O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI INNOVATSION RIVOJLANISH VAZIRLIGI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI ENERGETIKA VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK - IQTISODIYOT INSTITUTI

BELARUS MILLIY TEXNIKA UNIVERSITETI

ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI



ENERGIYA VA RESURS TEJAMKOR INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI RIVOJLANTIRISHNING DOLZARB MUAMMOLARI

Respublika ilmiy-amaliy anjumani

Qarshi-2022

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI INNOVATSION RIVOJLANISH VAZIRLIGI
O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI ENERGETIKA VAZIRLIGI
QARSHI MUHANDISLIK - IQTISODIYOT INSTITUTI
BELARUS MILLIY TEXNIKA UNIVERSITETI
ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“ENERGIYA VA RESURS TEJAMKOR INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI RIVOJLANTIRISHNING DOLZARB MUAMMOLARI”

Respublika ilmiy-amaliy anjumani

MATERIALLAR TO‘PLAMI

23-24-sentabr 2022-yil

Qarshi – 2022

Tashkiliy qumita raisi *– O.Sh. Bazarov, Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti rektori.*

Tashkiliy qumita hamraisi *- Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti "Ilmiy ishlar va innovatsiyalar" bo'yicha prorektor, texnika fanlari doktori, professor G'.N.Uzoqov.*

Tashkiliy qumita a'zolari:

O.X.Ishnazarov – O'zbekiston Respublikasi FA "Energetika muammolari instituti" direktori o'rinbosari, texnika fanlari doktori, professor,

M.Q.Bobojonov – texnika fanlari doktori, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Elektr ta'minoti" kafedrasi professori.

T.Sh.Gaylbov – texnika fanlari doktori, professor, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Elektr stansiyalari, tizimlari va tarmoqlari" kafedrasi mudiri.

B.A.Седнин – доктор технических наук, профессор, заведующей кафедры "Промышленная теплоэнергетика и теплотехника", Белорусский национальный технический университет.

M.M.Muxammadiyev – texnika fanlari doktori, professor, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Gidravlik va gidroelektr stansiyalari" kafedrasi mudiri.

A.B.Виноградов – Руководитель научного направления «Энергообеспечение АПК», заведующий лаборатории «Электроснабжение и теплообеспечения», Москва, Россия. ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», доктор технических наук, профессор.

N.B.Pirmatov – texnika fanlari doktori, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Elektr mashinalari" kafedrasi professori.

I.A.Yuldashev – texnika fanlari doktori, dotsent, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Muqobil energiya manbalari" kafedrasi mudiri.

I.U.Raxmonov – texnika fanlari doktori, dotsent, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Elektr ta'minoti" kafedrasi mudiri.

X.M.Iliyev – texnika fanlari doktori, professor, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Raqamli elektronika va mikroelektronika" kafedrasi mudiri.

N.F.Zikrillayev – fizika-matematika fanlari doktori, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Raqamli elektronika va mikroelektronika" kafedrasi professori.

K.S.Ayupov – fizika-matematika fanlari doktori, Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, "Raqamli elektronika va mikroelektronika" kafedrasi professori.

A.B.Sa'dullayev – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Energetika" fakulteti dekani.

T.A.Fayziyev – texnika fanlari nomzodi, dotsent, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Issiqlik energetikasi" kafedrasi mudiri.

M.M.Fayziyev – texnika fanlari nomzodi, dotsent, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Elektr energetikasi" kafedrasi mudiri.

X.A. Davlonov – texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Muqobil energiya manbalari" kafedrasi mudiri.

O.E.Zaynlyeva – iqtisod fanlari nomzodi, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Elektr energetikasi" kafedrasi dotsenti.

A.A.Vardiyashvili – texnika fanlari nomzodi, dotsent, Qarshi Davlat Universiteti "Kasbiy ta'lim" kafedrasi mudiri.

O.A.Mavlonov – Viloyat innovatsion rivojlanish hududiy boshqarma boshlig'i.

