



UO‘K 662.997

SUZISH BASSEYNLARINING ISSIQLIK-ENERGETIK KO‘RSATKICHLARINI BAHOLASH

Uzoqov G‘ulom Norboevich- texnika fanlari doktori, professor,

ORCID: 0009-0005-7386-8075 E-mail: uzoqov66@mail.ru

Elmurodov Nuriddin Sayitmurodovich – doktorant (PhD),

ORCID ID 0000-0002-2992-3533 E-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Kirish. Ushbu tadqiqot ishida Qarshi shahri sharoitida 16x9 m o‘lchamdagi yopiq suzish basseyni isitish tizimining yoqilg‘i-energetika xarajatlari hamda issiqlik-energetik ko‘rsatkichlarining tadqiqot natijalarilari baholangan.

Usul va materiallar. Tadqiqot ishlari davomida basseynning issiqlik yo‘qotishlarini hisobga olgan holda, zarur harorat sharoitlarini ta‘minlash uchun suzish basseynining issiqlik balansi tenglamasi ishlab chiqildi va tahlil qilindi.

Natijalar. Olib borilgan tajriba natijalari asosida suzish basseynining umumiy issiqlik yo‘qotishlari 11,87 kVt ni tashkil etganligi aniqlandi. Shundan 7,44 kVt eng katta issiqlik yo‘qotilishi suzish basseynidan suvning bug‘lanishi hisobiga, 0,45 eng kam issiqlik yo‘qotilishi basseyndan issiqlikning nurlanish hisobiga yo‘qotilishiga to‘g‘ri kelishi hisoblandi.

Xulosa. Olib borilgan tajriba natijalari asosida Qarshi shahri sharoitida mavjud suzish basseynining issiqlik-energetik ko‘rsatkichlari baholandi. Ushbu basseynning energiya ta‘minoti samaradorligini oshirish uchun mavjud isitish tizimi taklif etildi.

Kalit so‘zlar: Suzish basseyni, issiqlik nasosi, quyosh hovuzi, past haroratli manba, issiqlik yo‘qotishlari, kompressor siqish ishi.

Дата поступления: 22.08.2024. После обработки: 07.09.2024. Принято печать: 17.09.2024

УДК 662.997

ОЦЕНКА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ

Узаков Гулом Норбоевич- доктор технических наук, профессор,

ORCID: 0009-0005-7386-8075 E-mail: uzoqov66@mail.ru

Эльмуродов Нуриддин Сайитмуродович – докторант (PhD),

ORCID ID 0000-0002-2992-3533 E-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru

Аннотация. Введение. В данной научно-исследовательской работе оценены результаты исследования топливно-энергетических затрат и теплоэнергетических показателей системы подогрева закрытого бассейна размером 16x9 м в условиях города Карши..

Методы и материалы. В ходе исследовательских работ с учетом теплопотерь бассейна было разработано и проанализировано уравнение теплового баланса бассейна для обеспечения необходимого температурного режима.

Результаты. По результатам эксперимента установлено, что общие теплопотери бассейна составили 11,87 кВт. Подсчитано, что 7,44 кВт наибольших теплопотерь приходится на испарение воды из бассейна, а 0,45 кВт наименьших теплопотерь приходится на радиационные потери тепла из бассейна..





Заклучение. По результатам проведенного эксперимента оценены теплоэнергетические показатели существующего плавательного бассейна в условиях города Карши. Для повышения эффективности энергоснабжения этого бассейна была предложена существующая система отопления.

Ключевые слова: Плавательный бассейн, солнечный пруд, Тепловой насос, источник низкой температуры потери тепла, работа сжатия компрессора.

UDC 662.997

ASSESSMENT OF THERMAL ENERGY PERFORMANCE OF SWIMMING POOLS

Uzakov Gulom Norboevich - Doctor of Technical Sciences, Professor,

ORCID: 0009-0005-7386-8075 E-mail: uzoqov66@mail.ru

Elmurodov Nuriddin Sayitmurodovich - Doctoral student (PhD),

ORCID ID 0000-0002-2992-3533 E-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru

Abstract. Introduction. This research work evaluates the results of a study of fuel and energy costs and thermal energy indicators of a heating system for an indoor swimming pool measuring 16x9 m in the city of Karshi.

Methods and materials. In the course of research, taking into account the heat loss of the pool, an equation for the heat balance of the pool was developed and analyzed to ensure the required temperature regime..

