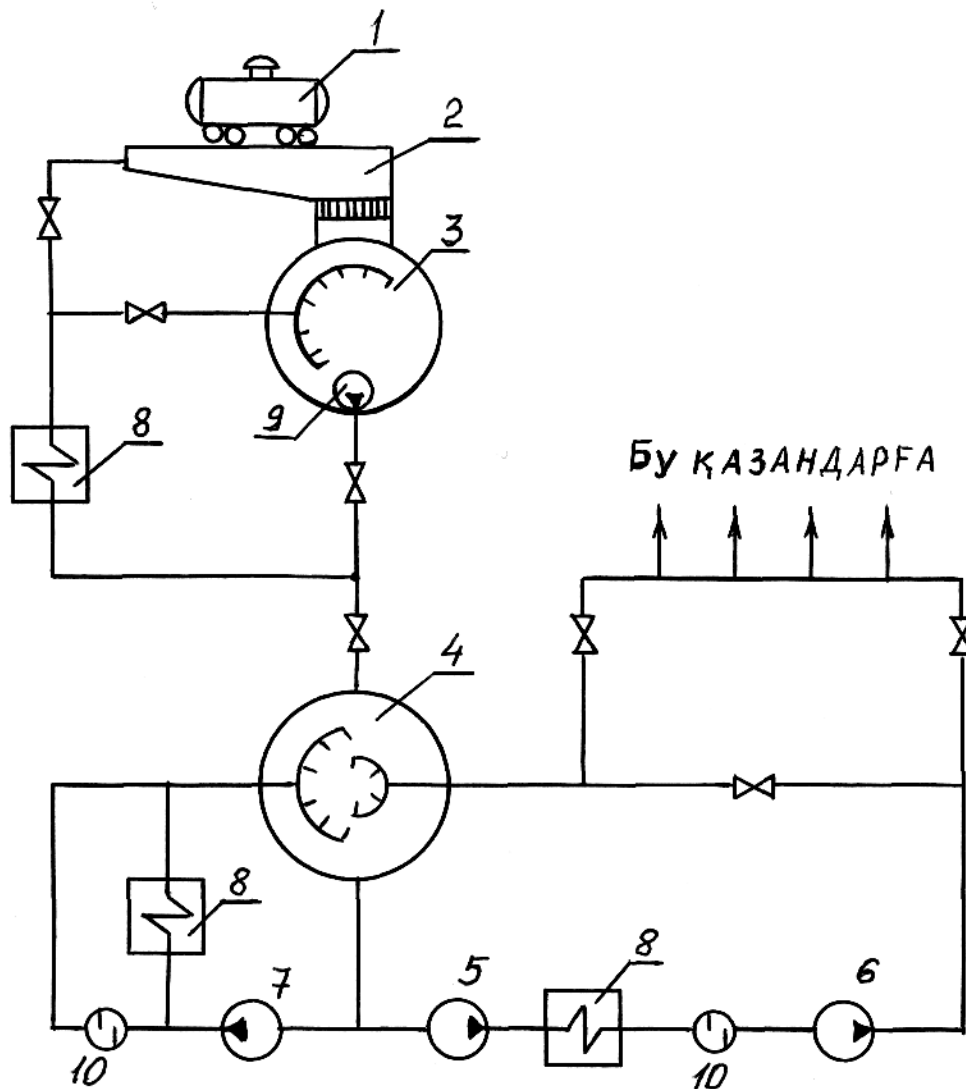
1.5.1.1. Мазут шаруашылығының сұлбесін таңдау

Жылу электр орталығында ЖЭО-да мазут негізгі отын болып саналады, ал газ қосалқы отын болады. Сондықтан, норма бойынша, [1], п.4.2, мазут дайындау сұлбесі кері қайтару (рециркуляция) контуры бар болуы қажет, 1.3-ші сурет.

Мазут темір жол арқылы келеді. Сондықтан мазут дайындау сұлбесінде темір жол цистернасынан құйып алу жабдықтар, мазут сорғылары, резервуарлар, құбырлар мен арматура орнатылған.

Мазут дайындау сұлбесінен көрінеді, қыздырылған мазут темір жол цистернадан қабылдау резервуарға құйылады. Мазут бумен қыздырылады. Қабылдау резервуардан мазут сорғымен негізгі резервуарға жіберіледі. Мазут қатып қалмау үшін, оны рециркуляция контуры арқылы қыздырып отырады.

Бу қазандарға мазут, I және II сатылы сорғылармен, құбыр арқылы жіберіледі, 1.3-ші сурет.



1.3-сурет. ЖЭО-ның мазут шаруашылығының сұлбесі

- 1 – темір жол цистернасы; 2–мазут құятын лоток;
 3–мазут қабылдау резервуары; 4–негізгі резервуар;
 5– сорғы 1-ші саты; 6 – сорғы 2-ші саты;
 7– кері қайтару сорғысы; 8 – мазут жылытқыш;
 9 – батырмалы сорғы; 10 –мазут тазалағыш сүзгі.

1.5.1.2. Мазут сақтайтын резервуарларын таңдау

Мазут сақтауға керекті көлем:

$$V_M = 20 \cdot 5 \cdot V_M \cdot t = 20 \cdot 5 \cdot 40,18 \cdot 10 = 32144 \text{ т};$$

мұнда қазан саны: $n = 5$;

қазанға мазут шығысы: $V_M = 40,18 \text{ т/сағ}$;

ЖЭО-дағы мазут қорының жағуға жету уақыты $t = 10$ тәулік, [1], п.4.2.25.

Резервуарлардың толық көлемі:

$$V = V_M / \rho_M = 32144 / 0,98 = 32800 \text{ м}^3;$$

Мазут шаруашылығына [1], п.4.2, көлемі 20000 м^3 екі мазут сақтайтын резервуар орнатамыз.

Қабылдау резервуар көлемі, цистерна қойылатын бір жерді 9 сағатта құйып бітуін талап етуден алынады. Норма бойынша [1], п.4.2.4, цистерна қойылатын сегіз орын аламыз, сонда мазуттың тәулік шығысының көлемін табамыз

$$V_{\text{ст}} = 20 \cdot n \cdot V_M / n_{\text{ст}} = 20 \cdot 5 \cdot 40,18 / 8 = 402 \text{ м}^3;$$

мұнда цистерна қойылатын орын $n_{\text{ст}} = 8$;

Норма бойынша [1], п.4.2, қабылдау резервуар көлемі $20\% V_{\text{ст}}$, кем болмауы қажет:

$$V_{\text{пр}} = 0,2 \cdot V_{\text{ст}} = 0,2 \cdot 402 = 80,4 \text{ м}^3;$$

Мазут шаруашылығына көлемі $V_{\text{пр}} = 120 \text{ м}^3$ қабылдау резервуарын орнатамыз.

1.5.1.3. Мазут соратын сорғыларын таңдау

Сорғылардың өнімділігі:

$$Q^I = Q^II = n \cdot V_M \cdot K_1 = 5 \cdot 40,18 \cdot 1,2 = 193 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Бу қазан саны $n = 5$;

Бу қазанға мазут шығысы $V_M = 40,18 \text{ т}/\text{сағ}$;

Рециркуляция коэффициенті $K_1 = 1,2$;

Сорғылардың екінші сатысының қысымы $1,8 \text{ МПа}$;

Сорғылардың екінші сатысы болуына төрт сорғы түрі 5Н-5х2, орнатуға қабылдаймыз. 2 жұмысшы, 1 жөндеуге, 1 қосалқы.

Түрі 6Н-10х4 сорғының техникалық сипаттамасы:

Өнімділігі	100 $\text{м}^3/\text{сағ}$
Қысымы	1,83 МПа
Қуаты	75 кВт
Айналым жылдамдылығы	3000 айн/мин.

Сорғылардың бірінші және екінші сатысының өнімділігі бірдей:

$$Q^I = Q^II = 193 \text{ м}^3/\text{сағ} ;$$

Сорғылардың бірінші сатысы болуына төрт сорғы түрі 12НА-22х6, орнатуға болады. 2 жұмысшы, 1 жөндеуге, 1 қосалқы.

Түрі 12НА-22х6 сорғының техникалық сипаттамасы:

Өнімділігі	100 м ³ /сағ
Қысымы	0,54 МПа
Қуаты	40 кВт
Айналым жылдамдылығы	1500 айн/мин.

1.5.1.4. Кері қайтару сорғысын таңдау

Сорғылардың өнімділігі:

$$Q_{\text{рц}} = 0,5 \cdot Q^I = 0,5 \cdot 193 = 96,5 \text{ м}^3/\text{сағ} ;$$

Орнатуға түрі 8НД-6х1, екі сорғы таңдаймыз: 1 жұмысшы, 1 қосалқы.

Түрі 8НД-6х1 сорғының техникалық сипаттамасы:

Өнімділігі	100 м ³ /сағ
Қысымы	1,0 МПа
Қуаты	55 кВт
Айналым жылдамдылығы	3000 айн/мин.

1.5.1.5. Мазут құбырларын таңдау

Норма бойынша [1], п.4.2, екі мазут құбыры алынады, әрбіреуінің өткізілімдігі 75% толық мазут шығысынан.

Мазут құбырының диаметры:

$$d = 18,8 \cdot \sqrt{Q_{\text{мп}}/w} = 18,8 \cdot \sqrt{144,8/2} = 160 \text{ мм} ;$$

мұнда мазут құбырынан өтетін мазут шығысы:

$$Q_{\text{мп}} = 0,75 \cdot Q^II = 0,75 \cdot 193 = 144,8 \text{ м}^3/\text{сағ} ;$$

мазут жылдамдылығы $w = 2 \text{ м/с} ;$

Стандарт бойынша Ст.20 болаттан, диаметры $D_y = 200 \text{ мм}$ құбыр аламыз

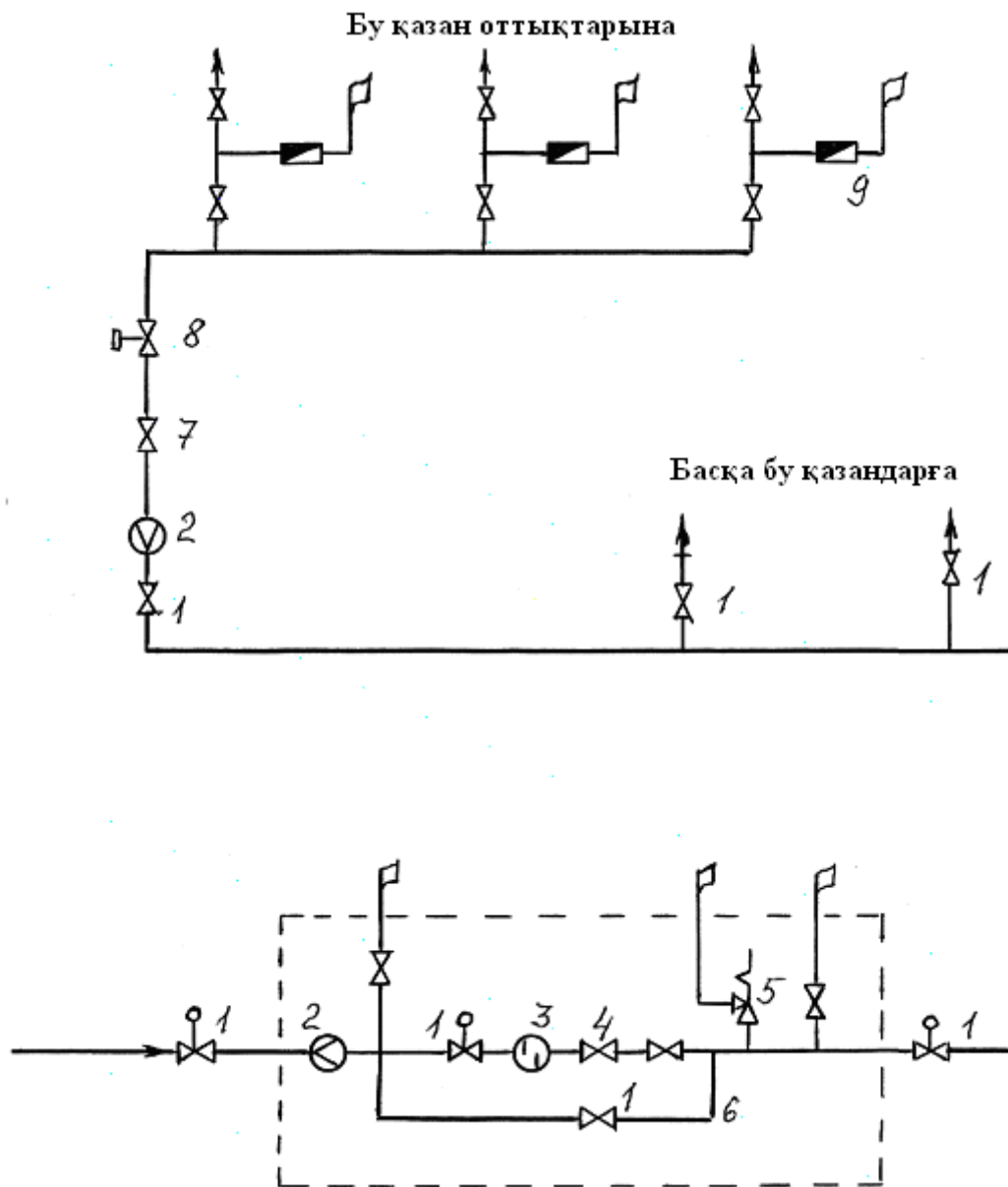
ТУ 14-3-460-95 $D_n \times S = 219 \times 9 \text{ мм}; D_{\text{вн}} = 201 \text{ мм}.$

1.5.2. Газ шаруашылығының сұлбесін және жабдықтарын таңдау

1.5.2.1. Газ шаруашылық сұлбесін таңдау

Жылу электр орталығында екі газ қабылдайтын пункт ГРП орнатылады, норма бойынша [1], п.4.3.3.

