

Алматы қаласындағы тұрғын үйді жылумен қамтамасыз ететін аралас жүйені жобалау

¹БЕКАЛАЙ Нұрипа Қырғызбайқызы, п.ғ.к., аға оқытушы, bekalaynuripa@mail.ru,

^{1*}ОРДАХАНОВА Айдана Муратовна, магистрант, dona.01@list.ru,

¹«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыстың мақсаты – күн коллекторларын қолдана отырып, тұрғын үйді жылумен қамтамасыз ететін аралас жүйені жобалау. Тұрғын үйді жылумен қамтамасыз ету үшін негізгі мәселелер алға тартылды. Жұмыста жүйенің тиімділігі мен үнемдеудің негізгі аспектілері көрсетілген. Күн коллекторларына (түрлері, ПЭК-і және т.б.), жылыту жүйелеріне, негізгі және қосалқы жабдықтарға қатысты жағдайлар қарастырылады. Тұрғын үйді жылумен қамтамасыз ететін күн коллекторларының аралас жылу жүйесін қолданыстағы жылу жүйесіне қосудың алғышарттары мен әдістемесі берілген.

Кілт сөздер: күн коллекторы, жылыту жүйелері, жаңартылатын энергия көздері, жылумен жабдықтау.

Кіріспе

Бүгінгі таңда күн энергиясы жылу және электр энергиясын өндіру саласындағы дәстүрлі емес жаңартылатын энергия көздерінің арасында ерекше маңызға ие. Күн коллекторларының дизайнының қарапайымдылығы және үнемділігі қазіргі уақытта энергияның бұл түрін тұтастай алғанда энергияның алдыңғы қатарына шығарады. XX ғасырдың басында алғашқы күн батареяларының прототиптері армян тектес Италиядан келген белгілі ғалым, фотохимик Джакомо Луиджи Чамичанмен жасалды. 1954 жылдың 25 сәуірінде Bell Laboratories компаниясының мамандары электр тоғын алу үшін кремний негізіндегі алғашқы күн батареяларын жасағандарын мәлімдеді. Бұл жетістік осы саладағы серпіліс болды [1]. Шамамен алынған деректер бойынша Қазақстандағы мұнай қоры 70 жыл ішінде, табиғи газ қоры 85 жыл ішінде таусылуы мүмкін. Қазақстан Республикасындағы электр энергиясының басты көзі – көмір энергетикасы (80%), бұл қоршаған ортаға нашар әсер етеді және өз кезегінде Қазақстан Орталық Азиядағы парниктік газдар шығарындыларының сегізінші ірі көзі болып табылады. Демек, жаңартылатын энергия көздері ел экономикасының дамуында үлкен рөл атқарады. Индустрия және жаңа технологиялар министрлігі сарапшыларының бағалауы бойынша жаңартылатын энергия көздерінің потенциалы елдегі энергия тұтынудан он есе асып түседі. Қазақстан Республикасында 200÷250-ден астам ауыл мен кентте электр жабдығы жоқ. Он мыңдаған шаруа қожалықтары толыққанды электр қуатымен қамтамасыз етілмеген. Осыған байланысты мұндай жерлерді күн, жел және су энергиясымен

қамтамасыз ету шешімдері тиімді, прогрессивті және ең дұрыс болып табылады. Күн коллекторлары – күн энергиясын барынша тиімді пайдалануға қабілетті қондырғылар. Мысалы, фотоэлектрлік панельдер тек 14÷18% пайдаланса, күн коллекторларының тиімділігі кіретін күн сәулелерінің 70÷85% пайдаланады [2].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Күн коллекторы (гелиоқондырғы) – жақын инфрақызыл сәулемен және көрінетін жарықпен тасымалданатын күн энергиясын жинауға арналған құрылғы.

Күн коллекторына негізделген су жылыту қондырғысы жылу алмасу тізбегінен және резервуар аккумуляторынан тұрады. Күн коллекторларының жұмыс принципі – күн сәулелері күн коллекторындағы жылу тасымалдағышты қыздырады, өз кезегінде жылу алмастырғышта (бак-аккумуляторында) қыздырылған жылу тасымалдағыш жылу энергиясын суға береді. Бак-аккумуляторындағы су тұрмыстық қажеттіліктерге пайдаланылғанға дейін сақталады, осыған байланысты жылу шығынын болдырмау үшін бак-аккумуляторлары жақсы оқшауланған болуы керек. Бұл жүйе судың температурасы төмендеген жағдайда (бұлтты немесе жауын-шашынды ауа-райына байланысты, қыста күн сәулесінің аз санына байланысты) электр жылытқышы автоматты түрде қосылып, судың температурасын берілген температураның қажетті параметрлеріне жеткізеді. Күн коллекторларының жылыту тізбектерінде жылу тасымалдағыштың (судың) мәжбүрлі немесе табиғи айналымы қолданылуы мүмкін. Негізінен тұрғын үйлерде аралас жылу жүйесі орнатылған. Бұл

жүйенің принципі күн коллекторларынан басқа, табиғи отынға (газ, көмір, дизель) қазандық қосымша орнатылады. Бұл күн коллекторлары әрдайым жылу жүктемелерін жаба алмайтындығына, ауа-райы жағдайларына ғана емес, сонымен қатар қыста ең суық күндерде желінің шамадан тыс жүктелуіне де байланысты [2].

Бак аккумуляторы бар жүйенің жұмыс істеу принципі 1-суретте қарастырылған. Қатты отынды жылыту қазандығымен жылытылған кезде жылу энергиясының бір бөлігі жылу аккумуляторындағы суды жылытуға жұмсалады, ол қазандықты өшіргеннен кейін жылу тасымалдағышты жылыту үшін қолданылады. Процесс салқындатқыштың белгілі бір температура шегіне жеткенде автоматты болады.

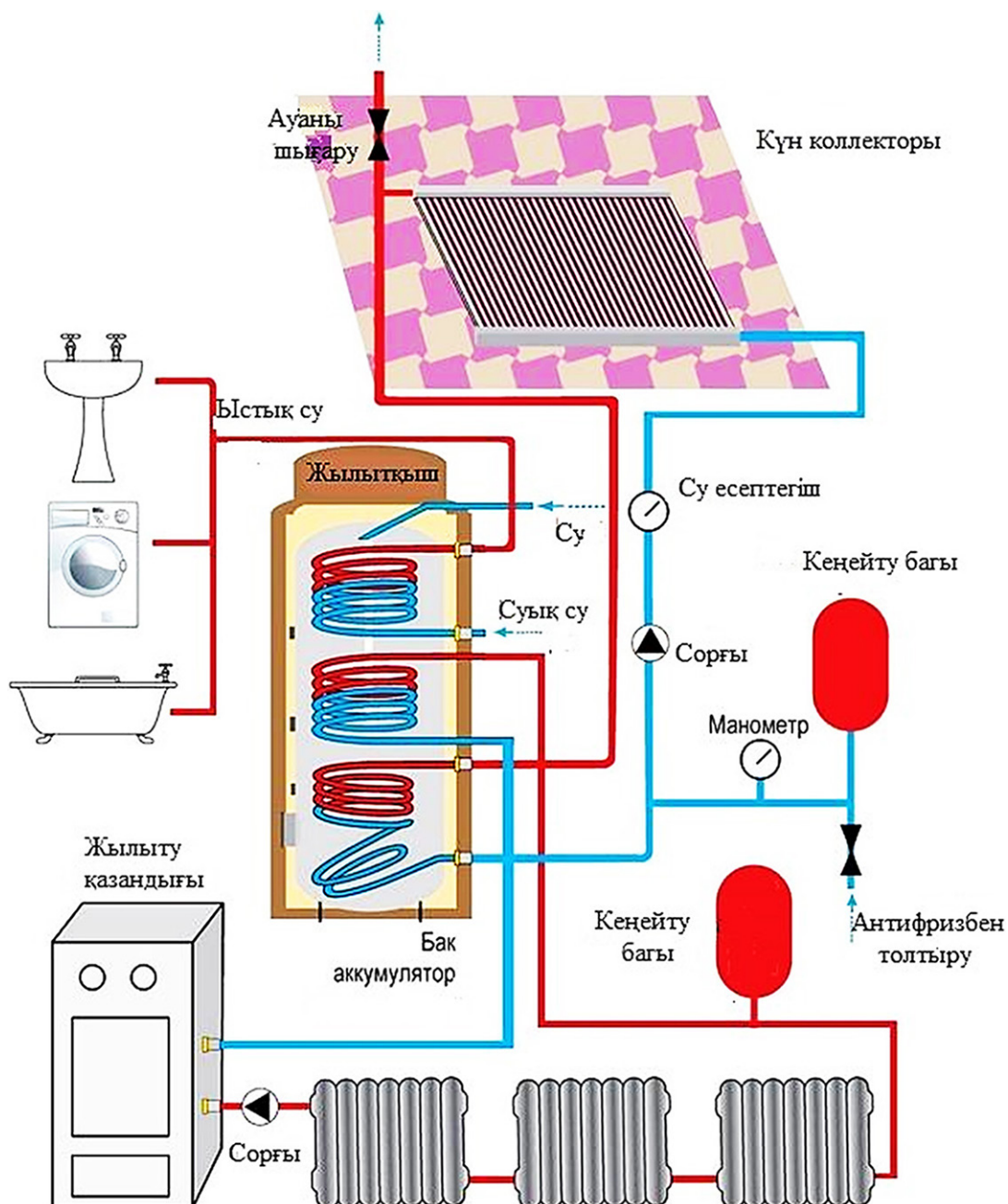
Теориялық бөлім

Күн коллекторларының түрлері. Күн коллекторларымен жылыту жүйелерінің түрлері. Күн коллекторларын екі негізгі түрге бөлуге болады: жазық коллекторлар және вакуум. Бұл түрлердің негізгі ерекшелігі – коллектордың дизайнында, бірақ коллекторлардың жұмыс принципі бірдей. Күн коллекторларына байланысты суды жылыту жүйелерінің екі негізгі түрі бар: белсенді және пассивті. Бұл түрлер арасындағы айырмашылықтар:

1. Суды жылытудың белсенді жүйесінің дизайны күрделірек болып келеді.

2. Белсенді жүйе пассивті жүйеге қарағанда әлдеқайда қымбат.

3. Белсенді жүйе қыс мезгілінде тиімді.



1-сурет – Бак-аккумуляторы бар жылу жүйесі

4. Белсенді жүйеде бак-аккумулятор (жинақтағыш) үй-жайдың ішінде орнатылады.

5. Белсенді жүйеде жылу тасымалдағыш (су) жүйе арқылы сорғымен сорылады.

Күнді су жылыту қондырғысы күн коллекторынан және резервуардан (жылу алмастырғыштан) тұрады. Күн коллекторы арқылы жылу тасымалдағыш мыс құбырлары арқылы айналады. Негізгі ағынды құбырға реагенті бар түтіктер қосылған. Реагент кішкене күн сәулесінен $65\div 70^\circ\text{C}$ дейін қызады және жылуды суға жібереді, өз кезегінде қыздырылған су резервуардың аккумуляторына (жылу алмастырғышқа) түседі, онда ол тұрғын үйдің тұрмыстық қажеттіліктеріне жұмсалады. Қарапайым түрде коллекторлардың бұл түрін және жүйені ағынды деп атайды, өйткені жүйе айналым сорғыларының арқасында мәжбүрлі түрде айналады.

Резервуардағы су тұрмыстық қажеттіліктерге пайдаланылғанға дейін сақталады, осыған байланысты жылу шығынын болдырмау үшін резервуар батареясы жақсы оқшауланған болуы керек. Бак-аккумуляторға қосымша электр қыздырғыш қосылады. Бұл жүйе судың температурасы төмендеген жағдайда (бұлтты немесе жауын-шашынды ауа-райына байланысты, қыста күн сәулесінің аз саны кезінде) электр жылытқышы автоматты түрде қосылып, судың температурасын берілген температураның қажетті параметрлеріне жеткізеді. Пассивті жүйе – бұл резервуар мен күн коллекторы бір механизмді білдіретін құрылым. Су бакы коллектордан жоғары орналасқан, суды жылу тасымалдағышпен жылыту табиғи конвекцияға байланысты болады. СС (суық су) қысыммен резервуарға беріледі. Бұл жүйенің артықшылығы – оның арзандығы мен қол жетімділігі. Үлкен кемшілігі – суық климаты бар аудандар үшін жарамсыз болып табылады. Қыс мезгілінде судың зақымдануын немесе қатып қалуын болдырмау үшін бактағы суды төгу қажет. Негізінен, мұндай жүйе жазғы коттедждерде немесе үйдің сыртында, көшеде орналасқан душтарда қолданылады.

Күн коллекторының ПӘК-і және қуаты. Күн коллекторы сәулелену қарқындылығын (E) тұтынады, ол өз кезегінде коллектордың қыздыру бетіне (FK) алдыңғы қорғаныс әйнегінен өтеді. Күн сәулесін пайдалы жылуға айналдыру үшін алдыңғы шыны қақпақтың өткізу қабілеттілігі (D) негізінде түзету процесі жасалады. Күн коллекторының пайдалы қуатын анықтау алдында барлық мүмкін болатын шығындар алынып тасталады, атап айтқанда коллектор бетінен шағылумен (Q_{KN}), конвекциямен (Q_K) және жылулық сәулеленумен (Q_R) байланысты шығындар. Q_K (конвекцияның жоғалуы) және Q_S (жылу сәулеленуі) Q_V (жалпы) түрінде көрсетілуі мүмкін.

Жоғарыда келтірілген шығындарға сүйене отырып, күн коллекторының пайдалы қуаты Q_s -ке тең:

$$Q_{\text{пм}} = \tau \cdot E \cdot A_K - Q_K - Q_S - Q_R.$$

Гелиокондырғының пайдалы қуатын дәлірек табу үшін абсорбердің сіңіру коэффициентін енгізу қажет, $A = 1 - R$, содан кейін біз келесі формула арқылы таба аламыз:

$$Q_{\text{пм}} = D \cdot A \cdot E \cdot F_K - Q_V = \eta_0 \cdot E \cdot F_K - Q_V,$$

$$\eta_0 = A \cdot D.$$

(η_0) мәні – ішкі конверсия коэффициенті. Бұл коэффициент гелиокондырғының оптикалық ПӘК-ін (пайдалы әсер коэффициенті) немесе жылу сәулеленуінің және конвекцияның жоғалуы болмаған жағдайда коллектордың пайдалы әсер коэффициентін сипаттайды.

Жылыту жүйелерінің түрлері. Бөлмені қажетті жылумен қамтамасыз ету үшін жылу жүйесін мүмкіндігінше дұрыс таңдау керек. Жылыту жүйесі-бұл температураны белгілі бір деңгейде ұстап тұру үшін қажетті жылу мөлшерін барлық жылытылатын бөлмелерге алуға, тасымалдауға және беруге арналған техникалық элементтер жиынтығы. Өз кезегінде жылу жүйесін екі түрге бөлуге болады: жергілікті және орталық.

Жергілікті жылу жүйелері – бұл бір немесе екі бөлмені жылумен қамтамасыз етуге арналған жылу жүйелері. Бұл жүйелерге газ, электр және пеш жылыту жүйелері кіреді.

Орталыққа бір орталық пункттен (жылу орталығынан) көптеген бөлмелерді жылумен қамтамасыз ететін жүйелер кіреді. Орталық пункт бір жылытылатын құрылымға немесе құрылымдар тобына қызмет ете алады (бұл жағдайда жүйе аудандық деп аталады).

Екінші жылу тасымалдағышты бірінші (су, бу) қыздырған кезде орталық жылыту жүйесі аралас болуы мүмкін. Қазақстан Республикасында су-су, су-ауа жылумен қамтамасыз ету арқылы жылыту кең тараған. Орталық жылыту жүйесіндегі су және ауамен жылыту айдағыштардың (сорғылар, желдеткіштер) немесе табиғи айналымның есебінен циркуляцияны механикалық іске қосумен орнатылады. Өз кезегінде, бу жылыту жүйелерін келесідей бөлуге болады: төмен қысымды жүйелер (0,005-0,02 МПа), жоғары қысым (0,02-0,07 МПа), өте жоғары қысым 0,07 (0,7 кгс/см²). Суды жылыту жергілікті және орталық жылыту жүйелерінде қолданылады. Жүйенің өзі мыналарды қамтиды: жылу пункті, магистральдар, бөлек көтергіштер және құрылғылар мен түйіндері бар тармақтар. Күн жүйелерінде суды жылыту үлкен рөл атқарады, өйткені негізгі жылу тасымалдағышы су және сирек жағдайларды қоспағанда, антифриз болып табылады. Күн коллекторларында салқындатқышты күн сәулесімен жылытуға байланысты қыздырылған су бак-аккумуляторға түседі, онда ол жылыту тізбектері бойынша таратылады: ыстық су жүйесі, жылыту, желдету, жылы едендер [4-5].

Күн коллекторларының жылу жүйесін біріктірудің қажеттілігі суық мезгілде климаттық жағдайларға байланысты күн радиациясының

қарқындылығы төмендейді. Бірақ сонымен бірге, күн коллекторларының шығындарын жабудың пайыздық құрамдас бөлігі шамамен 30÷40% құрайды, бұл жалпы тұтынылатын отынды үнемдеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар экологиялық тұрғыдан шығарындылар мөлшері минимумға тең. Жылыту жүйесінің аралас түрі қорғаныс және жүйенің үздіксіздігі ретінде де қажет. Қазандықтармен де, күн коллекторларымен де байланысты күтпеген төтенше жағдайлардан қорғау үшін қажет.

Қолданыстағы жылу жүйесіне күн коллекторын енгізу қосымша монтаждау жұмыстарын және қосымша жабдықты орнатуды талап етеді, атап айтқанда: циркуляциялық және рециркуляциялық сорғылар, кеңейтілген мембраналық бак-аккумулятор және бак-аккумулятор (болмаған жағдайда). Көбінесе бұл жабдықтар қолданыстағы жылу жүйесінде орнатылған. Айта кету керек, бұл жүйе келесі режимдер арасында оңай ауыса алады: аралас жылыту, тек күн энергиясының арқасында жылыту, отынның табиғи түріне байланысты жылыту. Бұл көрсеткіш бекіту арматурасының автоматикасы есебінен қол жеткізіледі. Көктем-жаз-күз-қыс мезгілі, жылыту және ыстық сумен жабдықтауды күн коллекторлары қамтамасыз етеді. Қыс мезгілінде аралас жылыту қолданылады. Сонымен қатар, ыстық сумен жабдықтау мен жылытудың көп бөлігін өтеу үшін күн энергиясы жеткілікті болуы мүмкін [6]. **Күн коллекторлары арқылы жылу энергиясын өндірудің**

өзіндік құнын есептеу.

Есептеулерге сүйене отырып, тұрғын үйді жылытуға және ыстық сумен жабдықтауға жылдық тұтыну $Q_{\text{жалпы}} = 63,8$ Гкал/жыл құрайды, $Q_{\text{ысж}} = 7,9$ Гкал/жыл, $Q_{\text{ж}} = 55,9$ Гкал/жыл.

Осыған сүйене отырып, күн коллекторларымен ыстық сумен жабдықтаудың үлесі 100%, ал жылыту 30% құрайды. Содан кейін газ қазандығы мен күн коллекторларының қатынасы 60/40% құрайды. Олардың ішінде газ қазандығы тек жылытуды қамтиды, бұл шығындарды үнемдеуге айтарлықтай әсер етеді.

Жылу жүйесін күн коллекторларымен жабудың үлесі:

$$Q_{\text{ж}}^{\text{кк}} = n_{\text{кк}} \cdot Q_{\text{ж}} = 0,3 \cdot 55,9 = 16,7 \text{ Гкал/жыл.}$$

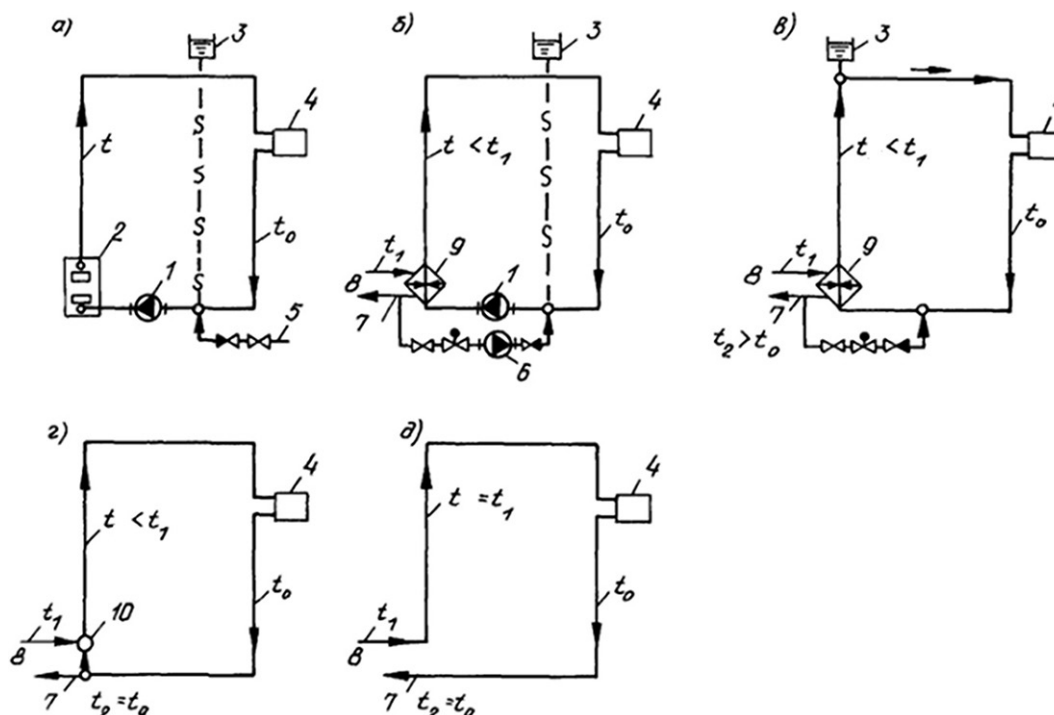
Содан кейін жылу мен ыстық судың жалпы шығыны күн коллекторларымен тең болады.

$$Q_{\text{жалпы}}^{\text{кк}} = Q_{\text{ж}}^{\text{кк}} + Q_{\text{ысж}} = 16,7 + 7,9 = 24,67 \text{ Гкал/жыл.}$$

Пропорционалды түрде күн коллекторларының жабынның жалпы көлемінен үлесі:

$$n_{\text{жалпы}}^{\text{кк}} = \frac{Q_{\text{жалпы}}^{\text{кк}} \cdot 100}{Q_{\text{жалпы}}} = 38,6 \, \%.$$

Суық ауаның максималды минус температурасы әрдайым болмайтындығын, сондай-ақ ішкі ауа температурасы 23,3°C болатындығын қабылдау қажет, содан кейін 38,6% индикатор 40% дейін дөңгелектенуі керек, осыған сүйене отырып, күн



а – жергілікті жылумен жабдықтау кезінде, б-д – орталықтандырылған жылумен жабдықтау кезінде;
1 – циркуляциялық сорғы, 2 – қазандық, 3 – кеңейту бағы, 4 – жылыту аспабы, 5 – су құбыры, 6 – қоректендіру сорғысы, 7 және 8 – кері және құлайтын жылу құбырлары, 9 – жылу алмастырғыш, 10 – араластыру қондырғысы

2-сурет – Су жылыту жүйелерінің принципалдық сұлбасы

коллекторларымен жабынның үлесі 0,4.

Бұл көрсеткіш жүйенің перспективасын көрсетеді, ол өз кезегінде біріктірілген. Сонымен күн коллекторларының ауданы да есептелді, ол 34 м² құрайды.

Бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы есептеу. «Valtec Complex» жылу жүктемелері тікелей есептелетін бағдарламалық қамтамасыз ету ең сұранысқа ие бағдарламалардың бірі болып табылды, өйткені ол әрбір бұрынғы ТМД республикалары үшін, әр республиканың ҚНЖЕ ескеріле отырып, арнайы әзірленген. «Valtec Complex» келесі есептеулерді қамтиды: жылу, сумен жабдықтау және канализация, гидравлика және түтін мұржаларының аэродинамикалық есебі.