Results. Based on the results of the experiment, it was established that the total heat loss of the pool was 11.87 kW. It is calculated that 7.44 kW of the greatest heat loss is due to the evaporation of water from the pool, 0.45 kW of the least heat loss is due to radiation heat loss from the pool.

Conclusion. Based on the results of the experiment, the thermal energy performance of an existing swimming pool in the conditions of the city of Karshi was assessed. An existing heating system was proposed to improve the energy efficiency of this pool.

Keywords: Swimming pool, solar pond, Heat pump, low temperature source, heat loss, compressor's compression work.

Kirish

Suzish basseynlari murakkab gidrotexnik hamda energetik obyektlardan biri bo'lib, energiya tejamkorlik masalalarini yechishda har tomonlama ilmiy-texnik yondashuvni talab qiladi. Energiya samarador suzish basseynlarini qurishda, asosan, isitish tizimi va elektr ta'minotiga alohida e'tibor qaratish lozim.

Suzish basseynlarining energetik samaradorligi basseyn suvini talab etilgan haroratgacha ko'tarishga va uni sutka davomida shu haroratda saqlab turish uchun sarf bo'ladigan energiya (issiqlik, elektr energiyasi) miqdori bilan baholanadi. Suzish basseynining samaradorligi va energiya tejamkorligini ko'rsatadigan asosiy energetik parametr, basseyndagi suv hajmini talab etilgan haroratda saqlab turishga sarflanadigan elektr energiyasi yoki uning shartli yoqilg'ida ekvivalenti orqali aniqlanadi.

Bugungi kunda dunyoning rivojlangan mamlakatlarida va bizning Respublikamizda ham aksariyat suzish basseynlari isitish tizimlarida an'anaviy energiya resurslaridan (tabiiy gaz, elektr energiya, ko'mir va b.) foydalaniladi [1-3]. Yopiq suzish basseynlarining energetik tahlili shuni ko'rsatadiki, 1m³ suvni talab etilgan haroratda saqlab turish uchun 2,-2,5 kg shartli yoqilg'i sarf qilinadi [4].

Suzish basseyni inshootlarida qishda mikroiklim sharoitlarini ta'minlash uchun katta miqdorda energiya talab etiladi. Adabiyotlarda keltirilgan hamda olib borilgan tadqiqotlar natijasiga ko'ra yopiq suzish basseynlarida 1m³ suvni isitish uchun 13 GJ/yil (13 10⁶ kJ) issiqlik, yoki 400-500 kg sh.yo/yil sarflanishini aniqlash mumkin [5].

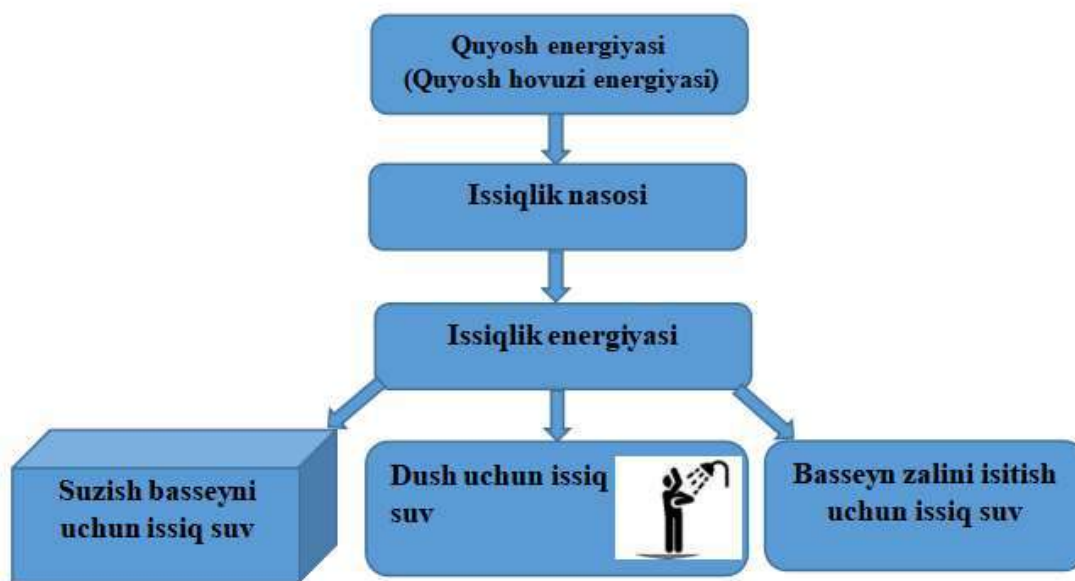




Uslub va materiallar

An'anaviy isitish tizimiga ega suzish basseynlarida basseyn uchun issiq suv qozon qurilmalarida qattiq, gazsimon hamda suyuq organik yoqilg'ilarni yoqish orqali ta'minlanadi. Basseyn binosidagi havo harorati va namlik rejimini boshqarish uchun havo qizdirish qurilmalari, elektr qizdirgichlar, issiq pol hamda havo ventilyatsiya tizimlari orqali amalga oshiriladi.