Норма бойынша [1], п.4.3.1, п.4.3.6., ГРС-тан ГРП-ға газ бір құбырмен беріледі. ГРС-тан ГРП-ға дейін газ қысымы 0,7 МПа, ал ГРП-дан қысымы 0,13 МПа болып шығады, 1.4-ші сурет.



1.4-ші сурет. ЖЭО газ шаруашылығының сұлбесі

1-газ шапқыш; 2-газ өлшегіш; 3-газ тазалағыш; 4-газ қысымын реттегіш; 5-апаттан қорғау клапаны; 6-айналып өтетін құбыр; 7-қазанға баратын газ құбырын жапқыш; 8-оттықтардың алдындағы газ қысымын реттегіш; 9-газ қысымы өскен кездегі газды ауаға жібергіш құбыр.

1.5.2.2. Газ шаруашылық сұлбесінің сипаттамасы

Газ шаруашылық сұлбе бойынша, 1.4-ші сурет, ГРП алдында газ жапқыш орнатылады. ГРП-да апаттан сақтау клапан орнатылған.

Өрт пен жарылыстан сақтану ережесі бойынша, ГРП электрстанцияның сыртына орнатылады.

Әр бір қазанға газ екі құбырмен жіберіледі. Құбырларда жапқыш арматура, шығыс өлшегіш, қысым реттегіштер орнатылады. ГРП сыртынан қоршауы болуы қажет.

1.5.2.3. Газ шаруашылығының жабдықтарын таңдау

Газ құбырларының диаметры:

$$D = \sqrt{4 \cdot V_r / \pi \cdot w \cdot n} = \sqrt{4 \cdot 9,15 / 3,14 \cdot 80 \cdot 2} = 0,27 \text{ м};$$

мұнда бу қазанға газ шығысы $V_r = 9,15 \text{ м}^3/\text{с}$;

Газ құбырлар саны $n = 2$;

Құбыр ішіндегі газ жылдамдылығы $w = 80 \text{ м/с}$;

Стандарт бойынша Ст 20 болаттан жасалған құбыр таңдаймыз, келесі көрсеткіштерімен:

$$D_y = 300 \text{ мм}; \quad \text{ТУ 14-3-460-95} \quad D_n \times S = 325 \times 13 \text{ мм}.$$

Құбыр диаметрына сәйкес жапқыш арматура, түрі алыстан реттелетін, диаметры $D_y = 300 \text{ мм}$ таңдаймыз.

Құбырларға қысым реттегіш, газ шығынын өлшегіштер орнатылады. Қысым реттегіш түрі ПРЗ диаметры $D_y = 300 \text{ мм}$. Газ реттегіш пен газ шығынын өлшегіш алдында газ тазалағыш орнатылады.

Егер газ қысымы тым жоғарласа апаттан сақтағыш клапан іске қосылады.

1.6. Жылу сұлбесінің қосалқы жабдықтарын таңдау

1.6.1. Бу қазанның үрлеумен су шығынын қабылдағыш кеңіткішін РНП таңдау

Норма бойынша үрлеу мөлшері 1,0 % бу қазанның өнімділігінен;

Үрлеу суының шығыны:

$$D_{\text{пр}} = (p_{\text{пр}}/100) \cdot D_{\text{ка}} = (1,0/100) \cdot 1680 = 16,8 \text{ т/сағ};$$

Мұнда бу қазандардың өнімділігі $D_{\text{ка}} = 1680 \text{ т/сағ}$;
үрлеу мөлшері $p_{\text{пр}} = 1,0 \%$;

Үрлеумен су шығынын қабылдағыш кеңейткіш РНП-ның айыру коэффициенті:

$$\alpha_{\text{рнп}} = (h_{\text{кв}} \cdot \eta_{\text{рнп}} - h'_{\text{р1}}) / (h''_{\text{р1}} - h'_{\text{р1}}) = (1620 \cdot 0,98 - 467,2) / (2693 - 467,2) = 0,5;$$

мұнда РНП қысымы $P_{\text{рнп}} = 0,15$ МПа;

бу мен су көрсеткіштері $h''_{\text{р1}} = 2693$ кДж/кг; $h'_{\text{р1}} = 467,2$ кДж/кг;

Дағырадағы қазандық суының энтальпиясы $h_{\text{кв}} = 1620$ кДж/кг;

РНП-дан шыққан бу мөлшері:

$$D_p = \alpha_{\text{рнп}} \cdot D_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 16,8 \cdot 10^3 = 8400 \text{ кг/сағ};$$

РНП-дан шыққан бу көлемі:

$$V_1 = D_p \cdot v'' = 8400 \cdot 1,16 = 9744 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

РНП-ның керекті көлемі:

$$V_{\text{рнп}} = V_1 / H = 9744 / 1000 = 9,75 \text{ м}^3;$$

ЖЭО-да екі РНП түрі СП-5,5 орнатамыз.

Толық көлемдерімен

$$V_{\text{рнп}} = 2 \times 5,5 = 11 \text{ м}^3;$$

бұл жылу сұлбе дұрыс жұмыс атқаруына жеткілікті болады.

1.6.2. Жылу сұлбенің бу шығырымен бірге қамтамасыз етілетін жабдықтарын таңдау

Бу шығырының жаңғыртулық су жылытқыштары шығырдың бу алымдарының санына байланысты. Сондықтан жаңғыртулық су жылытқыштар шығырмен бірге зауыттан келеді.

Жаңғыртулық су жылытқыштар қосалқысыз орнатылады [1].

ПТ-80/100-130/13 бу шығырының жаңғыртулық су жылытқыштары:

ПВД-7	ПВ-425-230-25
ПВД-6	ПВ-425-230-37
ПВД-5	ПВ-425-230-50
ПНД-4	ПН-200-16-7-I
ПНД-3	ПН-200-16-7-I
ПНД-2	ПН-130-16-10-II
ПНД-1	ПН-130-16-10-II

Шықтағыш қондырғысы:

Шықтағыш	80-КЦС-1
Шықтағышты сорғы	КС-80-155 2 дана
Эжектор негізгі	ЭП-3-2 2 дана
Эжектор оталдырғыш	ЭП-1-1100-1
Эжектор тығыздағыштар	ХЭ-90-550

Т-110/120-130 бу шығырының жаңғыртулық су жылытқыштары:

ПВД-7	ПВ-425-230-35М
ПВД-6	ПВ-425-230-23М
ПВД-5	ПВ-425-230-13М
ПНД-4	ПН-250-16-7-IV
ПНД-3	ПН-250-16-7-IV
ПНД-2	ПН-250-16-7-IV
ПНД-1	ПН-250-16-7-III
Сальник жылытқышы	ПН-100-16-4Ш

Шықтағыш қондырғысы:

Шықтағыш	КГ2-6200-2
Шық сорғысы	КС-500-150 3 дана
Эжектор негізгі	ЭП-3-2 2 дана
Эжектор оталдырғыш	ЭП-1-1100-1
Эжектор тығыздағыштар	ХЭ-90-550

1.6.3. Газсыздандырғыштарды таңдау

БКЗ-420-140 бу қазанының қоректендіру су шығысы:

$$D_{пв} = (1 + \alpha + \beta) \cdot D_{ка} = (1 + 0,01 + 0,02) \cdot 420 = 433 \text{ т/сағ};$$

мұнда α , β – қоректендіру судың үрленуі және өз керектігіне шығыны;

$D_{ка}$ – бу қазан өнімділігі.

Газсыздандырғыш күбісінің көлемі:

$$V_{бдп} = \tau^{\text{мин}} \cdot v \cdot D_{пв} / 60 = 7 \cdot 1,1 \cdot 433 / 60 = 55,6 \text{ м}^3;$$

мұнда $\tau^{\text{мин}} = 7$ мин – күбідегі су қоры; $v = 1,1 \text{ м}^3/\text{т}$ – меншікті су көлемі;

ГОСТ-пен таңдаймыз:

түрі ДП-500 газсыздандырғышын,

күбі түрі БДП-65 көлемі 65 м^3 ,

газсыздандырғыш колонкасының өнімділігі 500 т/сағ ;

Бұлар жылу сұлбенің сенімді және өнімді жұмыс атқаруына себеп болады.

1.6.4. Қоректендіру сорғыларын таңдау

Норма [1] бойынша, ЖЭО-да егер бір қоректендіру сорғы істен шықса қалғандары барлық бу қазандарды қоректендіруге өнімділігі жетуі қажет. Қосалқы қоректендіру сорғы орнатылмайды, бірақ ол қоймада болуы қажет. Қоректендіру су мөлшерімен қоректендіру сорғы түрін таңдаймыз:

$$Q_{\text{пн}} = v \cdot D_{\text{пв}} = 1,1 \cdot 433 = 476 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

мұнда $D_{\text{пв}} = 433 \text{ т}/\text{сағ}$ – қоректендіру су мөлшері;

$v = 1,1 \text{ м}^3/\text{т}$ – судың меншікті көлемі егер температурасы $t_{\text{пв}} = 230 \text{ }^\circ\text{C}$;
Жылу сұлбе есебінен қоректі су қысымы $17,5 \text{ МПа}$ болуы қажет;
ЖЭО-да түрі ПЭ-580-185 төрт сорғы орнатамыз.

ПЭ-580-185 сорғының сипаттамасы

Өнімділігі, $\text{м}^3/\text{сағ}$	580
Қысымы, МПа (м)	18,1 (2030)
Сорғы қозғалтқышының қуаты, кВт	3650
Сорғы ПӘК-ті, %	80

Өндіру зауыты ПО "Насосэнергомаш", Сумы қаласы.

Осы орнатылған төрт сорғы ЖЭО-ның жұмысын барлық жұмыс тәртібі кезінде қолдайды.

1.6.5. Жылу жүйесінің су сорғыларын таңдау

Жылу жүйесіндегі судың шығысы:

$$G_{\text{св}} = 3,6 \cdot Q_{\text{тэц}} / C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{пм}} - t_{\text{ом}}) = 3,6 \cdot 798,9 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) = 8460 \text{ т}/\text{сағ};$$

мұнда $Q_{\text{тэц}} = 798,9 \cdot 10^3 \text{ кВт}$ – ЖЭО-ның жылуландыруға толық жүктемесі;
Жылу желісінің температуралық графигі бойынша:

тік жылу бас жолдағы су температурасы $t_{\text{пм}} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$;

кері жылу бас жолдағы су температурасы $t_{\text{ом}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$;

Жылу жүйесінің су сорғыларының өнімділігі:

$$G_{\text{сн}} = 1,1 \cdot G_{\text{св}} = 1,1 \cdot 8460 = 9306 \text{ т}/\text{сағ};$$

Стандарт бойынша ЖЭО-да жылу жүйесіне сорғылар таңдаймыз:

Кірісіндегі I сатылы сорғылар түрі СЭ-5000-70-6 үш дана, екі жұмысшы, бір қосалқы.

Шығысында II сатылы сорғылар түрі СЭ-5000-160 үш дана, екі жұмысшы, бір қосалқы.

Сорғылар сипаттамалары

	СЭ-5000-70-6	СЭ-5000-160
Өнімділігі, м ³ /сағ	5000	5000
Қысымы, м	70	160
Айналым жылдамдылығы, 1/с	25	50
Қуаты, кВт	1035	2370
ПӘК-ті, %	87	87

1.7. Негізгі бу және сумен қамтамасыз ететін құбырларын таңдау

Негізгі бу және сумен қамтамасыз ететін құбырларының сұлбелік көрінісі жылу сұлбесінде 3-ші суретте көрсетілген.

1.7.1. Қыздырылған бу құбырлары

Қыздырылған бу құбырларының ішкі диаметры:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{0,354 \cdot \frac{D \cdot v}{w \cdot n}} = \sqrt{0,354 \cdot \frac{485 \cdot 0,0245}{60 \cdot 1}} = 0,265 \text{ м};$$

мұнда $D_{\text{ка}} = 485$ т/сағ – шығырға ең жоғары бу шығысы;

$v = 0,0245$ м³/кг – будың меншікті көлемі;

$w = 60$ м/с – бу құбырындағы бу жылдамдылығы;

$n = 1$ – бу құбырлар саны.

Стандарт бойынша Ст. 15X1M1Ф болаттан жасалған, ішкі диаметры

$D_{\text{вн}} = 287$ мм құбырды таңдаймыз, $D_y = 300$ мм;

Сыртқы диаметры мен қабырға қалыңдығы $D \times S = 377 \times 45$ мм;

Техникалық шарт бойынша ТУ 14-3-460-95.

1.7.2. Бу қазанды қоректендіру құбырларын таңдау

Бу қазанды қоректендіру құбырларының ішкі диаметры:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{0,354 \cdot \frac{D \cdot v}{w \cdot n}} = \sqrt{0,354 \cdot \frac{433 \cdot 0,0012}{6 \cdot 1}} = 0,175 \text{ м};$$

мұнда $D = 433$ т/сағ – бу қазанның қоректендіру су мөлшері;

$v = 0,0012$ м³/кг – судың меншікті көлемі;

$w = 6$ м/с – құбыр ішіндегі су жылдамдылығы;

$n = 1$ – құбырлар саны.

