

**ТОШКЕНТ ШАҲРИ ИҚЛИМИ ШАРОИТИДА МАВСУМИЙ ИССИҚЛИКНИ
ЖАМЛОВЧИ БАК-АККУМУЛЯТОРЛИ ФАОЛ ВА ПАССИВ ҚУЁШ ИСИТИШ
ТИЗИМЛАРИНИНГ ЭКОЛОГИК ВА ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИГИ**

Абдуҳамидов Дийдорбек Улуғбекович

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), Ўзбекистон Республикаси Энергетика вазирлиги ҳузуридаги “Қайта тикланувчи энергия манбалари миллий илмий-тадқиқот институти”, Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси С.А. Азимов номидаги Физика-техника институти

E-mail: dijdorbekabduhamidov@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20095094>

Аннотация: Ушбу мақолада Тошкент шаҳри иқлим шароитида мавсумий иссиқликни жамловчи бак-аккумуляторли фаол ва пассив қуёш иситиш тизимларининг экологик ва иқтисодий самарадорлиги таҳлил қилинган. Тадқиқот давомида қуёш энергиясидан фойдаланиш асосида ишловчи иситиш тизимларининг анъанавий табиий газ тизимларига нисбатан афзалликлари, шунингдек, зарарли газлар чиқарилишини камайтириш имкониятлари баҳоланган. Иқтисодий таҳлил орқали эса инвестицияларнинг қопланиш муддати ва йиллик тежамкорлик кўрсаткичлари аниқланган. Олинган натижалар ушбу технологияларни шаҳар шароитида жорий этиш экологик хавфсизлик ва энергия самарадорлигини оширишга хизмат қилишини кўрсатади.

Калит сўзлар: Қуёш энергияси, бак-аккумулятор, фаол ва пассив тизим, экологик самарадорлик, иқтисодий таҳлил, Тошкент шаҳри.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
АКТИВНЫХ И ПАССИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С
СЕЗОННЫМ АККУМУЛЯТОРОМ ТЕПЛА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
ГОРОДА ТАШКЕНТА**

Абдуҳамидов Дийдорбек Улуғбекович

Доктор философии по техническим наукам (PhD), Национальный научно-исследовательский институт возобновляемых источников энергии при Министерстве энергетики Республики Узбекистан, Физико-технический институт имени С.А. Азимова Академии наук Республики Узбекистан

E-mail: dijdorbekabduhamidov@gmail.com

Аннотация: В данной статье проведён анализ экологической и экономической эффективности активных и пассивных систем солнечного отопления с сезонным аккумулятором тепла в климатических условиях города Ташкента. Рассматриваются преимущества использования солнечной энергии по сравнению с традиционными системами на природном газе, а также снижение выбросов вредных газов в атмосферу. Экономический анализ включает оценку годовой экономии и срока окупаемости инвестиций. Полученные результаты показывают, что внедрение данных технологий способствует повышению экологической безопасности и энергоэффективности в городских условиях.

Ключевые слова: Солнечная энергия, теплоаккумулятор, активные и пассивные системы, экологическая эффективность, экономический анализ, город Ташкент.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF ACTIVE AND PASSIVE SOLAR HEATING SYSTEMS WITH SEASONAL HEAT STORAGE IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF TASHKENT CITY

Abduhamidov Diyorbek Ulugbekovich

Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD), National Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan, S.A. Azimov Physical-Technical Institute of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

E-mail: dijdorbekabduhamidov@gmail.com

Abstract: This paper analyzes the environmental and economic efficiency of active and passive solar heating systems with seasonal heat storage tanks under the climatic conditions of Tashkent city. The study evaluates the advantages of solar energy-based heating systems compared to conventional natural gas systems, as well as the reduction of harmful gas emissions. The economic assessment includes annual savings and payback period analysis. The obtained results demonstrate that the implementation of such technologies significantly improves environmental safety and energy efficiency in urban conditions.

