

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика факультеті кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі _____

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 20 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Қазіргі кездегі энергетикалық жүйелердің
техникалық және экономикалық көрсеткіштері

58071700 - Энергетика мамандығы бойынша
Орындаған Бақытжан Әбдіраманов Т.К.с-10-1
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші Бақатжанов И.Б. доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

Э.К. доцент Тұралиев Б.И.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Тұралиев « 05 » 06 20 14 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Ана сәтжан Бақыржанов Н.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Бақыржанов « 05 » 06 20 14 ж.
(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

доцент Бақатжанов И.Б.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Бақатжанов « 06 » 06 20 14 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

ассистент Мұсабаева Д.Т.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Мұсабаева « 05 » 06 20 14 ж.
(колы)

Пікір жазушы :

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

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Мәуізергетика факультеті
58071700 - Мәуізергетика мамандығы
Мәуізергетика кафедрасы кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Қандасқан Әзурек Сәтмәлібаева
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Қазіргі заманғы БТҚ құра-
лысының техника және экономикалық негіздері.

ректордың « » № бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» 05 2014 ж.

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

Қазіргі заманғы БТҚ-ның құрамына
Түп қуат 300 кВт
Артық су температурасы 0°C немесе 15°C
Бүкіл жылына қышқылының қуаты 150 кВт
Түп қуат жылына 450 кВт

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

1. БТҚ түрлерінің таңдауы
2. БТҚ нысанының өлшемі
3. БТҚ тиімділік көрсеткіштері
4. Бейтараптық қуатының
5. Экономикалық өлшемі
6. Қорытынды

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

- 1 БГК-450 қатқалмақ пайдалану сызбасы
- 2 Жолаушылар станциясының бас инженерінің қолжазбасы
3. ҚСЖО-ның бас пайдалану сызбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

- 1 Основа современной энергетики. Учебное пособие издательство по общей радиологии Чл-конт. РАН Е.В. Афанасова; -М.: Издательство ЕИИ, 2004
- 2 Теплофизические процессы парогазовой смеси в камере сгорания - Западный ТЭЦ А.Ф. Дьяков, П.А. Березинский, М.К. Васильев и др. Регистрационная статья. 1996. №7. С. 11-15.
- 3 Ривкин С.А., Александров. А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. -М.: Энергия, 1980. -424с.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Негізгі бөлім	Бақатжанов И.Б.	2.05-2.05	
Жолаушылар станциясының бөлімі	Тудебаев Б.И.	20.04-7.05	
Эксплуатациялық қызмет	Беймуратова Н.С.	13.05-20.05	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	БТҚ пайданың, аяқталған артақшылықтары мен кешіністері	3.03 - 17.03	
2.	Қандағы пайдала асорт - тоны қазаның құрамын	18.03 - 01.04	
3.	Тазаланған қандың - ның шығуы есебі	2.04 - 18.04	
4.	Қорықтан ортамың 08 температурасы кезіндегі пайдала асорттоны қазаның шығуы есебі	18.04 - 24.04	
5.	Қорықтан ортамың 15 температурасы кезіндегі пайдала асорттоны қазаның шығуы есебі	25.04 - 7.05	
6.	Өкілеттілік қаржысы	8.05 - 12.05	
7.	Өкілеттік қаржысы - қорық есебі	13.05 - 20.05	
8.	Технологияның бағасы: Бизнес жоспар құру	21.05 - 28.05	

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20__ ж.

Кафедра меңгерушісі _____
 (қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____
 (қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____
 (қолы) (аты-жөні)

Андатпа

Осы дипломдық жобада Қызылорда қаласында БГҚ-сы құрылысын салудың техника-экономикалық негіздемесі қарастырылады. Соның негізінде бу-газды қондырғылар туралы мағлұматтар, анализдер келтірілген. Утилизациялық қондырғылардың сұлбалары мен олардың басымдылығы жайында сөз қозғалады.

Екі контурлық БГҚ-ны есептеу үшін қуаты 300 МВт болатын ГШҚ-ға есептеулер жүргізілді және қоршаған ортаның 0°C пен 15°C ыстықтығындағы пайдаға асырғыш қазанның жылулық есебі орындалды. Барлық есептер құрамдастырылған энергетикалық қондырғыларды есептеу әдісі арқылы Microsoft Excel бағдарламалық қамсыздандыру жүйесінде орындалды.

Осы жобаның негізінде Қызылорда қаласы мен тұрғындарының электр және жылу энергия қажеттілігі толықтай қамтамасыз етіледі.

Аннотация

В данной дипломной работе рассматриваются технико-экономические обоснование строительство ПГУ в городе Кызылорда. На основе этого приведены данные и анализы о ПГУ. А также, приведен преимущество схемы утилизационного устройства.

Произведен расчет ГТУ мощностью 300 МВт для использования в расчете и анализе двухконтурных ПГУ и выполнен тепловой расчет по двухконтурной ПГУ при температурах наружного воздуха 0°C и 15°C . Все расчеты сделаны на программном обеспечении Microsoft Excel по методике расчета комбинированной энергоустановки.

В случае реализации данного проекта можно осуществить обеспечение электрической и тепловой энергией города Кызылорды.

Annotation

In this thesis work is considered feasibility study for construction of CCP in Kyzylorda. On the basis of this data and analyzes are given for CCP. And, given the advantage of the recycling circuit of the device.

The calculation of the GTP of 300 MW for use in the calculation and analysis of CCP and thermal design is made of a two-on CCP at outdoor temperatures of 0°C and 15°C . All calculations are made on the software Microsoft Excel on the method of calculation of the combined power plant.

In the case of this project can be carried out to provide electrical and thermal energy of the city of Kyzylorda.

Мазмұны

Кіріспе	7
1. Негізгі бөлім	8
1.1. Теориялық бөлім	8
1.1.1. Қарапайым энергетикалық бу-газ қондырғылар	8
1.1.2. БГҚ талдануы, олардың түрлері, артықшылықтары мен кемшіліктері	11
1.1.3. Көлденең пайдаға асырғыш қазанның құрылысы	22
1.1.4. БГҚ артықшылықтары мен жетіспеушіліктері, шет елдік энергетикадағы олардың орны және даму тенденциясы	24
1.2. Есептік бөлім	27
1.2.1. Microsoft Excel бағдарламалануындағы екі контурлы бу-газды қондырғының жылулық сұлбасының есебі. Газшығырлы қондырғының жылулық есебі.	27
1.2.2. Құрамдастырылған энергетикалық қондырғыны есептеу әдісі	35
1.2.3. Қоршаған ортаның 0°C температурасы кезіндегі пайдаға асырғыш қазанның жылулық есебі	43
1.2.4. Қоршаған ортаның 15°C температурасы кезіндегі пайдаға асырғыш қазанның жылулық есебі	48
2. Өміртіршілік қауіпсіздігі	55
2.1. Шығыр цехындағы жұмыс жағдайының талдауы	55
2.2. Шығыр цехындағы өрт қауіпсіздігі	56
2.3. Өндірістік жарықтандыруды есептеу	58
2.3.1. Табиғи жарықтандыруды есептеу	59
2.3.2. Жасанды жарықтандыруды есептеу	61
3. Экономикалық бөлім	67
3.1. Берілген мәліметтер	67
3.2. ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау	67
3.3. Отынға жұмсалатын шығынды анықтау	68
3.4. Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу	69
3.5. Суға жұмсалатын шығындарды есептеу	69
3.6. Еңбекақы шығындарын есептеу	70
3.7. Амортизациялық аударылымдарды есептеу	71
3.8. Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу	72
3.9. Шығарындыларға төлемдерді есептеу	72
3.10. Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу	72
3.11. Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу	73
3.12. ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау	74
Қорытынды	79
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	80

А қосымша	82
Ә қосымша	83
Қысқартулар тізімі	84

Кіріспе

Қазіргі таңда жылуэнергетиканың маңызды мәселелерінің бірі қондырғы жұмысының тұрақтылығы мен ПӘК-ін жоғарылатушы сұлбаларды және айналымдарды әзірлеу болып табылады. Мұндай мәселелердің шешімі болып жылуэлектр стансаның энергетикалық және экономикалық жоғарғы көрсеткіштерімен қамтамасыз ететін құрамдастырылған бу-газдық қондырғы болып табылады. Бу-газдық қондырғыларда қолданылатын сұлбалар құрамы мен технологиялық құбылысы бойынша ажыратылады. ГШҚ және БГҚ-ның букүштік қондырғыларынан өзгешелігі – сараптама барысында анықталғандай, сыртқы ауа көрсеткіші өзгерісінің аса сезімталдығымен ерекшеленуі.

Дипломдық жобаның мақсаты – Қызылорда қаласын электр және жылу энергиясымен қамтамасыз ету жобасын толықтай қарастыру.

Бұл жұмыста бірлесіп жасалған БГҚ сұлбасы мен оның жылулық есебі берілген.

Қуаты 300 МВт болатын ГШҚ-ның жылулық есебі мен қоршаған ортаның 0⁰С және 15⁰С температурасы кезіндегі екі контурлы пайдаға асырғыш қазанның есептелуі жүргізілген.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде ҚЖЭО-ның шығыр цехындағы еңбек шартының талдауы (шу, діріл, жарық) және өрт қауіпсіздігі мен оның алдын алу жолдарын қарастырамыз, сонымен қатар цехтағы жарықтандыруды есептейміз.

Экономика бөлімінде жобаның қаржылық тиімділігін растайтын бизнес-жоспар құрастырылған. ЖЭО-ның бастапқы мәліметтеріне сүйене отырып, экономикалық есептеуді жүргіземіз. Соның барысында жоба жоспарына сәйкес тиімді экономикалық әсерді анықтаймыз. Анықтау үшін есептеудің оңтайлы әдісін қарастыру керек. Есептеу қорытындысы бойынша инвестицияның өтелу мерзімі белгілі болады.

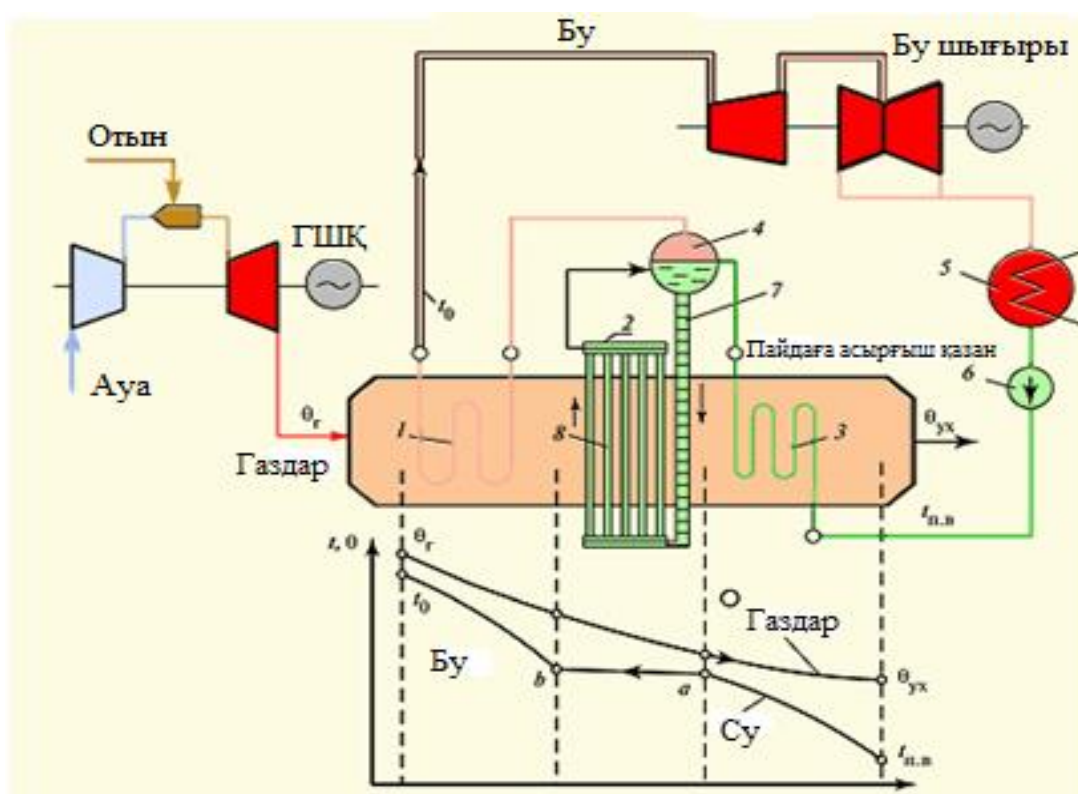
1. Негізгі бөлім

1.1. Теориялық бөлім

1.1.1. Қарапайым энергетикалық бу-газ қондырғылар

Бу-газды деп, букүштік қондырғыда электр энергиясын өндіру үшін газ шығырлы қондырғының шығар газдарының жылуы тікелей немесе жанама қолданылатын энергетикалық қондырғыны атайды.

Пайдаға асырғыш түрдегі қарапайым бу-газ қондырғысының (БГҚ) қағидалық сұлбасы 1.1- суретте көрсетілген. Қарапайым сұлбада ГШҚ шығар газдары пайдаға асырғыш қазанға келеді, ол жерде едәуір жылулық потенциалға ие, шығар газдар жылуынан бу шығырына бағытталатын жоғары көрсеткіштегі бу өндіріледі.



1.1-сурет. Пайдаға асырғыш түрдегі БГҚ-ның қарапайым қағидалық сұлбасы.

Пайдаға асырғыш қазан – көлденең немесе тік орналасқан жылуалмастырғыш, оның шахтасы тік бұрышты қимадан тұрады және оның ішкі жағында бу шығырлы қондырғының жұмыстық денесі (су немесе бу) берілетін қырланған құбырлардан тұратын жылыту беттері орналасқан. Едәуір қарапайым жағдайда, пайдаға асырғыш қазанның жылыту беттері үш элементтен тұрады: су үнемдегіш 3, буландырғыш 2 және буды аса қыздырғыш 1.

Негізгі элементі төменгі жинағышқа су әкелетін бірнеше түсірілмелі құбырлардан 7 және 4 дағырадан тұратын буландырғыш болып табылады

және буландырғыштың 8 өзінде тығыз тік орнатылған құбырдан тұрады. Буландырғыш табиғи айналмалы қағидада жұмыс істейді немесе айналмалы сорғы арқылы жүргізіледі. Қаныққан бу дағыраның жоғарғы жағында жиналады және 1 бу қыздырғыштардың құбырларына бағытталады. Дағырадан 4 шығардағы бу шығысы сулық үнемдегіштегі 3 су жетегімен өтеледі. Сондықтан дағырасы бар пайдаға асырғыш қазандар табиғи айналмасы бар немесе мәжбүрлі айналмасы бар қазандар деп аталады.

Сулық үнемдегіште келетін қорек судың қайнау температурасына дейінгі (дағырадағы қаныққан бу температурасынан 10—20 °С төмен) қыздырылуы жүргізіледі. Дағырадан шығатын құрғақ қаныққан бу бу қыздырғышқа келеді, ол жерде қанығудың аса жоғары температурасынан жоғары қыздырылады. Алынатын аса қызған бу температурасы t_0 ГШҚ шығар газдарының температурасынан 25 – 30 °С төмен болады, ол кезде температуралық тегеурін жоғары болуы мүмкін.

1.1-суреттің төменгі жағында пайдаға асырғыш қазан бойынша бір-біріне қарсы жүретін газ бен жұмыстық дененің қозғалысы кезіндегі температуралық өзгерісінің сызбағы көрсетілген. Газдар температурасы кірерде Θ_T бірқалыпты шығар газдардың температурасына Θ_{yx} дейін төмендейді. Сызбақта төменгі сызықпен берілген қарсы жүретін қорек су сулық үнемдегіште өзінің температурасын қайнау температурасына дейін жоғарылатады және буландырғышқа келеді, содан кейін құрғақ қаныққан бу түрінде бу қыздырғышқа келеді, ол жерде t_0 дейін будың аса қызуы жүреді.

Бу қыздырғышта пайда болған бу кеңею арқылы өзінің жұмысын аяқтау арқылы бу шығырына бағытталады. Шығырдан шығатын өңделген бу шықтағышқа келеді, содан кейін қорек судың қысымын жоғарылататын қорек сорғының б көмегімен шықтанады және қайтадан пайдаға асырғыш қазанға жіберіледі.

1.1-суретте көріп отырғанымыздай, БГҚ-ның БКҚ-сы қарапайым ЖЭС - тың БКҚ-нан айырмашылығы тек қана отынның пайдаға асырғыш қазанда жағылмайтындығында, ал БГҚ-ның БКҚ-сы жұмыс істеуі үшін жылу ГШҚ дағы шығар газдардан алынады. БГҚ-ның БКҚ-сы жылулық сұлбасында ЖЭС-тың БКҚ-нан бірқатар техникалық айырмашылығы бар:

1. ГШҚ шығар газдарының температурасы Θ_T газ шығырының алдындағы газ температурасымен және газ шығырын салқындату жүйесін жаңартумен анықталады. Көбіне заманауи ГШҚ-да, 1.1-кестеден көріп отырғанымыздай, шығар газдар температурасы 530-580 °С (бірақ соңғы жылдары температурасы 640 °С жететін ГШҚ шығарылуда) құрайды. Сулық үнемдегіштің құбырлық жүйесі жұмысының сенімділік шарты бойынша табиғи газда жұмыс істейтін қорек судың температурасы $t_{к.с.}$ пайдаға асырғыш қазанға кірерде 60 °С аспауы керек. Пайдаға асырғыш қазаннан шығаратын газдардың температурасы Θ_{yx} әрқашан $t_{к.с.}$ температурасынан жоғары болады. Іс жүзінде ол $\Theta_{yx} = 100 - 110$ °С деңгейінде болады, осы кезде пайдаға асырғыш қазанның ПӘК-і 0,8-0,85 аралығында болады.

Газда жұмыс істеген кездегі ЖЭС энергетикалық қазанының ПӘК-і 92 - 94 % деңгейінде болады. Сонымен, БГҚ-дағы пайдаға асырғыш қазанының ПӘК-і ЖЭС қазанының ПӘК-іне қарағанда едәуір төмен болады.

2. Қарастырылған БГҚ құрамындағы бу шығыры қондырғысының ПӘК-і қарапайым ЖЭС-ындағы БШҚ ПӘК-нен төмен болады. Бұл тек пайдаға асырғыш қазан өндіретін бу көрсеткіштерінен төмен екендігін ғана емес, БҚГ БШҚ жаңғырту жоқ екендігін көрсетеді. Бу шығырында жаңғырту жүйесінің болуы $t_{к.с.}$ температурасының жоғарылауына және пайдаға асырғыш қазанның ПӘК-і төмендеуіне алып келеді.

Осыған қарамастан, БГҚ ПӘК-і жоғары болып келеді. Пайдаға асырғыш түріндегі БГҚ ПӘК-і келесідей қарапайым кейіптемемен анықталуы мүмкін:

$$\eta_{штв} = \eta_{ггв} + (1 - \eta_{ггв}) \cdot \eta_{кв} \cdot \eta_{штв} \quad (1.1)$$

Егер ГШҚ ПӘК-і = 0,38, пайдаға асырғыш қазанның ПӘК-і = 0,85, БШҚ ПӘК-і = 0,3 тең болса, онда БГҚ ПӘК-і тең болады:

$$\eta_{штв} = 0,3 + (1 - 0,38) \cdot 0,85 \cdot 0,3 = 0,46$$

БГҚ құрылысы тек жоғары температуралы ГШҚ жасағаннан кейін ғана экономикалық жағынан тиімді болды, олар тек жоғары ПӘК-і ғана қамтамасыз етпей, сонымен қатар үнемділігі жоғары бу шығыр айналымын жүзеге асыруға қолайлы шарттар жасады. Пайдаға асырғыш қазаны бар бу-газды қондырғы – энергетикада болашағы бар және кең таралған бу-газды қондырғы, оның айырмашылығы электр энергиясын өндірудегі қарапайымдылығы мен жоғары тиімділігі. Бұл БГҚ – дүние жүзіндегі жалғыз энергетикалық қондырғы, олар шықтық жұмыс тәртібінде тұтынушыларға ПӘК-і 55 - 60 % электр энергиясын жібереді.

(1.1) қатынасынан БГҚ газ шығырлы және бушығырлы бөліктерінің қуаттарының арасындағы әмбебап қатынасты алуға болады:

$$\frac{N_{ггв}}{N_{штв}} = \frac{\eta_{ггв}}{(1 - \eta_{ггв}) \cdot \eta_{кв} \cdot \eta_{штв}} \quad (1.2)$$

яғни, бұл қатынас БГҚ элементтерінің ПӘК-і арқылы қуаттар қатынасын анықтайды. Жоғарыда қарастырылған үлгі үшін бұл қатынас 2,4, яғни ГШҚ қуаты бу шығырына қарағанда екі есеге үлкен.

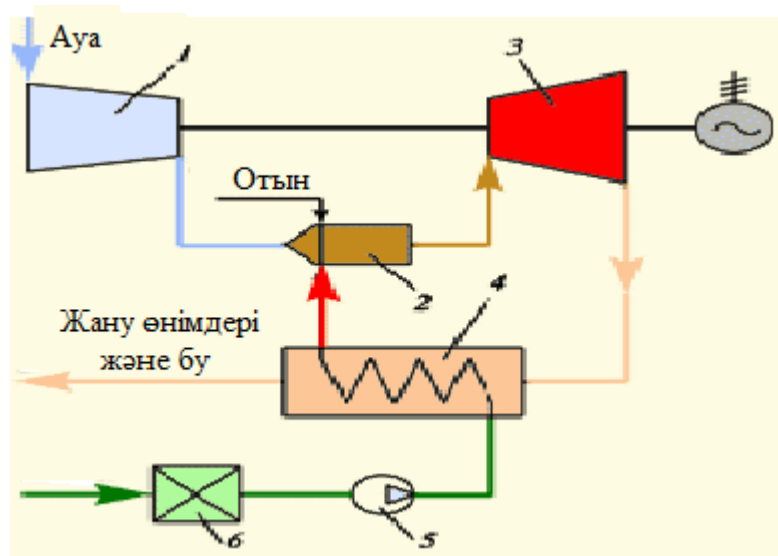
1.1.2. БГҚ талдануы, олардың түрлері, артықшылықтары мен кемшіліктері

Жоғарыда пайдаға асырғыш түріндегі ең қарапайым және көп таралған БГҚ қарастырылған. Бірақ көптүрлі БГҚ жоқ болғандықтан, оларды толық

көлемде қарастыру мүмкін емес. Сондықтан төменде бізге қызықты қағидалық немесе қолданыстағы көзқараспен БГҚ негізгі түрлерін қарастырамыз. Олардың талдамасын біруақытта орындауға тырысамыз, олар, барлық талдама сияқты шартты болып келеді.

Орналасуына қарай БГҚ шықтық және жылуландырулық деп бөлінеді. Оның біріншісі тек электр энергиясын өндіреді, екіншісі – бу шығырына қосылған қыздырғыштардағы желі суын қыздыруға арналған.

БГҚ пайдаланылатын жұмыстық дененің саны бойынша бинарлы және монарлы деп бөледі. Бинарлы қондырғыларда газ шығырлы айналымның (ауа және отынның жану өнімдері) және бушығырлы қондырғының (су және су буы) жұмыстық денелері бөлінген. Монарлы қондырғыларда шығырдың жұмыстық денесі дегеніміз жану өнімдері және су буы (1.2-сурет).



1.2-сурет – Монарлы БГҚ қағидалық сұлбасы

ГШҚ шығар газдары пайдаға асырғыш қазанға бағытталады, олар су берілетін қоректік сорғы арқылы 5 беріледі. Шығыста алынған бу жану камерасына 2 келеді, жану өнімдерімен араласады және біркелкі қоспа түзу арқылы газ, дұрысырақ айтсақ, бу-газ шығырына 3 бағытталады. Бұл біз үшін түсінікті: ауалық сығымдағыштан шығып, жұмыс газдарының газ шығырдың құрылымдары тығыздығы шарттары бойынша рауалы температурасына дейін төмендетуге жұмсалатын ауа бөлігі. Осыған орай, газ-бу қоспасы пайдаға асырғыш қазанынан бу түрінде шығатын болғандықтан, қазанда осылар арқылы алынған аз мәніндегі су буының жылуы түтін мұржасына кетеді.

Сипатталған монарлы қондырғы шет елде STIG (Steam Injected Gas Turbine) деген атқа ие. Оларды негізінен қуаты аз ГШҚ комбинациясымен General Electric фирмасында жасайды. 1.1-кестесінде.

1.1-кесте. Монарлы БГҚ жану камерасына буды енгізгендегі қуат пен үнемділіктің өзгерісі

ГШҚ үлгісі	Бу енгізілмеген қозғалтқыштың қуаты, МВт	Бу енгізгендегі қозғалтқыштың қуаты, МВт	Бу енгізілмеген қозғалтқыш ПӘК-і, %	Бу енгізгендегі қозғалтқыштың ПӘК-і, %
LM 1600	13,0	16,7	34	40
LM 2500	22,2	26,5	35	39
LM 5000	33,1	51,9	36	43

Көріп отырғанымыздай, буды бүркіген кезде қуат та, ПӘК-де өседі. Жоғарыда айтылған кемшіліктерден монарлы БГҚ қуатты ЖЭС-да электр энергиясын өндіру мақсаты үшін кең таралмады.