A.A.Muzapov – "Qashqadaryo HET" AJ bosh direktori.

O.M.Yusupov – "Tallimarjon IES" AJ bosh direktori.

F.I.Kurbanov – "Hisorak GES" UK bosh direktori.
K.I.Xayrullayev – "Muborak IEM" AJ bosh direktori.
Q.A.Jo'rayev – Qashqadaryo viloyati "Issiqlik manbai" DUK direktori.
A.Dj.Sharapov – "Qarshi maxsus energomontaj" MChJ direktori.

Tashkiliy qo'mita kotiblari:
R.H.Beytullayeva – QarMII, "Elektr energetikasi" kafedrasi dotsent v.b.
A.B.Imomnazarov – QarMII, "Elektr energetikasi" kafedrasi katta o'qituvchisi.
S.I. Xamrayev – QarMII, "Issiqlik energetikasi" kafedrasi doktoranti.
B.M.Toshmamatov – QarMII, "Muqobil energiya manbalari" kafedrasi katta o'qituvchisi.

To'plamni nashrga tayyorlovchi tahrir hay'ati tarkibi:

Rais – G'.N.Uzoqov, institut ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektor
A'zolar:
A.B.Sa'dullayev
M.M.Fayziyev
T.A.Fayziyev
X.A.Davlonov
Mas'ul muharrirlar:
t.f.d., prof. G'.N.Uzoqov
f-m.f.n., dots. A.B.Sa'dullayev
t.f.n., dots. M.M.Fayziyev
t.f.n., dots. T.A.Fayziyev
t.f.f.d., dots. X.A.Davlonov

To'plamga kiritilgan materiallardagi ma'lumotlar va fikrlarning to'g'riligi uchun mualliflar javobgardir

Respublika ilmiy – amaliy anjumani materiallari to'plami Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti Kengashida muhokama qilingan va chop etishga tavsiya etilgan.

© Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti. 2022-yil.

MUNDARIJA

1-SHU'BA: "ENERGETIKA TIZIMLARI, TARMOQLARI VA ELEKTR STANSIYALARIDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR".

