



КОМБИНАЦИЯЛАШГАН ҚИЗДИРИШ ТИЗИМИ СУЗИШ БАССЕЙНИНИНГ ИССИҚЛИК ЭНЕРГИЯСИ ИСТЕЪМОЛИ ВА ИССИҚЛИК ЙЎҚОТИШЛАРИНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

Элмуродов Н.С., Темирова Д.Б.

Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, Қарши, Ўзбекистон

Аннотация. Ушбу мақолада Қарши шаҳри шароитида сузиш бассейни сувининг энергия йўқотишлари ва унинг комбинациялашган қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизимининг иссиқлик узатиш кўрсаткичлари ҳамда энергия баланси тадқиқот қилинган. Тадқиқот ишлари 2023 йил август-сентябр ойларида олиб борилди. Тадқиқот натижаларига кура қуёш радиацияси ва атроф-муҳит ҳароратининг кунлик ўзгариши асосида қуёш ҳовузининг иссиқлик насосига иссиқлик узатиш коэффициентини ўзгариши ўрганилди. Таклиф этилган қиздириш тизими орқали сузиш бассейни учун суткасига $0,45 \text{ м}^3$ иссиқ сув олиш мумкинлиги аниқланди.

Калит сўзлар: Сузиш бассейни, иссиқлик насоси, иссиқлик узатиш коэффициенти, иссиқлик ташувчи, буғланишда иссиқлик йўқотилиши, конвектив иссиқлик йўқотилиши, ҳарорат ўзгариши.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ БАССЕЙНА С КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ

Элмуродов Н.С., Темирова Д.Б.

Қаршинский инженерно-экономический институт, Қарши, Ўзбекистан

Аннотация: В данной статье исследованы энергетические потери воды плавательного бассейна, а также показатели теплоотдачи и энергетический баланс его комбинированной системы отопления с солнечным бассейном и тепловым насосом в условиях города Қарши. Научно-исследовательские работы проводились в августе-сентябре 2023 года. Результаты исследования включали в себя изучение изменения коэффициента теплопередачи солнечного бассейна к тепловому насосу на основе суточных изменений солнечной радиации и температуры окружающей среды. Установлено, что за счет предложенной системы отопления можно получить для бассейна $0,45 \text{ м}^3$ горячей воды в сутки.

Ключевые слова: Плавательный бассейн, тепловой насос, коэффициент теплопередачи, теплоноситель, испарительные теплопотери, конвективные теплопотери, изменение температуры.

EXPERIMENTAL STUDY OF HEAT ENERGY CONSUMPTION AND HEAT LOSSES OF SWIMMING POOL WITH COMBINED HEATING SYSTEM

Elmurodov N.S., Temirova D.B.

Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

Abstract: This article examines the energy losses of swimming pool water, as well as the heat transfer rates and energy balance of its combined solar pond and heat pump pool heating system in





the city of Karshi. Research work was carried out in August-September 2023. The results of the study included studying the change in heat transfer coefficient of the solar pool to the heat pump based on daily changes in solar radiation and ambient temperature. It has been established that due to the proposed heating system it is possible to obtain 0.45 m^3 of hot water per day for the pool.

Key words: Swimming pool, heat pump, heat transfer coefficient, coolant, evaporative heat loss, convective heat loss, temperature change.

Кириш.

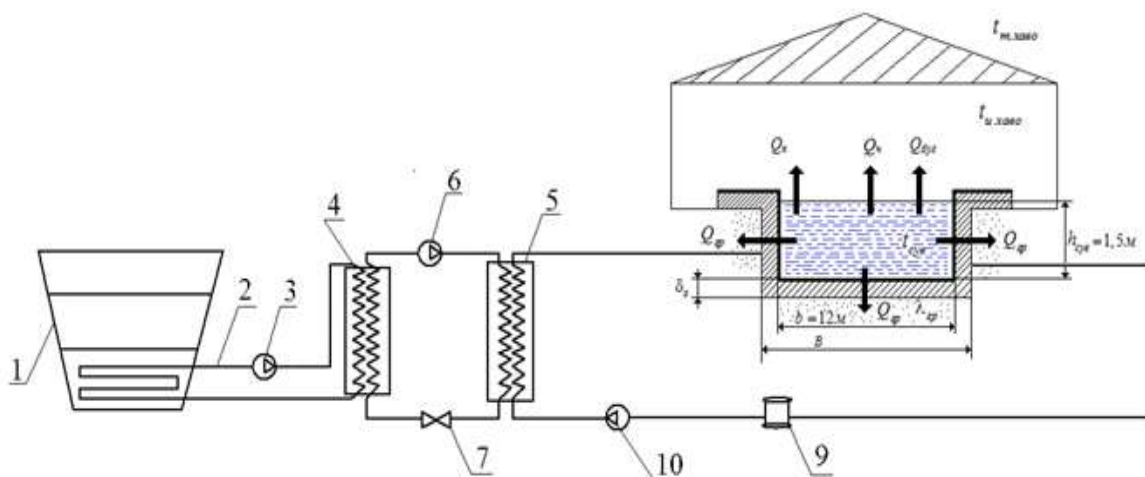
Жаҳонда сузиш бассейнларида оптимал ҳарорат режимини таъминлаш, уларда анъанавий энергия ресурсларини тежаш долзарб масалалар ҳисобланади. Бутун дунё олимлари ва тадқиқотчиларининг сузиш бассейнларининг иситиш тизимларида энергия сарфини камайтириш ҳамда энергия йўқотишларини қисқартириш йўлида олиб борган илмий изланишлари, сузиш бассейнларини куриш ҳамда энергия тежовчи инновацион технологияларни жорий этишда муҳим аҳамиятга эга[1].