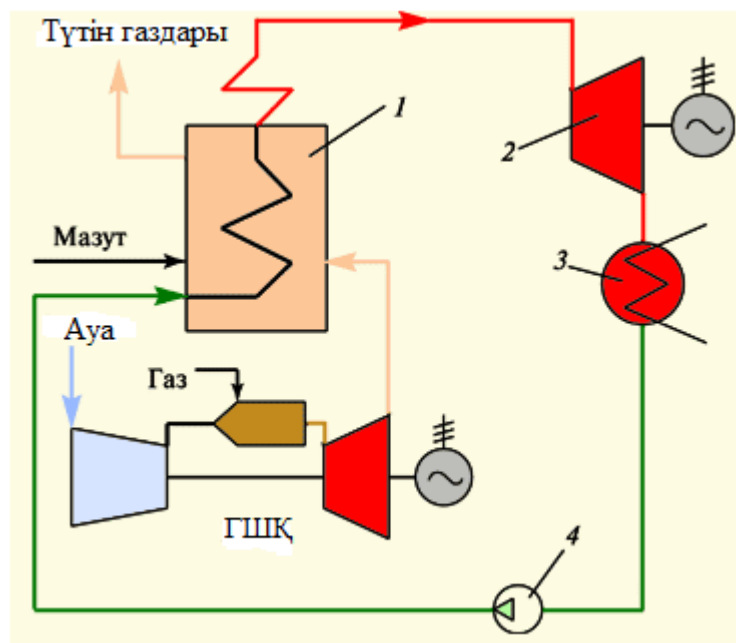
Оңтүстік шығыр зауытында (Украина, Николаев қ.) қуаты 16 МВт монарлы БГҚ тұрғызылған.

Көптеген БГҚ бинарлы типтегі БГҚ жатады. Іске асырылып жатқан бинарлы БГҚ бес түрге бөлуге болады:

Пайдаға асырғыш БГҚ. Бұл қондырғыларда ГШҚ шығар газдарының жылуы бушығырлы айналымда пайдаланылатын жоғары көрсеткішті бу алатын пайдаға асырғыш қазандарда пайдаға асырылады. БГҚ БШҚ салыстырғандағы негізгі артықшылығы жоғары үнемділігі (жақын арада олардың ПӘК-і 60 % асады), едәуір төмен салымдары, салқындайтын суға қажеттіліктің төмендігі, зиянды заттардың төмендігі, жоғары оңтайлылығы. Жоғарыда көрсетілгендей, Жоғары да айтылып өткендей пайдаға асырғыш БГҚ-ы аса үнемді жоғары температуралық шығырды талап етеді және БШҚ-да буды жоғары көрсеткіште алу үшін шығар газдарының температурасы жоғары болу керек. Осы талаптарға сай қазіргі заманғы ГШҚ не табиғи газда, не орташа топтағы сұйық отында жұмыс істеуі мүмкін.

ГШҚ шығар газдарын энергетикалық қазанға түсіретін БГҚ. Көбіне мұндай БГҚ қысқа «түсірілмелі» немесе бу өндіргішінің тегеуріні төмен БГҚ (1.3 сурет) деп атайды. ГТҚ – дағы шығар газдарының жылуы, құрамында жеткілікті мөлшерде оттегісі бар, ауа мен араластырып, үрлеу желдеткіші арқылы атмосферадан қазанға беріледі. Бұл кезде қазан қыздырғышына ауаның қажеті жоқ, себебі ГШҚ шығар газдары жоғары температураға ие. Түсірілмелі сұлбаның негізгі артықшылығы бу шығырлы қондырғыда арзан энергетикалық қатты отынды пайдалану болып табылады.

Түсірілмелі БГҚ-да отын тек ГШҚ жану камерасына ғана емес, энергетикалық қазанға да жіберіледі, себебі ГШҚ жеңіл отында жұмыс істейді (газ немесе дизельді отын), ал энергетикалық қазан – әр түрлі отында. Түсірілмелі БГҚ екі термодинамикалық айналым жүзеге асырылады. ГШҚ жану камерасына келетін жылу отынмен бірге пайдаға асырғыш БГҚ сияқты электр энергиясына айналады, яғни ПӘК-і 50 % деңгейінде, ал энергетикалық қазанға келетін жылу – қарапайым бу шығырлы айналымдағыдай ПӘК-і 40 % деңгейінде.



1.3-сурет. Шығар газдарын энергетикалық қазанға түсіретін БГҚ – ның сұлбасы.

Бірақ БШҚ-ның шығар газдарындағы оттегінің жоғары концентрациясы, сонымен қоса энергетикалық қазандықтың аз артық ауа мөлшерін иелену қажеттілігі бу шығырлық циклына қуат бөлімі $3/2$, ал ГШҚ-на қуат бөлімі $1/3$ (утилизациялық БГҚ-ға қарағанда бұл қатынас кері) болады. Сондықтан түсіретін БГҚ-ның ПӘК-ті шамамен 40-43%, яғни утилизациялық БГҚ-нікінен анағұрлы төмен.

Түсірілмелі БГҚ қолданған кездегі жай бушығырлы айналыммен отынның үнемделуі пайдаға асырғыш БГҚ қарағанда екі есеге төмен деп болжауға болады.

Сонымен қатар, түсірілмелі БГҚ сұлбасы өте күрделі, себебі бушығырлы бөлігінде (ГШҚ істен шыққан кезде) автономды жұмысты қамтамасыз ету қажет, бұл жерде қазанда ауа қыздырғыш болмағандықтан (БГҚ жұмысы кезінде энергетикалық қазанға ыстық газдар ГШҚ келеді), энергетикалық қазанға ауаны қыздырар алдында арнайы калориферлер орнатылады.

Молдава МАЭС қуаты 250 МВт түсірілмелі түрдегі екі БГҚ орнатылған, берілгендері 1.2-кестеде келтірілген. 1.2-кестеден көріп отырғанымыздай, осы екі БГҚ-ның ПӘК-і қарапайым КЖҚ энергетикалық құрамалардың (23,5 МПа, 540 °C/540 °C) ПӘК-іне қарағанда бірнеше пайызға төмен, сондықтан мұндай БГҚ жасаудың қажеті жоқ. Молдавалық МАЭС БГҚ төменгі үнемділігі, сонымен қатар ГШҚ үнемділігі де төмен (бастапқы температурасы төмен) және бу шығырының қуатымен салыстырғанда ГШҚ қуаты төмен (15 %-дай).

1997 ж. ЖЭО-22 Ленэнергода (Оңтүстік ЖЭО, Санкт-Петербург) Т-250-23,5 ТМЗ шығырымен, АВВ фирмасының ГШҚ GT-8 орнатумен (қуаты 47,1 МВт, ПӘК-і 31,6 %, сығылу дәрежесі 16,3, шығар газдар температурасы

ГШҚ 523 °С) жылуландырулық энергетикалық құраманың қайта құрылуы болды. Мақалаларға карағанда, қайта құру тәжірибесі орындалмай қалған сияқты.

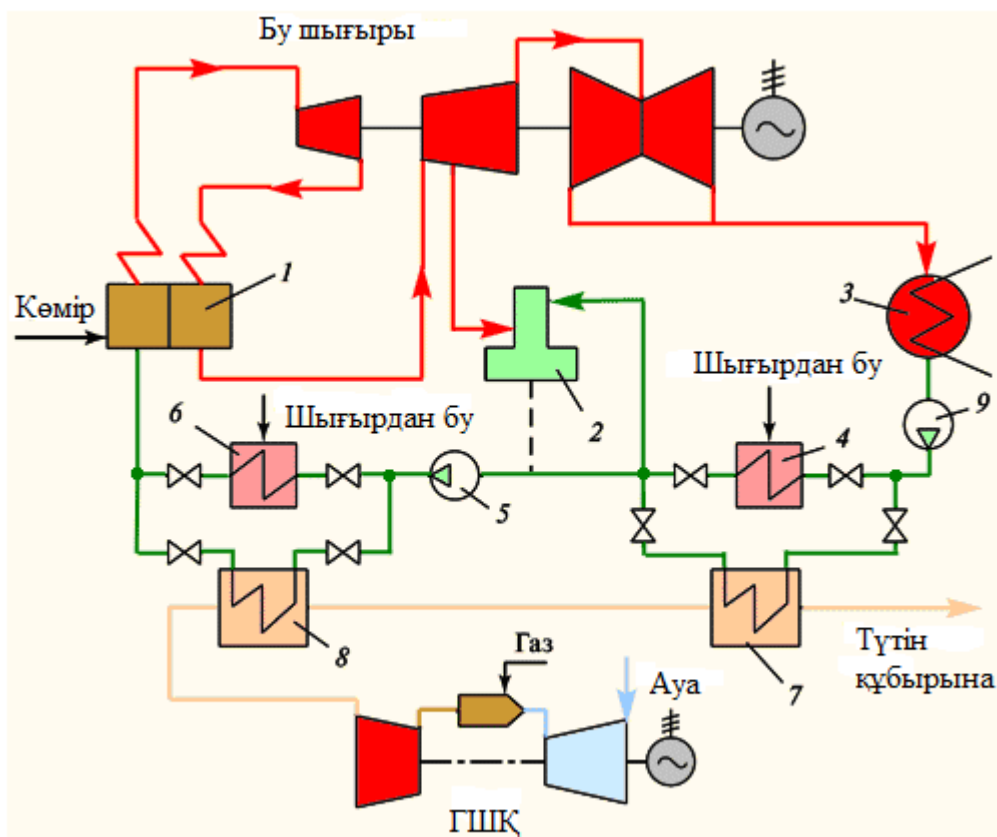
1.2-кесте. 1970-1980 жж. Тұрғызылған БГҚ сипаттамалары.

Показатель	БГҚ түрі, енгізген күні, энергия құраманың нөмері		
	БГҚ-200 (Невинномысск МАЭС)	БГҚ-250 (Молдава МАЭС)	
	1972	1980	1982
		Энергетикалық құрама №1	Энергетикалық құрама №2
ЖТБӨ бар БГҚ		Түсірілмелі БГҚ	
БГҚ есептік қуаты, МВт	200	250	
Есептік электрлік ПӘК-і, %	36,6	37,4	
Орташа пайдаланушылық ПӘК-і, %	36,9	37,8	37,4
Отын	Табиғи газ	Мазут	
Бу шығыры:			
Түрі	К-160-130 «Турбоатом»	К-200-130ЛМЗ	
Қуаты, МВт	160	200	
Бастапқы көрсеткіштері	12,8 МПа/540°С/540°С	12,8 МПа/540°С/540°С	
Газшығырлы қондырғы:			
Түрі	ГТ-35-770 ХТЗ		
Қуаты, МВт	32		
Бастапқы температурасы	770°С		
Ауаның сығылу дәрежесі	6,5		
ГШҚ электрлік ПӘК-і	23,8%		

Бірақ мұның оң дұрыс жағы да бар. Мысалы, Голландияда қуаты 500 МВт бу шығырлы энергетикалық құраманы қайта құрылуы болды, оның көрсеткіштері 18,6 МПа, 540 °С/535 °С, жеңіл сұйық отында немесе табиғи газда жұмыс істеген кездегі ПӘК-і 41,3 %, АВВ фирмасының орнатқан ГШҚ 13Е қуаты 140 МВт, ПӘК-і 33 %. Нәтижесінде қуаты 600 МВт, ПӘК-і 45,86 % БГҚ алынды. Сонымен, отынның үнемделуі 11 % жетті.

Жаңғыртулы ығыстыруы бар БГҚ-сы. Мұндай БГҚ негізі, жаңғыртулы қыздырғыштар бу шығырынан алынып тастайды, ал энергетикалық қазанның қорек суын қыздыру үшін ГШҚ шығар газдарының жылуы пайдаланылады (1.4 сурет). Алымдардан үнемделген бу шығырында қосымша қуатты өндіруге арналған. Бұл кезде үнемделген будың шықтық жылуы қоректік суға қайтарылмай, шықтағышта қалады. Сондықтан үнемдеудегі артықшылық ГШҚ шығар газдарымен кететін жылу шығындарын төмендету арқылы отынды үнемдеуге карағанда, осы шығындар төмен болғанда пайда болады. Жаңғыртуды шығаратын БГҚ-да отынның үнемделуі

төмен (4 % аналасында), бірақ ол жөндеу жұмыстары аз бу шығырлы энергетикалық қайратты тұрғызуға мүмкіндік береді.

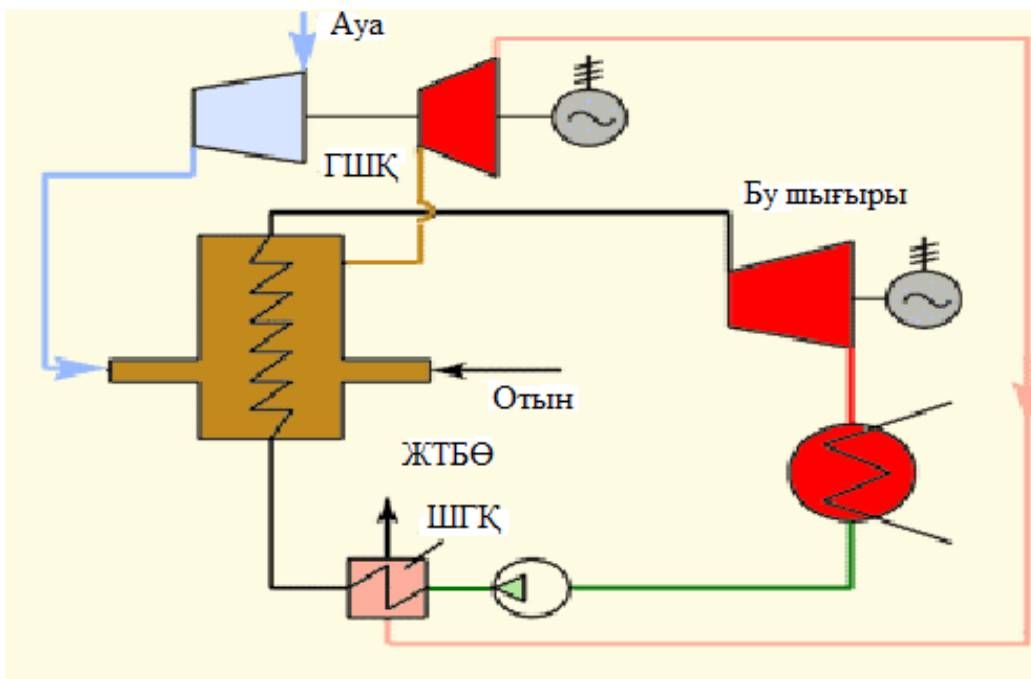


1.4-сурет. Жаңғыртулы ығыстыруы бар БГҚ – ның сұлбасы.

Жоғары тегеурінді буөндіргіші (қазаны) бар БГҚ сұлбасы 1.5-суретте көрсетілген. Мұндай БГҚ-да тегеуріні жоғары бу өндіргіш бір уақытта БШҚ энергетикалық қазанының және ГШҚ жану камерасының рөлін басқарады. Бұл үшін ол жерде ГШҚ сығымдағышы арқылы туындайтын жоғары қысым ұсталынып тұрады. ЖТБӨ алдында үнемділікті жоғарылату үшін шықтық газ қыздырғыш ШГҚ орнатылады, ол ГШҚ шығар газдарыны температурасын төмендетеді.

Осындай қондырғыдағы отынның үнемделуі ГШҚ және БШҚ қуаттар қатынасынан тәуелді болады және түсірілмелі БГҚ – дағыдай сол деңгейде болады. Ресейде Невинномысск МАЭС-інде қуаты 200 МВт ЖТБӨ бар БГҚ орнатылған, ол үнемділікті 36,9 % деңгейінде қамтамасыз етеді. Қазір олар К-145-130 бу шығыры және ГШҚ ГТ-25-710 бар БГҚ-170 деп таңбаланады. 1998 ж. шартты отынның 352,4 г/(кВт·сағ) меншікті шығысындағы, яғни ПӘК-і 34,7 % кезіндегі оның орнатылған қуаттағы пайдалану коэффициенті 65 % .

ЖТБӨ бар БГҚ үшін маңызды мәселе буөндіргіштің ішкі жағындағы өнімдер коррозиясының әсерінен газ шығырының ағын бөлігінің қажалуы болуы мүмкін.



1.5-сурет. Жоғары тегеурінді буөндіргіші бар БГҚ сұлбасы.

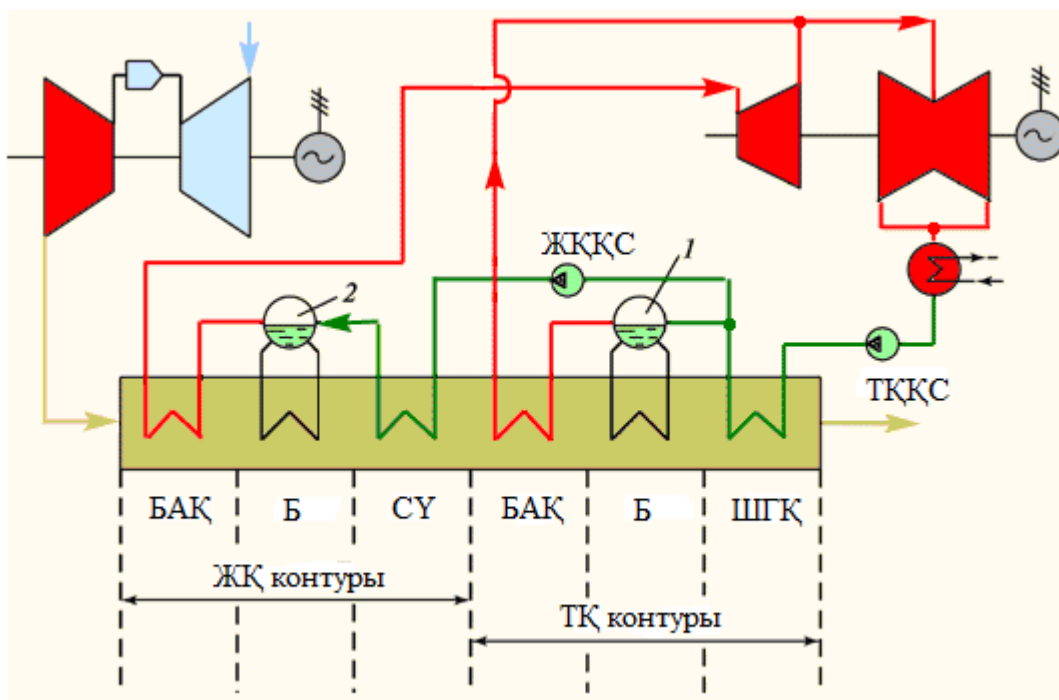
Пайдаға асырғыш түрдегі бу-газды қондырғылар

Бұл қондырғылар өзінің қарапайымдылығына және жоғары үнемділігіне қарай басым болып табылады.

Жоғарыда бір контурлы пайдаға асырғыш деп аталатын БГҚ қарастырылған (1.1-сурет). Мұндай БГҚ пайдаға асырғыш қазанның жылыту (сулық үнемдегіш, буландырғыш, буды аса қыздырғыш) беттері арқылы жұмыстық дененің (су және бу) бірдей мөлшері өтеді. Бұл кездегі маңызды жетіспеушілік екі қарама-қарсы талаптарды қанағаттандырудың қажеттілігімен байланысты. Бір жағынан, ҚҚ жоғары көрсеткішті буды өндіруі қажет, бірінші кезекте температурасы жоғары болуы керек, себебі ол БШҚ жоғары үнемділігін қамтамасыз етеді. Бірақ, ГШҚ шығар газдарында болатын жылулық энергияның қоры қорек судың минималды шығынында да осы көрсеткіштерді қамтамасыз ете алады. Бірақ бұл кезде осы шығын қазанға келетін газдарды төмен температураға дейін салқындата алмайды, сондықтан пайдаға асырғыш қазанның ПӘК-і төмендейді (ол онсыз да жоғары емес).

Бұл жерден туындайды ой: қазанның «үштық» жылыту беттері (газ бойынша) арқылы суды көп көлемде жіберу қажет, ал кіріс арқылы – аз. Осы арқылы екі контурлы пайдаға асырғыш қазан пайда болады, оның сұлбасы екі контурлы БГҚ құрамында, 1.6-суретте көрсетілген.

Бу шығырының шықтағышынан шығатын шық төменгі қысымды қоректік сорғы арқылы төменгі қысымды контурдың сулық үнемдегішіне беріледі, оны үнемі ГШҚ шығының газдық қыздырғышы деп атайды. ГШҚ қыздырылған (25—30 %) шық бөлігі қайнау температурасына дейін төменгі қысымды дағыраға беріледі 1, ары қарай ол буланады.



1.6-сурет. Екі контурлы пайдаға асырғыш БГҚ сұлбасы.

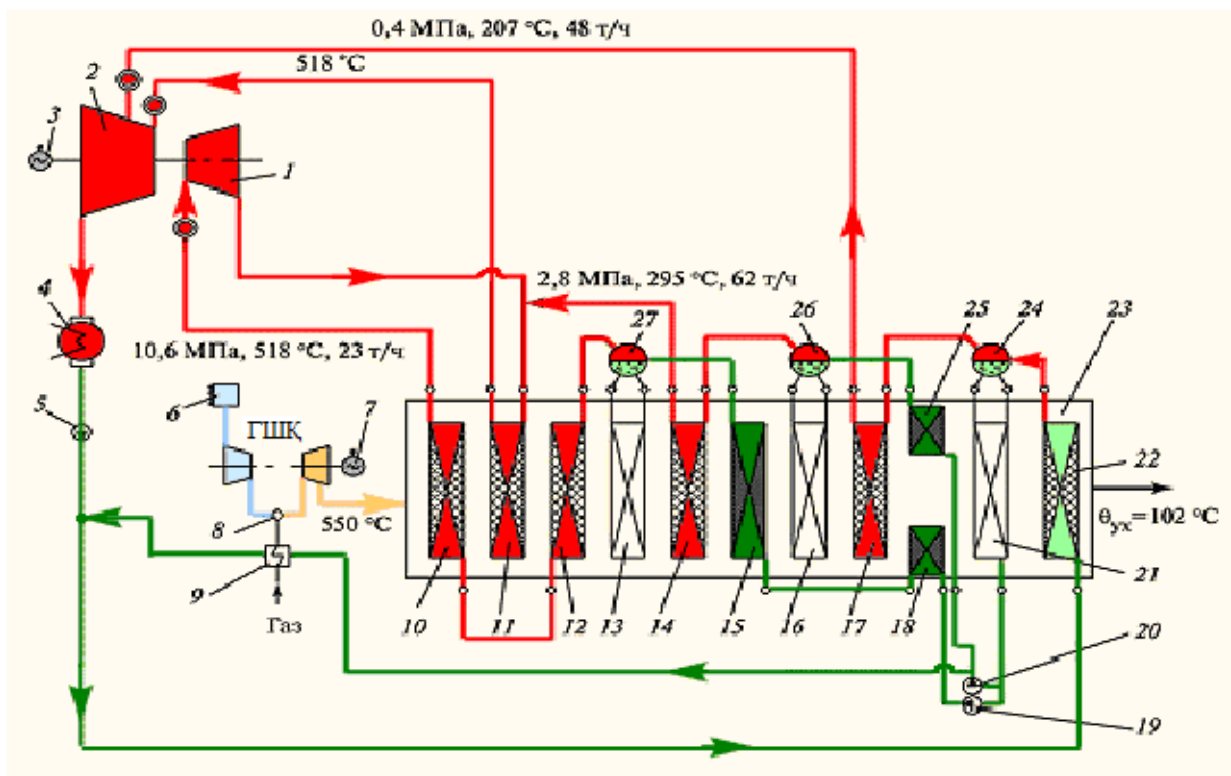
Құрғақ қаныққан бу төменгі қысымды контурдың БҚ бу қыздырғышына келеді және одан ары қарай бу шығырының ТҚЦ бағытталады. Қорек судың көп бөлігі жоғары қысымды қоректік сорғымен сығылады және сулық үнемдегіштен СУ, буландырғыштан Б және буды аса қыздырғыштан БАҚ тұратын жоғары қысымды контурға беріледі. Жоғары қысымда алынған бу бу шығырының ОҚЦ жіберіледі. ОҚЦ өтіп, ол төменгі қысымды контурдың буымен араласады және будың суммалық шығыны ТҚЦ келеді.

Сипатталған екі контурлы сұлба бойынша ПӘК-і 50-52 % қамтамасыз ететін пайдаға асырғыш БГҚ сандарын төмендететін сұлба жасалады.

Қазіргі заманғы БГҚ үш контурлы болып жасалады (1.7-сурет). Контурдың санын өсірудің қажеті жоқ, себебі үнемділік бұл жерде негізгі салымның өсуімен өзін-өзі өтей алмайды.

1.7-суретте көрсетілген БГҚ қазіргі заманғы Westinghouse (АҚШ) фирмасының 70IF түрінде жасалған, оның бастапқы температурасы 1260 °С және шығар газдар температурасы 550 °С.

Екі контурлы және үш контурлы БГҚ – тар пайдаға асырғыш қазанда аралық аса қыздырғыштарсыз және аралық аса қыздырғыштарсыз да жасалуы мүмкін, бірақ, ережеге сай, аралық аса қыздырғышты үш контурлы БГҚ-да пайдаланады. БГҚ-тағы аралық аса қыздырғыштың негізгі мақсаты дәстүрлі БШҚ-дағыдай – бу шығырының соңғы сатыларында қажетті ылғалдылықты ұстап тұру. Аралық аса қыздырғышта қысымды дұрыс таңдаған кезде БГҚ-ның үнемділігі де жоғарылайды.



1.7-сурет. Аралық аса қыздырғышы бар үш контурлы БГҚ қағидалық сұлбасы (Westinghouse фирмасы жасаған)

ГШҚ ПӘК-і 36,6 % кезде қуатын 234,2 МВт арттырады. ГШҚ шығар газдары үш контурлы пайдаға асырғыш қазанға 23 келеді, ары қарай жылжи отыра, бу шығырының шықтағышынан 4 келетін өзінің жылуын жұмыстық денеге береді. Нәтижесінде қазаннан кейінгі шығар газдардың температурасы 102 °С, ал оның ПӘК-і 83 % құрайды.

Пайдаға асырғыш қазанның ішінде жеке пакеттер түрінде келтірілген жылыту беттері орналасқан, бұл кезде олардың кезектесуі қыздырылатын газдың температурасымен төмендетіледі; бұл жылудың газдардан жұмыстық денеге максималды берілуін қамтамасыз етеді.