Basseyn suvini isitish uchun turli issiqlik manbalaridan foydalanish mumkin. Ulardan foydalanish basseyn joylashgan joyi va obyektning texnologik imkoniyatlari bilan belgilanadi. Bugungi kunda suzish basseynlarini isitish uchun keng qo'llaniladigan issiqlik tizimlari gaz qozonlari, biomassa qozonlari, elektr energiyasi tizimlari va quyosh energiyasi tizimlari hisoblanadi. Bundan tashqari, suzish basseynlarini isitish tizimida past haroratli manbaga ega issiqlik nasoslaridan foydalanish amaliyoti ham qo'llanilmoqda. Bunda issiqlik nasoslari basseyn suvini isitish tizimlaridan tashqari shuningdek basseyn shamollatish tizimlarida havoni isitishning manbai bo'lib ham xizmat qiladi.

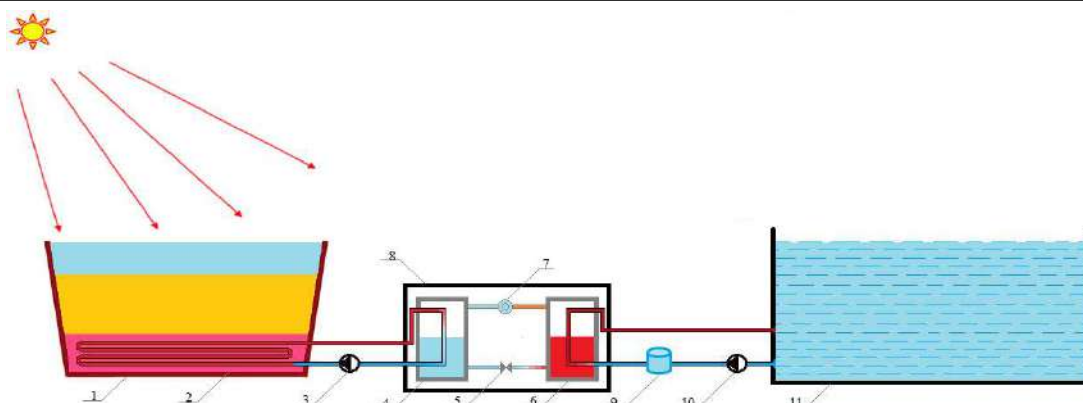


1-rasm. Suzish basseynining issiqlik ta'minoti tizimida quyosh energiyasidan foydalanish blok-sxemasi.

Figure 1. Block diagram of the use of solar energy in the heating system of the swimming pool.

Suzish basseynlari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar hamda amalda qo'llanilayotgan isitish tizimlarining tahliliga ko'ra, basseyn isitish tizimida energiya tejash, uzluksiz barqaror energiya bilan ta'minlash masalalarini yechishda birinchi navbatda noan'anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalarida ishlaydigan texnologiyalarni amaliyotga keng joriy etish, muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar davomida olingan tajriba natijalari asosida yopiq suzish basseynlarining energiya samaradorligini oshirish, isitish tizimini uzluksiz energiya bilan ta'minlash va an'anaviy energiya resurslarini tejash maqsadida kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli isitish tizimi taklif qilindi. Suzish basseyni isitish tizimida quyosh energiyasidan foydalanish sxemasi 4.1 - rasmda keltirildi.

Foydali hajmi 158,4 m³ bo'lgan yopiq suzish basseynining kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli isitish tizimining prinsipial issiqlik sxemasi ishlab chiqildi. Taklif etilgan isitish tizimi 3 ta konturdan iborat bo'lib, birinchi kontur quyosh hovuzi issiqligidan foydalanish, ikkinchi kontur issiqlik nasosidan, uchunchi kontur issiqlik nasosi kondensatori issiqligini basseyn suviga uzatishni o'z ichiga oladi.



2-rasm. Suzish basseynining kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli isitish tizimining prinsipial issiqlik sxemasi.

