

containers. Increasing the efficiency of the production of dried products is achieved by reducing transport costs and increasing the effect of solar energy through the use of a Helio drying module in greenhouse construction.

Conclusions on research work. The heliocomputer module is used as part of a greenhouse building in order to improve efficiency and save energy resources in the conditions of the south-east of Kazakhstan.

Key words: Solar dryer, solar drying module, humidity, solar energy, drying, polycarbonates, convection, heat transfer, heat capacity, enthalpy.

GTAMP 55.39.37

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/45>

Е.С. Ержигитов, С.Т. Демесова, Н.И. Молдыбаева, А.С. Талдыбаева,
М.А.Жусупалиева*

*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
ergigitov.erken@mail.ru, saule.demesova@mail.ru*, moldybayeva78@mail.ru,
taldybaeva_aigul@mail.ru, mkurmanaeva@inbox.ru*

ЖЫЛУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН КОМПРЕССОРДЫҢ ӨЗДІГІНЕН САЛҚЫНДАТЫЛАТЫН СОРҒЫСЫ

Аңдатпа

Жылу сорғысы - жылу энергиясын төмен потенциалды көзден тұтынушыға тасымалдауды жүзеге асыратын техникалық құрал. Ол жылу энергетикасының перспективалық батытына жатады.

Авторлар оған гелиоколлектор қосылған кезде жылу сорғысының тиімділігін арттыру, сондай-ақ компрессорды буландырғышпен өзін-өзі реттеу арқылы салқындату гипотезаларын алға тартты. Қазіргі уақытта жылу сорғылары (ЖС) тек ауаны салқындату үшін ғана емес, сонымен қатар жылу қажеттілігін қанағаттандыру үшін де белсенді түрде қолданылады. Бұл өзгеріс климаттың өзгеруіне байланысты парниктік газдар шығарындыларын азайту қажеттілігімен, сондай-ақ дәстүрлі жылумен жабдықтау жүйелерінің экологиялық таза баламаларын іздеумен байланысты. Сонымен қатар, ЖС технологияларының тиімділігі мен сенімділігін арттыру осы бағытта үлкен рөл атқарады.

Жылу сорғылары энергияны тиімді пайдаланып, қоршаған ортаға теріс әсерін азайтады. Оларды қолдану арқылы ғимараттардағы жылу қажеттіліктерін экологиялық таза жолмен қанағаттандыруға мүмкіндік бар. Мұндай технологияларды жетілдіру – жасыл энергетикаға көшу процесіндегі маңызды қадамдардың бірі.

Теориялық зерттеулер гелиоколлекторда жылу сорғымен жұмыс істеу кезінде пайда болатын тікелей күн сәулесі мен қоршаған ауадан жылу энергиясын бірлесіп сору, сондай-ақ буландырғышпен артық жылуды сору арқылы компрессордың бетінен жылу беруді күшейту тұжырымдамаларын талдайды. Авторлар жана техникалық шешімдер - компрессор шығаратын жылу жүйесіне оралу және компрессордың температуралық режимін жақсарту, соның ішінде жетек қозғалтқышының электр орамаларын салқындату арқылы тікелей күн сәулесі мен жылу энергиясын қоршаған ауамен және жылу сорғысымен бірлесіп сору әсерінен гелиоколлектордың жылу өнімділігін арттыра алады деген қорытындыға келді.

Кілтті сөздер: жылу сорғысы, компрессор, буландырғыш, конденсатор, түрлендіру коэффициент, төмен потенциалды жылу көзі, энергия үнемдеу, энергия тиімділігі, жанартылатын энергия.

Кіріспе

Отын-энергетикалық ресурстарды ұтымды пайдалану бүгінде жаһандық проблемалардың бірі болып табылады. Дәстүрлі қазба отын қорының сарқылуы және оны жағудың экологиялық салдары соңғы онжылдықтарда дәстүрлі емес жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологияларына қызығушылықтың едәуір артуына себепші болды [1,2].

ДЖЭК технологиялары ауыл шаруашылығы мен жалпы экономика үшін үлкен қызығушылық тудырады [3,4]. Энерготасымалдаушыларға жұмсалатын шығындар айтарлықтай қысқаруда, олардың құны өсуде. АӨК объектілерінің басым бөлігі дәстүрлі емес жаңартылған энергия көздерін (ДЖЭК) қолдану есебінен энергиямен қамтамасыз ету жүйелерінің дербестік дәрежесін арттыруды талап етеді. Және, әрине, ДЖЭК басты міндеті - экологиялық тазалық. Бұл сапалар жылу өндіретін жабдықтар нарығында бәсекелестік жағдайды қалыптастырудың басымдықтарын айқындайтын болады. Егер күн коллекторлары (гелиоколлекторлар), жел, гидроэлектр станциялары кеңінен белгілі болса, онда жылу сорғыларының (ЖС) мүмкіндіктері туралы тіпті мамандар да жеткіліксіз хабардар етілген. ЖС бір мезгілде жылу энергиясын өндіруге және салқындатуға мүмкіндік беретіні белгілі. Қоршаған ортада, оның ішінде жерде, суда, ауада шашыраған жылуды сіңіруге мүмкіндік береді, оларды әдетте төмен потенциалды жылу деп атайды. Шын мәнінде, жылу сорғысы - бұл түрлендірілген тоңазытқыш. Екеуінде де буландырғыш, компрессор, конденсатор және дроссельдеу құрылғысы бар. Тоңазытқыш пен сорғының жұмыс циклі бірдей, тек баптау параметрлері ғана әр түрлі болады. Тіпті сыртқы жағынан да, көлемі жағынан да олар бір-біріне ұқсас. ЖС компрессорының жетегіне 1 кВт электр энергиясын жұмсай отырып, 3-4 кВт жылу энергиясын алуға болады. Зерттеудің мақсаты техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік беретін ЖС жаңа техникалық шешімін негіздеу болып табылады.

Техникалық шешімнің жаңалығы ҚР патентімен [5] және зерттеулермен расталды.