T/R	MUALLIFLAR F.I.SH. VA ILMIY MAQOLALAR NOMI	SAXIFA
1.	**Т.Ш.Гайибов, М.М.Файзиев, Т.У.Тошев.** Таркибида қайта тикланувчан энергия манбаларида ишловчи электр станциялари мавжуд бўлган электр энергетика тизимларининг режимларини оптималлаш.	**4**
2.	**Н.Б.Пирматов, С.Э.Шерназаров.** Металлургия комбинатларидаги қуввати 5,2 МВтли синхрон моторларидан фойдаланиш жараёнида энергияни тежаш.	**7**
3.	**M.Q.Bobojanov.** Pole-changing asynchronous machine.	**10**
4.	**А.Д.Таслимов.** Уменьшение потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях за счет многокритериальной оптимизации сечений линий.	**13**
5.	**М.К.Бобожанов, А.Н.Ракулов, С.К.Махмутхонов.** Электр энергияси сифатини истеъмолчиларнинг қуввати бўйича баҳолаш.	**16**
6.	**И.Х.Сиддиков, М.А.Анарбоев, Ж.Т.Тулаков.** Уч фазали, учта сепгир элементли ўзгартгичнинг статик тавсифлари.	**18**
7.	**Т.Ш.Гайибов, А.Б.Саъдуллаев, И.И.Ибрагимов, Ж.Абдуллаев.** Оптимальное планирование краткосрочных режимов энергосистем генетическими алгоритмами.	**23**
8.	**T.X.Nasirov, U.N.Berdiyorov.** Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash.	**26**
9.	**И.У.Рахмонов, Э.Г.Усмонов, Д.А.Жалилова.** Тўқимачилик корхоналарида электр энергия сифатини таъминлаш.	**28**
10.	**А.Ж.Исаков, Ф.Э.Хўжаёров.** Қишлоқ хўжалиги истеъмолчиларини электр энергияси билан таъминлаш ва электр таъминоти тизимининг эксплуатация самародорлигини ошириш.	**31**
11.	**M.B.Xudayarov, N.N.Normamatov, I.N.Muminov.** Elektr energetikasining masalalarini yechishda sun'iy neyron tarmoqlardan foydalanish.	**36**
12.	**Т.Ш.Гайибов, О.Э.Зайниева, У.Х.Амиркулов.** Таркибида ГЭСлар мавжуд бўлган энергетика тизимларининг қисқа муддатли ҳолатларини оптимал режалаштириш.	**41**
13.	**Э.Г.Усманов, Б.М.Хусанов.** Электр таъминоти тизимида вольт қўшувчи трансформаторларни қўллашнинг афзалликлари.	**44**
14.	**С.К.Махмутхонов.** Электр энергия сифатини электр энергия нерофига таъсири.	**45**
15.	**Ю.М.Бобожонов, Б.Т.Сеитмуратов.** Қисқа туташган ротория асинхрон машинани генератор ҳолатида ишлатишнинг аҳамияти ва чиқишидаги кучланишнинг юкламага боғлиқлигини модул ва тажриба асосида аниқланган хусусиятлари.	**47**
16.	**Т.Ш. Гайибов, Д.Ш. Абдурашидов, Ж.Кудратов.** К минимизацию потерь в электрических сетях оптимизацией коэффициентов трансформации трансформаторов.	**51**
17.	**Н.Б.Пирматов, М.М.Файзиев, О.Э.Зайниева, Н.А.Курбанов, А.Б.Имомназаров.** Режимы работы гидрогенераторов.	**55**
18.	**И.Х.Сиддиков, Н.Н.Мирзоев.** КС 35/6 кВли инмстанциясида микропроцессорли релели ҳимояси ва автоматикасини қўллаш орқали автоматик қайдлов тизимини такомиллаштириш.	**57**
19.	**А.К.Нуралиев, А.Ж.Есенбеков, Б.Дж.Алламуратов.** Эффективность применения преобразователя частоты при плавном регулировании скорости асинхронного двигателя.	**59**

67.	**A.P.Umirov**. Global energiya muammolarini yechishda muqobil energiya manbalarining rivojlanishi.	**501**
68.	**А.И Анарбаев, А.Н.Коракулов** Тепловой насос в биогазовой установке	**503**
69.	**Г.Ш.Жўраева, Х.Ш. Рахмонова, Э.М.Тошпулатовю.** Агросаноат мажмуида энергиядан фойдаланиш самарадорлигини ошириш муаммолари	**505**
70.	**Э.Т.Жураев, К.А.Самиев.** Характеристики гелиотеплицы оснащённое с тепловым аккумулятором на основе фазопереходных материалов.	**508**
71.	**Ж.С.Ахатов, Х.С. Ахмадов, Х.Ф.Сайфиева** . Получение водорода из воды в солнечном термохимическом реакторе с применением CeO_2 для осуществления восстановительно-окислительного процесса.	**514**

3-SHU'BA: "ENERGETIKA VA ATROF-MUHIT MUHOFAZASI MUAMMOLARI".