Figure 2. Schematic diagram of a combined solar pool-heat pump heating system for a swimming pool.

Bu yerda: 1-quyosh hovuzi, 2-issiqlik almashgich, 3-10-sirkulyatsiya nasoslari, 4-bug'latkich, 5-drossel, 6- kondensator, 7-kompressor, 8-issiqlik nasosi korpusi, 9-filtr, 11-suzish basseyni.

Taklif etilayotgan isitish tizimida asosiy energiya iste'molchi suzish basseyni bo'lib, unda quyosh hovuzi qurilmasi issiqlik nasosi bilan birgalikda issiqlik (basseyn uchun talab etilgan haroratdagi suv) bilan ta'minlash imkonini beradi. Quyosh hovuzi qurilmasida, sanoat jarayonida va tuz konlarida olingan turli tuzlardan foydalanib issiqlik energiyasi olish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. Hajmi 2 m³ bo'lgan quyosh hovuzi qurilmasida sutkasiga 4,5-5 m³ gacha talab etilgan haroratdagi issiq suv olish imkoni mavjud. Ushbu olingan issiqlikning 60-70 % qismi basseyn suvini isitishi hamda uning haroratini maqbul darajada saqlab turishi uchun issiqlik nasosi bug'latkichida sarf qilinishi asoslangan[6-7].

Kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli isitish tizimiga ega suzish basseynining issiqlik-texnik ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirildi.

4.1-jadval

Hajmi 158,4 m³ bo'lgan kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli isitish tizimli suzish basseynining issiqlik-texnik parametrlari.

Table 4.1

Thermal and technical parameters of a swimming pool with a combined solar pool-heat pump heating system with a volume of 158.4 m³.

T/r	Parametrlari	Belgilanishi	O'lchov birligi	Qiyamati
1	Suzish basseyni uzunligi	l_1	m	16
2	Suzish basseyni kengligi	l_2	m	9
3	Suzish basseyni chuqurligi	h_b	m	0,9-1,3
4	Suzish basseyni isitish hajmi	V_b	m ³	158,4
5	Basseyni yuzasi	S	m ²	144
6	suv harorati	t_{suv}	°C	30
7	Ichki havo harorati	t_{havo}	°C	32
8	Tarmoq suvi harorati	$t_{z.suv}$	°C	15
9	Basseyn binosi devori harorati	t_{devor}	°C	26,5
10	Quyiladigan toza suv hajmi	$V_{t.s}$	m ³	8-10
11	Nisbiy namlik	Φ_n	%	65
12	Havo tezligi	W_{havo}	m/s	0,2
13	Umumiy issiqlik yuklamasi	Q_{is}	MJ	9931,6
14	Umumiy elektr quvvati	Q_{el}	kVt	115



Natijalar va Munozara

Suzish basseyni isitish tizimining issiqlik quvvati basseynning issiqlik balansi tenglamasidan aniqlanadi.

Suzish basseynining issiqlik balansining soddalashtirilgan umumiy tenglamasi barqaror rejimda quyidagicha bo'ladi.

Basseyn suvini talab etilgan haroratgacha ko'tarish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdori:

$$Q_{is} = c \cdot m \cdot (t_{oxir} - t_{bosh})$$

Bunda, $m=158,4 \text{ m}^3$ suzish basseynining umumiy hajmi, m^3 ; t_{bosh} -basseyn suvining boshlang'ich xarorati, $^{\circ}\text{C}$; t_{oxir} - basseyn suvining oxirgi harorati, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{is} = 4180 \cdot 158,4 \cdot 10^3 (30 - 15) = 9931,68 \text{ MJ}$$

Agar biz basseyn suvini 1 sutka davomida qizdiriladi deb hisoblasak, qizdirish uchun sarflanadigan energiya quvvat ko'rinishida quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{is.kun} = \frac{c \cdot m \cdot (t_{oxir} - t_{bosh})}{86400} = \frac{9931,68 \cdot 10^6}{86400} = 114950 \text{ Vt} = 115 \text{ kVt}$$

Basseyn suvini qizdirish davri davomiyligi mobaynida umumiy issiqlik yo'qotishlarini quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{isr} = Q_{bug'} + Q_{nur} + Q_{konv} + Q_{gr} + Q_{z.suv}$$

Suzish basseyni suvining yuzasidan bug'lanish hisobiga issiqlik yo'qotilishi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{bug'} = \varepsilon \cdot F(P_{tb} - P_b)r = W \cdot r$$