Keywords: Solar energy, heat storage tank, active and passive systems, environmental efficiency, economic analysis, Tashkent city.

КИРИШ

Мақолада республикамиз иқтисодиётининг барча тармоқларида энергия самарадорлигини ошириш, мавжуд энергия ресурсларидан оқилона ва тежамкор фойдаланиш, шунингдек, қайта тикланувчи энергия манбаларини кенг жорий этиш бугунги кунда стратегик аҳамиятга эга бўлган устувор йўналишлардан бири эканлиги қайд этилади. Шу нуқтаи назардан, турар-жой бинолари, коммунал-маиший хизмат кўрсатиш тизими ҳамда ижтимоий соҳа объектларини иситишда қуёш энергиясидан иссиқлик манбаи сифатида самарали фойдаланиш алоҳида илмий ва амалий аҳамият касб этмоқда. Бундай ёндашув орқали нафақат энергетик ресурслар сарфини қисқартириш, балки анъанавий углеводород ёқилғиларидан фойдаланишни камайтириш ҳамда улар захирасини келажак авлод учун сақлаб қолиш имконияти яратилади. Шу билан бирга, атмосферага чиқариладиган зарарли чиқиндилар миқдорини камайтириш орқали экологик вазиятни яхшилаш, экологик барқарорликни таъминлашга эришилади.

Ўзбекистон Республикасининг 2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида ҳам ушбу йўналишда аниқ вазифалар белгилаб қўйилган бўлиб, унда «яшил иқтисодиёт» технологияларини барча соҳаларга фаол жорий этиш орқали 2026 йилга қадар иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини 20 фоизга ошириш ҳамда атмосферага чиқариладиган зарарли газлар ҳажмини 20 фоизга қисқартириш каби муҳим мақсадлар белгиланган[1].

Ушбу вазифаларни амалга оширишда, айниқса, бинолар ва иншоотларни иситиш тизимларида паст ҳароратли фаол қуёш иситиш тизимларини жорий этиш, уларнинг самарали схемаларини ишлаб чиқиш, шунингдек, иссиқлик-энергетик кўрсаткичларини оптималлаштириш муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга ҳисобланади. Бундай тизимларнинг қўлланилиши энергия тежамкорлигини ошириш билан бир қаторда, экологик хавфсизликни таъминлашда ҳам муҳим омил бўлиб хизмат қилади.

МАТЕРИАЛЛАР ВА МЕТОДЛАР

Экологик самарадорлик таҳлили: Фаол қуёш иситиш тизимларидан фойдаланиш натижасида атмосферага чиқариладиган зарарли газлар миқдорини баҳолаш учун қуйидаги ифода қўлланилди:

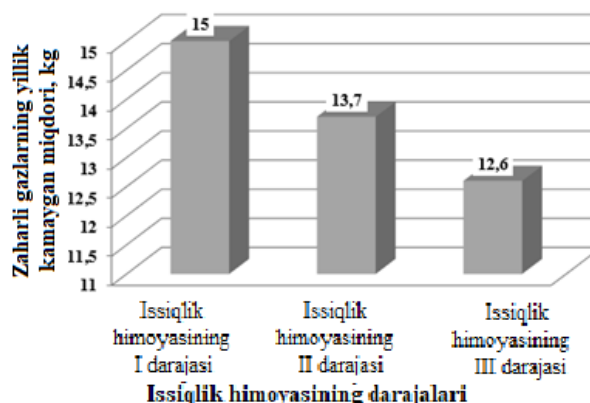
$$M_{CO_2} = \frac{44.010}{12.011} Q_{yfe} \frac{CC_{yoeK}}{LVH_{syoi} \eta_{\Sigma}} \quad (1)$$

Бу ерда: M_{CO_2} — зарарли газлар чиқиндисининг йиллик камайиши, Q_{yfe} — фойдали иссиқлик энергияси, CC_{yoeK} — эмиссия коэффиценти, LVH_{syoi} — ёниш иссиқлиги, η_{Σ} — ФИК [2,6].

