

**ФИЗИКА-ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ, ИОН-ПЛАЗМА ВА ЛАЗЕР
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ИНСТИТУТИ, САМАРҚАНД ДАВЛАТ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.ҒМ/Т.34.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ИНСТИТУТИ

МАМАТҚОСИМОВ МИРЗАСУЛТОН АБДУРАИМОВИЧ

**КАТТА ҚУЁШ ПЕЧИ ВА БОШҚА ЭНЕРГЕТИК ҚУРИЛМАЛАРНИНГ
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ УЧУН УЛАРНИНГ КЎЗГУЛИ
МУЖАССАМЛАШТИРУВЧИ ТИЗИМЛАРИНИ
ОПТИМИЗАЦИЯЛАШ**

**05.05.06 – Қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги
энергетик қурилмалар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА
ДОКТОРЛИК (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ ТОШКЕНТ – 2017**

УДК: 662.997.537.22

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Contents of the of Doctoral (DSc) Dissertation Abstract

Маматқосимов Мирзасултон Абдураимович

Катта қуёш печи ва бошқа энергетик қурилмаларнинг самарадорлигини ошириш учун уларнинг кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимларини оптимизациялаш..... 3

Маматқосимов Мирзасултон Абдураимович

Оптимизация зеркально-концентрирующих систем большой солнечной печи и других энергетических установок для повышения их эффективности..... 29

Mamatkosimov Mirzasulton Abduraimovich

Optimization of mirror-concentrating systems big solar furnace and other energetic installations for improving of their efficiency..... 52

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 54

**ФИЗИКА-ТЕХНИКА ИНСТИТУТИ, ИОН-ПЛАЗМА ВА ЛАЗЕР
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ИНСТИТУТИ, САМАРҚАНД ДАВЛАТ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
МАТЕРИАЛШУНОСЛИК ИНСТИТУТИ**

МАМАТҚОСИМОВ МИРЗАСУЛТОН АБДУРАИМОВИЧ

**КАТТА ҚУЁШ ПЕЧИ ВА БОШҚА ЭНЕРГЕТИК
ҚУРИЛМАЛАРНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ УЧУН
УЛАРНИНГ КЎЗГУЛИ МУЖАССАМЛАШТИРУВЧИ
ТИЗИМЛАРИНИ
ОПТИМИЗАЦИЯЛАШ**

**05.05.06 – Қайта тикланувчи энергия турлари асосидаги
энергетик қурилмалар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА
ДОКТОРЛИК (DSc) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ ТОШКЕНТ**

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистан Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий Аттестация комиссиясида B2017.1.DSc/T8 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Материалшунослик институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида (<http://fti-kengash.uz/>) ҳамда «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: Абдурахманов Абдужаббар

техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Искандаров Зафар Самандарович

техника фанлари доктори, профессор

Исманжанов Анваржан

техника фанлари доктори, профессор

Койшиев Темирхан Косыбаевич

техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот: Фарғона Политехника институти

Диссертация ҳимояси Физика-техника институти, Ион-плазма ва лазер технологиялари институти, Самарқанд давлат университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2017 йил «__» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100084, Тошкент ш., Бодомзор йўлиқўчаси, 26-уй. Тел./факс: (99871) 235-42-91, e-mail: lutzp@uzsci.net, Физика-техника институти мажлислар зали.)

Диссертация билан Физика-техника институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100084, Тошкент ш., Бодомзор йўли қўчаси, 26-уй. Тел./факс: (99871) 235-30-41.

Диссертация автореферати 2017 йил «__» _____ кунни тарқатилди.

(2017 йил «__» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

С.Л. Лутпуллаев
Илмий даражалар берувчи илмий

кенгаш раиси, ф.-м.ф.д., профессор

А.В. Каримов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, ф.-м.ф.д., профессор

С.А. Бахрамов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, ф.-м.ф.д., профессор

4

КИРИШ (докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон амалиётида Қуёш энергиясидан фойдаланиш соҳасида қийин эрийдиган ва юқори ҳароратларга чидамли материаллар олиш учун истикболли йўна лишлардан бири Қуёш печларининг ишчи соҳасида лойиҳавий қувватларни сақлаб туришни таъминлайдиган кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар самарадорлигини ошириш ҳисобланади. Шу жиҳатдан Қуёш печларининг кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларини юстировка қилиш аниқлигини ошириш усуллари ва йўллари ишлаб чиқиш энг асосий вазифалардан бири ҳисобланади.

Кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар конструкцияларини опти маллаштириш орқали энергетика қурилмалари параметрларини узлуксиз назорат қилиш ва бошқариш методларини ишлаб чиқишга мамлакатимиз олимлари томонидан алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу соҳада компози цион материаллар ишлаб чиқариш ва юқори ҳароратлардаги синтез жа раёнларини амалга ошириш учун бир кўзгули қуёш юқори технологик қурилмаларини ҳамда икки кўзгули схемада бажарилган қуёш печларини ишлаб чиқиш бўйича сезиларли натижаларга эришилган.

Қуёш печларининг ишчи зонасига кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларни аниқ йўналтириш йўли билан қуёш энергетика қурилмала рининг унумдорлигини ошириш ва сифат кўрсаткичларини яхшилаш энер гия йўқотишларини камайитиришда муҳим аҳамиятга эга. Шу нуқтаи назар дан қуёш қурилмаларининг фокал текислигида нурланиш оқими тақсимла нишининг оптик-геометрик ва оптик-энергетик характеристикаларини ҳи соблашнинг янги, такомиллаштирилган методларини ишлаб чиқиш, мидели мураккаб конфигурацияга эга бўлган кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлардан ва уларни гелиостатлар билан турлича вариантлардаги ула нишларда биргаликда ишлатишда янада самаралироқ фойдаланиш, ҳисоб ланган моделларни стандартлаштириш ва бир хиллаштириш мақсадида ҳисоблаш-тадқиқот ишлари, кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар асо сидаги энергетика қурилмаларининг пилот намуналарини яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Юқорида келтирилган йўналишлар бўйича

олиб борилаётган илмий тадқиқотлар ушбу диссертация мавзусининг долзарблигини изохлайди.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2013 йил 1 мартдаги ПФ-4512-сон «Муқобил энергия манбаларини янада ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида»ги Фармони ва 2013 йил 1 мартдаги ПҚ-1929-сон «Халқаро қуёш энергияси институтини ташкил этиш тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган ноанъанавий қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишнинг замонавий юқори самарали усуллари, технологиялари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга жорий қилиш борасидаги вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

5

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV «Қайта тикланувчи энергия манбаларини ишлатиш усуллари ривожлантириш, бошқа илғор технологиялар ва фотоника, нанотехнологиялар асосидаги қурилмалар ва технологияларни яратиш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи¹. Кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимлар соҳасидаги илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, шунингдек, Қайта тикланувчи энергия манбалари миллий лабораторияси (NREL, АҚШ), Катта Қуёш қурилмаси жойлашган илмий марказ (SNRS, Франция), Германия аэрокосмик маркази (DLR, Германия), Вейцман институти (Исроил), Platform de Almeria (Испания), Бутунроссия қишлоқ хўжалигини электрификациялаш илмий-тадқиқот институти (ВИЭСХ, Россия), Юқори ҳароратлар институти (ИБТАН, Россия)да олиб борилмоқда.

Дунё бўйича кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимларни ишлаб чиқишда ва қуёш энергетикасида ўтказилган тадқиқотлар натижасида нурланиш энергияси концентраторлари бўлган энергия қурилмалари бўйича бир қатор илмий натижалар олинган, шу жумладан, тарнов кўринишдаги параболоцилиндрик узун нур қайтарувчиларни қўллаб, Loose Industries фирмаси томонидан Калифорниядаги қуёш-газ электростанциясида қуёшни қузиатиш тизими соддалаштирилган; шунингдек, қуёш электр станциялари бўйича ҳам жадал ишлар олиб борилмоқда; бу соҳадаги амалга оширилаётган энг катта лойиҳа ҳозирда 392 МВтли «Ivanpah Solar Electric Generating Station» АҚШнинг Жанубий Калифорния штатида бўлиб, унда 170000 та кўзгулар минорага ёруғликни фокуслаш учун йўналтирилган; Қуёш энергиясини 1000 марта муҳассамлаштириш бўйича лойиҳалар ишлаб чиқилган, бу соҳадаги энг катта 100 МВт ли лойиҳа Рожастондаги Avera Solar томонидан амалга оширилмоқда; Stirling Solar Energy компанияси 150 КВт гача бўлган Стирлинг двигателлари билан йирик ўлчамдаги қуёш коллекторларини ишлаб чиқармоқда, уларда фойдаланиладиган параболик

коллекторлар сонини 20000 тагача етказиш мўлжалланган.

Ҳозирги вақтда кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар самарадор лигини ошириш бўйича назарий, техник ва технологик илмий-тадқиқот ишлари жумладан, тежамкор қуёш концентраторларини ишлаб чиқиш, гелиостатларни юстировка қилиш усулларини такомиллаштириш каби ишлар олиб борилмоқда. Улардан маҳаллий хом ашё асосида изоляторлар, керамик буюмлар ва юқори ҳароратли тоза металлларни олишда кенг фойдаланилади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Жаҳон амалиётида қуёш нурланиши концентраторлари конструкциясининг асосан учта: параболо цилиндрик, параболоид ва яссичизикли турлари кўп қўлланилмоқда. Бу

¹ Обзор международных научных исследований по теме диссертации проведен на основе: The National Labs: Science in an American System, 1947-1974. [1], 2003, ISBN 0-674-00948-7; "France's research agency splits up". Nature. 453 (7195): 573. doi:10.1038/453573a. PMID 18509403; <http://www.circuitodealmeria.-com/en/contact.htm>; и др. источников.

йўналишларнинг ҳар бирида улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Хорижий олимлар У.Бекман, Дж. Даффи, Антонио Луки, С.Клейн, М.Колларес-Перейра, Б.Люларнинг ишлари қуёш энергиясини мужассамлаштирувчи тизимлар ёрдамида бевосита қайта ўзгартириш ва фойдаланишнинг назарий ва амалий жиҳатларига бағишланган.

Ҳозирги кунда Францияда (Одейо, 1969) Ф.Тромб томонидан таклиф қилинган ҳамда Ўзбекистонда академик С.А. Азимов бошчилигида ишлаб чиқилган қуввати 1000 КВт бўлган Катта Қуёш Печи фаол ишлатилмоқда. Қуёш энергетикасини ривожлантириш муаммолари билан шуғулланиш, жумладан АҚШ, Испания, Ҳиндистон, Япония ва бошқа давлатларда кенг тарқалмоқда.

Бугунги кунга қадар қуёш концентраторларининг ривожланишига Россия Федерациясида И.В. Баум, Д.С. Стребков, Р.Р. Апариси, Д.И. Тепляков, О.И. Кудрин, В.А. Грелихес, Т.К. Койшиев каби олимлар турли хилдаги кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларни ривожлантириш орқали ўз ҳиссаларини қўшишди. О.С. Попель томонидан Россия Федерациясининг турли ҳудудлари бўйича қуёш нурланиши ресурсларининг ўртача кунлик қуввати ўрганилиб, қуёш нурланиши энергиясидан турли ҳудудларда самарали фойдаланиш имкониятлари тадқиқ қилинган. Қуёш нурланиши энергиясидан фойдаланиб турли хил иссиқлик ташувчиларини керакли ҳароратгача қиздиришни амалга ошириш масалалари ўрганилмоқда.

Ўзбекистондаги (Паркент, 1987 й.) Катта Қуёш Печи илмий ва ярим саноат қурилмаси сифатида ўтга чидамли ва ўта мустаҳкам керамика, ўта тоза материалларни тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқариш, нурланишли қиздириш билан боғлиқ турли технологик жараёнларни амалга оширишда фаол фойдаланилмоқда. 2002-2015 йилларда ушбу қуёш печидан фойдаланиш давомида унинг функционал имкониятларини кенгайтириш борасида илмий ҳамда амалий вазифаларни ҳал қилиш бўйича чуқур модернизация ишлари

олиб борилди. Академик Р.А.Захидов, фан докторлари Ш.И.Кличев, А.Абдурахманов ва С.Ф.Эргашевлар турли хилдаги мақсад ва вазифаларга йўналтирилган кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларни ривожлан тиришга ва тадқиқот усулларини ишлаб чиқишга И.И. Пирматов, Ю.Б. Собиров, Р.Ю. Акбаровлар ўз ҳиссаларини қўшишди. Хусусан, А.Абдурахманов илмий раҳбарлиги остида Катта Қуёш Печидан фойдаланиш давомида юзага келадиган барча илмий-техник муаммоларни ҳал қилишга йўналтирилган технологиялар ишлаб чиқилган. Юқори ҳароратли матери алларни синтез қилиш учун бир кўзгули ва икки кўзгули энергетик қурилмалар ишлаб чиқилган.

Ҳозирги кунга қадар олиб борилган кўп миқдордаги тадқиқотларга қарамасдан, Катта Қуёш Печининг лойихавий қувватини сақлаб туриш ва кўзгуларни тозалаш, гелиостатларни ва концентраторни юстировка қилиш усулларини такомиллаштириш муаммолари ҳал этилмай қолган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан

7

боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Материалшунослик институти илмий тадқиқот ишлари режасининг А-12-014-сон «Катта Қуёш Печидан фойдаланган ҳолда водород, электр ва иссиқлик энергияси олиш учун комбинациялашган ярим саноат қурилмасини ишлаб чиқиш» (2006-2008), ФА–Ф2–Ф040-сон «Қуёш нурланиши энергиясини бошқа энергия турларига самарали қайта ўзгартириш қонуниятларини тадқиқ қилиш, янги физик техник методлар, функционал материалларни излаш» (2007-2011), ФА-А13- Ф026-сон «Оптимал технологик режимларни амалга ошириш ва қуёш энергиясини қайта ўзгартириш учун Катта Қуёш Печининг функционал имкониятларини кенгайтириш» (2009-2011), А4-ФА-0-11780-сон «3÷20 кВт қувватли электр ва иссиқлик энергияси ишлаб чиқарувчи юқори самарадор, иқтисодий тежамкор кўзгули-мужассамлаштирувчи тизим асосида қуёш автоном юқори ҳароратли энергетик қурилмасини ишлаб чиқиш» (2012- 2014), ФА-А4-Ф031-сон «Қуёш нурланишига материал ва маҳсулотларнинг чидамлилигини синаш учун стенд ва услуб ишлаб чиқиш» (2015-2017) мавзусидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади 1000 кВт қувватли Катта Қуёш Печининг технологик ва энергетик йўналишларда фойдаланилаётган кўзгули-мужас самлаштирувчи тизими самарадорлигини концентраторнинг носимметрик лигини ҳисобга олган ҳолда оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қуёш технологик қурилмалари концентраторида қуёш нурларини концентрациялашнинг сонли ва аналитик моделларини ривожлантириш ва уларнинг концентрациялаш характеристикаларини тадқиқ қилиш;

Катта Қуёш Печининг кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимидан фойдаланиш жараёнида унинг элементлари-фацеталарини юстировка қилишнинг тезкор ва самарали усулларини ишлаб чиқиш;

йирик ўлчамли кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимнинг элементлари-фацеталарига шакл бериш усуларини ривожлантириш; куёш нурланиши таъсирига композицион материалларнинг чидамли лигини тезкор синаш, астрономия ва лазер техникаси масалаларини ечиш мақсадида Катта Куёш Печи техник имкониятларидан фойдаланиш; куёш концентраторининг носимметрик конструкцияси ҳисобига фокал текисликдаги нур оқими йўқотилишини ҳисобга олувчи моделни аниқлаштириш.

Тадқиқотнинг объекти иссиқлик қуввати 1000 кВт бўлган Катта Куёш Печи таркибидаги гелиостатлар, куёш нурланиши концентратори ва технологик минорадан иборат.

Тадқиқотнинг предмети кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларни юстировка ва назорат қилиш усуллари ва катта куёш печининг эксплуатацион ва техник жиҳатлар ҳисобини умумлаштириш.

Тадқиқотнинг усуллари. Мазкур ишда аналитик математика, геометрик оптика, физикавий оптиканинг методологик асослари, шу билан бирга иссиқлик техникаси ва термодинамика асослари, йирик ўлчамли кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар алоҳида ташкил этувчи элемент-

8

ларини юстировка қилиш усуллари, оптик-энергетик характеристикаларини ўлчаш услублари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

икки кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимда куёш нурланишини концентрациялаш модели, куёш ҳаракатининг таъсири ва концентраторнинг барча оптик-геометрик кўрсаткичларини эътиборга олган ҳолда ишлаб чиқилган.

кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларда мураккаб конфигурацияга эга бўлган концентраторнинг алоҳида соҳаларида нур оқими зичлиги тақсимоти, тажриба натижаларига мос келувчи ҳисоблаш методикаси тақлиф қилинган.

куёш ҳаракатланиши давомида гелиостатлар куёш нурини тўсиб қўйишини ҳисобга олиб Катта Куёш Печининг алоҳида гелиостатларидан тўпланадиган концентрация учун ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган;

технологик жараёнлар унумдорлигини оптик йўллар орқали ошириб беришни таъминловчи концентратор фацеталарига шакл бериш амалга оширилган.

концентратор фацеталарини маълум «тасвир доғини устма-уст қўйиш» методи ўрнига «линзасиз телескоп» методи деб номланадиган тезкор юстировка қилиш усули тақлиф этилган.

алоҳида элементлар-фацетлар, қўшма кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар зоналари ҳамда мидалнинг мураккаб шаклига эга бўлган бутун концентраторнинг акс эттирувчи сиртидан фокал доғнинг оптик-геометрик ва оптик-энергетик аниқлигини назорат қилиш усули ишлаб чиқилган.

шторли, роторли-тирқишли затворлар ёрдамида кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларнинг фокал текислиги атрофида турли узунликдаги ва зичликдаги импульсларни ҳосил қилиш учун махсус усули ва қурилмаси барпо

қилинган такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат: йирик ўлчамли кўшма кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимларни юстировка қилиш ҳамда уларнинг оптик-геометрик ва оптик-энергетик хараakterистикаларини назорат қилиш қурилмалари ишлаб чиқилган ва Катта Қуёш Печини оптимал ишлатиш шароитида ушбу қурилмалар апробация ва синовдан ўтказилган; диссертация ишида таклиф қилинган гелиотехник қурилмаларни лойиҳалашга янги ёндошувлар комплекси универсал бўлиб, кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимлар билан ишловчи ўхшаш қурилмаларда қуёшнинг нурланиш оқимини бошқа энергия турларига қайта ўзгартириш сама радорлигини ошириш масалаларини ҳал этишда фойдаланиш мумкин.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ўтказилган экспериментал тадқиқотлар таҳлили, тадқиқоти ва синтези учун стандарт дастурий таъминот қўллангани ва яратилган энергетик ва технологик қурилмалар ҳамда синов стендларининг тажриба-саноат текширувлари натижалари билан тасдиқланади. Натижаларнинг тўғрилиги бошқа муаллифларнинг натижалари билан қиёсий таҳлил қилиш, мавжуд физик методологиялар доирасида

9

изоҳлаш, шарҳлаш ва яратилган қурилмаларни эксплуатация қилиш тажрибаси билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Олинган натижалар турли конфигурацияли кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимлар тўғрисидаги тасаввурлар доирасини кенгайтиради ва чуқурлаштиради. Диссертация ишида келтирилган натижалар янги ва муҳим ҳисобланади. Улардан бир қатор қурилмаларни эксплуатация қилишда (Паркентдаги Катта Қуёш Печи ва бошқа бир қатор имитацион ва қуёш нурланиш оқимининг кўзгули-муҳассамлаштирувчи тизимларида) фойдаланилган ва улардан энергетик ҳамда технологик қурилмаларни ишлаб чиқишда фойдаланиш мумкин.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Катта Қуёш Печининг технологик ва энергетик йўналишларда фойдаланилган кўзгули муҳассамлаштирувчи тизими самарадорлигини ошириш учун ишлаб чиқилган қурилмалар ва усуллар асосида:

Республика иқлим шароитида 110÷500 кВ кучланишда ишловчи юқори вольтли полимер изоляторларнинг хизмат муддатини аниқлаб берувчи «Қуёш нурланиши таъсирида полимер материалларни синаш» қурилмаси «Средаэнергосетьпроект» Акционерлик Жамиятида жорий қилинган («Средаэнергосетьпроект» Акционерлик Жамиятининг 12. апрел 2016 йилдаги маълумотномаси). Қурилманинг амалиётга жорий этилиши натижасида полимер изоляторларни алмаштириш муддати ва шу билан бирга электр узатиш тармоқларининг узлуксиз ишлаши таъминланган;

таклиф этилган мураккаб миқдор шаклига эга бўлган яхлит концентраторларнинг оптик-энергетик хараakterистикаларини, нур қайтарувчи сирт текислигидаги фокал доғни ҳисоблаш усуллари, шунингдек, 10000 та

фацетадан ташкил топган кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимнинг тарки бий элементларини юстировка қилишнинг самарали ва тезкор усуллари «Академасбоб» илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси томонидан А12-006 сонли «Катта қуёш печи оптик ва энергиявий хусусиятларини ўрганиш мақсадида иккиламчи концентрловчи тизимларни ишлаб чиқиш ва яратиш» грантини бажаришда Қуёш спектрини фокал марказида тақсимланишини ҳисобга олиб концентраторни эффективлиги оширишда фойдаланилган. (Фан ва технологияларни ривожлантиришни мувофиқлаштирувчи қўмита томонидан 20 январ 2017 йилда берилган маълумотномаси ФТК-02-13/76). Илмий натижалардан фойдаланиш иккиламчи-мужассамлаштирувчи тизимларни ишлаб чиқиш имконини берди;

водород олишга бағишланган (Zhaolin Wang and G. F. Naterer. Integrated fossil fuel and solar thermal systems for hydrogen production and CO2 mitigation. International Journal of Hydrogen Energy 39(26) February 2014 *with* 14 Reads DOI: 1016/j.ijhydene.2014.01.095, IF) илмий ишда Канада олимлари томонидан Ўзбекистон олимлари (Abdurakhmanov A.A., Mamatkosimov M.A., Paizullakhanov M.S., Saragoza G. Solar technologies in Uzbekistan: state. properties, and perspectives of development. *Applied Solar Energy*, 2012, Vol.48, –P. 84-91.) мақоласининг таҳлили асосида Ўзбекистонда ишлаб турган ва

10

диаметри 40 см бўлган фокал фокусда 3000 градус Целсий олишга мўлжалланган Катта Қуёш печига фокусланган қуёш иссиқлик энергиясини метан буғидан водород олишга ишлатиш кам маблағ талаб қилиши қайд қилинган;

ёқилғи захираси камайиб бораётган шароитда функционал керамика ва цирконий каби материалларнинг юқори температурали ишлаб чиқариш усуллари самарали бўлади (Abdurakhmanov A.A., Mamatkosimov M.A., Paizullakhanov M.S., Saragoza G. Solar technologies in Uzbekistan: state. properties, and perspectives of development. *Applied Solar Energy*, 2012, Vol.48, –P. 84-91.), бу мисолга асосланиб Япония ва Хитой олимлари Френел линзаси ёрдамида мужасамлаштирилган Қуёш энергиясини ишлатиш ҳисобига кулдан кремний намуналари олган (K. Hatakeyama, H. Kaneko, and K. Nishioka. Formation of Silicon from Shirasu Volcanic Ash Using Solar Furnace / *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, Vol. 4, No. 2, May 2016, p.152-155);

параболоидцилиндрик концентраторли қуёш модуллари учун иссиқлик ва масса алмашинуви ҳамда оптиканинг геометрик қонунларини ишлатиб (Abdurakhmanov A.A., Kuchkarov A., Mamatkosimov M.A., and Akhadov. The optimization of the optical-geomtric characterictics of mirror concenting systems. *Applied Solar Energy*, 2014, Vol.50, #4,–P. 244.) иссиқлик фотоэлектрик модули конструкциясининг ҳисоб алгоритмини барпо қилиш учун Россия олимлари томонидан математик моделлаштириш амалга оширилган (V.A. Mayorov, S.N. Trushevskii, and L.N. Lukashik. Study of the Optical-Energy Parametrs of Planar-Type Radiation Receivers in the Structure of Photoeleectrical Moduies with

Parabolic-Cylinder Concentrators. Applied Solar Energy, 2015, Vol.51, #3–P. 209-213.)

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 3 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та илмий мақола, жумладан, хорижий журналларда 4 та мақола, 1 та монография, халқаро ва республика конференциялар тўпламларида 7 та маърузалар эълон қилинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, 102 номдаги фойдаланилган адабиётлар рўйхати, 42 та расм ва 12 та жадвалдан иборат. Диссертациянинг ҳажми 198 бетни ташкил этади.

11

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг «**Энергетик ва технологик мақсадларда фойдаланиладиган кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларни ишлаб чиқиш, яратиш ва эксплуатация қилиш самарадорлигини оширишнинг хусусиятлари**» деб номланган биринчи бобида қуёш энергетика қурилмалари ва станциялари асоси ҳисобланадиган кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимни ҳисоблаш методлари таҳлили келтирилган. Қуёш энергиясини қайта ўзгартиришнинг анъанавий фойдаланилаётган технологиялари фойдали иш коэффициентини ошириш имкониятлари кўрсатилган. Мавжуд назарий ва экспериментал маълумотлар таҳлили асосида масаланинг қўйилиши ифодаланган.

Диссертациянинг «**Миделнинг мураккаб конфигурациясига эга бўлган қўшма кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларнинг оптик**

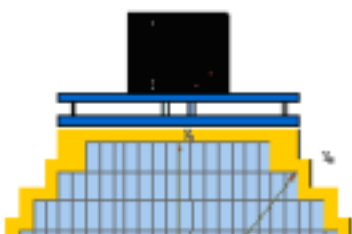
геометрик ва оптик-энергетик характеристикалари ҳисоблаш методи касини ишлаб чиқиш» деб номланган иккинчи бобида муаллиф томонидан таклиф қилинган кўзгули мужассамлаштирувчи тизимларнинг реал аниқликлар ва юстировкалаш характеристикаларига эга алоҳида фацетлари, мураккаб конфигурацияга эга бўлган концентратор зоналаридан шаклланган фокал доғнинг оптик-геометрик ва оптик-энергетик характеристикаларини ҳисоблашнинг янги методларига бағишланган.

Йирик ўлчамли кўшма кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларнинг (Катта Қуёш Печи мисолида) ва қуёш нурланишининг турли зичликдаги оқими имитаторларининг кўп йиллик эксплуатацияси оптик-геометрик ва оптик-энергетик характеристикаларни ҳисоблашнинг мавжуд методикаларини таҳлил қилиш, янгиларини ишлаб чиқиш, тайёрлаш жараёнида олинадиган экспериментал натижаларни (вақт ўтиши билан ўзгарадиган) янада аниқроқ ифодаловчи ҳисоблаш методикасини яратиш зарурлигини кўрсатди. Бундан ташқари Катта Қуёш Печи мисолида алоҳида фацетлар ва уларнинг юстировкасига 62 та гелиостатлардан алоҳида ишловчи концентраторнинг аниқ зоналарида оптик кўрсаткичларнинг эксплуатация даврида вақт ўтиши билан ўзгарадиган аниқлик характеристикаларига допусklar (кўйилмалар) билан боғлиқ турли омилларнинг таъсирини аниқлаш зарур эди. Концентраторлар оптик-энергетик характеристикаларининг эксплуатация давридаги назорати масалаларини ҳал қилиш бир қатор вазифаларни кўриб чиқишни талаб қилади. Булар, биринчи навбатда, концентраторнинг таркибий қисми сифатида фацетнинг оптик-геометрик

12

сифатлари меъёрлари ва шунга мувофиқ унинг характеристикаларига допусklarни аниқлашдан иборат. Бу масалаларни кўриб чиқиш ва унинг асосида фацетлар ва концентраторнинг параметрларини назорат қилиш, юстировка қилиш методларини ишлаб чиқиш ушбу диссертация ишининг асосий вазифаси ҳисобланади. Масалан, концентрациялаш даражаси $C_{\max}$, $C_{\text{ўрт}}$ ва $C_{\text{опт}}$ ни экспериментал аниқлаш учун фокал текисликда $E(x, y, z = f)$ энергия тақсимланишини ўлчаш зарур.

Тақсимланишнинг ҳисобланган ва экспериментал аниқланиши технологик кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар учун, айниқса, аҳамиятли ҳисобланади. Кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар акс эттирувчи сиртининг алоҳида зонасидан ёйилиш доғининг таркиби (гелиотехникада ишлатиладиган пароболоиднинг, пароболик цилиндрнинг ҳамда френел кўзгули-мужассамлаштирувчи тизим қисми турли нурланиш манбалари (Қуёш, имитацион нурлантиргичлар)дан кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар ўзгартиргичи приёмнигининг нур қабул қилувчи сирти текислигига нурланиш оқимининг тақсимланиш зичлигини ҳисоблаш модели асосида таҳлил қилинади.



Кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларнинг оптик ўқиға нисбатан думалоқ ва симметрик мидель доимий максимал

апертура бурчагига $U_{\max}$ эга бўлади. Бу хусусий ҳол ҳисобланади ҳамда фокал ва фокал олди текисликларида ёйилиш доғи зичлиги ўзгаришини ҳисоблашни соддалаш тришга олиб келади. Катта Қуёш Печи концентраторининг мидали носимметрик бўлади, 1-расм, қайсики фокал ва фокал олди текисликларида мужассамлашган оқим

1-расм. Катта Қуёш Печи концентратори мидали нинг умумий кўриниши
нинг тақсимланишини ўзгартиришга

олиб келиши мумкин. Уларнинг ҳисобланган ва экспериментал шакллари ва ўлчамлари 2а, б расмда келтирилган.

Ёйилиш доғининг фокал текислигида алоҳида зоналардан шаклланган нурланиш оқими шакли ва зичлиги тақсимланишининг ҳисобланган ҳамда экспериментал катталикларини аниқлаш, концентрацияланган оқимнинг қайта тақсимланиш имкониятларини кўпроқ асосланган ҳолда аниқлаш ва Катта Қуёш Печининг кўзгули мужассамлаштирувчи тизимларидан фойдаланишнинг функционал имкониятларини кенгайтириш имконини беради. Бу, айниқса, ишчи доғнинг турли шакллари ва мужассамлашган қуёш нурланиши зичлигининг тақсимланишини талаб қиладиган композицион материалларни синтезлашнинг юқори ҳароратли жараёнларида ва янги техника буюмларининг ёруғликка чидамлилигини синашда, хизмат қилиш муддатларини аниқлашда муҳим аҳамиятга эга.

Акс эттирувчи сирт тайёрлаш хатоларини ва кузатиш тизими аниқли-

13

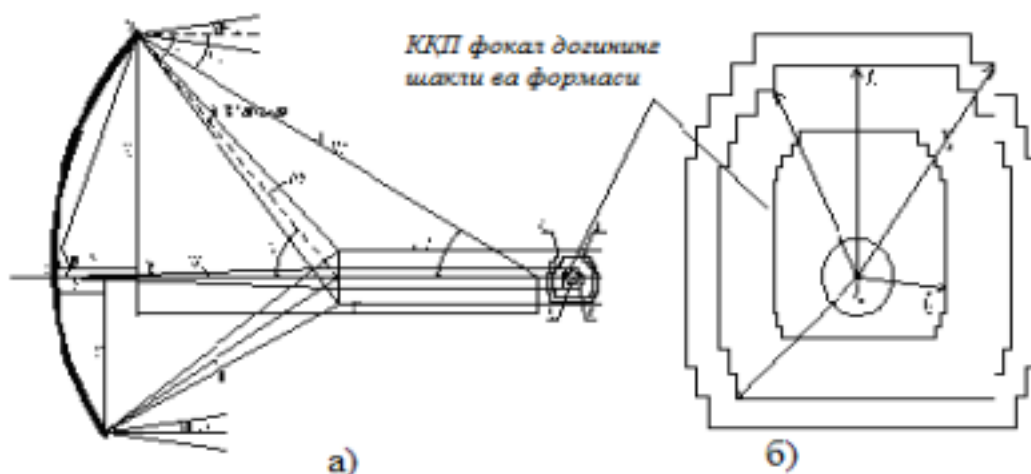


Рис.2. Айрим кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларда фокал доғнинг шаклланиш геометрияси

гини ҳисобга олган ҳолда параболоид шаклдаги кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар ёки коцентратор аниқ зонасининг реал оптик кўрсаткичлари учун шаклландиган фокал доғнинг таркиби ва кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар ўлчамлари мидалига ўхшаган конфигурацияга эга

бўлади.

Катта Қуёш Печи концентратори миделининг конфигурациясини ҳисобга олган ҳолда фокал доғнинг умумий характеристикалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Катта Қуёш Печи концентратори миделининг конфигурациясини ҳисобга олган ҳолда фокал доғнинг умумий характеристикалари

$y_{mi}, \text{ м}$	$y_{i1}=25,4$	$y_{i2}=27,97$	$y_{i3}=27$	$y_{i4}=16,6$	$y_{i5}=27,2$
$x_{mi}, \text{ м}$	8,825	10,830	10,221	3,568	10,295
$\text{tg}U_i/2$	0,7002	0,7756	0,7535	0,4452	0,7562
U_{i0}	70°	$75,6^\circ$	74°	48°	$74,2^\circ$
$r_{0i}, \text{ м}$	0,1256	0,1256	0,1256	0,1256	0,1256
$r_{2i}, \text{ м}$	0,1872	0,2022	0,1969	0,1505	0,1990
$r_{3i}, \text{ м}$	0,5361	0,8111	0,6959	0,2231	0,7486
$r_{4i}, \text{ м}$	0,5570	0,8578	0,7305	0,2266	0,7875

Фокал доғнинг турли кесимларида тақсимланишининг олинган уму мий характеристикалари материаллар ва буюмларни синтезлаш ва ёруғликка чидамлилиги бўйича тадқиқотлар ўтказишда концентраторнинг тегишли қисмида оптимал танловни ўтказиш ва амалга ошириш имконини беради.

Қуёшнинг мужассамлаштирилган нурланиш энергиясидан технологик мақсадларда фойдаланишнинг асосий афзалликлари Қуёш печида олинадиган ҳароратнинг юқори даражаси (абсолют қора жисм учун 3500° С гача), тоза (аралашмаларсиз), инерцион қиздиришсиз, юқори ҳароратли технологияни оксидловчи муҳитда амалга ошириш мумкинлигидан иборат. Шунингдек, эриган ҳолатгача амалда бир лаҳзада етиш, бирикмаларни синтезлаш мумкинлиги ҳам Қуёш печидаги технологик жараённинг

14

анъанавий - қаттиқ фазали ёки кимёвий технологиялардан афзаллигини кўрсатадиган муҳим хусусияти ҳисобланади. Эритмадаги реакция берилган таркибдаги бирикмаларни реакцияда иштирок этмаган дастлабки компонентлар миқдорлари қолдиқларисиз олиш имконини бериши бу матери аллардан тайёрланадиган буюмларнинг хоссаларига жиддий ижобий таъсир кўрсатади.

Катта Қуёш Печи оптик тизимининг бошқа муҳим афзаллиги берилган спектр таркиби, зичлиги ва таъсир кўрсатиш давомийлиги турлича бўлган ёруғлик нурланиши майдонини яратиш ҳисобланади, бу эса машинасозлик,

авиасозлик, ракета-космос саноатида янги техника узеллари ва буюмларининг ёруғлик ҳароратига чидамлилигини синаш имкониятини беради.

Параболоид учун нурланиш энергиясининг зичлиги идеал ҳолатда фокал текисликда $E_c = 6414 \text{ Вт/см}^2$ ни ташкил қилади:

$$E_c = E_{sm} = \frac{R}{4} \left(\frac{L}{T} \right)^2 T \quad (1)$$

бунда $\sigma = 5,62 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(см}^2 \text{ К}^4)$ – Стефан-Больцман доимийси;

$R = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ – Қуёш радиуси;

$L = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$ – Ер билан Қуёш орасидаги масофа.

Ноаниқ концентратор учун фокал доғнинг максимал диаметри қуйидагича аниқланади:

$$d_{\max} = 2 \cdot r_{\max} \quad (2)$$

$$r_{\max} = \frac{f \cdot \tan j}{\cos j} \quad (3)$$

Бу ерда $f=18$; $u_{\max}=75,6^\circ$; $j=16'$; $\Delta\alpha=8'$; $\tan(j+\Delta\alpha)=\tan 24'=\tan 0,4^\circ$; $r_{\max}=18(1,6016)^2 \cdot 0,0069(0,3983-1,5513 \cdot 0,0069)=18 \cdot 0,0176/0,3983-0,0107=0,8578 \text{ м}$.

$$d_{\max} = 2 \cdot r_{\max} = 2 \cdot 0,8578 \text{ м} = 1,7156 \text{ м} \quad (4)$$

Катта Қуёш Печи фокал текислигида энергия тақсимотини экспериментал ўлчовлари ва ҳисоблаш натижалари асосида янги ёндошувлар топилди, қайсики уларни физик трактовкаси, ҳамда фокал доғнинг шаклининг математик ёндошувини ҳисобга олган ҳолда бу тақсимотларни ҳисоблашга эришилди, 2-жадвал.

Бу Катта Қуёш Печининг 62 та $6,5 \times 7,5 \text{ м}$ ўлчамли гелиостатлардан иборат майдонидаги гелиостатлар токчаларининг алоҳида гелиостатларидан

ёйилиш доғи характеристикаларини кузатиш ва ўлчаш имкони борлиги туфайли мумкин бўлди. Кузатиш режимидаги алоҳида гелиостатлар концентраторда айнан муайян гелиостатга тегишли бўлган зонани ёритади. Концентраторнинг фокал текислигида алоҳида гелиостатдан ҳосил бўла-

15

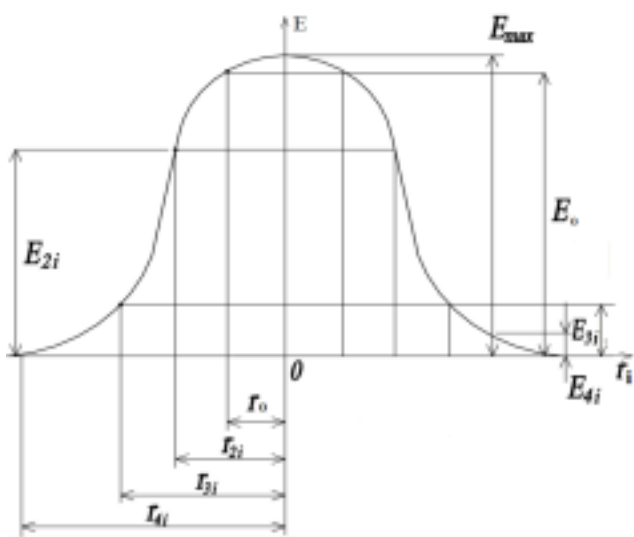
диган ёйилиш доғи эллипс шаклига эга ва бу ҳолат фокал соҳада энергия тақсимланишини ҳисоблашни янгича изоҳлашни таклиф қилиш имконини берди.

2-жадвал

Қуёш радиацияси 800 Вт/м^2 бўлганда барча ҳалқали зоналардан нурланиш оқимининг тўлиқ зичлиги

Т/р	Доғ эллипси радиуслари, r_i , см	E_{rj} – Катта Қуёш Печи фокусида g_i эллипси радиуси зонасида энергия зичлиги, Вт/см^2	E_{rj} – барча ҳалқали зоналардан нурланиш оқимининг тўлиқ зичлиги, Вт/см^2
1	$r_o = 12,56$	473,8	
2	$r_{2i} = 20,22$	195,4	700,5
3	$r_{3i} = 81,11$	16,1	
4	$r_{4i} = 85,78$	15,2	

Катта Қуёш Печи фокал текислигида тўпланадиган нурланиш оқими кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар оқимининг зичлик тақсимооти 3-расмда

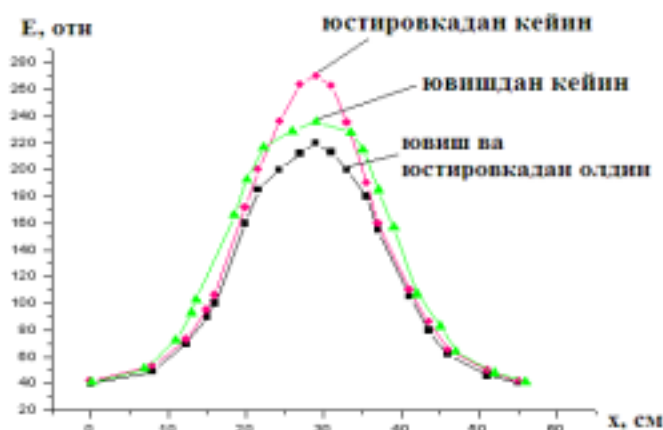


3-расм. Параболид шаклидаги кўзгули- мужассамлаштирувчи тизимлар фокал текислигидаги қуёш нурлари оқимининг зичлик тақсимооти

Концентратор кўзгуларининг 33-гелиостат зонасидан акс эттириш коэффициентининг ўртача қийматлари ювишгача 51% эди, 4 расм. Ювиш вақтида ҳар бир блокдан 8÷10 тадан фацетлар олинди, уларнинг сирти махсус эритма билан тозаланди ва махсус таклиф қилинган оптик услуб билан шакл ҳосил қилинди. Концентратор фацетларининг сирти ювилгач, кўзгуларнинг акс эттириш коэффициенти 70% бўлди. Алоҳида фацет сиртининг ўртача квадратик аниқлиги 5 бурчак минутдан 3 бурчак минутга ўзгарди. Концентратор фацетлари ва гелиостатларнинг акс эттирувчи сиртини ювиш (тозалаш)дан кейин фокал доғнинг энергетик параметрлари жиддий ортди (Катта Қуёш Печининг фокусидан нурланиш оқими энергиясининг максимал қиймати 19,9% га ошди).

16

Концентраторнинг бирламчи юстировкаси мужассам лашган энергия қиймати нинг 23,7% ошишига олиб келади. Концентратор фацетлари “линзасиз телескоп” усули билан юстировка қилинганда мужассам лашган энергиянинг максимал кўрсаткичи 30,4% га ошди. Бунда гелиостат ва концентраторнинг акс эттирувчи сиртининг ўртача квадратура хатоси $\Delta\alpha = 4+4=8$ бурчак минут бўлиши маълум бўлди.



4-расм. 33-гелиостатдан нисбий энергиянинг ювишдан ювишгача ва концентратор “линзасиз телескоп” усули ёрдамида юстировкагача тақсимланиши

Бу тадбирнинг самарадорлигини баҳолаш шуни кўрсатдики, ювиш юстировка ишлари сони 1 йилда бир марта бўлганда Катта Қуёш Печининг эксплуатацияси жараёнида камайган умумий қуввати ўртача 20% га қайта тикланди.

Олинган тажрибавий ўлчаш натижалари ва Катта Қуёш Печи фокал зонасидаги энергия тақсимотини ҳисоблаш асосида, Катта Қуёш Печининг оптик-энергетик ва техник имкониятлари термик жараёнлардаги синтез, масалан, водород ёки электр, иссиқлик энергияларини олишда талаб

қилинадиган юқори энергиялар олиш имкони борлиги кўрсатилди.

Таъкидлаш жоизки, фокал нуктада текисликни концентраторнинг оптик ўқиға перпендикуляр эмас, M_i нуктанинг нормалиға нисбатан перпендикуляр ўрнатишда айрим элементларнинг юстировкаси жараёни соддалашади, шунда элементар тасвир излари фокуснинг устиға кўпроқ аниқликда жойлаштириш мумкин бўлган диаметри $2r_{2i}$ бўлган ихчам доираға айланади.

Янги техника материаллари ва буюмларининг Қуёшдан келаётган нур оқимлари таъсирида эскиришини синаб кўришнинг тезкор методларини аниқлаш ва амалға оширишда синовлар учун талаб қилинадиган Қуёшнинг турли даражадаги зичликда мужасамлаштирилган нур оқимларини яратиш зарурлиги жиддий вазифа ҳисобланади. Бундай шароитлар яратишни Катта Қуёш Печида амалға ошириш жуда қулай.

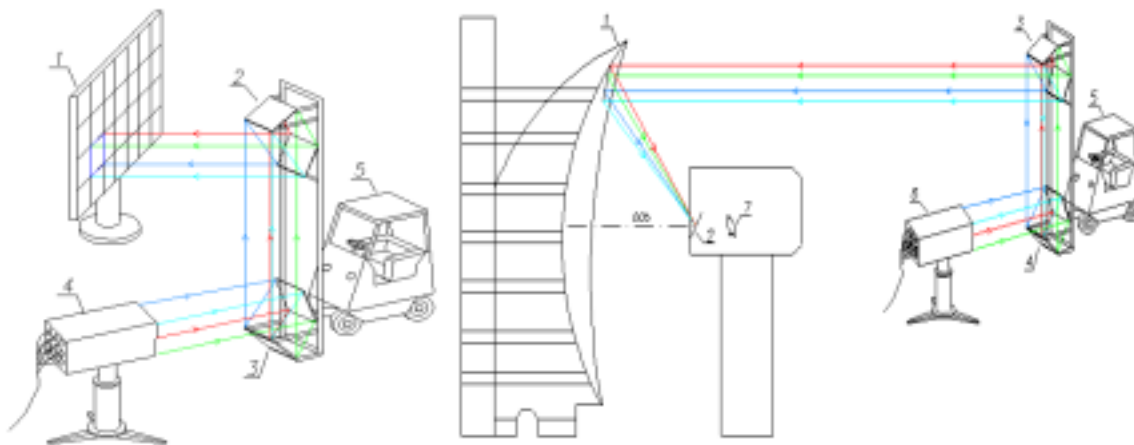
Диссертациянинг «**Кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар оптик геометрик ва оптик-энергетик характеристикаларини назорат ва юстировка қилиш самарадорлигини ошириш**» деб номланган учинчи бобида, концентратор фацетларининг оптик-геометрик ҳамда оптик-энергетик характеристикалари назоратини олиб бориш учун таклиф қилинган усуллар натижалари келтирилган.

17

Катта Қуёш Печининг кўп йиллик эксплуатацияси асосий натижалари таҳлил қилинганда, гелиостат фацетларини автокара негизида махсус 4 дона кўзгули қайтаргичлар асосида йиғилган мослама ва стационар ўрнатилган қуёш нурланиши имитатори ёрдамида юстировка қилишнинг тезкор методикаси фойдаланишға татбиқ этилди. Бу методикадан фойдаланишда илгари қўлланган авторефлексион марка ёрдамида юстировка қилиш методидан фарқ қилган ҳолда концентраторнинг оптик сиртидан гелиостатгача масофа билан боғлиқлик йўқ бўлди, бунинг натижасида об-ҳаво шароитларига боғлиқлик бартараф этилди ҳамда телефон алоқасига зарурат қолмади, иш суръати икки баробар ошди. Юстировка ишлари учун зарур тизим акс эттириш қобиляти 80% дан кам бўлмаган 4 та кўзгудан йиғилган, 5-расм.

5-расмдан кўриниб турибдики, бундай тизим бирламчи нурни 90° га буриш ва уни фацет юзасидаги сиртға йўналтириш имконини беради. Фацетнинг юстировка қилинганлик даражасини қайд қилувчи экранда нур крестчаларининг устма-уст тушиши билан аниқланади.

Катта Қуёш Печининг лойиҳа қувватларига ҳамда максимал оптик энергетик параметрларига етиш мақсадида гелиостатлар ва концентраторнинг юстировка-профилактика ишлари мунтазам ўтказиб борилади. Тадқиқот натижаларига кўра тегишли юстировкадан кейин кўрсатилган пара метрлар ҳисобланганларига максимал даражада яқинлашади.



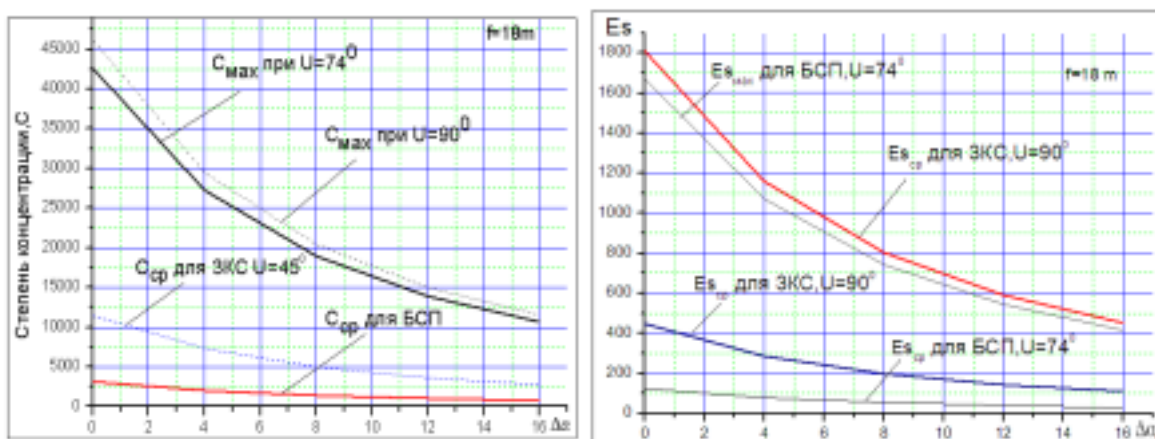
- а) 1-Гелиостат, 2,3-кўзгули қайтаргичлар 3,4- кўзғалувчан кўзгули қайтаргичлар, 5- куёш нурланиши имитатори, куёш нурланиши имитатори, 6-автокара 7-монитор.
 б) 1-Концентратор, 2- кайд килувчи экран,

5-расм. Кўзгу-қайтаргичлар ёрдамида 62 та гелиостатларни ва концентратор фацетларини юстировка қилиш

Фокус масофаси 18 м ва апертура бурчаги 74° га тенг бўлган Катта Қуёш Печи концентратори кўзгулари нур қайтариш юзаси аниқлиги ($\Delta\alpha$)нинг максимал ($C_{\max}$) ва ўртача ($C_{\text{ўрт}}$) концентрацияга боғлиқлигининг кўзгули мужассамлаштирувчи тизим нур қайтарувчи юзасининг аниқлик характеристикасига таъсири ба расмда келтирилган. Катта Қуёш Печи концентратори кўзгулари нур қайтариш юзаси аниқлиги ($\Delta\alpha$)нинг фокал

18

текисликдаги нурланиш оқими зичлиги (E_s)га боғлиқлиги 6б-расмда келтирилган.



а) б)

6-расм. Кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимнинг нурланиш оқими зичлиги ва концентрациясига нур қайтариш юзаси аниқлиги ($\Delta\alpha$)нинг боғлиқлиги

Ушбу методика бир ойда кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимнинг ҳамма 62

та гелиостатларини юстировка қилиш имконини беради ва уларнинг ҳолатини 0,5 бурчак минутгача юқори аниқликда баҳолаш имкониятини таъминлайди.

Концентратор фацетаси бурчак ҳолатини назорат қилишнинг фацет тасвири доғини диафрагмалаш орқали кўриб чиқилди. Диафрагма тирқиши радиусини аниқлаб берувчи формула олинди. Методнинг диафрагма девори қалинлиги ва фацет параметрларини ҳисобга олган ҳолда сонли баҳолаш имкониятлари кўриб чиқилди. Ушбу метод концентраторда ишчи ҳолатида турган фацетани нафақат юстировка ва назорат қилиш, балки фацетанинг геометрик хатолиги ва эгрилик радиусини баҳолаш мумкинлиги кўрсатилди

Диссертациянинг «**Катта Қуёш Печи мисолида қўшма кўзгули мужассамлаштирувчи тизимларнинг функционал имкониятларини кенгайтириш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш**» деб номланган тўртинчи бобида нафақат ўтга чидамли ўта тоза материалларни синтез қилиш ва янги техника узеллари, буюмларининг нурланишга чидамлилигини синаш технологик қурилмаси, балки тунги осмонда Черенков гамма манбаларининг иккиламчи нурланишини топиш, иссиқлик, электр энергияси ва бир вақтда водород олиш ҳамда мужассамлаштирилган нурланиш оқимини лазер нурланишга айлантириш технологияларига ишлов бериш бўйича Катта Қуёш Печида амалга оширилган тадқиқотнинг янги йўналишлари келтирилган.

Техник водород олиш учун Катта Қуёш Печидан фойдаланиш имкониятлари ва у ерда пўлат трубадан ўраб тайёрланган конуссимон кўринишдаги қизитгичда 10 атмосфера босимга ва ҳарорати 700°С гача бўлган туйинган буғ ҳосил қилиш таклиф қилинди.

19

Астрофизик тадқиқотлар ўтказишда 1000 кВт қувватли Катта Қуёш Печи оптик қурилма сифатида тунги осмонда Черенков нурланиши манбаларининг иккиламчи гамма нурларини қайд қилиш имкониятлари натижалари кўрсатилди. Ёруғликни йиғиб берувчи юзасининг катталиги (1800м²) ва юқори аниқликка (~5') эғалиги туфайли Катта Қуёш Печида астрофизиканинг долзарб муаммолари, яъни юқори энергияли гамма квантлар ва оптик барстерлар манбаларини ўрганиш ва қидириб топиш масалаларини ечиш имкониятлари мавжуд.

Катта Қуёш Печи мужассамлаштирилган қуёш энергиясини иттрий алюминийли гранат асосида лазер нурланишига қайта ўзгартиришнинг оригинал технологияси ишлаб чиқилган. Қуёш нурланишини лазер нурланишига самарали қайта ўзгартириш учун Катта Қуёш Печининг оптимал энергетик параметрлари аниқланган. Ишчи ўлчами 6х130мм бўлган ҳар бир Nd:YAG актив элементдан 80 Вт гача қувватли лазер нурлари Катта Қуёш Печининг фокал зонаси марказий қисмида 13х13см юзада қурилманинг 40% қувватидан фойдаланган ҳолда олинди.

Диссертациянинг «**Катта Қуёш Печида турли қувватдаги ва**

давомийликдаги импульслар ҳосил қилиш услубини ишлаб чиқиш» деб номланган бешинчи бобида янги техника материаллари, узеллари ва буюмларининг Қуёш нури оқимининг узоқ вақт таъсири натижасида эски ришини табиий шароитларда Қуёшнинг мужассамлаштирилган нурланиш оқимидан фойдаланиб Катта Қуёш Печининг фокал соҳаси яқинида турли зичликдаги ва давомийликдаги импульслар таъсирини ҳосил қилиш орқали тезкор синаш методикаси ишлаб чиқилди.

Параболоидли кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларнинг фокал зонасида турли давомийликдаги ва қувватдаги импульсларни шакллантириш масаласи кўриб чиқилди. Қурилмани унга ўрнатилган материал билан концентратор фокусига нисбатан силжитиш импульсни амалга оширишни таъминлайди. Аммо импульсни шакллантиришнинг бундай усули им пульсларнинг кичик таъсир вақти бўйича экспозицияни амалга ошириш мураккаблиги туфайли синалаётган материални концентратор фокусига нисбатан силжитадиган қурилмани конструктив жиҳатдан ишлаб чиқиш имконини бермайди.

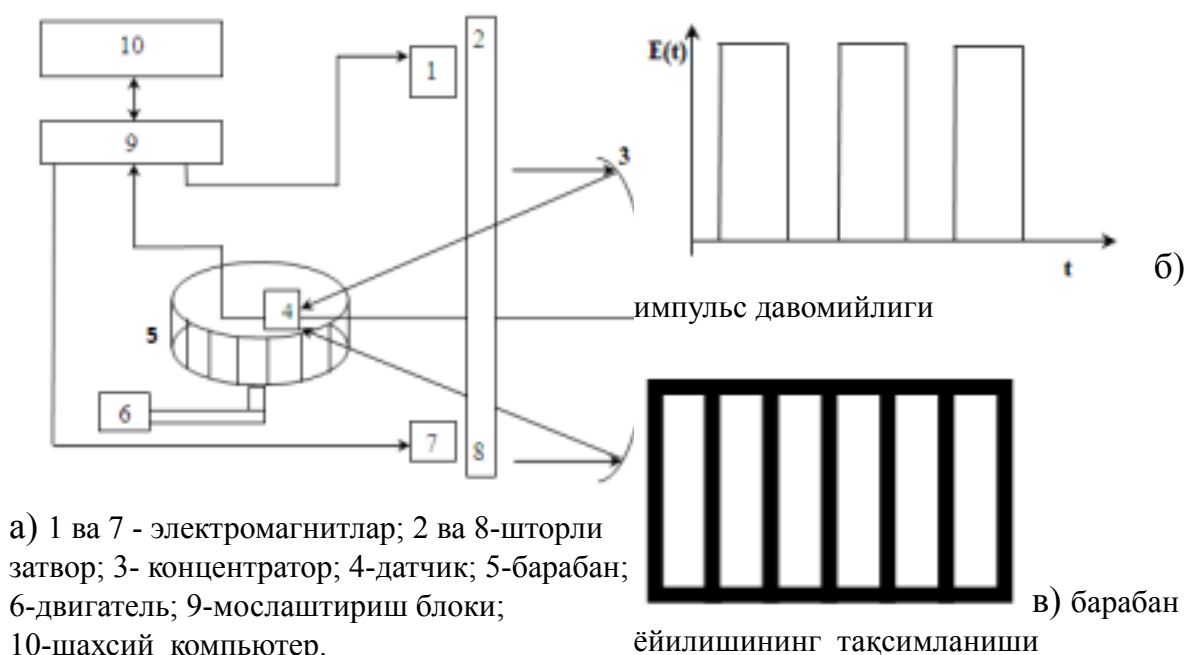
Затворлар - экспозиция вақтини бошқарувчи қурилмалар, лекин улар фокал доғ бўйича нурланганликнинг бир текис тақсимлашини бошқаришни амалга ошира олмайди. Таъкидлаш жоизки, затворлар қолган барча талаблар бўйича фокусловчи концентратордан йиғилиб келаётган оқим учун импульсларни шакллантиришнинг энг рационал усули ҳисобланади.

Айрим масалаларни ҳал қилиш учун синалаётган материал сиртидаги нурланиш оқими зичлигини тез ўзгартириш талаб қилинади. Бу ҳар хил турдаги регуляторлар ёрдамида амалга оширилади. Бунда энергия оқимини бошқаришда материал ҳароратини ошириш ёки пасайтириш мумкин.

Таҳлиллар натижаси Катта Қуёш Печи учун нурланиш оқими зичлигини фокал зонанинг орқасида жойлаштириладиган механик затворлар

ёрдамида бошқариш усуллари, бунда тўсиш қатъий симметрик бўлиши энг кераклигини кўрсатди.

7-расмда затворли параболоид концентратор ишлашининг оптик схемаси келтирилган.



8-расм. Ҳар хил қувватга ва давомийликка эга импульслар олиш қурилмаси

Катта Қуёш Печи негизида нодир ихтисослаштирилган синов стенди яратилган. Кучли ёруғлик оқимлари таъсирида материаллар хусусият ларининг синовлари ёки тадқиқотларини ўтказиш учун ишлаб чиқилган усуллар ва махсус ёруғлик затворлари ёрдамида аввал намуналар жой лашган жойда талаб қилинадиган ёруғлик оқимининг тақсимланиши ҳосил қилинади. Бу вақт майдонининг ўзгариши қонунлари, яъни ёруғлик им пульсининг шакли ёруғлик импульсини шакллантирувчи затвор ёрдамида берилади. Синаладиган намуналар ўлчами 1 метргача бўлиши мумкин.

Стендда турли параметрларга эга ёруғлик нурланишини имитация қилиш мумкин. Фокал зонада ўрнатилган намуна берилган ёруғлик нур ланиши таъсири остига олинади, унинг характеристикалари ва намуна ларнинг тадқиқ қилинаётган хусусиятлари ишлаб чиқилган ихтисослаш тирилган синов стендининг ўлчаш ва қайд қилиш тизимида ўлчанади ҳамда қайд этилади.

Фокал олди текисликларида кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимнинг талаб этиладиган қувватга ва давомийликка эга импульсларини ҳосил қилишнинг турли методлари таҳлил қилинди. Шторли ва роторли-тирқишли затворлар ёрдамида фокал орти текислигида кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимнинг турли қувватга ва давомийликка эга импульсларини ҳосил қилишнинг энг оптимал варианты таклиф этилди.

Ўлчами 1 метргача бўлган синалаётган буюмлар учун Катта Қуёш Печига шторли ва роторли-тирқишли затворларнинг зарур конструкциялари ишлаб чиқилди ва уларнинг фокал текисликка нисбатан жойлашиши аниқланди. Ҳимоя қобиғининг трекинг-эрозион чидамлилигини синаш учун 8 та стерженли полимер изоляторлар тақдим қилинди.

Изолятор волокнит стерженли ва яхлит қуйилган қобик кўриниши даги химоя қопламали изоляция баландлиги 450 мм ва оқиб чиқиб кетиш йўли узунлиги 1300 мм бўлган комбинациялаштирилган конструкциядан иборат. Намуналарнинг тутиб турувчи стержени учлари охирига стандарт металл “сопли-ҳалқалар” монтаж қилиб ўрнатилган.

3-жадвалда стерженли полимер изоляторлар синовини ўтказиш учун тайёрланган воситалар келтирилган.

3-жадвал

Стерженли полимер изоляторлар синовини ўтказиш учун тайёрланган воситалар

Т/р	Номи	Сони	Техник кўрсаткичлари
1	Туман камераси	1	Ҳажми – 1,1 м ³
2	Юқори вольтли 2,5/50 кВ кучла нишли синаш қурилмаси	1	Номинал кучланиш 50 кВ, номинал қуввати 2,5 кВА
3	Компрессор СО-7Б	1	Босим 7 атм гача
4	NaCl эритмаси солинган идиш	1	Гудрон билан қопланган металл бак -0,3 м ³
5	Киловольтметр С-196	1	Ўлчаш чегаралари 7,5; 15; 30 кВ
6	Форсункалар	2	ГОСТ 10390 га мос келади
7	Юқори вольтли резистор КЭВ-20	47	Қаршилиқ, 47 Мом±10%

Ишни бажариш учун махсус туман камераси ишлаб чиқилиб, тайёрланди. Камера 85x80x150 см ўлчамли, унинг каркаси бурчак шаклидаги металл стерженлардан, асоси пўлат тунукадан, ён деворлари ва томи листли гетинаксдан, орқа девори органик ойнадан, олд девори ҳам эшикча учун ўрин қолдирилган органик ойнадан тайёрланди. Камеранинг асоси гудрон билан қопланди. Камера синалаётган намуналарни осиб қўйиш учун иккита ҳалқасимон шиналар билан таъминланди. Қурилманинг эритма учун баки ва ҳаво келтирувчи элементлари зангламайдиган материаллардан тайёрланади; идиш гудронланган қопламали металл тунукадан; тақсимлагичлар зангламайдиган пўлатдан; форсункалар ва кранлар латундан; коммуникациялар юқори босимли резина шланглардан тайёрланади.

Таъкидлаш керакки, оралиқ таянчларда ер текислигига нисбатан тик ўрнатиладиган стерженли полимер изоляторларининг цилиндр қисмига эксплуатация шароитларида куёш нурлари куёш чиқишида ва ботишида тушади, куннинг бошқа ёруғ вақтларида эса фақат қобирғалар юқори сиртининг бир қисми нурланади. Шунинг учун гелиоқурилмада стерженли полимер изоляторларининг цилиндр қисмига берилган нурлантириш доза лари, масалан, изоляторнинг эксплуатация шароитларида 2÷2,5 йил ишла

тилганига эквивалент 10 ккал/см^2 , яъни изоляторга жами $300 \div 350 \text{ ккал/см}^2$ қуёш радиацияси таъсирига тенг.

Нурлантириш ҳамда туман камерасида синаш олдидан изоляторлар ҳимоя қопламасининг гидрофоблиги кўрсаткичи «Юқори кучланишли линияларда полимер изоляторларни қўллаш» усули бўйича аниқланди, 9- расм.

23



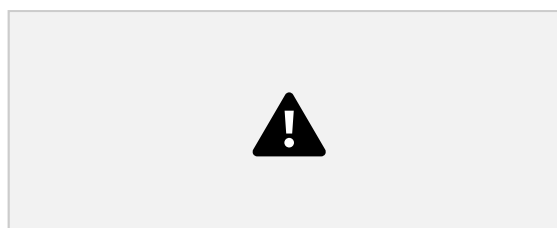
а) трекинг-эрозион чидамлилигини тезкор

синашдан кейин б) қуруқ зоналари ёпиб қўйилганда ёйли разрядлар таъсирида

9-расм. Полимер изоляторлар намуналарининг турли хил синовлар таъсирида бузилиш фрагментлари

Ушбу нормага мос равишда янги полимер изоляторларда (тайёрлангандан сўнг) ҳўлланиш бурчаги 80° дан кам бўлмаслиги шарт, фойдаланилаётган изоляторларда бу кўрсаткич бошланғич қийматларга, яъни изоляторларни эксплуатацияга киритишдан олдин ўлчанган қийматларга нисбатан 30% гача камаяди.

Синовлар натижасида маълум бўлдики, стерженли полимер изоляторлар ҳимоя қобиғининг қопламаси етарлича юқори гидрофобликка эга – синашгача сиртки қатламининг ҳўлланиш бурчаги $100 \div 110^\circ$ га тенг бўлди, қуёш радиацияси билан тезкор синовлар вақтида дастлабки ўлчангандан $6 \div 15\%$ га пасайди ва $75 \div 95^\circ$ ни ташкил қилди. Бундан ташқари “Raychem” фирмаси томонидан тайёрланган стерженли полимер изоляторларнинг ҳимоя қобиғи қопламаси юқори гидрофобликка эга бўлиши билан бирга сиртидаги қисман разрядлар таъсирига ҳам етарлича чидамли.





10-расм. Полимер изолятори намуналари трекинг чидамлилиги ўзгаришининг турли омилларга боғлиқлиги

24

Кутиладиган хизмат муддатини аниқлаш учун 10-расмдаги боғлиқлик эгри чизиқларини қобиғи бошқа турдаги материаллардан бўлган исталган кучланиш классдаги (10÷500 кВ) полимер изоляторлар учун таъсир кўрсатувчи омил параметрларининг ҳам кичик, ҳам катта миқдорлари учун экстраполяциялаш кифоя.

Боғлиқлик эгри чизиғи $K\eta=f(\eta)$ муҳандислик ҳисоб-китоблари учун етарлича аниқликда қуйидаги эмпирик формула билан аниқланади:

$$K(\eta) = B(\eta)^{-m} \quad (6)$$

Бу ерда $B = 9,5$ ва $m=0,8$.

Таҳлиллар натижаларига кўра 8б-расмдаги боғлиқлик қуйидаги эмпирик формула билан аниқланади:

$$K_Q = (AQ\tau + 1)^{-1} \quad (7)$$

Бу ерда A – доимий катталик, унинг изоляторлар учун 0,001 га тенг эканлиги аниқланди;

Q – изоляторни эксплуатация қилинадиган ҳудуд учун бир йиллик жами қуёш радиацияси, ккал/см²;

τ – изоляторни эксплуатация қилишнинг Давлат стандарти бўйича меъёрий муддати 25 йил.

ХУЛОСА

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим қилинди:

1. Акс эттирувчи сиртида ноаниқликлар бўлган тор апертурали фацетлар тасвири доғининг таркибини ҳисоблаш таҳлили, жумладан, фацетдан келаётган оқимни диафрагмалаш билан илк бор ўтказилди. Ўтказилган таҳлил асосида нурланиш тақсимланиши ўзгаришининг ноаниқликлар геометрияси ва фацет эгрилиги радиуси ҳамда юстировка камчиликларига боғлиқлиги қонуниятлари аниқланди.

2. Кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлардан фойдаланиш даврида апертура бурчаги ўзгаришини ва тайёрлаш аниқлигини ҳисобга олувчи методика таклиф қилинди, кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимларнинг концентрацияси соҳасида нурланиш оқими зичлиги тақсимланишини ўлчаш учун экспериментал натижаларни кўпроқ аниқликда тавсифловчи аналитик ифода топилди.

3. Алоҳида элементлар-фацетлар, қўшма кўзгули-мужассамлаштирувчи тизимлар зоналари ҳамда миделнинг мураккаб шаклига эга бўлган бутун концентраторнинг акс эттирувчи сиртидан фокал доғнинг оптик геометрик ва оптик-энергетик характеристикаларини ҳисоблаш усуллари таклиф қилинди.

4. Ўн минглаб фацетлардан ташкил топган йирик ўлчамли кўзгули мужассамлаштирувчи тизимларнинг таркибий элементларини юстировка қилишнинг тезкор ва самарали замонавий усуллари таклиф қилинган. Фокал

25

доғнинг оптик-энергетик характеристикаларини ўлчаш учун стендлар ҳамда 62 та гелиостатларнинг 12090 та фацетларини ва Катта Қуёш Печи концентраторининг 10700 та фацетларини юстировка қилиш учун аппаратура яратилди.

5. Иссиқлик, электр энергияси ва бир вақтда водород олиш учун 700°C ҳароратгача қиздирилган ва зичлиги 10 атмосфера босимигача бўлган сув буғи олиш учун Қуёш нурланиш оқимининг самарали махсус қабул қилгичи ишлаб чиқилди.

6. Фокал текисликда алоҳида гелиостатлардан, гелиостатлар майдо нидан, Катта Қуёш Печи концентратори фацетларидан ва бутун концентратордан ёйилиш доғининг ҳолатини тезкор ва кўпроқ ахборотли қайд қилиш методикалари таклиф қилинган, буни таъминловчи кўп каналли қайд қилиш экрани бўлган иккита ўқда айланадиган махсус қурилма ишлаб чиқилди.

7. Катта Қуёш Печининг фокал текислиги олдида кўзгули-мужасамлаштирувчи тизимлардан турли узунликдаги ва зичликдаги импульс ларни шторли-роторли тирқишли затворлар ёрдамида ҳосил қилиш учун махсус усули ва қурилмаси мукаммаллаштирилди.

8. Изолятор элементларининг хизмат муддатини аниқлаш учун қуёш нурлари таъсирида полимер материалларни синаш методикаси ишлаб чиқилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ,
ИНСТИТУТЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ,
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ _____**

ИНСТИТУТ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

МАМАТКОСИМОВ МИРЗАСУЛТОН АБДУРАИМОВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕРКАЛЬНО-КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ СИСТЕМ
БОЛЬШОЙ СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ И ДРУГИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ**

УСТАНОВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

05.05.06 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc) ДИССЕРТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2017

27

Тема докторской (DSc) диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2017.1.DSc/T8.

Диссертация выполнена в Институте материаловедения.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета (<http://fti-kengash.uz/>) и на Информационно образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный консультант: Абдурахманов Абдужаббар,

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Искандаров Зафар Самандарович,

доктор технических наук, профессор

Исманжанов Анваржан,

доктор технических наук, профессор

Койшиев Темирхан Косыбаевич

доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: Ферганский Политехнический институт

Защита состоится «___» _____ 2017 г. в ___ часов на заседании Научного совета

DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 при Физико-техническом институте, Институте Ионно-плазменных и лазерных технологий, Самаркандском государственном университете по адресу: 100084, г.Ташкент, ул. Бодомзор йули, 2б. Тел./Факс: (+99871) 235-42-91, e-mail: lutp@uzsci.net.

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Физико-технического института за № 04, с которой можно ознакомиться в ИРЦ по адресу: 100084, г.Ташкент, ул. Бодомзор йули, 2б. Тел./Факс: (+99871) 235-30-41.

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2017 года
(протокол рассылки ___ от _____ 2017 года).

С.Л. Лутпуллаев

Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.ф.-м.н., профессор

А.В. Каримов

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.ф.-м.н., профессор

С.А. Бахрамов

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
д.ф.-м.н., профессор

28

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировой практике в области использования Солнечной энергии одним из перспективных направлений для получения тугоплавких и высокотемпературных материалов является повышение эффективности зеркально-концентрирующих систем, обеспечивающих поддержание проектных мощностей в рабочей зоне Солнечных печей. В этом аспекте разработка способов и путей повышения точности юстировки зеркально-концентрирующих систем солнечных печей является одной из важнейших задач.

Разработке методов непрерывного контроля и управления параметрами энергетических установок за счет оптимизации конструкций зеркально-концентрирующих систем учеными нашей страны уделено особое внимание. В этой области по разработке однозеркальных солнечных высоко-температурных технологических установок для производства композиционных материалов и реализации высокотемпературных технологических процессов синтеза,

а также по солнечным печам, выполненным по двухзеркальной схеме, достигнуты ощутимые результаты.

Увеличение производительности и улучшение качественных показателей солнечных энергетических установок путем прецизионного ориентирования зеркально-концентрирующих систем в рабочую зону Солнечных печей имеет важное значение для снижения потерь энергии. В этом аспекте разработка новых, усовершенствованных методов расчета оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик распределения лучистого потока в фокальной плоскости солнечных установок; ориентирование стационарных концентрирующих систем; проведение расчетно-экспериментальных разработок с целью более эффективного использования зеркально-концентрирующих систем со сложной конфигурацией миделя и их совместной работы с гелиостатами при различных вариантах подключения; стандартизация и унификация расчетных моделей; создание пилотных образцов энергетических установок на основе зеркально-концентрирующих систем считается одними из важных задач. Научно-исследовательские работы, проводимые в выше приведенных направлениях, указывают на актуальность темы данной диссертации.

Настоящая диссертация в определенной мере служит для реализации задач, определенных Указом Президента Республики Узбекистан от 1 марта 2013 года №УП-4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» и Постановлением Президента Республики Узбекистан от 1 марта 2013 года №ПП-1929 «О создании Международного института солнечной энергии», в котором отмечается, что одними из важнейших задач являются разработка и внедрение в практику современных высокоэффективных способов, технологий и установок использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование

29

выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан – IV «Развитие методов использования возобновляемых источников энергии, создание технологий и устройств на основе нанотехнологий, фотоники и других передовых технологий».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации¹. Научные исследования в области зеркально-концентрирующих систем проводятся в ведущих центрах, институтах и университетах ведущих стран, в том числе в Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии (NREL, США), в Научном центре, где расположена аналогичная Большая Солнечная Печь (SNRC, Франция), Германском аэрокосмическом центре (DLR, Германия), Институте Вейсмана (Израиль), Platform de Almeria (Испания), Всероссийском научно-исследовательском институте электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ, Россия), Институте высоких температур

Российской Академии наук.

В результате исследований, проведенных в мире, по разработке зеркально-концентрирующих систем в солнечной энергетике, в части энергоустановок с концентраторами лучистой энергии, получены ряд научных результатов, в том числе, применением параболоцилиндрических длинных отражателей в виде желоба фирмой Loose Industries на солнечно-газовой электростанции в Калифорнии, упрощена система слежения за солнцем; также интенсивные работы ведутся по солнечным электрическим станциям, самый большой возводимый проект в этой области на сегодняшний день это «Ivanpah Solar Electric Generating Station 392 MWt» в южной Калифорнии (США), в нем 170000 зеркал направлены на башню для фокусировки света; разработаны проекты по концентрированию солнечной энергии в 1000 раз, самый большой проект в этой области это 100 МВтный проект, осуществляемый в Раджахстане от Avera Solar; компания «Stirling Solar Energy» разрабатывает солнечные коллекторы крупных размеров - до 150 кВт с двигателями Стирлинга, где количество используемых параболических коллекторов намечено довести до 20 000.

В настоящее время проводятся теоретические, технические и технологические научно-исследовательские работы по повышению эффективности зеркально-концентрирующих систем, разработке экономичных солнечных концентраторов, совершенствованию методов юстировки гелиостатов. Эти системы используются, например, для получения чистых высокотемпературных металлов и керамических изделий, изоляторов на основе местного сырья.

Степень изученности проблемы. В мировой практике доминируют в основном три типа конструкции концентраторов солнечного излучения: параболоцилиндрический, параболоид вращения и плоско-линейные концен-

¹Обзор международных научных исследований по теме диссертации проведен на основе: The National Labs: Science in an American System, 1947-1974. [1], 2003, ISBN 0-674-00948-7; "France's research agency splits up". *Nature*. 453 (7195): 573. doi:10.1038/453573a. PMID 18509403; <http://www.circuitodealmeria.com/en/contact.htm>; и др. источников.

траторы. В каждом из этих направлений ведутся исследования по повышению эффективности их эксплуатации.

Работы зарубежных ученых, таких как У. Бекман, Дж. Даффи, Антонио Луки, С. Клейн, М. Колларес-Перейра, Б. Лю, посвящены теоретическим и практическим аспектам прямого преобразования и использования солнечной энергии с помощью концентрирующих систем.

В настоящее время функционируют Большие Солнечные печи мощностью 1000 кВт, предложенные Ф. Тромбом во Франции (Одейо, 1969 г.), а также в Узбекистане, разработанная под руководством академика С.А.Азимова. Проблемы развития Солнечной энергетики начинают получать широкое распространение, в частности, в США, Испании, Индии, Японии и других странах.

До сегодняшнего дня в развитие солнечных концентраторов в Российской Федерации определенный вклад внесли академики И.В. Баум, Д.С.Стребков, профессора Р.Р. Апариси, Д.И.Тепляков, О.И. Кудрин, В.А.Грелихес, Т.К.Койшиев, О.С.Попель, каждый из которых развивал различные конструкции концентраторов в соответствии со своими целевыми установками и задачами. О.С. Попель исследовал возможности использования ресурса солнечной радиации в различных регионах Российской Федерации, а также изучал возможность использования солнечной энергии для нагрева различных теплоносителей до нужных температур с использованием концентрированного лучистого потока Солнца.

В Узбекистане (Паркент, 1987 г.) Большая Солнечная Печь используется как научная и полупромышленная установка для исследования и производства огнеупорной и сверхпрочной керамики, сверхчистых материалов и реализации различных технологических процессов, связанных с лучистым нагревом. Большая Солнечная Печь в период с 2002 по 2015 гг. в Паркенте прошла большую модернизацию по расширению ее функциональных возможностей для решения как научных, так и практических задач. В частности, академик Р.А.Захидов, доктора наук Ш.И.Клычев, С.Ф.Эргашев и А. Абдурахманов внесли определенный вклад в развитие и методам исследования (И.И.Пирматов, Ю.Б.Собиров, Р.Ю.Акбаров) зеркально концентрирующих систем. Под научным руководством А. Абдурахманова были разработаны технологии, обеспечивающие решение научно-технических проблем во время эксплуатации Большой Солнечной Печи. Разработаны однозеркальные и двухзеркальные энергетические установки для синтеза высокотемпературных материалов.

Несмотря на большое количество исследований, проведенных до настоящего времени, остаются нерешенными проблемы поддержания проектной мощности Большой Солнечной печи и очистки зеркал, совершенствования методов юстировки гелиостатов и концентратора.

Связь темы диссертации с научными исследованиями научно-исследовательской организации, где выполнена диссертационная работа.

Диссертационная работа выполнена в Институте материаловедения в рамках Государственной программы научно-исследовательских работ РУз №

31

А-12-014 на тему «Разработка комбинированной полупромышленной установки для получения водорода, электрической и тепловой энергии с использованием БСП» (2006-2008 гг.), проекта ФА-Ф2-Ф040 «Поиск новых физико-технических методов, функциональных материалов и исследование закономерностей эффективного преобразования энергии солнечного излучения в другие виды энергии» (2007-2011 гг.) и проекта ФА-А13-Ф026 «Расширение функциональных возможностей БСП для осуществления оптимальных технологических режимов и преобразования солнечной энергии» (2009-2011 гг.), а также проекта А4-ФА-0-11780 «Разработка высокоэффективных зеркально-концентрирующих систем и на их базе

изготовление солнечных высокотемпературных автономных энергетических установок для выработки электрической, тепловой энергии мощностью $3\div 20$ кВт» (2012-2014 гг.), а также проекта ФА-А4-Ф031 «Разработка методики и стенда для испытаний стойкости материалов и изделий к солнечному излучению» (2015-2017 гг.).

Целью исследования является повышение эффективности зеркально концентрирующих систем технологического и энергетического назначения Большой Солнечной Печи мощностью 1000 кВт с учетом несимметричности конструкции концентратора.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи исследования**:

развитие численных и аналитических моделей концентрации солнечного излучения в концентраторах солнечных технологических установок и исследование их концентрирующих характеристик;

разработка ускоренной методики юстировки концентратора и гелиостатов Большой Солнечной печи в условиях эксплуатации; развитие и реализация методики формообразования facets;

выявление технических возможностей применения Большой Солнечной печи для целей решения астрономических задач, лазерной техники и испытания композиционных материалов на стойкость солнечному излучению;

уточнение модели солнечного концентратора с учетом потерь лучистого потока в фокальной плоскости за счет несимметричности его конструкции.

Объектом исследования является Большая Солнечная Печь тепловой мощностью 1000 кВт, включающая гелиостаты, концентратор солнечного излучения и технологическую башню.

Предмет исследования – методы контроля и юстировки зеркально концентрирующих систем и технические аспекты согласования расчетных и эксплуатационных параметров Большой Солнечной Печи.

Методы исследования. В работе применены методы аналитической математики, геометрической оптики, основы методологии физической оптики, а также основы термодинамики и теплотехники, методики юстировки отдельных элементов составных крупногабаритных зеркально-концентрирующих систем, методики измерения оптико-энергетических характеристик.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

развита модель концентрирования солнечного излучения в двухзеркальных системах учитывающая всего объема оптико-геометрических параметров концентратора и движения Солнца на концентрирующие характеристики;

предложена методика расчета распределения плотности лучистого потока в области концентрации от отдельных зон крупногабаритных зеркально концентрирующих систем со сложной конфигурацией миделя более точно описывающая экспериментальные результаты;

разработан алгоритм и программа расчета концентрации солнечного излучения от отдельных гелиостатов Большой Солнечной Печи с учетом затенения солнечных лучей гелиостатами;

развит способ формообразования facets концентратора оптическим путем, обеспечивающий повышение производительности технологического процесса;

предложены новый способ юстировки facets концентратора, так называемый метод «безлинзового телескопа» и устройство, отличающееся эффективностью в отличие от метода «наложения пятен изображения».

впервые предложены методы контроля геометрической точности отражающей поверхности как отдельных элементов – facets, составных зеркально-концентрирующих систем, так и цельных концентраторов лучистого потока;

усовершенствована специальная методика и аппаратура для создания импульсов различной длительности и плотности околофокальной плоскости зеркально-концентрирующих систем Большой Солнечной Печи с помощью шторно-роторных щелевых затворов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны методы контроля оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик, а также способы юстировки крупногабаритных составных зеркально-концентрирующих систем, и проведена их апробация и испытания при подборе оптимальных условий эксплуатации Большой Солнечной Печи;

предложенный в диссертационной работе комплекс новых подходов проектирования гелиотехнических установок является универсальным и может применяться для решения задач по повышению эффективности преобразования солнечного лучистого потока в аналогичных устройствах с зеркально-концентрирующими системами.

Достоверность результатов исследований подтверждается применением стандартного программного обеспечения для анализа, исследования и синтеза проведенных экспериментальных исследований и опытно-промышленными проверками созданных энергетических и технологических установок и испытательных стендов. Соответствие результатов подтверждено сравнительным анализом с результатами других авторов, интерпретацией в рамках существующих физических методологий и опытом эксплуатации созданного оборудования.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Полученные результаты расширяют и углубляют круг представлений о зеркально-концентрирующих системах различной конфигурации. Приведенные в диссертационной работе результаты являются новыми и важными. Они использованы при эксплуатации ряда установок (Большая Солнечная Печь в Паркенте и ряда других имитационных и зеркально-концентрирующих

систем солнечного лучистого потока) и могут быть использованы при разработке энергетических и технологических установок.

Внедрение результатов исследования. На основе разработанных методов и устройств, предназначенных для повышения эффективности зеркально-концентрирующих систем технологического и энергетического назначения Большой Солнечной Печи:

разработанное «Устройство для испытания полимерных материалов к воздействию солнечного излучения» внедрено в АО «Средаэнергопроект» для определения срока службы высоковольтных полимерных изоляторов на напряжения 110÷500 кВ в климатических условиях Республики Узбекистан (справка АО «Средаэнергопроект» от 12 апреля 2016 года). В результате внедрения устройства определены сроки замены полимерных изоляторов и тем самым обеспечена бесперебойная работа линий электропередачи;

предложенные способы расчета оптико-энергетических характеристик и фокального пятна на отражающей поверхности целого концентратора, имеющего форму сложного миделя, а также эффективные и ускоренные методы юстировки составных элементов зеркально-концентрирующих систем, состоящих из 10 тысяч facets зеркально-концентрирующих систем использованы для повышения эффективности разрабатываемых концентраторов Научно-производственным объединением «Академасбоб» при выполнении гранта № A12-006 «Катта қуёш печи оптик ва энергиявий хусусиятларини ўрганиш мақсадида иккиламчи концентрловчи тизимларни ишлаб чиқиш ва яратиш» (Справка ФТК-02-13/76 Комитета по координации развития науки и технологий Республики Узбекистан от 20 января 2017 года). Использование научных результатов позволило разработать вторично концентрирующие системы.

учеными из Канады в обзорной статье, посвященной получению водорода, (Zhaolin Wang and G. F. Naterer. Integrated fossil fuel and solar thermal systems for hydrogen production and CO₂ mitigation. International Journal of Hydrogen Energy 39(26) February 2014 with 14 Reads DOI: 1016/j.ijhydene.2014.01.095, IF) на основе анализа статьи (Abdurakhmanov A.A., Mamatkosimov M.A., Paizullakhanov M.S., Saragoza G. Solar technologies in Uzbekistan: state. properties, and perspectives of development. Applied Solar Energy, 2012, Vol.48, –P. 84-91.) отмечено, что преобразование парового метана может иметь меньше затрат при использовании солнечной тепловой энергии, сфокусированной Большой солнечной печью действующей в Узбекистане и рассчитанной на получение ~ 3000 градусов Цельсия в фокальном фокусе с диаметром 40 см;

в условиях истощения запасов топлива привлекательными являются высокотемпературные методы производства материалов типа функциональной керамики и циркония (Abdurakhmanov A.A., Mamatkosimov M.A., Paizullakhanov M.S., Saragoza G. Solar technologies in Uzbekistan: state.

properties, and perspectives of development. Applied Solar Energy, 2012, Vol.48, –P. 84-91.) следуя этому примеру учеными из Японии и Китая за счет использования Солнечного излучения, сконцентрированного линзой Френеля, получены образцы кремния из золы (K. Hatakeyama, H. Kaneko, and K. Nishioka. Formation of Silicon from Shirasu Volcanic Ash Using Solar Furnace / International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing, Vol. 4, No. 2, May 2016, p.152-155).

для солнечных модулей с параболоцилиндрическими концентраторами (Abdurakhmanov A.A., Kuchkarov A., Mamatkosimov M.A., and Akhadov. The optimization of the optical-geomtric characterictics of mirror concenting systems. Applied Solar Energy, 2014, Vol.50, #4,–P. 244.) учеными из России проведено математическое моделирование (V.A. Maiorov, S.N. Trushevskii, and L.N. Lukashik. Study of the Optical-Energy Parametrs of Planar-Type Radiation Receivers in the Structure of Photoelectrical Moduies with Parabolic-Cylinder Concentrators. Applied Solar Energy, 2015, Vol.51, #3–P. 209-213.) для создания агоритмов расчета конструкции теплофотозлектрического модуля с заданными энергетическими параметрами с использованием законов геометрической оптики, а также тепло- и массообмена.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены, в том числе, на 3 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 22 научных работ, из них 12 статей, в том числе 4 на английском языке, 1 монография, 7 трудов конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Работа содержит 198 страниц машинописного текста, включая 42 рисунков и 12 таблиц.

сертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект, предмет и методы исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, приведены обзор международных научных исследований по теме диссертации, степень изученности проблемы, изложена научная новизна исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены краткие сведения о внедрении результатов, представлены результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Особенности разработки, создания и повышения эффективности эксплуатации зеркально-концентрирующих систем энергетического и технологического назначения»** приведен анализ методов расчета зеркально-концентрирующих систем, являющихся основой солнечных энергетических установок и станций. Показана возможность повышения коэффициента полезного действия, традиционно используемых технологий преобразования солнечной энергии. На основе анализа имеющихся теоретических и экспериментальных данных сформулирована постановка задачи.

Во второй главе **«Разработка методики расчета оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик составных зеркально-концентрирующих систем со сложной конфигурацией мишеней»** автором предложен новый метод расчета оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик сформированного фокального пятна зеркально-концентрирующих систем от отдельных фацет с реальными точностными и юстировочными характеристиками и зон концентратора со сложной конфигурацией.

Анализ существующих методик расчёта, разработка, изготовление и многолетняя эксплуатация крупногабаритных составных зеркально-концентрирующих систем (на примере БСП) и имитаторов солнечного лучистого потока различной плотности показали необходимость создания методик расчета оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик, более точно описывающих получаемые, изменяющиеся с течением времени, экспериментальные результаты. Кроме того, необходимо было определить влияние различных факторов, связанных с изменяющимися с течением времени эксплуатационными допусками, на точностные характеристики отражающей поверхности, как отдельных фацет, так и на юстировки их в конкретной зоне концентратора, работающего отдельно от 62 гелиостатов на примере БСП. Решение вопросов эксплуатационного контроля оптико-энергетических характеристик концентраторов требует рассмотрения ряда задач. В первую очередь это задачи определения критериев оптико-геометрического качества фацеты как составного элемента концентратора и, соответственно, допусков на её характеристики. Рассмотрение этих задач и разработка на этой основе методов контроля параметров, юстировки фацет и концентратора в целом

экспериментального определения степени концентрации C , $C_{\text{ср}}$ и $C_{\text{опт}}$ необходимо измерение распределения энергии в фокальной плоскости $E(x, y, z = f)$.

Расчетные и экспериментальные определения распределения энергии являются наиболее важными особенно для зеркально-концентрирующих систем технологического назначения. Структура пятна рассеяния от отдельной зоны отражающей поверхности зеркально-концентрирующих систем анализируется на основе модели расчета распределения плотности лучистого потока от различных источников излучения (Солнце, имитационные излучатели) на плоскости лучевоспринимающей поверхности приемника-преобразователя зеркально-концентрирующих систем.

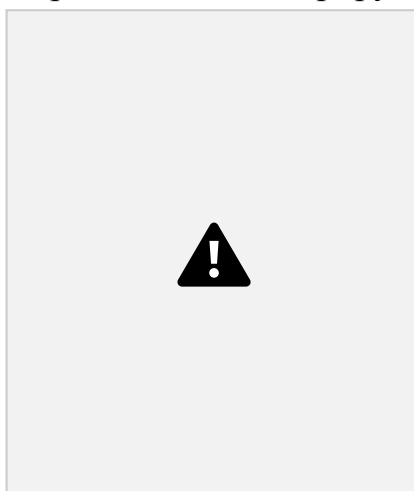
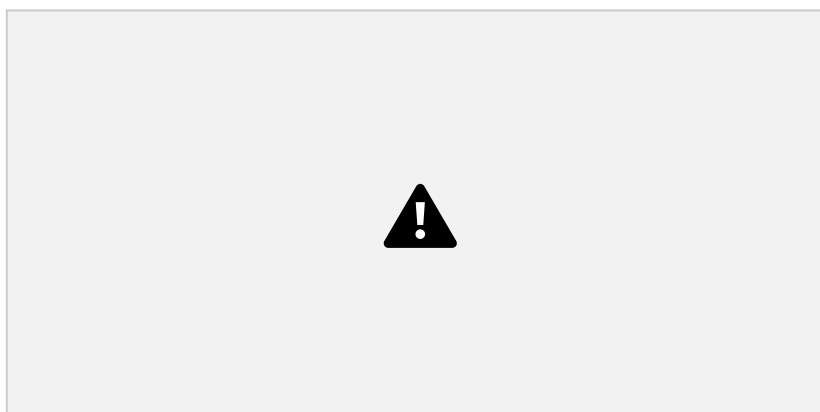


Рис. 1. Общий вид миделя концентратора Большой Солнечной Печи
концентрированного потока в

Мидель круглой и симметричной относительно оптической оси зеркально-концентрирующей системы имеет постоянный максимальный апертурный угол U_{max} . Это является частным случаем и приводит к упрощению расчета изменения плотности пятна рассеяния в фокальной и околофокальных плоскостях. Мидель концентратора Большой Солнечной Печи является несимметричным, рис. 1, что может привести к изменению распределения фокальной и околофокальных плоскостях. Их расчетные и экспериментальные формы и размерности приведены на рис.2а,б.

Определение расчетных, а также экспериментальных значений формы и распределения плотности лучистого потока, сформированного от отдельных зон, в фокальной плоскости пятна рассеяния позволит более обоснованно определять возможности перераспределения концентрированного потока, и, таким образом, расширять функциональные возможности использования зеркально-концентрирующих систем Большой Солнечной Печи. Это особенно важно в высокотемпературных процессах синтеза композиционных материалов, испытаниях на светостойкость и определении срока службы



**отдельных
зеркально-концентрирующих**

Рис.2. Геометрия формирования

изделий новой техники, требующих различных форм рабочего пятна и распределения плотности концентрированного солнечного излучения. Для реальной отражающей поверхности зеркально-концентрирующих систем параболоидной формы или конкретной зоны концентратора с учетом ошибок изготовления отражающей поверхности и точности системы слежения, структура и размеры формируемого фокального пятна имеют конфигурацию, аналогичную миделю зеркально-концентрирующих систем. В табл. 1 приведены общие характеристики фокального пятна с учетом конфигурации миделя концентратора зеркально-концентрирующих систем Большой Солнечной Печи.

Таблица 1

Характеристики фокального пятна с учетом конфигурации миделя концентратора зеркально-концентрирующих систем Большой Солнечной Печи

$y_{mi}, \text{ м}$	$y_{i1}=25.4$	$y_{i2}=27.97$	$y_{i3}=27$	$y_{i4}=16.6$	$y_{i5}=27.2$
$x_{mi}, \text{ м}$	8,825	10,830	10,221	3,568	10,295
$\text{tg}U_i/2$	0.7002	0.7756	0.7535	0.4452	0.7562
U_{i0}	70^0	75.6^0	74^0	48^0	74.2^0
$r_{0i}, \text{ м}$	0.1256	0.1256	0.1256	0.1256	0.1256
$r_{2i}, \text{ м}$	0.1872	0.2022	0.1969	0.1505	0.1990
$r_{3i}, \text{ м}$	0.5361	0.8111	0.6959	0.2231	0.7486
$r_{4i}, \text{ м}$	0.5570	0.8578	0.7305	0.2266	0.7875

Полученные характеристики распределения в различных сечениях фокального пятна позволяют осуществить оптимальный выбор соответствующего участка концентратора при проведении исследований по синтезу и светостойкости материалов и изделий.

Высокий уровень достигаемых в солнечной печи температур (для абсолютно черного тела до 3500^0C), чистый (без внесения примесей), без инерционного нагрева, возможность осуществления высокотемпературной технологии в окислительной среде – вот основные преимущества использования концентрированной лучистой энергии Солнца для технологических целей. Важной особенностью также является практически мгновенная, до достижения состояния расплава, возможность синтеза соединений, что выгодно отличает технологический процесс в солнечной печи от традиционных твердо

фазного или химического. Реакция в расплаве позволяет получать соединения заданного состава без остаточных, непрореагировавших количеств исходных компонентов, что существенно влияет на свойства изделий из этих материалов.

Другим важным преимуществом оптической системы Большой Солнечной Печи является создание заданных полей светового излучения различного спектрального состава, плотности и длительности воздействия, что позволяет испытывать на световую термостойкость узлы и изделия новой техники в машиностроении, авиастроении, ракетно-космической промышленности.

38

Плотность лучистой энергии для параболоида вращения в идеальном случае в фокальной плоскости составляет $E_c = 6414 \text{ Вт/см}^2$

$$R^2 \quad R^4 \quad R^2$$

■

$$E_c = E_{sm} = \dots, (1)$$

$$\frac{L}{T} \quad \frac{L}{T} \quad T \cdot \text{tg}$$

где $\sigma = 5.672 \cdot 10^{-8} \text{ Вт (см}^2 \text{ К}^4)$ – постоянная Стефана–Больцмана;

$R = 6.95 \cdot 10^8 \text{ м}$ – радиус Солнца;

$L = 1.5 \cdot 10^{11} \text{ м}$ – расстояние между Землей и Солнцем.

Максимальный диаметр фокального пятна для неточного концентратора определяется как

$$d_{\max} = 2 \cdot r_{\max}, (2)$$

$$\frac{f \cdot \text{tg}^2}{2} \quad \checkmark \quad \dots + \Delta$$

$$\left(\frac{1}{\dots} \right) \cdot \text{tg} \cdot j$$

$$= \frac{u}{2} \quad u$$

$$\frac{u}{2} \quad \checkmark$$

$$1 \quad \dots + \Delta$$

$$\frac{\text{tg}^2}{2} \quad \frac{2}{\text{tg}} \quad 2 \quad \frac{\text{tg} \cdot j}{(\dots)}$$

$$r_{\max}, (3)$$

где $f = 18$; $u_{\max} = 75.6^\circ$, $j = 16'$; $\Delta \alpha = 8'$; $\text{tg}(j + \Delta \alpha) = \text{tg} 24' = \text{tg} 0.4^\circ$;

$$r_{\max} = 18 (1,6016)^2 \cdot 0,0069 (0,3983 - 1,5513 \cdot 0,0069) = 18 \cdot 0,0176 / 0,3983 - 0,0107 =$$

$$=0,8578 \text{ м};$$

$$d_{\max}=2 \cdot r_{\max}=2 \cdot 0,8578 \text{ м}=1,7156 \text{ м. (4)}$$

На базе полученных расчетных результатов и экспериментального измерения распределения энергии в фокальной плоскости Большой Солнечной Печи удалось найти те подходы, которые позволили рассчитать эти распределения с учетом их физической трактовки, а также математического подхода к формированию фокального пятна, табл.2.

Таблица 2

Полная плотность лучистого потока от всех кольцевых зон при солнечной радиации 800 Вт/м²

№	Радиус эллипса пятна, r_i , см	E_{rj} — плотность энергии в зоне с радиусом эллипса r_i на фокусе Большой Солнечной Печи, Вт/см ²	E_s – полная плотность лучистого потока от всех кольцевых зон, Вт/см ²
1	12,6	473,8	700.5
2	20,22	195,4	
3	81,1	16,1	
4	85,78	15,2	

Это имело место благодаря возможности наблюдать и измерять характеристики пятна рассеяния от отдельных полок гелиостатов гелиостатного поля Большой Солнечной Печи, которая состоит из 62 гелиостатов размером 6,5 x 7,5 м. Отдельные гелиостаты в режиме слежения освещают зону в концентраторе, принадлежащую именно конкретному гелиостату.

39

Пятно рассеяния, формируемое в фокальной плоскости концентратора от отдельного гелиостата, имеет форму эллипса, и это обстоятельство позволило

предложить новую трактовку расчета распределения энергии в фокальной области. Распределение плотности энергии в фокальной плоскости зеркально-концентрирующих систем параболоидной формы, т.е. плотность концентрированной солнечной энергии в фокальной плоскости Большой Солнечной Печи, приведено на рис. 3. Среднее значение

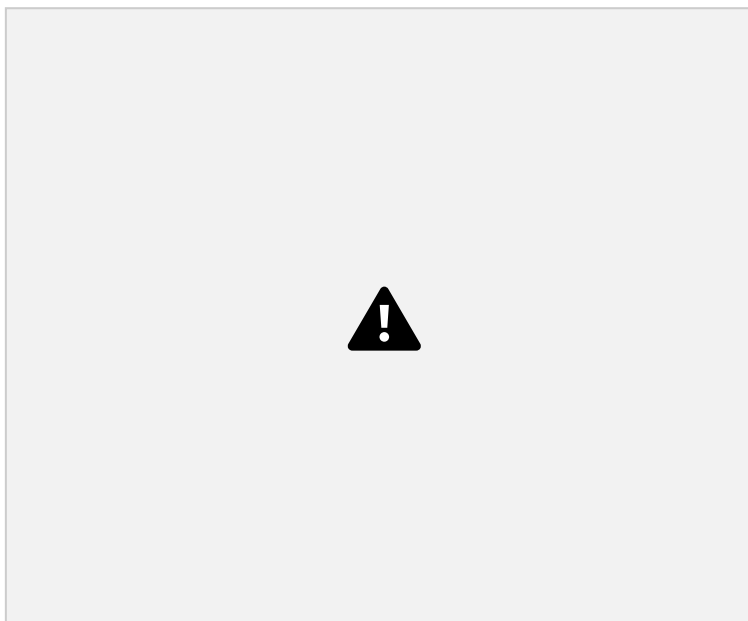


Рис. 3. Распределение плотности энергии в фокальной плоскости зеркально-концентрирующих систем параболоидной формы блока были сняты 8÷10 фацет, их

ние коэффициента отражения зеркал концентратора с зоны 33-го гелиостата до мойки было 51%, рис. 4. Во время мойки с каждого поверхность очищена от грязи специальным раствором, формообразование осуществлялось на специальном стенде.

После мойки поверхности фацет концентратора коэффициент отражения зеркал стал $\eta=70\%$.

Среднеквадратичная точность поверхности отдельной фацеты вместо 5 угл. мин стала 3 угл. мин. После осуществления чистки отражающей поверхности фацет концентратора и гелиостатов значительно увеличиваются энергетические параметры фокального пятна (например, максимальное значение энергии лучистого потока в фокусе Большой Солнечной Печи выросло на 19,9%). Первичная юстировка концентратора приводит к росту значения концентрированной энергии на 23,7%. В случае юстировки фацет концен



Распределение относительной энергии от 33-го гелиостата до мойки и после мойки и юстировки с помощью метода «безлинзового телескопа» концентратора

Рис. 4.

тратора с «безлинзовым телескопом» максимальное значение концентрированной энергии выросло на 30,4%. При этом установлено, что средне-

40

квадратичная ошибка отражающей поверхности гелиостата и зоны концентратора – $\Delta\alpha$ становится $4+4=8$ угл. мин. Оценка эффективности такого мероприятия показала, что при количестве моечно-юстировочных работ 1 раз/год общей мощности Большой Солнечной Печи восстанавливается 20% сниженной в ходе эксплуатации.

На базе полученных результатов экспериментального измерения распределения энергии в фокальной плоскости Большой Солнечной Печи

показано, что оптико-энергетические и технические возможности Большой Солнечной Печи позволяют получить высокие энергии, требуемые в термических процессах синтеза, например, водорода, или для получения электрической и тепловой энергии.

Необходимо отметить, что процесс юстировки отдельных элементов упрощается при установке плоскости в фокальной точке не перпендикулярно оптической оси концентратора, а перпендикулярно относительно нормали точки M_i , тогда эллиптическое изображение превращается в компактный круг диаметром $2r_{2i}$, который можно намного точнее совмещать с фокусом.

Важной задачей для осуществления и определения ускоренных методов на старение материалов и изделий новой техники под воздействием лучистых потоков от Солнца является необходимость создания требуемых для испытания концентрированных в разной степени плотности лучистых потоков Солнца. Создание этих условий очень удобно осуществить на Большой Солнечной Печи.

В третьей главе под названием **«Повышение эффективности контроля оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик и юстировки составных зеркально-концентрирующих систем»** приводятся результаты отработки предложенных способов контроля оптико-геометрических и оптико-энергетических характеристик facets концентратора.

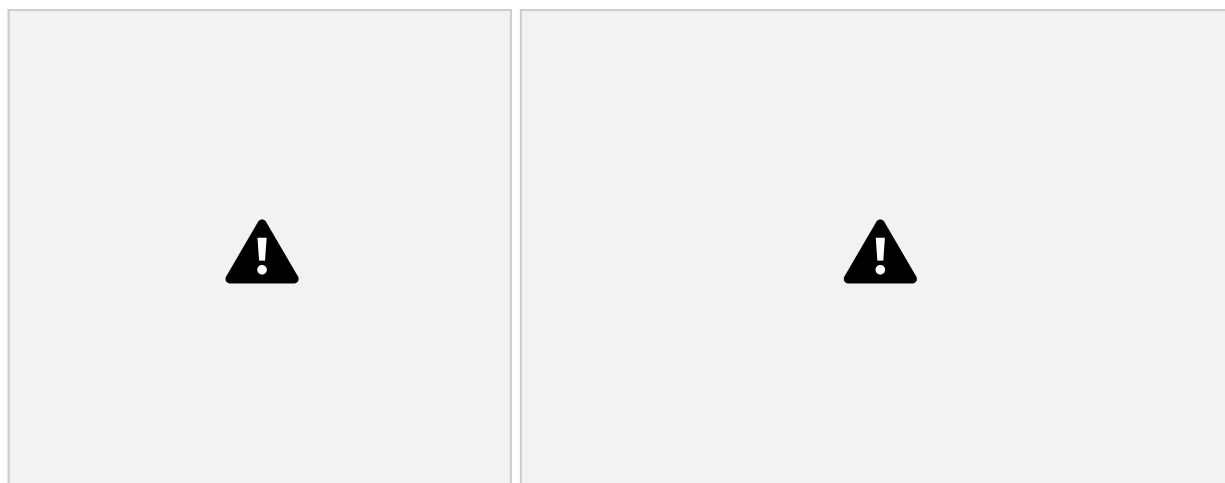
Опыт многолетней эксплуатации Большой Солнечной Печи показывает, что ускоренные методики юстировки facets гелиостата с помощью имитатора солнечного излучения, собранных на специальном стенде на базе автокара, позволяют обеспечить необходимый уровень плотности энергии. В отличие от ранее применяемого метода юстировки с помощью авторефлексионной марки отсутствует зависимость от расстояния между оптической поверхностью концентратора до гелиостата, в связи с этим устраняется зависимость от погодных условий, отпадает необходимость в телефонной связи, а темп работы увеличивается в два раза. Необходимая для юстировочных работ система собрана из 4 зеркал с отражающей способностью поверхности не менее 80%, рис. 5.

Как видно из рис. 5, такая система позволяет проводить поворот первичного луча на 90° и направлять его на лицевую поверхность facets. Степень юстировки facets определяется степенью совмещения лучевых крестиков в регистрирующем экране.

Для достижения проектных мощностей, а также максимальных оптико-энергетических параметров Большой Солнечной Печи постоянно проводятся юстировочно-профилактические работы гелиостатов и концентратора. Как

показали исследования после соответствующей юстировки, указанные параметры максимально приближаются к расчетным.

На рис. 6а представлено влияние точностных характеристик отражаю



а)

1-Гелиостат; 2,3-угловые отражатели; 4-протяженный имитатор солнечного излучения; 5-автокара

б)

1-Концентратор БСП; 2-регистрирующий экран; 3,4-перемещающиеся угловые отражатели; 5-автокара; 6-протяженный имитатор солнечного излучения; 7-монитор с процессором для регистрации формы пятна рассеяния

Рис. 5. Юстировка facets 62 гелиостатов с помощью перемещающихся угловых отражателей и юстировка facets концентратора

щей поверхности зеркально-концентрирующих систем на максимальную $C_{\max}$ и среднюю $C_{\text{ср}}$ степень концентрации параболоидных зеркально-концентрирующих систем Большой Солнечной Печи с апертурным углом $U=74^\circ$ и фокусным расстоянием 18 м. На рис. 6б представлено влияние точностных характеристик отражающей поверхности зеркально-концентрирующих систем на плотность лучистого потока E_s в фокальной плоскости зеркально-концентрирующих систем Большой Солнечной Печи.

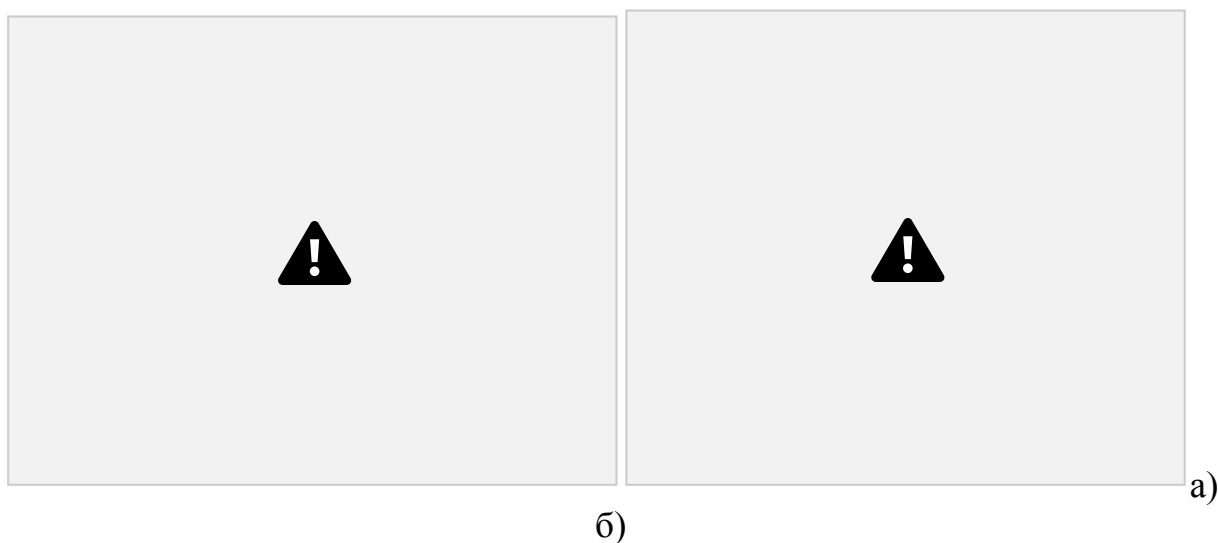


Рис. 6. Зависимости точностных характеристик отражающей поверхности от степени концентрации и плотности лучистого потока зеркально-концентрирующих систем

Данная методика позволяет за месяц юстировать все 62 гелиостата зеркально-концентрирующих систем и обеспечивает высокую точность до 0,5 угловых минут.

Рассмотрен метод контроля углового положения facets на концентраторе по диафрагмированному пятну изображения facets. Получена формула для определения радиуса отверстия диафрагмы. Проведена численная оценка возможностей метода с учетом параметров facets и толщины стенок диафрагмы. Показано, что метод позволяет не только контролировать и юстировать facets, но и проводить оценку радиуса кривизны и неточности геометрии facets непосредственно в рабочем положении facets на концентраторе.

В четвертой главе, названной **«Расширение функциональных возможностей и эффективности использования составных зеркально-концентрирующих систем на примере Большой Солнечной Печи»** представлены новые направления исследований, проведенные на Большой Солнечной Печи не только как на технологической установке синтеза неупорядоченных сверхчистых материалов и испытания на лучевую стойкость узлов и изделий новой техники, но и для обнаружения Черенковского вторичного излучения гамма-источников ночного неба, отработки технологии одновременного получения тепловой и электрической энергии, и водорода, преобразования концентрированного лучистого потока в лазерное излучение. Отмечена возможность использования БСП для получения технического водорода и предложена трубчатая конусообразная конструкция приемника, согласованная с соответствующим распределением лучистого потока солнца в фокальной плоскости и апертурного угла 74° ЗКС БСП, обеспечивающая более эффективный режим получения насыщенного пара с высокой температурой 700°C и давлением до 10 атмосфер.

Результаты наблюдений вспышек Черенковского излучения широких атмосферных ливней и слабых звезд на небесной сфере показывают, что Большая Солнечная Печь мощностью 1000 кВт может служить оптическим инструментом при проведении астрофизических исследований. Большая площадь светособирающей поверхности (1800 м^2) и высокое угловое разрешение ($\sim 5'$) позволяют использовать БСП при решении таких актуальных проблем астрофизики, как поиск и изучение источников высокоэнергетических гамма-квантов и оптических барстеров.

Определены оптимальные энергетические параметры БСП для эффективного преобразования солнечного излучения в лазерное излучение на основе иттрий-алюминиевого граната. Лазеры с солнечной накачкой не требуют прямых затрат на накачку, и в несколько раз более экономичны при получении той же выходной мощности, как в традиционных лазерах, накачиваемых от электрической энергии. При мобилизации 40% мощности БСП в центральной части ее фокальной зоны, диафрагмированной размером $13 \times 13\text{ см}$ получена мощность лазерного излучения до 80 Вт от одного коммерческого активного элемента Nd:YAG, с активными рабочими разме

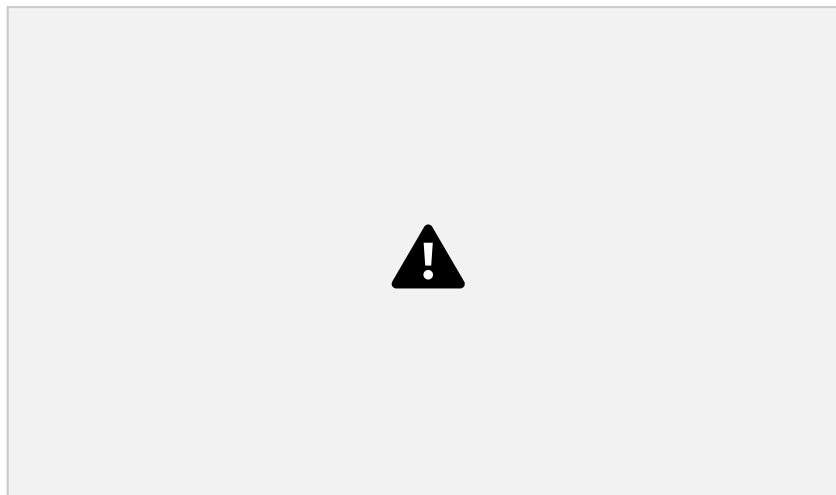
В пятой главе «**Разработка методики создания импульсов различной мощности и длительности на Большой Солнечной Печи**» представлена разработанная методика ускоренного испытания старения материалов, узлов и изделий новой техники от длительного воздействия лучистых потоков Солнца в естественных условиях с использованием концентрированного лучистого потока в околофокальной области Большой Солнечной Печи созданием импульсов различной плотности и длительности воздействия.

Рассмотрен вопрос формирования импульса различной длительности и мощности в фокальной зоне параболических зеркально-концентрирующих систем. Воспроизведение импульса обеспечивалось перемещением устройства с установленным испытуемым материалом относительно фокуса концентратора. Однако такой способ формирования импульса не позволяет конструктивно выполнять устройство, перемещающее испытуемый материал относительно фокуса концентратора, в виду сложности реализации малых по временной экспозиции импульсов.

Затворы – устройства для регулировки времени экспозиции, но они не могут осуществлять регулировку равномерности распределения облученности по фокальному пятну. Необходимо отметить, что по всем остальным требованиям затворы являются наиболее рациональным способом формирования импульсов для сходящегося потока от фокусирующего концентратора.

Для решения некоторых задач требуется быстрое изменение плотности лучистого потока на поверхности испытуемого материала. Оно осуществляется различными типами регуляторов. При этом регулируя поток энергии, можно повышать или снижать температуру материала. Анализ показал, что наиболее приемлемыми для Большой Солнечной Печи являются способы регулирования плотности потока излучения с помощью механических затворов, расположенных в зафокальной зоне, причем перекрытие должно быть строго симметричным.

На рис. 7 представлена оптическая схема работы параболического концентратора К с затвором З.



**Рис. 7. Схема работы параболоидного концентратора (К)
с затвором (З)**

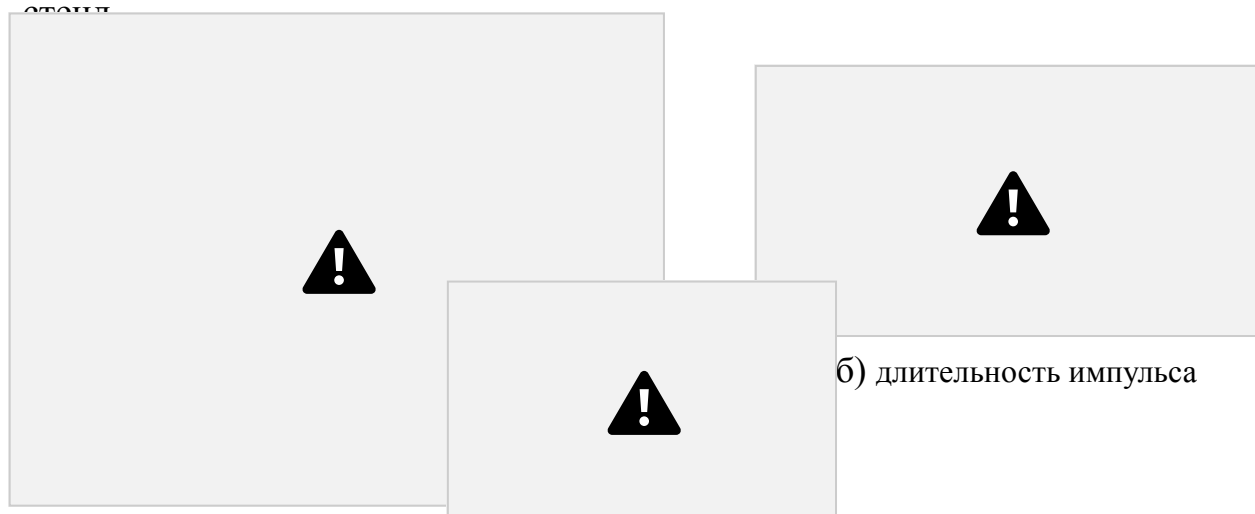
44

Испытуемые материалы устанавливаются в фокальной или зафокальной зоне и облучаются световым импульсом требуемой формы. Форму светового импульса, максимальную площадь в фокальной плоскости, в которой сохраняется форма, будет обеспечивать используемый затвор для сходящегося потока.

В работе механических затворов регулирование светового потока, поступившего на приемник, осуществляется перекрытием отраженных от концентратора лучей. Величина облученности в фокальной зоне будет зависеть от площади перекрываемой части. Если затвор полностью открыть, то отраженные лучи от концентратора беспрепятственно проходят через затвор на приемник и величина облученности будет максимальной. При закрытом положении затвора облученность на поверхности приемника будет равна нулю, а в других положениях, в зависимости от площади перекрываемой поверхности затвора, облученность E_A на поверхности приемника будет принимать значения, лежащие в интервале

$$0 \leq E_A \leq E_{Amax}. \quad (5)$$

Осуществленный анализ показывает, что шторный и роторно-щелевой затворы обеспечивают получение световых импульсов различной формы длительностью 1 сек. и более. Автоматическая система регистрации импульсов с помощью фотометрического измерителя позволяет измерять характеристики полученных импульсов и исследовать образцы размерами до 1 м. в диаметре, рис. 8. Образцы могут подвергаться комплексному воздействию световых потоков, механическим нагрузкам и обдуву. На базе Большой Солнечной Печи создан уникальный специализированный испытательный стенд



а)

1,7 – электромагнит; 2,8 – шторный затвор;
3 – концентратор; 4 – датчик; 5 – барабан;

6 – двигатель; 9 – блок согласования;
10 – персональный компьютер

в) раскладка развертки барабана

Рис. 8. Установка для получения импульса различной мощности и длительности

45

Для проведения испытаний или исследования свойств материалов под воздействием мощных световых потоков, сначала, с помощью разработанных способов и специальных световых затворов создается требуемое распределение светового потока на месте расположения образцов. Законы изменения этого поля времени, т.е. форма светового импульса, задается с помощью затвора формирующего световой импульс. Размер испытываемых образцов может быть до 1 м.

На стенде можно имитировать световое излучение с различными параметрами. Установленный в фокальной зоне образец подвергается заданному световому излучению, характеристики которого и исследуемые свойства образцов измеряются и регистрируются разработанной системой измерения и регистрации специализированного испытательного стенда.

Осуществлен анализ различных методов создания импульсов требуемой мощности и длительности в околофокальных плоскостях зеркально-концентрирующих систем. Предложен оптимальный вариант создания импульсов различной мощности и длительности зафокальной плоскости зеркально-концентрирующих систем с помощью шторных и роторно-щелевых затворов.

Разработаны необходимые конструкции шторных и роторно-щелевых затворов на Большой Солнечной Печи и определены их расположение относительно фокальной плоскости для испытываемых изделий размером до 1 м. Для испытания на трекинг-эрозионную стойкость защитной оболочки были представлены 8 стержневых полимерных изоляторов.

Изолятор представляет собой комбинированную конструкцию с волокнистым стержнем и защитным покрытием в виде цельнолитой оболочки с изоляционной высотой 450 мм и длиной пути утечки 1300 мм. На несущий стержень образцов вмонтированы стандартные металлические оконцеватели «пестик-ушко».

В табл. 3 приведены испытательные средства для испытаний стержневого полимерного изолятора.

Таблица 3

Испытательные средства для испытаний стержневого полимерного изолятора

№ п/п	Наименование	Кол во, шт.	Технические данные
1	Камера тумана	1	Объем – 1,1 м ³

2	Высоковольтная испытательная установка напряжением 2,5/50 кВ	1	Номинальное напряжение 50 кВ Номинальная мощность 2,5 кВА
3	Компрессор СО-7Б	1	Давление до 7 атмосфер
4	Емкость с раствором NaCl	1	Металлический бак с гудроновым покрытием – 0,3 м ³
5	Киловольтметр С-196	1	Пределы измерения 7,5; 15; 30 кВ
6	Форсунки	2	Соответствует ГОСТ 10390
7	Высоковольтный резистор КЭВ-20	47	Сопротивление, 47 ом±10%

46

Для проведения работы была специально разработана и изготовлена камера тумана. Размеры камеры 85 × 80 × 150 см, каркас ее выполнен из уголков, основание из листовой стали, боковые стенки и крышка из листового гетинакса, задняя стенка из оргстекла, передняя стенка также из оргстекла с проемом для дверцы. Основание камеры покрыто гудроном.

Камера снабжена двумя шинами для подвески испытуемых образцов. Бак для раствора и воздухоподводящие элементы установки выполняются из нержавеющей стали, емкость из листовой стали с гудроновым покрытием, распределители воздуха и раствора из нержавеющей стали, форсунки и краны из латуни; коммуникации из резиновых шлангов высокого давления.

Следует отметить, что в условиях эксплуатации на цилиндрическую часть линейных стержневых полимерных изоляторов, устанавливаемых на промежуточных опорах вертикально к плоскости земли, солнечные лучи попадают на восходе и на закате Солнца, а в остальное время светового дня облучается только часть верхней поверхности ребер. Поэтому заданные на гелиоустановке дозы облучения цилиндрической части стержневых полимерных изоляторов эквивалентны, например, 10 ккал/см² работе изолятора в условиях эксплуатации 2÷2,5 года, т.е. воздействию на изолятор 300÷350 ккал/см² суммарной солнечной радиации.

Перед облучением, а также перед испытанием в камере тумана определялся показатель гидрофобности защитного покрытия изоляторов согласно нормы «Применение полимерных изоляторов на воздушной линии». Были проведены ускоренные испытания на трекинг-эрозионную стойкость и воздействия дуговых разрядов при перекрытии сухих зон образцов полимерных изоляторов, фрагменты разрушения которых приведены на рис.9.

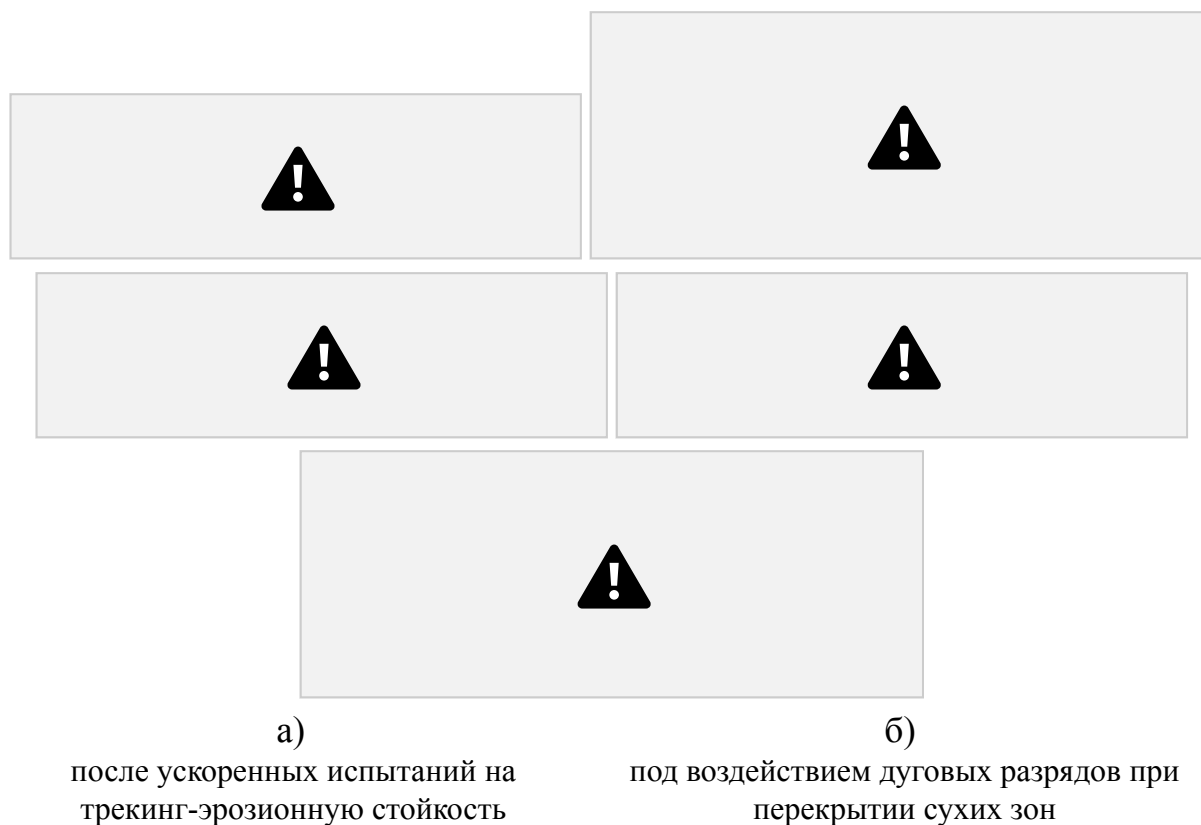


Рис. 9. Фрагменты разрушения образцов полимерных изоляторов при различных видах испытания

47

В соответствии с этой нормой угол смачивания у новых полимерных изоляторов (после их изготовления) должен быть не менее 80° , а у эксплуатируемых изоляторов снижается не более чем на 30% по сравнению с первоначальным значением, измеренным перед вводом изоляторов в эксплуатацию.

Испытаниями установлено, что покрытие защитной оболочки стержневых полимерных изоляторов обладает достаточно высокой гидрофобностью – до испытания угол смачивания поверхностного слоя был равен $100\div 110^\circ$, а за время ускоренных испытаний солнечной радиацией снизился на $6\div 15\%$ от исходного и составил $75\div 95^\circ$. Испытания показали также, что выполненное фирмой «Rauchem» покрытие защитной оболочки стержневых полимерных изоляторов обладает не только высокой гидрофобностью, но и достаточной стойкостью к воздействию поверхностных частичных разрядов.

Для определения ожидаемого срока службы достаточно экстраполировать кривые зависимости, как для меньших (рис.10 а), так и для больших (рис.10 б) значений параметра воздействующего фактора для полимерных изоляторов любого класса ($10\div 500$ кВ) напряжения с оболочкой из других типов материалов. По данным рис.10а была выбрана аппроксимирующая функция для зависимостей времени трекинг-эрозионной стойкости оболочки стержневого полимерного изолятора от основных воздействующих факторов; для упрощения задачи построение зависимостей и выбор аппроксими

рующей функции были выполнены для относительного значения контролируемого параметра.

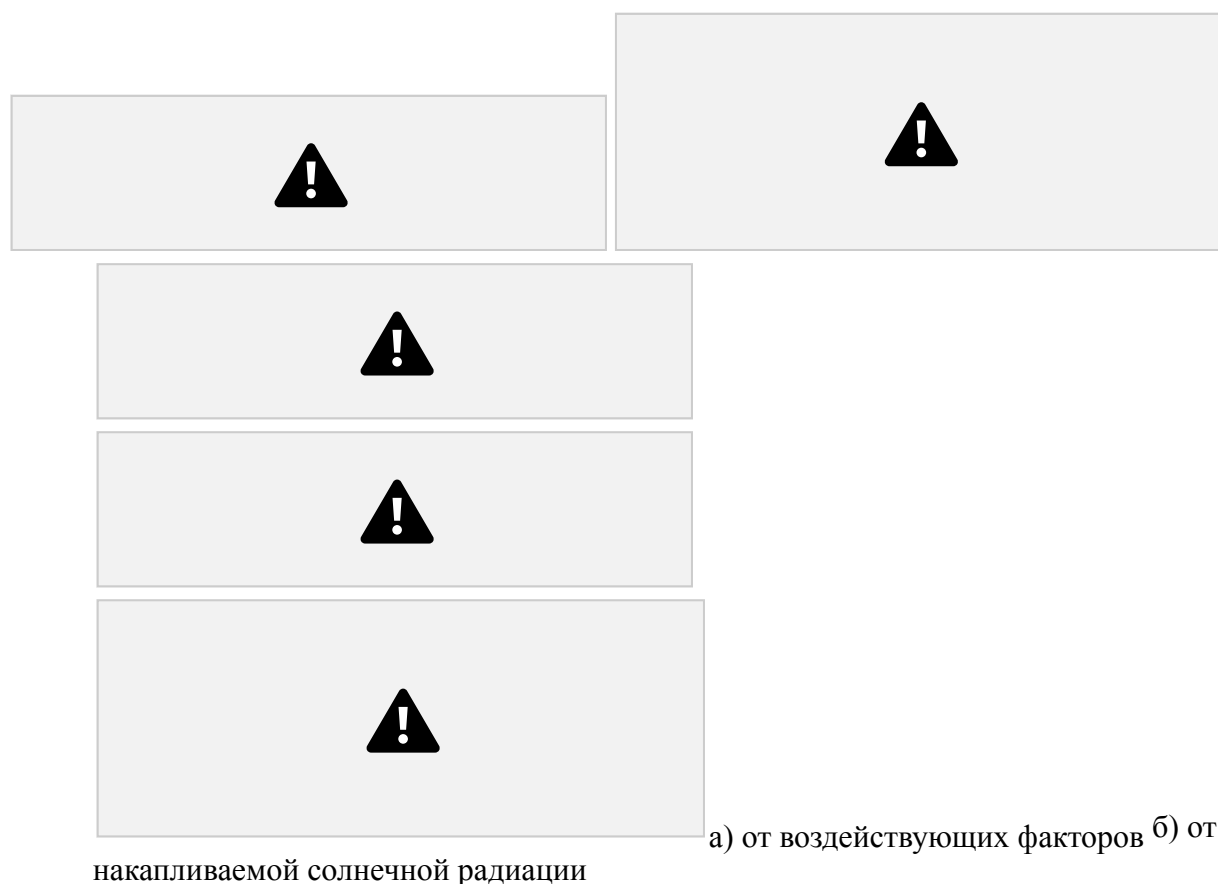


Рис. 10. Зависимости изменения трекингостойкости образцов полимерного изолятора от различных факторов

При этом за базовый показатель принималось время трекинг-эрозионной стойкости образца $\bar{E}_1=1,0$ кВ/см, $h=15\%$ и радиуса кольцевых электродов по осевой линии провода 15,35 мм, а для выбора аппроксимирующих функций использовался метод выбранных точек.

Кривая зависимости $K_\eta=f(\eta)$ с достаточной для инженерных расчетов

48

точностью описывается эмпирической формулой

$$K_h(\eta)=B(\eta)^{-m}, \quad (6)$$

где $B = 9,5$ и $m=0,8$.

Анализ показал, что зависимость трекингостойкости образцов полимерного изолятора типа RST от накапливаемой солнечной радиации, приведенные на рис. 10б аппроксимируется эмпирической формулой от накапливаемой солнечной радиации

$$K_Q = (AQ\tau+1)^{-1}, \quad (7)$$

где A -постоянная, значение которой оказалось равным 0,001 для стержневых полимерных изоляторов;

Q-суммарная солнечная радиация за год для района эксплуатации изолятора, ккал/см²;

τ – нормативный по ГОСТ срок эксплуатации изолятора 25 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований сделаны следующие выводы: 1. Проведен расчетный анализ структуры пятна изображений узкоапертурных фацет с неточно отражающей поверхностью, в том числе с диафрагмированием падающего от фацеты потока и на основе проведенного анализа установлены закономерности изменения распределения облученности в зависимости от неточностей геометрии и радиуса кривизны фацеты и погрешностей юстировки.

2. Разработана методика с учетом изменения апертурного угла и точности изготовления во время эксплуатации зеркально-концентрирующих

систем, получено аналитическое выражение для распределения плотности лучистого потока в области концентрации зеркально-концентрирующих систем, более точно описывающее экспериментальные результаты.

3. Проведены расчеты оптико-геометрических и оптико энергетических характеристик фокального пятна от отражающей поверхности как отдельных элементов-фацет, зоны составных зеркально концентрирующих систем, так и цельных концентраторов со сложной формой миделя.

4. Разработаны ускоренные методы юстировки элементов составных крупногабаритных зеркально-концентрирующих систем, состоящих из десятков тысяч фацет. Изготовлены стенды для измерения оптико энергетических характеристик фокального пятна, а также аппаратура для юстировки 12090 фацет 62 гелиостатов и 10700 фацет концентратора Большой Солнечной Печи.

5. Разработан специальный эффективный приемник лучистого потока Солнца для получения насыщенного водяного пара с температурой нагрева до 700°C и плотностью до 10 атмосферных давлений для получения одновременно тепловой, электрической энергии.

6. Создана аппаратура со специальным вращающимся в двух осях многоканальным регистрационным экраном, обеспечивающая быструю и более информативную регистрацию состояния всего пятна рассеяния в фокальной плоскости как от отдельных гелиостатов, полок гелиостатов и фацет концентратора, так и всего концентратора Большой Солнечной Печи в целом.

7. Усовершенствована аппаратура для создания импульсов различной длительности и плотности околофокальной плоскости зеркально концентрирующих систем Большой Солнечной Печи с помощью шторных и роторно-щелевых затворов.

8. Разработана методика испытания полимерных материалов под воздействием солнечного излучения для определения срока службы изоляторных элементов.

MAMATKOSIMOV MIRZASULTON ABDURAIMOVICH

**OPTIMIZATION OF MIRROR-CONCENTRATING SYSTEMS BIG SOLAR
FURNACE AND OTHER ENERGETIC INSTALLATIONS FOR IMPROVING OF
THEIR EFFICIENCY**

**05.05.06 – Energetical installations on the base of renewable
energy sources**

**ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2017

51

The theme of doctoral dissertation (DSc) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.1.DSc./T8

Dissertation has been prepared at Institute of Material Sciences.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council (<http://fti-kengash.uz/>) and on Information and educational portal

“ZiyoNet” (<http://www.ziynet.uz/>).

Scientific consultant: Abdurakhmanov Abdujabbar

doctor of technical sciences, professor

Official opponents: Iskandarov Zafar Samandarovich

doctor of technical sciences, professor

Ismanjanov Anvarjan

doctor of technical sciences, professor

Koyshev Teymurkhan Kosibayevich

doctor of technical sciences, professor

Leading organization: Fergana Polytechnic Institute

Defense will take place «___» _____ 2017 at _____ at the meeting of Scientific council number DSc.27.06.2017.FM/T.34.01 at Physicotechnical Institute, Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies, Samarkand State University (Address: 100084, Uzbekistan, Tashkent city, 2b, Bodomzor yoli str., Phone: (99871) 235-42-91, e-mail: lutp@uzsci.net, Meeting Room of Physicotechnical Institute).

Doctoral dissertation is possible to review in Information-resource centre at Physicotechnical Institute (is registered № _____) (Address: 100084, Uzbekistan, Tashkent city, 2b, Bodomzor yoli str., Phone: (99871) 235-42-91.

Abstract of dissertation sent out on «___» _____ 2017.

(mailing report № _____ on «___» _____ 2017).

S.L.Lutpullaev

Chairman of scientific council
on award of scientific degrees,
D.F.-M.S., professor

A.V.Karimov

Scientific secretary of scientific council
on award of scientific degrees,
D.F.-M.S., professor

S.A.Bakhramov

Chairman of scientific Seminar under Scientific
council on award of scientific degrees,
D.F.-M.S., professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

Topicality and necessity of the thesis. Enhancement of productivity and

quality of solar power facilities by means of precision orientation of mirror concentrating systems in the operating zone of the Solar furnace plays important role in decrease of energy losses. In this respect, it requires development of novel improved calculation methods for optical-geometric and optical-energy characteristics of radiant flux in focal plane of the solar facilities, orientation of stationary concentrating systems, calculation and experimental activities aimed at a more effective use of the mirror-concentrating systems. Research and development works conducted in the mentioned above areas point on the topicality of the dissertation's topic.

Relevant research priority areas of science and developing technologies of the Republic. The research described in the dissertation was carried out in accordance with the Republic of Uzbekistan priority science and technology development directions in the framework – IV: “Development of methods for the use of renewable energy sources, the development of technologies and devices based on nanotechnology, photonics and other advanced technologies.”

A review of international research on the topic of dissertation. Mirror concentrating systems are being studied in leading research centers, institutes and universities, including National Laboratory of Renewable Energy sources (NREL, USA), Centre of Science where similar Big Solar Furnace (SNRC, France) is located, the German Space Center (DLR, Germany), Weisman Institute (Israel), Platform de Almeria (Spain), All-Russian Research Institute for Agriculture Electrification, Russian Federation Academy of Sciences Institute of High Temperatures (Russia).

Problem development status. In spite of a large number of studies conducted up to present days, there are still problems pending their solution to maintain designed power capacity of Big Solar Furnace.

Relevance of the dissertation research to the plans of scientific-research works. The research presented in the dissertation is carried according to the approved research works plan of the Institute of Material Sciences in the framework of the RU State Research and Development Programs.

The aim of research work is to increase efficiency of mirror-concentrating systems of the 1000 kW Big Solar Furnace technological and power elements by taking into account asymmetric design of the concentrator.

Tasks of research work is develop computational and analytical models of solar radiation concentration and implement the facets shaping technology. **The object of research** is the Big Solar Furnace with thermal capacity of 1000 kW including heliostats, concentrator and technological tower. **The subject of research** – methods of mirror-concentrating systems control and adjustment, and technical aspects of the Big Solar Furnace calculated and operational characteristics coordination.

Methods of the research: methods of analytical mathematics, geometrical optics, as well as basics of thermodynamics and heat engineering. **Scientific novelty**

of the research work is method for calculation of a radiant flux density distribution in the concentration spot of the mirror-concentrating systems is proposed for a more precise description of the experimental results; method for shaping of facets of the concentrator by means of optical technique is developed ensuring technological process efficiency increase; for the first time geometrical accuracy control techniques are proposed both for reflecting surface of individual elements – facets, components of mirror concentrating systems, and for integral concentrators of radiant flux; **Practical results of research work** is set of new approaches for helio technical installations designing offered in the dissertation is universal and can be applied for increase of solar radiant flux transformation efficiency in similar installations based on mirror-concentrating systems.

Authenticity of the obtained results is supported by use standard analytical software designed for experimental studies. Conformity of results is confirmed by the comparative analysis with results published by other authors

Scientific and practical value of the research results. The obtained results expand and deepen an understanding about mirror-concentrating systems of various configurations. The results used at operation of some installations (Big Solar Furnace at Parkent and a number of others solar radiant flux simulating and mirror-concentrating systems), and can be used at development of power production and technological facilities.

Implementation of the research results based on the developed techniques and installations designed for increase of efficiency of mirror-concentrating systems of technological and power elements of the Big Solar furnace.

Approbation of the research results. Results of the research work have been discussed at 12 international and republican scientific and practical conferences.

Publication of the results. The main results of the dissertation are published in 22 research papers, of them 12 papers including 4 papers are in English language, 1 book (monograph), and 9 conference Proceedings.

Structure and volume of dissertation. Dissertation consists of introduction, five chapters, conclusion and a list of references. The dissertation contains 198 pages of printed text including figures and tables.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

И бўлим (I часть, part I)

- 1А. Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Маматқосимов М.А. Nometall materiallar texnologiyasi. – Тошкент: - Fan va texnologiya, 2015, 159 бет. 2А. Абдурахманов А., Маматқосимов М.А., Кучкаров А.А., Собиров Ю.Б., Абдумуминов А.А. Методика совмещения оптической оси датчиков слежения гелиостатов с главной оптической осью концентратора. // Гелиотехника. – Ташкент, 2016. -№ 3, –С. 31-36. [05.00.00, №1]. 3А. Abdurakhmonov A., Mamatkosimov M.A., Kuchkarov A.A., Sobirov Yu.-B., Kulakhmedov N.N., Akhadov Zh.Z. Adjustment of Facets of Flat and Focusing Heliostats, Concentrators and Fresnel Mirror Concentrating Systems. // Applied Solar Energy, 2015, Vol.51, № 2,. –P. 151-155. [№41. SCImago SJR, IF: 0.251].
- 4А. Абдурахманов А., Маматқосимов М.А., Кучкаров А.А., Собиров Ю.Б. Методика расчета оптико-энергетических характеристик зеркальных - концентрирующих систем технологического и энергетического назначения. // Гелиотехника 2015, №4, –С. 69-72. . [05.00.00, №1].
- 5А. Маматқосимов М.А., Абдурахманов А., Ахадов Ж.З., Кучкаров А.А. Создание импульсов концентрированного солнечного излучения различной мощности и длительности. // Гелиотехника 2015, №2, –С. 67-69. [05.00.00, №1].
- 6А.. Abdurakhmonov A., Mamatkosimov M.A., Kuchkarov A.A., Akhadov Zh.Z. The Optimization of the Optical – Geometric Characteristics of Mirror Concentrating Systems. // Applied Solar Energy, 2014, Vol.50, № 4, –P. 244-251. [№41. SCImago SJR,IF: 0.251].
- 7А. Akhadov Zh.Z., Abdurakhmonov A., Mamatkosimov M.A., Sobirov Yu.B., Kholov Sh.R., Kuchkarov A.A. A System with a Tracking Concentrating Heliostat for Lighting Underground Spaces with Beams of Sunlight. // Applied Solar Energy, 2014, Vol.50, № 2, –P. 122-124/ [№41. SCImago SJR,IF: 0.251].
- 8А. Абдурахманов А., Маматқосимов М.А., Ахадов Ж.З., Кучкаров А.А. Расчет оптико-геометрических параметров параболоидных и параболоцилиндрических зеркально-концентрирующих систем. // Журнал Доклады Академии наук. 2014, № 4, –С. 29-32.
- 9А. Abdurakhmanov A.A., Zaynutdinova X.K., Mamatkosimov M.A., Paizullakhanov M.S., Saragoza G. Solar technologies in Uzbekistan: state, properties, and perspectives of development. Applied Solar Energy, 2012, Vol.48, –P. 84-91. [№41. SCImago SJR, IF: 0.251].
- 10А. Абдурахманов А., Маматқосимов М.А., Ходжаев А.Ш., Ахадов Ж.З. Разработка автономной солнечной водородно-энергетической уста-

новки до 5 кВт мощности. // Гелиотехника, № 2, 2009, –С. 34-39.
[05.00.00, №1]

- 11А. Рискиев Т.Т., Абдурахманов А., Маматкосимов М.А., Ходжаев Р.А., Акбаров Р.Ю. Ходжаев А.Ш., Базаров А.В. Перспективы производства технического водорода на Большой солнечной печи. // Гелиотехника, № 4, 2003, –С. 54-61. [05.00.00, №1]
- 12А. Абдурахманов А., Клычев Ш.И., Юлдашев А.А., Маматкосимов М.А. Методика контроля юстировочных углов facets крупногабаритных концентраторов. // Гелиотехника, № 1, 2000, –С. 81-85. [05.00.00, №1]. **II бўлим (II часть, part II)**
- 13А. Абдурахманов А., Маматкосимов М.А., Кучкаров А.А., Собиров Ю.Б. Разработка методики и стенда для определения срока службы материалов и изделий к солнечному лучистому потоку. // Computational nanotechnology, 2-2016, –Р. 94-100.
- 14А. Абдурахманов А., Маматкосимов М.А., Кучкаров А.А., Холов Ш.Р., Абдумуминов А.А. Создание на базе БСП стенда для испытания материалов и новой техники на световую стойкость. «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки». Материалы конференции. Ташкент-2016, 27-28 июнь. –С. 50-54.
- 15А. Абдурахманов А., Собиров Ю.Б., Кучкаров А.А., Маматкосимов М.А., Абдумуминов А.А. Совмещение оптической оси датчиков слежения геостатов концентратора Большой солнечной печи. «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки». Материалы конференции. Ташкент-2016, 27-28 июнь. –С. 10-12.
- 16А. Абдурахманов А., Маматкосимов М.А., Ахадов Ж.З., Кучкаров А.А., Холов Ш.Р., Собиров Ю.Б. Гелиоустановка для освещения подземных помещений. Вестник Актюбинского регионального государственного университета имени К.Жубанова. 2015. №2. –С. 66-70.
- 17А. Кучкаров А.А., Холов Ш.Р., Собиров Ю.Б., Маматкосимов М.А. Энергетические установки на базе френелевских зеркально-концентрирующих систем / «Возобновляемые источники энергии: проблемы перспективы». Республиканская конференция. Бухара-2015, 24-25 ноябрь.
- 18А. Маматкосимов М.А., Абдурахманов А. Ускоренный метод облучения полимерных электроизоляционных материалов на афокальной плоскости БСП. «Актуальные проблемы использования альтернативных источников энергии». -Карши, 2014. –С. 31-33.
- 19А. Абдурахманов А., Маматкосимов М.А., Кучкаров А.А., Ахадов Ж.З. Особенности концентрации солнечного излучения на различных расстояниях. Материалы Международной конференции, посвященной 70 летию Физико-технического института 2013г, –С. 307-309.
- 20А. Абдурахманов А., Маматкосимов М.А., Пайзуллаханов М.С., Ахадов Ж.З. Возобновляемые источники энергии - основа для экологически чистых технологий в Узбекистане. Экологический вестник Узбекистана. №4-5. 2011, –С. 29-33.

- 21A. Mamatkasimov M.A. Development new materials in solar furnace of Uzbekistan. Journal “Central Asian Information” Xinjiang, (China) 2007, №9, –P. 17-19.
- 22A. Abdurakhmanov A., Akbarov R.J., Yuldashev A.A., Mamatkosimov M.A. The Condition and perspectives of using high-temperature Solar installations in Uzbekistan. The International Conference Renewable Energy 2003: the Condition, problems, prospects. Saint-Petersburg, Russia, on November, 4-6, 2003. The collection of reports, page 148-151. Publishing house SPbGPU, 2003.

Автореферат “Тил ва адабиёт таълими” журнали таҳририясида
таҳрирдан ўтказилди (21.06.2017 йил)