T/R	MUALLIFLAR F.I.SH. VA ILMIY MAQOLALAR NOMI	SAXIFA
1.	**Г.Н.Узоков, У.Х.Ибрагимов, Л.А.Алиярова.**Тўсиқ-турбулизаторли қуёш ҳаво коллекторларида ҳарорат режимини тадқиқот қилиш.	**521**
2.	**В.А.Седнин, Р.С.Игнатович.** Сравнительный анализ технологий извлечения CO_2 из продуктов сгорания мини-тэц на местных видах топлива.	**526**
3.	**Б.Э.Хайриддинов, Ш.Х.Эргашев, Ж.Т.Абдурахимов.** Оптимизация мощностей систем микроклимата в гелиотеплицы - животноводческого комплекса.	**529**
4.	**Е.В.Богдан.** Прогнозируемые нагрузки электростанций белорусской энергосистемы после ввода Белорусской АЭС.	**536**
5.	**В.А.Седнин, А.А.Абрамовский, А.Я.Савастиенок, С.Ф.Горбченко.** Оценка эксплуатационного ресурса стального газопровода по толщине стенки трубы.	**539**
6.	**В.В.Янчук, В.Романюк.** Регенеративное использование теплоты циркуляционной воды ТЭЦ на примере цикла пт-60.	**544**
7.	**Л.М.Эшкувatов, Р.П.Бабаходжаев, Н.Т.Ташбаев.** Такомиллаштирилган ковурга сиртли вертикал қувурларда буғ конденсацияланиш жараёнининг физик ва математик модели.	**547**
8.	**М.А.Короля.** Индивидуальный контроль температуры – путь к повышению эффективности систем отопления .	**551**
9.	**С.М.Хужакулов, Ш.Х.Эргашев, Ф.Н.Кудратов.** Иссиқхоналарда иккиламчи энергия ресурсларидан фойдаланиш имкониятларини баҳолаш.	**554**
10.	**С.И.Хамраев, У.Х.Ибрагимов, Б.И.Камолов, З.К.Зувайтова.** Қуёш коллекторли сувли иссиқ пол қувурида иссиқ сувнинг ламинар оқимида иссиқлик алмашинув жараёнларини моделлаштириш.	**557**
11.	**У.О.Одамов, Х.М.Муратов, С.И.Хамраев.** Внедрение прямоточной газовой горелки, полностью обеспечивающей сжигание природного газа в процессе обжига клинкера на АО «Кувасайцемент».	**563**
12.	**Т.А.Файзиев, Ж.Д.Садыков, И.М.Файзуллаев.** Аналитический метод расчета температуры воздуха на выходе из водяного аккумулятора тепла в гелиотеплицах.	**567**
13.	**Ш.Ю.Саматова. О.А.Кузнец, Л.З.Темирова** "Повышение эффективности работы ГТУ с когенерацией путем использования теплоты уходящих газов в котлоагрегатах отопительной системы".	**569**
14.	**А.З.Киямов.** Энергосберегающие технологии в земледелии Узбекистана.	**571**

КУЁШ КОЛЛЕКТОРЛИ СУВЛИ ИССИҚ ПОЛ ҚУВУРИДА ИССИҚ СУВНИНГ ЛАМИНАР ОҚИМИДА ИССИҚЛИК АЛМАШИНУВ ЖАРАЁНЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

таянч докторант С.Н.Хамраев т.ф.ф.д., (PhD) У.Х.Ибрагимов
таянч докторант Б.Н.Камолов магистр З.К.Зуайтова
Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти

Аннотация: В данной статье приведены результаты экспериментального исследования процессов теплообмена при ламинарном режиме течения горячей воды, движущейся по трубам теплого пола при энергосбережении с использованием солнечной энергии в системе водяного теплого пола и эмпирические уравнения, полученные в результате обработки результатов, а также представлены результаты оптимизации параметров системы теплого пола в режиме ламинарного потока.

Ключевые слова: теплый пол, диаметр трубы, шаг трубы, ламинарный режим, теплоотдача, шаг расположения.

Abstract: This article presents the results of an experimental study of heat transfer processes in the laminar flow of hot water moving through pipes of a warm floor with energy saving using solar energy in a water floor heating system and empirical equations obtained as a result of processing the results, as well as the results of optimizing the parameters of a warm floor system.

Key words: underfloor heating, pipe diameter, pipe pitch, laminar flow, heat transfer, location step.