Әдістер мен материалдар

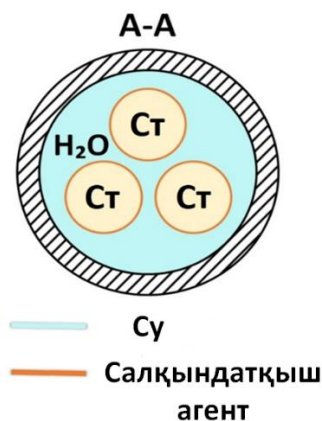
Ұсынылған шешімде «құбыр ішіндегі құбыр» типті жылу алмастырғыштың конструкциясы салқындатқыш пен жылу тасымалдағыш арасындағы жылу алмасуды тиімді ұйымдастыруға бағытталған. Бұл конфигурацияда салқындатқыш кіші диаметрлі ішкі құбыр арқылы ағып өтеді, ал жылу тасымалдағыш үлкен диаметрлі сыртқы құбыр арқылы өтеді. Екі құбыр коаксиалды түрде орналасып, олардың арасындағы температура айырмашылығы (Δt_{op}) ішкі құбырдың қабырғасы арқылы жылу алмасуға ықпал етеді.

Негізгі сипаттамалар:

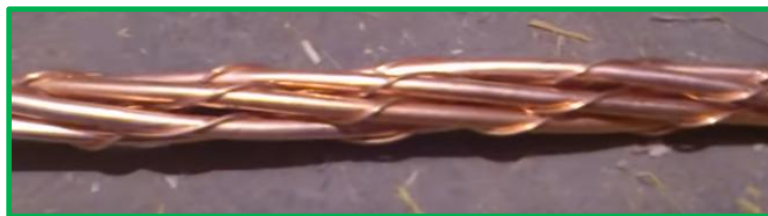
- Ішкі құбырдың материалы: Мыс, оның жоғары жылу өткізгіштігі салқындатқыштың жылуын тиімді өткізуге мүмкіндік береді.
- Сыртқы құбырдың материалы: Полиэтилен, ол жеңіл, арзан және коррозияға төзімді материал ретінде жиі қолданылады.
- Жылу алмастырғыштың көп түтікшелі конфигурациясы: Жылу алмасуды тиімдірек ұйымдастыру үшін бір түтік орнына үш параллель түтік қолданылады, бұл жылу тасымалдағыш пен салқындатқыш арасындағы байланыс аймағын ұлғайтады.

Бұл құрылым жүйенің жалпы өнімділігін арттырып, салқындатқыш пен жылу тасымалдағыш арасындағы жылу беруді жақсартады [6]. 1-суретте осы шешімнің А-А қимасы көрсетілген.

Әрі қарай, α_2 жылу беру коэффициентін арттыру үшін, оның теориясы келесі бөлімде талқыланады, фотосуретте көрсетілгендей, үш параллель құбыр бір-бірімен біріктіріліп, бұрандалы бетті құрайды (2 сурет). α_2 -ге әсер түтіктердің беті бойымен айналатын салқындатқыштың айналуына байланысты, түтіктердің бетіндегі ламинарлы қабатты жұқартады.



Сурет 1 – «Құбырдың ішіндегі құбыр» типті зерттелетін жылу алмастырғыштың көлденең қимасының сызбасы



Сурет 2– Өзара айқасқан (өрілген) ішкі түтіктердің түрі

Концентрлі шеңбер түріндегі коаксиалды жылу алмастырғыштың төселуі 3-суретте көрсетілгендей, әрбір келесі катушка алдыңғысының үстіне қабатталатын шеңбер диаметрі D болатын спираль түрінде салынады.



Сурет 3 – Концентрлі шеңбер түріндегі коаксиалды жылу алмастырғыштың төселуі

Компрессор катушкалардан құралған цилиндрдің ішіне орналастырылады.

Нәтижелер мен талқылау

Жылу алмастырғыш екі түрлі жұмыс режимінде: буландырғыш және конденсатор ретінде жұмыс істей алады. Әр режимде жылу тасымалдау процесі келесідей жүреді:

1. Буландырғыш режимінде: салқындатқыш жылу тасымалдағыштан жылуды алады, яғни, ол сыртқы ортадан жылуды сіңіреді. Бұл кезде салқындатқыштың температурасы көтеріледі, ал жылу тасымалдағыш суиды.

2. Конденсатор режимінде: салқындатқыш жылуды жылу тасымалдағышқа береді. Бұл процесіте салқындатқыш конденсацияланады, яғни газ күйінен сұйық күйге өтеді, ал жылу тасымалдағыш керісінше жылуды қабылдап, қызады.

Екі жағдайда да жылу тасымалдағыштың бетінің ауданы (F, m^2) жылу беру тиімділігіне әсер етеді. Жылуалмастырғыштың жылу беру бетінің ауданы неғұрлым үлкен болса, соғұрлым ол жылуды жақсы өткізе алады, бұл жылу алмастырушының жалпы тиімділігін арттырады. [7-8].

Аталған шамалар арасындағы байланысты жылу беру формуласымен көрсетуге болады:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{op} \quad (1)$$

мұндағы: k – алмасу ортасы арасындағы жылу беру коэффициенті, Вт / (м² С⁰);

Δt_{op} – алмасу ортасы арасындағы температура айырмашылығы, °С.

Біз формуланың компоненттерін негіздейміз (1).

Жылу алмастырғыш жүйеде жылу сорғысымен жұмыс істейді. Тиісінше, жылу алмастырғыш өндірілген энергияның (Q) берілуін қамтамасыз етеді. Өндірілетін энергия мен жылу сорғысының қуаты ($P_{ЖС}$) арасындағы байланыс, мұнда компрессордың қуаты келесі формуламен көрсетіледі:

$$Q = P_{ЖС} \cdot K_{ЖС}, \quad (2)$$

мұндағы: $K_{ЖС}$ – жылу сорғысының түрлендіру коэффициенті.