Пайдаға асырғыш қазандағы бу өндірілу құбылысын бақылаймыз. Төменгі қысымның қоректік сорғысы 5 төменгі қысымның контурындағы дағыраға қысым тудырады 24 және осыған сәйкес контур шығысында да (бу шығырының ОҚЦ 2 ортасына кірер алдында). 349 т/сағ мөлшердегі шық ШГҚ 22 беріледі, ол жерде қыздырылады және төменгі қысым дағырасына 24 келеді. Бұл дағыра газсыздандырғыш болып та жұмыс істейді және ол жерде дайындалған газсызданған қорек су қазанның барлық контурын қоректендіреді. 48 т/сағ көлеміндегі қорек судың бір бөлігі, 14%-ы төменгі қысымды буландырғышта 21 буланады, буды аса қыздырғышта 17 қыздырылады да, 0,4 МПа және 207⁰С көрсеткіштерімен бу шығырының ОҚЦ 2 келеді. Қалған қорек су орташа қысымның қоректік сорғысына 20 және жоғары қысымның қоректік сорғысына 19 келеді.

Сорғы 20 шығысындағы су ағыны бөлінеді. Оның бір бөлігі газ қыздырғышқа 9 бағытталады, ол жерде ГШҚ жану камерасына кететін табиғи

газды қыздырады (судың температурасы 207°C). Температурасы қалыпты салқындаған су 5 сорғымен берілетін шықпен ауыстыруға келеді, содан кейін қайтадан қазанның ШГҚ 22 кетеді. Отын газын қыздыруы бар мұндай рециркуляция жасау ШГҚ арқылы кететін су шығынын арттыруға және пайдаға асырғыш қазанның шығар газдарын терең салқындатуға мүмкіндік береді. Толықтай бұл БГҚ-дағы отынды 0,4-0,5 % төмендетеді. Сорғысы 20 бар қорек судың бір бөлігі су үнемдегішке беріледі 25, ол жерден – орташа қысымдағы барабан дағырасына 26 барады, содан кейін буды аса қыздырғышқа 14 келеді. Сонымен, орташа қысымның контуры 2,8 МПа және 295°C көрсеткіштерімен, 62 т/сағ мөлшерінде буды өндіреді (яғни 18%-дай). Пайда болған 301 т/сағ көлеміндегі қоспа орташа қысымның буды аса қыздырғышының шығыс бөлігіне 11 бағытталады, одан 518°C температурасымен шығып, бу бу шығырының ОҚЦ кірісіне келеді.

Жоғары қысымның қоректік сорғысы 12 МПа дейін дағырадан келетін 19 суды сығады және оны жоғары қысымның тізбектей орналасқан су үнемдегіш беттеріне 18 және 15 беріледі. Одан су 12 және 10 беттіктерімен пайда болған жоғары қысымды буды аса қыздырғышқа келеді. Нәтижесінде көрсеткіштері 10,6 МПа және 518°C , 239 т/сағ көлеміндегі жаңа бу қазанның жоғары қысымды контурынан шығып кетеді де, бу шығырының 1 ЖҚҚ-на бағытталады.

Сонымен, бу шығырына будың үш ағыны келеді: көрсеткіштері жоғарыда көрсетілген 239 т/сағ көлеміндегі жаңа бу, көрсеткіштері 2,5 МПа және 518° , 301 т/сағ көлеміндегі екіншілік аса қызған бу және көрсеткіштері 0,4 МПа және 207°C 48 т/сағ көлеміндегі төменгі қысымды бу. Будың бұл үш ағындары 140 МВт бу шығырының қуатын қамтамасыз етеді.

Соңында қарастырылған будың аралық аса қыздырғышы бар үш контурлы БГҚ-374 МВт қуатта жұмыс істейді және оның ПӘК-і 54 %.

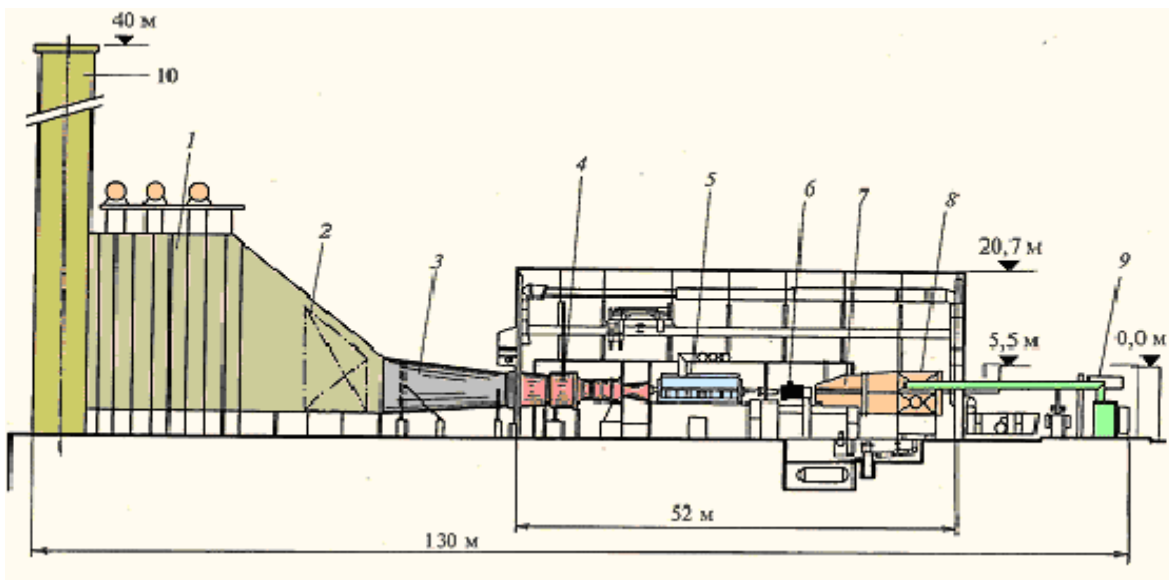
Жоғарыда пайдаға асырғыш қазаны және БШҚ (бу шығыры +шықтағыш) бар бу шығырының цикліндегі пайдаға асырғыш БГҚ-да тек 1/3 қуат өндірілетіні айтылды. Бұл бу шығырлы контур газ турбиналыға қарағанда БГҚ үшін маңызды емес екенін білдіреді. Осы жерде пайдаға асырғыш қазанның барлық күрделілігі және жүзеге асырылуы будың бастапқы көрсеткіштерін жоғарылатуға және бу шығырының шықтағышындағы қысымды төмендетуге мүмкіндік береді. 1.8-суретте Siemens фирмасының берілгендері бойынша осы себептердің әсері БГҚ үнемділігінің өзгерісіне алып келетінін көрсетті. Барлық салыстырылатын нұсқалар үшін бірдей ГШҚ алынған, оның шығысындағы газдардың температурасы 582°C , ал шықтағыштағы қысымы 4 кПа құрайды.



1.8-сурет. БГҚ абсолютті ПӘК-нің өзгерісіне бу турбиналы айналым көрсеткіштерінің әсер етуі (Siemens фирмасының берілгендері бойынша)

1 – 5 бағандары будың шектік көрсеткіштеріне дейінгіге жатады. Көріп отырғанымыздай, аралық аса қыздырғышы жоқ бір контурлы БГҚ-ның ПӘК-і 1,75% құрайды, ол екі контурлыға қарағанда төмен. Бұл қазіргі кезде неліктен бір контурлы БГҚ шығармайтынымен түсіндіріледі. Бірақ аралық аса қыздырғышты бір контурлы БГҚ-на енгізу (3 баған) ПӘК-ін 2,25%-ға арттырады. Аралық аса қыздырғышы бар екі контурлы БГҚ және аралық аса қыздырғышы жоқ үш контурлы БГҚ (3 және 4 бағандар) іс жүзінде баламалы. Үш контурлы пайдаға асырғыш қазаны бар және буды аса қыздырғышы бар (5 баған) БГҚ сұлбасын пайдалану едәуір жақсы нәтиже көрсетеді.

Үнемділікті жоғарылатудың қолданыстағы қорларында будың жоғары шектік көрсеткіштерін пайдалануға болады (1.8-суреттегі 6 – 9 бағандарын қараңыз). Бірақ сонымен бірге негізгі салымның өсетінін де әрқашан ескеріңіз.



1.9-сурет. Siemens V94.3A фирмасының бірбілікті БГҚ

Осыған орай, бірбілікті БШҚ-ның кемшіліктері де бар.

Біріншіден, электр өндіргіштерді жөндеу қиынға соғады, себебі оның статорында роторды жөндеу үшін шығарылатын көлденең ойық болмайды, бу шығырын және ГШҚ роторларын ажыратқаннан кейін арнайы құрылғылардың көмегімен өндіргіште көтеру қажет және оны 90^0 бұру қажет (немесе өндіргішті жөндеу алаңына шығару қажет).

Бұл кемшіліктерді болдырмау үшін өндіргіш пен бу шығырының орындарын ауыстыруға болады. Бірақ, бұл кезде екінші кемшілік болады: ГШҚ іске қосар алдында бу шығырына ауаны және оның ішкі өрісіндегі ауаны соратын эжекторды пайдалана отырып, вакуум беруіміз керек және буды ұштық тығыздағыштарға береміз. Ізінше, будың бөлек уақытша көзін қарастырамыз.

Үшіншіден, егер қандай да бір себептермен бу шығыры жұмыс істемесе, сонда ГШҚ-да жұмыс істей алмайды.

Соңында, барлық қондырғыларды іске қосу бу шығырын іске қосумен анықталады, оның уақыты ГШҚ-ын іске қосу уақытына қарағанда едәуір жоғары. Мұның барлығы БГҚ-ның ең басты артықшылығы – оңтайлылығы төмендетіп тастайды. Оңтайлылығының қосымша төмендеуі реттеулік диапазонның аздығынан болады, себебі іс жүзінде ГШҚ-ның жұмысы үнемді және 50% жүктеме кезінде де оның зиянды заттары аз.

Сонымен қатар, тағы бір кемшілігі бар: егер газ шығырының қуаты аз болса, онда бу шығырының да қуаты аз болады (оның қуаты ГШҚ-на қарағанда екі есеге аз). Бұл кезде бу шығырының бірінші сатыларының жұмыстық қалақшаларының биіктігі төмен және үнемділігі төмен болады. Сондықтан мұндай БГҚ – ларын тұрғызу ГШҚ қуаты жоғары болған кезде ғана тиімді болады.

Мұндай кемшіліктерге қарамастан, (дәлірек айтқанда олар қатты байқалмайды) осындай түрдегі БГҚ-ын тұрғызуда (көбіне General Electric фирмасы).

Кейбір бір білікті БГҚ-ларының электр өндіргіш роторы 5 мен бу шығырының роторы 6 арасында арнайы автоматтандырылған бекіткіш муфтаны орнатады, ол бу шығырының роторын сөндіруге және (байпасты құбыр болған жағдайда) ГШҚ жылдам қосуға (содан кейін бу шығырында) немесе бу шығырсыз жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

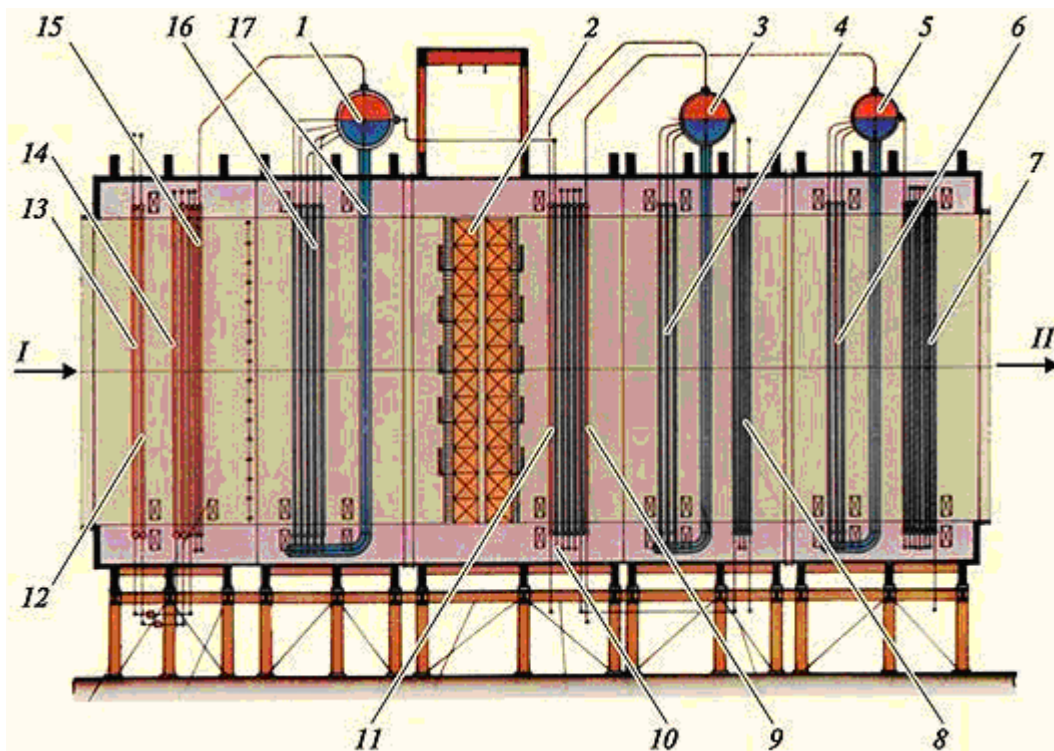
Көбінесе БГҚ үш білікті болып жасалған, немесе қайталамалы құрама деп аталады. Оларда энергетикалық құрама өздерінің пайдаға асырғыш қазандарын ыстық газдармен қамтамасыз ету үшін екі ГШҚ тұрады және оның өзінің электр өндіргіші бар. Қазан өндіретін бу бір үлкен бу шығырына беріледі, ол бір білікті БГҚ жұмыс істейтін бу шығырына қарағанда үнемді (сол ГШҚ-да және сол пайдаға асырғыш қазанда).

Сонымен қатар осыған ұқсас төрт білікті БГҚ-ларда болады, оларда бір бу шығырына үш ГШҚ жұмыс істейді.

Бірақ, бірбілікті БГҚ-ның көпбіліктіге қарағанда артықшылықтары көп – бұл қаржыны өтеу кезіндегі: оларды енгізу жылдамырақ, соның арқасында салынған қаржының өтелуі де жылдам.

1.1.3. Көлденең пайдаға асырғыш қазанның құрылысы

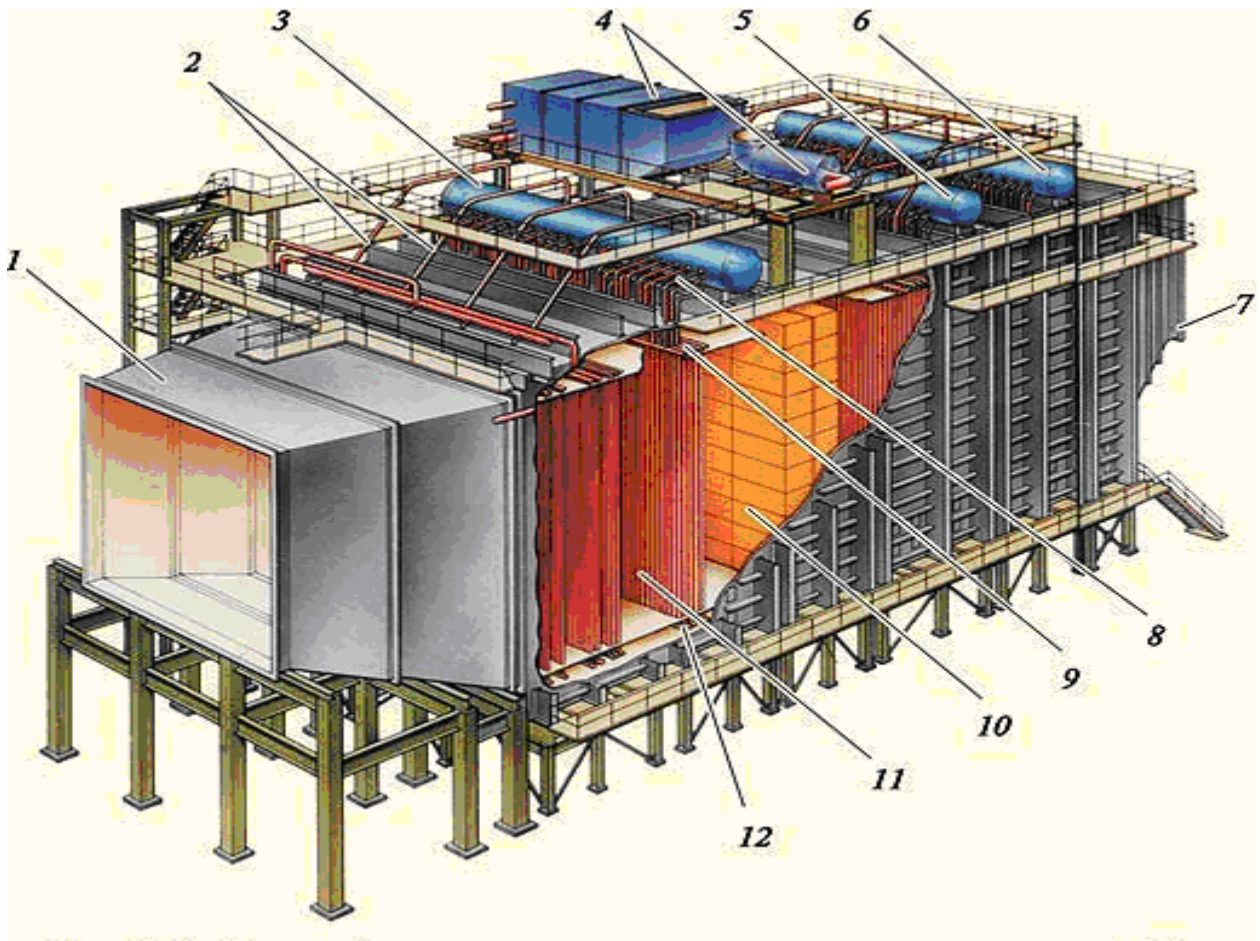
Көлденең үшконтурлы пайдаға асырғыш қазанның сұлбасы 1.10-суретте көрсетілген, ал оның ішкі түрі – 1.11-суретте. Жақсырақ түсіну үшін бұл суреттерді бірге қарау қажет.



1.10- сурет. Жапондық Toshiba фирмасының көлденең үшконтурлы пайдаға асырғыш қазанының құрылымы

Қазанның каркасы рамкалы құрылымға ие. Қазанның «төбесінде» дағыра орнатылған, олардың төменгі жағында г-тәрізді пішіндегі бірнеше түсірілмелі құбырлар өтеді (12-суретті қараңыз). Олардың төменгі жағына жинағыштар біріктіріледі (13-суреттегі 12 поз.қараңыз), олар қырланған буландырғыш құбырлар жүйесіне су жібереді (12-суреттегі 16 поз., 13 суреттегі 11 поз.). Су солардың бойымен көтеріледі де ары қарай буланады. Буландырғыш құбырлар жоғары жағынан 9 жинағыштармен біріктіріледі (13-сурет) және құбыр 8 бойынша бу-су қоспасы дағырағы 3 қайта келеді. Дағырада будың судан бөліну құбылысы жүреді, ол қайтадан түсірілмелі құбырларға келеді, ал құрғақ қаныққан бу 2 құбыр бойынша бу қыздырғышқа бағытталады.

Басқа да буландырғыш және жылытқыш беттері, 12-ші және 13-суретте көріп отырғанымыздай, сол сияқты орналасқан. Олардың айырмашылығы ол жерде қандай орта жүретінінде (бу немесе су) және беттіктер қанша құбыр құрайтынын білдіреді.



1.11-сурет. 1.10-суретте көрсетілген пайдаға асырғыш қазанның ішкі түрі.

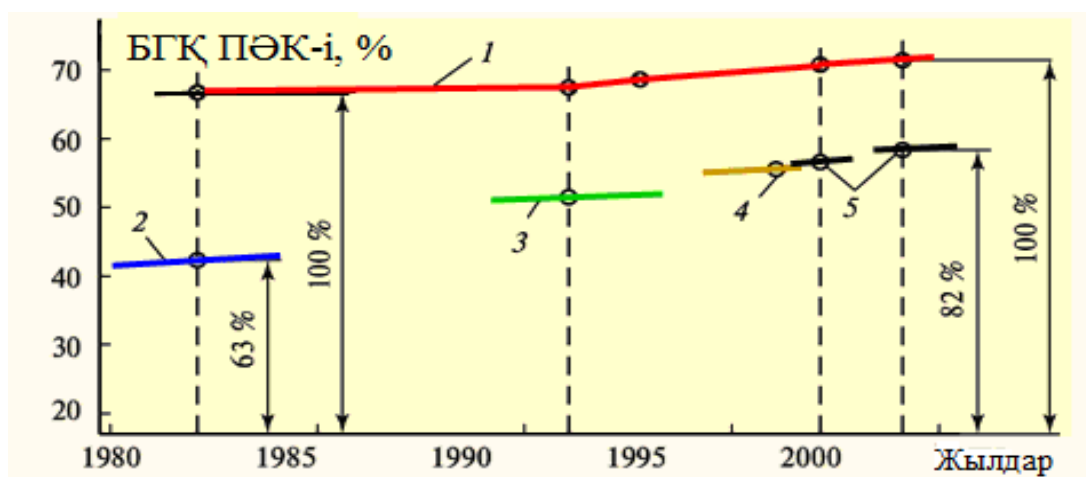
1.1.4. БГҚ артықшылықтары мен жетіспеушіліктері, шет елдік энергетикадағы олардың орны және даму тенденциясы

Бірақ осы уақытқа дейін БГҚ көптеген жетіспеушіліктері көрсетілген, сонда да олардың жетіспеушіліктерін айта отырып, артықшылықтарын тағы да айта кетеміз.

БГҚ нақты айқын артықшылықтары келесідей.

1. Бугазды қондырғы – ең үнемді қозғалтқыш, ол электр энергиясын өндіруге арналған. 1.11-суретте олардың дамуы бойынша БГҚ ПӘК-і өзгерісі көрсетілген. 1 қисық сызықта теориялық деп аталатын ПӘК-і болады, яғни максималды ПӘК-і және ол газ шығыры алдындағы температура деңгейіне жеткен кезде ғана алынады. ГШҚ бар бір контурлы БГҚ, оның бастапқы температурасы 1000°C , абсолютты ПӘК-і 42% пайыз болуы мүмкін, ол теориялық БГҚ ПӘК-тің 63% ғана құрайды. Аралық аса қыздырғышы бар үшконтурлы БГҚ ПӘК-і қазіргі кезде 60% жетті, ол теориялық мүмкін болатын деңгейдің 82% құрайды. ПӘК-ін жоғарылатуға болатыны туралы

мүмкіндік әлі де бар. Бірақ барлық мәселе, бұл жоғарылату қазіргі уақытта қанша құрайтынында.



1.11-сурет. Әртүрлі БГҚ үнемділігін теориялықпен салыстыру (Siemens фирмасының берілгендері бойынша)

2. Бу-газды қондырғы – экологиялық жағынан ең таза қозғалтқыш. Бірінші кезекте, оның ПӘК-і жоғары – себебі оның электр энергияға айналдыра алмаған отындағы барлық жылуы қоршаған ортаға шығарылады және оның жылулық ластануы басталады. Сондықтан БГҚ шығатын жылулық заттарын төмендету букүштікпен салыстырғанда сол дәрежеде болады, электр энергиясын өндіруге кететін отын шығысының төмендігі қандай болғандай.

Ары қарай БГҚ азот оксидінің (NO_x) шығысы әлдеқайда төмен, ол ГШҚ газ жағылатындықтан емес, көптеген букүштік ЖЭС көмірде жұмыс істейді, сондықтан энэргетикалық қазандардың ошақтарында диффузионды жағу әдісі қолданылады, оның ауа артықтығы жоғары және жоғары температура кезінде отын-ауалық қоспаның ұзақ келуінен.

3. Бу-газды қондырғының қозғалтқышы оңтайлылықты, ол жағынан тек автономды ГТҚ салыстырыла алады. ӨЖҚ потенциалды жоғары оңтайлылығы оның сұлбасындағы ГТҚ болуынан және жүктемесінің өзгерісі бірнеше минуттарда болады. БГҚ осы потенциалды оңтайлылық мүмкіншіліктер байпасты құбырмен қамтамасыз етілуі қажет. БГҚ терең жүктемелі үшін ол көпбілікті болуы қажет.

4. Букүштік және бугазды ЖЭС-ның бірдей қуаты кезінде БГҚ-ның салқындаған суды қолдануы екі есеге кем. Бұл БГҚ букүштік бөлігінің қуаты жалпы қуаттың 1/3 бөлігін құрайды, ал ГТҚ салқындаған суды қажет етпейді.

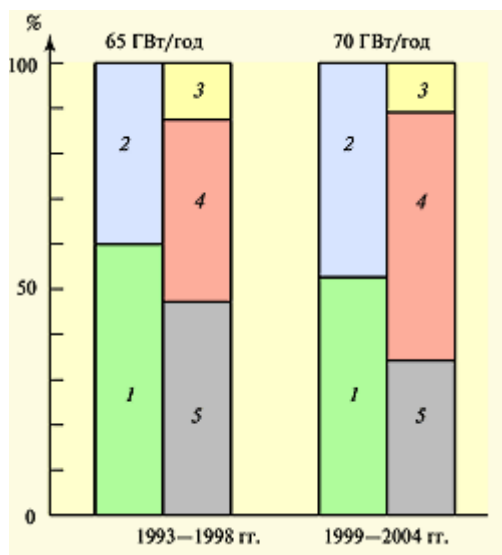
5. БГҚ қуатының орнатылған бірлігінің бағасы қолжетімді. Ол құрылыс бөлімінің аз өлшемділігіне, қиындатылған энэргетикалық қазандықтың, қымбат түгін мұржасының, қоректік судың жаңғыртулы жылыту жүйесінің болмауына, анағұрлым қарапайым бу шығыры мен сондай техникалық сумен қамтамасыздандыру жүйесі қолданылуына байланысты.

6. БГҚ құрылымдық айналымы аз. Бірбілікті БГҚ-ны сатылы енгізуге болады. Бұл қаржыландыру мәселесін жеңілдетеді.

