

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ФИЗИКА-ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ**

**ИМОМОВ ШУХРАТ БОЙМАМАТОВИЧ**

**СИНХРОН АЙЛАНУВЧИ ЯССИ ҚУЁШ НУРЛАНИШ  
РЕФЛЕКТОРЛАРИ ВА ҚИСҚА МУДДАТЛИ ИССИҚЛИК  
ЖАМЛОВЧИ ҚУРИЛМАЛАРГА ЭГА БЎЛГАН ИНСОЛЯЦИОН  
ИСИТИШ ТИЗИМЛАРИ**

**05.05.06 – Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Қарши–2021**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертациидоктора философии (PhD)  
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Имомов Шухрат Боймаматович**

Синхронанланувчияссикуёшнурланишрефлекторларивақискамуддатлииссиқл  
икжамловчиқурилмаларгаэгабўлганинсоляциониситиштизимлари.. .

.....3

**Имомов Шухрат Боймаматович**

Инсоляционные системы отопления с синхронно вращающимися плоскими  
рефлекторами солнечного излучения и краткосрочными аккумуляторами  
тепла. .... 19

**Imomov Shukhrat Boymamatovich**

Insulation heating systems with synchronously rotating flat reflectors  
of solar radiation and short-term heat accumulators.....35

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

List of published works.....39

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ФИЗИКА-ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ**

**ИМОМОВ ШУХРАТ БОЙМАМАТОВИЧ**

**СИНХРОН АЙЛАНУВЧИ ЯССИ ҚУЁШ НУРЛАНИШ  
РЕФЛЕКТОРЛАРИ ВА ҚИСҚА МУДДАТЛИ ИССИҚЛИК  
ЖАМЛОВЧИ ҚУРИЛМАЛАРГА ЭГА БЎЛГАН ИНСОЛЯЦИОН  
ИСИТИШ ТИЗИМЛАРИ**

**05.05.06 – Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Қарши– 2021**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2016.2.Т.679 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация ЎзР ФА «Физика-Қуёш» ИИЧБ Физика-техника институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Авезов Раббанақул Раҳманович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Рахимов Рустам Хақимович техника фанлари доктори Садуллаев Насулло Нейматович техника фанлари доктори, профессор
Етакчи ташкилот:	ЎзР ФА Қуёш энергияси Халқаро институти

Диссертация ҳимояси Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти ҳузуридаги PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «25» июнь соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 180100, Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (+99875) 224-02-89, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: kiei\_info@edu.uz.)

Диссертация билан Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 7 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 180100, Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (+99875) 224-02-89, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: kiei\_info@edu.uz.)

Диссертация автореферати 2021 йил «9» июнь куни тарқатилди.  
(2021 йил «  » июндаги №    рақамли реестр баённомаси).

  
Ғ.Н. Узоқов  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси,  
т.ф.д., профессор  
Х.А. Давлонов  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
илмий котиби, т.ф.д. (PhD)  
Б. Уришев  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
кошидаги Илмий семинар раиси,  
т.ф.д., доцент

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда турар-жой биноларининг иссиқлик таъминоти тизимларида энергия ва ресурстежамкор қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш қурилмаларини қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. «Дунё миқёсида энергия ишлаб чиқаришда қайта тикланадиган энергия манбалари ҳиссасини камида 20% га ошириш кераклигини ҳисобга олсак»<sup>1</sup>, биноларни иситиш тизимида ёқилғи-энергия ресурсларини тежайдиган инсоляцион массив қуёш иситиш қурилмаларини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан биноларни иситиш тизимида синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва иссиқлик жамловчи қурилмалардан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда бино ва иншоотларни иссиқлик таъминоти тизимлари учун такомиллашган массив ва актив қуёш иссиқлик қурилмаларининг илмий-техникавий асосларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва қисқа муддатли иссиқлик жамловчи қурилмаларга эга бўлган инсоляцион иситиш тизимларини яратиш, иссиқлик-техникавий ва гидродинамик параметрларини асослашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда бино ва иншоотларнинг иссиқлик таъминоти тизимларида энергия сарфини камайтириш, ёқилғи ресурсларни тежаш, юқори иш унумига эга ясси қуёш рефлекторлари ва қисқа муддатли иссиқлик жамлагичлар асосида барқарор иссиқлик таъминотини йўлга қўйиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, «...иқтисодиётнинг ресурс ва энергия ҳажмдорлигини камайтириш, ишлаб чиқаришда энергия тежамкор технологияларни жорий қилиш, қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш...»<sup>2</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, ясси қуёш рефлекторлари ва иссиқлик жамлагич қурилмаларига эга бўлган инсоляцион иситиш тизимларини яратишнинг илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқиш, уларнинг энергия ва ресурс тежамкорлигини таъминлайдиган параметрларини асослаш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда

<sup>1</sup><https://ec.europa.eu/programmies/horizon2020/>

<sup>2</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Диссертация иши бўйича тадқиқотлар фан ва технологиялари ривожланишининг IV. «Қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш усулларини ривожлантириш, нанотехнологиялар, фотоника ва бошқа замонавий илфортехнологиялар асосида қурилмалар ва технологияларни яратиш» устувор йўналишига мос келади.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Биноларнинг иссиқлик таъминотида муқобил энергия манбалари асосидаги қурилма ва тизимлардан фойдаланиш, қуёш иситиш тизимларини ишлаб чиқиш ва тадқиқ этиш билан хорижда Ф.У. Хатчинсон, Е. Мазриа, Б. Андерсон, (АҚШ), Р.Б. Байрамов, К.Тойлиев (Туркменистон), М. Аширбаев (Қозоғистон), А.Дэвис, С.В. Зоколей, Р. Шуберт, О.С.Попель (Россия), П.Р. Сабади (Англия), С.Танака, Р. Суда (Япония) шуғулланишган.

Республикада қуёш энергиясидан фойдаланишга асосланган инсоляцион иситиш тизимларини яратиш ва уларни такомиллаштириш бўйича тадқиқотлар Р.А.Захидов, Р.Р.Авезов, Ш.И.Кличев, А.Абдурахмонов, Н.Р.Авезова, Б.Э.Хайриддинов ва бошқалар томонидан бажарилган.

Мазкур тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган қуёш қурилмалари қайта тикланадиган энергия манбаларига асосланган иссиқлик таъминоти тизимларида муайян даражада фойдаланилиб келинаётган бўлсада, аммо ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва қисқа муддатли иссиқлик жамловчи қурилмаларга эга бўлган инсоляцион иситиш тизимларининг параметрларини асослаш бўйича тадқиқотлар етарлича ўтказилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Физика-техника институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №2Ф.3.2-«Бинолардаги қуёш инсоляцион иситиш тизимларининг ҳарорат майдони ва нурланишни қисман ютувчи шаффоф тўсиқлар орқали иссиқлик узатиш» мавзусидаги фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва қисқа муддатли иссиқлик жамловчи қурилмаларга эга бўлган инсоляцион иситиш тизимларидан фойдаланиш самарадорлигини асослашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

бинонинг шимол томонига ўрнатилган ясси қуёш рефлекторлари тизимининг сояланиш режимини тадқиқ этиш;

инсоляцион тизим ёрдамида иситиладиган бинонинг шимол томонига ўрнатилган «ясси қуёш рефлекторлари-вертикал нур қабул қилгич» тизимининг иссиқлик самарадорлигини аниқлаш;

қисқа муддатли иссиқлик жамлагичининг гранулометрик ва гидродинамик хусусиятларини тадқиқ этиш;

бинонинг шимол томонида ўрнатилган ясси қуёш рефлекторли инсоляцион иситиш тизими ёрдамида иситиладиган бинонинг иссиқлик режимини тадқиқ этиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида бинонинг шимол томонига ўрнатиладиган ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва иссиқлик жамлагичга эга инсоляцион қуёш иситиш тизими олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** синхрон айланувчи ясси қуёш рефлекторларига эга бўлган инсоляцион иситиш тизимларининг иссиқлик самарадорлигини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида геометрик оптика ва қуёш энергиясини иссиқликка айлантириш, математик моделлаштириш ва иссиқлик-техникавий ҳисоб ва тажриба усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

қуёш ҳаракатига мос равишда синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторли, қуёш ҳаво иситгич ва иссиқлик жамлагичга эга бўлган энергия тежамкор қуёш иситиш қурилмаси ишлаб чиқилган;

ташқи ҳаво ҳарорати, қуёш радиацияси, инсоляция давомийлиги каби параметрларнинг ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда «ясси рефлекторлар-қуёш ҳаво иситгич-иссиқлик жамлагич-бино» тизимининг иссиқлик ва радиация режими асосланган;

ташқи ҳаво ҳарорати, қуёш радиацияси, иссиқлик қуввати ва ҳажмий иссиқлик бериш коэффициентини ҳисобга олган ҳолда «қуёш ҳаво иситгич-иссиқлик жамлагич» тизимининг динамик режимдаги иссиқлик баланси ишлаб чиқилган;

синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторининг қуёш ҳаракати ва сояланишга боғлиқ бўлган, бинога нисбатан ўрнатиладиган энг қисқа масофаси, сони ҳамда оралиқ масофаларини оптимал ўлчамлари асосланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ясси қуёш рефлекторлари бинонинг шимол томонига ўрнатилган иссиқлик жамлагичли инсоляцион иситиш тизими ишлаб чиқилган;

ясси рефлекторли инсоляцион иситиш тизими биноларда қўлланилганда иссиқлик таъминоти тизимининг энергетик самарадорлиги ортиши ва ёқилғи-энергия ресурслари сарфи камайиши аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** илмий тадқиқот изланишларининг замонавий усуллар ва ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, тажриба натижаларига геометрик оптика ва қуёш энергиясини иссиқликка айлантириш усуллари билан ишлов берилганлиги, назарий ва тажриба тадқиқотларининг ўзаро адекватлиги, инсоляцион иссиқлик таъминоти тизимининг синов натижаларининг ижобийлиги ва амалиётга жорий этилганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти** «синхрон айланувчи ясси қуёш рефлекторлари – вертикал, шимолга йўналтирилган нур қабул қилгич» тизимининг энергия тежамкорлиги ва ишлаш самарадорлигини таъминловчи параметрларининг илмий асосланганлиги ҳамда олинган иссиқлик модели ва ҳисоблаш методикасини бошқа шунга ўхшаш гелиотехник қурилмаларнинг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган инсоляцион иситиш тизими биноларни иссиқлик энергияси билан узлуксиз таъминлаши ва бунда ёқилғи-энергия ресурслари харажатларини камайтириш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторли ва қисқа муддатли иссиқлик жамловчи қурилмаларга эга бўлган инсоляцион қуёш иситиш тизимини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва иссиқлик жамловчи қурилмаларга эга энергия тежамкор қуёш иситиш тизимини ишлаб чиқиш бўйича амалга оширилган илмий тадқиқот натижалари Қашқадарё вилояти фермер хўжаликларида жорий қилинган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 11 декабрдаги 05/034-4336-сон маълумотномаси). Натижада, Қашқадарё вилояти иқлим шароитида бир иситиш мавсумида 58% гача табиий газ ёқилғисини тежашга эришилган;

ташқи ҳаво параметрлари ўзгариш қонуниятларини ҳисобга олган ҳолда «ясси рефлекторлар-қуёш ҳаво иситгич-иссиқлик жамлагич-бино» тизимининг иссиқлик ва радиация режими асосланган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 11 декабрдаги 05/034-4336-сон маълумотномаси). Натижада, иситиш мавсумида бинони иссиқлик юқламасининг 50% қисмини қуёш энергияси ҳисобидан қоплаш имконияти яратилган;

синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторли қурилманинг қуёш ҳаракати ва бинога нисбатан сояланишига боғлиқ оптимал параметрлари асосланган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 11 декабрдаги 05/034-4336-сон маълумотномаси). Натижада, шимолий нур қабул қилгич орқали иситиш мавсуми давомида ўртача 3,5-5,0 марта кўп қуёш энергиясини тўплаш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 3 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 25 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан, 4 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 100 бетни ташкил этган.



## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ясси рефлекторлар ва иссиқлик жамлагичдан фойдаланиладиган қуёш иситиш тизими**» деб номланган биринчи бобида қуёш иситиш тизимида ясси рефлекторларни қўллаш соҳасидаги илмий тадқиқотлар ҳолати, конструктив ечимлар таҳлили натижалари келтирилган. Ишлаб чиқилган тизимнинг ютуқ ва камчиликлари аниқланган. Республикамизда қуёш рефлекторлари бўйича илмий тадқиқот ҳолатлари қисқача хулосаланган. Ясси рефлекторларнинг конструктив ечимлари ва уларнинг асосий белгилари келтирилган.