Ішкі түтіктердің сыртқы бетінің ауданына тең жылу алмасу бетінің ауданын формула бойынша есептеуге болады:

$$F = l \cdot \pi \cdot d_{сыр} \cdot n, \quad (3)$$

мұндағы: l – коаксиалды жылу алмастырғыштың ұзындығына сәйкес келетін ішкі түтіктің ұзындығы;

$d_{сыр}$ – түтіктің сыртқы диаметрі, м;

n – параллель түтіктердің саны.

Жылу беру коэффициенті (k), бұл жылудың бір ағыннан екіншісіне оларды бөлетін қабырға арқылы өтуі. Бұл үрдіс үш кезеңнен тұрады және келесі формула бойынша есептеледі:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{кб}}{\lambda_{кб}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4)$$

мұндағы: α_1 энергия ағынынан жылу алмастырғыштың қабырғасына жылу беру коэффициенті;

$\delta_{кб}$ – жылу алмастырғыш қабырғасының қалыңдығы;

α_2 – қабырғадан екінші ағынның ядросына жылу беру коэффициенті.

(4) енгізілген осы құрамдастардың ішінен α_2 коэффициентінің мәнін ғана басқара аламыз.

Жылу беру тиімділігін арттыру мақсатында үш параллель құбырды пайдалану мен олардың бір-бірімен өрілген конструкциясы жүйенің жалпы жұмысын оңтайландыруға бағытталған (1-суретті қараңыз). Бұл тәсіл құбырдың сыртқы бетінде салқындатқыштың айналмалы қозғалысын туғызады (2-сурет), бұл өз кезегінде құбырлар бетіндегі ламинарлы қабатты жұқартады және жылу беру процесін жақсартады.

Жылу беру коэффициенті (α) көптеген айнымалыларға тәуелді, олардың ішінде:

- Сұйықтықтың тығыздығы,
- Тұтқырлық,
- Жылу сыйымдылығы,
- Жылу өткізгіштік,
- Ағынның жылдамдығы,
- Құбырлардың геометриясы,
- Қозғалыс режимі (ламинарлы немесе турбулентті ағын).

Бұл параметрлердің барлығы бір-біріне тәуелді және оларды бір мезгілде есептеу қиынға соғады. Сондықтан мұндай күрделі есептерде ұқсастық теориясы қолданылады. Ұқсастық теориясының мәні — жылу беруге әсер ететін көптеген параметрлерді өлшемсіз кешендермен (критерийлермен) ауыстыру. Бұл айнымалылар санын қысқартып, процесті жеңілдетеді.

Атаулы айнымалылар жиынын үш критериймен ауыстыру нұсқасын қарастырамыз:

1. Рейнольдс саны (Re): Ол сұйықтықтың қозғалыс режимін сипаттайды және келесі түрде анықталады:

$$Re = \frac{w d_3 \rho}{\mu} \quad (5)$$

мұндағы: w – ағынның орташа сызықтық жылдамдығы, м/с;

μ - динамикалық тұтқырлық коэффициенті, $Па \times с$;

d_3 – ағынның геометриясын анықтайтын эквивалентті диаметр.

2. Прандтль критерийі бұл критерий тұтқырлық және жылу өткізгіштік арасындағы қатынасты сипаттайды:

$$Pr = \frac{c\mu}{\lambda} \quad (6)$$

3. Нуссельт критерийі: бұл критерий ағынның жылу беру қабілетін сипаттайды. Ол конвективті және өткізгіштік жылу беру арасындағы қатынасты көрсетеді:

$$Nu = \frac{\alpha d_3}{\lambda} \quad (7)$$

(2) және (3) берілген формулаларды қолдана отырып, құбырдың қажетті ұзындығын анықтауға болады:

$$l = \frac{P_{жс} \cdot K_{жс}}{k \cdot \Delta t_{ор} \cdot \pi \cdot d_{сыр} \cdot n} \quad (8)$$

және жылу сорғысының параметрлері арқылы:

$$F = \frac{P_{жс} \cdot K_{жс}}{k \cdot \Delta t_{ор}} \quad (9)$$

Ұзындығы l коаксиалды құбыр бұрандалы сызық бойымен концентрлі шеңбер түрінде орналастырылған.

(9) және төмендегі формуланы қолдану арқылы:

$$l = \pi \cdot D \cdot v \quad (10)$$

мұндағы: D – орамдардың диаметрі;

v – орамдар саны, бұрандалы сызықтың бұрылыстарының санын есептеу үшін келесі формуланы алуға болады

$$v = \frac{P_{жс} \cdot K_{жс}}{k \cdot \Delta t_{ор} \cdot \pi^2 \cdot D \cdot d_{сыр} \cdot n} \quad (11)$$

Компрессордың жылу алмасу процесін түсіну үшін жылу сорғысының (ЖС) техникалық шешіміндегі жылу сұлбасын қарастырамыз (4- сурет).

Компрессордың жұмыс процесі кезінде оның беті арқылы бөлінетін Q4 жылу ағыны маңызды фактор болып табылады. Бұл жылу ағыны екі негізгі көзден пайда болады:

Фреонды сығу - ол компрессор фреонды (хладагентті) сығу кезінде оның температурасы едәуір артады, және осы процесте жылу бөлінеді. Электрқозғалтқыш орамдары - компрессордың жетек электрқозғалтқышы жұмыс істегенде, оның орамдары қызады және бұл да қосымша жылу бөлуге әкеледі.