Бугазды қондырғының негізінде жетіспеушіліктері аз, сондықтан нақты жабдық пен отынға қойылған талаптар мен шектеулер туралы айтқан дұрыс. Айтып отырған қондырғы, табиғи газды пайдаланады. Күрделі сұрыптағы сұйық және қатты отынды пайдалану үшін отынды дайындаудың күрделі жүйесі және пайда болған газды тазалауды қажет етеді, ол ПӘК-і төмендеуіне алып келеді (42-44% дейін). Сонымен, энергетика үшін пайдаланылатын газдың мөлшері Ресейде салыстырмалы түрде 60% құрайды және оның жартысы ЖЭО-да экологиялық құраулар бойынша пайдаланылады және ол БГҚ құру үшін барлық мүмкіншіліктері бар.

Батыстың белгілі фирмаларымен ГШҚ-ның кең номенклатурасы құрылған (3 кестені қараңыз), ол іс жүзінде тапсырыс берушілердің барлық талаптарын орындаушы және бұл ГШҚ БГҚ-ны құру үшін арналған.

Шет елдерде БГҚ құрылысы жақсы жүргізілуде. Оның тенденцияларын 1.12-суреттен көруге болады, ол жерде Siemens фирмасының жақын арадағы бес жылдықта дүниежүзілік тапсырыс берушілердің болжамы келтірілген. Жылуэнергетикалық қуатқа кететін жалпы жылдық тапсырыс 64-тен 70 ГВт дейін өседі. 1993-1998 жж. қуаты 20 МВт бу шығырының мөлшері 60% құрады, ал қуаты 50 МВт ГШҚ – 40% құрады. 1999-2004 жж. ГШҚ-ға берілген тапсырыс 48%-ға дейін өсті және БГҚ мөлшері 40-тан 52% дейін өсті. Бу шығырының мөлшері бірге өседі, бірақ олардың бір бөлігі, әрине БГҚ-да қолданылады. Сонымен бірге шындық агрегат ретінде автономды жұмыс істейтін ГШҚ мөлшері өзгеріссіз, сол 12% күйінде қалады. Мұның барлығы БГҚ құрылысы заманауи жылуэнергетикада жетістігі бар тенденция болып табылатынын көрсетеді.



1.12-сурет. Жабдыққа берілетін жылдық тапсырыс бойынша Siemens фирмасының болжамы.

Көрсеткіштері	Өндіруші фирма						"Т, таңбадағы турбина							
	ALSTOM	General Electric			Siemens Power Generation		Mitsubishi Heavy Industries							
	GT26	MS9001FA	MS9001FB	MS 9001H	SGT5-4000F (V94.3A)	SGT5-8000H	M701F	M701F3	M701F4	M701G1	M701G2	M701H	M701J	
Электрлік қуаты, МВт	281	255,6	268	320	265	375	234	270	278	271	334	350	460	
Электрлік ПӘК, %	38,3	36,9	-	-	38,5	40	36,6	38,2	38,7	38,7	39,5	39,7	-	
Сығымдағышты сығу дәрежесі	30: 1	16: 1	18,5: 1	23: 1	17: 1	19,2	16: 1	17: 1	18: 1	18: 1	21: 1	25: 1	-	
ГШ алдындағы температура, °C	-	1316	1371	1430	-	-	1350	1400	1425	1450	1500	1500	1600	
Шығар газдардың температурасы, °C	614	609	-	-	584	625	549	586	592	588	587	593	-	
Газ шығысы, кг/с	632	625		685	644	820	665	665	650	645	755	575	-	
Бір ГШ бар аралас жұмыс кезіндегі қуат, МВт	424	390,8	412,9	480	390	570	344	398	416,4	405	497	520	670	
Аралас жұмыс циклі кезіндегі ПӘК, %	58,3	56,7	58	60	57,3	>60	54,4	57,7	59	58,2	59,3	61	>60	

1.3-кесте. 50с-1 айналу жиілігі бар электрөндіргішті жеткізу үшін үлкен қуаттағы шет елдік ГШҚ көрсеткіші

1.2. Microsoft Excel бағдарламалануындағы екі контурлы бу-газды қондырғының жылулық сұлбасының есебі

1.2.1. Газшығырлы қондырғының жылулық есебі.

Көрсеткіш атауы	Өлшемі	Белгіленуі	Кейіптеме	Мәні	
1.Сыртқы ауаның температурасы	°C	$t_{ca}=t_1$	-	0	15
2. Сығымдағыштан кейінгі ауаның температурасы	°C	$t_{2(1)}$	-	415	460
3.Ауаның орташа температурасы	°C	$t_{aya.op}$	$(t_1 + t_2)/2$	207,5	237,5
4. $t_{op.aya}$ кезіндегі ауаның жылу сиымдылығы	ккал/кг °C	$C_p(aya)$	$C_{p1(aya)} + [C_{p2(aya)} - C_{p1(aya)}] * [(t_{op.a} - t)/100]$	0,24506	0,245975
5. $t_{op.aya}$ кезіндегі су буының жылу сиымдылығы	ккал/кг °C	$C_p(H_2O)$	$C_{p1(H_2O)} + [C_{p2(H_2O)} - C_{p1(H_2O)}] * [(t_{cp.a} - t)/100]$	0,46457	0,46800
6.Ауаның адиабаттық шамасы	-	m_a	$0,0686/C_{p(aya)}$	0,27993	0,27889
7. Су буының адиабаттық шамасы	-	m_6	$0,1102/C_{p(H_2O)}$	0,23721	0,23547
8.Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы	-	φ	-	0,75	0,75
9.Нысананың теңіз деңгейінен биіктігі	м	H	-	0	0
10.Сыртқы ауаның қысымы	кгс/см ²	p_{ca}	$0,00136 * 10^{2,88 - H/(18400 - 67 * t_{ca})}$	1,031666	1,031666
11. $t_{c.aya}$ кезіндегі қаныққан будың қысымы	кгс/см ²	$p_{s(ca)}$	$0,00136 * 10^{(156 + 8,12 * t_{ca}) / (236 + t_{ca})}$	0,006231	0,017390
12.Сыртқы ауаның ылғалдылығы	кг/кг	$d_{ca}=d_1$	$[0,622 * \varphi * p_{s(ca)}] / [p_{нВ} - \varphi * p_{s(ca)}]$	0,002830	0,007964
13. Қоспаның адиабаттық шамасы	-	m_k	$m_{св} + d_{ca} * m_6$	0,28060	0,28077

14. Сығымдағыштың адиабаттық ПӘК-і	-	η_k		0,86	0,86
15. Ауаның қысымын жоғарылату дәрежесі	-	π_k		20,1	20,1
16. Сығымдағыштан кейінгі ауаның температурасы	$^{\circ}\text{C}$	t_2	$t_{ca} + [(273 + t_{ca}) * \pi_k^{m_k - 1}] / \eta_k$	419	458

17. Сығымдағыштан кейінгі қабылданған және алынған ауа температурасының арасындағы айырмашылық	$^{\circ}\text{C}$	Δ	$<5 \quad \Delta = t_{2(1)} - t_2$	4	2
18. Сығымдағыштан кейінгі ауаның нақты температурасы	$^{\circ}\text{C}$	t_2		419	458
19. Сығымдағыш алдындағы ауаның қысымы	$\text{кгс}/\text{см}^2$	p_1	$p_{ca} * (1 - 0,009)$	1,022381	1,022381
20. Сығымдағыштан кейінгі ауаның қысымы	$\text{кгс}/\text{см}^2$	p_2	$p_1 * \pi_k$	20,549848	20,549848
21. Газ шығырының алдындағы газ қысымы	$\text{кгс}/\text{см}^2$	p_3	$p_2 * (1 - 0,045)$	19,625105	19,625105
22. Газ шығырынан кейінгі газ қысымы	$\text{кгс}/\text{см}^2$	p_4	$p_{ca} * (1 + 0,05)$	1,083249	1,083249
23. Газ шығырының алдындағы газ температурасы	$^{\circ}\text{C}$	t_3	-	1340	1340
24. Газ шығырының алдындағы газ температурасы	$^{\circ}\text{C}$	t_4	-	630	635
25. Газдың орташа температурасы	$^{\circ}\text{C}$	t_{op}	$(t_3 + t_4) / 2$	985	987,5

Отынның сипаттамасы:

Азот	%	N_2	-	0,1715	0,1715
Көміртек екі оксиді	%	CO_2	-	0,0039	0,0039
Метан	%	CH_4	-	87,6239	87,6239
Этан	%	C_2H_6	-	7,4477	7,4477
Пропан	%	C_3H_8	-	3,2482	3,2482
Изобутан	%	C_4H_{10}	-	0,4962	0,4962
Н-Бутан	%	C_4H_{10}	-	0,7268	0,7268
Изопентан	%	C_5H_{12}	-	0,1289	0,1289
Н-Пентан	%	C_5H_{12}	-	0,1092	0,1092
Гександар қоспасы	%	C_6H_{12}	-	0,0437	0,0437
Төменгі жану жылуы	ккал/м ³	$Q_{н(с)}$	-	9013	9013
	кДж/м ³			37764	37764
Отынның тығыздығы	кг/м ³	$\rho_{г.тл}$	-	0,842	0,842
Ауаның тығыздығы	кг/м ³	ρ_a	-	1,293	1,293

Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Белгіленуі	Кейіптеме	Мәні	
26. Ауаның теориялық қажетті мөлшері	м ₃ /м ₃	V _o	$0,0476 * ((1+4/4) * CH_4 + (2+6/4) * C_2H_6 + (3+8/4) * C_3H_8 + (4+10/4) * C_4H_{10} + (4+10/4) * C_4H_{10} + (5+12/4) * C_5H_{12} + (5+12/4) * C_5H_{12} + (6+12/4) * C_6H_{12})$	10,843	10,843
27. Ауаның теориялық қажетті мөлшері	кг/кг	L _{o кс}	$V_o * \rho_a / \rho_{г.тл}$	16,652	16,652
28. Азоттың теориялық көлемі	м ₃ /кг	V _{o N2}	$(0,79 * V_o + N_2 / 100) / \rho_{г.тл}$	10,176	10,176
29. Үш атомды газдардың көлемі	м ₃ /кг	V _{o O2}	$(0,01 * (CO_2 + 1 * CH_4 + 2 * C_2H_6 + 3 * C_3H_8 + 4 * C_4H_{10} + 4 * C_4H_{10} + 5 * C_5H_{12} + 5 * C_5H_{12} + 6 * C_6H_{12})) / \rho_{г.тл}$	1,409	1,409
30. Су буының теориялық көлемі	м ₃ /кг	V _{o H2O}	$(0,01 * ((1 * CH_4) / 2 + (2 * C_2H_6) / 2 + (3 * C_3H_8) / 2 + (4 * C_4H_{10}) / 2 + (4 * C_4H_{10}) / 2 + (5 * C_5H_{12}) / 2 + (5 * C_5H_{12}) / 2 + (6 * C_6H_{12}) / 2) + 0,0161 * V_o) / \rho_{г.тл}$	0,912	0,912
31. Азоттың тығыздығы	кг/м ₃	ρ _{N2}	-	1,257	1,257
32. Үш атомды газдардың тығыздығы	кг/м ₃	ρ _{RO2}	-	1,964	1,964
33. Су буының тығыздығы	кг/м ₃	ρ _{H2O}	-	0,804	0,804
34. Жану өнімдерінің теориялық мөлшері	кг/кг	L _{ог}	$(V_{o N_2} * \rho_{N_2} + V_{o RO_2} * \rho_{RO_2} + V_{o H_2O} * \rho_{H_2O}) / \rho_{г.тл}$	19,348	19,348
35. t ₃ кезіндегі изобаралық жылу сиымдылық N ₂	ккал/кг °С	C _{p(N2)}	1-ші кестеден	0,297	0,29742
36. t ₃ кезіндегі изобаралық жылу сиымдылық RO ₂	ккал/кг °С	C _{p(RO2)}	1-ші кестеден	0,31912	0,31982
37. t ₃ кезіндегі изобаралық жылу сиымдылық H ₂ O	ккал/кг °С	C _{p(H2O)}	1-ші кестеден	0,6402	0,6416

Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Белгіленуі	Кейіптеме	Мәні	
38. t_3 кезіндегі жану өнімдерінің изобаралық жылусиымдылығы	ккал/кг °C	$C_{p(r)}$	$(\rho_{N_2} * V_{o_{N_2}} * C_{p(N_2)} + \rho_{RO_2} * V_{o_{RO_2}} * C_{p(RO_2)} + \rho_{H_2O} * V_{o_{H_2O}} * C_{p(H_2O)}) / (\rho_{N_2} * V_{o_{N_2}} + \rho_{RO_2} * V_{o_{RO_2}} + \rho_{H_2O} * V_{o_{H_2O}})$	0,31620	0,31671
39. t_2 кезіндегі ауаның изобаралық жылусиымдылығы	ккал/кг °C	$C_{p(ауа)}$	1-ші кестеден	0,2563	0,2585
40. Жану камерасының ПӘК-і	-	$\eta_{жк}$	1-ші кестеден	0,985	0,985
41. Артық ауа коэффициенті	-	$\alpha = \alpha_{г.т}$	$(Q_{н(с)} * \eta_{кк} / 4,19 - C_{p(г)} * t_3 + C_{p(ауа)} * t_3) / ((C_{p(ауа)} * t_3 - C_{p(ауа)} * t_2) * L_{окс})$	1,922	1,986
42. t_2 кезіндегі ауаның энтальпиясы	кДж/кг	$I_{o_{a(2)}}$	1-ші кестеден	7203	7870
43. t_3 кезіндегі ауаның энтальпиясы	кДж/кг	$I_{o_{a(3)}}$	1-ші кестеден	25013	25013
44. t_3 кезіндегі жану өнімдерінің энтальпиясы	кДж/кг	$I_{o_{г(3)}}$	1-ші кестеден	25542	25542
45. КС артық ауа коэффициенті	-	$\alpha_{кк}$	$(Q_{н(с)} * \eta_{жк} + I_{o_{a(3)}} - I_{o_{г(3)}}) / (I_{o_{a(3)}} - I_{o_{a(2)}})$	2,451	2,546
46. Сығымдағыш арқылы шығатын құрғақ ауа шығысы	кг/с	$G_{кв}$	$V_{p_{кк}} * \alpha = \alpha_{г.т} * L_{о_{кк}}$	740	740
48. Салқындатуға кететін ауаның салыстырмалы шығысы	-	$g_{сал}$	-	0,06	0,06
49. Ағыстағы ауаның салыстырмалы шығысы	-	$g_{ут}$	-	0,0075	0,0075
49. Ағыстағы ауаның салыстырмалы шығысы	-	$g_{ут}$	-	0,0075	0,0075
50. КС құрғақ ауа шығысы	кг/с	$G_{ккв}$	$G_{кв} * (1 - g_{ут} - g_{сал})$	690	690

Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Белгілеуі	Кейіптеме	Мәні	
51. Газ шығыры арқылы шығатын газ шығысы	кг/с	G_T	$V_{p_{кc}} * \rho_{г.тл} + G_{кc в}$	731	734
52. Газ шығырынан кейінгі газ шығысы	кг/с	G_T	$G_T * (1 + g_{сал})$	775	778
53. КС кететін отын шығысы	кг/с	$V_{p_{кc}}$	$G_{кc в} / (\alpha = \alpha_{г.т} * L_0_{кc})$	16,91	16,28
	°C	t_{cp}	$t_3 + t_4 / 2$	985,00	987,50
54. t_{op} кезіндегі изобаралық жылусиымдылық N_2	ккал/кг °C	$C_{p(N_2)}$	2-ші кестеден	0,286905	0,287475
55. t_{op} кезіндегі изобаралық жылусиымдылық RO_2	ккал/кг °C	$C_{p(RO_2), CO_2}$	2-ші кестеден	0,30753	0,30834
56. t_{op} кезіндегі изобаралық жылусиымдылық H_2O	ккал/кг °C	$C_{p(H_2O)}$	2-ші кестеден	0,59064	0,59160
57. t_{op} кезіндегі N_2 үшін адиабаттық шама	-	m_{N_2}	$0,0705 / C_{p(N_2)}$	0,24712	0,24524
58. t_{op} кезіндегі RO_2 үшін адиабаттық шама	-	m_{RO_2}	$0,0451 / C_{p(RO_2), CO_2}$	0,14665	0,14627
59. t_{op} кезіндегі H_2O үшін адиабаттық шама	-	m_{H_2O}	$0,1102 / C_{p(H_2O)}$	0,18658	0,18627
60. t_{op} кезіндегі жану өнімдері үшін адиабаттық шама	-	m_T	$(\rho_{RO_2} * V_{o_{RO_2}} * m_{RO_2} + \rho_{N_2} * V_{o_{N_2}} * m_{N_2} + \rho_{H_2O} * V_{o_{H_2O}} * m_{H_2O}) / (\rho_{RO_2} * V_{o_{RO_2}} + \rho_{N_2} * V_{o_{N_2}} + \rho_{H_2O} * V_{o_{H_2O}})$	0,22733	0,22578
61. t_{op} кезіндегі ауаның изобаралық жылусиымдылығы	ккал/кг °C	$C_{p(ауа)}$	2-ші кестеден	0,28245	0,28274
Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Белгілеуі	Кейіптеме	Мәні	

62. t_{op} кезіндегі ауаның жануы үшін адиабаттық шама	-	m_B	$0,0686/C_{p(ауа)}$	0,24287	0,24263
63. t_{op} кезіндегі газдың адиабаттық шамасы	-	m_T	-	0,23421	0,23351
64. Газ шығырындағы газдың кеңею дәрежесі	-	Σ	p_3/p_4	18,1169	18,1169
65. Газ шығырының алдындағы адиабаттық ПӘК-і	-	η_T	-	0,89	0,89
66. Газ шығырынан кейінгі газдың температурасы	$^{\circ}C$	t_4	$t_3-t_3*(1*1/\sigma^{(m_r)})*\eta_T$	633	634
67. Газ шығырынан кейінгі қабылданған және алынған газ температурасының арасындағы айырмашылық	$^{\circ}C$	Δ	t_4-t_4	-3	1
68. Газ шығырынан кейінгі газдың нақты температурасы	$^{\circ}C$	t_4	t_4-273	633	634
69. Сығымдағыштың ішкі қуаты	кВт	N_{ik}	$C_{p(ауа)}*(t_2-t_{ca}=t_1)*G_{KB}*4,19$	320101	342543
70. t_{op} кезіндегі жану өнімдерінің изобаралық жылусиымдылығы	ккал/кг $^{\circ}C$	$C_{p(r)}$	$(\rho_{RO_2}*V_{oRO_2}*C_{p(RO_2,CO_2)}+\rho_{N_2}*V_{oN_2}*C_{p(N_2)}+\rho_{H_2O}*V_{oH_2O}*C_{p(H_2O)})/(\rho_{RO_2}*V_{oRO_2}+\rho_{N_2}*V_{oN_2}+\rho_{H_2O}*V_{oH_2O})$	0,30407	0,30470
71. t_{op} кезіндегі газдың изобаралық жылусиымдылығы	ккал/кг $^{\circ}C$	$C_{p(r)}$	$(L_{o_r}*C_{p(r)}+(\alpha=\alpha_{r,T}-1)*L_{o_{kc}}*C_{p(ауа)})/(L_{o_r}+(\alpha=\alpha_{r,T}-1)*L_{o_{kc}})$	0,29451	0,29462
72. Газ шығырының ішкі қуаты	кВт	$N_{igr.ш}$	$(C_{p(r)}*G_r*(t_3-t_4)*3,6)0,86$	637240	638787
73. Сығымдағыштың механикалық ПӘК-і	-	$\eta_{сығ}$	-	0,99	0,99

Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Белгіленуі	Кейіптеме	Мәні	
74. Газ шығырының механикалық ПӘК-і	-	$\eta_{г.ш.м}$	-	0,995	0,995
75.Электрөндіргіштің ПӘК-і	-	$\eta_{эг}$	-	0,985	0,985
76.ГШҚ электрлік қуаты	кВт	$N_{г.ш.эл}$	$(N_{г.ш} * \eta_{г.ш.м} - N_{ик}) * \eta_{эг}$	306059	285246
77.Шығыс газдарындағы ауаның артықтық коэффициенті	-	$\alpha_{г.ш.шығ}$	$(G_{кв} * (1 - g_{ут})) / (L_{окс} * B_{ркс})$	2,609	2,710
78.Газ шығырынан кейінгі шығар газдың температурасы	°C	$t_{г.ш.шығ}$	$(G_T * (t_4 + g_{сал} * t_2)) / G_T$	621	624
79.Газ шығырынан кейінгі газдың тығыздығы	кг/м3	$\rho_{г.ш.шығ}$	$(\rho_{RO2} * V_{oRO2} + \rho_{N2} * V_{oN2} + \rho_{H2O} * V_{oH2O} + (\alpha_{г.ш.шығ} - 1) * V_o) / (V_{oRO2} + V_{oN2} + V_{oH2O} + \alpha_{г.ш.шығ} * V_o)$	0,827	0,832
80.Газ шығырынан кейінгі газдардағы оттектің көлемдік мөлшері	%	O_2	$((21 * (\alpha_{г.ш.шығ} - 1) * L_{окс}) / (1 + \alpha_{г.ш.шығ} * L_{окс})) * (\rho_{г.ш.шығ} / \rho_a)$	8,1	8,3
81. Газ шығырының ПӘК-і	%		$N_{г.т.эл} / (Q_{н(с)} / \rho_{г.тл} * B_{ркс}) * 100$	40,36	39,08

1.2.2. Пайдаға асырғыш қазанның жылулық есебі

1.2.3. Құрамдастырылған энергетикалық қондырғыны есептеу әдісі

1. Бу-газды қондырғының жылулық есебіне арналған бастапқы берілгендер Нұсқаны есептеу алдында келесідей шамалар белгілі немесе таңдалынуы қажет.

1. Бу-газды қондырғының (БГҚ) жылулық сұлбасы: бу шығырлы қондырғыны қоректендіретін газ шығырлы қондырғының (ГШҚ) және пайдаға асырғыш қазанның (ПАҚ) саны; бу шығырлы қондырғының түрі (шықтағышты шығыры және қарсы қысымды немесе жылуландырулық шығыры бар); қыздыратын будағы газсыздандырғышты қоректендіру сұлбасы; пайдаға асырғыш қазанның түрі (бір, екі немесе үш контурлы).

2. Қалыпты тәртіп үшін ГШҚ түрлері мен барлық сипаттамалары. Ережеге сай, ГШҚ номенклатураға сай таңдалынады. ГШҚ үшін келесідей көрсеткіштер таңдалынуы немесе белгілі болуы қажет: бу шығысы G_r , температурасы θ_d және ГШҚ шығар газдарының энтальпиясы h_d ; $N_{\text{ГШҚ}}$ өндіргіш клеммасындағы ГШҚ қалыпты қуаты; ГШҚ-ның абсолютті электрлік ПӘК-і $\eta_{\text{ГШҚ}}$, газдардың жылуфизикалық құрамы, сонымен қатар қоршаған ортаның көрсеткіштері (барометрлік қысымы, температурасы).

3. Шықтағыштағы қысым $p_{\text{ш}}$, ($p_{\text{ш}}=3,5-5$ кПа, шығырының кеңею құбылысының соңындағы рұқсатты бу ылғалдылығы $u_k < 10\%$).

4. Бу шығырындағы кеңею құбылысы толығымен есептеліп болған соң ҚҚ контурындағы қысым және БШҚ-ның жылулық сұлбасының барлық көрсеткіштері мен соңғы ылғалдылық таңдалынады.

Үнемі бірконтурлы БШҚ үшін $p_0=3-5$ МПа қысымға тең, екі контурлы үшін $p_0^{\text{жк}}=5-7$ МПа, $p_0^{\text{тк}}=0,5-0,7$ МПа.

Нақты температура кезінде ГШҚ кейінгі мұндай көрсеткіштер қажетті ылғалдылықты және БШҚ үнемділік көрсеткіштерін қамтамасыз етеді, олар тиімдігі жақын.

Жылулық сұлба есебінің нәтижесінде келесілер алынуы қажет:

- барлық жол бойынша бу және су көрсеткіштері (қысым, температуралар, ылғалдылық, энтальпиялар және шығындар);

- шығырдағы бу кеңею құбылысы, бу шығырының бөліктерінің ПӘК-і және оның қуаты, ішкі салыстырмалы ПӘК-і;

- бу шығырлы қондырғының абсолютті электрлік ПӘК-і;

- пайдаға асырғыш қазан ПӘК-і;

- бу-газды қондырғысының ПӘК-і;

Есептеуді орындар алдында температурадан θ тәуелді I_r газдар энтальпиясының тәуелділігін тұрғызу мақсатты, ол отынның химиялық құрамынан ауаның артықтық коэффициентін анықтаушы.

Екі контурлы құрамдастырылған энергетикалық қондырғының есебі

Жылулық сұлбада екі бірдей ГШҚ, екі бірдей ШГҚ бар ҚҚ, газсыздандырғыш және өңделген буды шықтандыратын бу шығыры болады (Жылулық сұлба А қосымшасында). Газсыздандырғыш жинағыштағы бумен қоректенеді, оған екі ҚҚ-дағы төменгі қысымдағы контурдың құбырлары жалғастырылған. Параллель жұмыс істейтін екі ГШҚ өзінің ҚҚ-на шығар газдарды жібереді. Екі ҚҚ-ның жоғары қысымды контурынан шығатын аса қызған будың ағындары жалпы жинағышта араласады да, бу шығырына беріледі. Төменгі қысымның контурынан шығатын бу ағындары, сонымен қатар бір-бірімен араласып, ТҚБ алдында орналасқан араласу камерасына беріледі.

Әр ГШҚ келесідей сипаттамалар болады:

-электрлік қуаты $N_{э}$;

-шығар газдар шығыны $G_{г}$;

-газдардың шығысындағы температурасы $\theta_{д}$.

3. ГШҚ шығар газдарында атмосфералық ауа қоспасы және таза жану өнімдері болады. Температурадан тәуелді газдардың энтальпиялары көрсетілген әдіс бойынша алынған.