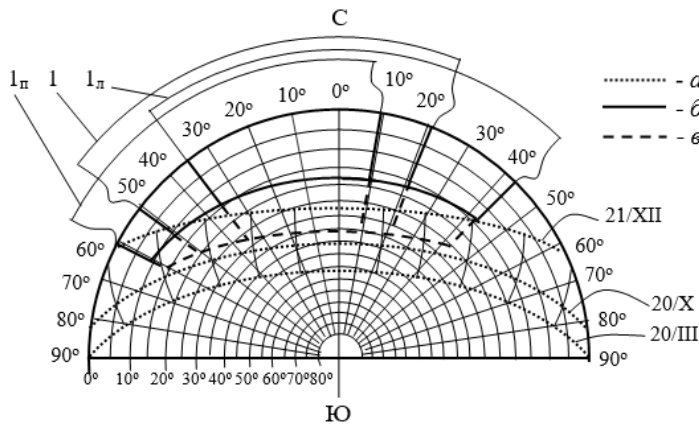
Диссертациянинг «**Бинонинг шимолий томонида ўрнатилган ясси рефлекторлар тизими**» деб номланган иккинчи боби тадқиқот ишлари бинонинг шимолий томонига ўрнатиладиган ясси рефлекторлар тизимининг сояланиш режими ҳамда уларнинг сояланиш геометрияси, радиация ва иссиқлик самарадорлигига бағишланади. Ясси рефлекторлар тизимини бинонинг шимолий томонига ўрнатиш рефлекторларни ўзаро жойлаштириш ва бинонинг уларга соя бериши каби муаммоларни келтириб чиқаради ва уларнинг ўзаро сояланиш геометриясини аниқлаш масаласини кўндаланг қўяди. Бундай масалани ечиш рефлекторларнинг сояланишини минималлаштириш имконини беради. Сояланиш режимини график усулда ҳисоблаш қулайроқ<sup>3</sup>.

График усул қуёш ҳаракатига мос равишда бино сояси изини аниқлаш учун стереографик диаграммадан фойдаланишга асосланган (1-расм). Ушбу расмда қуёшнинг бинога соя кўланкасини тушиш траекторияси келтирилган. Диаграммада қуёшнинг 21/ХII даги траекторияси кўрсатилган. Таққослаш мақсадида, қуёшнинг 20/Х ва 20/III даги траекториялари ҳам келтирилган.

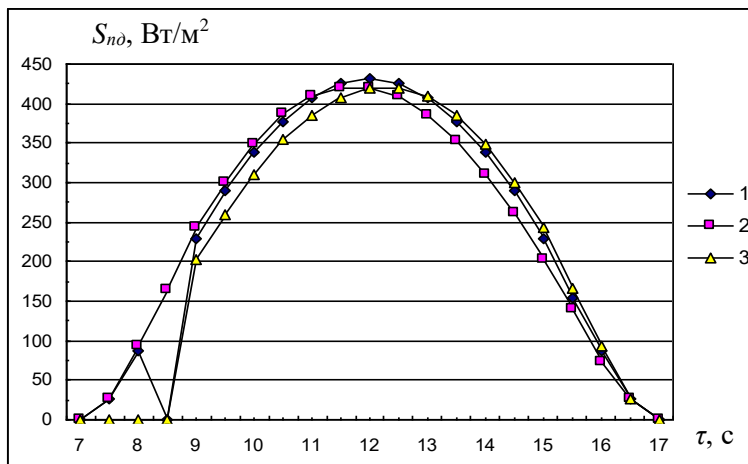
2-расмдан кўринадики, 21/ХII да чап рефлекторда сояланиш юз бермайди. Марказий рефлекторда сояланиш соат 8.15 да бошланади ва 8.44 да тугайди, бошқа вақтларда сояланиш юз бермайди. Ўнг рефлекторда қуёш чиқиши билан сояланиш бошланиб, соат 8.44 гача давом этади. Кейинчалик сояланиш юз бермайди. Бинони  $A_{o1}=35^{\circ}$  ( $B_n$ );  $A_{o2} = -35^{\circ}$  ( $B_n$ ) секторда жойлаштириш орқали рефлекторларнинг бинога нисбатан тўлиқ сояланмаслигини таъминлаш мумкин экан.

---

<sup>3</sup>Заколей С. Солнечная энергия и строительство. -М.: Стройиздат, 1979, -232 с., 55. Маркус Г. А. Здания, климат и энергия. -Л.: Гидрометеоздат, 1985, -542 с.



*a* – Куёш траекторияси; *b* – бинонинг 21/ХІІ да *O-O* ва *O<sub>1</sub>-O<sub>1</sub>* бўйича соя изи;  
*1<sub>л</sub>*, *1*, *1<sub>п</sub>* – рефлекторларнинг сояланиш секторлари  
**1-расм. Бино соя кўланкаси ва куёш траекторияси диаграммаси**



1 - 1, 2 - 1л, 3 - 1п рефлекторлар  
**2-расм. 21/ХІІ да рефлекторнинг юзасига тўғри тушувчи куёш радиацияси Спд интенсивлиги**

Сояланиш режими билан рефлекторлар тизимининг иссиқлик самарадорлиги, иссиқлик баланси, радиация ва ҳарорат режимларини аниқлаш мумкин. Рефлекторларнинг радиация режимини геометрик оптика усулида аниқлаш мумкин. Иситиш мавсуми учун ясси рефлекторлар текислигининг бино билан сояланмаслик шартида нур қабул қилгичдан рефлекторлар текислигигача бўлган масофа  $L_o=5,2$  метрни ташкил этади. Ясси рефлекторлар иссиқлик самарадорлигини аниқлаш учун

$$\eta = S_{np} / S_{nd} = R K \mu; \mu = F_c / F_p. \quad (1)$$

муносабат келтирилган ва бу ерда  $S_{np}$  – нур қабул қилгичдан ўтувчи тўғри куёш радиацияси оқими;  $S_{nd}$  – рефлекторлар юзасига тушувчи тўғри куёш радиацияси оқими;  $F_c$  – нур қабул қилгичга тушувчи куёш доғи майдони,  $m^2$ . Рефлекторлар текислигининг бинога нисбатан сояланмаслик шартларида ўтказилган ҳисоб ишлари кўрсатишича, куёш Азимутининг оптимал қиймати  $A_{onm}=60^\circ$  га тенг.  $L_o=5,2m$  да  $L_l=2,7m$ ;  $I_l=I_n=27,8^\circ$ ;  $d_{cn}=0,003m$ ;  $d_p=0,004m$ ;  $k=18 m^{-1}$ ;  $\rho_r=0,92$ ;  $n=1,526$ ;  $K_{nm}=0,86$ . Жанубий нур қабул қилгич юзаси майдони  $F_{cn}$  га тушадиган йиғинди радиацияни  $3F_{cn}$  гача ошириб, шимолий нур қабул қилгич майдонига тушадиган йиғинди радиацияга қиёсласак,

$$n_1 = Q_{npp} / Q_{np1\phi} = 2,58 \dots 3,39; \quad n_3 = Q_{npp} / Q_{np3\phi} = 1,08 \dots 1,13. \quad (2)$$

Бундан кўринадики, шимолий нур қабул қилгич орқали тушадиган куёш радиацияси уч рефлекторлар юзаларига эквивалент бўлган жанубий нур қабул қилгичдан тушадиган куёш радиациясидан кўпроқ экан.

Диссертациянинг «**Бинонинг шимолий томонига ўрнатилган ясси рефлекторли ва сувли иссиқлик жамлагичли қуёшли иситиш тизими**» мавзусидаги учинчи бобида бино+рефлекторлар тизимининг иссиқлик балансининг ҳисобий тадқиқот натижалари, ясси рефлекторлардан шимолий нур қабул қилгич орқали юқори зичликдаги қуёш радиацияси тушиши натижасида бинода қулай радиация ва иссиқлик режими билан таъминланиши мумкинлиги кўрсатилган. Бинони юқори интенсивликдаги қуёш нурларидан ҳимоялаш мақсадида шимолий нур қабул қилгич олдида экранловчи қуёш коллектори (ҚК) – ҳавоқиздиргич ўрнатилади. Табиий ёруғлик бинога жанубий дераза орқали таъминланади. Нур қабул қилгичнинг майдони  $F_{cn}=b_c h_c$ . 3 рефлекторли тизимга мос равишда нур қабул қилгичнинг эквивалент майдони қуйидагини ташкил қилади  $F_{cn3}=3F_{cn}=5,07 \text{ м}^2$ . Бинонинг майдони эса  $F_{3d}=12,42 \text{ м}^2$ . Қуёш қурилмалари билан таъминланганлик коэффиценти  $K_{ск}=40,8\%$ .

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, пластик бутилка (ПБ)лардан иссиқлик жамлагич (ИЖ) сифатида фойдаланганда шахматли жойлаштиришда концентрация коридорли жойлаштиришга қараганда 15...16 % кўпроқ бўлар экан.  $\Delta l=0$  бўлганда эса максимал концентрация кузатилар экан. ПБ насадқасининг гранулалари ва гидродинамик кўрсаткичларининг ўзгариши ПБ сифими ва ИЖда ҳаво оқими тезлигининг ўзгаришига кўра аниқланади. Ҳисоблаш учун қуйидаги параметрлар қабул қилинади: ИЖнинг кўндаланг кесим юзи  $F_a=1,35 \times 1,55 \text{ м}^2$ ; ҳаво сарфи  $G=0,06...0,26 \text{ м}^3/\text{с}$  ёки тезлиги  $w=0,028...0,124 \text{ м}/\text{с}$ . Бундан қуйидаги хулоса қилиш мумкин: насадқа қаватида ПБнинг сифимини ва ҳаво оқимининг тезлигини оширсак: а) насадқа қаватида гидравлик қаршилик ошади, б) қаватдаги сувнинг массаси ошади, иссиқликни жамлаш интенсивлиги ўсади. Тадқиқот қилинадиган «бино + рефлекторлар» тизими учун ПБлар асосидаги сувли ИЖли ҳаволи қуёш иситиш тизими ишлаб чиқилди (3, 4 - расмлар).

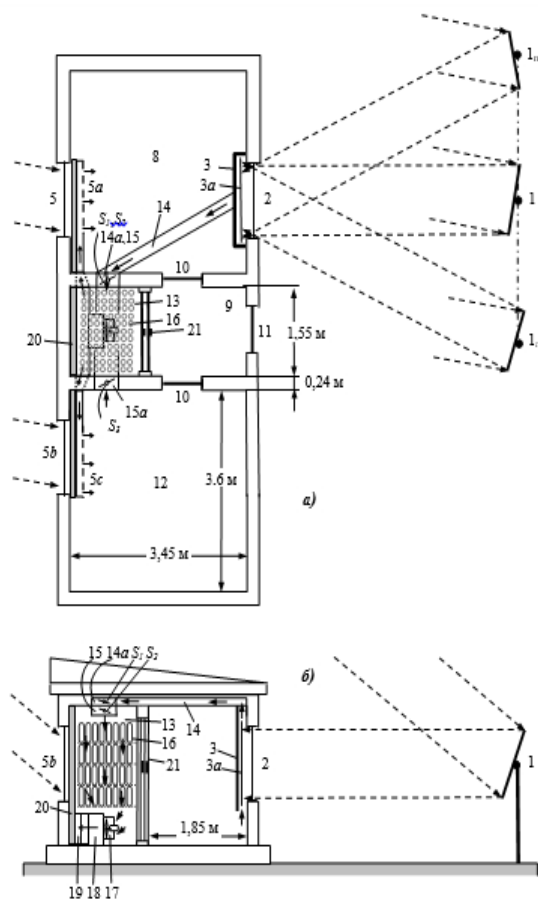
Бинога иссиқлик тушиши нур қабул қилгич, дераза ва иситиш тизими орқали тушадиган қуёш радиацияси ҳисобига амалга ошади. Қуёш иситиш тизимининг иш режими бинонинг иссиқлик юкламасига ва тушадиган қуёш радиацияси миқдорида боғлиқ. ИЖнинг солиштирма массаси ва ҳажми  $1 \text{ м}^2$  нур қабул қилгичдан ўтадиган, иситишда иссиқлик юкламасининг қанча қисмини қуёш энергияси ҳисобидан қоплаш мумкинлигини кўрсатадиган катталиқ  $f$  – қоплаш коэффиценти билан аниқланади. Қоплаш коэффиценти қуёш нурланиши ҳисобига, сарфланадиган анъанавий иссиқлик миқдорининг камайишини фоизда кўрсатади.