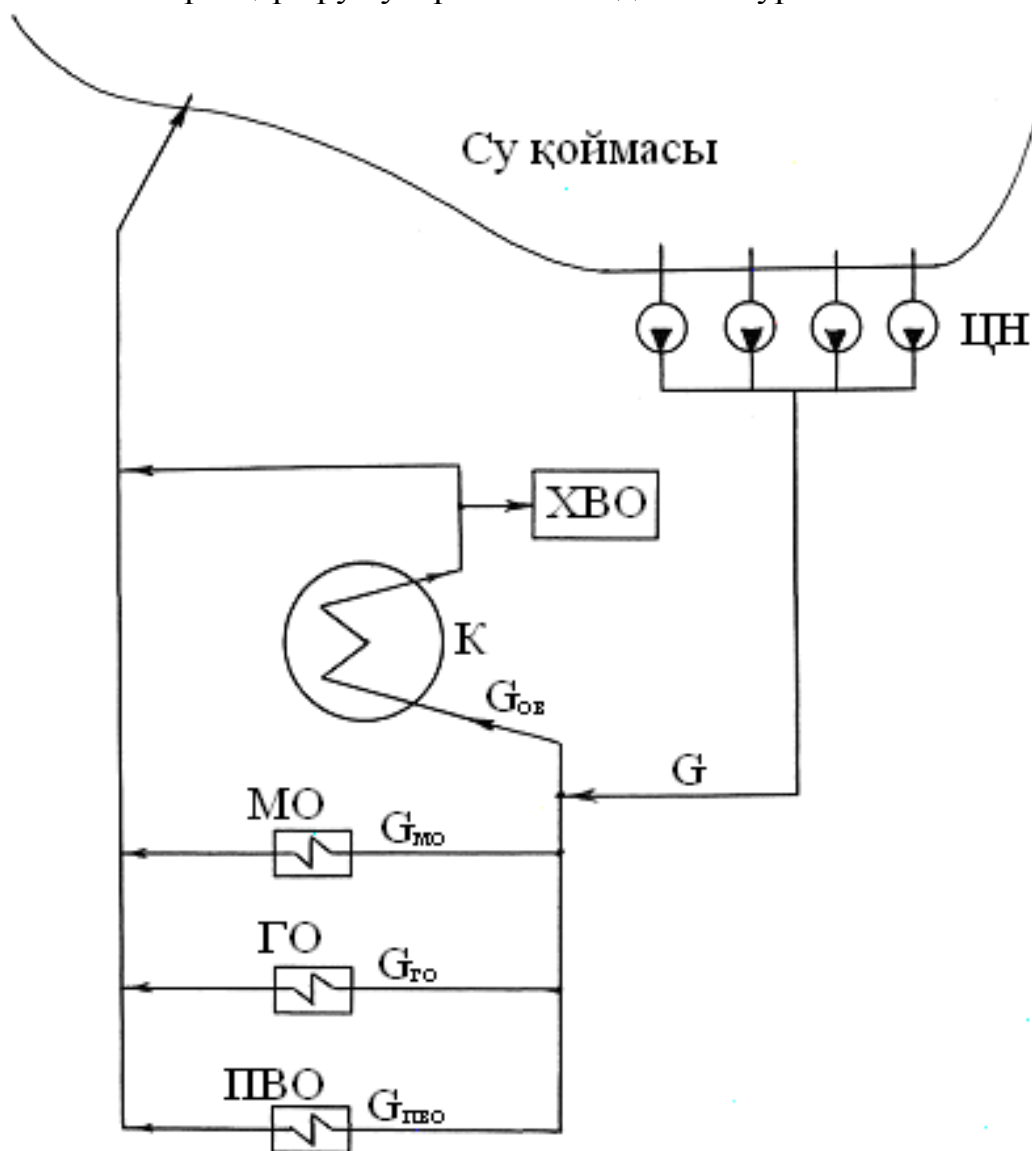
Стандарт бойынша Ст. 15ГС болаттан жасалған, ішкі диаметры

$D_{\text{вн}} = 187$ мм құбырды таңдаймыз, $D_y = 175$ мм;

Сыртқы диаметры мен қабырға қалыңдығы $D \times S = 219 \times 16$ мм,
Техникалық шарт бойынша ТУ 14-3-460-95.

1.8. ЖЭО-ны техникалық сумен қамтамасыздандыру сұлбесі

Жоба бойынша ЖЭО Атырау қаласында салынады, Каспи теңізі мен Жайық өзені болғанымен, айналаны қорғау қағидасына сай айналымды техникалық сумен қамтамасыздандыру сұлбесін таңдаймыз. Айналымды техникалық сумен қамтамасыздандыру сұлбесі бойынша салқындатқыш су қоймасы салынады. Су қоймасы су шығындарын Жайық өзенінен толтырады және көктем айлары қар еру суларымен толады. 1.5-сурет.



1.5-ші сурет. Техникалық сумен қамтамасыздандыру сұлбесі

ЦН – техникалық су сұлбелері; ХВО – химиялық су тазалау;
К – шықтағыш; МО – май салқындатқыш; ГО – газ салқындатқыш;
ПВО – айналматірек (подшипник) сумен салқындатқыш.

1.8.1. Электрстанциядағы салқындатқыш айналым су шығысының есебі

Салқындатқыш су шығысы жылу электрстанциясындағы барлық су қосындысынан шығады. Салқындатқыш су қосылымы шығыр шықтағышы, газ салқындатқышы, май салқындатқышы, қосалқы айналымды жабдықтар айналматіректерінің салқындатқышы және су шығынын толтыратын керекті су мөлшерлерінен шығады.

Шығыр шықтағыштарына керекті су шығысы:

$$D_{об} = n_{пт} \cdot D_{об}^{пт} + n_{т} \cdot D_{об}^т = 2 \cdot 8000 + 2 \cdot 16000 = 48000 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

мұнда ПТ-80/100-130/13 және Т-110/120-130 бу шығырларының шықтағыштарына баратын су мөлшері, [4], с.371

$$D_{об}^{пт} = 8000 \text{ м}^3/\text{сағ}; \quad D_{об}^т = 16000 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Электрстанциясындағы шығыр сандары: $n_{пт} = 2$; $n_{т} = 2$;

Газ салқындатқыштарына баратын су көлемі:

$$D_{го} = 0,03 \cdot D_{об} = 0,03 \cdot 48000 = 1440 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Май салқындатқыштарына баратын су көлемі:

$$D_{мо} = 0,02 \cdot D_{об} = 0,02 \cdot 48000 = 960 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Қосалқы айналымды жабдықтар айналматіректерінің салқындатқыштарына баратын су көлемі:

$$D_{пво} = 0,003 \cdot D_{об} = 0,003 \cdot 48000 = 144 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Су шығынын толтыратын керекті су мөлшерлері:

$$D_{дв} = 0,0004 \cdot D_{об} = 0,0004 \cdot 48000 = 19 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Жалпы станция бойынша салқындатқыш судың қосынды шығыны:

$$\begin{aligned} G_{об}^{ст} &= D_{об} + D_{го} + D_{мо} + D_{пво} + D_{дв} = \\ &= 48000 + 1440 + 960 + 144 + 19 = 50563 \text{ м}^3/\text{сағ}; \end{aligned}$$

1.8.2. Су қоймасының ауданы:

$$F_{пр} = f_{уд} \cdot N_{уст} = 5 \cdot 300 \cdot 10^3 = 1500000 \text{ м}^2;$$

мұнда электрстанция қуатына байланысты су қоймасының меншікті ауданы

$$f_{уд} = 5 \text{ м}^2/\text{кВт};$$

Электрстанцияның орнатылған қуаты $N_{уст} = 300 \cdot 10^3 \text{ кВт}$.

1.8.3. Айналым сорғыларын тандау

Айналым сорғылары айналым су шығысына және су қысымына байланысты алынады.

Айналым су шығысы:

$$G_{об}^{ст} = 50563 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Айналым су қысымы:

$$H = \Delta H_{\text{конд}} + \Delta H_{\text{тр}} = 4 + 10 = 14 \text{ м.су.бағ.};$$

мұнда шықтағыштағы су құламасы $\Delta H_{\text{конд}} = 4 \text{ м.су.бағ.};$

құбырлардағы су құламасы $\Delta H_{\text{тр}} = 10 \text{ м.су.бағ.};$

Орнатуға түрі ОПВ 10 – 145 Э үш сорғы қабылдаймыз, арасында екі жұмысшы сорғы, бір қор сорғысы.

Түрі ОПВ 10 – 145 Э сорғысының сипаттамасы:

Шығысы	25920 м ³ /сағ;
Қысымы	18 м.су.бағ.;
Айналым жылдамдылығы	365 айн/мин;
Тұтынатын қуаты	1300 кВт.

1.9. Үрлеу сорғыш машиналарын таңдау

1.9.1. Ауа үрлегіш желдеткіштерін таңдау

Желдеткіштен өтетін ауа көлемі:

$$V_{\text{хв}} = B_{\text{г}} \cdot V_{\text{в}}^0 \cdot (t_{\text{хв}} + 273)/273 = 40180 \cdot 10,45 \cdot (30 + 273)/273 = 466022 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

мұнда мазут отынының сағаттық шығысы $B_{\text{м}} = 40180 \text{ кг/сағ};$

1 кг мазут жағуына жұмсалатын ауа көлемі $V_{\text{в}}^0 = 10,45 \text{ м}^3/\text{м}^3.$

Орнатуға бір желдеткіш таңдаймыз.

Бір желдеткіштің өнімділігі:

$$Q_{\text{всн}} = 1,1 \cdot V_{\text{хв}} = 1,1 \cdot 466022 = 512624 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Желдеткіш қысымы:

$$H_{\text{в}} = 1,15 \cdot \Delta H_{\text{п}} = 1,15 \cdot 3,0 = 3,45 \text{ кПа};$$

мұнда ауа жүйесіндегі қысым шығыны $\Delta H_{\text{п}} = 3,0 \text{ кПа};$

Қысыммен жұмыс істейтін БКЗ-420-140ГМН қазанға орнатуға түрі ВДН - 25х2 бір желдеткіш орнату шешімге келеміз:

Өнімділігі	520000 м ³ /сағ
Қысымы	7,8 кПа
Айналым жылдамдылығы	980 айн/мин
Қуаты	1320 кВт
Жұмыс дөңгелегінің диаметры	2500 мм.

1.9.2. Түтін сорғыш таңдау

Түтін сорғыштан өтетін газ көлемі:

$$V_{\text{дым}} = B_{\text{г}} \cdot V_{\text{yx}} \cdot (v_{\text{дг}} + 273)/273 = 40180 \cdot 12,34 \cdot (137 + 273)/273 = 744640 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

мұнда бу қазан шығысындағы түтін газ көлемі:

$$V_{yx} = V_{\Gamma}^o + 1,016 \cdot (\alpha_{yx} - 1) \cdot V_{\text{B}}^o = 11,28 + 1,016 \cdot (1,1 - 1) \cdot 10,45 = 12,34 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$\text{Түтін газ температурасы: } v_{\text{дг}} = v_{\text{yx}} - 10 = 147 - 10 = 137 \text{ }^\circ\text{C};$$

БКЗ-420-140ГМН бу қазанына бір түтін сорғыш орнатуға шешімге келеміз.

Түтін сорғыштың өнімділігі:

$$Q_{\text{дс}} = 1,1 \cdot V_{\text{дым}} = 1,1 \cdot 744640 = 819104 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Түтін сорғыш қысымы:

$$H_{\text{дс}} = 1,15 \cdot \Delta H_{\text{с}} = 1,15 \cdot 3,74 = 4,3 \text{ кПа};$$

мұнда газ жүйесіндегі қысым шығыны $\Delta H_{\text{п}} = 4,3 \text{ кПа};$

Орнатуға бір түтін сорғыш түрі ДОД-31,5 ФГМ:

Өнімділігі	850000 м ³ /сағ
Қысымы	4,9 кПа
Айналым жылдамдылығы	495 айн/мин
Қуаты	1080 кВт
Жұмыс дөңгелегінің диаметры	3176 мм.

1.10. Түтін мұржа биіктігін есептеп таңдау

Жобалаған ЖЭО-да бір мұржа орнатылады, бес бу қазанға бір мұржа.

