



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

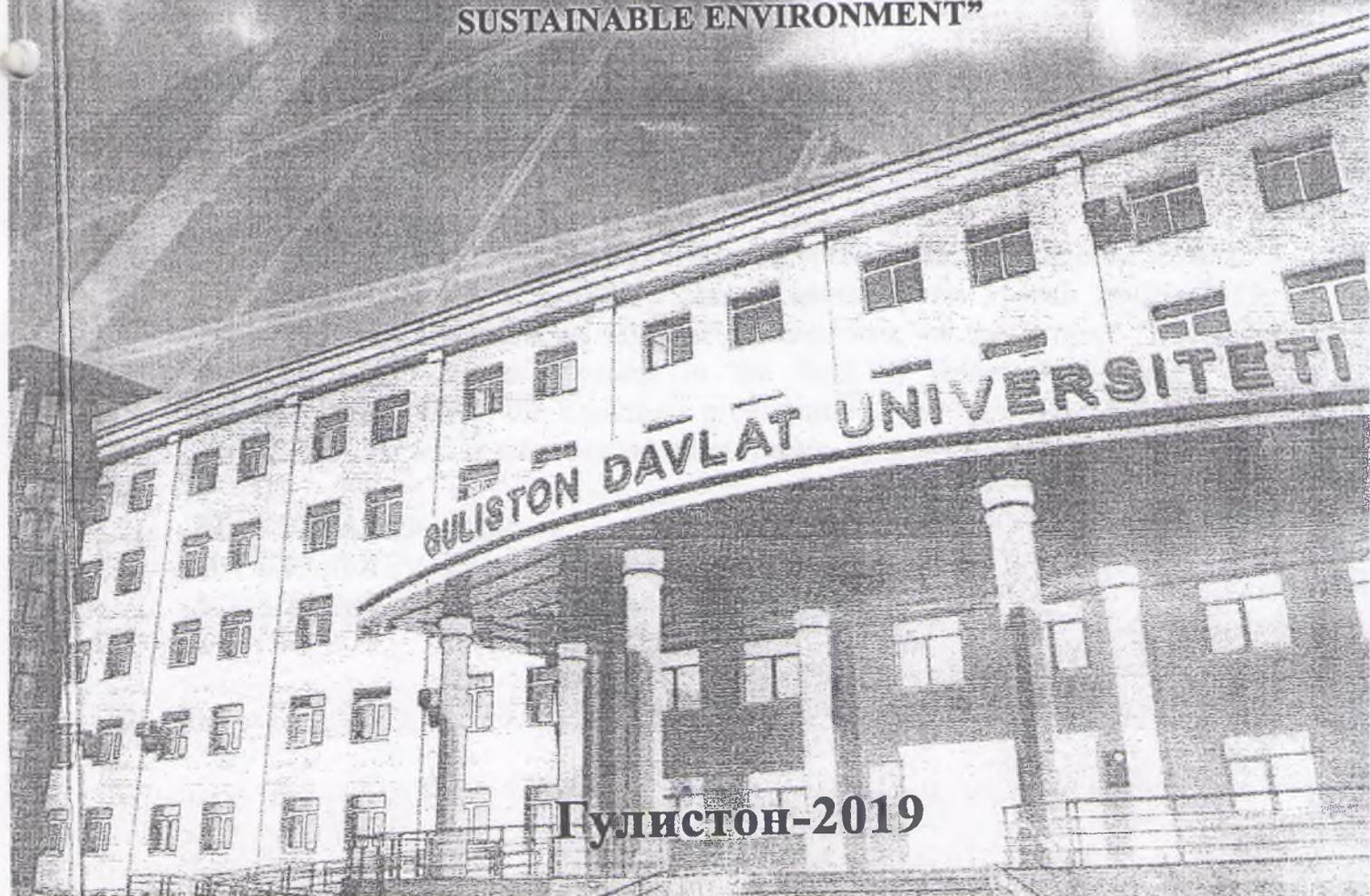


RENEs

**“RENEs: ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ ВА БАРҚАРОР
АТРОФ-МУҲИТ СОҲАСИДА МАГИСТЕРЛИК ДАСТУРИНИ ИШЛАБ
ЧИКИШ” ЛОЙИҲАСИ ДОИРАСИДАГИ ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ
СЕМИНАР МАҚОЛАЛАРИ ТЎПЛАМИ**