НАТИЖАЛАР

Олиб борилган таҳлиллар шуни кўрсатдики, анъанавий табиий газ тизимлари ўрнига қуёш энергиясидан фойдаланиш атмосфера ифлосланишини сезиларли камайтиради. Бак-аккумуляторсиз тизимларда зарарли чиқиндилар камайиши ўртача **10,9 кг/м²·йил** ни ташкил этди.

1-расмда Бак-аккумуляторли фаол қуёш иситиш тизимига эга бўлган бинода зарарли газларнинг атроф-муҳитга чиқарилишининг камайган миқдори, иситиш мақсадида табиий газдан фойдаланилган ҳолатга нисбатан, йиллик ҳисобда иситиладиган майдоннинг ҳар бир квадрат метрига тўғри келиши бўйича биноларнинг иссиқлик ҳимояси даражаларига қараб мос равишда 15; 13,7 ва 12,6 кг/м² ни ташкил этиши кўрсатилган. [1,7].

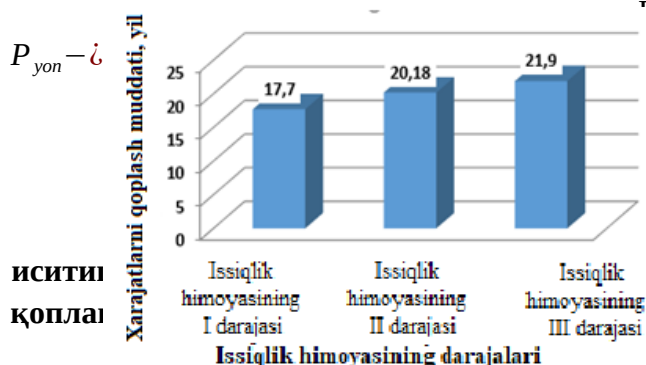


1-расм. Бак-аккумуляторли фаол қуёш иситиш тизимига эга бўлган бинода иситиладиган майдоннинг ҳар бир квадрат метрига тўғри келувчи зарарли газларнинг йиллик камайган миқдори

Иқтисодий самарадорлик: Фаол қуёш иситиш тизимларининг иқтисодий самарадорлиги қуйидаги формула орқали баҳоланди:

$$S_{yillik} = \frac{Q_{yfe} \cdot P_{yon}}{LVH_{syi} \cdot \eta_{\Sigma}} \quad (2)$$

ерда: S_{yillik} - йиллик иқтисодий фойда; P_{yon} - йилининг нархи; [8].



2-расм. Бак-аккумуляторли фаол қуёш тизимига эга бўлган бинода харажатларни қоплаш муддатининг иссиқлик ҳимояси даражалари бўйича ўзгариши

Шу билан бирга, бак-аккумуляторли фаол қуёш иситиш тизими қўлланилган биноларда инвестицияларнинг ўзини-ўзи қоплаш муддати биноларнинг иссиқлик ҳимояси даражасига боғлиқ ҳолда фарқ қилиб, мос равишда 17,7; 20,18 ва 21,9 йилни ташкил этиши кузатилди (2-расм).

МУҲОКАМА

Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатдики, қуёш тизимларини қўллаш табиий газ сарфини камайтириб, эксплуатация харажатларини сезиларли қисқартиради.

Инвестицияларни қайтариш муддати: Тизим самарадорлигини баҳолаш учун қуйидаги ифода қўлланилди:

$$SPP = \frac{C_{aqitun}}{S_{yillik}} \quad (3)$$

Бунда C_{aqitun} — фаол қуёш иситиш тизимининг умумий қиймати; S_{yillik} — йиллик иқтисодий фойда (тежам) ни ифодалайди.