4. сыртқы ауаның температурасы, қысым $p_{ішкі}$.

5. шықтағыштағы қысым $p_{ш}$; рұқсатты ылғалдылық $u_{к}$;

6. ҚҚ контурындағы қысым: $p_0^{жк}$, $p_0^{тк}$.

7. Газсыздандырғыштағы қысым $p^Г$.

Бу және су энтальпияларын [4] кесте бойынша анықтаймыз. Қажетті температуралық ағындарды есептеу барысында беріп отырамыз.

Ары қарай есептеулерді пайдаға асырғыш қазандағы гидравликалық кедергілердің әсерінен қысым құламасын төмендеуін ескермеуге болады және де сорғыдағы қысымның көтерілінің әсерінен судың энтальпиясы мен температурасы өседі.

Пайдаға асырғыш қазанның есебі

Сұлбаға байланысты, ҚҚ-ның әртүрлі элементтеріне сәйкесті жылулық және материалдық теңестік теңдеуін құрамыз. Сонымен бір ҚҚ-ның бу қыздырғышының беттіктеріне және жоғары қысымды буландырғышына арналған жылулық теңесулік теңдеу келесідей болады

$$G_{г} * (I_{д} - I_{сү}^{жк}) = G_{п}^{жк} * (h_0^{жк} - h_{сү}^{жк}) \quad (2.1)$$

мұнда $G_{г}$ – бір ГШҚ шығатын газ шығысы; $I_{д}$ – ГШҚ шығатын газ энтальпиясы; $h_0^{жк}$ – $p_0^{жк}$ және $t_0^{жк}$ кезіндегі жоғары қысымды бу қыздырғыштан шығатын бу энтальпиясы; $h_{эк}^{жк}$ – жоғары қысымды су үнемдегіш шығысындағы су энтальпиясы ($p_0^{жк}$ кезіндегі қанығу жағдайында).

$\Delta t_{сү}, ^\circ\text{C}$ температуралық ағынды таңдап және $t_s, ^\circ\text{C}$ анықтап, газдар температурасын анықтаймыз:

$$\theta_{эк}^{жк} = (t_s + \delta t_{сү}), ^\circ\text{C} \quad (2.2)$$

$\theta_{сү}^{жк}$ бойынша $I_{эк}^{вд}$ жоғары қысымды су үнемдегіш алдындағы газдар энтальпиясын шығар газдар энтальпиясының тәуелділік диаграммасынан анықтаймыз.

Ары қарай (2.1) теңдеуден бір ҚҚ өндірілетін жоғары қысымды бу шығысын анықтаймыз:

$$G_6^{жк} = G_r \cdot (I_d - I_{cv}^{жк}) / (h_0^{жк} - h_{cv}^{жк}) \text{ кг/с} \quad (2.3)$$

Жоғары қысымды контурдың сулық үнемдегішінің жылулық теңестігі:

$$G_r \cdot (I_{cv}^{жк} - I_{шығ}^{жк}) = G_6^{жк} \cdot (h_{cv}^{жк} - h_d) \quad (2.4)$$

мұнда h_d - газсыздандырғыштан келетін қорек судың энтальпиясы (p^r газсыздандырғыштағы қысым бойынша анықталады);

$I_{шығ}^{жк}$ - ЖҚ контурының жылуалмастырғышынан шығатын газ энтальпиясы (жоғары қысымды контурдың сулық үнемдегішінен кейінгі газ энтальпиясы), ол төмендегі формула бойынша анықталады:

$$I_{шығ}^{жк} = I_{cv}^{жк} - G_6^{жк} \cdot (h_{cv}^{жк} - h_r) / G_r \text{ кДж/кг} \quad (2.5)$$

Диаграммадағы $I_{шығ}^{жк}$ бойынша газдың температурасы $\theta_{шығ}^{жк}$.

ҚҚ төменгі қысымды контурының бу қыздырғыш және буландырғыш беттіктері үшін жылулық теңестік:

$$G_r \cdot (I_{шығ}^{жк} - I_{шгк}) = G_6^{тк} \cdot (h_o^{тк} - h_{cv}^{тк}) \quad (2.6)$$

мұнда $I_{шгк}$ - ШГҚ кірісіндегі газдардың энтальпиясы диаграмма бойынша температурамен (225 °С) анықталады:

$$\theta_o^{тк} = (t_s + \delta t^{тк}) \text{ °С} \quad (2.7)$$

мұнда $\delta t^{тк}$ - нүктедегі температуралық тегеурін ($\delta t^{тк} = 20 \text{ °С}$ мәніне тең деп қабылдаймыз).

Төменгі қысымды контурдың ($h_o^{тк}$) шығысындағы бу энтальпиясы контурдағы $p_o^{тк}$ қысым және температура бойынша анықталады:

$$t_o^{тк} = \theta_{шығ}^{жк} - \delta t_o^{тк} \text{ °С} \quad (2.8)$$

мұнда $\delta t_o^{тк}$ - температуралық тегеурін (ұсынылатын мәні $\delta t_o^{тк} = 30 \text{ °С}$).

Төменгі қысым контурының дағырасындағы су энтальпиясы $h_6^{тк}$, $p_o^{тк}$ кезіндегі қанығу күйімен анықталады кДж/кг .

(2.6) теңдеуден ҚҚ төменгі қысым контуры арқылы кететін бу шығысын анықтаймыз:

$$G_6^{тк} = G_r \cdot (I_{шығ}^{жк} - I_{шгк}) / (h_o^{тк} - h_6^{тк}) \text{ кг/с.} \quad (2.9)$$

Қорек судың температурасы бойынша ШГҚ кірісіндегі $h_{кc}$ энтальпиясын анықтаймыз.

ШГҚ және газсыздандырғыштағы шықтың бірқалыпты деп ескерсек, онда ШГҚ кейінгі су температурасы $t_{шгк}$ тең болады. Берілген температура бойынша ШГҚ кейінгі $h_{шгк}$ энтальпиясын табамыз.

Газсыздандырғышқа арналған жылулық теңестіктен:

$$[2 \cdot (G_6^{жк} + G_6^{жк}) - G^d] \cdot h_{шгк} + G^r \cdot h_o^{тк} = 2(G_6^{тк} + G_6^{тк}) \cdot h_r \quad (2.10)$$

Газсыздандырғышқа кететін бу шығысын табамыз:

$$G^{\Gamma} = 2(G_6^{\text{TK}} + G_6^{\text{ЖК}}) \cdot (h_{\Gamma} - h_{\text{ШГК}}) / (h_0^{\text{TK}} - h_{\text{ШГК}}) \text{ кг/с.} \quad (2.11)$$

Жылулық теңестік теңдеуі шықтағыштағы шықтың араласу нүктесі және рециркуляция сызығы үшін келесідей болады:

$$[2 \cdot (G_6^{\text{TK}} + G_6^{\text{ЖК}}) - G^{\Gamma}] \cdot h_{\text{Ш}} + G^{\text{P}} h_{\text{ШГК}} = [2 \cdot (G_6^{\text{TK}} + G_6^{\text{ЖК}}) - G^{\Gamma} + G^{\text{P}}] \cdot h_{\text{КС}} \quad (2.12)$$

мұнда $h_{\text{Ш}} - p_{\text{Ш}}$ кезіндегі қанығу күйіндегі шықтың энтальпиясы.
(2.12) теңдеуден рециркуляция шығысын табамыз:

$$G^{\text{P}} = [2 \cdot (G_6^{\text{TK}} + G_6^{\text{ЖК}}) - G^{\Gamma}] \cdot (h_{\text{КС}} - h_{\text{Ш}}) / (h_{\text{ШГК}} - h_{\text{КС}}) \text{ кг/с} \quad (2.13)$$

ШГҚ арналған жылулық теңестіктен:

$$G_{\Gamma} \cdot (I_{\text{ШГК}} - I_{\text{ШЫҒ}}) = (G_6^{\text{ЖК}} + G_6^{\text{TK}} - G^{\text{Д}}/2 + G^{\text{P}}/2) \cdot (h_{\text{ШГК}} - h_{\text{КС}}) \quad (2.14)$$

ҚҚ шығар газдар энтальпиясын табамыз:

$$I_{\text{ШЫҒ}} = I_{\text{ШГК}} - (G_6^{\text{ЖК}} + G_6^{\text{TK}} - G^{\text{Д}}/2 + G^{\text{P}}/2) \cdot (h_{\text{ШГК}} - h_{\text{КС}}) / G_{\Gamma} \text{ кДж/кг} \quad (2.15)$$

$I_{\text{ШЫҒ}}$ бойынша шығар газдар температурасын $\theta_{\text{ШЫҒ}}$ °С табамыз

ҚҚ ПЭК-і келесі формула бойынша анықталады:

$$\eta_{\text{КК}} = (I_{\text{Д}} - I_{\text{ШЫҒ}}) / (I_{\text{Д}} - I_{\text{А}}) \% \quad (2.16)$$

мұнда $I_{\text{А}}$ кДж/кг – сыртқы ауаның энтальпиясы $t_{\text{са}}$ °С.

Бу шығырлы циклға ГШҚ газдарымен берілетін жылу келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{\text{газ}} = 2 \cdot G_{\Gamma} \cdot (I_{\text{Д}} - I_{\text{ШЫҒ}}) \text{ МВт} \quad (2.17)$$

Бумен алынатын жылу келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{\text{бу}} = 2 \cdot G_6^{\text{ЖК}} \cdot h_0^{\text{ЖК}} + (2 \cdot G_6^{\text{TK}} - G^{\text{Д}}) \cdot h_0^{\text{TK}} - [2 \cdot (G_6^{\text{ЖК}} + G_6^{\text{TK}}) - G^{\text{Д}}] \cdot h_{\text{К}} \text{ МВт.} \quad (2.18)$$

Ары қарай, бір ҚҚ жылулық қуаты орташа мәнге тең болады

$$Q_{\text{КК}} = ((Q_{\text{газ}} + Q_{\text{бу}}) / 2) / 2 \text{ МВт.}$$

Бір ҚҚ жеке элементіндегі суға жеткізілетін жылу:

-ШГҚ үшін:

$$Q_{\text{ШГК}} = (G_6^{\text{ЖК}} + G_6^{\text{ЖК}} - G^{\text{Д}}/2 + G^{\text{P}}/2) \cdot (h_{\text{ШГК}} - h_{\text{КС}}) \text{ кВт;} \quad (2.19)$$

-төменгі қысымды буландырғыш үшін:

$$Q_{\text{бул}}^{\text{TK}} = G_6^{\text{TK}} \cdot I^{\text{TK}} \text{ кВт} \quad (2.20)$$

мұнда $r^{TK} - p_0^{TK}$ қысымы бойынша анықталатын булану жылуы;

-төменгі қысымды буқыздырғыш үшін:

$$Q_{пп}^{TK} = G_{п}^{TK} * (h_o^{TK} - h_s^{TK}) \text{ кВт} \quad (2.21)$$

мұнда $h_s^{TK} - p_0^{TK}$ қысымы кезіндегі қаныққан бу энтальпиясы;

-жоғары қысымды сулық үнемдегіш үшін:

$$Q_{сү}^{ЖК} = G_{п}^{ЖК} * (h_{сү}^{ЖК} - h_r) \text{ кВт} \quad (2.22)$$

- жоғары қысымды буландырғыш үшін:

$$Q_{бул}^{ЖК} = G_{ж}^{ЖК} * r^{ЖК} \text{ кВт} \quad (2.23)$$

мұнда $r^{ЖК} - p_0^{ЖК}$ қысым бойынша анықталатын булану жылуы;

-жоғары қысымды буқыздырғыш үшін:

$$Q_{бқ}^{ЖК} = G_{б}^{ЖК} * (h_o^{ЖК} - h_s^{ЖК}) \text{ кВт} \quad (2.24)$$

мұнда $h_s^{ЖК} - p_0^{ЖК}$ қысым кезіндегі қаныққан будың энтальпиясы.

Ары қарай сәйкесті салыстырмалы шамалар анықталады:

$$\begin{aligned} q_{шгк} &= Q_{шгк} / Q_{кк}, \\ q_{бул}^{TK} &= Q_{бул}^{TK} / Q_{кк}, \\ q_{бқ}^{TK} &= Q_{бқ}^{TK} / Q_{кк}, \\ q_{сү}^{ЖК} &= Q_{сү}^{ЖК} / Q_{кк}, \\ q_{бул}^{ВД} &= Q_{бул}^{ВД} / Q_{кк}, \\ q_{бқ}^{ЖК} &= Q_{бқ}^{ЖК} / Q_{кк}. \end{aligned}$$

Бу шығырының жуықтау есебі

Бу шығырының ішкі салыстырмалы ПӘК-і есебі жуықталған формула бойынша екі сатыға бөлінеді.

1) Жоғары қысым бөлігінің ПӘК-і анықтаймыз (ҚҚ төменгі қысымды контурынан шығатын бу ағынымен араласуға дейінгі) $\eta_{oi}^{ЖК}$, сонымен қатар араласу камера кірісіндегі бу ағынының көрсеткіштері, содан кейін араласу камерасындағы будың көрсеткіштері.

2) Төменгі қысым бөлігінің ішкі салыстырмалы ПӘК-і η_{oi}^{TK} есептейміз (араласу камерасынан шықтағышқа дейінгі).

$h-s$ –диаграммасындағы шығырдың бу кеңею құбылысының сұлбалық қағидасы төмендегі суретте көрсетілген.

Бу шығыры кедергілеуші бу бөлгішпен жасалған болсын. Онда $\eta_{oi}^{ЖК}$ мәнін шамаластырылған эмпирикалық формула бойынша есептелеуге болады. Бу шығыры дроссельденген бу таралуымен болсын. Онда $\eta_{oi}^{ЖК}$

$$\eta_{oi}^{жкк} = (0,92 - 0,2/(2*G_6^{жкк} * v_{op})) * (1 + (H_0^{жкк} - 7*10^2) / 2*10^4) * k_{вл} \quad (2.25)$$

мұнда $v_{op} = (v_0 * v_z)^{0,5}$ м³/кг;

$H_0^{жкк}$ кДж/кг – сатылар тобының таралған жылу құламалары;

$k_{вл} = 1$ (сатылар тобы аса қызған бумен жұмыс істейді).

$h-s$ – диаграммасын қолдана отырып, турбина кірісіндегі будың меншікті көлемін $v_0 = 0,07$ м³/кг және ЖҚБ-нің шығысындағы будың меншікті көлемін $v_z = 0,45$ м³/кг табамыз.

Пайдаланылған жылу құламасы келесі формуламен анықталады:

$$H_i^{жкк} = H_0 * \eta_{oi}^{жкк} = 661 * 0,871 = 575,731 \text{ кДж/кг} \quad (2.26)$$

ЖҚБ шығысындағы будың энтальпиясы:

$$h_k^{жкк} = h_0^{жкк} - H_i^{жкк}, \text{ кДж/кг} \quad (2.27)$$

ТҚБ алдындағы будың энтальпиясы төмендегі формуламен анықталады:

$$h_{см}^{тк} = (2*G_6^{тк} * h_k^{тк} + (2*G_6^{тк} - G^д) * h_0^{тк}) / (2*(G_6^{жкк} + G_6^{тк}) - G^г); \text{ кДж/кг} \quad (2.28)$$

$h_{см}^{тк}$ және $p_0^{тк}$ бойынша $t_0^{тк}$ °С температурасын табамыз.

ТҚ ПӘК-і есебі үшін эмпирикалық тәуелділікті пайдаланамыз

$$\eta_{oi}^{тк} = 0,87 * (1 + (H_0^{тк} - 400) / 10^4) * k_{вл} - \Delta H_{вс} / H_0^{тк} \quad (2.29)$$

мұнда $H_0^{тк} = 728,5$ кДж/кг- шығыс жылдамдығы бар $\Delta H_{вс}$ шығындарындағы таралған жылуқұлама, оны келесідей эмпирикалық формула бойынша анықтауға болады

$$H_{вс} = 0,5 * 10^{-3} * ((G_k v_z)^2 * (1 - 0,1/\theta_z - 1)), \quad (2.30)$$

мұнда $\theta_z = d_z / l_z$, ЛМЗ стандартты сатылары үшін сызбақ бойынша [4]. Будың көлемдік шығысын анықтап, l_z соңғы сатыдағы жұмыстық қалақшаларының ұзындығын анықтаймыз.

ТҚБ шығысындағы бу шығысын табамыз:

$$G_{\Sigma} = (2*(G_6^{жкк} + G_6^{тк}) - G^д) \text{ кг/с} \quad (2.31)$$

ТҚБ шығысындағы будың көлемдік шығысы:

$$G_v = G_{\Sigma} * v_k, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.32)$$

мұнда v_k м³/кг- будың көлемдік шығысы, $h-s$ диаграммада p_k қысымы бойынша және ТҚБ кірісіндегі будың белгілі бастапқы көрсеткіші бойынша анықталады.

Ылғалдылықтың әсерін ескеретін коэффициент келесі формула бойынша анықталады:

$$k_{\text{вл}} = 1 - 0,4 * (1 - \gamma_{\text{вл}}) * (\gamma_o + \gamma_z) * (H_o^{\text{вл}} / H_o^{\text{гп}}) \quad (2.33)$$

мұнда $H_o^{\text{тк}}$ кДж/кг, $H_o^{\text{вл}}$ кДж/кг - ылғалды бу аймағындағы таралған жылу құлама (h-s – диаграммасы бойынша), құбылыс басындағы ылғалдылық $\gamma_o = 0$, кеңею құбылысы соңында бірінші жуықтауға сүйенеміз $\gamma_z = 0,1$;

ТҚЦ ПӘК-і келесі формула бойынша анықталады:

$$\eta_{oi}^{\text{тк}} = 0,87 * (1 + (H_o^{\text{тк}} - 400) / 10^4) * k_{\text{вл}} - \Delta H_{\text{вс}} / H_o^{\text{тк}} \quad (2.34)$$

ТҚЦ пайдаланылған жылу құламасы келесі формуламен анықталады:

$$H_i^{\text{тк}} = H_o \eta_{oi}^{\text{тк}}, \text{ кДж/кг} \quad (2.35)$$

Сонда кеңею құбылысының соңындағы бу энтальпиясы тең болады:

$$h_k^{\text{тк}} = h_{\text{см}}^{\text{тк}} - H_i^{\text{тк}}, \text{ кДж/кг} \quad (2.36)$$

h-s- диаграммасы бойынша бу кеңею құбылысының соңындағы γ ылғалдылықты табамыз.

Бу шығырының ішкі қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$N_i^{\text{бш}} = 2 * G^{\text{жк}} * H_o^{\text{жк}} * \eta_{oi}^{\text{жк}} + (2 * (G^{\text{жк}} + G^{\text{тк}}) - G^{\text{г}}) * H_o^{\text{тк}} * \eta_{oi}^{\text{тк}}, \text{ кВт} \quad (2.37)$$

Бу шығырының таралатын қуаты келесі формула бойынша анықталады:

$$N_o^{\text{бш}} = 2 * G^{\text{жк}} * H_o^{\text{жк}} + (2 * (G^{\text{жк}} + G^{\text{тк}}) - G^{\text{д}}) * H_o^{\text{тк}}, \text{ кВт} \quad (2.38)$$

Бу шығырының қуатты салыстырмалы ішкі ПӘК-і төмендегі формула бойынша анықталады:

$$\eta_{oi}^{\text{бш}} = N_i^{\text{бш}} / N_o^{\text{бш}} \quad (2.39)$$

БГҚ экономикалық көрсеткіштерін анықтау

БШҚ – ның абсолютті ішкі ПӘК-і келесі формуламен анықталады:

$$\eta_i^{\text{бшк}} = N_i / Q_{\text{жк}} \quad (2.40)$$

БКҚ-дың абсолютты электрлік ПӘК-і келесі формула бойынша анықталады:

$$\eta_э^{\text{бкк}} = \eta_i^{\text{бшк}} * \eta_{\text{жк}} * \eta_{\text{м}} * \eta_{\text{эг}} \quad (2.41)$$

БГҚ электрлік қуаты анықталады:

$$N_э^{\text{бгк}} = 2 * N_э^{\text{гшк}} + N_i^{\text{бш}} * \eta_{\text{м}} * \eta_{\text{эг}}, \text{ МВт} \quad (2.42)$$

ГШҚ жану камерасына жеткізілген жылу келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{\text{жк}} = 2 * N_э^{\text{бшк}} / \eta_э^{\text{гшк}}, \text{ МВт} \quad (2.43)$$

БГҚ-ның абсолютті электрлік ПӘК-і келесі формула бойынша анықталады:

$$\eta_{\text{э}}^{\text{БГҚ}} = N_{\text{э}}^{\text{БГҚ}} / Q_{\text{жк}} \quad (2.44)$$

2.2.2. Қоршаған ортаның 0°C температурасы кезіндегі пайдаға асырғыш қазанның жылулық есебі

Бастапқы берілгендер. (есептік сұлбасы А қосымшада берілген).

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Газ шығырының алдындағы газдың температурасы	$t_{\text{жк.шығ}}$	С	1340	1340	1340
Сығымдағыштағы қысымды көтеру дәрежесі	$P_{\text{сығ}}$	МПа	20,1	20,1	20,1
ГШҚ шығысындағы газдың температурасы	$\Theta_{\text{ГШҚ.шығ}}$	С	630	630	630
ГШҚ ПӘК-і	$\eta_{\text{ГШҚ}}$	%	40,36	40,36	40,36
Сығымдағыш арқылы шығатын ауа шығысы	$G_{\text{сығ}}$	кг/с	740	740	740
ГШҚ газ шығысы	$G_{\text{газ}}$	кг/с	731	731	731
ГШҚ қуаты	$N_{\text{ГШҚ}}$	кВт	306000	306000	306000
ЖҚ контурының қысымы	$p_{\text{жк}}$	МПа	14	14	14
ТҚ контурының қысымы	$P_{\text{тк}}$	МПа	2	1,3	0,6
Газсыздандырғыштағы қысым	$p_{\text{деар}}$	МПа	0,6	0,6	0,6
Шықтағыштағы судың қысымы	$p_{\text{су}}$	кПа	5	5	5
ШГҚ кірісіндегі судың температурасы	$t_{\text{шгк}}$	С	60	60	60
		К	333	333	333
Жоғары қысымды БҚ шығысындағы будың температурасы	$t_{\text{бк}}$	С	565	565	565
		К	838	838	838
Газсыздандырғыштағы қысым	$p_{\text{деар}}$	МПа	0,6	0,6	0,6
Шықтағыштағы қысым	$p_{\text{шық}}$	кПа	5	5	5
Атмосфералық қысым	$p_{\text{атм}}$	Па	100000	100000	100000
Қоршаған ауа температурасы	$t_{\text{ка}}$	С	0	0	0

Пайдаға асырғыш қазанның есебі

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
ГШҚ кететін газдың энтальпиясы	$I_{ГШҚ}$	кДж/кг	726,4467	726,4467	726,4467
ҚҚ шығысындағы су буының энтальпиясы	$h_{кк\ бу}$		3500,346	3500,346	3500,346
Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
ЖҚ су үнемдегішінің шығысындағы су буының қысымы кезіндегі қанығу сызығындағы судың температурасы	$t_{жк\ сү\ су}$	С	336,819	336,819	336,819
		К	609,819	609,819	609,819
Қанығу сызығындағы судың энтальпиясы	$h_{қанығ}$	кДж/кг	1570,878	1570,878	1570,878
			50,000	50,000	50,000
ЖҚ СУ алдындағы газдың температурасы	$t_{жк\ сү\ газ}$	К	659,819	659,819	659,819
		С	386,819	386,819	386,819
Су үнемдегіш алдындағы газдың энтальпиясы	$h_{сү\ газ}$	кДж/кг	432,585968	432,5859679	432,585968
Қазанның өндірулігі (ЖҚ бу)	$D_{жк\ бу}$	кг/с	111,332	111,332	111,332
		т/сағ	400,797	400,797	400,797
ТҚ контурындағы қысым кезіндегі қанығу температурасы	$t_{тк\ қанығ}$	К	485,535	464,763	431,982
		С	212,535	191,763	158,982
ТҚ контурындағы қанығу температурасы кезіндегі судың энтальпиясы	$h_{тк\ қынығ}$	кДж/кг	908,622	814,764	670,501
Су үнемдегіштен кейінгі газдың энтальпиясы	$I_{сү}$	кДж/кг	295,457	295,457	295,457
ЖҚ су үнемдегішінен кейінгі газдың температурасы	$\theta_{жк\ сү}$	С	263,801	263,801	263,801
		К	536,801	536,801	536,801
Пинч-нүктесіндегі 2 (ШГҚ) температуралық ағын	$\theta_{пинч-г2}$		20,000	20,000	20,000
ШГҚ кірісіндегі газдың температурасы	$\theta_{ШГҚ\ кір}$	К	505,535	484,763	451,982
		С	232,535	211,763	178,982
ШГҚ кірісіндегі газдың энтальпиясы	$I_{ШГҚ\ кір}$	кДж/кг	254,917	231,516	194,839
Пинч-нүктесіндегі 1 (ТҚ) температуралық ағын	$\theta_{пинч-г1\ тк}$		30,000	30,000	30,000
ТҚ контурының шығысындағы будың температурасы	$t_{тк}$		233,801	233,801	233,801
ТҚ контурының шығысындағы будың энтальпиясы	$h_{тк\ шығ}$		2860,180	2893,619	2923,127

Газсыздандырғыштағы судың температурасы	$t_{деар}$	К	431,982	431,982	431,982
		С	158,982	158,982	158,982
Газсыздандырғыштағы судың энтальпиясы	$h_{деар}$	кДж/кг	670,501	670,501	670,501
ТҚ контурындағы будың шығысы	$G_{тк\ бу}$	кг/с	13,534	21,025	32,652
		т/сағ	48,723	75,689	117,546
ШГҚ кейінгі судың температурасы	$t_{шгқ\ шығ}$	С	110,000	110,000	110,000
ШГҚ кейінгі судың энтальпиясы	$h_{шгқ\ шығ}$	кДж/кг	460,728	460,728	460,728
Газсыздандырғышқа кететін будың шығысы	$G_{деар\ бу}$	кг/с	10,916	11,412	12,266
Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Газсыздандырғышқа кететін бу шығысы	$G_{деар\ бу}$	т/сағ	39,299	41,084	44,158
Шықтағыштағы қысым кезіндегі шық температурасы	$t_{шық}$	К	306,025	306,025	306,025
		С	33,025	33,025	33,025
Шықтағыштағы қысым кезіндегі шық энтальпиясы	$h_{шық}$	кДж/кг	137,765	137,765	137,765
Қорек судың энтальпиясы	$h_{кк}$	кДж/кг	250,594	250,594	250,594
Рециркуляцияға кететін судың шығысы	$G_{рецир}$	кг/с	61,184	64,940	70,724
		т/сағ	220,263	233,784	254,608
Шығар газдар энтальпиясы	$I_{шығ}$	кДж/кг	204,572	178,082	136,645
Шығар газдардың температурасы	$\Theta_{шығ}$	С	177,889	154,854	118,822

Пайдаға асырғыш қазан есебі

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Қоршаған орта температурасы кезіндегі газ энтальпиясы	$I_{ко}$	кДж/кг	0	0	0
ҚҚ ПӘК-і	$\eta_{кк}$	%	71,839	75,486	81,190
ҚҚ циклындағы газдармен берілетін жылу	$Q_{кк}$	кВт	381490,167	400854,770	431145,038
		МВт	381,490	400,855	431,145
Бумен алынатын жылу	$Q_{бу}$	кВт	381490,167	400854,770	431145,038
		МВт	381,490	400,855	431,145
Шамалар айырымы	ΔQ	%	0,000	0,000	0,000
ҚҚ жылулық қуаты	$N_{кк}$	МВт	381490,167	400854,770	431145,038
ШГҚ-дағы жеткізілетін жылу	$Q_{шгқ}$	кВт	36801,628	39060,741	42540,014
ТҚ контуры қысымындағы булану жылуы	$Q_{тк}$	кДж/кг	1889,762	1971,730	2085,638

Төменгі қысым буландырғышындағы жеткізілетін жылу	$Q_{\text{тк бул}}$	кВт	25576,125	41455,306	68099,281
ТҚ контурындағы қысым кезіндегі қаныққан будың энтальпиясы	$h_{\text{тк}}$	кДж/кг	2798,384	2786,493	2756,139
ТҚ буқыздырғышы		кВт	836,351	2252,299	5452,416
ВД су үнемдегіші		кВт	100241,132	100241,132	100241,132
ВД контурының қысымындағы булану жылуы	$Q_{\text{тк}}$	кДж/кг	1067,215	1067,215	1067,215
Жоғары қысымды буландырғыш		кВт	118815,568	118815,568	118815,568
ЖҚ контурының қысымындағы қаныққан бу энтальпиясы	$h_{\text{жк}}$	кДж/кг	2638,093	2638,093	2638,093
БҚ жеткізілетін жылу	$Q_{\text{бк}}$	кВт	95996,627	95996,627	95996,627

Салыстырмалы шамалар көрсеткіші.