**СБОРНИК СТАТЕЙ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО
СЕМИНАРА В РАМКАХ ПРОЕКТА «RENEs: РАЗРАБОТКА МАГИСТЕРСКОЙ
ПРОГРАММЫ ПО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ И
УСТОЙЧИВОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

**COLLECTION OF ARTICLES OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL
SEMINAR ON THE FRAME OF THE PROJECT “RENEs: DEVELOPMENT OF
MASTER PROGRAM ON RENEWABLE ENERGY SOURCES AND
SUSTAINABLE ENVIRONMENT”**



Гулистон-2019

Ушбу тўшламга 2019 йил 26-28 март кунлари Гулистон давлат университетида Европа Иттифоқининг Эрасмус+ дастури “RENES: Қайта тикланувчи энергия манбалари ва барқарор атроф-муҳит соҳасида магистрлик дастурини ишлаб чиқиш” лойиҳаси доирасида ялпи йиғилишга бағишланган Халқаро илмий-амалий семинар қатнашчиларининг мақолалари киритилган.

Мақолалар матни ўзбек, рус, инглиз ва немис тилларида тақдим этилган.

ТАХРИР ҲАЙЪАТИ:

М.Т.ХОДЖИЕВ, ГулДУ ректори, профессор.

А.Х.ШАИМКУЛОВ, лойиҳа координатори.

Данный сборник включает в себе статьи участников Международного научно-практического семинара, проводимого в Гулистанском государственном университете 26-29 марта 2019 года, посвященного пленарному собранию в рамках проекта «RENES: Разработка магистерской программы в сфере возобновляемых источников энергии и устойчивой окружающей среды» программы Эрасмуз+ Европейского Союза.

Тексты статей представлены на узбекском, русском, английском и немецком языках.

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

М.Т.ХОДЖИЕВ, ректор ГулГУ, профессор.

А.Х.ШАИМКУЛОВ, координатор проекта.

This collection includes articles by participants of the International scientific and practical seminar held at **Gulistan State University** on **March 26-29, 2019**, dedicated to the plenary meeting within the framework of the project "**RENES: Development of the Master Program in the field of Renewable Energy and Sustainable Environment**" of the Erasmus+ programme of the European Union.

The texts of the articles are presented in Uzbek, Russian, English and German.

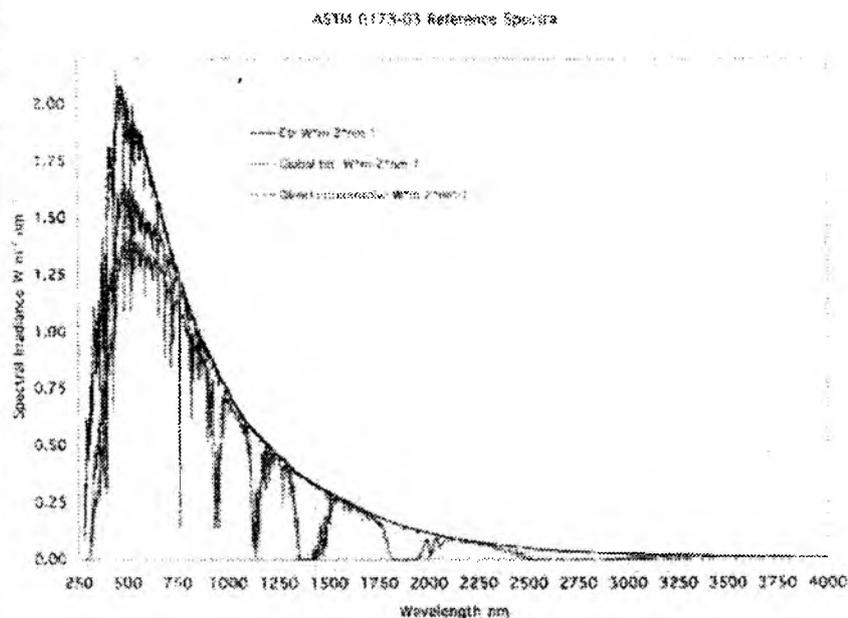
EDITORIAL BOARD:

М.Т.KHODJIEV, rector of GuSU, Professor.