Мұржаның ең кіші биіктігі:

$$H = \sqrt{A \cdot M \cdot F \cdot \eta \cdot m / \text{ПДК} \cdot \sqrt[3]{N / V_{\Gamma} \cdot \Delta T}} = \\ = \sqrt{200 \cdot 4124 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 / 0,5 \cdot \sqrt[3]{1 / 827 \cdot 107}} = 143 \text{ м};$$

мұнда ауа-райының коэффициенті – Қазақстан жеріне $A = 200;$

Басқа сипаттама коэффициенттері:

- төмен түсу жылдамдылығының $F = 1$;
- жердің рельефі $\eta = 1$;
- коэффициент $m = 0,70$ егер газ жылдамдылығы $w_0 = 30 \text{ м/с};$

Зиян заттардың ауада шектелген кірісі (күкірт қышқылы SO_2 бойымен):

$$\text{ПДК} = 0,5 \text{ мг/м}^3;$$

Электрстанциядағы мұржа саны $N = 1.$

Мұржадан өтетін газ шығысы:

$$V_{\Gamma} = n \cdot V_{\text{дым}} = 5 \cdot 206,8 = 1034 \text{ м}^3/\text{с};$$

мұнда $V_{\text{дым}} = 744640 \text{ м}^3/\text{сағ} = 206,8 \text{ м}^3/\text{с};$

Ауа мен түгін газ температура айырмашылығы:

$$\Delta T = t_{yx} - t_{xb} = 137 - 30 = 107 \text{ }^\circ\text{C};$$

Мұржаның шығысындағы диаметры:

$$D_y = \sqrt{4 \cdot V_r / \pi \cdot w_o} = \sqrt{4 \cdot 1034 / 3,14 \cdot 30} = 5,9 \text{ м},$$

Стандарт бойынша келіп тұрған диаметр 6,0 м;

Зиян заттар шығысы:

$$M = M_{SO_2} + 5,88 \cdot M_{NO_2} = 1250 + 5,88 \cdot 489 = 4124 \text{ г/с};$$

мұнда күкірт қышқылының шығысы:

$$M_{SO_2} = 2000 \cdot (S^p / 100) \cdot V_{сек} = 2000 \cdot (1,4 / 100) \cdot 44,64 = 1250 \text{ г/с};$$

мұнда бу қазандарға секундына шығынданған отын көлемі:

$$V_{сек} = n \cdot V / 3600 = 5 \cdot 40,18 \cdot 10^3 / 3600 = 44,64 \text{ кг/с};$$

Азот шығысы:

$$M_{NO_2} = 0,034 \cdot \beta_1 \cdot k \cdot V_{сек} \cdot Q_p^p = 0,034 \cdot 1 \cdot 8,1 \cdot 44,64 \cdot 39,764 = 489 \text{ г/с};$$

мұнда 1 т жағылған отыннан шығатын азот коэффициенті:

$$k = 12 \cdot D_{ка} / (200 + D_{ка}) = 12 \cdot 420 / (200 + 420) = 8,1;$$

Стандарт бойынша жылу электрстанцияға бір мұржа орнатылады:

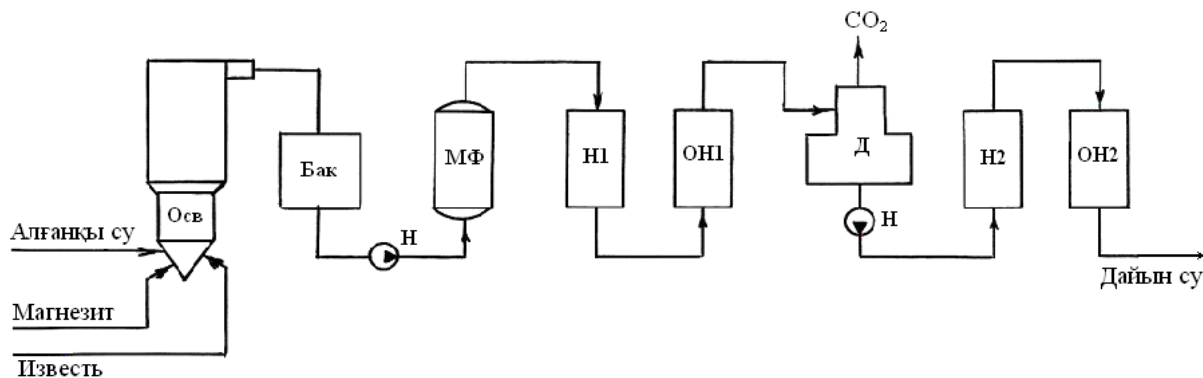
Биіктігі $H = 150 \text{ м}$, диаметры $D_y = 6,0 \text{ м}$.

1.11. Су дайындау жүйенің кестесін таңдау

1.11.1. Су дайындау кестесін таңдау

Жылу электр станцияда қосымша су дайындаудың химиялық әдісін таңдаймыз. Бұл әдіс бойынша өңделмеген су бірнеше тазалау кездерінен өтеді, қосымша судан мүмкіндігінше барлық заттар шығарылады, ал жақсы еритін тұздар жартылай шығады. Тазартылған судың сілтілігі 7-ге тең болуы мүмкін. Кремний қышқылын шығаруға арналған құрылымдар ең бағалы және күрделі болып табылады. Терең химиялық газсыздандыру әдісі сапасы жағынан шығыр шығышына сәйкес келетін су алуға мүмкіндік береді.

Толық химиялық тұзсыздандыру сұлбесі 1.7-ші суретте келтірілген.



1.7-сурет. Толық химиялық тұзсыздандыру қондырғының сұлбесі

ОСВ – су тұндырғыш; Н – сорғы; МФ – механикалық сүзгі (су фильтрі); Н₁, ОН₁ – ионит сүзгілерінің 1-ші сатысы; Д – декарбонизатор; Н₂, ОН₂ – ионит сүзгілерінің 2-ші сатысы.

1.11.2. Толық химияық тұзсыздандыру қондырғысының үнемділігі:

$$D_{\text{пхэ}} = a \cdot n \cdot D_{\text{ка}} + D_{\text{дрв}} = 0,02 \cdot 5 \cdot 420 + 25 = 67 \text{ т/сағ};$$

мұнда

$a = 0,02$ бу қазан үнемділігіне сәйкес келетін қосымша судың үлесі;

$n = 5$ ЖЭС- те қондырылған бу қазанының саны;

$D_{\text{дрв}} = 25$ т/сағ құрама (блок) қуатына сәйкес келетін қосымша су шығысы.

2. Экономикалық бөлім

АЖЭО құрылысының мақсаты Атырау қаласын электр және жылу энергиясымен қамтамасыз ету. ЖЭО-ның бастапқы мәліметтеріне сүйене отырып, экономикалық есептеуді жүргіземіз. NPV ЖЭО-на қажет уақытты қанағаттандырып және оның құны өсетіндей тиімді жоба қабылдау қажет. Сонымен қатар осы инвестицияның өтелу мерзімін табуымыз керек.

Есептеу үшін бастапқы берілгендер ретінде электр және жылу энергияларының жылдық өндіру көлемдері және 1 кВт·сағ электр энергиясы мен 1 Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығысы, отын түрі, оның жылу шығару қабілеті (ккал/кг көмір үшін және ккал/м³ газ үшін), отынның бағасы (теңге/т.о.т. көмір үшін және теңге/м³ газ үшін), қатты отынның шығарылу көзінен стансаға дейінгі тасымалданатын ара қашықтығы беріледі.

1-кесте. Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Э _{өнд} , млн.кВт·сағ	Q _{өнд} , мың Гкал	Отын	Q _{б2} , ккал /м ³	Б _{отын} , теңге /м ³	T _м , сағ
1748	4144	газ	4200	15	4600

Бір кВт·сағ өндіруге жұмсалатын отынның меншікті шығысын 230-250 ш.о.г/кВт·сағ көлемінде деп қабылдайды; ал бір Гкал жылу энергиясына жұмсалған отынның меншікті шығысы - 200-210 ш.о.кг/Гкал.

Газбен жұмыс істейтін ЖЭО үшін штаттық еселеуішті қатты отында жұмыс істейтін ЖЭО-мен салыстырғанда 15-20% -ға төмендету қажет.

Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 1,4-1,6 теңге/т·км. Есептеулерде газдың тығыздығын 0,83 кг/м³ деп қабылдайды.

Пәндік жұмысты орындағанда:

– ЖЭО салуға және жылу стансасын пайдаланғандағы жұмсалатын қосынды шығындарды есептеу;

– электр және жылу энергиясын өндірудің өзіндік құнын есептеу;

– NPV, IRR, PP көрсеткіштерін есептеу және ЖЭО-ын пайдалануға лайық екендігі жөнінде қорытынды жасау керек.

2.1. ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

Электр стансасының жұмысы кезінде өндірілетін энергияның бір бөлігі стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалады. Электр энергиясының бұл шығысы қондырғының типіне және оның бірлік қуатына, қолданатын отын түріне, негізгі және көмекші қондырғылардың техникалық жетілу дәрежелеріне және стансада техника мен қаржы саясатын дұрыс жүргізуге байланысты болады. Стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалатын электр энергиясының шығысы - 6 дан 16%-ға дейін.

Есептерде өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр энергиясының шығынын - 7- 9% ($\mathcal{E}_{\text{ө.м.}}$), ал жылу энергиясына - 0,5- 1% ($Q_{\text{ө.м}}$) деп қабылдау керек.

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады

$$\mathcal{E}_{\text{жіб}} = \mathcal{E}_{\text{өнд}} \cdot (1 - \mathcal{E}_{\text{ө.м.}}) = 1748 \cdot (1 - 0,08) = 1608,16 \text{ млн. кВтсағ,}$$

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} \cdot (1 - Q_{\text{ө.м.}}) = 4144 \cdot (1 - 0,007) = 4114,99 \text{ мың Гкал,}$$

мұндағы $\mathcal{E}_{\text{өнд}}$ және $Q_{\text{өнд}}$ – электр және жылу энергиясының жылдық өндірілуі (1-кестені қараңыз).

Мұнда жіберілетін энергиядан өндірілетін электр және жылу энергиясына жұмсалатын меншікті отын шығындары

$$b_{\text{э}} = 230 \text{ ш.о.г/кВтсағ,}$$

$$b_{\text{жс}} = 200 \text{ ш.о.кг/Гкал.}$$

2.2. Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны

$$V_{\text{э}} = \mathcal{E}_{\text{ө}} * b_{\text{э}} = 1748 \cdot 230 = 402040 \text{ ш.о.т,}$$

$$V_{\text{ж}} = Q_{\text{ө}} * b_{\text{жс}} = 4144 \cdot 200 = 828800 \text{ ш.о.т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$V_{\text{ш}} = V_{\text{э}} + V_{\text{ж}} = 402040 + 828800 = 1230840 \text{ ш.о.т.}$$

Отынға және оның тасымалына жұмсалатын шығындар табиғи отын бойынша анықталса, онда отынның шығысы бойынша анықталған шамаларды табиғи отынға айналдыру керек.

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады

$$V_{\text{т}} = V_{\text{ш}} / K_{\text{а}} = 1230840 / 1,35 = 911733,33 \text{ т.о.т.}$$

$K_{\text{а}}$ - шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 1-кестеде көрсетілген).

ЖЭО – ның негізгі отыны газ болғандықтан газ шығысын анықтаймыз.

$$V_T = B_T / \rho = 911733,33 / 0,83 = 1098473891,57 \text{ м}^3.$$

Магистралды газ құбыры бойынша табиғи газды әкелу және оны стансаға дейін жеткізуге жұмсалатын шығындар газды сатып алу бағасына кіреді.

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$$Ш_{\text{отын}} = V_T \cdot B_{\text{отын}} = 1098473,896 \cdot 15 = 16477,12 \text{ млн. теңге.}$$

2.3. Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

ПӘЕ-і бірге тең құрылғыда 1 кВт·сағ электр энергиясын алуға 123 ш.о.г, ал 1 Гкал жылу энергиясына - 143 ш.о.кг қажет екені белгілі. Өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр және жылу энергиясының шығындарын ескергендегі отынды пайдалы пайдалану еселеуіші

$$\text{ПӘЕ}_э = 123 / b_э \cdot 100\% = 123 / 230 \cdot 100\% = 53,4\%,$$

$$\text{ПӘЕ}_ж = 143 / b_{жс} \cdot 100\% = 143 / 200 \cdot 100\% = 71,5\%.$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$\text{ПӘЕ} = \frac{0,86 \cdot \mathcal{E}_{жсб} + Q_{жсб}}{7 \cdot B} \cdot 100\% = \frac{0,86 \cdot 1608160000 + 4114990}{7 \cdot 1230840000} \cdot 100 = 16\%$$

2.4. Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

ЖЭО-да су шығыр шықтандырғыштарында буды салқындатуға, жылумен қамдау жүйелерін толықтыруға, генераторлар мен трансформаторлардың салқындатылуына, күлді тазалауға және т.б. шығындалады. Стансалардың сумен қамдау жүйесіне (тікелей, айналмалы) сәйкесті су шығындарының шамалары да әртүрлі болады. Мысал ретінде Қазақстандағы стансалардың біріндегі суға кететін шығынның көлемі

1,4-1,6 теңге/ кВт·сағ аралығында екен. Күрделі есептер үшін сумен қамдаудағы шығындар келесідегідей табылады

$$Ш_c = \mathcal{E}_c (1,4 - 1,6) = 1748 \cdot 1,5 = 2622 \text{ млн. теңге.}$$

2.5. Еңбекақы шығындарын есептеу

Өндірісте және қызмет көрсететін ЖЭО-ының өнеркәсіптік-өндірістік персоналға (ӨӨП) жұмсалатын еңбекақыларды анықтау үшін оның санын білу қажет. ӨӨП-лар - пайдалану, жөндеу және әкімшілік-басқару деп жіктеледі. Олардың саны негізінен негізгі энергетикалық қондырғының қуаты мен санына, қолданатын отын түріне, жөндеу жүргізу тәсілдеріне тәуелді болады.

ӨӨП санын электр стансасында 1 МВт орнатылған электр қуатына қанша адам саны кететінін көрсететін штаттық еселеуіш арқылы анықтауға болады. Стансаның орнатылған электр қуатын осы қуатты пайдаланудың максималды сағат саны және электр энергиясын жылдық өндіру шамасы арқылы анықтауға болады, яғни

$$N_{орн} = \frac{\mathcal{E}_{онд}}{T_m} = \frac{1748000}{4600} = 380 \text{ МВт}$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны T_m -ді есепте 6300 сағат деп аламыз. ЖЭО жылу энергиясын - жалпы тұрғын үй және қоғамдық құрылыс аймағын жылуландыру және ыстық сумен қамтамасыз етуге жібереді.

Қазақстанның кейбір стансаларындағы жұмысшылардың саны туралы әдеби және іс-жүзіндегі мәліметтер бойынша штаттық еселеуіштің орташа мәндерін алуға болады ($K_{ш}$): орнатылған қуаты 500 МВт-тан жоғары ЖЭО үшін - 1,3 -1,5 адам/МВт, қуаты 500 МВт-тан аз болса – 1,6 - 1,8 адам / МВт. Тапсырмада көрсетілгендей ЖЭО табиғи газбен жұмыс істегенде $K_{ш}$ шамасы 15 - 20 % - ға төмендейді.