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
$Q_{\text{шжк}}$			0,096	0,097	0,099
$Q_{\text{тк}}$ буландырғышы			0,067	0,103	0,158
$Q_{\text{тк бк}}$			0,002	0,006	0,013
$Q_{\text{жк су}}$			0,263	0,250	0,232
$Q_{\text{жк}}$ буландырғышы			0,311	0,296	0,276
$Q_{\text{жк бк}}$			0,252	0,239	0,223
			0,992	0,992	1,000

Бу шығырының есебі

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Шығыр кірісіндегі будың меншікті көлемі	$v_{\text{кір}}$	м ³ /кг	0,02539298	0,025392977	0,02539298
ТҚБ-ке кірердегі будың меншікті көлемі	$v_{\text{ткб}}$	м ³ /кг	0,10653666	0,170037172	0,38042482
Орташа меншікті көлем	Δv	м ³ /кг	0,05201233	0,065709589	0,0982859
Бу шығырындағы будың кеңеюі (кеңею соңындағы субу қоспасының энтальпиясы)	h	кДж/кг	2937,538	2842,794	2692,634
ЖҚБ сатылар тобындағы таралатын жылу құлама	$\Delta h_{\text{жкб}}$	кДж/кг	562,808	657,552	807,712
Ішкі салыстырмалы ПӘК-і	η_{oi}		0,879	0,891	0,907

Пайдаланылған жылуқұлама		кДж/кг	494,927	585,725	732,254
ЖҚБ шығысындағы будың энтальпиясы	$h_{жқб\ шығ}$	кДж/кг	3005,419	2914,621	2768,092
ТҚБ алдындағы будың энтальпиясы	$h_{тқб\ кір}$	кДж/кг	3002,083	2912,952	2792,086
ТҚБ алдындағы будың температурасы	$t_{тқб\ кір}$	С	290,653	242,010	174,068
Су буының энтропиясы	$S_{бу}$	кДж/кг*К	6,730	6,752	6,841
Бу шығырындағы будың кеңеюі (кеңею соғындағы бусу қоспасының энтальпиясы)	h	кДж/кг	2051,417	2058,429	2085,528
ТҚБ сатылар тобының таралатын жылу құламасы	$\Delta h_{тқб}$	кДж/кг	950,666	854,523	706,558
ТҚБ-ке кірердегі будың меншікті көлемі	$v_{тқб\ кір}$		22,261	22,343	22,658
Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Бу шығысы	$G_{бу}$	кг/с	113,950	120,945	131,718
Будың көлемдік шығысы	$V_{бу}$	м ³ /с	2536,680	2702,263	2984,483
Шығыс жылдамдығы бар шығындар	q	кДж/кг	16,000	16,000	16,000
Кеңею құбылысының соңындағы ылғалдылық			0,210	0,207	0,196
Ылғалдылықты ескеретін коэффициент			0,989	0,987	0,985
ТҚБ ішкі салыстырмалы ПӘК-і	$\eta_{oi, тқб}$		0,897	0,886	0,868
ТҚБ пайдаланылған жылу құламасы	$\Delta h_{тқб}$	кДж/кг	852,624	757,226	613,550
Кеңею құбылысының соңындағы будың энтальпиясы	$h_{соң}$	кДж/кг	2149,459	2155,726	2178,536
Шығырдың ішкі қуаты	$N_{ішкі}$	МВт	152257,833	156792,720	162339,114
Шығырдың таралған қуаты	N	МВт	170987,146	176556,940	182990,816
Шығырдың салыстырмалы қуатты ПӘК-і	η_{oi}		0,890	0,888	0,887

Бугазды қондырғының көрсеткіштерінің есебі

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
БШҚ-ның абсолютты ішкі ПӘК-і	$\eta_{БШҚ\ ішкі}$	%	0,399	0,391	0,377
БКҚ-ның абсолютті электрлік ПӘК-і	$\eta_{э.БКҚ}$	%	27,818	28,646	29,659

БГҚ-ның электрлік қуаты	$N_{э.БГҚ}$	МВт	453720,550	458120,297	463501,409
ГШҚ-ның жану камерасына жеткізілетін жылу	$Q_{ГШҚ\ кір}$	МВт	758176,412	758176,412	758176,412
БГҚ-ның абсолютті электрлік ПӘК-і	$\eta_{э.БГҚ}$	%	0,598	0,604	0,611

2.2.3 Қоршаған ортаның 15°C температурасы кезіндегі пайдаға асырғыш қазанның жылулық есебі Бастапқы берілгендер

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Газ шығыры алыдындағы газдың температурасы	$t_{жк\ шығ}$	С	1340	1340	1340
Сығымдағыштағы қысымды жоғарылату дәрежесі	$p_{сығ}$		20,1	20,1	20,1
ГШҚ шығысындағы газдың температурасы	$\Theta_{ГШҚ\ шығ}$	С	635	635	635
ГШҚ ПӘК-і	$\eta_{ГШҚ}$	%	39,08	39,08	39,08
Сығымдағыш арқылы өтетін ауа шығысы	$G_{сығ}$	кг/с	740	740	740
ГШҚ газ шығысы	$G_{газ}$	кг/с	731	731	731
ГШҚ қуаты	$N_{ГШҚ}$	кВт	285200	285200	285200
ЖҚ контурының қысымы	$p_{жк}$	МПа	14	14	14
ТҚ контурының қысымы	$p_{тк}$	МПа	2	1,3	0,6
Газсыздандырғыштағы қысым	$p_{деар}$	МПа	0,6	0,6	0,6
Шықтағыштағы су қысымы	$p_{су}$	кПа	5	5	5
		С	60	60	60
ШГҚ кірісіндегі судың температурасы	$t_{шгк}$	К	333	333	333
		С	565	565	565
Жоғары қысымды БҚ шығысындағы будың температурасы	$t_{бк}$	К	838	838	838
		С			
Газсыздандырғыштағы қысым	$p_{деар}$	МПа	0,6	0,6	0,6
Шықтағыштағы қысым	$p_{шық}$	кПа	5	5	5
Атмосфералық қысым	$p_{атм}$	Па	100000	100000	100000
Қоршаған ортаның ауа температура	$t_{ко}$	С	15	15	15

Пайдаға асырғыш қазанның есебі.

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
ГШҚ шығатын газдың энтальпиясы	$I_{ГШҚ}$	кДж/кг	732,666175	732,666175	732,666175

ҚҚ шығысындағы су буының энтальпиясы	$h_{кк\text{ бу}}$		3500,346	3500,346	3500,346
ЖҚ су үнемдегішінің шығысындағы су буының қысымы кезіндегі судың температурасы	$t_{жк\text{ сү су}}$	С	336,819	336,819	336,819
		К	609,819	609,819	609,819
Қанығу сызығындағы судың энтальпиясы	$h_{қанығ}$	кДж/кг	1570,878	1570,878	1570,878
Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
			50,000	50,000	50,000
ЖҚ СҮ алдындағы газ температурасы	$t_{жк\text{ сү газ}}$	К	659,819	659,819	659,819
		С	386,819	386,819	386,819
Су үнемдегіш алдындағы газдың энтальпиясы	$h_{сү\text{ газ}}$	кДж/кг	432,585968	432,585968	432,585968
Қазанның өндірулігі (ЖҚ бу)	$D_{жк}$	кг/с	113,689	113,689	113,689
		т/сағ	409,279	409,279	409,279
ТҚ контурындағы қысым кезіндегі қанығу температурасы	$t_{тк\text{ қанығ}}$	К	485,535	464,763	431,982
		С	212,535	191,763	158,982
ТҚ контурындағы қанығу температурасы кезіндегі судың энтальпиясы	$h_{тк\text{ қанығ}}$	кДж/кг	908,622	814,764	670,501
Су үнемдегіштен кейінгі газдың энтальпиясы	$I_{сү}$	кДж/кг	292,555	292,555	292,555
Су үнемдегіштен кейінгі газдың температурасы	$\Theta_{жк\text{ сү}}$	С	261,210	261,210	261,210
		К	534,210	534,210	534,210
Пинч-нүктесіндегі 2 (ШГҚ) температуралық тегеурін	$\delta t_{шгк}$	С	20,000	20,000	20,000
ШГҚ кірісіндегі газ температурасы	$\Theta_{шгк\text{ кір}}$	К	505,535	484,763	451,982
		С	232,535	211,763	178,982
ШГҚ кірісіндегі газ энтальпиясы	$I_{шгк\text{ кір}}$	кДж/кг	254,917	231,516	194,839
Пинч-нүктесіндегі 1 (ТҚ) температуралық тегеурін	$\delta t_{тк}$	С	30,000	30,000	30,000
ТҚ контурының шығысындағы бу температурасы	$t_{тк}$	С	231,210	231,210	231,210
ТҚ контурының шығысындағы бу энтальпиясы	$h_{тк\text{ шығ}}$	кДж/кг	2853,093	2887,447	2917,624
Газсыздандырғыштағы судың температурасы	$t_{деар}$	К	431,982	431,982	431,982
		С	158,982	158,982	158,982
Газсыздандырғыштағы судың энтальпиясы	$h_{деар}$	кДж/кг	670,501	670,501	670,501

ТҚ контурындағы бу шығысы	$G_{\text{ТҚ бу}}$	кг/с	12,606	20,126	31,787
		т/сағ	45,381	72,455	114,435
ШГҚ кейінгі судың температурасы	$t_{\text{ШГҚ шығ}}$	С	110,000	110,000	110,000
ШГҚ кейінгі судың энтальпиясы	$h_{\text{ШГҚ шығ}}$	кДж/кг	460,728	460,728	460,728
Газсыздандырғышқа кететін бу шығысы	$G_{\text{деар бу}}$	кг/с	11,074	11,567	12,421
		т/сағ	39,867	41,643	44,715
Шықтағыштағы қысым кезіндегі шық температурасы	$t_{\text{шық}}$	К	306,025	306,025	306,025
		С	33,025	33,025	33,025
Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Шықтағыштағы қысым кезіндегі шық энтальпиясы	$h_{\text{шық}}$	кДж/кг	137,765	137,765	137,765
Қорек судың энтальпиясы	$h_{\text{КС}}$	кДж/кг	250,594	250,594	250,594
рециркуляцияға кететін судың шығысы	$G_{\text{рецир}}$	кг/с	61,866	65,640	71,442
		т/сағ	222,719	236,302	257,193
Шығар газдар энтальпиясы	$I_{\text{шығ}}$	кДж/кг	204,011	177,506	136,054
Шығар газдар температура	$\Theta_{\text{шығ}}$	С	177,401	154,353	118,308

Пайдаға асырғыш қазан көрсеткішінің есебі

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Қоршаған орта температурасы кезіндегі газдың энтальпиясы	$I_{\text{КО}}$		0	0	0
ҚҚ ПӘК-і	$\eta_{\text{КҚ}}$	%	72,155	75,773	81,430
ҚҚ циклына газдармен берілетін жылу	$Q_{\text{КҚ}}$	кВт	386446,975	405821,969	436123,365
		МВт	386,447	405,822	436,123
Бумен алынатын жылу	$Q_{\text{бу}}$	кВт	386446,975	405821,969	436123,365
		МВт	386,447	405,822	436,123
Шамалар айырымы	ΔQ	%	0,000	0,000	0,000
ҚҚ жылулық қуаты	$N_{\text{КҚ}}$	МВт	386446,975	405821,969	436123,365
ШГҚ жеткізілетін жылу	$Q_{\text{ШГҚ}}$	кВт	37212,000	39481,504	42971,905
ТҚ контурының қысымы кезіндегі булану жылуы	$Q_{\text{ТҚ}}$	кДж/кг	1889,762	1971,730	2085,638
Төменгі қысымды буландырғыштағы жеткізілетін жылу	$Q_{\text{ТҚ бул}}$	кВт	23822,240	39683,813	66296,950
ТҚ контурының қысымы кезіндегі қаныққан бу энтальпиясы	$h_{\text{ТҚ}}$	кДж/кг	2798,384	2786,493	2756,139

ТҚ буды аса қыздырғыш	$Q_{ТҚ\ БК}$	кВт	689,662	2031,831	5133,173
ЖҚ су үнемдегіш	$Q_{ЖҚ\ СУ}$	кВт	102362,706	102362,706	102362,706
ЖҚ контурдың қысымы кезіндегі булану жылуы	$Q_{ЖҚ}$	кДж/кг	1067,215	1067,215	1067,215
Жоғары қысымды буландырғыш	$Q_{ЖҚ}$	кВт	121330,265	121330,265	121330,265
ЖҚ контурының қысымы кезіндегі қаныққан будың энтальпиясы	$h_{ЖҚ}$	кДж/кг	2638,093	2638,093	2638,093
БҚ жеткізілетін жылу	$Q_{БҚ}$	кВт	98028,367	98028,367	98028,367

Салыстырмалы шамалардың көрсеткіштері.

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
$Q_{ШГҚ}$			0,096	0,097	0,099
$Q_{ТҚ\ буландырғыш}$			0,062	0,098	0,152
$Q_{ТҚ\ БҚ}$			0,002	0,005	0,012
$Q_{ЖҚ\ СУ}$			0,265	0,252	0,235
$Q_{ЖҚ\ буландырғыш}$			0,314	0,299	0,278
$Q_{ЖҚ\ БҚ}$			0,254	0,242	0,225
			0,992	0,993	1,000

Бу шығырының есебі.

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
Шығыр кірісіндегі будың меншікті көлемі	$v_{кір}$	м ³ /кг	0,02539298	0,02539298	0,02539298
ТҚБ кірісіндегі будың меншікті көлемі	$v_{ТҚБ}$	м ³ /кг	0,10572712	0,16893588	0,37827507
Орташа меншікті көлем	Δv	м ³ /кг	0,05181435	0,06549645	0,09800781
Бу шығырындағы будың кеңеюі (кеңею соңындағы бусу қоспасының энтальпиясы)	h	кДж/кг	2937,538	2842,794	2692,634
ЖҚБ сатылар тобының таралған жылуқұламасы	$H_0^{ЖҚБ}$	кДж/кг	562,808	657,552	807,712
Ішкі салыстырмалы ПӘК-і	η_{oi}		0,880	0,891	0,907
Пайдаланылған жылуқұлама	$H_1^{ЖҚБ}$	кДж/кг	495,255	586,040	732,521
ЖҚБ шығысындағы будың энтальпиясы	$h_{ЖҚБ\ шығ}$	кДж/кг	3005,091	2914,306	2767,825
ТҚБ алдындағы будың энтальпиясы	$h_{ТҚБ\ кір}$	кДж/кг	3003,071	2912,426	2789,629

ТҚБ алдындағы будың температурасы	$t_{\text{тқб кір}}$	С	291,074	241,785	173,007
Субуының энтропиясы	$S_{\text{бу}}$	кДж/кг*К	6,731	6,751	6,835
Бу шығырындағы будың кеңеюі (кеңею соңындағы бусу қоспасының энтальпиясы)	h	кДж/кг	2051,953	2058,116	2083,844
ЖҚБ сатылар тобының таралған жылуқұламасы	$H_0^{\text{жқб}}$	кДж/кг	951,118	854,309	705,785
Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
ТҚБ кірісіндегі будың меншікті көлемі	$v_{\text{тқб кір}}$		22,268	22,339	22,639
Бу шығысы	$G_{\text{бу}}$	кг/с	115,221	122,248	133,055
Көлемдік бу шығысы	$V_{\text{бу}}$	м ³ /с	2565,685	2730,927	3012,177
Шығыс жылдамдығы бар шығындар	q	кДж/кг	16,000	16,000	16,000
Кеңею құбылысының соңындағы ылғалдылық	γ_z		0,210	0,207	0,197
Ылғалдылықтың әсерін ескеретін коэффициент	$k_{\text{вл}}$		0,989	0,987	0,985
ТҚБ ішкі салыстырмалы ПӘК-і	$\eta_{\text{oi.тқб}}$		0,897	0,886	0,868
ТҚБ пайдаланылған ПӘК-і	$H_i^{\text{тқб}}$	кДж/кг	853,076	757,016	612,809
Кеңею құбылысының соңындағы бу энтальпиясы	$h_{\text{соң}}$	кДж/кг	2149,994	2155,410	2176,819
Шығырдың ішкі қуаты	$N_{\text{ішкі}}$	МВт	154596,765	159169,511	164816,743
Шығырдың таралған қуаты	N	МВт	173573,295	179193,548	185736,025
Шығырдың салыстырмалы қуатты ПӘК-і	η_{oi}		0,891	0,888	0,887

Бу-газды қондырғының көрсеткіштерінің есебі.

Атауы	Белгіленуі	Өлш.бірл.	Мәні		
БШҚ-ның абсолютті ішкі ПӘК-і	$\eta_i^{\text{БШҚ}}$	%	0,400	0,392	0,378
БКҚ-ның абсолютті электрлік ПӘК-і	$\eta_{\text{э}}^{\text{БКҚ}}$	%	28,005	28,834	29,857
БГҚ-ның электрлік қуаты	$N_{\text{э}}^{\text{БГҚ}}$	МВт	435189,781	439626,260	445105,204
ГШҚ-ның жану камерасына жеткізілетін жылу	$Q_{\text{жк}}$	МВт	729785,056	729785,056	729785,056
БГҚ-ның абсолютті электрлік ПӘК-і	$\eta_{\text{э}}^{\text{БГҚ}}$	%	0,596	0,602	0,610

2. ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІГІ

2.1. Шығыр цехындағы жұмыс жағдайының талдауы.

Жобаланатын БГҚ - сы Қызылорда қаласында салынады. Жалпы ҚЖЭО-ның қуаты 450 МВт – ты құрайды. ҚЖЭО-ғы электр және жылу энергиясын өндіретін болады. ҚЖЭО - да екі газ шығыры мен пайдаға асырғыш қазан және бір бу шығыры орналасқан.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі бойынша ҚЖЭО-ның шығыр цехындағы еңбек шартының талдауы (шу, діріл, жарық) және шығыр цехындағы өрт қауіпсіздігі мен қауіпсіздік тәсілдерін қарастырамыз, сонымен қатар шығыр цехын жарықтандыруды есептейміз.

ЖЭС-тегі шығырлық цехта қауіпті және зиянды өндірістік факторлармен сипатталады. Өндірістік зиянды факторларға жұмысшыға зақым келтіретін іс-қимылдар жатады, қауіпті факторларға ауруға ұшыраған жайды жатқызамыз.

Олардын ішіндегі ең қауіптілері:

- жұмыс істеп тұрған қондығылардан шығатын шу мен дірілден (вибрация);
- қыздырғыш қондырғылар және жоғары қысымды құбырлардың бар болуы;
- электр кернеуі;
- Цехтағы жылулық шектен тыс болуы;

Шығыр цехында зиянды өндірістік факторлармен ұзақ уақыт жұмыс істеуіне байланысты, адам денсаулығына қауіп әкеледі. Шығырлық цехта негізгі жағдай ол шу мен дірілдің шектен тыс болуы, көптеген аурулар осы факторлардан пайда болады. Бұл қауіпті факторлар жұмысшыны еріксіз техникалық қауіпсіздік ережелерін бұзуға мәжбүрлейді. Сол себептен оның апатқа ұшырауы әбден мүмкін.

Шу еңбек шартын төмендетеді әрі адам ағзасына кері әсерін тигізеді. Шу адам ағзасына ұзақ уақыт әсер еткенде келесі келеңсіз құбылыстарға әкеледі: көздің жақсы көруіне, естуіне, қан қысымының көтерілуіне. Шу қатты әрі ұзақ уақыт әсер еткен кезінде жүрек соғуына және нерв жүйелерінің функционалды өзгерісінің себебі болуы мүмкін.

Цехтағы шудың негізгі көзі технологиялық процесстің әсерінен пайда болады, оның көзі болып қайтып оралатын қозғалыс механизмі, теңсіздік, қозғалыс массасы, бөлшектердің соққысы, электромагниттік шулар, цехтың желдеткіш қондырғысы болып табылады.

Шуды төмендету үшін келесі шаралар қолданылады:

- а) шудың пайда болу себептерін анықтау;
- б) шу көздерін төмендету, машиналардағы және жабдықтың ақауларын шестерндерде төмендету, жұмыс істеу беттерін майлау;
- в) дыбысты окшаулау көмегімен шуды төмендету, ұнтақтау және сыртқы тазалауды резинамен қаптау;
- г) санитарлы-қорғау аймағын жасылдандыру және рационалды жобаны өңдеу;
- д) жұмыс орнын дыбысжұту материалдар көмегімен акустикалық өңдеу (минералды мақта көмегімен);

е) цехтарда шудан сақтану үшін арнайы дыбыс жиілігін төмендететін құралдарды қолданады.

Дірілдің әсерлері адамның жүйке жүйелеріне, бұлшықеттеріне, сүйектеріне, көздеріне, құлақ естуіне де кері әсерін тигізеді. Ұзақ уақытты әсер емдеуге келмейтін діріл ауруына әкеліп соғуы мүмкін, онда адам ағзасының физиологиялық қызметтері зардап шегеді. Әсіресе зиянды дірілдегіштер дене жиілігіндегі және ағзасында (6-9 Гц), қолында (30-80 Гц) болады. Дірілдеткіш қалыпты нормалары 120-102 дБ орнатылған. Бұл нормалар 4-8 сағат әсер ету уақытына орнатылған, егер 4 сағаттан кем әсер етсе, 1,4 есе көбейеді. Дірілден сақтау әсері оны қорғау немесе техникалық себептермен белгілі бір деңгейге дейін төмендету. Дірілге қарсы келесі әдістер қолданылады: айналмалы қалыпты және динамикалық салмақтарды азайту, жүйедегі белгілі нүктелерге қосымша енгізу, сенімді тіректер мен байланыс аралықтарын қолдану; машинадағы барлық байланыстық және өткізгіштік түйіндерді майлау; инерциялық және сенімділік кедергілеу тербелмелі қайратты дірілжұту қондырғысымен жүзеге асыру. Бұл үшін жеке

фундамент салмағын көбейтеді, қатаң қыр көмегімен жүйе қатаңдығын арттырады. Діріл окшаулатқыш діріл көзінен фундаментке дейінгі, еденге, жұмыс орнының дірілін азайтады. Бұл үшін дірілтарату жолы діріл окшаулауды орнатады – резина, болат пружинасынан жасалынған қондырғы.

Мемлекеттік бақылау шарттарына сәйкес жұмыс орындары жеткілікті жарықпен қамтамасыздандырылу керек, ал түнгі уақытта және жарық көзі жоқ жерлерде электрлік жарықпен қамтамасыздандырылу керек. Жарықтың дұрыс мөлшерде қамтамасыз етілмеуі жұмыстың сапалы орындалуын бұзады. Дұрыс жобаланған, санитарлық нормалар талаптарына жауапты жарықтану адамдар психологиясына оң әсерін тигізеді, көру мүшесіне қалыпты шарттар құрады, еңбек қауіпсіздігін жоғарлатады.

2.2. Шығыр цехындағы өрт қауіпсіздігі.