А.Х.SHAIMKULOV, coordinator of the project.

- ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИ ВИРТУАЛЛАШ ОРҚАЛИ ФАННИ
ЎЗЛАШТИРИШНИ ЯХШИЛАШ *Ш.Холманов, А.А.Тулаганов,
А.Юсупов.....196*
- “ГОРИЗОНТГА БУРЧАК ОСТИДА ОТИЛГАН ЖИСМ ХАРАКАТИ”
МАВЗУСИНИ ИНФОРМАТИКА ФАНИ БИЛАН БИНАР УСЛУБДА
ЎҚИТИШ *Ш.Х.Исмоилов, А.Юсупов, Р.К.Раджапова.....199*
- РЕАКТИВ ПРИНЦИПДА ИШЛОВЧИ МИКРО-ГЭСНИНГ СОПЛОЛИ
ГИДРОТУРБИНАСИДА СУВ ОҚИМИ УЧРАЙДИГАН ГИДРАВЛИК ВА
МАХАЛЛИЙ ҚАРШИЛИКЛАР *О.О.Бозаров, Г.О.Набиева.....203*
- ХИМОҲА ШИШАСИ ОПТИК ПАРАМЕТРЛАРИНИНГ ФОТООЛЕКТРИК
ВАТАРЕҲА ПАРАМЕТРЛАРИГА ТА’СИРИ *В.Қ.Жумабойев, Ҳ.А.Атабайева,
А.Қ.Аманбайев, Р.Ш. Даминов.....209*
- PLASMONIC EFFECT IN SILICON SOLAR CELLS WITH SILVER
NANOPARTICLES *К.Ҳакубов.....214*
- ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИДАН ФОЙДАЛАНИШНИНГ АМАЛИЙ АҲАМИЯТИ ВА
МУАММОЛАР *К.Ҳакубов.....217*
- ҚУЁШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИНИ ТСАД СЕНТАУРУС
ДАСТУРИ ЁРДАМИДА МОДЕЛЛАШТИРИШ ИМКОНИЯТЛАРИ
А.Э.Атамуратов, Р.Бозорбоев, Б.Жумабаев, А.Юсупов.....220
- ҚУЁШ – БИОЭНЕРГИЯДАН ФОЙДАЛАНИБ ИСИТИЛАДИГАН
ПАРРАНДАЧИЛИК БИНОСИНИНГ ИССИҚЛИК РЕЖИМИНИ ТАДБИҚ
ЭТИШ *Ф.А.Намазов, Б.Э.Ҳайриддинов, А.С.Рысбаев, Д.Ж.Нурматова,
О.Б.Ражабова.....223*
- ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ ВА БАРҚАРОР АТРОФ
МУҲИТ ФИЗИКАСИ ЙЎНАЛИШИДА МАГИСТРЛАР ТАЙЁРЛАШДА
МАҲСУС ФАНЛАРДАН ЛАБОРАТОРИЯ МАШҒУЛОТЛАРИНИ ТАШКИЛ
ЭТИШ МЕТОДИКАСИ *А.Абдуллаев, Ш.К.Ниязов, Б.А.Абдуллаев,
А.Х.Шаимкулов.....229*
- МАИШИЙ ЧИҚИНДИЛАРНИ УТИЛИЗАЦИЯ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАСИ ВА
УНИ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ *Т.Ҳ.Ҳамраев.....237*
- ОБЗОР МЕТОДОВ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ПОИСКА ТОЧКИ
МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
Ш.Р.Давронов.....240

Compute From Monochromatic Source)



Расм 1. Стандарт AM1.5 да қабул қилинган қуёш нурланишининг спектри.

Моделлаштириш охирида Sentaurus Visual пакети моделлаштирилган асбобнинг характеристика натижаларини визуаллаштириш мақсадида фойдаланилади. Ушбу пакет ёрдамида қуёш батареяларининг вольт-ампер характеристикаларини чизиш, қуёш батареясидаги заряд ташувчиларнинг тақсимоти ва концентрациясини, электр потенциаллари, электр майдон ташкил этувчиларни, генерация-рекомбинация тезлигини ва ток зичлигининг компоненталарини ҳар хил кесимларда тасвирлаш мумкин.

Адабиётлар

1. Manual for Sentaurus Device from Synopsys Inc., Version D-2018.03.
2. MatPar User Guide, Mountain View, California: Synopsys, Inc. 2018.
3. Sentaurus™ Device User Guide, Version O-2018.06, Mountain View, California: Synopsys, Inc., 2018.

ҚУЁШ – БИОЭНЕРГИЯДАН ФОЙДАЛАНИБ ИСИТИЛАДИГАН ПАРРАНДАЧИЛИК БИНОСИНИНГ ИССИҚЛИК РЕЖИМИНИ ТАДБИҚ ЭТИШ

Намазов Ф.А*., Хайриддинов Б.Э**., А.С.Рысбаев***., Нурматова Д.Ж**.,
Ражабова О.Б**

Самарқанд ветеринария медицинаси институти*

Адабиётлар таҳлили [1,2,3] кўрсатадики, қуёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторларидаги иссиқлик алмашинуви жараёнларини иссиқлик аккумуляторларни геометрик ўлчамлари билан боғлиқ самарадорлик критериялари мукамал тадқиқ этилмаган. Шу муаммоларни тадқиқ этиш мақсадида Муборакнефтгаз МЧЖ (маъсулияти чекланган жамият) ёрдамчи хўжалигида комбинациялаштирилган ҳажмий ҳаво иситиш коллектор – ясси девор сувли ва тупроқ ости иссиқлик аккумуляторлардан иборат паррандалар парвариш қилинадиган, фойдали ишчи майдони 150м² бўлган бино қурилиб тажрибалар олиб борилди (1-расм). Қурилма киш фаслида ойлари (ташқи ҳаво температураси сурункали -5-10⁰С бўлган ва ҳаво булутли кунлари) қўшимча биогаз қурилмадан (биогаз қурилмасининг биогазга мўлжалланган ҳажми 10т) олиннадиган метан гази ҳисобида ишлатиладиган қозонхонадан узатилган иссиқ сув билан иситилади.

Тажрибалар асосида ҳажмий ҳаво иситиш коллектор- иссиқлик аккумуляторли қурилма уч вариантда синовдан ўтказилди. Биринчи вариантда ҳажмий ҳаво иситиш коллектор - тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумулятор, қўшимча биогаз қурилмаси ишлаб турганда (9-12 январь 2018 йил).

Иккинчи вариантда ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг ясси девор сувли ва тупроқ ости иссиқлик аккумулятори ишлатилган, аммо қўшимча биогаз қурилмаси ишлатилмаган (6-11 февраль 2018 йил).

Учинчи вариантда ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг иссиқлик аккумулятори ва биогаз қурилмаси ишлатилмаган (21- 23 январь 2018 йил). Биринчи ва иккинчи вариантларда тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумуляторни гидродинамик, теплофизик ва энергетик тизимларининг характеристикаси таққослаш методи билан ўрганилди ва тадқиқот натижалари асосида қурилманинг самарадорлик критерияси қуйидагича аниқланди.

$$F = \frac{N}{Q_{m\ddot{u}l}} \quad (1)$$

Бу ерда $Q_{m\ddot{u}l}$ - қуёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг икки қаватли полиэтилин плёнка билан қопланган тиниқ юзасидан ўтадиган қуёш энергияси, Кж;

N- қуёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторидан иссиқлик аккумуляторига бериладиган иссиқ ҳаво энергияси, Кж;

$Q_{m\ddot{u}l}$ - қуёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг ичига ўтадиган қуёш энергияси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$Q_{m\ddot{u}l} = L_k^I F_k^I (t_1^I - t_x) \tau + L_k^{II} F_k^{II} (t_2^I - \bar{t}_x) \tau \quad (2)$$

Бу ерда L_k^i, L_k^u - куёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторини ички ҳаво қатламига ва унинг тиник юзасидан атроф- муҳитга иссиқлик бериш коэффициентлари, $Kж/(м^2 \cdot ^\circ C)$; F_k^i, F_k^u - куёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг фойдали ишчи майдони ва қурилманинг тиник юзалари $м^2$;

$t_1^i, t_2^i, t_x^i, t_x^u$ - куёш ҳажмий ҳаво иситиш коллектор ичидаги тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумуляторига кирадиган ундан чиқадиган ва ташқи ҳавонинг температуралари, $^\circ C$;

Қиш фаслида паррандалар парвариш қилинадиган бино ҳавосини иситиш яъни микроклим яратишда фойдаланиладиган куёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг солиштира энергетик самарадорлик коэффициенти

$$E = \frac{L_k^i F_k^i (t_1^i - t_x^i) \tau + L_k^u F_k^u (t_1^u - t_x^u) \tau}{\xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} \quad (3)$$

Бу ерда
$$E_0 = E \frac{F_k^u}{F_k^i} \quad (4)$$

Демак,
$$E = \frac{L_k^i (t_1^i - t_x^i) \tau + L_k^u (t_1^u - t_x^u) \tau}{\xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} \cdot \frac{F_k^u}{F_k^i} \quad (5)$$

тенглик ўринли бўлади. (3) тенгликни анализ қилинганда, куёш ҳаво иситиш коллекторидан $F_k^u/F_k^i \rightarrow 1$ бўлса, $L_k^i > L_k^u$ бўлади. Бу ҳолда куёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг самарадорлик критерияси

$$E_0 = \frac{L_k^i (t_1^i - t_x^i) \tau + L_k^u (t_1^u - t_x^u) \tau}{\xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho g^2}{2}} \quad (6)$$

формула билан ҳисобланди.

Ҳажмий ҳаво иситиш коллектор тупроқ ости ва ясси девор сувли - иссиқлик аккумуляторли биринчи вариантда иссиқлик алмашинуви

$$NU_I = 3,38 * Re^{0,34}, \xi_I = 100 Re^{-195} \quad (7)$$

Паррандалар парвариш қилинадиган ясси девор сувли ва тупроқ ости иссиқлик аккумуляторли иккинчи вариантда иссиқлик алмашинуви:

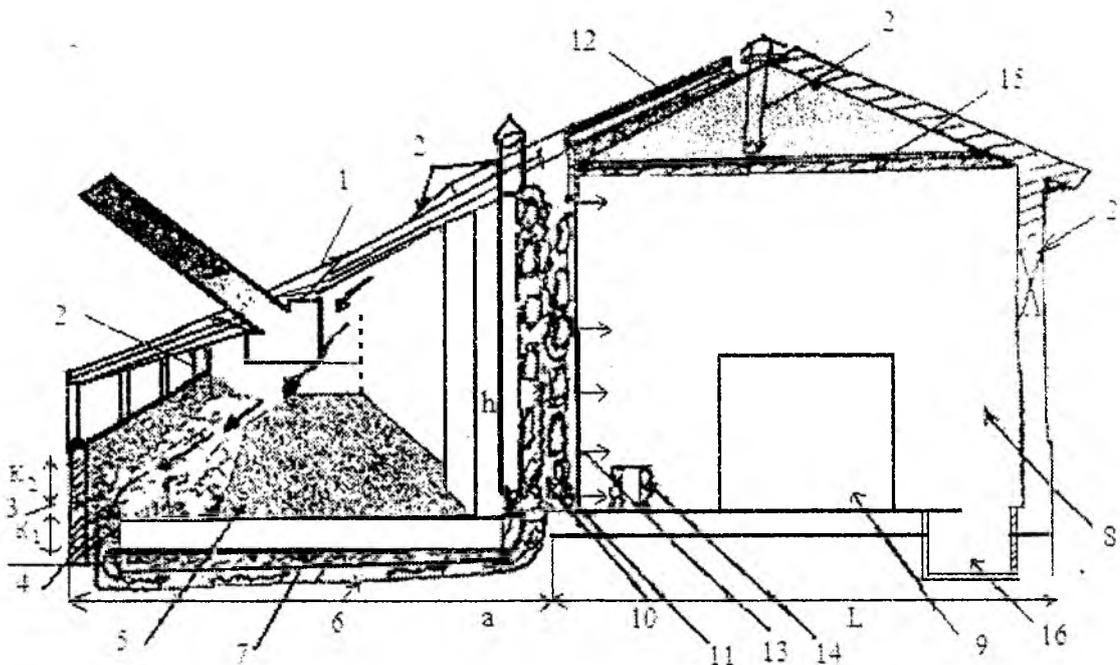
$$NU_{II} = 3,38 * Re^{0,34}, \xi_{II} = 175 Re^{-215} \quad (8)$$

Критериал тенгламалар билан ҳисоблашлар олиб борилди. Демак I ва II қурилмаларни самарадорлик критерияси (7), (8) формулаларга асосан қуйидагича ифодаланади.

$$F_{01} = \frac{NU_1 \lambda}{\xi_1 e \frac{\rho g^2}{2}} = \frac{3,38 Re^{0,34} \cdot 0,25 \cdot 10^{-2}}{100 Re^{-1,96} \cdot e \frac{\rho g^2}{2}} = 0,668$$

$$F_{02} = \frac{NU_{11} \lambda}{\xi_{11} e \frac{\rho g^2}{2}} = \frac{2,91 Re^{0,36} \cdot 0,25 \cdot 10^{-2}}{175 Re^{-2,15} \cdot e \frac{\rho g^2}{2}} = 0,261$$

Демак қуёш ҳажмий ҳаво иситиш коллекторидаги иссиқ ҳаво оқимининг тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумулятор қувурлари орқали тезлигини ҳисоблашдан олинган натижалар тажриба қийматларига адиқватли асосида мос келади.



1-расм. Муборакнефтваз МЧЖ ёрдамчи хўжалигида қурилиб тажриба – синовдан ўтказиладиган жанубий томони ҳажмий ҳаво иситиш коллектор – ясси девор сувли ва тупроқ ости иссиқлик аккумуляторли паррандачилик бинонинг қўндаланг кесими.

1 - расмда $K_1=0,5$ м чуқурлаштирилган $K_2=0,7$ м шишали герметик тайёрланган деразалар $a=4$ м, $L=5,2$ м, $b=30$ м, $h=3$ м, $n=15$ дона композицион материалдан тайёрланган қувурлар. 1- асосий тиниқ юзаси икки қават полиетелин плёнка билан қопланган ҳажмий- қуёш ҳаво иситиш коллектори (гелиотеплица); 2- шамоллатиш дарчалари; 3- жанубий томондаги қўшимча тиниқ юзаси икки қават полиетелин плёнка билан қопланиб фундаментга тик жойлаштирилган рама; 4- ҳажмий ҳаво иситиш коллектор (гелиотеплица)ни юқори қатламидан қизиган ҳавони сўриб олувчи ва қувурга ҳайдовчи вентилятор; 5- Ҳажмий ҳаво иситиш коллекторли экин майдони; 6,7- тупроқ ости композицион қувурли ($d=0,25 \div 0,089$ м) иссиқли аккумулятор атрофида ва устида

($S=0,40 \times 0,40$ м) жойлаштирилган субстрат (30 фоиз гунг, 30 фоиз пахта чиқиндиси ва 40 фоиз майин тупроқ аралашмали ёйилган қатламдан иборат бўлиб, 1,5 метр ораликда жойлаштирилган; 8- паррандалар парвариш қилинадиган бино; 9- паррандалар парвариш қилинадиган бинони эшиги; 10- ясси девор сувли аккумулятор; 11- ташқи ҳаво температураси юкори бўлган кунларда паррандалар парвариш қилинадиган бинони мажбурий шамоллатиш вентилятор; 12- қуёш фотобатарияси; 13- паррандалар парвариш қилинадиган бинони иссиқлик узатиш билан иситадиган ясси девор; 14- биогаз ёқилғиси билан қозон қурилмасида қизиган сув циркуляция қилиши ҳисобидан паррандалар парвариш қилинадиган бинода жойлаштирилган иситгич (теплообменик) қурилмаси; 15- паррандалар парвариш қилинадиган бинони потолок қопламасини маҳаллий иссиқлик сакловчи (камиш қирқимларидан тайёрланган) панел қопламаси; 16- паррандалар парвариш қилинадиган бинони полидаги чиқиндилар, суюқ гунгларни ювиб тушириш қувури.

Паррандалар парвариш қилинадиган бинони иситишда энергетик ресурслар сарфини иқтисодий самарадорлигини ҳисоблашда, бино температураси ва намлигини мўътадиллигини таъминлаш муҳим масаладир. Паррандалар сакланадиган бино температураси $+18-22^{\circ}\text{C}$ ва намлигини 65-70% бўлишини таъминлашда ташқи ҳаво ҳарорати, бино қурилмаларининг теплотехник ва теплофизик характеристикалари ўрганилиб, иситиш тизими такомиллаштирилган инновацион технологиялардан фойдаланилди. Паррандалар парвариш қилинадиган бинода мўътадил иқлим яратиш борасида ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатадики, 700 та паррандалар сакланадиган бино ичида мўътадил иқлимни таминал учун 16 Квт соат электр энергия ёки бир суткада 120 кг шартли ёқилғи талаб этилади. Мавсум давомида катта миқдорда энергия - ёқилғи сарфланиши билан бир каторда атроф муҳитни софлигини асрашга салбий таъсир этади. Шунингдек паррандалар парвариш қилинадиган бинони янада кенгайтирилиши янги теҳнологиялар асосида такомиллаштирилиши билан сарфланадиган ёқилғи энергия ресурслар сарфи ортиб боради. Талбиркорлар паррандачилик комплексларини қуриб фойдаланишлари учун қуёш - биоэнергиядан фойдаланиб биноларда мутаъдил иқлим яратиш бўйича тадқиқотлар ўтказилиб, олинган натижаларга мувофиқ тавсиялар ишлаб чиқилди ва жорий этиш билан ёқилғи - энергия ресурсларини тежаш ва атроф- муҳит софлигини таъминлашга эришилди.

Паррандалар парвариш қилинадиган бинонинг тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумуляторлари орқали иссиқ ҳавони циркуляцияланишини таъминлайдиган насос, биогумусни автоматик аралаштиргич насос, бинони ёритиш ва ёз - куз ойлари мажбурий шамоллатиш, ёритиш суғориш ва сув чиқариш, паррандалар остини ювишда фойдаланиладиган электр энергияси қуёш панелларидан олинади. Тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумулятор ишлатилган ва иссиқлик аккумулятор ишлатилмаган кунлардаги ҳажмий ҳаво иситиш коллектори ички ҳаво температураси ва намлик ўзгаришини тиниқ юза орқали ўтадиган нур энергиясига ва

аккумуляцияланадиган иссиқлик миқдориға боғлиқ ўзгариши 2- расмда келтирилди.

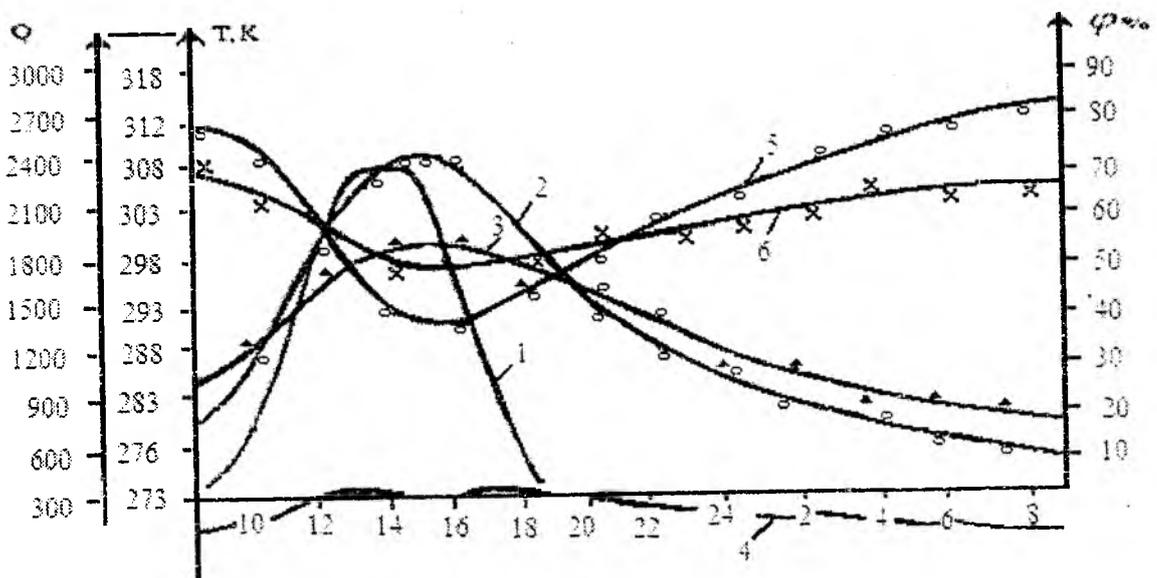
Шунингдек қуёш энергиясини ясси девор сувли ва тупроқ ости иссиқлик аккумуляторда тўпланиши ҳисобидан сарфланадиган иссиқлик миқдори

$$Q_{\alpha} = C\gamma W_{nc} \Delta \bar{t}_1 \quad (9)$$

формуладан ҳисобланиб ўртача 2660кЖ/кун га тенглиги аниқланди. Ташқи ва биноси ичидаги ҳаво температуралар фарқи:

$$t_u - t_T = \frac{1000\epsilon_n \cdot \Delta E_i}{C\gamma \cdot V} \quad (10)$$

формуладан ҳисобланади. Бу ерда ΔE_i – биоэнергияни эквивалент миқдори (кВт-соат/м²). Тадқиқот анализлари 10м³ қайта ишланадиган чиқинди миқдори 1т/кун натижасида биоэнергия ҳисобидан: 26-28м³/кун биогаз, 12-16кВсоат электр энергия олиниб, ҳосил қилинган иссиқлик энергиясининг миқдори 31-36кВт соатга тенг бўлади. Бу эса сақланадиган 700 га паррандалар сақланадиган бинони ҳароратини мўътадил сақлашга етарли бўлиб, қўшимча ёқилғи - энергия ресурслар сарфланмасдан фойдаланиши мумкинлигини билдиради.



2-расм. Тупроқ ости ва ясси девор сув иссиқлик аккумулятор ишлатилган ва иссиқлик аккумулятор ишлатилмаган кунлардаги ички ҳаво температураси ва намлиги ўзгаришини тиниқ юза орқали ўтадиган нур энергиясига ва аккумуляцияланган иссиқлик миқдориға боғлиқлиги келтирилган. 1- тиниқ юза орқали ўтадиган қуёш энергияси Q_{ym} кжс/м² соат;

2-5- Иссиқлик аккумулятор ишлатилмаган кунларда ҳажмий ҳаво иситиш коллекторининг ичидаги ҳаво температураси (К) ва намлигини ўзгариши (φ%); 3-6- Иссиқлик аккумулятор ишлатилган кунларда гелиотеплица ичидаги ҳаво температураси (К) ва намлигини ўзгариши, (φ%) 7. Қуёш – биоэнергия билан иситилган кунлари гелиотеплица ичидаги ҳаво температураси (К) ва намлигини

Ўзгариши (ф%); ва 4- Ташқи ҳаво температурасини ўзгариши (К)(2018 йил 19-21 февраль).

Ҳажмий ҳаво коллектор- тупроқ ости ва ясси девор сувли иссиқлик аккумуляторли, кўшимча биогаз билан иситиладиган паррандалар парвариш қилинадиган бинонинг ички ҳаво температураси ва намлигининг мўътадиллиги режим нормаларига мувофиқлиги аниқланди.

Ҳажмий ҳаво иситиш коллектор(гелиотеплица) тупроқ ости иссиқлик ва ясси девор сувли иссиқлик аккумуляторли автоном бошқариладиган системадан фойдаланиш жараёнида ёқилғи энергия ресурслари тўлиқ иқтисод қилинади ва ишчи, транспорт ҳаракатлари 2 баробар камаяди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Аллакулов П.Э, Хайриддинов Б.Э, Ким В.Д. Нетрадиционный теплоэнергетика". Т.: фан 2009г. 132-с.
2. Хайриддинов Б.Э., Холмирзаев Н.С., Халимов Ф.Ф., рисбаев А.С., Эргашев Ш.Х., Муқобил энергия манбаларидан фойдаланиш Т.: "ADAD PLYUS"2018. С. 242- 254 бет
3. Узоқова Г.Н., Давланов Х.А., Раббимов Р.Р. Исследование термической переработки биомассы для получения альтернативного топлива // Гелиотехника 2017. №3 С. – 68-73.