Bir soatda bug'lanish tezligining massasi

$$W = 5 \cdot 158,4 \cdot (42,4 - 28,5) = 11008 \text{ g/soat yoki taqriban } W \approx 11 \text{ kg/soat}$$

$$Q_{bug'} = \varepsilon \cdot F(P_{tb} - P_b)r = W \cdot r = 11 \cdot 2435 = 26785 \text{ kJ/soat}$$

$$Q_{bug'} = \frac{26785}{3600} = 7,44 \text{ kVt}$$

Suzish basseyni suvi yuzasidan konvektiv issiqlik yo'qotilishlarini quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{konv} = \alpha F(t_{suv} - t_{i.havo}) = 3,1 \cdot 158,4 \cdot 2 = 982 \text{ Vt}$$

$$\alpha = 2,8 + 3,0 w_{havo} = 2,8 + 3 \cdot 0,1 = 3,1$$

Konvektiv issiqlik almashinuvi koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

Yopiq suzish basseynlarida radiatsiyaviy issiqlik yo'qotishlari zalning devorlari bilan uzun to'liqlik radiatsiya almashinuvi orqali issiqlik o'tkazuvchanlik hisobga olinib aniqlanadi:

$$Q_{nur} = F q_{nur} = F \varepsilon \sigma ((t_{suv} + 273)^4 - (t_{devor} + 273)^4)$$

$$Q_{rad} = 158,4 \cdot 0,9 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} ((30,5 + 273)^4 - (26,5 + 273)^4) = 450,45 \text{ Vt}$$

Suzish basseynining pastki va yon devorlari orqali konduktiv issiqlik yo'qotishlari quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{gr} = K \cdot F_b(t_{suv} - t_{gr})$$

Umumiy issiqlik uzatish koeffitsienti K basseyn beton devorining issiqlik o'tkazuvchanligiga va uning qalinligiga bog'liq va quyidagicha aniqlanadi:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

200 mm qalinlikdagi beton devor hamda 25-50 mm gacha qalinlikdagi shisha tolali plastmassali suv o'tkazmaydigan izolyatsiya qatlamiga ega beton devori uchun eksperimental



ma'lumotlarga asoslanib, issiqlik uzatish koeffitsientining tavsiya etilgan o'rtacha qiymati $K = 0,57 \text{ Vt} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ni etadi [8-9].

Bunda, $t_{gr} = 10^\circ\text{C}$ basseyn atrofidagi yerning harorati.

$$Q_{gr} = 0,57 \cdot 158,4(30 - 10) = 1805,7 \text{ Vt} \approx 1,8 \text{ kVt}$$

Bug'lanish va boshqa omillar sabab suzish basseynlarida yo'qolgan suvning o'rnini qoplash maqsadida basseynga toza suv quyiladi. Standartga ko'ra suzish basseynlarida almashtiriladigan suvning (basseynga quyiladigan tarmoq suvi) kunlik miqdori 2,5-5% ni tashkil etadi. Shuni hisobga olib suzish basseyniga tarmoq suvi qo'shilishi natijasida yo'qotiladigan issiqlik miqdori quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

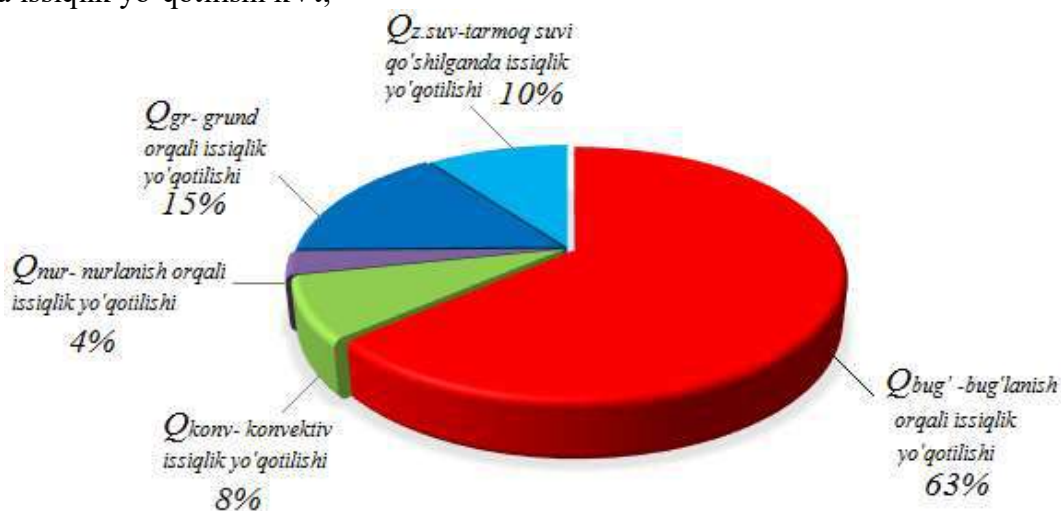
$$Q_{z.suv} = \frac{m \cdot R}{86400} 4186(t_{suv} - t_{z.suv}) \quad (12)$$