Әр цехқа арналып, өрт қауіпсіздік – қорғауын сақтау үшін, ішкі тәртіп ережелері және нұсқаулар құрастырылады. Жылу тәсілдемелік жабдықтар орналасқан бөлменің өрт қауіпсіздігінің жалпы талаптары «Жылу қолдану қондырғыларын және жылу торабының тәсілдік пайдалану ережелерінде» жазылған. Жанғыш заттар сақтайтын немесе қолданылатын бөлмелер деп аталады. Жарылғыш қоспа туратын немесе қалыптасуы мүмкін қондырғылар және бөлмелер жарылуқауіпі бар аймақ болып табылады. Жарылу қауіпі барларға жатқызылатын бөлмелерде, адам эвакуациясын қамтамасыз ететін есіктер әр қабатта екеуден болуы тиіс. ОВМ негізгі желдеткіштерін қолданады; бөлмеден ластанған ауаны аластату үшін ВРН және ЭВР ортадан тепкіш сорғысын қолданады.

Желдеткіштің құрғанда және жобалағанда СН 245-71 және ГОСТ 12.1.005-88 байланысты санитарлы-гигиеналық, техникалық талаптар сақталуы қажет. Төмендегілер: желдетілетін дұрыс ауа ағындарын, құрамын қамтамасыз ету, желдеткіш қондырғысынан шуылды аластату, желдеткіш қондырғысының өрт

және жарылыс қауіпсізділігі; сенімділік; үнемділік; қарапайым қызмет көрсету және тағы да басқа.

Цехтарда өрт келесі себептерден туындауы мүмкін:

1) жұмыс істеп тұрған машиналардың, құралдардың ұшқындануы және қызуынан, жүйедегі шамадан тыс тоқ немесе сымдардың қиылысу кезінде тоқтардың тұйықталу салдарынан;

2) құралдарды, қондырғыларды қосу немесе айыру кезіндегі дұрыс емес операциялар жасағанда;

3) ауамен араласқан сутегі қоспаларының, жанғыш газдардың, майлардың т.б. өздігінен тұтануы т.б.

Өрттен қорғану үшін төмендегідей шаралар қарастырылады:

а) жанғыш заттардың түзілуінен қорғау;

б) жанғыш заттардың түзілуінен және оларға тұтану көзін әкелуден қорғау;

в) жанғыш заттардың температурасы мен қысымын тұтану бойынша рұқсат етілген мәнінен тұрақты ұстап тұру;

г) жанғыш заттардың мөлшерін анықтау.

Турбина цехында өрттен қорғану жүйесі:

а) мүмкіндігінше жанбайтын және қиын жанатын заттар мен материалдарды пайдалану;

б) жанатын заттарды оқшаулау;

в) өрт сигнализациясы және хабарлау құралын қолдану;

г) әріптестік және жеке тұлғалық оттан қорғану құралын қолдану;

д) өрт сөндіру құралдарын қолдану.

Өрт сөндіру құралдарының негізгілері:

1) суы бар, құм салынған ыдыстар және от сөндіргіш құралы;

2) брезент, асбест көрпе, тез тұтанатын сұықтардың аз мөлшерін сөндіруге пайдаланылады;

3) құм аз мөлшердегі жанғыш сұықтарды сөндіруге қолданылады;

4) химиялық көбік қатты және сұық заттардың сөндіруге арналған.

Қолданылатын от сөндіргіш құралдардың түрлері:

а) көмірқышқылды (КҚ-5) от сөндіргіш – мазут, тозаң және 1000В –қа дейінгі электр қондырғыларындағы өртті сөндіруге арналған;

б) үйлестірілген көбікті от сөндіргіш (ҮК-5)- 1000В-қа дейінгі электр қондырғыларындағы және кез-келген өртті сөндіруге арналған;

в) химиялық көбікті от сөндіргіш (ХК-10) – тез тұтанатын материалдарды сөндіруге арналған.

Цех өрт сөндіру крандарымен және қолмен сөндіруге арналған шлангалармен жабдықталған. Өртке қарсы тәртіп ережелерге, инструкцияларға, өндіріс жетекшілерінің бұйрықтарына сәйкес анықталады. Өндірістің өрт қауіпсіздігі жауапкершілігі өндіріс жетекшісіне, ал бөлімдердің жауапкершілігі цех бастығына жүктеледі. Турбина цехының өрт қауіпсіздігі жауапкершілігі цех бастығына, ал ауысымдарда ауысым бастығына жүктеледі. Өндірісте инженер-техникалық қызметкерлер, жұмысшылар қатыстырылуымен өз еркімен өрт

сөндірушілер дружинасы құрылады. Олардың мақсаты өртке қарсы тәртіптің орындалуын және сақталуын бақылайды. Өрт қауіпсіздігі ережелерін сақтау және алғашқы сөндіру құралдарын пайдалану бойынша жұмыстар жүргізеді.

Қауіпсіздік тәсілі.

«Электростанция және жылу торабындағы жылу механикалық жабдықтарды қолдану көзіндегі қауіпсіздік тәсілі ережелерінде» барлық қызметкерлер арнаулы киіммен, арнаулы аяқ киімімен, құралдармен және орындалатын жұмыс сипаттамасымен сәйкес келетін қорғанудың жеке құралдарымен жабдықталуы тиіс және жұмыс уақытында оларды қолдануы тиіс. Әрекет етуші энергетикалық жабдықпен бөлмеде бір болғанда қызметші қорғау каскаларын киюі тиіс. Электрстанциясының негізгі цехтарының жабдықтарына қызмет көрсететін және арнайы жұмысты орындауға жіберілген адамдардың білімін тексеру куәлігінде сол туралы жазылған болуы тиіс.

Жабдықтарды қауіпсіздің қолданудың ұйым қағидалары еңбекті қорғаудың нормативтік-техникалық документациясы талаптарына орналастырылады. Осының негізінде қызмет көрсетушінің арасындағы оперативті байланыс сұлбесін, негізгі өндірістің технологиялық сұлбесін, негізгі өндірістің технологиялық жүйесімен байланысты оның қағидалы сұлбесін, жабдықтың қысқа суреттемесін құрайтын пайдалану нұсқауын құрастырады. Жабдықтың қызметіне және жөндеуіне жасы 18-ге жеткен шамадағы адамдар жіберіледі.

Жабдықтың барлық ыстық бөліктері құбырлар, күбілер және басқа жұғысып кеткенде күйік тудыратын бөлшектер беткейінде жылулық оқшауламалары болуы тиіс. Оқшауламаның бетіндегі температура, қоршаған ауа температурасы 25°C болғанда, 45°C -ден аспауы керек

2.3. Өндірістік жарықтануды есептеу.

Станциядағы қауіпсіз жұмысты қамту үшін бөлмедегі табиғи және жасанды жарықтандыру қалыпты болу керек. Шығыр цехындағы еңбек жағдайы біріншіден адамның денсаулығы мен жұмысқа деген ынтасын, қабілетін анықтайды. Сондықтан да адамдар жұмыс жасайтын цехта жақсы, жағымды еңбек жағдайы болу керек. Жұмыс қарқындылығын арттыру, адамдардың жақсы жұмыс жасауы үшін жарықтың болуының маңызы зор екені мәлім. Шығыр цехын қажетті жарықпен қамтамасыз ету үшін табиғи және жасанды жарықтылықты есептеу бөлімін қарастырамыз.

2.3.1. Табиғи жарықтандыру

Табиғи жарықтандыру өзінің спектрлі құрамы бойынша қолайлырақ. Құрылымдық ерекшеліктері бойынша табиғи жарықтандыру қабырғадан (жарық қабырғада орналасқан терезе саңылаулары арқылы), төбелік (жарық төбеде орналасқан саңылаулар арқылы) және аралас (жарық қабырғалық және төбелік жарықтандыру арқылы) болып бөлінеді.

Табиғи жарықтандыру табиғи жарықтандыру еселеуіші (ТЖЕ) арқылы сипатталады. Қабырғалық табиғи жарықтандыру кезінде жарықтандыратын терезе саңылауының ауданы есептеледі

Шығыр цехының өлшемдері: ұзындығы $L=36$ м;
 ені $B=12$ м;
 биіктігі $H=6$ м;

Еден деңгейінен жоғары жұмыстық беттің биіктігі 1,2 м, терезелер 2 м биіктіктен басталады, терезе биіктігі 2,5 м. Өндіріс Қызылордада қаласында, яғни 4 жарықтану белдігінде орналасқан, әлем бағдары бойынша жарық ойығының бағыты Б,Ш. Шығыр цехында 2 газшығырлы қондырғы және 1 бушығырлы қондырғы орналасқан. Шығыр генераторларының ұзындығы 10 м, ені 3 м, биіктігі 2,5 м, қондырғылар қабырғадан 2 м қашықтықта орналасқан. Минималды жарықтандыру сыртқы қабырғадан 7 м.

2.3.2. Табиғи жарықтандыруды есептеу.

Қабырғадан жарықтандыру кезінде жарықтың терезелердің ауданын S_0 , ТЖЕ қалыптасқан мәндерін қамтамасыз етуін кейіптеме бойынша анықтау:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{зо} \cdot K_3 ;$$

Мұнда: S_0 – бөлмеге жарық түсетін аудан, m^2 ;

S_n – бөлме еденінің ауданы, m^2 ;

e_n – ТЖЕ-нің қалыптасқан мәні, 3.1-кесте;

K_3 - қордың еселеуіші, 3.2-кесте;

τ_0 - жарық өткізудің жалпы еселеуіші, ол төмендегі теңдеу арқылы анықталады: $\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$; 3.3-кесте;

3.1-кесте. e_n мәні.

Бөлменің түрі	Қабырғадан түсетін жарық ТЖЕ, %
Шығыр цехы	1,2

3.2-кесте. K_3 мәні.

Бөлменің түрі	K_3
Шығыр цехы және орташа дәлдік IV,в	Шеткі жарықтандыру 1,3

3.3-кесте. Жарық өткізу еселеуіштерінің мәндері.

Жарық өткізгіш жабдықтың түрі	τ_1	Өткелдер түрі	τ_2	Құрылғы жабудың өткізетін түрі	τ_3	Күннен қорғау құрылғылар	τ_4
Екі қабаттық терезе	0,8	Ағаш қосарланғандар	0,7	Болаттық ферма	0,9	Жатық шымылдық пен қалқан	0,65

3.4-кесте. m және c - ң мәндері.

Жарық орналасу белдігі	m	c
Қызылорда	0,9	0,75

Кестелердегі мәндерді пайдаланып мына құраушыларды табамыз:

$$S_n = B \cdot L = 12 \cdot 36 = 432 \text{ м}^2.$$

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,81$$

$$\frac{36}{7} = 5$$

$$\frac{B}{h_1} = \frac{12}{3,5} = 3,42 \quad \Rightarrow \eta_0 = 8;$$

$$h_1 = 1 + 2,5 = 3,5 \text{ м}$$

Жалпы жылу өткізгіштік еселеуішін анықтаймаз:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,3275$$

3.5-кесте бойынша $\rho_{op}=0,5$ орташа шағылу еселеуіші арқылы ТЖЕ жоғарлауын есепке алатын еселеуішін анықтаймыз, ал $r_1=1,7$ $K_{зд}=1$ табамыз.

3.5-кесте. ρ_{op} , r_1 , мәндері.

Шеткі жарықтандыру	ρ_{op}	r_1
Жобалық және конструкторлық	0,5	1,7

3.6-кесте. $K_{зд}$ мәні. $H_{зд}=4$; $P \div H_{зд} = 13 \div 4 = 3,25$;

P:H	$K_{зд}$
3 және одан әрі	1

Жарықтандыру қабылдау бөлімшесінің ауданын табамыз, табылған мәндерін қоса отырып:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_n \cdot \eta_0 \cdot K_{зд} \cdot K_z}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} = \frac{432 \cdot 1,2 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,3}{100 \cdot 0,3275 \cdot 1,7} = 96,83 \text{ м}^2$$

Терезе биіктігі 3,5 м болғандықтан $97 \div 3,5 = 28$ м

Ұзындығы 4м, биіктігі 3,5м-ге тең 7 дана терезе орнатамыз.

2.3.3. Жасанды жарықтандыруды есептеу.

Өндіріс орындарындағы жасанды жарықтандырудың шарты көздің жұмыс жасауына, адамдардың физикалық және моральдық күштерінен, соның ішінде еңбек өнімділігіне, өнімнің сапасына және өндірістік жарықталу үлкен әсер етеді. Еңбектің қолайлы шартын құру үшін өндірістік жарықтандыру келесі талаптарға жауап береді;

1. Жұмыс орындағы жарықтандыру гигиеналық нормаға сай болу керек.
2. Жұмыстық беттің және қоршаған ортаның жарықтылығы мүмкіндігінше бірдей таралу тиіс.
3. Жұмыстық бетте өткір көлеңке болмау керек, олардың болуы жарықтың тең емес таралуына әкеліп соқтырады.
4. Көру аймағында жылтырау болмау керек.
5. Дұрыс жарық өткізу үшін жарықтың спектрлік құрамын жарықтандыру қамту керек.

Есеп екі әдіс бойынша жүргізіледі: нүктелік әдіс пен пайдалану еселеуіш әдісі. Нүктелік әдіс арқылы жалпы локалды және жалпы біркелкі жарықтандыруды есептейді.

Пайдалану еселеуіш әдісі арқылы жатық беттерді біркелкі жалпы жарықтандыруды есептейді.

Нүктелік әдіс.

Шығыр цехы: ұзындығы $L=36$ м; ені $B=12$ м; биіктігі $H=6$ м;

Жұмыстың көру разряды: IV в;

Шағылысу коэффициенттері:

төбеден : $\rho_{nom} = 70\%$;

қабырғадан : $\rho_{cm} = 50\%$;

еденнен $\rho_{nom} = 30\%$;

Жарықтандыру нормасы: $E_n=200$ лк;

Шамдар саны: 27 дана;

Шамдар түрі: ДРЛ-125 $\Phi_{л}=5600$ лм;

Жұмыстық бет еденнен 1,2 м биіктікте орналасқан, жарық шамының іліну ұзындығы 2 м, соған сәйкес $h_{расч}=H - h_{св} - h_{р.п.} = 6-2-1,2=2,8$ м.

Шамдардың өзара орналасу қашықтығы $\alpha = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,8 = 3,92 \approx 4$ м

Қабырғадан шамға дейінгі қашықтық $l = 0,5 \cdot \alpha = 0,5 \cdot 4 = 2$ м

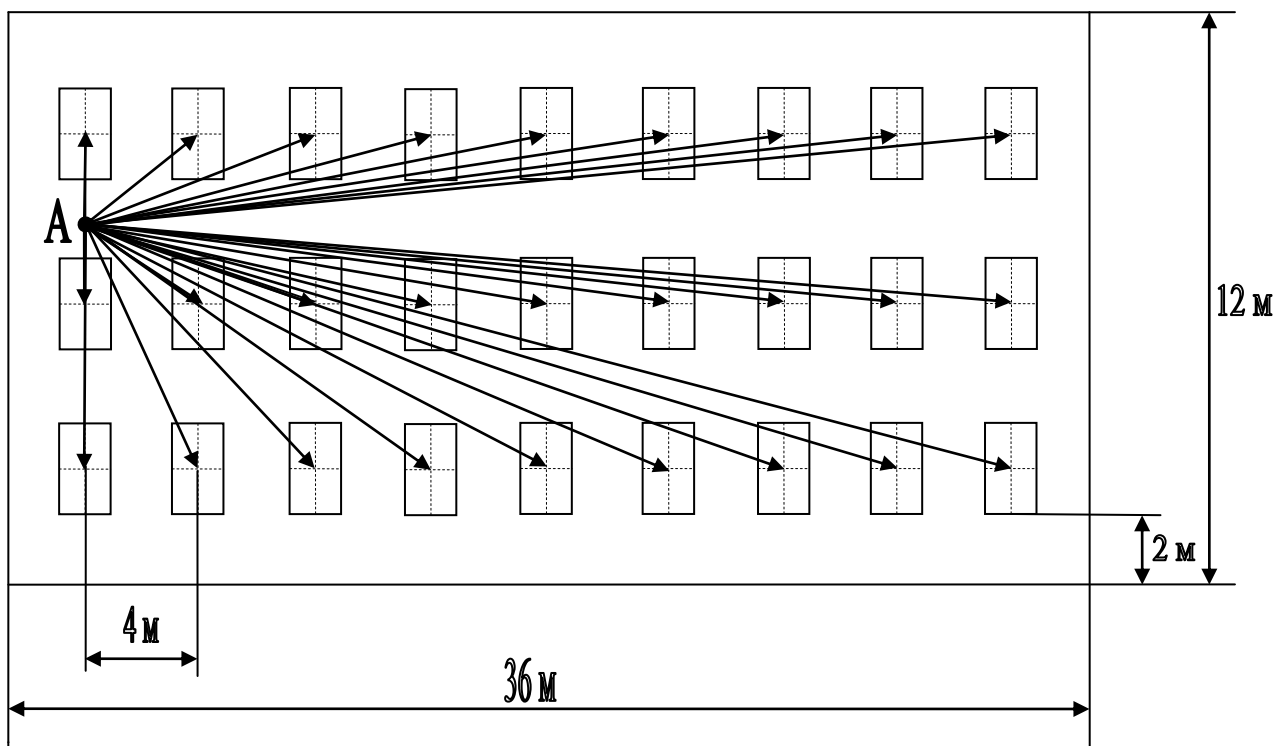
Алынған жарық шамдарын 9 қатарға 3 данадан орналастырамыз. (3.1 - сурет).

3.7-кесте. Жарық күшінің мәні

Шам типі	α бұрышының бағытындағы жарық күші I_{α} , кд										
	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	90
ДРЛ	431	390	380	340	305	297	185	101	80	40	7

3.8-кесте. Шамның сипаттамасы.

Номиналды қуат, Вт	Номиналды жарық ағыны, лм шамның түрі.	Шамның өлшемі, мм	
		диаметр	ұзындығы
125	ДРЛ	76	178
	5600		



3.1-сурет – Берілген мәндер бойынша жарық шамдарды орналастыру сұлбасы.

А бақылау нүктесін белгілейміз.

А нүктесіндегі жарықтандыруды есептейік.

Жұмыс орнындағы жарықты нүктелік әдістің келесі кейіптемесімен анықтаймыз:

$$E_{\Gamma} = \frac{F_{\Gamma} \cdot \mu \cdot \sum_1^{27} e_{\Gamma}}{1000 \cdot K_3} \quad (*),$$

мұндағы F_{Γ} - шамның жарық ағыны;

μ – шағылу арқылы қосымша жарықтандыруды есептейтін еселеуіші ($\mu=1,2$);

$\sum_1^{27} e_{\Gamma}$ - жалпы жарықтандыру;

K_3 – қор еселеуіші ($K_3=1,5$);

Жалпы жарықтандыру келесі кейіптемемен есептеледі:

$$\sum_1^{27} e_{\Gamma} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{h_{расч}^2}, \text{ ЛК}$$

Жалпы жарықтандыруды анықтау үшін келесі бұрыштарды табу қажет.
Бұрыштарды анықтау келесідей жүзеге асады:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{h_{расч}};$$

3.1-суретте бір нүктені таңдап және осы нүктеден әр шамдарына дейін арақашықтықты есептейміз.

$$d_{1,10} = 2;$$

$$d_{19} = 2 + 4 = 6;$$

$$d_{2,11} = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4,47;$$

$$d_{20} = \sqrt{6^2 + 4^2} = 7,21;$$

$$d_{3,12} = \sqrt{8^2 + 2^2} = 8,24;$$

$$d_{21} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10;$$

$$d_{4,13} = \sqrt{12^2 + 2^2} = 12,16;$$

$$d_{22} = \sqrt{6^2 + 12^2} = 13,41;$$

$$d_{5,14} = \sqrt{16^2 + 2^2} = 16,12;$$

$$d_{23} = \sqrt{6^2 + 16^2} = 17,08;$$

$$d_{6,15} = \sqrt{20^2 + 2^2} = 20,09;$$

$$d_{24} = \sqrt{6^2 + 20^2} = 20,88;$$

$$d_{7,16} = \sqrt{24^2 + 2^2} = 24,08;$$

$$d_{25} = \sqrt{6^2 + 24^2} = 24,73;$$

$$d_{8,17} = \sqrt{28^2 + 2^2} = 28,07;$$

$$d_{26} = \sqrt{6^2 + 28^2} = 28,63;$$

$$d_{9,18} = \sqrt{32^2 + 2^2} = 32,06;$$

$$d_{27} = \sqrt{6^2 + 32^2} = 32,18;$$

Енді осы табылған әр d арақашықтық үшін бұрыштарды есептейміз:

$tg \alpha_1 = \frac{d_{1,10}}{h_{расч}} = \frac{2}{2,8} = 0,714;$	$\alpha_1 = arctg(0,714) = 35,53^0;$
$tg \alpha_2 = \frac{d_{2,11}}{h_{расч}} = \frac{4,47}{2,8} = 1,596;$	$\alpha_2 = arctg(1,596) = 57,93^0;$
$tg \alpha_3 = \frac{d_{3,12}}{h_{расч}} = \frac{8,24}{2,8} = 2,942;$	$\alpha_3 = arctg(2,942) = 71,22^0;$
$tg \alpha_4 = \frac{d_{4,13}}{h_{расч}} = \frac{12,16}{2,8} = 4,342;$	$\alpha_4 = arctg(4,342) = 77,03^0;$
$tg \alpha_5 = \frac{d_{5,14}}{h_{расч}} = \frac{16,12}{2,8} = 5,757;$	$\alpha_5 = arctg(5,757) = 80,14^0;$
$tg \alpha_6 = \frac{d_{6,15}}{h_{расч}} = \frac{20,09}{2,8} = 7,175;$	$\alpha_6 = arctg(7,175) = 82,06^0;$
$tg \alpha_7 = \frac{d_{7,16}}{h_{расч}} = \frac{24,08}{2,8} = 8,6;$	$\alpha_7 = arctg(8,6) = 83,36^0;$
$tg \alpha_8 = \frac{d_{8,17}}{h_{расч}} = \frac{28,07}{2,8} = 10,025;$	$\alpha_8 = arctg(10,025) = 84,30^0;$
$tg \alpha_9 = \frac{d_{9,18}}{h_{расч}} = \frac{32,06}{2,8} = 11,45;$	$\alpha_9 = arctg(11,45) = 85^0;$
$tg \alpha_{10} = \frac{d_{19}}{h_{расч}} = \frac{6}{2,8} = 2,142;$	$\alpha_{10} = arctg(2,142) = 64,97^0;$
$tg \alpha_{11} = \frac{d_{20}}{h_{расч}} = \frac{7,21}{2,8} = 2,575;$	$\alpha_{11} = arctg(2,575) = 68,77^0;$
$tg \alpha_{12} = \frac{d_{21}}{h_{расч}} = \frac{10}{2,8} = 3,571;$	$\alpha_{12} = arctg(3,571) = 74,35^0;$
$tg \alpha_{13} = \frac{d_{22}}{h_{расч}} = \frac{13,41}{2,8} = 4,789;$	$\alpha_{13} = arctg(4,789) = 78,20^0;$
$tg \alpha_{14} = \frac{d_{23}}{h_{расч}} = \frac{17,08}{2,8} = 6,1;$	$\alpha_{14} = arctg(6,1) = 80,70^0;$
$tg \alpha_{15} = \frac{d_{24}}{h_{расч}} = \frac{20,88}{2,8} = 7,45;$	$\alpha_{15} = arctg(7,45) = 82,35^0;$
$tg \alpha_{16} = \frac{d_{25}}{h_{расч}} = \frac{24,73}{2,8} = 8,83;$	$\alpha_{16} = arctg(8,83) = 83,53^0;$
$tg \alpha_{17} = \frac{d_{26}}{h_{расч}} = \frac{28,63}{2,8} = 10,225;$	$\alpha_{17} = arctg(10,225) = 84,41^0;$
$tg \alpha_{18} = \frac{d_{27}}{h_{расч}} = \frac{32,18}{2,8} = 11,492;$	$\alpha_{18} = arctg(11,492) = 85,02^0;$

3.7-кесте бойынша жарық күшін табамыз:

$I_{\alpha 1}=303,2;$	$I_{\alpha 10}=100;$
$I_{\alpha 2}=175,5;$	$I_{\alpha 11}=93,2;$
$I_{\alpha 3}=85,6;$	$I_{\alpha 12}=86,9;$
$I_{\alpha 4}=77,4;$	$I_{\alpha 13}=70,2;$
$I_{\alpha 5}=51,2;$	$I_{\alpha 14}=60,4;$
$I_{\alpha 6}=47,5;$	$I_{\alpha 15}=46,8;$
$I_{\alpha 7}=45,3;$	$I_{\alpha 16}=45,02;$
$I_{\alpha 8}=42,7;$	$I_{\alpha 17}=42,3;$
$I_{\alpha 9}=40;$	$I_{\alpha 18}=39,7;$

Алынған мәліметтер бойынша жарықтануды табамыз.

$$e_{\Gamma} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \alpha}{h^2_{расч}}, \text{ ЛК}$$

$$e_{\Gamma(1,10)} = 2 \cdot \frac{303,2 \cdot \cos^3(35,53)}{2,8^2} = 41,68 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(19)} = \frac{100 \cdot \cos^3(64,97)}{2,8^2} = 0,96 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(2,11)} = 2 \cdot \frac{175,5 \cdot \cos^3(57,93)}{2,8^2} = 6,7 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(20)} = \frac{93,2 \cdot \cos^3(68,77)}{2,8^2} = 0,56 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(3,12)} = 2 \cdot \frac{85,6 \cdot \cos^3(71,22)}{2,8^2} = 5,7 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(21)} = \frac{86,9 \cdot \cos^3(74,35)}{2,8^2} = 0,21 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(4,13)} = 2 \cdot \frac{77,4 \cdot \cos^3(77,03)}{2,8^2} = 0,22 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(22)} = \frac{70,2 \cdot \cos^3(78,20)}{2,8^2} = 0,076 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(5,14)} = 2 \cdot \frac{51,2 \cdot \cos^3(80,14)}{2,8^2} = 0,064 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(23)} = \frac{60,4 \cdot \cos^3(80,70)}{2,8^2} = 0,032 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(6,15)} = 2 \cdot \frac{47,5 \cdot \cos^3(82,06)}{2,8^2} = 0,03 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(24)} = \frac{46,8 \cdot \cos^3(82,35)}{2,8^2} = 0,014 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(7,16)} = 2 \cdot \frac{45,3 \cdot \cos^3(83,36)}{2,8^2} = 0,016 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(25)} = \frac{45,02 \cdot \cos^3(83,53)}{2,8^2} = 0,008 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(8,17)} = 2 \cdot \frac{42,7 \cdot \cos^3(84,30)}{2,8^2} = 0,01 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(26)} = \frac{42,3 \cdot \cos^3(84,41)}{2,8^2} = 0,004 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(9,18)} = 2 \cdot \frac{40 \cdot \cos^3(85)}{2,8^2} = 0,006 \text{ ЛК};$$

$$e_{\Gamma(27)} = \frac{39,7 \cdot \cos^3(85,02)}{2,8^2} = 0,003 \text{ ЛК};$$

сонда А нүктесіндегі жарықтанудың қосындысы:

$$\sum_1^{27} e_z = 41,68 + 6,7 + 5,7 + 0,22 + 0,064 + 0,03 + 0,016 + 0,01 + 0,006 + 0,96 + 0,56 + 0,21 + 0,076 + \\ + 0,032 + 0,014 + 0,008 + 0,004 + 0,003 = 56,293 \text{ ЛК};$$

Табылған мәліметтерді (*) кейіптемеге қоямыз:

$$E_{\Gamma} = \frac{5600 \cdot 1,2 \cdot 56,293}{1000 \cdot 1,5} = 252,2 \text{ ЛК} > 200 \text{ ЛК}$$

Қорытынды: Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімін қорытындылай келе, шығыр цехына жүргізілген жарықтандыруды есептедім. Жарықтандыру нүктелік әдіс бойынша есептеліп, егер $E_T \geq E_n$ шарты орындалса онда жұмыс орнындағы жарықтану жеткілікті деп есептеледі. "IV, в" тобының көру жұмысының разряды үшін $E_n = 200$ лк. $E_T \geq E_n = 252,2 \geq 200$ шарты орындалды. Шығыр цехының ішіндегі жарықтандыру жеткілікті қамтамасыз етілді. ҚЖЭО-ның шығыр цехындағы еңбек шартының талдауы (шу, діріл, жарық) және де сол цехтағы өрт қауіпсіздігі мен оның алдын-алу тәсілдері жайлы сөз қозғадым.

3. ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

3.1. Берілген мәліметтер

ҚЖЭО - да БГҚ құрылысының мақсаты Қызылорда 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.

4.1-кесте. Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Э _{өнд} , млн.кВт·сағ	Q _{өнд} , мың Гкал	Отын	Q _б , ккал /м ³	Б _{отын} , теңге /м ³	T _м , сағ
2844	1537	газ	8500	15	6320

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.

3.2. 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% ($\Delta_{\text{э.м.}}$), ал жылу энергиясына - 0,5- 1% ($Q_{\text{э.м.}}$) деп қабылдау керек.

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады

$$\Delta_{\text{жіб}} = \Delta_{\text{өнд}} \cdot (1 - \Delta_{\text{э.м.}}) = 2844 \cdot (1 - 0,08) = 2616,48 \text{ млн. кВтсағ,}$$

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} \cdot (1 - Q_{\text{э.м.}}) = 1537 \cdot (1 - 0,007) = 1526,24 \text{ мың Гкал,}$$

мұндағы $\Delta_{\text{өнд}}$ 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

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

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

3.3. Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны

$$B_{\text{э}} = \Delta_{\text{э}} \cdot b_{\text{э}} = 2844 \cdot 230 = 654120 \text{ ш.о.т,}$$

$$B_{\text{ж}} = Q_{\text{э}} \cdot b_{\text{жс}} = 1537 \cdot 200 = 307400 \text{ ш.о.т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$B_{\text{ш}} = B_{\text{э}} + B_{\text{ж}} = 654120 + 307400 = 961520 \text{ ш.о.т.}$$

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

$$B_{\text{т}} = B_{\text{ш}} / K_{\text{а}} = 961520 / 1,35 = 712237,037 \text{ т.о.т.}$$

$K_{\text{а}}$ - шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 4.1-кестеде көрсетілген).

ЖЭО – ның негізгі отыны газ болғандықтан газ шығысын анықтаймыз.

$$V_{\text{г}} = B_{\text{т}} / \rho = 712237,037 / 0,83 = 858116912,04 \text{ м}^3.$$

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

$$Ш_{\text{отын}} = V_{\text{г}} \cdot B_{\text{отын}} = 858116912,04 \cdot 15 = 12871,75 \text{ млн. теңге.}$$

3.4. 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

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

$$\text{ПӘЕ}_ж = 143/b_ж * 100\% = 143/200 * 100\% = 71,5\%.$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$\text{ПӘЕ} = \frac{0,86 \cdot \mathcal{E}_{жіб} + Q_{жіб}}{7 \cdot B} \cdot 100\% = \frac{0,86 \cdot 2616480000 + 1526240}{7 \cdot 961520000} \cdot 100 = 34\%$$

3.5. 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

$$\mathcal{W}_c = \mathcal{E}_c (1,4 - 1,6) = 2844 \cdot 1,4 = 3981,6 \text{ млн. теңге.}$$

3.6. 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

$$N_{орн} = \frac{\mathcal{E}_{өнд}}{T_м} = \frac{2844000}{6320} = 450 \text{ МВт}$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны $T_м$ -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 ($K_{шт}$): 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 $K_{шт}$ шамасы 15 - 20 % - ға төмендейді.

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады

$$K_C = K_{шт} * N_{орн} = 1,6 * (1 - 0,15) * 450 = 612 \text{ адам.}$$

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

$$Ш_{са} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{еаа} = 489600000 + 73440000 + 121053600 = 684,10 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы $Ш_{еаа}$ бір қызметкерге 800-1000 мың 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 21.5% мөлшеріне тең деп қабылданады.

3.7. 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 $K_{\text{менші}}$ кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Есептеулерде $K_{\text{менші}}$ шамасы белгіленген қуаты 800 МВт, ЖЭО үшін - 1700 \$/кВт, 200 МВт - ЖЭО үшін - 2000 \$/кВт деп қабылданады. Осы қуаттары диапазонына жататын стансалар үшін $K_{\text{менші}}$ сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 181 теңге деп қабылдау керек

$$K = K_{\text{менші}} * N_{\text{орн}} = 1874,3 * 181 * 450 * 1000 = 153562,5 \text{ млн. теңге.}$$

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

$$Ш_a = 0,06 * K = 0,06 * 153562,5 = 9213,75 \text{ млн. теңге.}$$

3.8. 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

$$Ш_ж = 0,15 * Ш_a = 0,15 * 9213,75 = 1382,06 \text{ млн. теңге.}$$

3.9. 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.

$$Ш_{\text{шығ}} = (40-60) * V_{\text{г}} = 50 * 858116,912 = 42,905 \text{ млн. теңге.}$$

3.10. 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

$$\begin{aligned} \text{Ш}_{\text{жалпы}} &= 0,2 * (\text{Ш}_{\text{а}} + \text{Ш}_{\text{са}} + \text{Ш}_{\text{отын}}) = 0,2 * (9213,75 + 684,10 + 12871,75) = \\ &= 4553,91 \text{ млн. теңге.} \end{aligned}$$

3.11. 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

$$K_{\sigma} = \frac{B_{\sigma}}{B_{\text{и}}} = \frac{654120}{961520} = 0,68$$

Ол электр энергиясын жіберуге отынның қанша мөлшері (бірлік үлеспен немесе %-бен) шығындалғанын көрсетеді, ал айырмасы $(1 - K_{\sigma})$ - 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 4.2-кестеге енгізу қажет.

4.2-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}	12871,75	8756,63	4115,13
Су, Ш _{су}	3981,6	2708,67	1272,93
Еңбек ақы қоры Ш _{са}	684,09	465,39	218,71
Амортизациялық аударымдар Ш _а	9213,8	6268,09	2945,66
Жөндеу, Ш _ж	1382,06	940,21	441,85
Жалпы стансалық, Ш _{жа}	4553,92	3098,02	1455,90
Шығарындыларға төлемдер Ш _{шығ}	42,91	29,19	13,72
Барлық шығындар	32730,09	22266,21	10463,88

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

$$S_3 = \frac{III_{отын} + III_c + III_{ea} + III_a + III_{жс} + III_{жс} + III_{шығ}}{Э_{жіб}} = 8,52 \text{тг/кВт} \cdot \text{сағ}$$

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

$$S_{жс} = \frac{III_{отын} + III_c + III_{ea} + III_a + III_{жс} + III_{жс} + III_{шығ}}{Q_{жіб}} = 6863,80 \text{тг/Гкал}$$

3.12. 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 нормаларының 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 несиені 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 несиені бойынша пайыздық мөлшерлемесі (10%);

n - несиенің күнтізбелік жылы.

$$I_0 = 0,25 \cdot K = 0,25 \cdot 153562,5 = 38390,63 \text{ млн. теңге.}$$

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

$$T_э = S_э * 1,2 = 8,52 * 1,2 = 10,22 \text{ теңге/кВтсағ,}$$

$$T_ж = S_ж * 1,2 = 6862,80 * 1,2 = 8236,56 \text{ теңге/Гкал.}$$

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

$$K_{іріс} = T_э * Э_{жіб} + T_ж * Q_{жіб} = 10,22 * 2616480000 + 8236,56 * 1526241 = 39276,1021 \text{ млн. теңге,}$$

ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$Ш = S_э * Э_{жіб} + S_ж * Q_{жіб} = 8,52 * 2616480000 + 6862,80 * 1526241 = 32730,08508 \text{ млн. теңге.}$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$П = K_{іріс} - Ш = 39276,1021 - 32730,08508 = 6546,017017 \text{ млн. теңге.}$$

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

$$ТП = П * (1 - 0,2) = 6546,017017 * 0,8 = 5236,81 \text{ млн. теңге.}$$

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

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.

4.3-кесте - NPV есептеу

Жыл	CF	R10	PV10
0	-38390,63	1,00	-38390,63
1	5236,81	0,91	4760,74
2	5236,81	0,83	4327,95
3	5236,81	0,75	3934,50
4	5236,81	0,68	3576,81
5	5236,81	0,62	3251,65
6	5236,81	0,56	2956,04
7	5236,81	0,51	2687,31
8	5236,81	0,47	2443,01
9	5236,81	0,42	2220,92
10	5236,81	0,39	2019,02
11	5236,81	0,35	1835,47
12	5236,81	0,32	1668,61
13	5236,81	0,29	1516,92
14	5236,81	0,26	1379,02
NPV			187,34

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

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.

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.

4.4-кесте – IIR есептеу

Жыл	CF	R10	PV10	R15	PV15
0	-38390,63	1,00	38390,63	1	-38390,63
1	5236,81	0,91	4760,74	0,87	4553,75
2	5236,81	0,83	4327,95	0,76	3959,78
3	5236,81	0,75	3934,50	0,66	3443,29
4	5236,81	0,68	3576,81	0,57	2994,17
5	5236,81	0,62	3251,65	0,50	2603,62
6	5236,81	0,56	2956,04	0,43	2264,02
7	5236,81	0,51	2687,31	0,38	1968,71
8	5236,81	0,47	2443,01	0,33	1711,92
9	5236,81	0,42	2220,92	0,28	1488,63
10	5236,81	0,39	2019,02	0,25	1294,46
11	5236,81	0,35	1835,47	0,21	1125,62
12	5236,81	0,32	1668,61	0,19	978,80
13	5236,81	0,29	1516,92	0,16	851,13
14	5236,81	0,26	1379,02	0,14	740,11
NPV			187,34		-8412,613

IRR шамасы төмендегі кейіптемемен анықталады

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \cdot (r_2 - r_1) = 10 + \frac{187,34}{187,34 + 8412,613} \cdot (15 - 10) = 10,10\%$$

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.

Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

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

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{38390,63}{5236,81} = 7,33 \text{ жыл}$$

Өтелу мерзімі 7,33 жыл, яғни 7 жыл 4 ай.

Қорытынды: 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 $I_0=38390,63$ млн. тг, таза келтірілген құн $NPV=187,34$ млн. тг, пайданың ішкі нормасы $IRR=10,10\%$, инвестицияның өтелу мерзімі $PP=7,33$ жыл екендігі анықталды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген дипломдық жобада Қызылорда қаласында БГҚ құрылысының техникалық- экономикалық негіздемесі қарастырылған.

Қызылорда қаласында электр және жылуэнергиясы қажеттілігінің өсуіне байланысты жаңа БГҚ құру қажет болды.

Келтірілген БГҚ-дың ішіндегі басқаларымен салыстырғандағы тиімдірек болып келетін түріне есептеулер жүргіздім.

Пайдаға асырғыш қазанды БГҚ – энергетика саласында ең ауқымды және кең таралған, қарапайымдылығымен және электр энергиясын жоғарғы тиімділікте өндіруімен ерекшеленетін бу-газ қондырғысы. Пайдаға асырғыш БГҚ – шықтағыштық жұмыс тәртібінде тұтынушыларға ПӘК-нің 55-60% көрсеткішімен электр энергиясын жібере алатын дүние жүзіндегі жалғыз энергетикалық қондырғылар.

Заманауи энергетикалық газ шығырлары газдың 1100-1200°C температура аралығында жұмыс істейді. Олардың ПӘК-і 36-39 пайызға жетеді. Көптеген ГШҚ-ның шығар газдар температурасы 570-590 °C құрайды, ол БГҚ-ның құрамында стандарттық жоғары тиімді бу шығырларын қолдануға мүмкіндік бермейді.

БГҚ-ның құрамында жұмыс істейтін бу шығырлары әдеттегідей 10 МПа-ға дейінгі бу параметрлерінде және аса қызған будың 510-520 °C дейінгі ыстықтығында жасалады. Мұндай БШҚ-ның тиімділігі 30-33 %-дан аспайды.

Қазіргі заманғы ГШҚ-да пайдаланылған газдар температурасы 640°C жетеді, ол үнемдірек бүкүштік айналымды қолдану үшін алдын ала жағдай жасайды. Қысымның критикалық күйіне дейінгі және жоғарғы критикалық қысымды аралық қыздырғышты аса қызған будың 540-560°C температурасындағы бу шығырларын қолдануға мүмкіндік береді.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде шығыр цехына жүргізілген жарықтандыруды есептедім. Жарықтандыру нүктелік әдіс бойынша есептелінді. "IV, в" тобының көру жұмысының разряды үшін $E_n = 200$ лк. $E_r \geq E_n = 252,2 \geq 200$ шарты орындалды. Шығыр цехының ішіндегі жарықтандыру жеткілікті қамтамасыз етілді. ҚЖЭО-ның шығыр цехындағы еңбек шартының талдауы (шу, діріл, жарық) және де сол цехтағы өрт қауіпсіздігі мен оның алдын-алу тәсілдері жайлы сөз қозғадым.

Экономикалық бөлімде сол жобаға қажетті техника-экономикалық есептеулер жүргізілді. Бұл есептеудің мақсаты жобаны іске асыру барысында қанша мөлшерде ақшалай қаражат қажет екендігі және ол қаражаттың қанша уақытта ақталатындығы қарастырылды. Бастапқы қаржылық салым $I_0=38390,63$ млн. тг, таза келтірілген құн $NPV=187,34$ млн. тг, пайданың ішкі нормасы $IRR=10,10\%$, инвестицияның өтелу мерзімі $PP=7,33$ жыл екендігі анықталды.

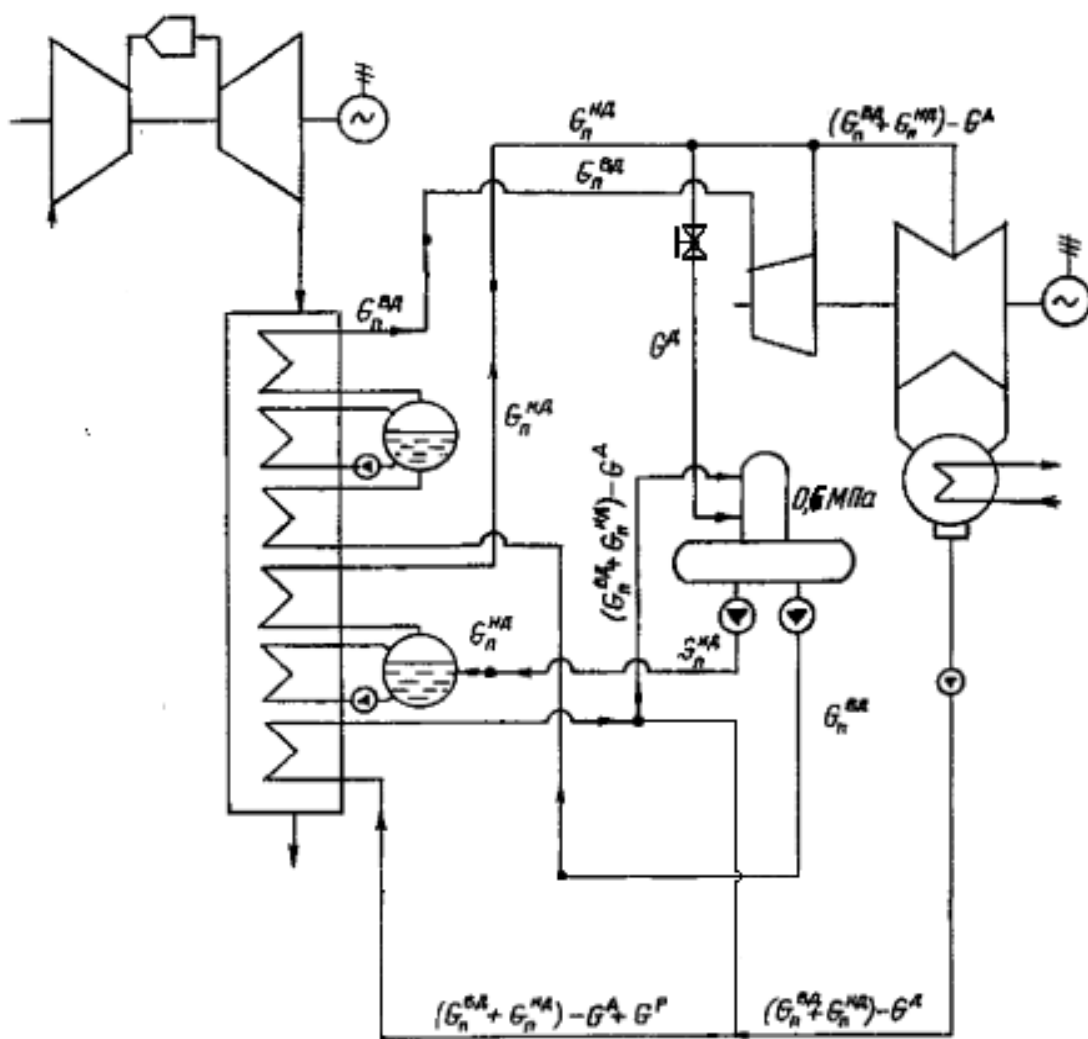
Қорытындылай келе, жобаның барлық жағынан тиімді екендігі анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Основы современной энергетики. Учебное электронное издание под общей редакцией чл.-корр. РАН Е. В. Аметистова.-М.: Издательство МЭИ, 2004.
2. Теплофикационная парогазовая установка Северо-Западной ТЭЦ . А.Ф. Дьяков, П.А. Березинец, М.К. Васильев и др. Электрические станции. 1996. № 7. С. 11—15.
3. Некоторые особенности режимов эксплуатации головного энергоблока ПГУ-450Т. Р.И. Костюк, И.Н. Писковацков, А.В. Чугин и др. Теплоэнергетика. 2002. № 9. С. 6—11.
4. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара.-М.: Энергия, 1980.-424 с.
5. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. –М.: Энергия, 1973.
6. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник под ред. В.А Григорьева и В.М. Зорина.-М: Энергия, 1982.-625с.
7. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов. Под ред. В.Я. Гиршфельда-3-е изд. перераб. и доп .-М.: Энергоатомиздат, 1987.-328 с.
8. Тепломеханический справочник. Изд. 2-е, перераб. Под ред. В. Н. Юренева и П. Д. Лебедева. Т.1,2. М., “Энергия”, 1975.
9. Трухний А.Д., Ломакин Б.В. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов.- М.: Издательство МЭИ, 2002.- 540 с.
10. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. -4-е изд., перераб. И доп.-М.:Энергоиздат, 1981.-416с.
11. Манушин Э.А. Газотурбинные двигатели колесных и гусеничных машин М., 1984. - 132 с. (Итоги науки и техники / ВИНТИ Серия Турбостроение; т.3)
12. Канило П.М., Христич В. А. Энергетические и экологические характеристики ГТД при использовании углеводородных топлив и водорода. - Киев: Наукова думка, 1987. - 256 с.
13. Христич В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды. - Киев: Техника, 1983.- 144 с.
14. Сигал И.Я., Защита воздушного бассейна при сжигании топлив- Л.: Недра, 1988,- 312 с.
15. А.Д. Трухний, Н.С. Паршина, Т.С. Лукьянова, Расчет тепловых схем трухконтурных утилизационных парогазовых установок: учеб. Пособие – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 48с.
16. Лукьянова Т.С., Трухний А.Д. Исследование влияния параметров паротурбинного цикла на экономичность трехконтурных ПГУ с промежуточным перегревом пара. – Теплоэнергетика. 2011, №3 с. 67-73.
17. Лукьянова Т.С., Трухний А.Д. Расчет трехконтурной парогазовой установки с промежуточным перегревом пара и вакуумным деаэратором // Труды XVIII международной научно-технической конференции «Инновационные средства и технологии». Том 3. – М.: МЭИ, 19 - 21 октября 2010 г., с. 174-182.

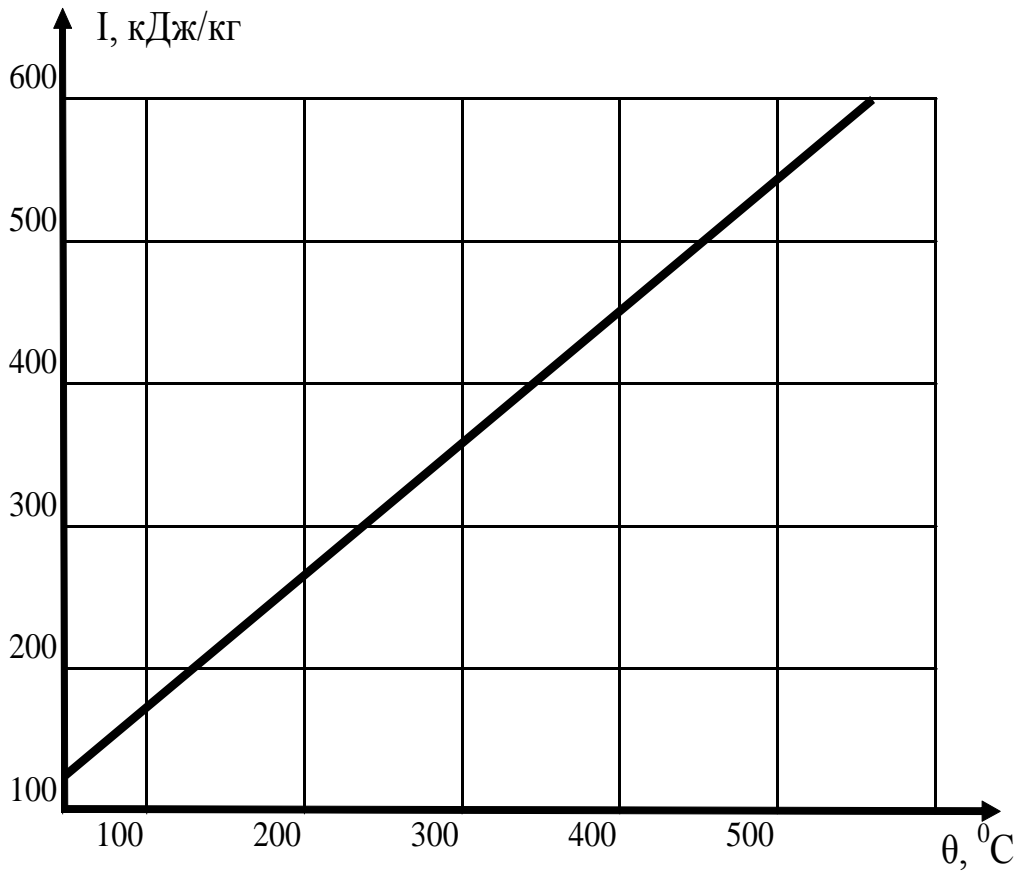
18. Труды XVIII международной научно-технической конференции «Инновационные средства и технологии». Том 3. – М.: МЭИ, 19 - 21 октября 2010 г., с. 174-182.

А қосымшасы



Екі контурлы БГҚ

Ә қосымшасы



Температурадан тәуелді шығар газдар энтальпиясының тәуелділік диаграммасы

ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ

Б – буландырғыш
БАҚ – буды аса қыздырғыш
БГҚ – бу-газ қондырғысы
БКҚ – букүштік қондырғы
БШҚ – бу шығырлы қондырғы
ГШҚ – газ шығырлы қондырғы
ЖТБӨ – жоғары тегеурінді буөндіргіш
ЖҚ – жоғарғы қысым
ЖҚЦ – жоғарғы қысым цилиндрі
ЖЭО – жылуэлектр орталығы
ЖЭС – жылуэлектр стансасы
МАЭС – мемлекеттік аудандық электр стансасы
ОҚЦ – ортаңғы қысым цилиндрі
ПАҚ – пайдаға асырғыш қазан
ПӘК – пайдалы әсер коэффициенті
СҮ – сулық үнемдегіш
ТҚ – төменгі қысым
ТҚЦ – төменгі қысым цилиндрі
ШГҚ – шықтың газдық қыздырғышы