Нур қабул қилгичнинг майдони қуйидагини ташкил қилади:

$$F_{cn} = b_{cn} h_{cn} = 1,3 \times 1,3 = 1,69 \text{ м}^2 . \quad (3)$$

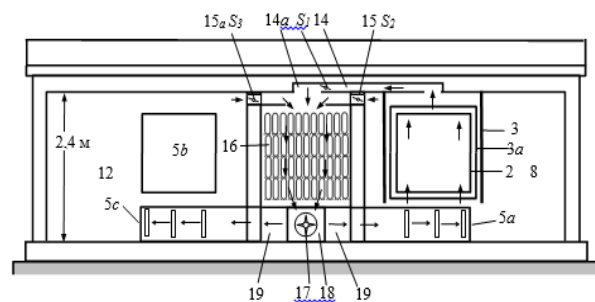
Шундай қилиб нур қабул қилгичга 3 рефлекторли тизимдан қуёш радиацияси тушади ва шаффоф юзанинг эквивалент ҳисобий майдонини қуйидагича қабул қилиш мумкин:

$$F_{3o} = 3F_{cn} = 3 \times 1,69 = 5,07 \text{ м}^2 . \quad (4)$$



а - пландаги кўриниши; б – ИЖ текислигининг кўндаланг кесими

**3-расм. Қуёш иситиш тизими схемаси**



1, 1л, 1п – рефлекторлар; 2–шимолий нур қабул қилгич; 3–ҚК ҳаво қиздиргич; 3а – иссиқлик қабул қилгич; 5 ва 5b – жанубий деразалар; 5а ва 5с – иситиш каналлари; 8ва 12 – тажриба ва назорат хоналари; 9 – тамбур; 10ва 11– ички ва ташқи эшиклар; 13 – ИЖ биноси; 14 – ҳаво ўтказгич канал; 14а – кириш канали; 15 ва 15а – тескари тортиш каналлари; 16 – иссиқлик жамлаш элементлари; 17 – вентилятор; 18 – қўшимча иссиқлик манбаи – калорифер; 19 – ИЖ иситиш каналлари; 20 – иссиқлик изоляцияси; 21 – ИЖ биноси эшиги;  $S_1, S_2, S_3$  - шиберлар

**4-расм. Қуёш иситиш тизими схемасининг фронтал кўриниши**

ИЖнинг солиштирма массаси  $m_{al}$  ва ҳажми  $V_{al}$  қуйидаги формула билан аниқланади:

$$m_{al} = C_m f; \quad V_{al} = C_V f; \quad (5)$$

бу ерда  $C_m$  –ИЖнинг  $1 \text{ м}^2$  шиша юзага тўғри келган солиштирма массаси,  $\text{кг}/(\% \text{ м}^2)$ ;  $C_V$  - ИЖнинг  $1 \text{ м}^2$  шиша юзага тўғри келган солиштирма ҳажми,  $\text{м}^3/(\% \text{ м}^2)$ .  $C_m$  ва  $C_V$ ларнинг қиймати иссиқлик жамловчи материалларга боғлиқ. Масалан, сувли сиғим учун<sup>4</sup>

$$C_m = 3 \text{ кг}/(\% \text{ м}^2); \quad C_V = 0,003 \text{ м}^3/(\% \text{ м}^2); \quad (6a)$$

бетон ва тош учун

$$C_m = 15 \text{ кг}/(\% \text{ м}^2); \quad C_V = 0,075 \text{ м}^3/(\% \text{ м}^2). \quad (6б)$$

(6а) ва (6б) лардан кўринадикки, бир хил ҳажмдаги ИЖларда сувли жамлагичнинг массаси бетон ИЖдан 5 марта кам экан. Кўрилаётган бино

<sup>4</sup> Масса и место размещения теплоаккумулятора. Построй свой дом. mensh.ru, 2006. – 3 с.]

учун  $f=50\%$  деб қабул қиламиз. Унда ИЖнинг умумий массаси қуйидагини ташкил қилади:

$$m_a = m_{a1} F_o = C_m f F_o = 3 \times 50 \times 5,07 = 760 \text{ кг.} \quad (7)$$

Иссиқлик жамлаш элементлари сифатида сиғими 1,5 литрга тенг бўлган ПБлардан фойдаланилади. Улар сувга тўлдирилиб панжара – стеллажга 4 қатор қилиб жойлаштирилади. Сиғими  $V_{n\bar{o}}=1,5$  литрга тенг бўлган ПБлар сонини аниқлаймиз. Сув учун масса ва сиғим эквивалентлигини қуйидагича қабул қилиш мумкин  $V_{n\bar{o}}=1,5 \text{ л} = m_{n\bar{o}}=1,5 \text{ кг}$ .

Талаб қилинган ПБлар сони

$$n_{n\bar{o}} = m_a / m_{n\bar{o}} = 760 / 1,5 = 507 \text{ дона} \quad (8)$$

ИЖ биноси майдони қуйидагича

$$F_a = b_a h_a = 1,55 \times 1,35 = 2,1 \text{ м}^2.$$

Стеллажда ПБлар 4 қатор қилиб жойлаштирилади, ҳар бир қаторда

$$n_{n\bar{o}1} = n_{n\bar{o}} / 4 = 507 / 4 = 126 \text{ дона} \quad (9)$$

Сиғими  $V_{n\bar{o}}=1,5$  литр бўлган ПБнинг диаметри  $d_{n\bar{o}} = 0,094$  метрга тенг. 1 та ПБнинг горизонтал жойлашишида эгаллаган майдони қуйидагича

$$F_{n\bar{o}1} = F_a / n_{n\bar{o}1} = 2,1 / 127 = 0,0165 \text{ м}^2.$$

Баландлиги эса

$$a_{я} = \sqrt{F_{n\bar{o}1}} = \sqrt{0,0165} = 0,128 \text{ м.}$$

ПБ лар коридорсимон жойлашишида ораларидаги масофа

$$\Delta l = a_{я} - d_{n\bar{o}} = 0,128 - 0,094 = 0,034 \text{ м.}$$

ПБ баландлиги  $h_{n\bar{o}}=0,32$  м; стеллаж қалинлиги  $\delta_{cm}=0,05$  м. унда ҳар бир ПБ қавати орасидаги стеллаж қалинлигини ҳисобга олганда

$$h_c = h_{n\bar{o}} + \delta_{cm} = 0,32 + 0,05 = 0,37 \text{ м.} \quad (10)$$

ИЖнинг умумий баландлиги

$$H_a = 4 h_c = 4 \times 0,37 = 1,48 \text{ м.} \quad (11)$$

ИЖнинг иссиқлик самарадорлиги ПБларнинг гранулалари характеристикалари асосида ўрнатилган иссиқлик ва гидродинамик кўрсаткичлари орқали аниқланди. ИЖда йиғинди босим тушувини аниқлаш учун

$$\Delta P_{am} = 4 \Delta P_c. \quad (12)$$

формула келтирилди, қуввати 2 кВт бўлган қўшимча иссиқлик манбаи - калорифер ҳам маҳаллий қаршилик сифатида қаралади. Калорифернинг маҳаллий қаршилиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$\Delta P = B_k (w_k \rho)^m; \quad (13)$$

бу ерда  $B_k$  ва  $m$  – калорифер конструкциясига боғлиқ коэффициент ва даража кўрсаткичи;  $w_k$  – калорифер кесимидан ўтадиган ҳаво тезлиги, м/с.

Вентиляторнинг ўрнатилган қуввати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$N_y = K \frac{\Sigma \Delta P \cdot G}{\eta \cdot 1000}, \text{ кВт}; \quad (14)$$

бу ерда  $K$  – захира коэффициенти;  $\Sigma \Delta P$  – тизимда йиғинди босим тушуви, Па;  $\eta$  – Вентиляторнинг ФИК. Ўқий вентилятор учун захира коэффициенти қуйидагича қабул қилинган  $K=1,05 \dots 1,2$ . Электродвигател  $50^\circ\text{C}$  гача бўлган ҳароратда ишлаганда захира коэффициенти  $K=1,4$  гача кўтарилади. Вентиляторнинг ФИК  $\eta=0,8$  га тенг бўлади.

Ҳисоблаш учун қуёш иситиш тизимида биринчи яқинлашишда ҳаво сарфини  $G=0,015 \dots 0,065 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с})$  га тенг деб қабул қиламиз. Бунда ҚКнинг эквивалент майдони  $F=5,07 \text{ м}^2$ , қуёш иситиш тизимида ҳаво сарфининг йиғинди миқдори  $G=0,06 \dots 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$  ни ташкил қилади.

Диссертациянинг «**Ясси рефлекторли ва сувли иссиқлик жамлагичли қуёш иситиш тизимини экспериментал тадқиқот қилиш**» мавзусидаги тўртинчи бобида қуёш коллектори-иссиқлик жамлагич (ҚК-ИЖ) тизимининг иссиқлик баланси динамик режимининг математик моделини назарий ўрганиш натижалари келтирилган. Иссиқлик қабул қилгичда ютиладиган қуёш нурланиш энергияси, ҚКнинг фойдали иш коэффициенти, ИЖнинг иссиқлик баланс тенгламалари келтирилди. Ҳавонинг иссиқликни жамлаш элементларини айланиб ўтишида эътиборга олмаса ҳам бўладиган даражада кичик термик қаршилиги ҳосил бўлишида Био сонидан фойдаланилди:

$$Bi = \frac{\alpha_n \cdot L_o}{\lambda_3} < 0,1; \quad (15)$$

Формулада иссиқлик ўтказувчанликнинг самарадорлик коэффициенти  $\lambda_3$  дан фойдаланилган. Иссиқлик ўтказувчанликнинг самарадорлик ва конвекция коэффициентлари қуйидагича аниқланди:

$$\lambda_3 = \varepsilon_k \lambda_6; \quad (16)$$

$$\varepsilon_k = 0,062 Ra^{1/3}; \quad 10^4 < Ra < 10^7; \quad \varepsilon_k = 0,22 Ra^{1/4}; \quad 10^7 < Ra < 10^{10}; \quad (17)$$

$$Ra = Gr Pr = \frac{g \cdot \beta_6 \cdot L_o^3 \cdot \Delta t_n}{\nu_6^2} Pr; \quad (17a)$$

бу ерда  $\Delta t_n$  – идиш девори ва унинг ўрта қисми орасидаги ҳарорат тушиши,  $^\circ\text{C}$ ;  $\beta_6$  – сувнинг ҳажмий кенгайиш температура коэффициенти,  $\text{K}^{-1}$ . Вертикал цилиндрда иссиқлик алмашиш қуйидагича аниқланиши мумкин:

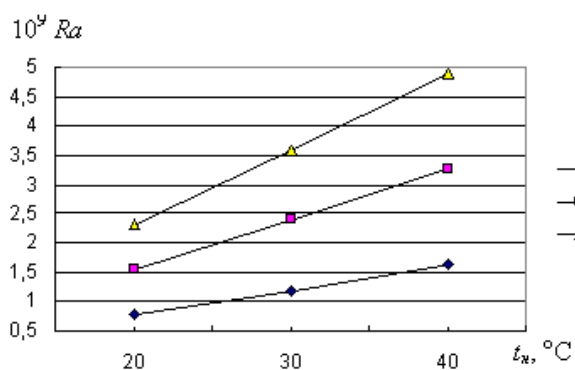
$$Nu = 0,52 Ra^{1/4}; \quad 10^6 < Ra < 10^{10}; \quad Pr > 0,5. \quad (18)$$

5-ва 6- расмларда Релей сонининг ва конвекция коэффициентининг насадкадаги сувнинг ҳароратига боғлиқлиги келтирилган. Ҳисобий

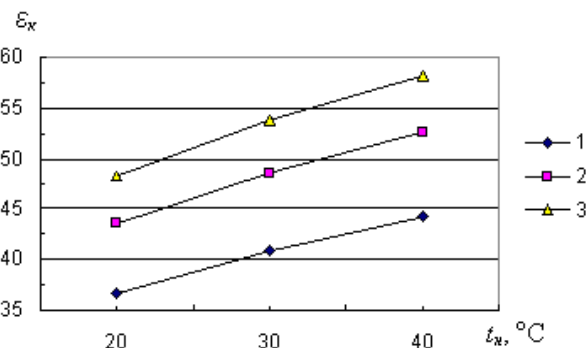
тадқиқотларнинг кўрсатишича, қабул қилинган ПБ  $V_{нб}=1,5$  л учун насадкадаги сувнинг ҳароратининг ўзгариш интервали  $t_n=20...40^{\circ}\text{C}$ , Био сони  $Bi=0,1046$  ни ташкил этади.

Аппроксимация усули билан олинган (17а) ифодани ПБ учун қўлласак:  

$$\alpha_v = 905 (G / L_o)^{0,7}. \quad (19)$$



1 -  $\Delta t_n=0,5^{\circ}\text{C}$ ; 2 -  $\Delta t_n=1^{\circ}\text{C}$ ; 3 -  $\Delta t_n=1,5^{\circ}\text{C}$   
**5-расм. Релей сони  $Ra$  нинг насадкадаги сувнинг ҳароратига боғлиқлиги  $t_n$**



1 -  $\Delta t_n=0,5^{\circ}\text{C}$ ; 2 -  $\Delta t_n=1^{\circ}\text{C}$ ; 3 -  $\Delta t_n=1,5^{\circ}\text{C}$   
**6-расм. Конвекция коэффициенти  $\epsilon_k$  нинг насадкадаги сувнинг ҳароратига боғлиқлиги  $t_n$**

Маълумотларда<sup>5</sup> ПБни узок муддат эксплуатация қилишда чегаравий ҳарорат  $70^{\circ}\text{C}$  ни ташкил қилиши, санитар-гигиеник талаб бўйича иссиқлик қувури орқали кирадиган ҳаво ҳарорати  $40^{\circ}\text{C}$  дан ошмаслиги кераклиги тушунтирилган. Иситиш мавсумида ҚҚдан ИЖга тушадиган ҳавонинг максимал ҳарорати  $t_{БК}=66^{\circ}\text{C}$  дан, ИЖдан иситиладиган бинога кирадиган ҳавонинг ҳарорати эса  $t_{аК}=38^{\circ}\text{C}$  дан ошмаслиги келтирилди.