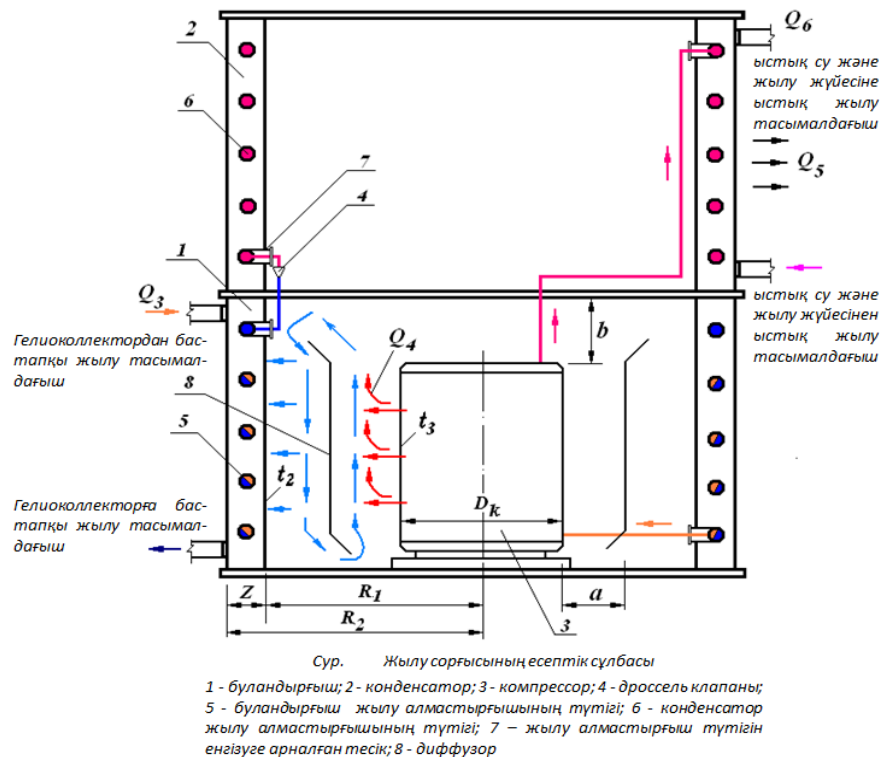
Бұл жылу компрессордың дұрыс жұмыс істеуі үшін алып тасталуы керек, себебі шамадан тыс қызу құрылғының істен шығуына немесе тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін. Қызып кетудің алдын алу үшін компрессорды салқындату жүйесі қолданылады.

Компрессорды салқындату принципі- желдеткіш арқылы салқындату - белгілі бір құрылғыларда компрессорды қызып кетуден қорғау үшін желдеткіш қолданылады. Желдеткіш компрессордың сыртынан үрлеп, оның бетіне бөлінген артық жылуды қоршаған ортаға таратады. Осылайша, компрессордың салқындатылуы жүзеге асырылады.

Бұл әдіс әсіресе компрессор интенсивті жұмыс істеген кезде тиімді. Артық жылу компрессордың беті арқылы сыртқа шығып, желдеткіш оны қоршаған ортаға таратады.

Тоңазытқыш қондырғылардағы ұқсас принцип - тоңазытқыш жүйелерінде де компрессордың жұмыс кезінде бөлінген жылуы қоршаған ортаға шығарылады. Бұл әдіс жылу алмасуды жақсартып, құрылғының тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Компрессорды тиімді салқындату арқылы оның қызмет ету мерзімін ұлғайтуға және жұмыс тиімділігін

арттыруға болады. Желдеткіш арқылы салқындату әдісі жылуды тиімді түрде алып тастайды, осылайша құрылғыны қызып кетуден қорғайды [9].



Сурет 4 – ЖС жаңа техникалық шешімінің жобалық сұлбасы

Үрдіс мынадай сұлба бойынша жүзеге асырылады: «компрессордан сәулеленумен және конвекциямен жылуды алу», «жылу алмастырғыштың жылу алмастырғышына жылу беру», «жылу алмастырғыштың жылу алмастырғышымен жылуды сіңіру», «жылуды фреонмен сіңіру» және «оны негізгі ағынға қосу».

Бұл ЖС есептік сұлбасы ортасы қуыс цилиндр сыртқы цилиндр ішкі цилиндр оларды арасында саңылау болады. Саңылаудың ішінде су компрессордан 3 қысылған фреон мыс түтікке ағып өтеді де, суып шығады да бойындағы жылуды суға береді. Екінші жағында айналып спиральмен келеді де, буландырғышқа 1 келеді, Жоғары жақтан кондинсатордан шыққан кезде 4-дросель тұр, дросельден қысыммен шығып, суыған фреон конденсатордың 2 ішінен бойындағы жылуын беріп, өзі суып шығып сұйықталады. Сұйықталған дросельден өткен кезде дросельдің ішінде буландырғышқа түседі, буландырғыштың түтігіне 5 барады, буландырғыштың түтігінің ішінде вакуум, компрессор ауаны сорып алады, вакуумға түскен кезде қайнай бастайды, қайнаған кезде буландырғыштың ішіндегі 6 судың екі цилиндрдің ортасындағы арасындағы судың жылуын фрион сорып алады. Судан жинаған жылуды қайтадан компрессорға апарды. Қайнап шыққан бу компрессордың цилиндріне барады. Компрессор оны қайтадан қысады, қысылған кезде ол қызады.

Сырттан келетін қызыл стрелка су жібереміз, ол екі цилиндрдің ортасына кіреді. Олардың арасында саңылау пайда болады. Олардың ортасына мыстан жасалған түтік салынған 7 оралып. Екеуінің арасында су, бірақ мыстан жасалған түтікпен ыстық фрион жүреді. Сол екі цилиндрдің ортасындағы диффузор 8 суды қыздырады. Қызып жоғары қарай жылжиды. Сойтіп Q6 ысыған су. Ысыған суды біз жылуға пайдаланамыз. Мыс түтіктер ыстық спираль. Біз фрионды компрессормен қысып ысыттық, ысыған фрионспираль қызады. Қызған суды Q6 айналым сорғысы арқылы біз алып отырамыз. Сөйтіп ыстық фрион келіп отырады, компрессор беріп отырады. Фрион мыс түтіктің ішінде жылжып отырады.

Жылу алмастырғыштың жылу алмастырғышымен жылуды сіңіру- жылу алмастырғыш арқылы өтетін жылу салқындатқыш (фреон) арқылы жылу алмасу процесінде қабылданады. Салқындатқыш бұл жылуды сіңіреді де, кейін оны негізгі ағынға береді. Жылу алмастырғыштар сақина тәрізді сыйымдылықтар түрінде жасалған, олардың ішінде компрессор орналасқан. Бұл конструкцияның бірнеше маңызды элементтері бар:

1. Ішкі және сыртқы цилиндрлер: R1 және R2 радиустары бар цилиндрлер компрессорды қоршап, оның жұмыс процесінде жылу беру мен қабылдауды қамтамасыз етеді.

2. Сақина тәрізді кеңістік: Радиус айырмашылығына тең ені бар сақина тәрізді кеңістіктерде жылу тасымалдау процесі жүреді. Бұл аймақтарда ауа ағындарының табиғи айналымы пайда болады, бұл жылу алмасуды күшейтеді.

Компрессордың беті мен жылу алмастырғыштың ішкі беті арасындағы саңылау жылу алмасуды жақсарту үшін маңызды рөл атқарады. Саңылаудың биіктігі компрессордың биіктігінен артық болуы тиіс, бұл жылу сәулеленуі мен конвекциясын күшейтіп, компрессордың тиімді жұмысын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, цилиндрлік торлы ернеушек ауа ағынын тиімді таратып, жылу алмасудың сапасын жақсартады.

Осы техникалық шешім компрессор мен буландырғыштың арасындағы жылу алмасу процесін оңтайландырады, жүйенің тиімді жұмысын қамтамасыз ете отырып, компрессорды қызып кетуден қорғайды.

Сақиналы ыдыстарда жылу алмастыру процесінің тиімділігін арттыру үшін жылу тасығышпен толтыру және салқындатқыштың түтіктерін орналастыру маңызды рөл атқарады. Сақиналы ыдыстардағы жылу тасығыш пен салқындатқыш түтіктердің тиімді орналасуы және герметизациясы компрессордан бөлінетін жылуды тиімді пайдаланып, жылу алмасу процесінің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жүйенің жалпы тиімділігі мен сенімділігін арттыруға септігін тигізеді [10].

Жылу сорғы (ЖС) құрылғысы жұмыс істеген кезде, оның қызметі негізінен компрессордың жылу алмасу процесіне байланысты. Осының нәтижесінде жылудың тиімділігі артады. ЖС құрылғысының жұмыс принципі компрессордан бөлінетін жылу мен буландырғыштың жылу алмастырғышындағы жылу тасымалдағыш арасындағы тиімді алмасуға негізделген. Табиғи ауа ағыны мен сәулелену арқылы жылудың алмасуы жалпы жүйенің өнімділігін және энергияны тиімді пайдалануын қамтамасыз етеді.

Компрессорды жылыту міндетін ішкі жылу көзі, тұрақты P қуаты бар денені қыздыру үрдісі ретінде қарастыруға болады.

Келесі болжамдар қабылданады:

- кез-келген уақытта дене температурасы ϑ көлемнің барлық нүктелерінде бірдей;
- дененің жылу C сыйымдылығы температураға байланысты емес;
- $k_{жб}$ жылу беру коэффициенті іс жүзінде температураның жоғарылауына байланысты емес және дененің бүкіл бетінде бірдей.

Уақыт өте келе $\partial\tau$ денде пайда болатын энергия дене температурасының көтерілуіне жұмсалады ($C \cdot \partial\tau$), ал оның бір бөлігі ($k_{жб} \cdot S \cdot \partial\tau$) қоршаған ортаға беріледі:

$$P \cdot \partial\tau = C \cdot \partial\tau + k_{жб} \cdot S \cdot \partial\tau \quad (12)$$

Тиісті түрлендірулерден кейін (12) теңдеу келесі түрге келтіріледі:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{k_{жб} \cdot S}{C} \cdot t - \frac{P}{C} = 0 \quad (13)$$

Жеке шешім (13) компрессор температурасын есептеу формуласы болып табылады:

$$t_i = \frac{P}{k_{жб} \cdot S}$$

Қосымша теңдеудің жалпы шешімі:

$$\frac{\partial t_2}{\partial \tau} + \frac{k_{жб} \cdot S}{C} \cdot t_2 = 0$$

$$t_2 = A \cdot e^{\tau/T}$$

мұндағы A - міндеттердің шарттарымен анықталатын интегралдау тұрақтысы.

Шамасы

$$T = \frac{C}{k_{жб} \cdot S}$$

дененің толық жылу C сыйымдылығының оның жылу беру қабілетіне қатынасына тең $k_{жб} \cdot S$, қыздыру уақытының тұрақтысы деп аталады.

Теңдеудің жалпы шешімі (13) ол тәуелділік:

$$t = t_i + t_2 = \frac{P}{k_{жб} \cdot S} + A \cdot e^{\frac{\tau}{T}} \quad (14)$$

A тұрақтысын анықтау үшін келесі шарт қолданылады:

$\tau = 0$ және $t=0$ кезінде:

$$0 = \frac{P}{k_{жб} \cdot S} + A$$

бұдан:

$$A = - \frac{P}{k_{жб} \cdot S}$$

Алынған өрнекті A (14) үшін алмастыра отырып, бізде:

$$t = \frac{P}{k_{жб} \cdot S} + (1 - e^{\tau/T})$$

Соңғы өрнектен мынаны көруге болады $\tau \rightarrow \infty$

$$t_{орн} = \frac{P}{k_{жб} \cdot S}$$

Алынған өрнектен мынаны көруге болады:

$$\frac{t}{t_{орн}} = 1 - e^{\tau/T}$$

Осылайша, $t_{орн}$ шығарылған қуат P қоршаған ортаға қыздырылған дененің бетінен берілген қуатқа сандық тең болған кезде температураның тұрақты жоғарылауына тең болады ($k_{жб} \cdot S \cdot t_{орн}$).

Егер ЖС қосу сәтінде компрессор $t_{бас}$ бастапқы температурадан асып кетсе, онда A тұрақтысын анықтау кезінде $\tau=0$; $t=t_{бас}$ ескеру қажет.

Бірі (13) керек:

$$t_{орн} = \frac{P}{k_{жб} \cdot S} + A$$

бұдан

$$A = t_{орн} - \frac{P}{k_{жб} \cdot S}$$

(13) теңдеудің жалпы шешімі:

$$t = t_{орн} \cdot e^{-\tau/T} + \frac{P}{k_{жб} \cdot S} \cdot (1 - e^{-\tau/T}) \quad (15)$$

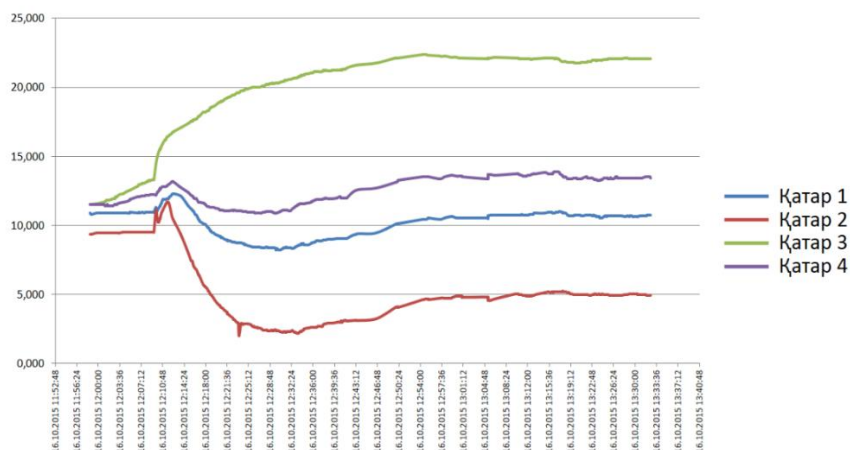
немесе

$$t = t_{бас} \cdot e^{-\tau/T} + t_{орн} \cdot (1 - e^{-\tau/T}) \quad (16)$$

мұндағы: кезінде $\tau = \infty$; $t = t_{орн}$

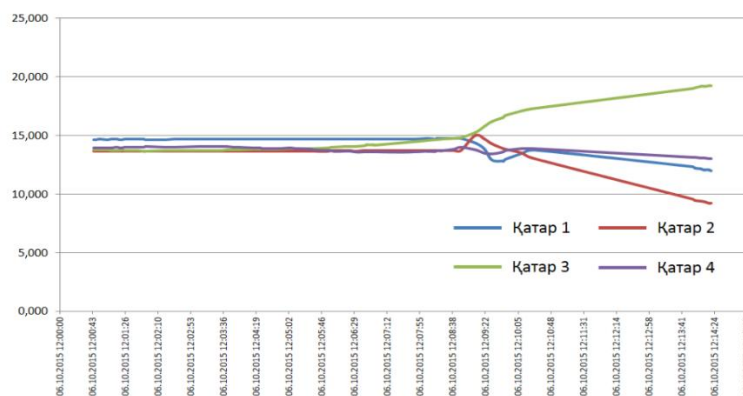
Формулаларды қолдану үшін жылу беру коэффициентін білу қажет $k_{жб}$.

Зерттеу нәтижені осы диаграммаларда жеке сынақ күндеріндегі бақылау өлшемдерінің нәтижелері көрсетілген.



Сурет 5– 5.08.24 ж температураны жазу нәтижелері

1 және 2 графиктер буландырғыштың шығысы мен кірісіндегі салқындатқыштың температурасын көрсетеді. 3 және 4 жылу алмастырғыштың кірісі мен шығысындағы ауа температурасы.



Сурет 6 – 10.08.24 ж температураны жазу нәтижелері

3 сенсоры ауа температурасының +20°C-тан +10°C-қа төмендеуін және жылу тасымалдағыштың температурасының +5°C-тан +10°C-қа көтерілуін көрсету арқылы, оның тиімділігін білдіреді. Ауа мен жылу тасымалдағыш арасындағы температура айырмашылығы жылу алмасу процесінің тиімділігін сипаттайды, бұл ЖС-тің жылу алуын және беруін жақсы деңгейде орындауға мүмкіндік береді.

Кесте 1 – Пайдалану-технологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Өлш.бірлігі	Көрсеткіш мәні
Жұмыс мерзімі	-	Жыл бойы
Пайдалану көрсеткіштері:		
а) ЖС тәуліктік жылу өнімділігі	кВт*сағ	4,8 дейін
б) ЖС тәуліктік суық өнімділігі	кВт*сағ	4,0 дейін
в) ЖС компрессорының жетегіне электр энергиясының тәуліктік шығысы	кВт*сағ	10,0
г) қызмет көрсететін персонал саны, санаттар бойынша: қоса атқарылатын электр слесарі	адам	0,12
Технологиялық үрдісті орындау сапасының көрсеткіштері:		
- микроклимат жылу алмастырғышының ауа ағынының жылдамдығы	м/с	5...6
- жылу алмастырғышқа кіретін ауа температурасы	°C	26
- жылу алмастырғыштан шығатын ауа температурасы	°C	22
- ЖС қолданбай үй-жайдың температурасы	°C	26...30
- ЖС қолданумен үй-жайдың температурасы	°C	15...17

- ЖС қолданбай үй-жайдағы ауаның ылғалдылығы	%	85...90
- ЖС қолданумен үй-жайдағы ауаның ылғалдылығы	%	75...80
Пайдалану-технологиялық коэффициенттер:		
- технологиялық қызмет көрсету	о.е.	1
- технологиялық үрдістің сенімділігі	о.е.	1
- ауысымдық уақытты пайдалану	о.е.	0,99

Жылу алмастырғыш арқылы үрленетін ауаның жылдамдығы 5м/с, ауа өткізгіштің қимасы 0,0785 м², есептелген ағын ауа 141,3 м³/сағ. Температура айырмашылығы 10⁰С болған кезде, ЖС тәуліктік суық өнімділігі 3,0 кВт*сағ, жылу өнімділігі 4, кВт * сағ құрады, компрессормен электр энергиясын тұтынған кезде 1,0 кВт, түрлендіру коэффициенті 4,8 құрады.

Компрессордың салқындауын зерттеу кезінде конвекция және сәулелену арқылы жылу беру процестерін жеке-жеке есептеу өте маңызды. Бұл есептеулер компрессордың тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін қажет. Жылу алмастырғыштың жұмыс тиімділігі мен жылу беру процестерін зерттеу, берілген параметрлер арқылы конвекция мен сәулелену арқылы жылу шығынын есептеуге мүмкіндік берді, соның негізінде тәжірибелік деректерді жалпылаудың тиімді әдістері алынды.

Қорытынды

Жылу сорғысының жаңа техникалық шешімі негізделген. Ұсынылған құрылғыда белгілі баламаларға тән бірқатар принципті кемшіліктер жойылды. Бір-біріне қатысты негізгі элементтерді жинақтау мен орналастырудың жаңа тәсілі есебінен оның артық жылуын буландырғышпен сіңіру арқылы компрессордың өзін-өзі реттейтін салқындатуына қол жеткізілді. Бұл үшін компрессор сақина тәрізді сыйымдылық түрінде дайындалған буландырғыштың жылу алмастырғышының ішкі кеңістігіне орналастырылады. Сондай-ақ, шешім жылу сорғысының салмақтық габариттік көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік берді. Гелиоколлектормен бірге жылу сорғысының жұмысына теориялық талдау жасалды. Гелиоколлектордың жылу сорғысы арқылы жұмыс істеуі оның жылу өнімділігін айтарлықтай арттыратыны расталды. Әсерге тікелей күн сәулесінің энергиясын және қоршаған ауадан жылуды бірлесіп сіңіру есебінен қол жеткізіледі. Жылу өнімділігін қосымша арттырудың резерві тікелей және шашыраңқы күн сәулесінің ағынын тікелей жылу тасымалдағышқа өткізетін мөлдір жұтқыш панельді қолдану болуы мүмкін.

Компрессорды қыздыру процесіне теориялық зерттеулер жүргізілді. Компрессордың температурасы салқындату желдеткішін қолданбай буландырғышпен салқындату жолымен берілген деңгейде тұрақтандырылуы мүмкін екендігі расталды. Әсерге компрессордың бетінен жылу беруді қарқындалу есебінен қол жеткізіледі.

Әдебиеттер тізімі

1 Конференция по климату в Париже (2015), [Электронный ресурс]: <https://ru.wikipedia.org>., [Konferentsiya po klimatu v Parizhe (2015), [Elektronnyj resurs]: <https://ru.wikipedia.org>]

2 Отчет по НИР за 2017 г., МРНТИ 44.37, № гос.рег. 0115РК02200. инв. №0216РК00848; программа 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований» по проекту: «Разработка инновационного теплового насоса для «зеленой» низкоуглеродной экономики с микропроцессорным управлением» (заключительный)., [Отчет по НИР за 2017 г., МРНТИ 44.37, № гос.рег. 0115РК02200. inv. №0216РК00848; программа 055 «Nauchnaya i/ili nauchno-tekhnicheskaya deyatel'nost'», podprogramma 101 «Grantovoe finansirovanie nauchnykh issledovaniy» po projektu: «Razrabotka innovatsionnogo teplovogo nasosa dlya «zelenoj» nizkouglерodnoj ehkonomiki s mikroprotsessornym upravleniem» (zaklyuchitel'nyj).,]

3 Концепция проекта ЭКСПО-2017, [Электронный ресурс]: <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta>, [Kontseptsiya proekta ЕНКСПО-2017. <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta>]

4 «Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021 – 2030 жылдарға арналған тұжырымдамасы» (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 30 желтоқсандағы № 960 Қаулысы) <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000960>. 16.04.2024.

5 Патент РК на полезную модель. Тепловой насос с самоохлождением компрессора / Демесова С.Т., Омаров Р.А., Ержігітов Е.С.от 17.07.2019г. рег.№ 4185.

6 Demessova, S., Omarov, R , Results of experimental studies of a heat pump with compressor self-cooling // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development, 2020, 10(1), IJMPERDFEB202015, с. 175-184., [Электронный ресурс]: <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100814505&tip=sid&clean>

7 «ZigBee Alliance» 2014. [В Интернете]. Available: <http://zigbee.org/>. 15.10.2017.

8 Omarov R., Stoyanov, I., Demessova, S., Experimental studies of a heat pump with microprocessor control on an animal farm // International Journal of Applied Engineering Research, 2017, 12(24), с. 14259-14267.

9 Процесс нагрева тела от внутренних источников тепла, [Электронный ресурс]: <https://electrono.ru/elektrotexnicheskaya-apparatura/process-nagreva-tela-ot-vnutrennix-istochnikov-tepla.>, [Protsess nagreva tela ot vnutrennikh istochnikov tepla, [EHlektronnyj resurs]: <https://electrono.ru/elektrotexnicheskaya-apparatura/process-nagreva-tela-ot-vnutrennix-istochnikov-tepla>]

10 Демесова С.Т. Результаты испытаний мультиязычной системы использования энергий возобновляемых источников (ВИЭ) / Омаров Р.А., Омар Д. // Ізденістер нәтижелер/ Исследования результаты /Научный журнал КазНАУ. №1 (81). -2019г. С.256-264.

References

1 Konferentsiya po klimatu v Parizhe (2015). [Elektronnyy resurs]: <https://ru.wikipedia.org.>, [Konferentsiya po klimatu v Parizhe (2015), [EHlektronnyj resurs]: <https://ru.wikipedia.org>]

2 Otchet po NIR za 2017 g.. MRNTI 44.37. № gos.reg. 0115RK02200. inv. №0216RK00848; programma 055 «Nauchnaya i/ili nauchno-tekhnicheskaya deyatel'nost». podprogramma 101 «Grantovoye finansirovaniye nauchnykh issledovaniy» po proyektu: «Razrabotka innovatsionnogo teplovogo nasosa dlya «zelenoy» nizkouglerodnoy ekonomiki s mikroprotsessornym upravleniyem» (zaklyuchitel'nyy)., [Otchet po NIR za 2017 g., MRNTI 44.37, № gos.reg. 0115RK02200. inv. №0216RK00848; programma 055 «Nauchnaya i/ili nauchno- tekhnicheskaya deyatel'nost'», podprogramma 101 «Grantovoe finansirovanie nauchnykh issledovaniy» po proektu: «Razrabotka innovatsionnogo teplovogo nasosa dlya «zelenoj» nizkouglerodnoj ehkonomiki s mikroprotsessornym upravleniyem» (zaklyuchitel'nyj).,]

3 Kontseptsiya proyekta EKSP0-2017. [Elektronnyy resurs]: <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta>, [Kontseptsiya proyekta EHKSP0-2017. <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta>]

4 Kontseptsiya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazakhstan na 2021 - 2030 gody (Postanovleniye Pravitelstva Respubliki Kazakhstan ot 30 dekabrya 2021 goda № 960) <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000960>. 16.04.2024.

5 Patent RK na poleznuyu model. Teplovoy nasos s samookhlozhdeniyem kompressora / Demesova S.T.. Omarov R.A.. Erzhigitov E.S.ot 17.07.2019g. reg.№ 4185.

6 Demessova, S., Omarov, R , Results of experimental studies of a heat pump with compressor self-cooling // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development, 2020, 10(1), IJMPERDFEB202015, с. 175-184., [Elektronnyy resurs]: <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100814505&tip=sid&clean>

7 «ZigBee Alliance» 2014. [В Интернете]. Available: <http://zigbee.org/>. 15.10.2017.

8 Omarov R., Stoyanov, I., Demessova, S., Experimental studies of a heat pump with microprocessor control on an animal farm // International Journal of Applied Engineering Research, 2017, 12(24), с. 14259-14267.

9 Protsess nagreva tela ot vnutrennikh istochnikov tepla. [Elektronnyy resurs]: <https://electrono.ru/elektrotexnicheskaya-apparatura/process-nagreva-tela-ot-vnutrennix->

istochnikov-tepla., [Protsses nagreva tela ot vnutrennikh istochnikov tepla, [EHlektronnyj resurs]:
<https://electrono.ru/elektrotexnicheskaya-apparatura/process-nagreva-tela-ot-vnutrennix-istochnikov-tepla>]

10 Demesova S.T. Rezultaty ispytaniy multizionalnoy sistemy ispolzovaniya energiy vozobnovlyayemykh istochnikov (VIE) / Omarov R.A.. Omar D. // Izdenister natizheler/ Issledovaniya rezultaty /Nauchnyy zhurnal KazNAU. №1 (81). -2019g. S.256-264.

Е.С. Ержигитов, С.Т. Демесова, Н.И. Молдыбаева, А.С. Талдыбаева,
М.А.Жусупалиева*

*НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет»,
г. Алматы, Республика Казахстан, ergigitov.erken@mail.ru, saule.demesova@mail.ru*,
moldybayeva78@mail.ru, taldybaeva_aigul@mail.ru, mkurmanaeva@inbox.ru*

К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕПЛООВОГО НАСОСА С САМООХЛАЖДЕНИЕМ КОМПРЕССОРА

Аннотация

Тепловая разновидность-техническое средство, осуществляющее транспортировку тепловой энергии от источника низкого потенциала к потребителю. Он относится к перспективному классу теплоэнергетики. Авторы выдвинули гипотезы повышения эффективности работы теплового насоса при подключении к нему гелиоколлектора, а также саморегулирования компрессора испарителем. Если по сей день тепловой насос (ТН) в основном предлагается в качестве средства воздушного охлаждения и обеспечивает определенную тепловую мощность зимой, то сейчас основное внимание уделяется удовлетворению потребностей в тепле. Этому способствовали требования по сокращению выбросов парниковых газов, поиску альтернативных экологических решений, заменяющих традиционные системы теплоснабжения, а также повышению эффективности и надежности известных ТН. Теоретические исследования анализируют концепции совместного всасывания прямого солнечного света и тепловой энергии из окружающего воздуха, образующихся при работе теплового насоса на гелиоколлекторе, а также увеличения теплоотдачи с поверхности дугового компрессора обратного отсоса тепла испарителем. Авторы пришли к выводу, что комплекс технических решений - возврат к системе отопления, вырабатываемой компрессором, и поддержание температурного режима компрессора, в том числе охлаждение приводных котталковых электрических обмоток, может повысить тепловые характеристики гелиоколлектор под действием прямого кун-луча и всасывания тепловой энергии совместно с воздухом и тепловым насосом.

Ключевые слова: тепловой насос, компрессор, испаритель, конденсатор, коэффициент преобразования, низкопотенциальный источник тепла, энергосбережение, энергоэффективность, возобновляемая энергетика.

Y. Yerzhigitov, S. Demessova, N. Moldybaeva, A. Taldybayeva, M. Zhussupaliyeva
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,
ergigitov.erken@mail.ru, saule.demesova@mail.ru*, moldybayeva78@mail.ru,
taldybaeva_aigul@mail.ru, mkurmanaeva@inbox.ru*

TO STUDY THE CHARACTERISTICS OF A HEAT PUMP WITH SELF-COOLING COMPRESSOR

Abstract

The thermal variety is a technical means that transports thermal energy from a low-potential source to a consumer. It belongs to a promising class of thermal power engineering. The authors hypothesized an increase in the efficiency of the heat pump when a solar collector is connected to it,

as well as self-regulation of the compressor by the evaporator. If to this day the heat pump (TN) is mainly offered as a means of air cooling and provides a certain thermal power in winter, now the main focus is on meeting the needs for heat. This was facilitated by the requirements to reduce greenhouse gas emissions, search for alternative environmental solutions that replace traditional heat supply systems, as well as increase the efficiency and reliability of well-known heating systems. Theoretical studies analyze the concepts of joint absorption of direct sunlight and thermal energy from the ambient air generated during the operation of a heat pump on a solar collector, as well as increasing heat transfer from the surface of an arc compressor to reverse heat extraction by an evaporator. The authors concluded that a set of technical solutions - a return to the heating system produced by the compressor and maintaining the temperature regime of the compressor, including cooling the drive electric coils, can increase the thermal characteristics of the solar collector under the action of a direct sun beam and suction of thermal energy together with air and a heat pump.

Key words: heat pump, compressor, evaporator, condenser, conversion factor, low-potential heat source, energy saving, energy efficiency, renewable energy.