Барлық енгізілген мәндерге сүйене отырып, шын мәнінде, біріктірілген күн коллекторы жүйесі мен конденсатты газ қазандығының 92% қамту үлесін қамтамасыз ету үшін ауданы 4,48 м² болатын 4 коллектор қажет. Бұл ретте коллекторлардың ПӘК-і 92%, ал жүйенің өзінде коллекторлардың ПӘК-і 28-32% және жылыту үшін 100% құрайды.

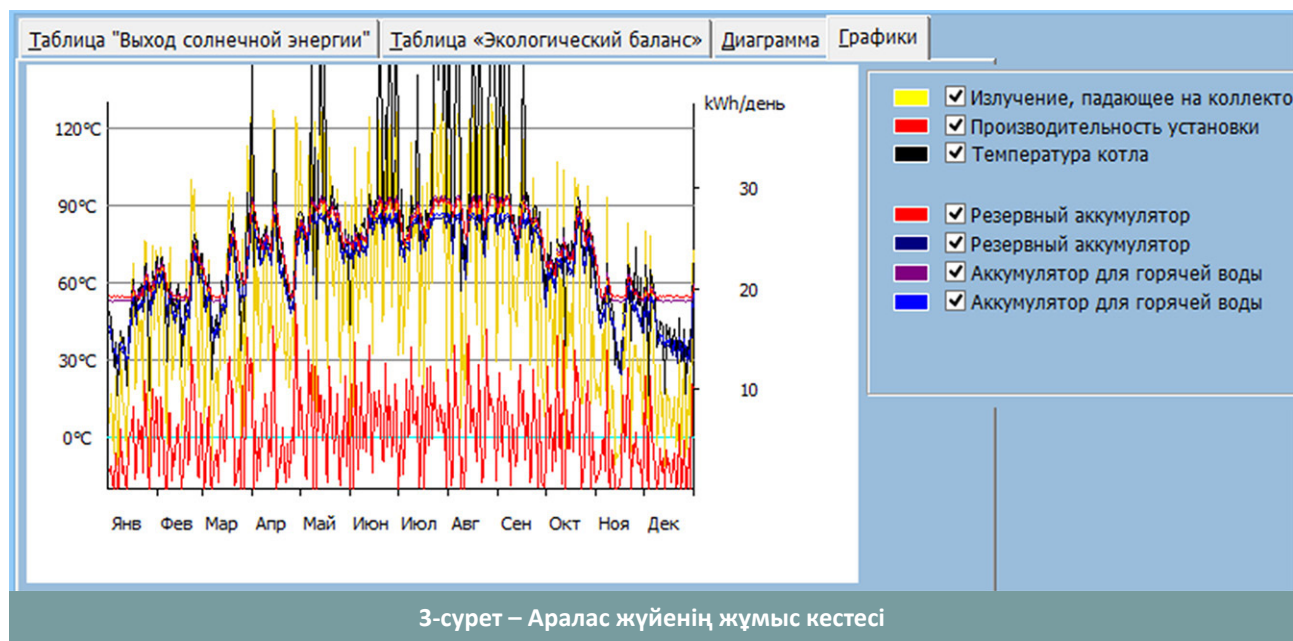
3-суретте аралас жүйенің жұмыс кестесі келтірілген. Мұнда коллектордың әр айда 1 күнде қанша кВт энергия өндіретінін көрсететін график

тұрғызылған. Ең жоғарғы энергия жаз айларында алынады, күніне 30 кВт-тан жоғары.

Қорытынды

Жылдан жылға тұтынылатын энергия мөлшері артып, таусылған табиғи ресурстарға (мұнай, газ, көмір) ғана емес, сонымен бірге қоршаған ортаға да зиян келтіреді. Осы себепті, баламалы энергияны дамыту саласы тек серпін алып қана қоймайды, сонымен қатар бұл жағдайдан шығудың жолы болып табылады. Энергия үнемдеу, қоршаған ортаға зиян келтірмей энергия өндіру, қолжетімділік – баламалы энергияның негізгі аспектілері болып табылады. Теориялық бөлімде күн коллекторларына (түрлері, тиімділігі және т.б.), жылу жүйелеріне, негізгі және қосалқы жабдықтарға қатысты мәселелер қарастырылды. Теориялық экскурсия біріктірілген жылу жүйесінің қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін негізгі ақпаратты қамтыды.

Жылу жүйесі мен ыстық су жүйесінде күн коллекторларын пайдалану экология мен экономикалық жағынан да тиімді екенін атап өткен жөн. Негізгі отын (күн) шексіз потенциалға ие, бұл осы энергетиканың саласының даму перспективасын көрсетеді.



3-сурет – Аралас жүйенің жұмыс кестесі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ляшков В.И., Кузьмин С.Н. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии // Издательство Тамб. гос. техн. ун-та. Тамбов, 2003. 96 с.
2. Голицын М.В., Голицын А.М., Пронина Н.М. Альтернативные энергоносители. – М.: Издательство «Наука», 2004. – 157 с.
3. Соколов В.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
4. Дюсбаев М.К. Безопасность жизнедеятельности. – Алматы: АИЭС, 2001.
5. Жабцев В. Отопление и водоснабжение вашего дома. – М.: Издательство Харвест, 2010. – С. 174-175.
6. Торопов А.Л. Комбинированные тепловые гелиосистемы. Ч. 1. Тепловые солнечные коллекторы для индивидуальных и децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения: учебное пособие. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2019. – 88 с.

Проектирование комбинированной системы отопления жилого дома в г. Алматы¹**БЕКАЛАЙ Нұрипа Қырғызбайқызы**, к.п.н., старший преподаватель, bekalaynuripa@mail.ru,^{1*}**ОРДАХАНОВА Айдана Муратовна**, магистрант, dona.01@list.ru,¹НАО «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби», Казахстан, Алматы, пр. Аль-Фараби, 71,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Цель работы – проектирование комбинированной системы отопления жилого дома с использованием солнечных коллекторов. Подняты основные вопросы по отоплению жилого дома. Показаны основные аспекты эффективности и экономии системы. Рассматриваются вопросы, связанные с солнечными коллекторами (типы, КПД и т.д.), системами отопления, основного и вспомогательного оборудования. Описаны предпосылки и способы подключения комбинированной системы отопления солнечных коллекторов, обеспечивающих теплом жилое помещение, к существующей системе отопления.

Ключевые слова: солнечные коллекторы, системы отопления, возобновляемые источники энергии, теплоснабжение.

Design of a Combined Heating System for a Residential Building in Almaty¹**BEKALAY Nuripa**, Cand. of Ped. Sci., Senior Lecturer, bekalaynuripa@mail.ru,^{1*}**ORDAKHANOVA Aidana**, master student, dona.01@list.ru,¹NPJSC «Al-Farabi Kazakh National University», Kazakhstan, Almaty, Al-Farabi Avenue, 71,

*corresponding author.

Abstract. The purpose of the work is to design a combined heating system of a residential building using solar collectors. Raised the main issues on the heating of a residential building. The main aspects of the efficiency and economy of the system are shown. The issues related to solar collectors (types, efficiency, etc.), heating systems, main and auxiliary equipment are considered. The prerequisites and methods for connecting a combined heating system of solar collectors that provide heat to the living room to the existing heating system are described.

Keywords: solar collectors, heating systems, renewable energy sources, heat supply.

REFERENCES

1. Ljashkov V.I., Kuz'min S.N. Netradicionnye i vozobnovljaemye istochniki jenergii. Publ. Tamb. gos. tehn. un-ta. Tambov, 2003. 96 p.
2. Golicyn M.V., Golicyn A.M., Pronina N.M. Al'ternativnye jenergonositeli. – Moscow: Publ. «Nauka», 2004. – 157 p.
3. Sokolov V.Ja. Teplofikacija i teplovye seti: Uchebnik dlja vuzov. – Moscow: Publ. MJel, 2001. – 472 p.
4. Djusebaev M.K. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. – Almaty: AlJeS, 2001.
5. Zhabcev V. Otoplenie i vodosnabzhenie vashego doma. – Moscow: Publ. Harvest, 2010. – pp. 174-175.
6. Toropov A.L. Kombinirovannye teplovye geliosistemy. Ch. 1. Teplovye solnechnye kollektory dlja individual'nyh i decentralizovannyh sistem otoplenija i gorjachego vodosnabzhenija: uchebnoe posobie. – Moscow: Publishing House Akademii Estestvoznanija, 2019. – 88 p.