Иситиладиган бинога кирадиган ҳавонинг минимал ҳарорати  $22^{\circ}\text{C}$  ва бунда ҚҚ-ИЖ тизимидаги ҳарорат интервали  $22...70^{\circ}\text{C}$  ни, ИЖнинг ҳисобий қуввати  $Q_a^p=43$  Мж/кун ни ташкил этади. Бунча микдордаги иссиқликни жамлаш учун ИЖдаги сувнинг ҳароратини қуйидаги қийматга ошириш зарур бўлади:

$$\Delta t_n = Q_a^p / (m_a c_v) = 43 \times 10^6 / (4174 \times 760) = 13,5 ^{\circ}\text{C}.$$

Олинган тажриба натижалари асосида маълум бўлдики, ҚҚдан ИЖга тушадиган ҳавонинг ҳароратининг максимал қиймати туш вақтида  $87...90\%$  ни ташкил қилади, ундан кейинги соатларда жамлаш самарадорлиги пасайиб боради. ҚҚнинг самарадорлик коэффициенти  $K_3=0,5...0,56$  интервалда ўзгаради. Иситиш мавсумида ҚҚнинг ўртача самарадорлик коэффициенти  $K_3=52\%$  ни ташкил этади. ҚҚнинг ФИК иситиш мавсумида  $\eta_{СК}=69...37\%$ , ўртача қиймати  $\eta_{СК}=59\%$  ни ташкил этади.

ИЖнинг ФИК иситиш мавсумида ўртача қиймати  $\eta_a=88\%$  га тенг. Қўшимча иситишда ёқилғи сарфи

<sup>5</sup>Гальченко А. Ударопрочный антивандалный листовый материал полиэтиленерефталат. Гельветика –Т. webmaster@helvetica – t/tu, 2008.-4 с., Полиэтиленерефталат. Материал из Википедии. <http://wikipedia.org/wiki>, 2007. -4 с. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. –М.: Стройиздат. 1980. -295 с

$$B_{\partial} = Q_{om} K_{zm} / (Q_m^n \eta_k); \quad (20)$$

бу ерда  $K_{zm}$  – ёқилғининг запас коэффициентини ва 1,1...1,2 га тенг;  $Q_m^n$  – ёқилғининг паст ёниш иссиқлиги, кЖ/м<sup>3</sup>;  $\eta_k$  – иситиш қурилмасининг ФИК, газ ёқилғиси учун 0,8 га тенг.

Қуёш иситиш ҳисобига ёқилғи иқтисоди қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$B_{\partial} = B_{mn} - B_{\partial}; \quad (21)$$

бу ерда  $B_{mn}$  – иссиқлик йўқотилиши ҳисобига ёқилғи сарфи, м<sup>3</sup>.

1-жадвал.

### Ўртача ойлик ёқилғи иқтисоди ва сарфи (табiiй газ)

Ойлар	X	XI	XII	I	II	III	IV
$B_{mn}, \text{м}^3/\text{мес}$	62	118,5	162,7	198,4	137,8	110,7	45,6
$B_{\partial}, \text{м}^3/\text{мес}$		66	106,6	133,6	75,9	49,6	
$B_{\partial}, \text{м}^3/\text{мес}$	62	52,5	56,1	64,8	61,9	58,1	45,6
$B_{\partial}, \%$	100	44,3	34,5	32,7	44,9	52,4	100

Иситиш мавсумида тадқиқот биносиди жами 401 м<sup>3</sup>/йил табиий газ тежаллади ёки бу 58% ёқилғи иқтисодини таъминлайди. Тизимда ҳаво сарфи  $G=0,17 \text{ м}^3/\text{сек} = 612 \text{ м}^3/\text{соат}$ , босим йўқотилиши  $\Sigma \Delta P=110 \text{ Па}$ , вентилятор электродвигателининг ўрнатилган қуввати  $N_y=0,118 \text{ кВт}$ ни ташкил этади. Ўқли ВО 4М 300-220/50 маркали вентиляторни қабул қиламиз: ишлаб чиқарувчанлиги  $G=300...1650 \text{ м}^3/\text{соат}$ , тўла босим ҳосил қилиши  $\Delta P=110 \text{ Па}$ , айланиш частотаси  $n=1340 \text{ айл/мин}$ , тезликни бошқариш двигателининг қуввати  $N=0,12 \text{ кВт}$ . Вентиляциялаш жараёнида электр энергия сарфи иситиш мавсумида  $W_{\partial}=490 \text{ кВт}\cdot\text{соат/йил}$ ни ёки 1764 Мж/йилни ташкил этади.

Рефлекторларнинг эксергетик самарадорлиги  $\eta_e$  қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\eta_e = E_{nl} / E_{n\partial} = E_{np} / E_{n\partial}. \quad (22)$$

$$E_{np} = S_{np} \eta_m. \quad (23)$$

$$S_{np} = S_{\perp} F_{cn} K R; \quad (24)$$

Карнонинг қайтариш циклининг  $T_m$  ва  $T_o$  интервалида фойдали иссиқлик коэффициентини

$$\eta_m = \frac{T_m - T_o}{T_m}; \quad (25)$$

$$E_{n\partial} = S_{n\partial} \psi. \quad (26)$$



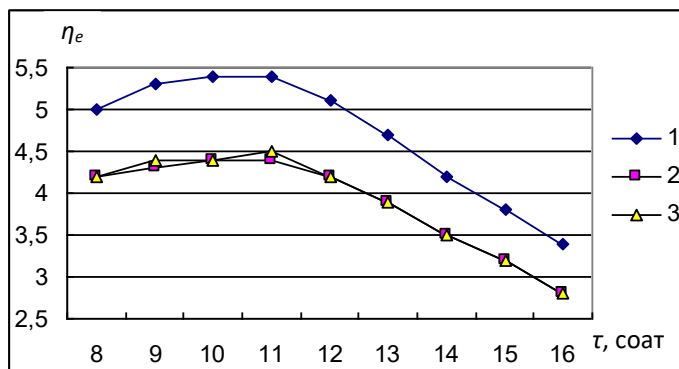
$$S_{n\delta} = S_{\perp} F_p \cos i ; \quad (27)$$

Атроф-муҳит ҳароратининг қуёш нурланиши эксергиясига боғлиқлик коэффициентини:

$$\psi = 1 - \frac{1}{3} \frac{T_o}{T} \left[ 4 - \left( \frac{T_o}{T} \right)^3 \right]; \quad (28)$$

Бу ерда  $T = 5762 \text{ К}$  – Қуёш фотосфераси сиртининг эффектив ҳарорати.

$T_m$  ва  $T_o$  нинг келтирилган қийматларида иссиқлик фойдали иш коэффициентини  $\eta_m = 0,0356 \dots 0,0564$ , атроф-муҳит ҳароратининг қуёш нурланиш эксергиясига боғлиқлик коэффициентини  $\psi = 0,934 \dots 0,936$  интервалда ўзгаради. 7-расмда ясси қуёш рефлекторларининг эксергетик самарадорлигининг кунлик ўзгариши келтирилган. Эксергетик Ф.И.К.  $\eta_e = 2,8 \dots 5,4 \%$  ораликда ўзгаради.



7-расм. Ясси қуёш рефлекторларининг эксергетик самарадорлиги  $\eta_e, \%$

Диссертациянинг иловаларида тажриба ва тадқиқот натижаларини ўлчаш ва ҳисоблаш хатоликларини баҳолаш, қуёш коллектори ва иссиқлик жамлаш тизимида ҳаво оқимининг тезлигини ўлчаш, иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш, иссиқлик оқимини аниқлаш, Нуссельт сонини аниқлаш хатоликлари келтирилган.

## ХУЛОСА

Диссертацияда қўйилган масалаларни ҳал қилиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим қилинмоқда:

1. «Ясси қуёш рефлекторлари – вертикал нур қабул қилгич» тизимининг мақбул параметрлари, радиация ва иссиқлик самарадорлик кўрсаткичлари уларнинг бинога нисбатан сояланишига боғлиқ ҳолда аниқланган. Натижада, бинонинг тенг майдонли юзаларга эга жанубий нур қабул қилгичга нисбатан шимолий нур қабул қилгич орқали 2,58...3,39 марта кўп қуёш нурланиши кириши исботланган.

2. Қарши шаҳри иқлим шароитида, иситиш мавсумида, қуёш нурлари билан таъминланганлик коэффициенти 40,8% бўлган тажриба биноси «Ясси қуёш рефлекторлари – вертикал нур қабул қилгич» тизимининг иссиқлик баланси ўрнатилган. Натижада, қуёш радиацияси минимал тушиш

даври(декабр ойи)да иссиқлик қоплаш коэффициенти  $f=36...38\%$  ни, ташқи ҳаво ҳарорати минимал даражада бўлган(январ ойи)да  $f=33...35\%$  ни ташкил этиши ва иситиш мавсумида қаралаётган тизим учун ўртача иссиқлик қоплаш коэффициенти  $f=53,6\%$  га тенг бўлиши аниқланган.

3. Инсоляцион қуёш иситиш таъминотида иссиқликни жамловчи элементлар сифатида пластик бутилкалардан фойдаланиш натижасида юқори иссиқлик сиғимли, катта иссиқлик алмашиш юзали ва турли компоновкали донадор насадкалар билан мужассамлашган исталган сиғим ва конфигурациядаги сувли иссиқлик жамлагичларни яратиш имконини бериши асосланган.

4. Синхрон айланувчи ясси қуёш нурланиш рефлекторлари ва қисқа муддатли иссиқлик жамловчи қурилмаларга эга бўлган инсоляцион иситиш тизимларини иссиқлик ва гидродинамик ҳисоблаш услубиёти ишлаб чиқилган, бунда ҳаво сарфининг  $G=0,06...0,26$  м<sup>3</sup>/с интервалида қуёш иситиш тизими элементларида ҳаво оқими оқишининг режими ва гидродинамик кўрсаткичлари аниқланган. Натижада, иситиш мавсуми учун максимал қоплаш коэффициенти  $f=50\%$  ва қуёш қурилмалари билан таъминлаш коэффициенти  $K_{ск}=40,8\%$  га тенг ҳолатда зарур бўлган иссиқлик жамлагичнинг массаси  $m_a=760$  кг ни ташкил қилиши ва мос равишда сиғими  $V_{нб}=1,5$  л бўлган пластик бутилкалардан  $n_{нб}=507$  дона керак бўлиши аниқланган.

5. Таклиф этилаётган тизимда қўшимча иситиш учун ўртача ойлик ёқилғи (табiiй газ) сарфи ҳамда қуёш энергиясидан фойдаланиш ҳисобига иқтисод қилинадиган ёқилғи миқдори аниқланган. Натижада, табiiй газнинг йиллик иқтисоди  $401$  м<sup>3</sup>/йилни ташкил қилиши, бу эса мос равишда  $58\%$  ёқилғи иқтисод қилинишига тўғри келиши асосланган. Шунингдек, шамоллатиш учун бир мавсумда  $W_e=490$  кВт·с/йил ёки  $1764$  Мж/йил электр энергияси сарфи юзага келиши, бу эса қуёш энергияси ва қўшимча энергиянинг  $9,3\%$  ни ташкил этиши аниқланган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ РbD.03/30.09.2020.Т.111.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРШИНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ИМОМОВ ШУХРАТ БОЙМАМАТОВИЧ**

**ИНСОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ С СИНХРОННО  
ВРАЩАЮЩИМИСЯ ПЛОСКИМИ РЕФЛЕКТОРАМИ СОЛНЕЧНОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ И КРАТКОСРОЧНЫМИ АККУМУЛЯТОРАМИ ТЕПЛА**

**05.05.06 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Карши– 2021**

Тема диссертации доктора философии (Doctor of Philosophy) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № 28.04.2016/B2016.2.T679.

Диссертация выполнена в Физико-техническом институте НПО «Физика-Солнце» АН РУз.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

Научный руководитель:	<b>Авезов Раббанакул Рахманович</b> доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	<b>Рахимов Рустам Хакимович</b> доктор технических наук <b>Садуллаев Насулю Нейматович</b> доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	<b>Международный институт солнечной энергии АН Руз</b>

Защита диссертации состоится «25» июня 2021 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета PhD.03/30.09.2020.T.111.03 при Каршинском инженерно-экономическом институте (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, дом 225. Тел: (+99875) 224-02-89, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz).)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каршинского инженерно-экономического института (зарегистрирована за № 7). (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, дом 225. Тел: (99875) 224-02-89, факс: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz).)

Автореферат диссертации разослан «9» июня 2021 г.  
(реестр протокол рассылки № \_\_\_\_\_ от «  » июня 2021 г.)