Bu yerda R- suv almashinish ko'rsatkichi (%), $t_{z.suv}$ -Zahira suv temperaturasi m -basseyn suvining umumiy massasi.

$$Q_{z.suv} = \frac{158400 \cdot 0,025}{86400} 4186(30 - 12) = 1200,45 \text{ Vt} \approx 1,2 \text{ kVt}$$

$$Q_{isr} = Q_{bug'} + Q_{konv} + Q_{nur} + Q_{gr} + Q_{z.suv} = 7,44 + 0,982 + 0,45 + 1,8 + 1,2 = 11,87 \text{ kVt}$$

Bu yerda Q_{isr} - umumiy issiqlik yo'qotishlari miqdori kVt; $Q_{bug'}$ -suzish basseyni yuzasidan bug'lanish orqali issiqlik yo'qotilishi, Q_{nur} -suzish basseynining yuzasidan nurlanish orqali issiqlik yo'qotilishi kVt; Q_{konv} -basseyn yuzasidan konvektiv issiqlik yo'qotilishi kVt; Q_{gr} -basseyn asosi va devoridan issiqlik yo'qotilishi kVt; $Q_{z.suv}$ -basseynga zahira suvi quyilishi hisobiga issiqlik yo'qotilishi kVt;



Xulosa

Tadqiqot davomida harorat qiymatlari aniqlandi hamda umumiy issiqlik yo'qotishlari hisoblandi. Umumiy issiqlik yo'qotishlari tarkibida bug'lanish orqali issiqlik yo'qotilishi 63%ni, konvektiv issiqlik yo'qotilishi 8% ni, nurlanish orqali issiqlik yo'qotilishi 4% ni, basseyn devori va asosi orqali yerga issiqlik yo'qotilishi 15% ni va basseyniga tarmoq suvi quyilganda yo'qotiladigan issiqlik miqdori 10% ni tashkil etishi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1] Elmurodov N. S. i dr. Cuzish basseynlarining energiya balansi tahlili //Innovatsion texnologiyalar. – 2022. – T. 3. – №. 3 (47). – S. 21-27.



- [2] Elmurodov N. S., Temirova D. B. Kombinatsiyalashgan qizdirish tizimli suzish basseynining issiqlik energiyasi iste'moli va issiqlik yo'qotishlarini eksperimental tadqiq qilish //Muqobil energetika. – 2023. – T. 1. – №. 10. – S. 88-95.
- [3] Chan W.W., Lam J.C., Energy-saving supporting tourism sustainability: A case study of hotel swimming pool heat pump, Journal of Sustainable Tourism, 11(1) (2003) 74-83.
- [4] Asdrubali F. A scale model to evaluate water evaporation from indoor swimming pools, Energy and Buildings, 41 (2009) 311–319.
- [5] Ofidou D. Solar thermal systems for zero energy swimming halls. – 2017.
- [6] Elmurodov N.S., Qodirov I.N. Quyosh hovuzi qurilmasining nobarqaror harorat rejimini matematik modellashtirish. *Energiya va resurs tejash muammolari.*-2024. –T. 3.- (№ 85)-279-285.
- [7] Elmurodov N.S., Uzoqov G'.N., Ergashev Sh.H. Kombinatsiyalashgan quyosh hovuzli-issiqlik nasosli qurilma asosidagi suzish basseynlarining issiqlik balansini eksperimental tadqiq qilish. Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФАППИ ИТЖ, ИТЖ ФерПИ, 2024, T.28, №3)
- [8] Li, Y., Nord, N., Huang, G., & Li, X. (2021, June). Swimming pool heating technology: A state-of-the-art review. In Building simulation (Vol. 14, pp. 421-440). Tsinghua University Press.
- [9] Brambley M.R., Wells S.E. Energy-conservation measures for indoor swimming pools //Energy. – 1983. – T. 8. – №. 6. – C. 403-418.

Correspondence: *Elmurodov Nuriddin Sayitmurodovich- Doctoral student (PhD),*
E-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru