

ДЖАМАШЕВА РИТА АДИЛОВНА

**"АСПАН СФЕРАСЫНА СӘУЛЕЛЕНУ ЭНЕРГИЯСЫН
ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ТОҢАЗЫТҚЫШ ЖҮЙЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН
АРТТЫРУ"**

PhD-докторанты

Джамашева Рита Адиловнаның

«6D072400 - Технологиялық машиналар және жабдықтар»

мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу

үшін диссертациялық жұмысына

АННОТАЦИЯ

Жұмыстың мақсаты атмосфераға жылу энергиясын сәулелендіру және ыстық уақыт кезеңінде конденсация қысымын төмендету арқылы энергия тиімділігін, тоңазытқыш жүйесінің тұрақтылығын арттыру болып табылады

Жүргізілген әдеби талдау негізінде және жұмыс мақсатына сәйкес келесі міндеттер шешілді:

Жұмыстың міндеттері:

1. Конденсаторларды салқындату тәсілдерін және тоңазытқыш машинасының конденсация қысымын төмендету схемаларын талдау.

2. Климаттық жағдайларға байланысты атмосфераға жылу энергиясын сәулелендіру арқылы конденсация қысымын төмендету кезінде тоңазытқыш машинасының энергия тиімділігін есептеу-теориялық талдау.

3. Салқындатқыш машинаның конденсация қысымын төмендету үшін атмосфераға жылу сәулесін жібере отырып, қосымша сұйық конденсаторы бар эксперименттік тоңазытқыш жүйесін есептеу, әзірлеу және дайындау.

4. Әртүрлі метеорологиялық жағдайларда ауамен салқындатылатын конденсатормен және қосымша сұйық конденсатормен тоңазытқыш жүйесіне эксперименттік зерттеулер жүргізу.

5. Қосымша сұйық конденсатордан жылу шығаратын, атмосфераға жылу шығаратын тоңазытқыш жүйесінің компьютерлік моделін жасау.

6. Ауамен салқындатылатын конденсатормен (АСК) және қосымша сұйықпен салқындатылатын конденсатормен (ССК), жылуды атмосфераға сәулемен бөле отырып, тоңазытқыш жүйесінің тиімділігіне экономикалық талдау жүргізу.

Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы болып табылады:

- біріктірілген торабы бар тоңазытқыш жүйелерінің негізгі сипаттамалары мен тәуліктік энергия тұтынуын анықтау әдістемесі әзірленді, онда жаздың ыстық күндерінде атмосфераға жылу сәулеленуі есебінен конденсация жылуы бөлінеді;

- біріктірілген тораптың жылу балансы моделінің алгоритмі және аймақтың климаттық жағдайларын ескере отырып, атмосфераға жылу сәулелену энергиясын бөле отырып, қосымша сұйық конденсаторы бар

тоңазытқыш жүйесін есептеудің компьютерлік моделі әзірленді;

- суық аккумулятордың ең аз көлемін, радиатордың ең аз ауданын, компрессордың энергия тұтынуын есептеу үшін формулалар алынды, сонымен бірге ССК мен АСК және тоңазытқыш жүйесі тұтынатын электр энергиясының мөлшерін анықтау үшін формулалар алынды.

Жұмыстың тәжірибелік құндылығы:

- атмосфераға жылу сәулеленуін қолдана отырып, конденсаторды салқындатуға арналған қондырғыларды жобалауға мүмкіндік беретін есептеу әдісі мен компьютерлік модель жасалды (В қосымшасы).

- салқындату объектісінің орналасқан аймағына байланысты конденсаторды салқындату қондырғысының тиімді қолдану саласын бағалау нәтижелері ұсынылды (А Қосымшасы).

- ұтымды конструкциялар әзірленді: сериялық конденсаторлар мен жылу сәулеленуінің көмегімен тамақ өнімдерін салқындатуға арналған қондырғы (05.04.2019 ж. №4408 жылу сәулеленуін пайдаланатын пайдалы модельге патент "сүтті салқындатуға арналған қондырғы" В қосымшасы)

Зерттеу нысаны: салқындатқыштың конденсация жылуы атмосфераға жылу сәулеленуі ретінде бөлінетін конденсаторлары біріктірілген бу компрессиялық тоңазытқыш машинасы.

Зерттеу жұмысының тақырыбы конденсация қысымын төмендету, радиатордағы салқындатқышты салқындату және олардың тоңазытқыш жүйесінің энергия тиімділігі мен үнемділігіне әсері болып табылады.

Тәжірибелік нәтижелерді сынақтан өткізу. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері Қазақстанда және шетелде өткен Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда ұсынылды, АТУ "өндірістік процестердің машиналары мен аппараттары" кафедрасының кеңейтілген отырысында талқыланды. Теориялық және эксперименттік зерттеулер мен тәжірибелік әзірлемелердің негізгі бөлігі Алматы технологиялық университетінде және "Одесса ұлттық азық-түлік академиясында" докторанттың тағылымдамасы кезінде өткізілді.

Диссертациялық жұмыс материалдары Алматы технологиялық университетінің оқу процесінде "өндірістік процестердің машиналары мен аппараттары", "Тоңазытқыш машиналары және кондиционерлеу жүйелері" (Е қосымшасы) бағыттары бойынша бакалаврлар мен магистрлерді даярлау кезінде пайдаланылады.

Әзірленген ұсынымдар әдістеме мен модель "Теңіз" ЖШС-де атмосфераға жылу сәулеленуі бар тоңазытқыш жүйелерін әзірлеу кезінде пайдаланылады. Диссертациялық зерттеу нәтижелерін енгізу туралы Акт қосымшада (Г қосымшасы) ұсынылған. Сондай-ақ, жұмыс нәтижелері 2021-2023 жылдарға арналған "Өнеркәсіптік салқындату және ауаны кондиционерлеу үшін радиациялық салқындатылған аралас тоңазытқыш жүйелерін зерттеу және әзірлеу" (Д қосымшасы) жобасында АР09258901/ГФ өнеркәсіптік эксперименттік қондырғыны әзірлеу кезінде пайдаланылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- сұйық конденсаторды салқындату үшін атмосфераға жылу сәулеленуді

тиімді қолдану теориясы ұсынылды;

- аймақтың климаттық жағдайларын және қосымша сұйық конденсаторды ескере отырып, атмосфераға жылу сәулесімен салқындатылған салқындатқышты қолдана отырып, конденсация қысымын төмендету мүмкіндігін дәлелдейтін тиімді әдіс;

- Тоңазытқыш жүйесі элементтерінің тендеулер жүйесі энергия шығындарын анықтауға мүмкіндік береді және дәйекті орналастырылған конденсаторлармен салқындаған кезде энергияның бірлік шығындарының тәуелділігін сипаттайтын эксперименттік модель

Тақырыптың өзектілігі:

Технологиялық прогрестің өсуімен жаңартылатын энергия көздері әсіресе өзекті болып табылады, өйткені дәстүрлі энергия көздері - көмір, газ, мұнай олардың сарқылуына, сондай-ақ планетаның экологиялық тепе-теңдігіне, адамзат денсаулығы мен қауіпсіздігіне әсеріне байланысты шексіз емес.

Өзекті проблемаларға байланысты технологиялық жабдықты жаңғыртудың жетекші басымдығы олардың энергетикалық тиімділігін арттыру арқылы Тоңазытқыш машиналардың энергия тұтынуын азайту болып табылады.

Президент Қасым-Жомарт Тоқаев Электр энергетикасы саласын дамыту мәселелері жөніндегі жұмыс тобын құру туралы өткізілген кеңесте "жасыл өсу" және ұлттық экономиканы терең декарбонизациялау жөніндегі шараларды қоса отырып, Қазақстанның 2050 жылға дейінгі төмен көміртекті дамуы жөніндегі тұжырымдаманы әзірлеуді тапсырды. Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің 2020 жылғы 29 желтоқсандағы өкімі. Үкімет сондай-ақ электр энергетикасын дамыту жөніндегі ұлттық жобамен жұмыс істеуде, 2035 жылға дейін елдің энергетикалық теңгерімі дайындалуда.

Мемлекет басшысы: "...Бұған дейін біз бұл көрсеткішті 2030 жылға қарай 10% - ға жеткізу мақсатын анықтадық. Жаңа шындықтар мен ағымдағы оң динамиканы ескере отырып, мен электр генерациясындағы ЖЭК үлесін 2030 жылға қарай 15% - ға дейін арттыру міндетін қоямын" .

Жаздың ыстық климаты мен құрғақ ауасы бар өңірлердегі тамақ өнеркәсібі кәсіпорындарында Тоңазытқыш машинасының ауамен салқындатылған конденсаторында температураның айтарлықтай жоғарылауы және соның салдарынан қысымның жоғарылауы байқалады. Бұл Орта Азия өңірінің соның ішінде Қазақстанның континенттік климатына тән. Жаңартылатын энергия көзін қолдана отырып, конденсаторды салқындатудың тиімді әдісі бар тоңазытқыш жүйесін дамытудың диссертациялық жұмысының бағытын таңдау.

Конденсация қысымын төмендету үшін ауаны салқындату конденсаторымен (АСК) бірлесіп атмосфераға жылу сәулеленуі бар қосымша қондырғыны қолдану ұсынылады.

Бұл мәселені шешудің бір жолы-атмосфераға жылу сәулесімен және табиғи конвекциямен салқындатылған ауа мен сұйық конденсаторларды дәйекті түрде орнату.

Пайдалану мүмкіндігі салқындатылатын объектінің орналасу аймағының климаттық ерекшеліктеріне, сондай-ақ қажетті температуралық режимге байланысты болатын РС-ны қолданатын тоңазытқыш қондырғыларының көптеген схемалары бар. Жұмыста бұрын жасалған модельдің көмегімен салқындатқыш жүйеде энергияны үнемдеудің мүмкін деңгейін әр түрлі қалаларда жұмыс істеген кезде пайдалану арқылы бағалау ұсынылады. Мұндай зерттеулер бұрын жүргізілмеген

Жаздың ыстық климатында бу компрессорлық тоңазытқыш машиналарында (БКТМ) конденсация қысымының жоғарылауымен байланысты проблема туындайды, бұл өз кезегінде тоңазытқыш коэффициентінің төмендеуіне және компрессордың электр энергиясын тұтынуының артуына әкеледі. Мысалы: континенттік климаты бар оңтүстік өңірлерде (мысалы, Қазақстанның оңтүстігінде) атмосфералық ауа температурасы жекелеген күндері 45°C-қа жетеді.

БКТМ тиімділігін арттыру үшін ауаны салқындату конденсаторымен сұйық салқындату конденсаторын орнату ұсынылады.

Диссертациялық жұмыс 2018-2020 ж. арналған "Суықпен жабдықтау және кондиционерлеу жүйелерінде радиациялық салқындатуды қолдану үшін ғылыми-инженерлік негіздерді зерттеу және әзірлеу" ҚР ҰӘҚ ҒК АР5130918/ГФ гранты бойынша 0118ҚР00535 жобасы, "Өнеркәсіптік суықпен жабдықтау үшін радиациялық салқындатумен біріктірілген тоңазытқыш жүйелерін зерттеу және әзірлеу" АР09258901/ГФ ауаны кондиционерлеу жобасы шеңберінде " бойынша 2021-2023 ж.ж., сондай-ақ докторанттың жеке жұмысында орындалды

Шешілетін ғылыми мәселенің қазіргі жағдайын бағалау.

Халықтың өсуімен, өнеркәсіптің дамуымен және адамдардың қоршаған ортаға деген ұмтылысымен қатар, 21 ғасырда Тоңазытқыш саласында электр энергиясына деген сұраныс күшейе түсті. Қазіргі заманғы дәстүрлі салқындату технологиясы Электр энергиясын өндіруде парниктік газдар шығарындылары мен салқындатқыштардың қоршаған ортаға ағып кетуінен туындаған энергияны көп тұтыну және парниктік эффект мәселелеріне тап болады.

Түнде ауаның беткі қабатының температурасынан төмен объектілерді салқындатудың физикалық құбылысы жердің тиімді сәулеленуі деп аталады. Белгілі бір ауа-райы жағдайында көлденең орналасқан заттың беті (бұлтсыз түнде максималды әсер бар) және келетін сәулеленудің болмауы сыртқы көздерден қайтарылғаннан гөрі көбірек жылу энергиясын шығаруға қабілетті. Нәтижесінде оның температурасын қоршаған ауа температурасынан төмен ұстауға болады. Салқындатқышты сәулеленетін бетке жеткізу арқылы оны салқындатуға болады. Жұмыста қолданылатын бұл салқындату әсері, оның көмегімен салқындатқыштың түнгі ауаға жақын температурасы радиациялық салқындату (РС) деп аталады.

Атмосфераға жылу инфрақызыл сәулелену арқылы радиациялық салқындату суық өндірудің экологиялық таза, балама әдісі болып табылады.

Қазақстан ЖІӨ бірлігіне парниктік газдар шығару бойынша әлемде көшбасшы орында тұр. Сондықтан біздің республика осы мәселені шешуге

белсене кірісті және көмірқышқыл газы шығарындыларына квоталар саудасы жүйесін енгізді. Көмірсутектер шығарындыларының едәуір бөлігі энергетика секторына келтіріледі, өз кезегінде тоңазытқыш машиналары электр энергиясының әлемдік деңгейінің шамамен 20% - тұтынады тоңазытқыш машиналары мен ауаны баптау жүйелері өнеркәсіптік кәсіпорындарда, коммерциялық ғимараттарда және жеке үйлерде электр энергиясын тұтынудың айтарлықтай деңгейіне ие. Бұл жағдайда тоңазытқыш жабдықтары мен ауаны баптау жүйелерінің таралуы артады, сонымен қатар энергия бағасының өсуі байқалады.

Тақырыпты әзірлеуге конденсация қысымының жоғарылауы, компрессордың қысылу дәрежесінің жоғарылауы, электр энергиясын тұтынудың артуы, жұмыс тұрақтылығының бұзылуы және нәтижесінде компрессордың қызмет ету мерзімінің төмендеуі, тұщы судың тапшылығы мен жоғары құны, қыста судың қатуы сияқты технологиялық тоңазытқыш жабдықтарының анықталған техникалық кемшіліктерін жою қажеттілігі негіз болды.

Жұмысты орындаудың бастапқы деректері конденсация қысымын төмендету және компрессордың электр энергиясын тұтынуын азайту үшін технологиялық жабдықты жетілдіру бойынша ғылыми зерттеулердің нәтижелері, талдаулар, әзірлемелер және алдын ала есептік деректер болды. Радиациялық салқындату аралық салқындатқышты салқындату үшін қолданылатын және оны салқындатылатын объектінің температурасын төмендету үшін одан әрі қолданатын белгілі салқындату жүйелерінің кемшіліктері бар, мысалы, жүйеде салқындатқыштың көп болуына байланысты жүйенің жоғары құны, төмен тиімділік, үлкен суық батарея және т. б.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі конденсация қысымын төмендетуге, радиатордағы салқындатқышты салқындатуға арналған технологиялық процестер мен жабдықтардың жеткіліксіз зерттелуі және олардың тоңазытқыш жүйесінің энергия тиімділігі мен үнемділігіне әсері, жабдықтың өнімділігі мен технологиялық тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін ғылыми негізделген шешімдердің болмауы болды.

Әзірлеудің жоспарланған ғылыми – техникалық деңгейі туралы мәліметтер.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері Климаттық жағдайлардың ерекшеліктерін, сондай-ақ термодинамиканың іргелі заңдарына негізделген инженерлік есептеу әдістемесін ескере отырып, РС бар эксперименттік тораптан және ауа және сұйық салқындату конденсаторлары тізбектей қосылған тоңазытқыш машинадан тұратын энергия үнемдейтін қондырғыны құруға мүмкіндік береді. Бұл әзірлеудің жоғары ғылыми-техникалық деңгейін көрсетеді және тоңазытқыш техникасын дамытудың жаңа, перспективалы бағыты болып табылады.

Патенттік зерттеулер туралы мәліметтер.

Қазақстан, Ресей, КСРО, АҚШ, Еуропалық Одақ елдерінің Деректер

базалары бойынша жылу және бу компрессиялық Тоңазытқыш машиналарын пайдалану мүмкіндігін біріктіретін салқындату жүйелерін патенттік іздеу жүргізілді, іздеу тереңдігі 50 жыл. Белгілі тоңазытқыш қондырғыларының кемшілігі-салқындатқыштың табиғи айналымы арқылы, яғни компрессорлар өшірілген кезде суық пайда болатын кезеңдерде олардың төмен тиімділігі. Жүргізілген талдау ұсынылған қондырғы энергияны үнемдейді және қарастырылып отырған процестің технологиялық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді. Бұл жұмыста АСК және қосымша ССК сұйық конденсатормен салқындатылған конденсация жылуын радиациялық салқындатумен және табиғи конвекциямен салқындату жүйесін әзірлеу және зерттеу жүргізілді.

Ғылыми-зерттеу жұмысын метрологиялық қамтамасыз ету туралы мәліметтер. Зерттеу барысында адвокаттар, калибрленген құрылғылар қолданылды. Өлшеу әдістері мен аспаптардың дәлдік класы "Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы Заңға" сәйкес келеді.

Автордың жеке үлесі.

Автор атмосфераға жылу сәулеленуін қолдана отырып, қолданыстағы қондырғыларға талдау жүргізді, өзектілігі негізделді, эксперименттік қондырғы жасалды және зерттеулер жүргізілді.

Автор есептеу әдістемесі мен алгоритмін жасауға, компьютерлік модельдеуге және патенттелген қондырғыларды жасауға қатысты.

1. Конденсаторларды салқындату тәсілдерін және тоңазытқыш машинасының конденсация қысымын төмендетудің принциптік схемаларын талдау дәйекті қосылған АСК және ССК көмегімен конденсация қысымын төмендетуге болатындығын көрсетті, осылайша жұмыстың тұрақтылығы артады және нәтижесінде компрессордың қызмет ету мерзімі артады. Баламалы энергия көздерін пайдалана отырып, конденсаторларды салқындатуға арналған энергия тиімді қондырғыларды әзірлеу тәсілін технологиялық машиналар мен жабдықтардың энергия үнемдейтін түрлерін дамытудың ең перспективалы бағыттарының бірі деп санауға болады.

2. Табиғи суықты және атмосфераға жылу сәулелену энергиясын пайдалану арқылы конденсация қысымының төмендеуінің климаттық жағдайларға байланысты Тоңазытқыш машинасының тиімділігіне әсерін есептеу-теориялық талдау жүргізілді. Конденсация түйініне жүктеменің ең жоғары уақытында τ_{ohl} , конденсация температурасы сұйық жылу алмастырғышта орташа мәнге төмендейді $\Delta \Delta t_{--} (K. to.) = 10K$, және 2, 2', 3, 3' нүктелеріндегі энтальпия мәндері конденсация температурасының 10K төмендеген мәніне (эксперименттік деректер бойынша) және тиісінше p_k қысымының 3 105Па төмендеуіне (R134a үшін) сәйкес келеді. ТК сұйық конденсаторын пайдаланған кездегі орташа температура = +30°C. Бұл жағдайда қондырғының қуатын тұтыну ~ 0,3 кВт құрайды. Қондырғы 2 сағат бойы жұмыс істеген кезде 0,6 кВт тұтынылады.

Тәулігіне 2 сағат максималды температурада энергияны үнемдеу тәулігіне шамамен 1-0,6 = 0,4 кВтсағ құрайды.

Бұл дизайнды сұйық жылу алмастырғышпен қолданған кезде, жаз

айларында шамамен 90 күн ішінде энергияны үнемдеу $90 \times 0,4=36$ кВт / сағ құрайды.

Осы зерттеуде қарастырылған эксперименттік қондырғы күрт континентальды климат жағдайында қолдану үшін әзірленуде. Зерттеу Алматы қаласында жүргізілді. Бұл қала 43° солтүстік ендікте орналасқан. Қаланың климаты ауа температурасының 10°C -тан асатын тәуліктік өзгеруімен ерекшеленеді. Есептеулер жүргізу үшін атмосфералық ауа температурасы туралы деректер пайдаланылды (9-сурет)

3. Конденсаторды салқындату үшін эксперименттік қондырғы жасалды және жасалды. ДК-мен тәжірибелік ТМ қондырғысы компрессоры бар стандартты Тоңазытқыш машинаны қамтиды және оған қосымша ауаны салқындату конденсаторынан кейін сұйық салқындатқыш конденсатор қосылған, ол өз кезегінде суық батареямен байланысты. Салқындатқыш ретінде 40% пропиленгликоль ерітіндісі қолданылады (қатаю температурасы -26°C). Экспериментте суды да қолдануға рұқсат етіледі, бірақ оны суық мезгілде ағызу қажет болады.

Орнату wansheng wq15hf (Қытай) шағын поршеньді герметикалық компрессорды пайдаланады, $Q_0=332.9$ Вт қайнау температурасы $t_0=-23.3^\circ\text{C}$ және конденсация температурасы $T_C=+54.4^\circ\text{C}$ (ASHRAE LT стандартының төмен температуралық жұмыс режимі). Барлық сипаттамаларға сәйкес, бұл компрессор SC15F Secor (Danfoss) компрессорының дәл аналогы болып табылады.

АСК ауаны салқындату конденсаторы ретінде 4 м^2 жылу алмасу беті бар kaideli fnhm 12/4 (Қытай) қырлы құбырлы жылу алмастырғыш қолданылады. Оның желдеткіші 30 ватт, ал номиналды жылу қуаты 1200 ватт.

ССК сұйық салқындатқыш конденсаторы-gvn VLR моделінің қабылдағышынан жасалған диаметрі 220 мм және биіктігі 625 мм цилиндрлік металл контейнер.33b.21.B6.C6.F4 (Түркия). Навит сыйымдылығының ішінде сыртқы диаметрі 9,52 мм, ұзындығы 7 М мыс құбырынан жасалған спираль бар, спиральдың жылу алмасу бетінің ауданы $0,2\text{ м}^2$. Салқындатқыш мыс құбырынан спиральдың ішіне беріледі. Салқындатқыш ыдыс пен спираль арасындағы кеңістікті толтырады.

Радиатордан басқа барлық элементтер үй ішінде орналасқан. Радиатор көшеде орналасқан (15-сурет).

Қайнау температурасы: -10°C

Конденсация температурасы: $+29^\circ\text{C}$

Қызып Кету: 10°C ;

Гипотермия: 5°C ;

Атмосфералық ауа температурасы: $+25^\circ\text{C}$;

Атмосфералық ауа температурасы ең жоғары: $+35^\circ\text{C}$;

Есептеу бойынша "CoolPack" бағдарламасында:

Айдау температурасы: $+75^\circ\text{C}$;

Суық Өнімділік: 688 Вт;

Салқындатқышты сығудың теориялық жұмысы: 123 Вт;

Компрессордың толық тиімділігі: 65%

Компрессордың электр қозғалтқышының электр қуаты: 189 Вт;

Конденсация жылуы: 811 Вт;

Салқындатқыштың массалық шығыны: 0,0043 кг / с

Салқындатқыштың көлемдік шығыны: 0,000447 м³ / с = 1,61 м³/сағ

4. Эксперимент барысында конденсация температурасын АСК-ға берілетін ауаның төмен температурасында (+30°C-тан аз) ССК қосу арқылы +35,6-дан +31,4°C-қа дейін төмендетуге болатындығы анықталды. АСК-ға берілетін ауаның жоғары температурасы кезінде конденсация температурасы ССК қосу есебінен +48,5-тен +38,3°C-қа дейін төмендетілуі мүмкін.

Қжо қосылуы қондырғы тұтынатын NE электр қуатының артуына әкеледі, өйткені H2 сорғысы қосылады. конденсация қысымының төмендеуі Q0 компрессорының салқындату өнімділігінің жоғарылауына әкеледі, бұл орнатудың салқындату коэффициентінің өсуіне әкеледі ε.

5. Тоңазытқыш қондырғысын модельдеу жүргізілді, оның көмегімен жүйенің негізгі элементтерінің параметрлері анықталды, сондай-ақ қарапайым ПХМ-мен салыстырғанда тәуліктік энергия тұтынудың 6,5% - ға төмендеуі (421 Вт-тан 385 Вт-қа дейін, яғни 36 Вт-қа). Қосымша сұйық конденсатордан жылу шығаратын, атмосфераға жылу сәулеленетін ауамен салқындатылатын конденсаторы бар тоңазытқыш жүйесінің компьютерлік моделі жасалды.

6. Атмосфераға жылу сәулесімен салқындатылған қосымша конденсаторды қолдану кезінде ауамен салқындатылатын конденсаторы бар тоңазытқыш жүйесінің тиімділігіне экономикалық талдау жүргізілді.

Халықаралық стандарттарға байланысты қолайлы өтелу мерзімі энергия тиімділігін арттыратын шешім 7 жылға дейінгі мерзім болып табылады, біздің жағдайда қондырғының жалпы құны кезінде қосымша конденсатордың құны және суықтың аккумуляторымен 4 270 044 тг құрайды., бұл қайта есептегенде энергияны тұтынудың төмендеуі және өтелу мерзімі 4,6 жыл.

Атмосфераға қосымша сұйық конденсаторы және жылу сәулеленуі бар қондырғының өтелу мерзімі 4,6 жылды құрады.

Орнату қоршаған орта үшін қауіпсіз, өйткені ол атмосфераға зиянды заттарды шығармайды.

Жарияланымдар. Теориялық және эксперименттік зерттеулер 20 ғылыми жарияланымда, оның ішінде web of Science және Scopus дерекқорларына кіретін нөлдік импакт-факторы бар журналдарда 4 мақалада; Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған журналда 2 мақалада; халықаралық ғылыми-техникалық материалдарда 14 жарияланымда көрініс тапты конференциялар.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, әдеби шолудан, теориялық есептеуден, эксперименттік зерттеулерден, компьютерлік модельдеуден және оларды қорытындылармен талқылаудан, техникалық-экономикалық тиімділік пен қорытындыдан тұрады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі 101 атауды қамтиды. Жұмыс компьютерлік мәтіннің 115 бетінде көрсетілген, 23 кесте, 34 сурет және 6 қосымшадан тұрады.