 **Г.Н.Узаков**  
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

 **Х.А.Давлонов**  
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, д.ф.т.н (PhD)

 **Б.Уришев**  
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире использование энерго- и ресурсосберегающих возобновляемых источников энергии в системах теплоснабжения жилых домов с применением возобновляемых источников энергии занимает одно из ведущих мест. «Учитывая необходимость увеличения доли возобновляемых источников энергии в мировом производстве энергии не менее чем на 20%»<sup>1</sup>, требуется внедрение инсоляционных пассивных солнечных отопительных установок, которые позволяют сэкономить топливно-энергетические ресурсы в системах отопления зданий. В связи с этим использование синхронно вращающихся плоских солнечных рефлекторов и аккумуляторов тепла в системах отопления зданий имеет важное значение.

В мире ведутся научно-исследовательские работы по разработке научно-технической основы для усовершенствования пассивных и активных систем солнечного отопления зданий и сооружений. В связи с этим, особое внимание уделяется созданию инсоляционных систем отопления с плоскими рефлекторами солнечного излучения и краткосрочными аккумуляторами тепла, обоснованию теплотехнических и гидродинамических параметров.

В республике принимаются широкомасштабные меры по снижению энергозатрат в системах теплоснабжения зданий и сооружений, экономии топливных ресурсов, внедрению всесторонних мер по налаживанию устойчивого теплоснабжения на основе применения высокопроизводительных плоских солнечных рефлекторов и краткосрочных аккумуляторов тепла и получены конкретные результаты. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены важные задачи среди которых «...снижение ресурсной и энергоемкости экономики, внедрение энергосберегающих технологий в производство, расширение использования возобновляемых источников энергии...»<sup>2</sup>. Реализация этих задач, включает разработку научно-технических решений по созданию инсоляционных систем отопления с плоскими солнечными рефлекторами и тепловыми аккумуляторами, при этом особенно важно обоснование их параметров, обеспечивающих экономию энергии и ресурсов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-3012 от 26 мая 2017 года «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной

---

<sup>1</sup><https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы»

сферы на 2017-2021 годы» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой области.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и техники IV. «Разработка методов использования возобновляемых источников энергии, создание устройств и технологий на основе нанотехнологий, фотоники и других современных передовых технологий».

**Степень изученности проблемы.** В решении вопросов использования в установках и системах теплоснабжения зданий альтернативных источников энергии разработкой и исследованиями систем солнечного отопления, занимались зарубежные ученые Ф.У. Хатчинсон, Э. Мазрия, Б. Андерсон (США), Р.В. Байрамов, К. Тойлиев (Туркменистан), М. Аширбаев (Казахстан), А. Дэвис, С.В. Зоколей, Р. Шуберт, О.С. Попель (Россия), П. Сабади (Англия), С.Танака, Р. Суда (Япония).

В республике исследования по разработке и совершенствованию инсоляционных отопительных систем на основе использования солнечной энергии проводились такими учеными, как: Захидов Р.А., Аvezов Р.Р., Кличев Ш.И., Абдурахмонов А., Аvezова Н.Р., Хайридинов Б.Э. и другие.

Хотя солнечные установки на основе возобновляемых источников энергии, разработанные в результате этих исследований, в некоторой степени используются в системах теплоснабжения, однако исследований по обоснованию параметров инсоляционных систем отопления с плоскими солнечными рефлекторами и краткосрочными аккумуляторами тепла было проведено недостаточно.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом НИР Физико-технического института в рамках фундаментального проекта №2Ф.3.2-«Теплопередача через частично поглощающие светопрозрачные ограждения и температурное поле в инсоляционных системах отопления зданий».

**Целью исследований** является определение эффективности использования инсоляционных систем солнечного отопления с синхронно вращающимися плоскими рефлекторами.

**Задачи исследования:**

исследование режима затенения системы плоских солнечных рефлекторов, установленных с северной стороны здания;

определение тепловой эффективности инсоляционной отопительной системы «плоские солнечные рефлекторы - вертикальный светоприемник», установленной на северной стороне здания;

исследование гранулометрических и гидродинамических свойств краткосрочных аккумуляторов тепла;

исследование теплового режима здания, отапливаемого с использованием инсоляционной системы с плоскими солнечными рефлекторами, установленными с северной стороны здания.

**Объектом исследования** является инсоляционная солнечная отопительная система с плоскими солнечными рефлекторами и тепловым аккумулятором, установленная с северной стороны здания.

**Предметом исследования** состоит в определении тепловой эффективности инсоляционной системы отопления с синхронно вращающимися плоскими солнечными рефлекторами.

**Методы исследований.** В процессе исследования использовались методы геометрической оптики и преобразования солнечной энергии в тепловую, математическое моделирование, теплотехнические расчеты и экспериментальные методы.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

разработана энергосберегающая солнечная отопительная установка с синхронно вращающимися в соответствии с движением солнца плоскими рефлекторами солнечного излучения, солнечным воздухонагревателем и тепловым аккумулятором;

обоснованы тепловой и радиационной режимы системы «плоские рефлекторы-солнечный воздухонагреватель – теплоаккумулятор-здание» с учетом изменения таких параметров, как температура наружного воздуха, солнечная радиация, продолжительность отопления;

разработан тепловой баланс динамического режима системы «солнечный воздухонагреватель-теплоаккумулятор» с учетом температуры наружного воздуха, солнечной радиации, тепловой мощности и объемного коэффициента теплоотдачи;

обоснованы количество и оптимальные размеры промежуточных расстояний и кратчайшего расстояния относительно здания синхронно вращающихся плоских солнечных рефлекторов, установленных в зависимости от движения и затенения солнца.

**Практические результаты исследования** состоят в следующем:

разработана инсоляционная система отопления с плоскими солнечными рефлекторами, теплоаккумулятором, установленная на северной стороне здания;

определено, что при использовании в зданиях инсоляционной системы отопления с плоскими солнечными рефлекторами получено повышение энергоэффективности системы теплоснабжения и снижение расхода топливно-энергетических ресурсов.

**Достоверность результатов исследований** основана на том, что исследования проводились с использованием современных методов и средств измерений, результаты экспериментов обрабатывались методами геометрической оптики и преобразования солнечной энергии, взаимной адекватности теоретических и экспериментальных исследований,

положительной и практической реализации результатов испытаний системы инсоляционного теплоснабжения.

**Научная значимость результатов исследования** заключается в научном обосновании параметров, обеспечивающих энергосбережение и эффективность работы системы с синхронно вращающимися плоскими солнечными рефлекторами - вертикально, обращенным на север светоприемником, а также в возможности использования полученной тепловой модели и методики расчета параметров подобных гелиотехнических установок.

Практическая значимость результатов исследований объясняется тем, что разработанная инсоляционная система отопления обеспечивает непрерывную подачу тепловой энергии в здания, тем самым снижая затраты на топливно-энергетические ресурсы.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных при разработке инсоляционных систем солнечного отопления с синхронно вращающимися плоскими рефлекторами солнечного излучения и кратковременными аккумуляторами тепла:

в фермерских хозяйствах Кашкадарьинской области внедрены результаты научных исследований по разработке энергосберегающих систем солнечного отопления с синхронно вращающимися плоскими рефлекторами солнечного излучения и аккумуляторами тепла (справка Министерства сельского хозяйства №05/034-4336 от 11 декабря 2020 г.). При климатических условиях Кашкадарьинской области за один отопительный сезон сэкономлено до 58% природного газа;

обоснован отопительно-радиационный режим системы с «плоскими рефлекторами-солнечный воздушнонагреватель – теплоаккумулятор-здание» с учетом закономерностей изменения параметров наружного воздуха (справка Министерства сельского хозяйства №05/034-4336 от 11 декабря 2020 г.). В результате получена возможность покрыть 50% тепловой нагрузки здания в отопительный сезон за счет солнечной энергии;

обоснованы оптимальные параметры установки с синхронно вращающимся плоским рефлектором солнечного излучения в зависимости от движения и затенения с солнца относительно здания (справка Министерства сельского хозяйства №05/034-4336 от 11 декабря 2020 г.). В результате за отопительный сезон через северный светопроём можно аккумулировать в среднем в 3,5-5,0 раз больше солнечной энергии

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на 4 международных и 3 республиканских научных конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 25 научных работ, из них 8 в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), в том числе 4 в республиканских и 4 в зарубежных журналах.



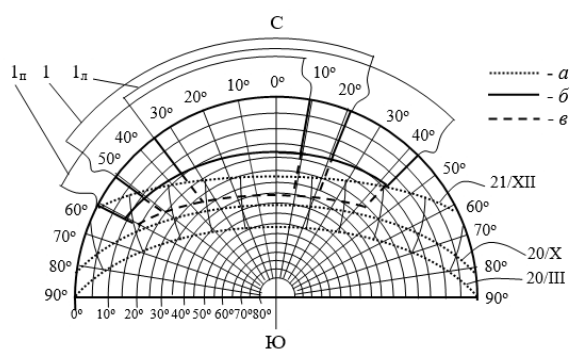
**Структура и объём диссертации.** Содержание диссертации состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 100 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, опыт эксплуатации системы солнечного отопления, изложены цели и задачи, научная новизна, объект исследований, методы исследований, основные положения, выносимые на защиту, научная и практическая значимость полученных результатов и их реализация.

В первой главе диссертации «**Системы солнечного отопления с использованием плоских рефлекторов и с аккумуляторами тепла**» приведены результаты анализа конструктивных решений, область применения плоских рефлекторов в системах солнечного отопления, состояние научных исследований. Выявлены преимущества и недостатки разработанных систем. Вкратце изложено состояние научных исследований по солнечным рефлекторам в республике. Приведены конструктивные решения плоских рефлекторов по их основным признакам.

Вторая глава диссертации «**Система плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания**» посвящена исследованию режимов затенения системы плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания, их геометрия затенения и радиационная и тепловая эффективность. При установке плоских рефлекторов с северной стороны здания возникает проблема затенения рефлекторов самим зданием, и место установки рефлекторов будет определяться геометрией затенения. Такая задача решается путем минимизации режимов затенения рефлекторов. Расчет режимов тенеобразования можно исследовать графическими методами<sup>3</sup>. Графический метод основан на использовании стереографической диаграммы траектории Солнца с наложением теневой маски объекта (рис. 1).



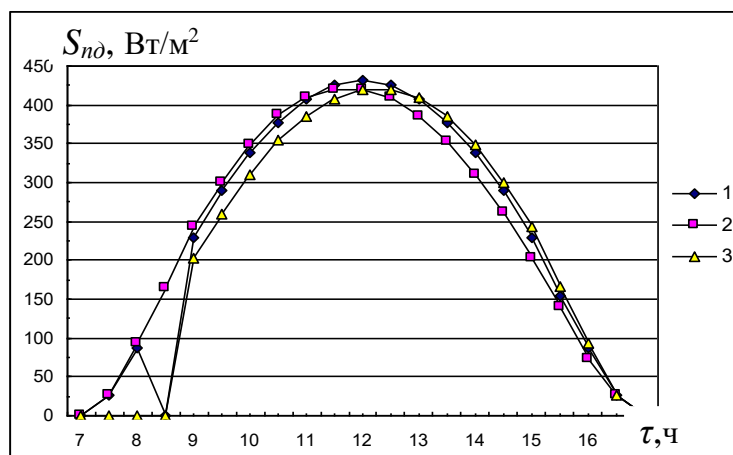
*a* - траектория Солнца; *б* - теневая маска здания на 21/XII по *O-O* и *в* - по *O<sub>1</sub>-O<sub>1</sub>*; 1<sub>л</sub>, 1, 1<sub>п</sub> - сектора теневой маски рефлекторов

**Рис. 1. Диаграмма траектории Солнца и теневой маски здания**

На этом рисунке приведена диаграмма траектории Солнца с наложенной теневой маской здания. На диаграмме приведена траектория Солнца на 21/XII. Для сравнения приведены также траектории Солнца на

<sup>3</sup>Заколей С. Солнечная энергия и строительство. -М.: Стройиздат, 1979, -232 с., 55. Маркус Г. А. Здания, климат и энергия. -Л.: Гидрометеоиздат, 1985, -542 с.

20/X и 22/III. Как видно из рис. 2, на 21/XII затенение рефлектора  $1_{л}$  не происходит. Затенение рефлектора 1 начинается в 8 час 15 мин, заканчивается 8 час 44 мин, в другое время затенение отсутствует. Затенение рефлектора  $1_{п}$  начинается с восхода Солнца и продолжается до 8 час 44 мин, в дальнейшем затенение отсутствует. При размещении здания в секторе  $A_{o1} = 35^{\circ} (B_{л})$ ;  $A_{o2} = -35^{\circ} (B_{п})$  можно обеспечить полное отсутствие затенения рефлекторов зданием.



1 - 1, 2 - 1л, 3 - 1п рефлекторы  
**Рис. 2. Интенсивность поступления прямой солнечной радиации  $S_{нд}$  на поверхность рефлекторов на 21/XII**

С учетом режимов затенения определяются радиационный и температурные режимы, тепловой баланс, термическая эффективность системы рефлекторов. Основной вклад солнечного излучения от рефлекторов составляет прямое излучение, радиационный режим рефлекторов определяется методом геометрической оптики. При принятых параметрах расстояние от светопроема до центра симметрии плоскости рефлектора, при котором отсутствует затенение зданием плоскости рефлектора за отопительный сезон, составляет  $L_o=5,2$  м. Тепловая эффективность рефлекторов определяется соотношением

$$\eta = S_{пр} / S_{нд} = R K \mu ; \text{ где } \mu = F_c / F_p . \quad (1)$$

$S_{нд}$  - поток прямой солнечной радиации падающей на поверхность рефлектора;  $S_{пр}$  - поток прямой солнечной радиации, прошедшей через светопроем;  $F_c$  - площадь солнечного пятна на светопроеме,  $m^2$ . Расчет полученных результатов показывает оптимальные значения Азимута  $A_{onm}=60^{\circ}$ . При  $L_o=5,2$ м да  $L_l=2,7$ м;  $I_l=I_n=27,8^{\circ}$ ;  $d_{cn}=0,003$ м;  $d_p=0,004$ м;  $k=18$   $m^{-1}$ ;  $\rho_r=0,92$ ;  $n=1,526$ ;  $K_{nm}=0,86$ . При площади поверхности южного светопроема  $F_{cn}$  и  $3F_{cn}$  через северный светопроем поступление суммарной солнечной радиации превышает на

$$n_1 = Q_{npp} / Q_{nplс} = 2,58...3,39; \quad n_3 = Q_{npp} / Q_{nрзв} = 1,08...1,13. \quad (2)$$

Таким образом, через северный светопроем солнечной радиации поступает больше, чем через южный светопроем, эквивалентный по площади с поверхностью трех рефлекторов.

В третьей главе диссертации «Солнечное отопление здания с системой плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны, и с водяным аккумулятором тепла» представлены результаты расчетных

исследований теплового баланса системы «здание + рефлекторы». Показано, что высокая плотность поступления солнечной радиации от системы рефлекторов через северный светопроём приводит к значительному превышению комфортного радиационного и теплового режимов в помещении. Для защиты помещения от высокой интенсивности солнечного излучения перед северным светопроёмом устанавливается экранирующий солнечный коллектор (СК) – воздухонагреватель. Естественное освещение помещения обеспечивается через южное окно. Площадь светопроёма  $F_{сп} = b_c h_c$ . В соответствии с системой 3 рефлекторов эквивалентная площадь светопроёма составляет  $F_{спэ} = 3F_{сп} = 5,07 \text{ м}^2$ . Площадь помещения составляет  $F_{зд} = 12,42 \text{ м}^2$ . Коэффициент гелиообеспечения  $K_{СК} = (F_{спэ} / F_{зд}) \cdot 100 \% = 40,8\%$ . Как показывают исследования, при шахматной упаковке концентрация выше на 15...16%, чем при коридорной. Предельно максимальной концентрация будет при  $\Delta l = 0$ . Предельно минимальная концентрация будет определяться условием, для расчетов которого приняты следующие параметры: площадь поперечного сечения аккумулятором тепла (АТ)  $F_a = 1,35 \times 1,55 \text{ м}^2$ ; расход воздуха  $G = 0,06 \dots 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$  или скорость воздуха  $w = 0,028 \dots 0,124 \text{ м/с}$ . Таким образом, можно сделать следующий вывод: при увеличении емкости пластиковых бутылок (ПБ) и скорости потока воздуха в слое насадки: а) увеличивается гидравлическое сопротивление слоя насадки, б) масса воды в слое увеличивается, интенсивность аккумуляирования тепла возрастает.

Для исследуемой системы здание + рефлекторы разработана воздушная солнечная система отопления (ССО) с водяным АТ на основе ПБ (рис. 3 и 4). Теплопоступления в помещения идут за счет солнечной радиации, поступающей через светопроём, окно и систему отопления. Режим работы ССО зависит от отопительной нагрузки и количества поступления солнечной радиации.

Удельная масса и объем АТ, приходящихся на  $1 \text{ м}^2$  поверхности остекления светопроёма, определяются коэффициентом замещения  $f$ , в зависимости от доли солнечной энергии, покрывающей тепловую нагрузку на отопление. Величина  $f$  соответствует процентному снижению расхода тепла от традиционного источника тепла за счет тепла солнечного излучения. Площадь поверхности светопроёма составляет

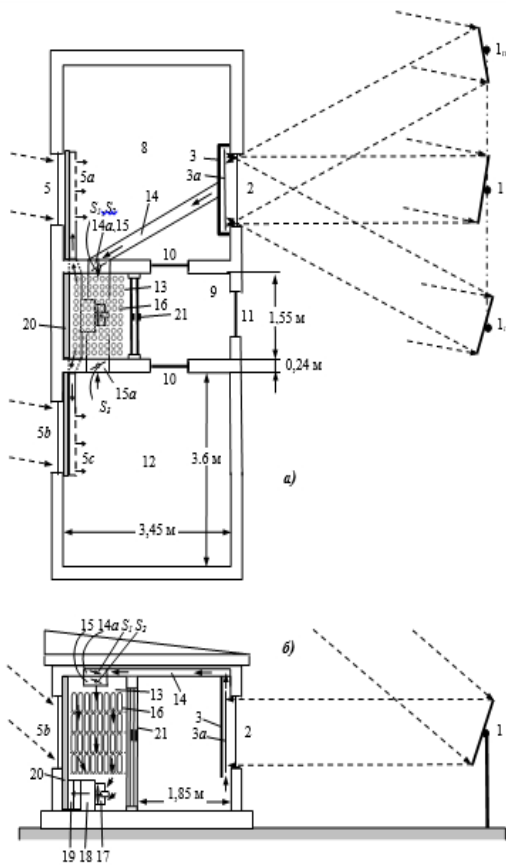
$$F_{cn} = b_{cn} h_{cn} = 1,3 \times 1,3 = 1,69 \text{ м}^2 . \quad (3)$$

Так как в светопроём поступает солнечная радиация от 3 рефлекторов, эквивалентная расчетная площадь остекленной поверхности принимается равной:

$$F_{эо} = 3F_{cn} = 3 \times 1,69 = 5,07 \text{ м}^2 . \quad (4)$$

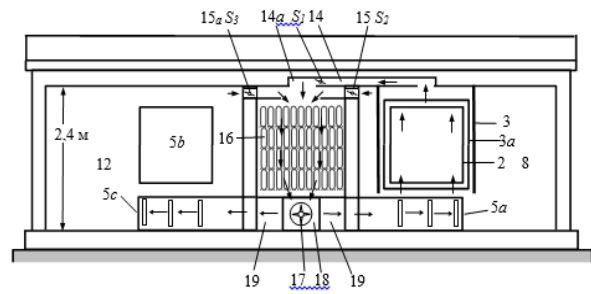
Удельные масса  $m_{al}$  и объем  $V_{al}$  АТ определяются по формулам

$$m_{al} = C_m f; \quad V_{al} = C_V f; \quad (5)$$



а – вид в плане; б – поперечный разрез плоскости АТ

Рис. 3. Схема системы солнечного отопления



Фронтальный вид. 1, 1л, 1п – рефлекторы; 2 – светопрём (северный); 3 – СК воздухонагреватель; 3а – теплоприемник; 5 и 5b – окна (южные); 5а и 5с – отопительные каналы с обрешеткой в помещениях; 8 и 12 – опытная и контрольная комнаты; 9 – тамбур; 10 и 11 – внутренние и наружная двери; 13 – помещение АТ; 14 – канал воздуховод; 14а – входной канал; 15 и 15а – обратные (вытяжные) каналы; 16 – теплоаккумулирующие элементы; 17 – вентилятор; 18 – дополнительный источник тепла – калорифер; 19 – отопительные канал

в АТ; 20 – теплоизоляция; 21 – двери помещения АТ; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> – шиберы

Рис. 4. Схема системы солнечного отопления

где  $C_m$  - удельная масса АТ на 1 м<sup>2</sup> поверхности остекления, кг/(% м<sup>2</sup>);  
 $C_V$  - удельный объем АТ на 1 м<sup>2</sup> поверхности остекления, м<sup>3</sup>/(% м<sup>2</sup>).

Значения  $C_m$  и  $C_V$  определяются видом теплоаккумулирующего материала. Например, для ёмкости с водой<sup>4</sup>

$$C_m = 3 \text{ кг}/(\% \text{ м}^2); \quad C_V = 0,003 \text{ м}^3/(\% \text{ м}^2); \quad (6a)$$

для бетона и камня

$$C_m = 15 \text{ кг}/(\% \text{ м}^2); \quad C_V = 0,075 \text{ м}^3/(\% \text{ м}^2). \quad (6b)$$

Как видно из (6а) и (6б), при прочих равных условиях, масса водяного аккумулятора будет в 5 раз меньше бетонного. Для рассматриваемого здания принимаем  $f=50\%$ . Тогда общая масса АТ будет составлять

$$m_a = m_{al} F_o = C_m f F_o = 3 \times 50 \times 5,07 = 760 \text{ кг}. \quad (7)$$

В качестве теплоаккумулирующих элементов используются пластиковые бутылки емкостью 1,5 литра. Заполненные водой они устанавливаются на решетках – стеллажах в 4 ряда. Определим число

<sup>4</sup>Масса и место размещения теплоаккумулятора. Построй свой дом. mensh.ru, 2006. – 3 с.]

пластиковых бутылок емкостью  $V_{нб}=1,5$  л. Для воды можно принять эквивалентность массы и объема  $V_{нб}=1,5$  л =  $m_{нб}=1,5$  кг.

Требуемое количество ПБ

$$n_{нб} = m_a / m_{нб} = 760 / 1,5 = 507 \text{ шт.} \quad (8)$$

Площадь помещения АТ составляет

$$F_a = b_a h_a = 1,55 \times 1,35 = 2,1 \text{ м}^2 .$$

При установке ПБ на стеллажах в 4 ряда, число ПБ в каждом ряду

$$n_{нб1} = n_{нб} / 4 = 507 / 4 = 126 \text{ шт.} \quad (9)$$

Диаметр ПБ емкостью  $V_{нб}=1,5$  л равен  $d_{нб} = 0,094$  м. Площадь ячейки по горизонтали, приходящейся на одну ПБ, составляет

$$F_{нб1} = F_a / n_{нб1} = 2,1 / 127 = 0,0165 \text{ м}^2 .$$

Длина стороны квадратной ячейки

$$a_{я} = \sqrt{F_{нб1}} = \sqrt{0,0165} = 0,128 \text{ м.}$$

При коридорном расположении ПБ расстояние между ними будет составлять

$$\Delta l = a_{я} - d_{нб} = 0,128 - 0,094 = 0,034 \text{ м.}$$

Высота ПБ  $h_{нб}=0,32$  м; толщина стеллажей  $\delta_{ст}=0,05$  м. Тогда высота каждого слоя ПБ с учетом толщины стеллажей

$$h_c = h_{нб} + \delta_{ст} = 0,32 + 0,05 = 0,37 \text{ м.} \quad (10)$$

Общая высота АТ

$$H_a = 4 h_c = 4 \times 0,37 = 1,48 \text{ м.} \quad (11)$$

Тепловая эффективность АТ будет определяться тепловыми и гидродинамическими показателями, которые устанавливаются на основе гранулометрической характеристики ПБ. Суммарный перепад давления в АТ определяется по формуле

$$\Delta P_{ам} = 4 \Delta P_c . \quad (12)$$

Дополнительный источник тепла калорифер мощностью 2 кВт, рассматривается как местное сопротивление. Гидравлическое сопротивление калорифера выражается формулой:

$$\Delta P = B_k (w_k \rho)^m ; \quad (13)$$

где  $B_k$  и  $m$  – коэффициент и показатель степени, зависящие от конструкции калорифера;  $w_k$  – скорость воздуха в сечении калорифера, определяется по формуле (3.64), м/с.

Установочная мощность вентилятора определяется по формуле:

$$N_y = K \frac{\Sigma \Delta P \cdot G}{\eta \cdot 1000} , \text{ кВт} ; \quad (14)$$

где  $K$  - коэффициент запаса;  $\Sigma \Delta P$  – потери давления в системе, Па;  $\eta$  – КПД вентилятора. Коэффициент запаса для осевых вентиляторов принимается  $K=1,05\dots 1,2$ . При работе электродвигателя при температуре до  $50^\circ\text{C}$  коэффициент запаса увеличивается до  $K=1,4$ . КПД вентилятора  $\eta=0,8$ . Для расчетов ССО в первом приближении принимаем усредненные значения расхода воздуха  $G=0,015\dots 0,065 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с})$  по данным. При эквивалентной площади СК  $F=5,07 \text{ м}^2$ , суммарный расход воздуха в ССО будет составлять  $G=0,06\dots 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В четвертой главе диссертации «Экспериментальное исследование системы солнечного отопления с плоскими рефлекторами и водяным аккумулятором тепла» приведены результаты теоретического изучения математической модели динамического режима теплового баланса системы «солнечный коллектор + аккумулятор тепла», для которой приведены солнечное излучение, поглощаемое теплоприемником, коэффициент полезного действия СК, тепловой баланс АТ. Чтобы определить, имеет ли частица, омываемая воздухом, пренебрежимо малое термическое сопротивление, используется число Био при условии:

$$Bi = \frac{\alpha_n \cdot L_o}{\lambda_s} < 0,1; \quad (15)$$

В формуле (15) используется эффективный коэффициент теплопроводности  $\lambda_s$ , Вт/(м К). Принимая данное условие, эффективный коэффициент теплопроводности в системе, будет определяться по формуле:

$$\lambda_s = \varepsilon_k \lambda_g; \quad (16)$$

$$\varepsilon_k = 0,062 Ra^{1/3}; \quad 10^4 < Ra < 10^7; \quad \varepsilon_k = 0,22 Ra^{1/4}; \quad 10^7 < Ra < 10^{10}; \quad (17)$$

$$Ra = Gr Pr = \frac{g \cdot \beta_g \cdot L_o^3 \cdot \Delta t_n}{\nu_g^2} Pr; \quad (17a)$$

где  $\Delta t_n$  – температурный перепад в сосуде между стенкой и её средней частью,  $^\circ\text{C}$ ;  $\beta_g$  – температурный коэффициент объёмного расширения воды,  $\text{K}^{-1}$ . В вертикальном цилиндре теплообмен может определяться по формуле:

$$Nu = 0,52 Ra^{1/4}; \quad 10^6 < Ra < 10^{10}; \quad Pr > 0,5. \quad (18)$$

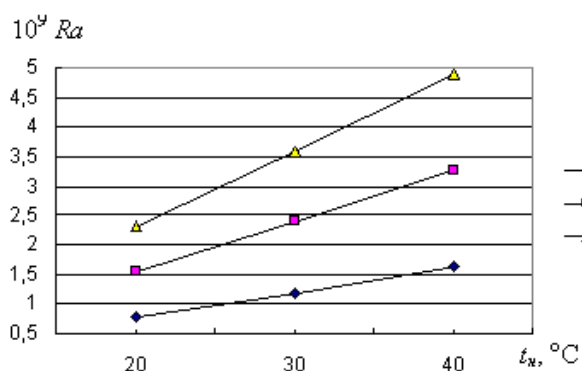
Как показывают расчеты, для принятых прочих условий,  $V_{n\bar{o}}=1,5$  л в интервале температуры воды в насадке  $t_n=20\dots 40^\circ\text{C}$  число Био составляет  $Bi=0,1046$ . Методом аппроксимации получено выражение (17a) для принятых пластиковых бутылок:

$$\alpha_v = 905 (G / L_o)^{0,7}. \quad (19)$$

По данным<sup>5</sup>, предельная температура длительной эксплуатации пластиковых бутылок ограничивается в  $70^\circ\text{C}$ , по санитарно-гигиеническим

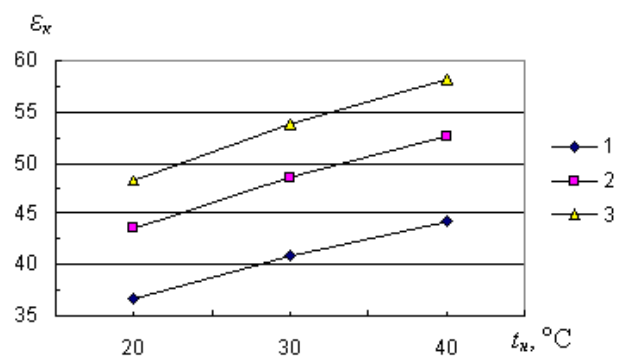
<sup>5</sup>Гальченко А. Ударопрочный антивандальный листовый материал полиэтилентерефталат. Гельветика –Т. webmaster@helvetica – t/tu, 2008.-4 с., Полиэтилентерефталат. Материал из Википедии. <http://wikipedia.org/wiki>, 2007. -4 с. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. –М.: Стройиздат. 1980. -295 с

требованиям температура воздуха, поступающая на обогрев помещения через отопительные каналы, не должна превышать 40°C.



$t_n$ : 1 - при  $\Delta t_n=0,5$  °C; 2 - при  $\Delta t_n=1$  °C; 3 - при  $\Delta t_n=1,5$  °C

**Рис. 5.** Зависимость числа Релея  $Ra$  от температуры воды в насадке



1 - при  $\Delta t_n=0,5$  °C; 2 - при  $\Delta t_n=1$  °C; 3 - при  $\Delta t_n=1,5$  °C

**Рис. 6.** Зависимость конвективного коэффициента  $\epsilon_k$  от температуры воды в насадке  $t_n$

На рис.5 и рис.6 приведены зависимости числа Релея и конвективного коэффициента от температуры воды в насадке. Максимальная температура воздуха, поступающая в АТ из СК за отопительный сезон, не превышает  $t_{\text{вк}}=66^\circ\text{C}$ . Температура воздуха, поступающая из АТ на обогрев помещения, не превышает  $t_{\text{ак}}=38^\circ\text{C}$ . Минимальная температура воздуха, идущая на обогрев помещения, составляет  $22^\circ\text{C}$ . Таким образом, температурный интервал в системе СК-АТ составляет  $22\dots70^\circ\text{C}$ . Таким образом, расчетная мощность аккумулятора тепла  $Q_a^p=43$  МДж/день. Для аккумуляции такого количества тепла необходимо увеличить температуру воды в аккумуляторе на величину:

$$\Delta t_n = Q_a^p / (m_a c_a) = 43 \times 10^6 / (4174 \times 760) = 13,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

На основе экспериментальных данных установлено, если температура воздуха, поступающего из СК в АТ, становится ниже максимального значения  $t_{\text{вк}}$  на 87...90%, дальнейшее аккумуляирование тепла является не эффективным, так как среднемассовая температура АТ начинает падать. Коэффициент эффективности СК изменяется в интервале  $K_3=0,5\dots0,56$ . Средний коэффициент эффективности СК за отопительный сезон составляет  $K_3=52\%$ . Коэффициент полезного действия СК за отопительный сезон изменяется в пределах  $\eta_{\text{СК}}=69\dots37\%$ . Среднее значение составляет  $\eta_{\text{СК}}=59\%$ .

Тепловая эффективность АТ является функцией температурного напора в АТ и продолжительности паузы  $\tau_n$ . Коэффициент полезного действия АТ составляет  $\eta_a=92\dots79\%$ . Среднее значение за отопительный сезон  $\eta_a=88\%$ . Расход топлива на дополнительное отопление определяется по формуле

$$B_{\text{д}} = Q_{\text{от}} K_{3\text{м}} / (Q_m \eta_{\text{к}}) \quad (20)$$

где  $K_{зт}$  – коэффициент запаса топлива, равный 1,1...1,2;  $Q_m^h$  - низшая теплота сгорания топлива, кДж/м<sup>3</sup>;  $\eta_k$  – коэффициент полезного действия отопительной установки, для газового топлива 0,8.

Экономия топлива за счет солнечного отопления определяется следующим условием:

$$B_{э} = B_{mn} - B_{\delta} \quad (21)$$

где  $B_{mn}$  – расход топлива на тепловые потери, м<sup>3</sup>.

**Таблица 1.**

**Среднемесячный расход и экономия топлива (природного газа)**

Месяцы	X	XI	XII	I	II	III	IV
$B_{mn}, \text{м}^3/\text{мес}$	62	118,5	162,7	198,4	137,8	110,7	45,6
$B_{\delta}, \text{м}^3/\text{мес}$		66	106,6	133,6	75,9	49,6	
$B_{э}, \text{м}^3/\text{мес}$	62	52,5	56,1	64,8	61,9	58,1	45,6
$B_{э}, \%$	100	44,3	34,5	32,7	44,9	52,4	100

Экономия топлива за отопительный сезон составляет 401 м<sup>3</sup>/год, что соответствует 58 % экономии топлива. При расходе воздуха в системе  $G=0,17 \text{ м}^3/\text{с}=612 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; потери давления в системе  $\Sigma \Delta P=110 \text{ Па}$  установочная мощность электродвигателя вентилятора составляет  $N_y=0,118 \text{ кВт}$ . Принимаем осевой вентилятор ВО 4М 300-220/50: производительность  $G=300...1650 \text{ м}^3/\text{ч}$ , полное давление  $\Delta P=110 \text{ Па}$ , частота вращения  $n=1340 \text{ об/мин}$ , мощность двигателя  $N=0,12 \text{ кВт}$ , с регулятором скорости. Расход электроэнергии на вентиляцию за отопительный сезон составляет  $W_{\delta}=490 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год} = 1764 \text{ МДж/год}$ .

С учётом принятых условий, эксергетическая эффективность  $\eta_{\text{ерефлекторов}}$  определяется по формуле:

$$\eta_e = E_{nl} / E_{nd} = E_{np} / E_{nd}. \quad (22)$$

$$E_{np} = S_{np} \eta_m. \quad (23) S_{np} = S_{\perp} F_{cn} K R; \quad (24)$$

Термический коэффициент полезного действия  $\eta_m$  обратимого цикла Карно в интервале температур  $T_m$  и  $T_o$

$$\eta_m = \frac{T_m - T_o}{T_m}; \quad (25)$$

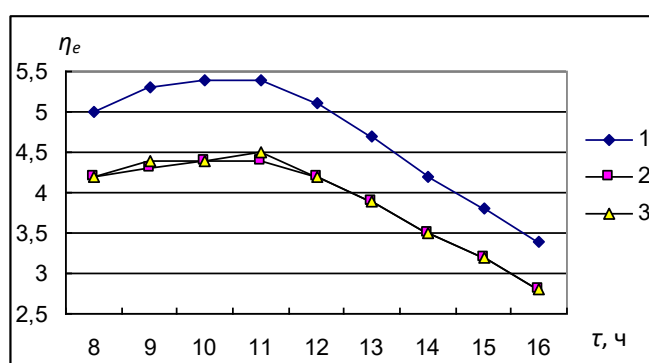
$$E_{nd} = S_{nd} \psi. \quad (26) S_{nd} = S_{\perp} F_p \cos i; \quad (27)$$

Коэффициент зависимости эксергии солнечного излучения от температуры окружающей среды:



$$\psi = 1 - \frac{1}{3} \frac{T_o}{T} \left[ 4 - \left( \frac{T_o}{T} \right)^3 \right], \quad (28)$$

где  $T = 5762$  К – эффективная температура поверхности фотосферы Солнца. При приведенных значениях  $T_m$  и  $T_o$ , термический коэффициент полезного действия изменяется в интервале  $\eta_m = 0,0356 \dots 0,0564$ ; коэффициент зависимости эксергии солнечного излучения от температуры окружающей среды в пределах  $\psi = 0,934 \dots 0,936$ . На рис. 7 приведен график дневного изменения эксергетической эффективности плоских солнечных рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания. Как видно из рис.7, эксергетический КПД изменяется в пределах  $\eta_e = 2,8 \dots 5,4$  % в течение светового дня.



**Рис. 7. Эксергетическая эффективность солнечных рефлекторов  $\eta_e$ , %**

В приложении диссертации приведены результаты экспериментальных исследований, оценка расчетной погрешностей, погрешности измерения скорости потока воздуха в системе «солнечные коллекторы + аккумуляторы тепла», определение коэффициента теплоотдачи, определение число Нуссельта.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследований по решению поставленных в диссертации задач, можно сделать следующее заключение:

1. Определены оптимальные параметры установки рефлекторов в зависимости от их затенения зданием. Определены радиационная и тепловая эффективности систем плоских рефлекторов. Доказано, что при площади поверхности южного светопроёма равной площади северного светопроёма, в северный светопроём поступает в 2,58...3,39 раз больше солнечного излучения.

2. Для экспериментального здания с коэффициентом гелиообеспечения 40,8% установлен тепловой баланс системы «здание + рефлекторы» за отопительный сезон (октябрь-апрель) в условиях г.Карши. Установлено, что в период минимального поступления солнечной радиации (декабрь) коэффициент замещения составляет  $f = 36 \dots 38\%$ , в период минимальных

наружных температур (январь) -  $f=33...35\%$ . Средний коэффициент замещения за отопительный сезон равен  $f=53,6\%$ .

3. Применение использованных пластиковых бутылок в системе солнечного отопления, как емкостей с водой в качестве теплоаккумулирующих элементов позволяет совместить высокую теплоёмкость воды, большие поверхности теплообмена и разнообразие компоновки гравийных насадок, расширяет возможности создания водяных АТ любой ёмкости и конфигурации.

4. Разработана и предложена методика теплового и гидродинамического расчета системы «солнечный коллектор + аккумулятор тепла» – помещение. Определены гидродинамические показатели и режимы течения потока воздуха в элементах систем солнечного отопления в интервале расхода воздуха  $G=0,06...0,26$  м<sup>3</sup>/с. При максимальном коэффициенте замещения  $f=50\%$  за отопительный сезон и коэффициенте гелиообеспеченности  $K_{ск}=40,8\%$  необходимая масса водяного аккумулятора тепла составляет  $m_a=760$  кг. Требуемое количество пластиковых бутылок емкостью  $V_{нб}=1,5$  л, соответственно,  $n_{нб}=507$  шт.

5. Определены среднемесячные значения расхода топлива (природного газа) на дополнительное отопление, и экономия топлива за счет солнечного отопления рассматриваемого типа. Годовая экономия природного газа составляет 401 м<sup>3</sup>/год, что соответствует 58% экономии топлива. Расход электроэнергии на вентиляцию за отопительный сезон составляет  $W_в=490$  кВтч/год=1764 МДж/год, что соответствует 9,3% энергии солнечного и дополнительного отопления.

**PhD.03/30.09.2020.T.111.03 SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD  
OF THE SCIENTIFIC DEGREE AT KARSHI ENGINEERING-  
ECONOMICS INSTITUTE**

---

**PHYSICS-TECHNICAL INSTITUTE**

**IMOMOV SHUKHRAT BOYMAMATOVICH**

**INSULATION HEATING SYSTEMS WITH SYNCHRONOUSLY  
ROTATING FLAT REFLECTORS OF SOLAR RADIATION AND SHORT-  
TERM HEAT ACCUMULATORS**

**05.05.06 – Power plants on the basis of renewable energy**

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON  
TECHNICAL SCIENCES**

**Karshi – 2021**

The theme of doctoral thesis (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number №28.04.2016/B2016.2.T679.

The doctoral thesis has been carried out at Physics-technical institute of NNO «Physics-Sun» of AS of RU.

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council ([www.qmii.uz](http://www.qmii.uz)) and on Information educational portal "ZiyoNet" (<http://zivotnet.uz>).

<b>Scientific supervisor:</b>	<b>Avezov Rabbanakul</b> Doctor of technical sciences, professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Rakhimov Rustam</b> Doctor of technical sciences <b>Sadullaev Nasullo</b> Doctor of technical sciences, professor
<b>Leading organization:</b>	<b>International Solar Energy Institute of the AS of RU</b>

Defense of dissertation will take place «25» june 2021 at 10<sup>00</sup> at the meeting of the Scientific Council number PhD.03/30.09.2020.T.111.03 at Karshi engineering-economics institute (Address: 180100, Karshi city, 225 Mustakillik street, Phone: (+99875) 224-02-89, fax: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz).)

Dissertation can be reviewed in the information-resource Centre at Karshi engineering-economics institute (is registered № 7), (Address: 180100, Karshi city, 225 Mustakillik street, Phone: (+99875) 224-02-89, fax: (+99875) 224-13-95, e-mail: [kiei\\_info@edu.uz](mailto:kiei_info@edu.uz).)

Abstract of dissertation was sent «9» june 2021.  
(register of the distribution protocol №      on «    » june 2021).



 **G.N. Uzakov**  
Chairman of the Scientific Council on award of  
Scientific degrees, DSc in technical sciences, professor

 **Kh.A. Davlonov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council on award of  
Scientific degrees, doctor of philosophy (PhD) of technical sciences

 **B. Urishev**  
Chairman of Scientific Seminar under scientific  
council on award of scientific degrees,  
DSc in technical sciences, docent

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** is to determine the efficiency of using insolation solar heating systems with synchronously rotating flat reflectors.

**The task of the research:**

study of the dimming mode of the system of flat solar reflectors installed on the north side of the building;

determination of the thermal efficiency of the insolation heating system «flat solar reflectors - vertical light receiver» installed on the north side of the building;

study of granulometric and hydrodynamic properties of short-term heat accumulators;

study of the thermal regime of a building heated using an insolation system with flat solar reflectors installed on the north side of the building.

**The object of the research** is an insolation solar heating system with flat solar reflectors and a heat accumulator, installed on the north side of the building.

**Scientific novelty of the research work** consists in the following:

an energy-saving solar heating system with flat reflectors of solar radiation, a solar air heater and a heat accumulator, synchronously rotating in accordance with the movement of the sun;

substantiated the thermal and radiation modes of the system “flat reflectors-solar air heater-heat accumulator-building”, taking into account changes in such parameters as the outside air temperature, solar radiation, heating duration;

the thermal balance of the dynamic mode of the «solar air heater-heat accumulator» system was developed, taking into account the outside air temperature, solar radiation, thermal power and volumetric heat transfer coefficient;

substantiated the number and optimal sizes of intermediate distances and the shortest distance relative to the building of synchronously rotating flat solar reflectors installed depending on the movement and shading of the sun.

**Implementation of the research results.** Based on scientific results obtained in the development of insolation solar heating systems with synchronously rotating flat reflectors of solar radiation and short-term heat accumulators:

in the farms of the Kashkadarya region, the results of scientific research on the development of energy-saving solar heating systems with synchronously rotating flat reflectors of solar radiation and heat accumulators have been introduced (reference number of the Ministry of agriculture dated December 11, 2020 No. 05/034-4336). Under the climatic conditions of the Kashkadarya region, up to 58% of fuel and natural gas were saved in one heating season;

the heating and radiation regime of the system with «flat reflectors - solar air heater - heat accumulator – building» was substantiated, taking into account the

regularities of changing the parameters of the outside air (reference number of the Ministry of agriculture dated 11.12.2020 No. 05 / 034-4336). As a result, it became possible to cover 50% of the building's heat load during the heating season using solar energy;

substantiated the optimal parameters of the installation with a synchronously rotating flat reflector of solar radiation, depending on the movement and shading of the Sun relative to the building (reference of the Ministry of Agriculture dated December 11, 2020 No. 05/034-4336). As a result, during the heating season, an average of 3.5-5.0 times more solar energy can be accumulated through the northern light opening.

**Approbation of research results.** The research results were discussed at 4 international and 3 republican scientific conferences.

**Publication of research results.** On the topic of the dissertation, 25 scientific works were published, of which 8 articles in scientific journals, recommended for publication of the main scientific results of dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 4 articles in domestic and 4 articles in foreign journals.

**The structure and scope of the thesis.** The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references and applications. The volume of the thesis is 100 pages.

**ЭЪЛОНҚИЛИНГ АНИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (1 часть; part 1)**

1. Имомов Ш.Б., Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э., Дусяров А.С. Тепловая эффективность плоских рефлекторов устанавливаемых с северной стороны в пассивных системах солнечного отопления // Гелиотехника. – Т.: Фан. 2003. №4. с.39-44 (05.00.00; №1).

2. Имомов Ш.Б., Ким В.Д., Дусяров А.С. Затенение плоских рефлекторов в пассивных системах солнечного отопления // Гелиотехника. – Т.: Фан. 2003. №2. с.50-53 (05.00.00; №1).

3. Имомов Ш.Б., Хайриддинов Б.Э., Ким В.Д. Режим затенения плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания, с системной солнечного отопления // Гелиотехника. – Т.: Фан. 2005. №1. с.50-52 (05.00.00; №1).

4. Имомов Ш.Б., Ким В.Д. Тепловой баланс здания с системой солнечных рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны // Гелиотехника, 2008. №3. с.77-82 (05.00.00; №1).

5. Imomov Sh.B., Kim V.D. Pilot study of thermal regime of building with reflector system, installed on north side // Applied Solar Energy.-USA. 2009, Vol. 45, Issue 2, pp. 93–95 (05.00.00; №4. Scopus Cite Score 2009, IF:0.9).

6. Imomov Sh.B., Kim V.D. The hydrodynamic characteristic of a layer of plastic bottles as elements of a water heat accumulator // Applied Solar Energy.-USA. 2010, Vol. 46, Issue 4, pp. 266–270 (05.00.00; №4. Scopus Cite Score 2010, IF:0.9).

7. Imomov Sh.B., Dusyarov A.S. Optical efficiency of a reflector-window system for passive insulating systems of solar heating // Applied Solar Energy.-USA. 2014, Vol. 50, Issue 1, pp. 35–36 (05.00.00; №4. Scopus Cite Score 2014, IF:0.9).

8. Kim V.D., Imomov Sh.B. Thermal conditions of a room heated by a system of solar reflectors installed on the north side // Applied Solar Energy.-USA. 2015, Vol. 51, Issue 4, pp. 292–295 (05.00.00; №4. Scopus Cite Score 2015, IF:0.9).

**II бўлим (2 часть; part 2)**

9. Имомов Ш.Б., Ким В.Д. «Графические методы определения теневоздействия в плоскости системы рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания» Сборник материалов республиканской конференции «Внедрение передовой технологии для решения проблем топливно-энергетических комплексов» КИЭИ, Карши. 2006 г. с.172-174.

10. Имомов Ш.Б. «Тепловая эффективность системы солнечного отопления на основе плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания». «Проблема эффективное использование топливно-энергетические ресурсы» сборник научный – практические конференции. Карши.: 2008 г. с. 108-110.

11. Имомов Ш.Б. Эксергетическая эффективность системы плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания. «Молодежи в прогрессе науки и техники» сборник научный – практические конференции. Карши.: 2008 г. с. 245-247.

12. Имомов Ш.Б., Хайридинов Б.Э., Узаков Г.Н. Повышение тепловой эффективности систем солнечного отопления на основе плоских рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания //Илм сарчашмалари, Урганч, 2010. № 2. с. 09-14.

13. Имомов Ш.Б. «Система солнечного отопления с рефлекторами, устанавливаемыми с северной стороны здания, и водяным аккумулятором тепла» «Фундаментальные и прикладные вопросы физики» материалы международной конференции, посвященной 80-летию академика М.С.Саидова. Т, 24-25.11.2010 г, с. 92-94.

14. Р.Д.Шодиев, Ш.Б.Имомов, Р.Р.Авезов, Г.Н.Узаков «Эксергетическая оценка плоских солнечных рефлекторов, устанавливаемых с северной стороны здания» //Молодой учёный. –Чита.: 2011. № 10 (33), с. 70-72.

15. Имомов Ш.Б., Узаков Г.Н., Хайридинов Б.Э. Система солнечного отопления с рефлекторами, устанавливаемыми с северной стороны здания //Молодой учёный. –Чита.: 2011. № 10 (33), с. 67-70.

16. Имомов Ш.Б., Халикова Х.А., Хамраев С.И., Газиев Ж., Камилова Н. Модель динамического режима системы солнечного отопления с водяным аккумулятором тепла //Молодой учёный. –Чита.: 2012. № 6 (41), с. 28-31.

17. Imomov Sh., Uzakov G.N., Halikova X.A., Hamraev S.I., Ismailov A.S., Kamilova N.A. «Thermal conditions of the water heat accumulator in the system of solar heating» «Science and Education» materials of the international research and practice conference. June 27-28, 2012. Wesbaden, Germany, 80-85 f.

18. Авезова Н.Р., Имомов Ш.Б., Дусяров А.С. Оптическая эффективность системы «рефлектор-светопроем» инсоляционных пассивных систем солнечного отопления «Фундаментальные и прикладные вопросы физики» материалы международной конференции, посвященной 70-летию физика-технического института. Т, 14-15.11.2013 г. с.251-252.

19. Imomov Sh.B. Mode of the building solar heating with the solar reflectors system installed on the north side. //Young Scientist USA APPLIED SCIENCE. –Lulu.: 2014. pp.46-50.

20. Imomov Sh., Alimardonov H.A., Eshankulov J.S., Halikov K.N. Predicting the temperature regime of the building with a system of reflectors installed on the north side Materials of the vii international research and practice conference Vol.II Westwood, Canada 2015. pp. 239-244.



21. Имомов Ш.Б., Файзуллаев И.М., Эшанкулов Ж.С., Кузиев О.А., Абдигаффаров А.А., Султонов С.Я. Аккумуляция тепла в системах солнечного отопления Технические науки: проблемы и перспективы: материалы III Международной научной конференции. Г.Санкт-Петербург, июль 2015 г, с.244-245

22. Imomov Sh., Alimardonov H.A., Abdugaffarov A.A., Kuziev O.A. Eksergetic estimation of flat solar reflectors, set by north sides of building International Conference on European Science and Technology. 2015-y May 28-29 Munich, Germany, 94-98 f.

23. Imomov Sh., Mirzayorova M.U., Mukhiddinov Z.M., Islomov R.Yo. «Temperature regime of building with the sistem of solar reflectors fixed on the northern side» Material of the XIII international research and practical conference«European Science and Technology». April 20-21, 2016, Munich, Germany, 75-79 f.

24. Imomov Sh.B., Kodirov I.N. Thermal efficiency of the solar heating system based on flat reflectors installed from the northern side of the building //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Vienna, Austria, 2018, № 5-6. pp. 25-26.

25. Imomov Sh.B., Xamraev S.I., Sherkulov B.G. Thermal mode of the building with the system of reflectors installed from the northern side //International journal of the research – Grantlayah, India.: 2019. №7 (5), 321-326

Автореферат «Инновацион технологиялари» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва унинг ўзбек, рус ва инглиз (тезис) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (22.01.2021 й.)

Босишга рухсат этилди: 03.06.2021 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>6</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи 2,55. Адади 100.  
Буюртма № 24

---

ҚарМШИ «Intellekt» nashriyoti МИУда чоп этилди,  
Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй.