Ушбу йўналишда олиб борилган илмий тадқиқотлар ва жаҳон тажрибаси шуни кўрсатадики, ёпиқ сузиш бассейнларида қишки режимда, айниқса, кундузи қиш ойларида қиздириш тизимида кўшимча муқобил энергия манбаига зарурат туғилади. Сузиш бассейнларининг қишки режимда қиздириш тизимининг иссиқлик юкласини тўлиқ муқобил энергия манбаи (қуёш энергияси) орқали қоплаш имконияти мавжуд эмас.

Шу сабабли сузиш бассейнларининг энергетик самарадорлигини ошириш, талаб этиладиган энергетик режимни энергия самарадор қуёш қурилмалари ёки қуёш қурилмалари ва ананавий иситиш қурилмалари билан комбинациялашган қиздириш тизимларини ишлаб чиқиш энергия тежамкорлигининг техник ечимларидан бири ҳисобланади.

Материал ва услублар.

Ушбу муаммоларни ҳал этиш мақсадида муаллифлар томонидан тажриба сузиш бассейни учун комбинациялашган қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизими ишлаб чиқилди (1-расм).



1-расм. Сузиш бассейнларининг “комбинациялашган қуёш ҳовузи-иссиқлик насосли” қурилмали қиздириш тизими.

1-қуёш ҳовузи, 2-иссиқлик алмашишни қурилмаси (змеевик), 3, 10 - циркуляция насоси, 4-буғлаткич, 5-конденсатор, 6-компрессор, 7-дроссел, 8- сузиш бассейни, 9-сув филтър.

Таклиф этилган сузиш бассейнининг қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизими 3 та контурдан иборат. Биринчи контур-қуёш ҳовузи, иккинчи контур-иссиқлик насосли қиздириш, учунчи контур-бассейн сувини иссиқлик насоси ёрдамида қиздиришни ўз ичига олади.

Таклиф этилган комбинациялашган қиздириш тизимида биринчидан қуёш ҳовузи қурилмаси тузли шўр сувдан муқобил энергия олиш имконини беради (I-контур), иккинчидан иссиқлик насоси қурилмаси қуёш ҳовузи қурилмасидан келадиган паст



патенциалли иссиқликни ҳароратини кўтаришга ва бассейн сувини талаб этилган ҳароратгача қиздиришга хизмат қилади (II –контур) учунчидан циркуляция насоси бассейн сувини иссиқлик насоси конденсатори орқали қиздиришни (III-контур) амалга оширилади. Ушбу комбинациялашган қиздириш тизими орқали шўр сувдан муқобил энергия олиш билан биргаликда бассейнни талаб этилган ҳароратдаги иссиқ сув билан таъминлайди.

Бу қиздириш тизимида қуёш ҳовузи иссиқлик аккумулятори вазифасини бажаради ва қуёш энергиясини йиғиб иссиқлик сақлаш зонасига ўрнатилган иссиқлик алмашилиш қурилмаси(змеевик)га иссиқлигини беради. Иссиқлик алмашилиш қурилмасида қизган иссиқлик ташувчи циркуляция насоси орқали иссиқлик насоси буғлатгичидан ўтиб ортга қайтади ва яна шу жараён такрорланади (I-контур). Ушбу жараёнда иссиқлик насоси паст патенциалли иссиқликни компрессор ёрдамида ҳароратини ошириб сузиш бассейни сувига беришдан иборат. Буғлатгичда исиган иссиқлик насосининг иссиқлик ташувчиси компрессор ёрдамида конденсаторга ўтади ва бассейн сувини иситиб конденсацияланади (II –контур). Сузиш бассейни суви филтр қурилмасидан ўтиб циркуляция насоси орқали иссиқлик насоси конденсаторидан ўтиб яна бассейнга қайтади (III-контур). Ишлаб чиқилган қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизими шўр сув орқали иссиқлик энергиясини олиш, иссиқлик насоси орқали ушбу иссиқликни юқори ҳароратгача ошириш ва конденсаторда конденсацияланиш иссиқлигини ИЭР сифатида сузиш бассейни сувини қиздиришга фойдаланиш имконини беради.

Бу қиздириш тизимида асосий энергия истемолчи сузиш бассейнининг суви бўлиб, қуёш ҳовузи ҳамда иссиқлик насоси уни бир вақтда иссиқлик билан таъминлаш имконини беради. Қуёш ҳовузи қурулмасида турли органик ҳамда ўғит тузларни эритиб шўр сувдан муқобил энергия (қуёш иссиқлик энергияси) олиш бўйича тадқиқотлар олиб борилган [2]. Таклиф этилган комбинациялашган ҳажми 2 м^3 бўлган қуёш ҳовузи ҳамда иссиқлик насоси иссиқлик баланси ҳисобига кўра қуёшли кунларда соатига $0,45 \text{ м}^3$ гача сузиш бассейни учун талаб этилган ҳароратдаги иссиқ сув олиш имкони мавжуд. Иссиқлик йўқотишларни ҳисобга олганда ушбу иссиқликнинг 60-70% қисми иссиқлик насоси орқали сузиш бассейни сувини қиздиришга сарф бўлиши ҳисобланди [3].

Бу қиздириш тизимининг иссиқлик самарадорлигини ҳисоблаш учун қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизимли сузиш бассейнининг иссиқлик балансини кўриб чиқамиз. Бассейн суви ва бассейн зали ҳавосини иситиш қурилмалари, шамоллатиш ва ҳавони тозалаш ускуналари сувнинг буғланишини ва ҳавонинг нисбий намлигини оширади, бу эса бинонинг энергия сарфининг ошишига олиб келади [4]. Шунинг учун бу ускуналарни лойиҳалашга катта эътибор қаратиш, сув ва ҳаво ҳароратини, нисбий намликни мақбул даражада ушлаб туриш муҳим аҳамиятга эга.

Натижалар ва муҳокамалар.

Бассейн сувининг иссиқлик йўқотишлари сув ва атроф-муҳит ҳавосининг ҳарорат фаркига, ҳаво намлигига, бассейн устидаги ҳавонинг тезлигига, шунингдек бассейн изоляциясининг қалинлиги ва сифатига боғлиқ. Соҳа олимлари томонидан олиб борилган илмий ишлар таҳлили шуни кўрсатадики, ёпиқ сузиш бассейнларининг суткалик иссиқлик йўқотишлари $2,5 \text{ кВт/м}^2$ ни ташкил қилади [5].

Ёпиқ бинода жойлашган қуёш ҳовузли ва комбинациялашган қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизимли сузиш бассейнининг энергия баланси ҳисоб схемаси 1-расмда келтирилди. Ушбу ҳисоб схемасига кўра сузиш бассейнининг энергия балансини ҳисобловчи тенгламаларни, яъни тизим иссиқлик балансини тузамиз.

Келтирилган ҳисоб схемаси бассейн суви ҳароратини, бассейн ва қиздириш тизими иссиқлик оқимларини ҳисоблаш имконини беради. Ушбу қиздириш схемаси учун иссиқлик оқимлари баланси тенгламаси тузилди.

$$\rho_c C_c V_c \frac{dT_c}{dt} = \sum (Q_{uc.m} - Q_{ucp}) \quad (1)$$





Бу ерда ρ_c - сувнинг зичлиги, C_c - сувнинг солиштира иссиқлик сифими, V_ϕ -бассейн хажми, $Q_{ис.т}$ - қиздириш тизимининг сузиш бассейнига сувини қиздиришга сарфлаган иссиқлик миқдори, $Q_{иср}$ -сузиш бассейнида исроф бўладиган иссиқлик миқдори.

Ёпиқ сузиш бассейнларини керакли ҳарорат режимларини таъминлаш мақсадида ҳисоб схемасига асосан Қарши шаҳридаги шароитида 2x1м ўлчамдаги тажриба сузиш бассейнининг юзасидан иссиқлик энергияси йўқотилиши ҳисобланди ҳамда бассейннинг иссиқлик баланси тенграмаси тузилди (2-расм).

Ёпиқ сузиш бассейнларининг иссиқлик баланси таъсир қилиши мумкин бўлган асосий иссиқлик энергияси йўқотишларини қуйидагича умумлаштириш мумкин:

- бассейн суви сиртидан ҳавога конвектив иссиқлик алмашинув орқали йўқотиладиган иссиқлик, Q_k [Вт];

- нурланиш орқали йўқотиладиган иссиқлик, Q_n [Вт];

- сувнинг буғланиш орқали йўқотиладиган иссиқлик, $Q_{буғ}$ [Вт];

- бассейн девори орқали йўқотиладиган иссиқлик миқдори (иссиқлик ўтказувчанлик), $Q_{ср}$ [Вт].

Ҳисоб схемаси ва берилган маълумотларга асосан умумий иссиқлик баланси тенграмасини тузамиз. Бассейннинг иссиқлик баланси тенграмаси стационар режимда қуйидагича кўринишда бўлади.

$$Q_{иср} = Q_k + Q_n + Q_{буғ} + Q_{ср} \quad (2)$$

Ёпиқ сузиш бассейнидан сувнинг буғланиши бассейн умумий энергия балансида асосий рол ўйнайди. Бундан ташқари, ёпиқ сузиш бассейнларида сув буғланишини аниқ ҳисоблаш объектнинг энергия сарфини ҳисоблашда жуда муҳимдир.

Германия муҳандислари ассоциацияси VDI 2089 стандарт формуласига кўра буғланиш тезлиги қуйидагича ҳисобланади [6]:

$$W = \varepsilon \cdot F(P_{m\phi} - P_\phi) \quad (3)$$

Бу ерда $P_{m\phi}$ – бассейн суви ҳароратида тўйинган сув буғининг босими, P_ϕ – берилган ҳаво ҳарорати ва намлигидаги сув буғининг босими, ε - эмпирик коэффициент, $\varepsilon=5$ (г/м² соат мбар), [6]; r - берилган ҳароратда сувнинг буғ ҳосил бўлиш иссиқлиги.

$$Q_{буғ} = \varepsilon \cdot F(P_{m\phi} - P_\phi)r = W \cdot r \quad (4)$$

Сузиш бассейнида конвекция бассейн суви ва ҳаво ўртасидаги ҳарорат фарқи туфайли юзага келади. Сув ёки ҳаво тезлиги $W_{св} = W_{хаво} = 0$ нолга тенг бўлса, табиий конвекция содир бўлади. Буғланиш, ҳаводаги нисбий намлик зичлигини ўзгартириш орқали табиий конвекцияни кучайтиради. Конвектив иссиқлик алмашинуви $t_c = t_{хаво}$ ҳаво ва сув ҳарорати тенг бўлганда содир бўлмайди.

Бассейн бирлик юза майдонидан конвектив иссиқлик йўқотилиш оқими $Q_{конв}$, қуйидагича аниқланади:

$$Q_{конв} = \alpha F(t_{св} - t_{и.хаво}) \quad (5)$$

Бу ерда $t_{св}$ -бассейн сувининг ҳарорати, $t_{и.хаво}$ -бассейн залидаги ички ҳаво ҳарорати, α -конвектив иссиқлик алмашинув коэффициенти.

Конвектив иссиқлик алмашинув коэффициенти қуйидагича ифодаланиши мумкин [7].

$$\alpha = 2,8 + 3,0W_{хаво} \quad (6)$$

W_{xavo} -бассейн сув сатҳи устидаги ҳаво ҳаракатининг тезлиги; $W_{xavo} = 0,1 \div 0,2$ м/с [10].

Очиқ сузиш бассейларида радиациявий йўқотишлар очиқ осмон орқали кузатилиб, Стефан-Больцман қонуни бўйича ҳисобланади. Ёпиқ сузиш бассейларида радиациявий йўқотишлар залнинг деворлари билан узун тўлқинли радиация алмашинуви орқали иссиқлик ўтказувчанлик ҳисобга олиниб аниқланади[8].

$$Q_{нур} = Fq_{нур} = F\varepsilon\sigma((t_{суб} + 273)^4 - (t_{девор} + 273)^4) \quad (7)$$

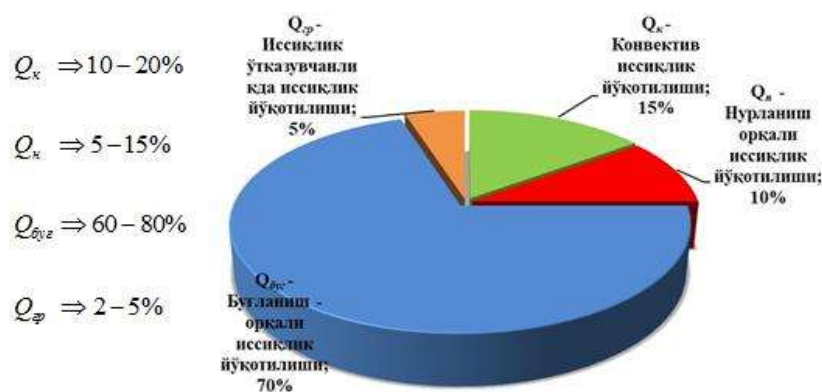
Бу ерда ε - ўртача радиация коэффициенти, σ – Стефан Больцман доимийси ($\sigma=5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²К⁴), ва $t_{девор}$ -девор сиртининг ҳарорати.

Сузиш бассейнининг пастки ва ён томонларидан ерга кондуктив иссиқлик ўтказувчанлигида кам миқдорда иссиқлик йўқотилади. Ушбу иссиқлик йўқотилиши куйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$Q_{ep} = K \cdot F_{\sigma}(t_{суб} - t_{ep}) \quad (8)$$

Умумий иссиқлик узатиш коэффициенти K бассейн бетон деворининг иссиқлик ўтказувчанлигига ва унинг қалинлигига боғлиқ. Бу ерда F_{σ} -бассейн бетон деворининг умумий юзаси, t_{ep} - ер ости тупроқнинг ҳарорати ($t_{ep} = +10 \div +12$ °C).

Тадқиқот натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, ёпиқ сузиш бассейларининг иссиқлик энергиясига бўлган эҳтиёжи электр энергияси истеъмолига нисбатан анча юқори бўлиб, 10-20% иссиқлик энергияси бассейннинг конвектив иссиқлик алмашинувида йўқотилади, 60-80% иссиқлик энергияси бассейн сувининг буғланишида, 5-15% иссиқлик нурланиш орқали, қолган 2-5% иссиқлик энергияси бассейн деворининг иссиқлик ўтказувчанлиги орқали иссиқлик йўқолишига тўғри келади. Олинган ҳисоб натижалари диаграммада куйидаги кўринишни олди (2-расм).



2-расм. Ёпиқ сузиш бассейларининг иссиқлик йўқотишлари тақсимланиши.

Сузиш бассейларида сувни белгиланган ҳажм ва талаб этилган ҳароратда ушлаб туриш учун буғланиш орқали йўқотилган сув ҳажмига тенг ҳажмдаги сувни бошқа иссиқлик йўқотишларни ҳисобга олиб қиздиришни талаб этади. Ушбу энергия эҳтиёжини тақлиф этилган комбинациялашган қуёш ҳовузли-иссиқлик насосли қиздириш тизими орқали қоплаш мумкин.

Қуёш ҳовузи пастки зонасида жойлашган иссиқлик алмашинуви курилмасидан чиққан сув иссиқлик насоси орқали бассейн суви ҳароратини талаб этилган қийматлардан ўзгармаслигини таъминлашга хизмат қилади. Сузиш бассейни сувини ўзгармас 28-30 °C ҳароратда сақлаш учун бериладиган иссиқлик юқорида санаб ўтилган бассейннинг иссиқлик энергияси йўқотишларини компенсациялаши керак бўлади.

$d\tau$ вақт оралиғида $F_{к}$ иссиқлик алмашинуви курилмаси юзаси бўйича иссиқлик баланси ва иссиқлик узатиш тенгламаси куйидаги кўринишда бўлади.

$$dQ = k_c \cdot F_{к} \cdot \Delta t \, d\tau = G_c c_c (t_{чик} - t_{куп}) d\tau \quad (9)$$



Бу ерда Δt - иссиқлик ташувчининг τ вақт momentiда ўртача ҳароратлар фарқи, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{кур}}$ - иссиқлик алмашиниш қурилмасига кирувчи сувнинг ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{чик}}$ - иссиқлик алмашиниш қурилмасидан чиқувчи сувнинг ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$;

Δt ҳароратлар ўзгаришининг τ вақт momentiдаги ўртача логорифмик қийматини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$\Delta t = \frac{t_{\text{чик}} - t_{\text{кур}}}{\ln \frac{t_{\text{нкз}} - t_{\text{кур}}}{t_{\text{нкз}} - t_{\text{чик}}}} \quad (10)$$

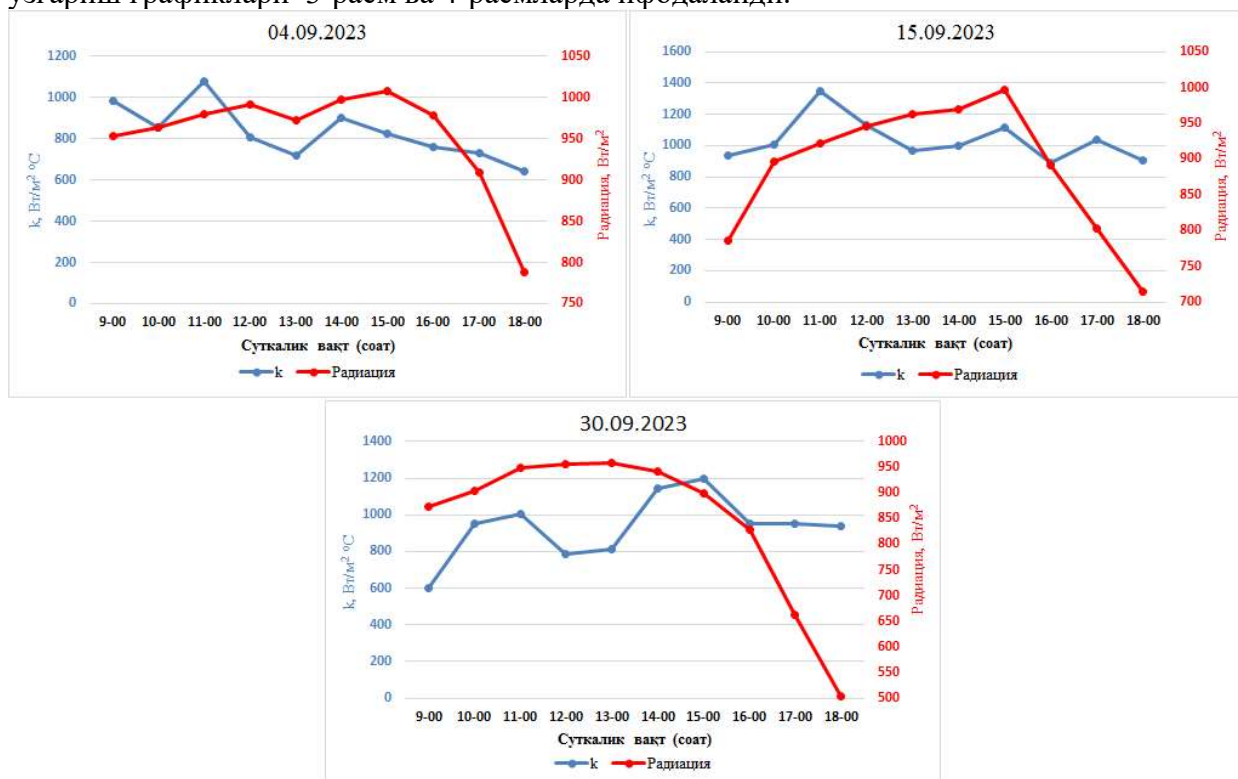
Куёш ҳовузининг пастки иссиқлик сақлаш зонасида диаметри 8 мм бўлган 10 та сексиядан иборат бўлган 20 м узунликдаги зангламайдиган пўлат қувур жойлашган. Ушбу қувурнинг умумий ташқи юзаси 0,5024 м² бўлиб, иссиқлик ташувчи сифатида сувдан фойдаланилган. Сувдан иссиқлик насоси буғлаткичига иссиқлик узатиш коэффициентини қуйидагича ҳисоблаймиз.

Демак $t_{\text{кур}}$, $t_{\text{чик}}$ ва $t_{\text{нкз}}$ ҳароратлар вақт давомида ўзгаргани учун Δt вақт функцияси ҳисобланади. Δt ни (9) ифодага қуйиб қуйидаги (11) формулага эга бўламиз.

$$k = \frac{G \cdot c}{F_k} \ln \frac{t_{\text{нкз}} - t_{\text{кур}}}{t_{\text{нкз}} - t_{\text{чик}}} \quad (11)$$

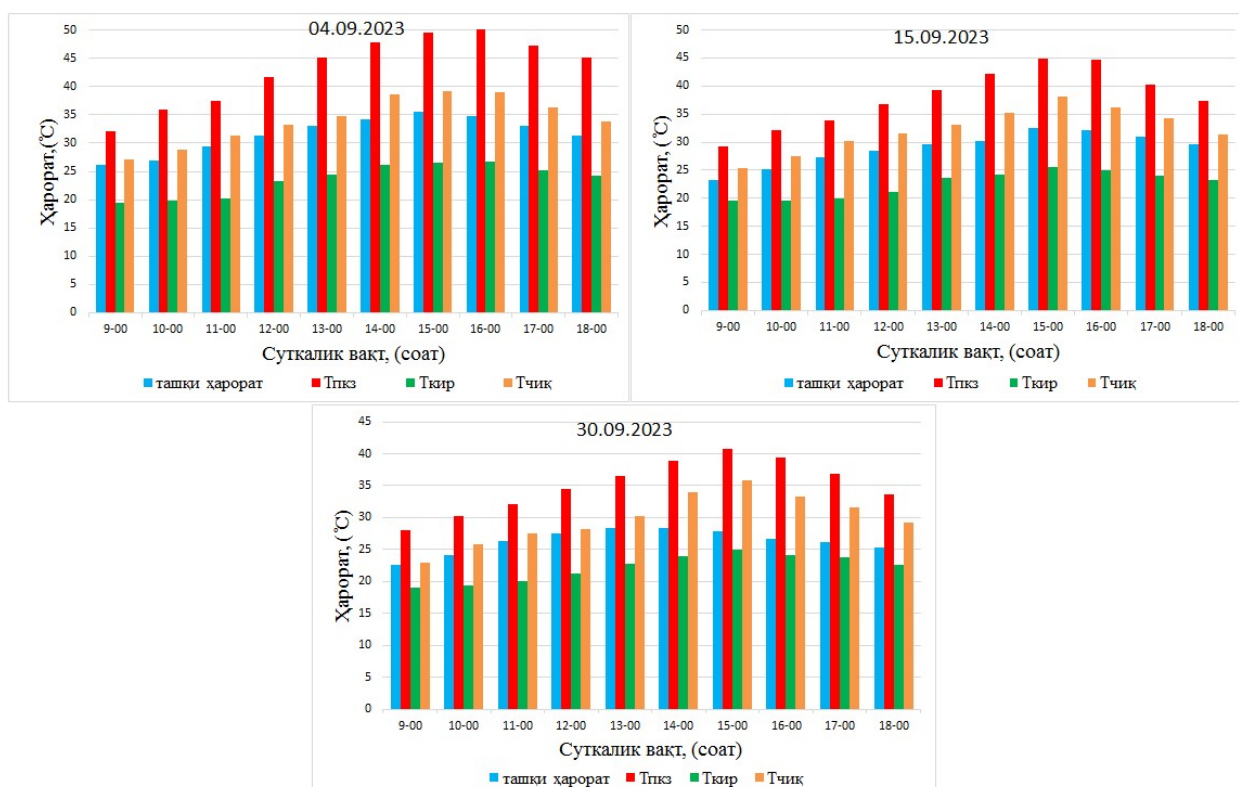
2023 йил кузида куёш ҳовузидан иссиқлик олиш бўйича тажриба ишлари олиб борилди. Сентябрь ойининг боши, ўртаси ва охири кунларининг ўртача атроф-муҳит ва куёш ҳовузи ПКЗ ҳарорати, иссиқлик ташувчи сувнинг кирувчи ва чиқувчи ҳароратлари ҳамда кунлик ўртача куёш радиацияси аниқланди.

Сентабр ойининг 4, 15 ва 30 кунлари учун аниқланган атроф-муҳит ҳарорати, куёш ҳовузи пастки қатлам ҳарорати, иссиқлик ташувчининг кириш ва чиқиш ҳароратининг вақт бўйича ўзгариши ҳамда куёш радиацияси ва куёш ҳовузида жойлашган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг ҳисобланган иссиқлик узатиш коэффициентини вақт бўйича ўзгариш графиклари 3-расм ва 4-расмларда ифодаланди.



3-расм. Радиация ва иссиқлик узатиш коэффициентини вақт бўйича ўзгариш графиги.





4-расм. Атроф-мухит ҳарорати, қуёш ҳовузи пастки қатлам ҳарорати, иссиқлик ташувчининг кириш ва чиқиш ҳароратининг вақт бўйича ўзгариши графиги.

Қуёш ҳовузи иссиқлик алмашинув қурилмасидан чиқувчи иссиқлик ташувчи, иссиқлик насоси буғлатгичига киради. Киришдаги иссиқлик ташувчининг ҳарорати иссиқлик насосининг иситиш қуввати билан биргаликда, сузиш бассейни суви ҳароратини санитария қоидалари ва меъёрлари талаблари бўйича 28-30 °С да сақлашга ва бассейн суви юзасидан ҳамда деворидан иссиқлик йуқотилишини енгишга етарли бўлиши керак.

Ушбу тизимнинг энергия баланси қуёш энергияси билан тaminланган умумий энергия улуши бўйича ҳисобланади.

$$F = 1 - \frac{Q_{ин} + Q_{кx}}{Q_б}$$

Бу ерда $Q_{ин}$ - иссиқлик насоси томонидан истемол қилинадиган электр энергияси, $Q_{кx}$ - қуёш ҳовузи қурилмасининг иссиқлик насосига берадиган иссиқлик энергияси, $Q_б$ - бассейннинг иссиқлик юкلامаси. Бассейннинг иссиқлик юкلامаси қуёш ҳовузи ва иссиқлик насоси қурилмаларидан айланма контур орқали етказиб бериладиган энергияга эквивалент ҳисобланади.

Бассейннинг энергия юкلامасини ҳисоблашда ҳар бир қурилманинг умумий энергия улушини ҳисобланади. Уни қуйидагича ёзишимиз мумкин.

$$F = 1 - \frac{Q_{ин}}{Q_б} - \frac{Q_{кx}}{Q_б} = 1 - F_{ин} - F_{кx}$$

Бу ерда $F_{ин}$ - иссиқлик насосининг истемол қиладиган энергияси ва бассейннинг иссиқлик юкلامаси ўртасидаги нисбатни ифодалайди. $F_{кx}$ - қуёш ҳовузининг берадиган иссиқлик юкلامаси ва бассейннинг иссиқлик юкلامаси ўртасидаги нисбатни ифодалайди. Булар мос равишда қуёш ҳовузи ва иссиқлик насоси қурилмаларининг бассейнни киздиришдаги умумий иссиқлик юкلامасидаги улушларини ифодалайди.





Иссиқлик насосининг истемол қиладиган электр энергияси $Q_{ин}$ унинг паспортида кўрсатилган кувватига кўра аниқ. Лекин қуёш ҳовузи қурилмасининг сутка давомида иссиқлик насосига берадиган иссиқлик энергияси $Q_{кх}$, билан аниқланади.

Хулосалар.

Олиб борилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулоса қилинди:

- Бассейн умумий иссиқлик йўқотишларида конвектив иссиқлик йўқотишлари 10-20% ни, буғланиш орқали иссиқлик йўқотишлари 60-80% ни, нурланиш иссиқлик йўқотишлари 5-15% ни, бассейн деворидан иссиқлик йўқотишлари 2-5% ни ташкил этиши аниқланди.

- Қуёш ҳовузида жойлашган иссиқлик алмашиниш қурилмасининг иссиқлик узатиш коэффитциенти ўзгариши иссиқлик ташувчининг кириш ва чиқиш ҳароратларининг ўзгаришига боғлиқлиги аниқланди.

- Иссиқлик йўқотишларни ҳисобга олганда ушбу қиздириш тизими иссиқлигининг 60-70% қисми иссиқлик насоси орқали сузиш бассейни сувини қиздиришга сарф бўлиши ҳисобланди.

ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

1. Starke A. R. et al. Thermal analysis of solar-assisted heat pumps for swimming pool heating //Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. – 2017. – Т. 39. – С. 2289-2306.
2. Elmurodov N. S. et al. Investigating the effect of different salts on the thermal efficiency of a solar pond device //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 392. – С. 02038.
3. Uzakov G. N., Elmurodov N. S., Davlonov X. A. Experimental study of the temperature regime of the solar pond in the climatic conditions of the south of Uzbekistan //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. – Т. 1070. – №. 1. – С. 012026.
4. Узоков Г., Элмуродов Н., Давлонов Х. Ўзбекистон жанубидаги иклим шароитида қуёш ҳовузининг ҳарорат режимини экспериментал ўрганиш //Innovatsion texnologiyalar. – 2022. – Т. 1. – С. 97-102.
5. Элмуродов Н. С. и др. Сузиш бассейнларининг энергия баланси таҳлили //Инновацион технологиялар. – 2022. – Т. 3. – №. 3 (47). – С. 21-27.
6. Calise F., Figaj R. D., Vanoli L. Energy and economic analysis of energy savings measures in a swimming pool centre by means of dynamic simulations //Energies. – 2018. – Т. 11. – №. 9. – С. 2182.
7. Xu Y., Guo Z., Yuan C. Feasibility study of an integrated air source heat pump water heater/chillers and exhaust gas boiler heating system for swimming pool on luxury cruise ship //Energy Reports. – 2022. – Т. 8. – С. 1260-1282.
8. Ergashev S. H. et al. Results of mathematical modeling of nostatic temperature temperature heating of “livestock heat complex” through the use of solar and bio energy //International Conference on Remote Sensing of the Earth: Geoinformatics, Cartography, Ecology, and Agriculture (RSE 2022). – SPIE, 2022. – Т. 12296. – С. 181-190.