Олинган натижаларга кўра, бак-аккумуляторли фаол қуёш иситиш тизимида инвестицияларнинг қопланиш муддати ўртача **16,3 йил** ни ташкил этди. Умумий сарф-харажатлар 50,04 млн сўм, йиллик иқтисодий тежам эса 3,069 млн сўмга тенг. Бу кўрсаткичлар тизимнинг техник-иқтисодий жиҳатдан мақбул эканлигини тасдиқлайди [1,9,10].

ХУЛОСА

Олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари ва ҳисоб-китоблар натижалари шуни кўрсатадики, Тошкент шаҳри иқлим шароитида мавсумий иссиқликни жамловчи бак-аккумуляторли фаол ва пасив қуёш иситиш тизимларини қўллаш юқори даражадаги экологик ва иқтисодий самарадорликни таъминлайди. Тадқиқот доирасида аниқланганидек, ушбу тизимларни жорий этиш анъанавий ёқилғи манбаларига бўлган эҳтиёжни камайтиради, натижада атмосферага чиқариладиган зарарли газлар миқдори сезиларли даражада қисқаради.

Жумладан, фаол қуёш иситиш тизимларидан фойдаланиш орқали иситиладиган майдон бирлигига тўғри келувчи зарарли чиқиндиларнинг йиллик камайиши аниқ рақамлар билан исботланди. Айниқса, бак-аккумуляторли тизимлар қўлланилганда мазкур кўрсаткич янада яхшиланиб, биноларнинг иссиқлик ҳимояси даражасига боғлиқ ҳолда юқори самарадорликка эришилиши қайд этилди.

Иқтисодий таҳлиллар эса ушбу технологияларнинг узоқ муддатли истиқболда мақбул инвестиция ечими эканлигини кўрсатди. Гарчи дастлабки сармоя харажатлари нисбатан юқори бўлса-да, тизимдан фойдаланиш жараёнида энергия тежамкорлиги ҳисобига харажатларнинг босқичма-босқич қопланиши ва кейинги йилларда соф иқтисодий фойда олиниши таъминланади. Бунда инвестицияларнинг қопланиш муддати биноларнинг техник хусусиятлари ва иссиқлик ҳимояси даражасига боғлиқ ҳолда ўзгариши аниқланди.

Умуман олганда, қуёш энергиясига асосланган фаол ва пасив иситиш тизимларини, хусусан, мавсумий иссиқликни сақлаш имкониятига эга бак-аккумуляторли ечимларни кенг жорий этиш республикада энергия самарадорлигини ошириш, углеводород ресурсларини тежаш ҳамда экологик барқарорликни таъминлашда муҳим аҳамият касб этади. Шу сабабли мазкур технологияларни қурилиш ва коммунал соҳага кенг татбиқ этиш илмий-амалий жиҳатдан мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Д.У.Абдухамидов “Паст ҳароратли фаол қуёш иситиш тизимларини танлаш, уларнинг схемаларини асослаш ва иссиқлик параметрларини оптималлаш” техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси Автореферати. Фарғона-2023й.
2. Ucar A., Inalli M. Thermal and economic comparisons of solar heating systems with seasonal storage. *Energy and Buildings*, 2008.
3. Xu Y. et al. Solar heating system with seasonal thermal storage. *Energies*, 2022.
4. Waseel A.M. et al. Central heating by seasonal solar storage. *IJIRSS*, 2021.
5. Zhao J. et al. Seasonal underground thermal storage systems. *Solar Energy*, 2019.
6. Liu Z. et al. Solar seasonal storage with heat pump. *Applied Energy*, 2021.
7. Р.Р.Авезов, А.Ю.Орлов, « Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения». Ташкент.: Фан, 1988. 285с
8. Xu X., Chen H. Techno-economic analysis of thermal storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021.
9. Toshmamatov B.M. et al. Solar heating systems in Uzbekistan conditions. *IST Journal*, 2025.
10. Deng Y. et al. Solar heating with thermal storage materials. *Frontiers in Chemistry*, 2024.