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады

$$K_C = K_{ш} * N_{орн} = 1,6 * (1 - 0,15) * 450 = 517 \text{ адам.}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

– негізгі еңбекақы ($Ш_{неа}$), оған энергияны өндірудің технологиялық үрдісте айналысатын жұмысшылардың еңбекақысы кіреді, сонымен қатар жұмыс істелген уақытпен байланысты (тарифтік мөлшерлемелер және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қорынан алынатын жұмысшылардың сыйақылары, мерекелік күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша төлемдер және т.б.) ақылар да кіреді.

– қосымша еңбекақыға ($Ш_{кеа}$) жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстарға және мемлекеттік міндеттерді орындауға байланысты төлемдер және т.б.) төлемдер кіреді.

– еңбекақыдан алынатын төлемдерге ($Ш_{еаа}$) әлеуметтік салықтар және зейнеткерлік қорға түсетін аударылымдар кіреді.

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең

$$Ш_{еа} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{еаа} = (1500000 * 517) + (0,15 * 775200000) + (775200000 + 116280000) * 0,11 = 775200000 + 116280000 + 98062800 = 989,54 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы $Ш_{еаа}$ бір қызметкерге 1,5 млн. теңге деп қабылданады. $Ш_{кеа}$ шамасы $Ш_{неа}$ шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады. Еңбекақыдан алынатын аударылымдар $Ш_{еаа}$ (әлеуметтік салық және зейнеткерлік қорға аударылымдар) $Ш_{неа}$ және $Ш_{кеа}$ қосындысының 11% мөлшеріне тең деп қабылданады.

2.6. Амортизациялық аударылымдарды есептеу

Амортизациялық аударылымдар жабдықтардың табиғи және моральдық тозуын қаржылай орнын толтыру екені белгілі және күрделі жөндеу жүргізу мен тозған жабдықтардың орнына жаңа жабдықтар алуға (реновация) жұмсалады. Амортизациялық аударылымдар стансаның қосынды капиталдық салымдар шамасынан (әдетте әдебиеттерде аталатын: негізгі өндірістік қорлар, мекемелердің негізгі активтері, негізгі капитал) пайызбен алынады. Әрбір жабдыққа жұмыс уақытына және өндірістік үрдістегі өндірістік қорлардың тағайындалуына байланысты амортизациялаудың өз нормалары белгіленген. Амортизацияның шектік нормалары ҚР Президентінің №2235 24.04.95 ж., заң күшіне ие Қаулысына байланысты белгіленеді, амортизация нормаларын одан жоғары қолдануға болмайды.

Негізгі өндірістік қорлар (капиталдық салымдар) бағасын анықтау үшін алдын ала есептеулер жүргізгенде ТМД елдері мен шет елдерде меншікті капитал салымдары көрсеткіші $K_{менш}$ кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Есептеулерде $K_{менш}$ шамасы белгіленген қуаты 800 МВт, ЖЭО үшін - 1700 \$/кВт, 200 МВт - ЖЭО үшін - 2000 \$/кВт деп қабылданады. Осы қуаттары диапазонына жататын стансалар үшін $K_{менш}$ сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 181 теңге деп қабылдау керек

$$K = K_{менш} * N_{орн} = 1910 * 181 * 380 * 1000 = 131369,8 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа есеппен блоктардың және стансаның жалпы қуатына, пайдаланылатын отын түріне байланысты амортизациялау нормасы 5 - 7 % аралығында болады. Жалпылама есептеулер жүргізу үшін амортизациялық аударылымдар нормаларын K шамасының 6% мөлшерінде қабылдау керек

$$Ш_a = 0,06 * K = 0,06 * 131369,8 = 7882,19 \text{ млн. теңге.}$$

2.7. Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

Бұл шығын құраушысына өндірістік жабдықтарға ағымдағы жөндеу жүргізуге кететін шығындардан басқа техникалық қарап шығуға және жұмыс кезіндегі жабдықтарды жұмысқа қабілетті күйінде ұстап тұруға (сүрту және майлау материалдары) кететін шығындар жатады және мына шамада анықталады

$$Ш_ж = 0,15 * Ш_a = 0,15 * 7882,19 = 1182,33 \text{ млн. теңге.}$$

2.8. Шығарындыларға төлемдерді есептеу

Зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшері шығарындылар көлеміне байланысты. Олар өз кезегінде жағылатын отын түріне (көмір, газ, мазут), оның мөлшеріне және зиянды заттарды ұстау тәсіліне (электрлік

фильтрлер, эмульгаторлар) байланысты болады. Біздің жағдайда бұл құраушыны жұмыс істеп тұрған стансалармен салыстыра отырып, ұқсастық әдіспен анықтаған жөн. Екібастұз көмірін жаққан кездегі шығарындыларға төлем мөлшері бір табиғи отын тоннасы үшін 150-180 теңге шегінде болатыны анықталған, ал ЖЭО – ғы газбен жұмыс істейтін болса, онда зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшерін 1000 м³ газ үшін 40-60 теңге болады.

$$\text{Ш}_{\text{шығ}} = (40-60) * V_{\text{г}} = 50 * 1098473,891 = 54,924 \text{ млн. теңге.}$$

2.9. Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу

Бұл құраушы әкімшілік-басқармалық шығындарды (еңбекақы, кеңселік шығындар, іс сапарлық шығындар), жалпы өндірістік (ұстап тұру, амортизация, жалпы стансалық құралдарды ағымдағы жөндеу, сынақтар, зерттеулер, ұтымды пайдалану және еңбекті қорғау), мақсатты шығындарға аударылымдар (техникалық насихаттау, өзінен жоғарғы тұрған мекемелерді ұстап тұру), цехтарға қызмет көрсету және оларды басқару (цехты басқару еңбекақысы, амортизация және ғимараттарды ұстап тұру мен ағымдағы жөндеу шығындары, еңбекті қорғауға кететін шығындар).

Ауқымды есептеулер үшін мына кейіптемені пайдалануға болады

$$\begin{aligned} \text{Ш}_{\text{жалпы}} &= 0,2 * (\text{Ш}_{\text{а}} + \text{Ш}_{\text{са}} + \text{Ш}_{\text{отын}}) = 0,2 * (7925,75 + 989,54 + 16477,12) = \\ &= 5078,48 \text{ млн. теңге.} \end{aligned}$$

2.10. Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу

ЖЭО-ның электр және жылу энергияны өндіруіне байланысты шығындарды осы құраушылар бойынша бөлу қажет. Бұл шығындарды бөліп тарату еселеуіштері бойынша жүргізіледі

$$K_{\sigma} = \frac{B_{\sigma}}{B_{\text{ж}}} = \frac{402040}{1230840} = 0,33$$

Ол электр энергиясын жіберуге отынның қанша мөлшері (бірлік үлеспен немесе %-бен) шығындалғанын көрсетеді, ал айырмасы (1-K_σ) - жылу энергиясына кеткен отын шығынының үлесін көрсетеді. Есептеуді табиғи немесе шартты отында жүргізу керек.

Одан кейін жіберілетін энергия түріне байланысты алынған еселеуіштерге ұқсас әрбір құраушыға кеткен шығынды бөліп, нәтижелерді 2-кестеге енгізу қажет.

2-кесте. Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.тенге	Шэ, эл. энергия	Шт, жылу,млн.тг
Отын, Ш _{отын}	16477,11	5382,06	11095,05
Су, Ш _{су}	2447,2	799,35	1647,85
Еңбек ақы қоры Ш _{са}	989,54	323,22	666,32
Амортизациялық аударымдар Ш _а	7925,7	2588,85	5336,88
Жөндеу, Ш _ж	1188,86	388,33	800,53
Жалпы стансалық, Ш _{жа}	5078,48	1658,83	3419,65
Шығарындыларға төлемдер Ш _{шығ}	54,92	17,94	36,98
Барлық шығындар	34161,85	11158,58	23003,27

Электр энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады (2-кестенің үшінші бағанының алымы)

$$S_{э} = \frac{Ш_{отын} + Ш_{с} + Ш_{са} + Ш_{а} + Ш_{ж} + Ш_{жа} + Ш_{шығ}}{Э_{жіб}} = 6,94 \text{ тг/кВт} \cdot \text{сағ}$$

Жылу энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады (2-кестенің төртінші бағанының алымы)

$$S_{ж} = \frac{Ш_{отын} + Ш_{с} + Ш_{са} + Ш_{а} + Ш_{ж} + Ш_{жа} + Ш_{шығ}}{Q_{жіб}} = 5590,11 \text{ тг/Гкал}$$

2.11. ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау

ЖЭО салуды және оны пайдалануды экономикалық бағалау шешім қабылдаудың бастапқы сатыларында әдетте бизнес-жоспар құрудың негізінде жүргізіледі, егер ол жақсы қорытындыларды көрсетсе, инвестициялық жоба жасалынады. Бұл ақша бағасының уақыт бойынша өзгерісін және жобаны іске асырудағы барлық кешенді шығындарды есепке алатын техника-экономикалық шешімдер қабылдауды бағалаудың қазіргі әдісі: ол бағалар мен келешектегі болатын тарифтік саясат, өнімді өткізу көлемі, жобаны іске асырудан болатын кіріс пен пайданы, несиені қайтаруға кететін пайда бөлігін, кәсіпорын несие алатын банктің пайыздық мөлшерлемесі, несие қайтару мерзімі.

Ірі энергетикалық нысандарды салу мен оны пайдалануды қаржылық-экономикалық бағалаудың қиындығы инвестициялардың бірнеше кезеңдермен түсуіне және жобаны іске асыруда нәтижелердің пайда болу ұзақтығына байланысты. Мұндай операциялардың ұзақтығы инвестицияларды бағалаудың белгісіздігіне және қателесу қаупіне әкеледі. Сондықтан практикада инвестициялық жобаларды бағалаудың жобаның қателік деңгейі минимумға жеткізілген әдістері қолданылады. Бұл әдістер таза келтірілген құнын (NPV), жобаның өтелу мерзімін (PP) анықтау, пайданың ішкі нормаларынын есептеу

(IRR), инвестицияның рентабелділігін есептеу (PI), инвестицияның бухгалтерлік рентабелділігін есептеу (ROI) болып табылады. Әрине практикада әрқашан инвестициялық жобаларды бағалаудың барлық 5 әдісі бірдей қолданыла бермейді. Сондықтан берілген жұмыста бастапқы 3 әдісі ғана қолданылады.

Кіріспеде айтылғандай электр стансасы сияқты ірі нысандарды салу дамыған елдерде әдетте мемлекеттің үлкен қаржылық және құқықтық қолдауымен, оған стратегиялық нысандарды басқаруға мүмкіндік бере отырып жүргізіледі. Ал қаражаттың қалған бөлігі жеңілдетілген несиелерді пайдаланылатын, көбінесе, акционерлік қоғамдардың құрылуымен жүзеге асады.

Есептеулерде ЖЭО салу капиталының үлестік таратылуы (K) мынандай: 75% мемлекет салады және 25% "KAZENERGY" АҚ қамтамасыз етеді. Бұл қаражат тек стансаның салынуына ғана кетеді, бірақ стансаның жұмыс істеуінің бірінші жылында пайдалану шығындарына да қаражат қажет (2-кесте).

Сонымен "KAZENERGY" АҚ банктен (10%) жеңілдетілген несие алатын инвестиция көлемі (I_0) ЖЭО салуға толық капитал салымдарының 25%-ын құрайды.

Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланатыны белгілі:

I_0 – бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

r - банктің несие бойынша пайыздық мөлшерлемесі (10%);

n - несиенің күнтізбелік жылы.

$$I_0 = 0,25 \cdot K = 0,25 \cdot 132095,6 = 33023,9 \text{ млн. теңге.}$$

Инвестициялық жобаларды жасағанда және талдағанда ең қиыны пайданы есептеу және несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағынын CF есептеу болып табылады.

Біздің ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын жіберу тарифінің рентабелділігі 20% делік, демек

$$T_э = S_э * 1,2 = 6,94 * 1,2 = 8,33 \text{ теңге/кВтсағ,}$$

$$T_ж = S_ж * 1,2 = 5590,11 * 1,2 = 6708,13 \text{ теңге/Гкал.}$$

ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын өткізуден түсетін кірісі мынаған тең:

$$K_{іріс} = T_э * Э_{жіб} + T_ж * Q_{жіб} = 8,33 * 1608160000 + 6708,13 * 4114992 = 40994,219 \text{ млн. теңге,}$$

ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$Ш = S_э * Э_{жіб} + S_ж * Q_{жіб} = 6,94 * 1608160000 + 5590,11 * 4114992 = 34161,848775 \text{ млн. теңге.}$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$\Pi = K_{іріс} - Ш = 40994,219 - 34161,848775 = 6832,369755 \text{ млн. теңге.}$$

Мөлшері 20 % тең табыс салығын төлегеннен кейін таза пайда шығады,

$$ТП = П * (1-0,2) = 6832,369755 * 0,8 = 5465,89 \text{ млн. теңге.}$$

бұл толығымен банкке несие қайтаруға кетеді, демек қаржылық ағынды CF-ті құрайды.

2.12. Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі

Бұл инвестициялық жобаны жүзеге асыру нәтижесінде фирманың құны қаншаға көтеріле (немесе сол инвестициядан берілген мерзімде түсетін таза пайданы көрсетеді) алатындығын көрсететін инвестицияны анықтаудың әдісі және ол төмендегідей анықталады

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0$$

I_0 – бастапқы қаржылық салымдар.

3-кесте.NPV есептеу

ЖЫЛ	CF	R10	PV10
0	-33023,90	1,00	-33023,90
1	5465,90	0,91	4969,00
2	5465,90	0,83	4517,27
3	5465,90	0,75	4106,61
4	5465,90	0,68	3733,28
5	5465,90	0,62	3393,89
6	5465,90	0,56	3085,36
7	5465,90	0,51	2804,87
8	5465,90	0,47	2549,88
9	5465,90	0,42	2318,07
10	5465,90	0,39	2107,34
11	5465,90	0,35	1915,76
12	5465,90	0,32	1741,60
13	5465,90	0,29	1583,28
14	5465,90	0,26	1439,34
NPV			7241,65

$$R = \frac{1}{(1+r)^n}$$

NPV есептеу PV-дің бірінші оң мәніне дейін жүргізіледі. Егер есептеу берілген мерзімде жылдар бойынша тиімсіз болса, онда жобаның стратегиясын қайта қарау керек - CF-ті көбейту немесе r-і төмен банк табу керек.

Егер NPV фирмаға қажет уақытты қанағаттандырса, онда жобаның нәтижесінде фирманың құны өседі, яғни жоба тиімді, оны қабылдау қажет.

Бұл әдістің кеңінен қолданылуы бастапқы шарттардың әртүрлі комбинацияларға барлық жағдайларда экономикалық ұтымды шешімдерді табуға мүмкіндік бере алатын тұрақтылығымен түсіндіріледі.

2.13. Пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісі

Пайданың ішкі нормасы инвестициялау мақсатына бағытталған қаржының өтелу деңгейін көрсетеді. Бұл r-дің қандай мәнінде NPV=0 болатын көрсетеді

$$\sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = 0.$$

NPV=0 болған кездегі IRR – бұл жоба фирманың құнының өсуін қамтамасыз етпейді және оның төмендеуіне әкелмейді.

Бұл дисконттық еселеуіш ($R = 1: (1+r)^n$) инвестицияларды жарамды және пайдасыз деп бөледі. IRR-ді инвестициялауға капиталды қандай бағаға алғанын және оны пайдаланғанда қандай таза пайда деңгейін алғысы келетіні (барьерлік еселеуіш) ескере отырып фирма өзіне таңдайтын салымдардың өтелу деңгейімен салыстырады.

4-кесте. IRR есептеу

Жыл	CF	R10	PV10	R15	PV15
0	-33023,90	1,00	-33023,90	1	-33023,90
1	5465,90	0,91	4969,00	0,87	4752,95
2	5465,90	0,83	4517,27	0,76	4133,00
3	5465,90	0,75	4106,61	0,66	3593,92
4	5465,90	0,68	3733,28	0,57	3125,14
5	5465,90	0,62	3393,89	0,50	2717,52
6	5465,90	0,56	3085,36	0,43	2363,06
7	5465,90	0,51	2804,87	0,38	2054,83
8	5465,90	0,47	2549,88	0,33	1786,81
9	5465,90	0,42	2318,07	0,28	1553,75
10	5465,90	0,39	2107,34	0,25	1351,09
11	5465,90	0,35	1915,76	0,21	1174,86
12	5465,90	0,32	1741,60	0,19	1021,62
13	5465,90	0,29	1583,28	0,16	888,36
14	5465,90	0,26	1439,34	0,14	772,49
NPV			7241,65		-1734,513

IRR шамасы төмендегі кейіптемемен анықталады

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \cdot (r_2 - r_1) = 10 + \frac{7241,65}{7241,65 + 1734,513} \cdot (15 - 10) = 14,03\%$$

IRR жоба бойынша тәуекел деңгейінің индикаторы болады - IRR қаншалықты фирмамен қабылданған барьерлік еселеуіштен көп болса, соншалықты жобаның беріктік қоры көп болады және соншалықты болашақтағы қаржылық түсімдерді бағалау кезіндегі қателіктер қорқынышты болмайды.

2.14. Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

Бұл әдіс бастапқы инвестициялардың сомасын өтеуге қажет уақытты анықтауға негізделген. CF жылдар бойынша тең болғанда :

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{33023,9}{5465,9} = 6,04 \text{ жыл}$$

Өтелу мерзімі 6,04 жыл, яғни 6 жыл 1 ай.

Экономикалық бөлімде сол жобаға қажетті техника-экономикалық есептеулер жүргіздім. Бұл есептеудің мақсаты жобаны іске асыру барысында қанша мөлшерде ақшалай қаражат қажет екендігі және ол қаражатты қайдан, сонымен қатар ол қаражаттың қанша уақытта ақталатындығы, яғни алған қарыз несие қаражаттың төлену уақытын есептедім. Бастапқы қаржылық салым $I_0=33023,9$ млн. тг, таза келтірілген құн $NPV=7241,65$ млн. тг, пайданың ішкі нормасы $IRR=14,03\%$, инвестицияның өтелу мерзімі $PP=6,04$ жыл екендігі анықталды.

3. Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі

Жобаланатын ЖЭО Атырау қаласында салынады. Жалпы Атырау қаласындағы ЖЭО-ның қуаты 230 МВт – ты құрайды. Бұл ЖЭО-ғы электр және жылу энергиясын өндіретін болады. ЖЭО-да екі ПТ-80/100-130/13 және екі Т-110/120-130 бу шығыры орналасқан.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі бойынша Атырау ЖЭО-ның шығыр цехындағы микроклиматты қарастырамыз, сонымен қатар шығыр цехын желдетуді есептейміз.

ЖЭО-да жұмысшылар бір жұмыс орнында бірнеше тәулік бойы жұмыс істеуі мүмкін, ал мұндағы таза емес ауа даладағыдан көп есе артық болуы ғажап емес. Сондықтан да қолайлы жұмыс жағдайын келтіру керек.

Есептеуде шектен тыс ауаны жою үшін, жаз бен қыста шығырлы цехқа қанша ауаны енгізу керектігін және ауа алмасудың сағаттық еселігін табу қажет. Шығырлы цехтың сыртқы өлшемдері: ұзындығы 32 м, ені 32 м, өндіргіш бөлімнің биіктігі 12 м, шығырлы бөлімдікі 26 м.

3.1. Микроклимат

Адам ағзасы қоршаған ортамен тұрақты жылу алмасу жағдайында болады. Бұл процесте негізгі рөлді адамның жылу реттеуі негізгі орын алады. Ол қоршаған ортамен жылу алмасуды реттеп және дене температурасын 37°C жуық сақтап отырады. Адам ағзасының қоршаған ортаға жылу беруі киім, конвекция (таралу), қоршаған беттерге сәулелену, тері бетінен ылғалдың булануы арқылы жүреді. Жылудың бір бөлігі демалатын ауаны жылытуға кетеді.

Жылуалмасу процесіне ортаның (микроклиматтың) метеорологиялық жағдайлары және жұмыс сипаты әсер етеді.

Микроклимат (грекше Micros – шығын+климат) – адам ағзасының жылу алмасуына әсер ететін шектелген кеңістіктегі физикалық факторлардың кешені.

Өндірістік бөлмелердің микроклиматы бұл – ауа қозғалысының ылғалдылығы мен жылдамдығы, температурамен қосылғандағы адам ағзасына, сондай-ақ қоршаған орта температурасы әрекетімен анықталатын бөлмелердің ішкі климаты.

Микроклимат келесі негізгі физикалық параметрлермен: температурамен, ауа ылғалдылығы және қозғалысы жылдамдығымен, сәуле энергиясымен және қоршаған беттер температурасымен анықталады. Ал атмосфералық қысым адам қызметінің ерекше жағдайларында ғана елеулі мәнге ие болады (авиация, кессондық жұмыстар, таулардағы жұмыс және т.б.).

Бөлмелердің микроклиматы әр түрлі ыстықтан қатал суыққа дейінгі маусымдық сыртқы әсерлерге ұшырайды. Сондықтан ғимараттарды жобалауда белгілі бір өңірдің ауа райы жағдайлары ескеріледі. Негізінде бөлме микроклиматы жасанды болып табылады, сондықтан адам оның параметрлеріне белсенді әсер ете алады. Ал ашық алаңдардың климаты табиғи болады және адамның өмірлік процестеріне әсер етуімен анықталады.

Қоршаған ортаның микроклиматының әсерінен адамның жылу сезуі физиологиялық реакциясы болып табылады, ол ағзаны жылу алмасу теңгерімшілігінің бұзылуынан қорғайды және оның бұзылған жағдайда қорғаныс шараларын алады. Адамның жылу алмасуы зат алмасу реакциясы нәтижесінде және қоршаған ортадан жылу алуы немесе беруі нәтижесінде өзара қарым-қатынастарымен анықталады. Микроклиматтың әртүрлі жағдайларында адамның жылу алмасуын зерттеу сол микроклиматтың санитарлық нормаларын әзірлеуге, оған адамның бейімделу дәрежесін және жылудың, суықтың, сәуле энергиясының басы артық әсерінен қорғаудың мүмкіндіктерін береді.

Микроклиматтың санитарлық нормалары оңтайлы және қолжетімді болып бөлінеді. Оңтайлы жағдайлар қолайлы жылылықты қажет ететін нысандарда: ауруханаларда, балалар мекемелерінде, театрларда, клубтарда сақталады. Өнеркәсіптің кейбір салаларында да оңтайлы жағдай талап етіледі (радиотехника, электрондық техника, дәлдікті құрал-аспап жасау және басқасы).

Оңтайлы микроклимат жағдайлары – жылу реттеу реакциясының күштеуінсіз климат параметрлерінің қосындысында адам ағзасына ұзақ және жүйелі әсерінде ағзаның қалыпты функционалдық және жылу жағдайын қамтамасыз етеді. Олар жылылық сезімін қамтамасыз етеді және жұмыс қабілетін арттырады.

Қолжетімді микроклимат жағдайлары физиологиялық бейімделу мүмкіндік шектерінен аспайтын, адамға ұзақ және жүйелі әсер ететін микроклимат параметрлерімен сипатталады. Бұл ретте денсаулық жағдайларының зақымдануы немесе бұзылуы болмайды, бірақ қолайсыздау жылулық сезінулер, көңіл-күйдің нашарлауы және жұмыс қабілетінің төмендеуі болуы мүмкін. Бұл нормалар әзірге қазіргі техниканың оңтайлы нормаларын қамтамасыз ете алмау себептерінен болады. Әр түрлі тағайынды пысыандар үшін микроклиматтың санитарлық нормаларын әдетте жылдың суық және жылы кезеңдері үшін әзірлейді, ал кей жағдайларда климаттық зоналар бойынша жасайды.

Жылдың жылы кезеңі сыртқы ауаның орта тәуліктік температурасымен сипатталады, ол 10°C және одан жоғары болуы қажет. Жылдың салқын кезеңі орта тәуліктік 10°C төмен болумен сипатталады.

Ауа мен ішкі қабырғалар бетінің арасындағы және оның маңайындағы температураның деңгей айырмасы 5° градустан, ал тігінен $2-3^{\circ}$ градустан аспау қажет. Салыстырмалы ылғалдылық $30-60\%$ шегінде. Ауа қозғалысының жылдамдығы $0,15\text{ м/сек}$ жоғары емес. Жылытудың сәулелі жүйелеріне панельде айналмалы жылу тасымалдағышы құбырлар орнатылған құрылымдар жатады.

Жылдың жазғы уақытында ғимараттарды асқын қызудан сақтау үшін арнаулы құрылғылар мен бейімделгіштерден басқа бөлмелерде радиациялық салқындатулар және ауабаптағыштар қолданылады. Жазғы микроклиматтың қысқыға қарағанда ауа баптауы сәл жоғарырақ: ауа температурасы $23-25^{\circ}$, ылғалдылығы $30-50\%$, ауа қозғалысының жылдамдығы $0,2-0,3\text{ м/сек}$. Бөлмелерді салқындатудың радиациялық жүйесі тиімді шаралардың бірі болып табылады, себебі оны жазда терезені ашып тастауда, қыста жылыту үшін қолдануға болады.

Ылғалдылық – әр түрлі нысандардағы судың немесе будың құрамы. Дененің ылғалдылығын білдіретін су көлемі тұрақты емес, ол қоршаған ортаның және зат табиғатына тәуелді болады. Газ тәріздес денелердің ылғалдылығы су буларының берілген температурадағы қысымына тәуелді және арнаулы приборлармен (гигрометр, психометр) анықталады.

Қозғалмалылық. Ауаның қозғалмалылығының мәні ерекше. Бөлмедегі ауаның қозғалысының болмауы немесе оның төмен мәндері нашар желдетумен байланысты. Бөлме желдетілмесе, адамның көңіл күйінің адам денесінің айналасында жұқа қозғалмайтын ауа қабығының пайда болуына байланысты, ол тез су буымен қанығады да, соның температурасын алып, жылу берілісті азайтады.

Газ құрамы. Жабық бөлмедегі адамға қолайлы ауаның сапасы сырттан келетін таза ауаға байланысты.

Ауа тар, оттегі жетпейді деген арыздар көбіне табиғи ауа алмасуы жоқ бөлмелерде, тіптен кейде әр түрлі желдеткіші, ауабаптағышы бар бөлмелерден де түсіп жатады. Ауаның жабық бөлмелерде таза болмауының себептерін анықтауда, әдетте, ауа алмасу қалай ұйымдастырылған, оның газ құрамы қандай болуы керек деген мәселеге тіреледі.

Осы мәселені зерттеушілердің көпшілігі адам дем алғанда уақыт бірлігінде шығаратын көмір қышқыл газы есепке алынады. Бұл шама бірнеше мәндерден тұрады: бөлмедегі ауа температурасы, адамның жасы, оның қызметі.

Адамның өміртіршілігіне байланысты ауа құрамының өзгеруі, оған берілген көмір қышқыл газымен есептеледі – CO_2 .

CO_2 бөлмедегі шоғырлануы 1-кестеде келтірілген.

Бөлме	CO_2 шоғырлануы шегі	
	Салмағы бойынша, г/м ³	Көлеміне % қатысы
Балалар мен аурулар болуы үшін	1,3	0,07
Адамдардың ұзағырақ болуы үшін	1,86	0,1
Адамдардың кезеңдік болуы үшін	2,32	0,125
Адамдардың қысқа уақыт болуы үшін	3,72	0,2

Адам әдеттегі тыныштық жағдайда сағатына 19л оттегі жұтады және 16г көмір қышқыл газын бөледі.

Адам ағзасына көмір қышқыл газының әрекеті жалпы белгілі. Ол демалуды, қан айналымын, газ алмасуды және т.б. реттеуге қатысады.

CO_2 жұтатын ауада артық не кем болуы ағзаға біркелкі зиянды. CO_2 жетімді шоғырлануы 0,03% онда аталған органдардың жұмысы бұзылады, $CO_2 > 1,5\%$ болса, онда наркотикалық әсері болады, бас ауырады және т.б. Егер дем алатын ауада $CO_2 = 0,5 \div 1,5\%$ мәнінде болса, онда ағзаға оның елеулі әсері болмайды. Ал ең қолайлы шоғырлану шамасы $CO_2 = 0,04 \div 0,5\%$ сәйкес келеді.

Адамның жылу теңгермешілігі. Ауа ортасының сапасы мен қолайлылығының белгілі зерттеушісі Оле Фангер қоршаған орта мен адам денесінің арасындағы жылу теңгермесінің формуласын ұсынды. Бұл формулада негізгі тыныш жағдайдағы адамның сыртқы ортамен температуралық балансының жылу алмасуы алынады. Мұнда адамның дәл температурасы қанша екені бәрі бір. Бұл жағдайда сыртқы ортаға берілетін жылу өндірілетін температура санына тең есептеледі, онда:

$$M = W + Q_d + Q_k,$$

мұнда M – адам денесі шығаратын жылу, Вт/м²;

W – өндірілетін механикалық жұмыс көлемі, Вт/м²;

Q_d – дем алғанда шығарылатын жылудың жалпы саны, Вт/м²;

Q_k – тері арқылы берілетін жылудың жалпы көлемі, Вт/м².

Адам денесінің шығаратын жылу саны бірнеше айнымалылардан тұрады, олар мыналар:

- дене мен қоршаған ауа ортасының арасындағы айырым (оң немесе теріс);
- қоршаған қабырғалардың жылу шығыны (немесе алуы);
- тері булары (буланудағы салқындау);
- жылу өткізгіштік және булану есебінен дем алғанда анық және жасырын жылу шығындары.

Адам денесі шығаратын жылу жамылғы арқылы радиациялық жылу алмасумен (сәулеленумен) қоршаған ортаға – 45%, конвекциямен – 27%, жылу өткізгіштікпен (нақты жылулық) және буланумен (жасырын жылулық), сондай-ақ жылы ауа шығарумен – 25%, тамақпен - 3% беріледі.

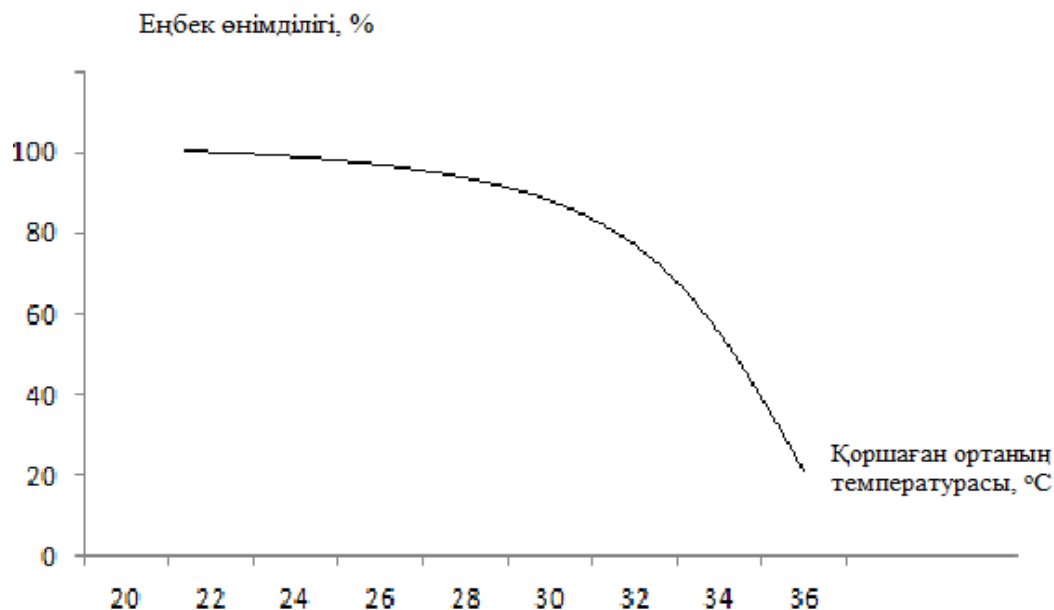
Жылу қолайлы жағдайлары. Адамның жылу сезінуіне негізінен мынадай төрт фактор әсер етеді: ауаның температурасы және ылғалдылығы, оның алмасу жылдамдығы және бөлменің қорғай беттерінің температурасы. Осы факторлардың қандайда түрлі қосындысында адамның жылу сезгіштігі бірдей болып қалуы мүмкін.

Дене температурасы белгілі бір шектерде адамның өмір тіршілігінің маңызды факторы болып табылады.

Дене температурасы – адам ағзасы жағдайының кешенді жылу көрсеткіші. Шартты түрде адам температурасының екі зонасы бар – жамылғы және өзек. Жамылғы – дененің беттік құрылымдары және бәрін бүтін ететін терісі, өзегі – қан, ішкі мүшелер мен жүйелер. Жамылғыға қарағанда, өзек температурасы жоғары және салыстырмалы тұрақты: ішкі мүшелер температурасы әр түрлі, ең жоғары температура бауырдікі (38°). Басқа ішкі органдардың, соның ішінде мидың температурасы қан қызуына жуық. Қан температурасы өзектің қызуын белгілейді.

Адам ағзасының автоматты түрде жылу реттеуі қоршаған ортаның параметрлерінің өзгеруіне тез бейімделеді. Бірақ жылуреттегіштік жақсы көңіл күй үшін қоршаған ортаның баяу және шағын ауытқуларында тиімді болады. Ал ауа ортасының үлкен және тез ауытқуларында ағзаның физиологиялық қызметтері – жылуреттегіші, зат алмасуы, жүрек тамыр жұмысы, жүйке жүйесі бұзылады.

Төмендегі диаграммада қоршаған ортаның температурасына байланысты еңбек өнімділігінің өзгеруі көрсетілген (1-сурет). Графикте температураның 26°C асқандағы еңбек өнімділігі көрсеткішінің күрт төмендегенін байқаймыз



1-сурет. Қоршаған ортаның температурасының өзгеруіндегі еңбек өнімділігінің тәуелділігі.

Қорыта айтқанда, микроклиматтың қолайсыз жағдайында адамның көңіл күйі нашарлап қана қоймай, сондай-ақ еңбек өнімділігін де төмендетеді.

3.2. Желдету жұмыстары

ЖЭО-да жұмысшылар бір жұмыс орнында бірнеше тәулік бойы жұмыс істеуі мүмкін, ал мұндағы таза емес ауа даладағыдан көп есе артық болуы ғажап емес. Сондықтан да қолайлы жұмыс жағдайын келтіру керек. Жұмысшыларды жылу әсерінен қорғау үшін артық жылу сәулеленуді жою немесе төмендету керек, ал артық жылудан құтылу керек. ЖЭО-да сәулелік және жылулық энергиядан келесі қорғау тәсілдері қолданылады:

1) Ыстық және сәулелендіретін беттерді жылулық оқшаулау, яғни кіші жылу өткізгішті материалдармен. Тазалық қалыптарға байланысты құбырлардың жылу оқшаулау температурасы 35°C артпау керек.

2) Сәулелену көздерін жылуды жұтатын және шағылыстаратын материалмен қалқандау, сәулелік энергияны көз жаққа шағылыстыру қағидасымен жұмыс істейді.

3) Ауалық себезгілеу және желдету. Келесі желдету жүйелері қолданылады:

а) артық жылуды жоятын жалпы алмастырғыш табиғи;

б) ыстық цехтардағы жұмыс орындарына салқындатылған ауаны беретін жергілікті ағулық;

в) жоғары қауіпті қоспаны аулайтын және таза ауаны жұмыс аумағына беретін ағулықпен бірге жергілікті тартулық.

4) демалуға қолданылатын бөлмелер, яғни қолайсыз температуралық жағдайында жұмыс ұзақтығын шектеу.

5) қорғаныс киімдерін, аяқ киімді және бас киімдерді қолдану.

Ауаның ластануымен күресетін еңбір тиімді тәсілі тікелей зиянды заттардың пайда болатын көздерінде бөлінуін төмендету:

а) ошақтың, газ жолының, тасығыштардың, шнектердің берік саңылауы;

б) сиретілуде жұмыс істейтін қондырғылар, тозаң дайындайтын және беретін жолындағы ішене жергілікті тозаң сорғыштар қолданылады;

в) улы заттарды улы еместермен алмастыру жүргізу;

г) технологиялық процестерді механикаландыру және автоматтандыру. Бұл жұмысшыларға едәуір қолайлы жағдайларында орналасуға мүмкіндік береді.

д) бөлмені желдету;

е) сонымен қатар тыныс мүшелерін қорғау үшін мынандай жеке қорғану құралдары қолданылады: респираторлар, сүзгілік протогаздары.

Кез келген механикалық жұмыс соңында жылуға айналатын бір түрдегі энергияның басқа түрге айналуы арқылы жүретіні белгілі. Сондықтан адамның орындайтын жұмысы неғұрлым қарқынды болса, онда ол соғұрлым көп мөлшерде жылу шығарады және оның көп бірлігін қоршаған ортаға береді. Егер адам денесі мен қоршаған орта арасындағы жылуалмасу қарқыны азайса, онда бұл жағдайда адам ағзасында жылу жиналады да оның температурасы көтеріле бастайды. Сонымен қатар адам денесінің температурасы қалыпты жағдайдан аз болғанда, ең аз дегенде 1°C-қа көтеріліп немесе төмендесе бұл адамның көңіл-күйінің өзгеріуіне әкеп соғады.

Адам ағзасы қоршаған ауаның әсеріне қарсы тұрады, қалыпты жылу теңдестігін сақтауға және қорғаныс реакциялары арқылы, дене температурасының тұрақтылығын сақтауға ұмтылады.

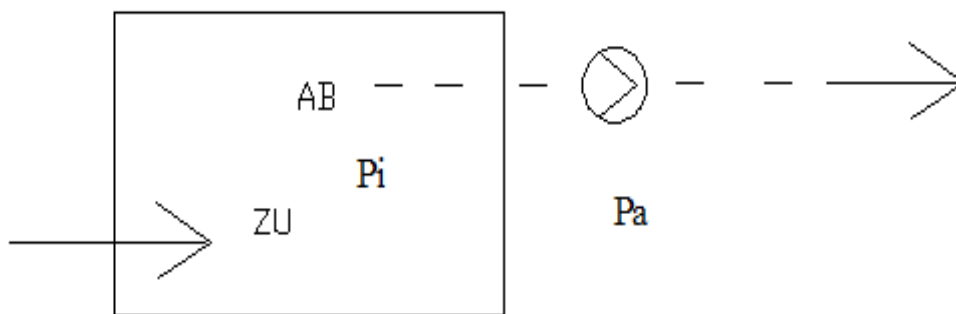
а) адам температурасының әр түрлілігі мен ауа есебінен конвекция;

б) адам температурасының әр түрлілігі мен адам тұрған бөлменің ішкі қоршау беттері есебінен сәулеленуі;

в) адамды қоршаған температура және ауа ылғалдылығына байланысты тер шығару.

3.2.1. Шығарулық вентиляция (вытяжная вентиляция)

Шығарулық желдету қызметі – зиянды заттар мөлшерін азайту немесе жою. 2 – суретте шығарулық желдету сұлбасы көрсетілген. Үрлегіш тартулық каналда орналасады, нәтижесінде зиянды заттар ғимаратқа кіру мүмкіндігі жоғалады. Қолдану жағдайы: өндіріс орнын желдетіп отыру.



2 – сурет. Шығарулық желдету.

AB – шығар ауа (уходящий воздух);

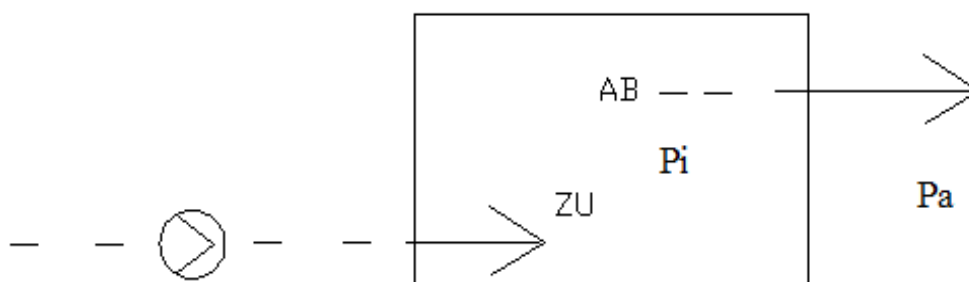
ZU – приточный воздух.

P_i (ішкі қысым) < P_a (сыртқы қысым).

3.2.2. Тартулық желдету

Тартулық желдету қызметі – өндіріс орнына таза ауаның келуін қамтамасыз ету. Үрлегіш ауа каналында орналасады, нәтижесінде сыртқы ортадан ғимаратқа келетін зиянды заттар, шаң жойылады немесе ғимаратқа таза ауамен алмастыралады. 3 – суретте тартулық желдету сұлбасы көрсетілген.

Тартулық және шығарулық желдету жүйелері қажет ауаның көлемдік шығына байланысты үрлегіш қызметін де атқарады.



3 – сурет. Тартулық желдету

AB – шығар ауа (уходящий воздух);

ZU – приточный воздух.

P_i (ішкі қысым) > P_a (сыртқы қысым).

3.3. Шығырлы цехтегі желдетуді есептеу

Желдету өндірістік жайындағы қалыпты санитарлы-гигиеналық шарттарды қамтамасыз ететін маңызды амал болып табылады. Ол өндірістік жайынан тозаң, газ, бу, шектен тыс жылуды жояды. Желдетуді жобалау СНиП 11-33-75 "Жылыту, желдету және ауаны баптау" бойынша жасалады.

Желдету жүйесін есептеудің негізіне желдетудің өндірулігіне әсер ететін әртүрлі факторлардың коэффициенттері көмегімен ескерілетін жуықтау әдістері жатыр. Неғұрлым есептеу формулаларына көбірек коэффициенттер кірсе, соғұрлым олар көп факторларды ескереді және дәл нәтижелерді береді. Бірақ бірқатар жағдайларда бірнеше факторларды немесе

олардың ең мәндісін ескеретін жинақталып қорытылған коэффициенттері бар дәл формулаларды қолдану рұқсатты.

Есептеуде шектен тыс ауаны жою үшін, жаз бен қыста шығырлы цехқа канша ауаны енгізу керектігін және ауа алмасудың сағаттық еселігін (жылудың шығынын ескермей цех ғимаратының бөлек құрылмалық элементтері арқылы) табу қажет.

Шығырлы цехтың сыртқы өлшемдері:

ұзындығы 32 м;

ені 32 м;

өндіргіш бөлімнің биіктігі 12 м;

шығырлы бөлімдікі 26 м.

Цехте 4 шығыр қондырылған. Бір шығырдың жылу бөлетін бетінің ауданы $F=223 \text{ м}^2$.

Шығыр ішіндегі температура $t_{\text{іш}}=600 \text{ }^\circ\text{C}$. Жарықтандыру қондырғысының қуаты 20 кВт. Электр қозғалтқыштың қуаты $N_{\text{эл.қозғ.}}=46,9 \text{ кВт}$.

Бір жұмысшыдан бір сағат ішінде қысқы және жазғы үшін орташа алқандағы жылу мөлшері 419 кДж (116 Вт).

Бір сағат ішінде шығырлы цех жайына шектен тыс түсетін жылуды табамыз:

$$Q_{\text{шек}}=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5;$$

мұндағы Q_1 – шығырдан бөлінетін жылу мөлшері;

Q_2 – жұмыс істеп тұрған электр қозғалтқыштан бөлінетін жылу;

Q_3 – жарықтандыру көздерінен жылу бөліну;

Q_4 – адам ағзасынан бөлінетін жылу мөлшері;

Q_5 – күн радиациянан енетін жылу.

1. Шығырдан бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q = n \cdot F \cdot k \cdot (t_{\text{іш}} - t_{\text{шығ}}), \text{ Вт};$$

мұндағы $n = 4$ шығыр саны;

$k=1,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ – шығыр қабырғасының жылу өту коэффициенті;

$F=223 \text{ м}^2$ – бір шығырдың жылу бөлетін бетінің ауданы;

$t_{\text{вн}}=600 \text{ }^\circ\text{C}$ – шығыр ішіндегі температура;

$t_{\text{шығ}}=26 \text{ }^\circ\text{C}$ – шығар температура;

Сонда:

жазда

$$Q_{1\text{ж}} = n \cdot F \cdot k \cdot (t_{\text{іш}} - t_{\text{шығ}}) = 4 \cdot 223 \cdot 1,75 \cdot (600 - 26) = 896 \text{ кВт};$$

қыста

$$Q_{1\text{к}} = n \cdot F \cdot k \cdot (t_{\text{іш}} - t_{\text{шығ}}) = 4 \cdot 223 \cdot 1,75 \cdot (600 - 18) = 908 \text{ кВт}.$$

2. Жұмыс істеп тұрған электр қозғалтқыштан бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_2 = \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot N_{\text{көрс.}};$$

мұндағы

ψ_1 – қондырылған қуатты қолданудың коэффициенті;

ψ_2 – жүктемелеу коэффициенті;

ψ_3 – бір уақыттық жұмыс істеп тұрған электр қозғалтқыштың коэффициенті;

ψ_4 – жылу энергиясына өтуіндегі жайдағы ауаның жылу ассимиляция коэффициенті;

Шамамен есептеуді жүргізгенде барлық төрт коэффициенттің қосындысы 0,25 тең.

$N_{\text{көрс.}} = 46,9$ кВт – электр қозғалтқыштың қуаты;

$$Q_2 = 0,25 \cdot 46,9 = 11,72 \text{ кВт.}$$

3. Жарықтандыру көздерінен жылубөліну:

$$Q_3 = \varphi \cdot N_{\text{жар}};$$

мұндағы $\varphi = 0,8$ – жылуға өтетін электр энергия мөлшерін ескеретін коэффициент;

$N_{\text{жар}}$ – цехтың жарықтандыру қондырғысының қуаты;

$$Q_3 = 0,8 \cdot (20 \cdot 10) = 16 \text{ кВт.}$$

4. Адам ағзасынан бөлінетін жылу мөлшері:

$$Q_4 = n \cdot q;$$

мұндағы $n = 19$ – адам саны;

$q = 80 \div 116$ – бір адамның жылу шығыны;

$$Q_4 = 19 \cdot 116 = 2,2 \text{ кВт.}$$

5. Күн радиациянан енетін жылу жаз шарты үшін (қыс шарты үшін нольге тең):

$$Q_5 = F_{\text{кал}} \cdot q \cdot m \cdot k;$$

мұндағы $F_{\text{кал}} = 4,75 \text{ м}^2$ – терезе ауданы, м^2 ;

$q = 224 \text{ Вт/м}^2$ – терезенің 1 м^2 жылу түсу;

$m = 4$ – терезе саны;

$k = 1,25$ – түзету көбейткіші, металл мұқаба үшін;

$$Q_{5\text{ж}} = 4,75 \cdot 224 \cdot 4 \cdot 1,25 = 5,32 \text{ кВт.}$$

6. Цех жайына түсетін шектен тыс жылу:

жазда

$$Q_{\text{шек}}^{\text{ж}} = Q_{1\text{ж}} + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_{5\text{ж}} = 931,24 \text{ кВт};$$

қыста

$$Q_{\text{шек}}^{\text{к}} = Q_{1\text{к}} + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_{5\text{к}} = 937,92 \text{ кВт.}$$

7. Шектен тыс жылуды жұтатын цехқа қажетті қанша ауа мөлшерін енгізу керектігін табамыз:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q_{шек}}{C \cdot \gamma \cdot (t_{шығ} - t_a)};$$

мұндағы $C=1$ кДж/(кг·К) – құрғақ ауаның жылусыйымдылығы;

$t_{шығ}=26$ °С – шығар ауаның температурасы;

$t_a=20$ °С – ағулық ауаның температурасы;

$\gamma= 1,205$ кг/м³ – ағулық ауаның салмағы $t= -15$ °С кезінде;

жазда

$$G_{жс} = \frac{3,6 \cdot Q_{шек}^{жс}}{C \cdot \gamma \cdot (t_{шығ} - t_a)} = \frac{3,6 \cdot 931,24 \cdot 10^3}{1,205(26 - 20)} = 464 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

қыста

$$G_{к} = \frac{3,6 \cdot Q_{шек}^{к}}{C \cdot \gamma \cdot (t_{шығ} - t_a)} = \frac{3,6 \cdot 937,92 \cdot 10^3}{1,205(26 - 20)} = 467 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

8. Ауа алмасудың сағаттық еселігі:

$$k = \frac{G}{V};$$

мұндағы G – цехқа қажетті қанша ауа мөлшері;

$V=26624$ м³ – шығыр цехының көлемі;

$$\text{жазда } k_{жс} = \frac{G_{жс}}{V} = \frac{464 \cdot 10^3}{26624} = 17 \quad 1/\text{сағ};$$

$$\text{қыста } k_{к} = \frac{G_{к}}{V} = \frac{467 \cdot 10^3}{26624} = 18 \quad 1/\text{сағ}.$$

Осы бөлімді қорытындылайтын болсақ, шығыр цехының микроклиматы, желдету жүйелерін, жылу мөлшері бөлінуін, ауа алмасуын есептеу, желдету жүйелеріндегі ауа қысымының шығынын, шығарулық және тартулық желдету сұлбаларын қарастырылды. Жобаланған сұлба бойынша шығыр цехына жаз мезгілінде $464 \cdot 10^3$ м³, ал қыс мезгілінде $467 \cdot 10^3$ м³ таза ауа мөлшері қажет.

Қорытынды

Бітіру жұмысында Атырау қаласында орналасқан ЖЭО-н салу мәселесі қарастырылған болатын. Жылулық бөлімінде негізгі және қосалқы жабдықтары таңдалған. Сонымен қатар, жылу сұлбалері есептелді, бу қазанының отын шығысы есептелді, отын дайындау жүйелері таңдалды, негізгі бу мен сумен қамтамасыз ететін құбырлары таңдалды, техникалық сумен қамтамасыз ету сұлбесі келтірілді және есептелді, үрлеу сорғыш машиналары таңдалды, түтін мұржа биіктігі есептеліп таңдалды, су дайындау кестесі жасалды.

Сонымен қатар, өміртіршілік қауіпсіздігі мен экономикалық бөлімдері талдаудан өткен болатын. Бітіру жұмысының тақырыбына сай өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде шығырлы цехтың желдетуін есептедім. Басты мәселе — адамдарға зиянды заттардың әсерін тигізбей, қалыпты жұмыс жағдайын ұйымдастыру. Экономикалық бөлімде осы жобаға қажетті техника-экономикалық есептеулер жүргіздім. Бұл есептеудің мақсаты жобаны іске асыру барысында қанша мөлшерде ақшалай қаражат қажет екендігі және ол қаражатты қайдан, сонымен қатар ол қаражаттың қанша уақытта ақталатындығы, яғни алған қарыз несие қаражаттың төлену уақытын есептедім.

Осы жұмыстағы мақсатым Атырау қаласының тұрғындарына электр және жылу энергиясымен қамтамасыз ету мақсатында ЖЭО салу. Бұл ЖЭО жобасын салу кезінде қоршаған ортаға тигізетін зиянын ескере отырып және де экономикалық шығындарын барынша азайта отырып салу негізделді.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций., М. 1981 г. (ЖЭС-ды жобалау ереже).
2. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М., Энергоатомиздат, 1987 г. (Оқулық).
3. Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. М. Энергоатомиздат, 1984 г. (Анықтамалық).
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод), под ред. Кузнецова Н.В. и др., М. Энергия, 1973 г. (Ереже тәсілдемесі).
5. Липов Ю.М. и др. Компонировка и тепловой расчет парового котла. М. Энергоатомиздат. 1988г. (Оқулық).
6. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Справочник. М. Энергоатомиздат. 1984г. (Анықтамалық).
7. Никитина И.К. Справочник по трубопроводам ТЭС. М. Энергия. 1983г. (Анықтамалық).
8. Теплотехнический справочник, под ред. В.Н. Юренева, т.1,2 М., Энергия. 1975 г. (Анықтамалық).
9. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М. Энергоатомиздат. 1989г. (Жабдыктарды пайдалану ережесі).
10. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.2001.
11. Рихтер Л.А. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. М. Энергоиздат. 1981 г. (Оқулық).
12. Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. М.1991 г. (Оқулық).
13. Справочная книга по технике безопасности в энергетике. Т.1, 2. М.1978г.
14. Сергеев И.В. Экономика предприятия. М.2000. (Оқулық).
15. Чернухин А.А., Флаксерман Ю.Н. Экономика энергетика. М.1985. (Оқулық).
16. И.Б.Бақытжанов. Дипломдық жобалау. Әдістемелік нұсқау – Алматы: АЭЖБИ, 2007.
17. Шарапов В.И. Подготовка подпиточной воды систем теплоснабжения с применением вакуумных деаэраторов. М.: Энергоатомиздат, 1996.
18. Шкондин И.А., Леонтьев С. А., Пономарев П.С. Результаты реконструкции вакуумных деаэраторов на Волгодонской ТЭЦ-2.- Энергетик, 2004, № 4.
19. С.Г. Парамонов, Б.И.Түзелбаев. 050717- Жылу энергетикасы мамандығының «Жылу электр станциялары», «Су және отын технологиясы» мамандықтары бойынша барлық оқу түрінің студенттері үшін курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. - Алматы: АЭЖБИ, 2009. - 17 б.
20. Вентиляция производственных помещений. Ч.1. Методическое указания. "Охрана труда и окружающая среда". Дипломный проект. А86.
21. Хакімжанов Т.Е. ЕҢБЕК ҚОРҒАУ. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы.- Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 бет.