Ҳозирги вақтда аҳоли яшаш уйларида қулай шароитни яратиш, аҳолини йил давомида узлуксиз иссиқлик ва иссиқ сув билан таъминлашда қуёш коллекторли сувли иссиқ пол тизимларидан фойдаланиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади [1]. Сувли иссиқ пол тизимининг қувурлари орқали иссиқ сувдан узатилаётган иссиқликдан самарали фойдаланиш, қувурлар диаметри ва жойлашиш қадамини иссиқлик беришга таъсирини ўрганиш ва иссиқ пол тизимининг параметрларини оптималлаштириш бўйича кам сонли тадқиқотлар борилган бўлиб, улар янги ўрнатилаётган сувли иссиқ пол тизимини лойиҳалашда фойдаланиш учун етарли ҳисобланмайди. Юқорида келтирилганларни инобатга олган ҳолда муаллифлар томонидан иссиқ пол тизимининг қувурларидан оқаётган иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида иссиқлик алмашинув жараёнлари тўлиқ тадқиқот қилиниб иссиқ пол тизимининг параметрлари оптималлаштирилди. Иссиқ пол қувурларида иссиқлик алмашинув жараёни муҳим бўлиб, иссиқлик бинога берилишида тизимнинг оптимал параметрларини аниқлаш учун тадқиқотлар ўтказилди.

Иссиқлик алмашинуви мавжуд бўлганда, ламинар оқим режимининг қовушқоқ-гравитацион соҳасида силлиқ қувурларда иссиқлик бериш қуйидагича аниқланади [2]:

$$Nu = 1{,}4\left(Re\frac{d}{l}\right)^{0{,}4} Pr^{0{,}33}\left(\frac{Pr}{Pr_д}\right)^{0{,}25} \quad (1)$$

бу ерда d – қувурнинг ички диаметри, м; l – қувурнинг умумий узунлиги, м.

(1) формула $10 < Re < 2300$, $0{,}06 \le Pr/Pr_д \le 10$, $l/d > 10$ оралиқларда ўринли ҳисобланади.

Силлиқ қувурларда турбулент оқим режимида иссиқлик бериш қуйидагича аниқланади [2]:

$$Nu = 0{,}021 Re^{0{,}8} Pr^{0{,}43}\left(\frac{Pr}{Pr_д}\right)^{0{,}25} \varepsilon_l \quad (2)$$

Аниқловчи ўлчам сифатида қувурнинг ички диаметри қабул қилинади. ε_l коэффициент иссиқлик бериш коэффициентини қувур узунлиги бўйича ўзгаришини инобатга олади. Агар $l/d \ge 50$ бўлса $\varepsilon_l = 1$. $l/d < 50$ бўлганда бошланғич участканинг таъсирини инобатга олиш зарур.

Иссиқ сувдан иссиқ пол қувури деворига иссиқлик бериш коэффициенти:

$$\alpha = \frac{Nu\lambda}{d} \tag{3}$$

бу ерда λ – иссиқ сувнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, Вт/(м·°С).

Солиштирма иссиқлик оқими қуйидаги формуладан ҳисобланади[ ]:

$$q = \alpha(t_п - t_ҳ) \tag{4}$$

бу ерда $t_п$ – пол юзасидаги ҳарорат, °С; $t_ҳ$ – хона ичидаги ҳарорат, °С.

Иссиқ пол тизимидан узатилган иссиқлик миқдори:

$$Q = qF \tag{5}$$

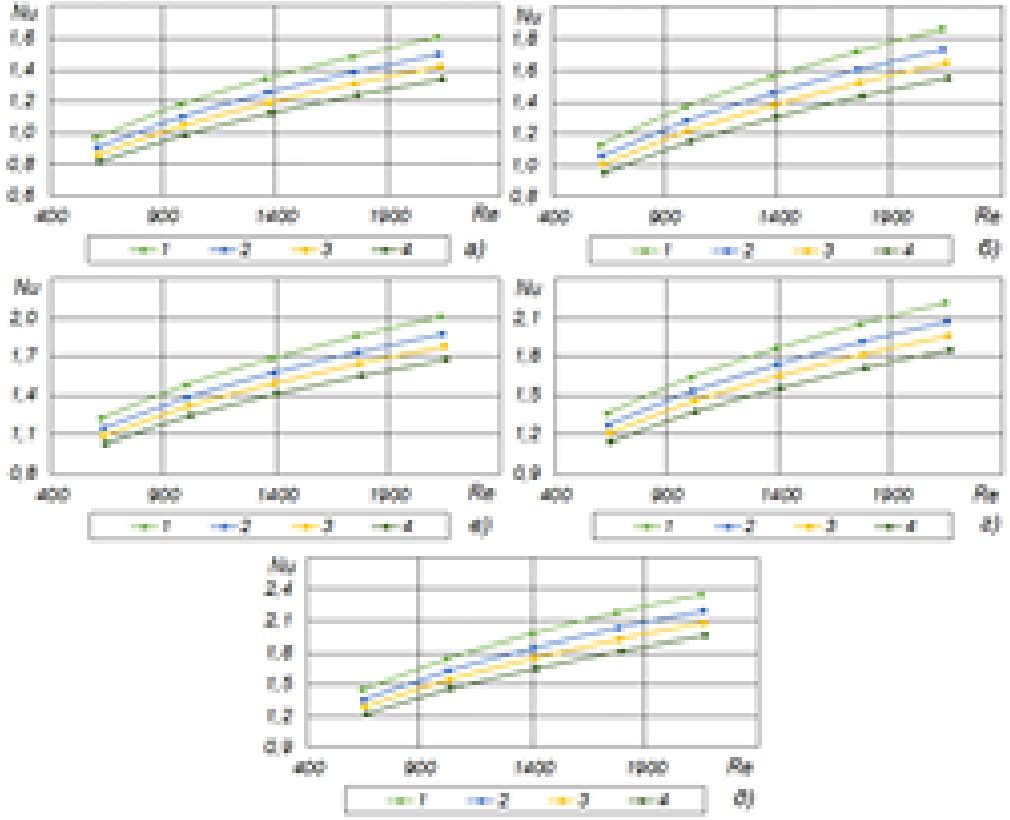
бу ерда F – қувурнинг умумий иссиқлик алмашинув юзаси майдони, м^2.

Тажриба тадқиқотларини ўтказишда хона полининг юзасидаги максимал рухсат этилган ҳарорат асосий омиллардан бири ҳисобланади, унинг қийматларини [3] га мувофиқ қабул қилиш мумкин:

- уй ичи йўлакларида - 21°С;
- доимий туриш хоналарида - 26°С;
- намлиги юқори бўлган доимий туриш хоналарида - 31°С;
- вақтинчалик туриш хоналарида - 35°С.

Олиб борилган тажрибаларда хона ичидаги ҳаво ҳарорати 20°С, пол юзасидаги ҳарорат 26°С қабул қилинди [3]. Сувли иссиқ пол қувури жойлашишининг турли қадамларида ($s = 0{,}1$ м, $s = 0{,}15$ м, $s = 0{,}2$ м, $s = 0{,}25$ м, $s = 0{,}3$ м) иссиқ сувнинг ламинар ва турбулент оқим режимларида иссиқ пол юзасига иссиқлик бериш коэффициенти, конвектив иссиқлик алмашинуви ва узатилган иссиқлик миқдори бўйича олинган тажриба натижалари $Nu = f(Re)$, $\alpha = f(Re)$ ва $Q = f(Re)$ боғлиқлик графиги шаклида келтирилди.

1-расмда иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида иссиқ пол қувурининг турли жойлашиш қадамида ва иссиқ сувнинг турли ҳароратларида қувурнинг иссиқлик бериш коэффициенти бўйича тажриба натижалари келтирилган.



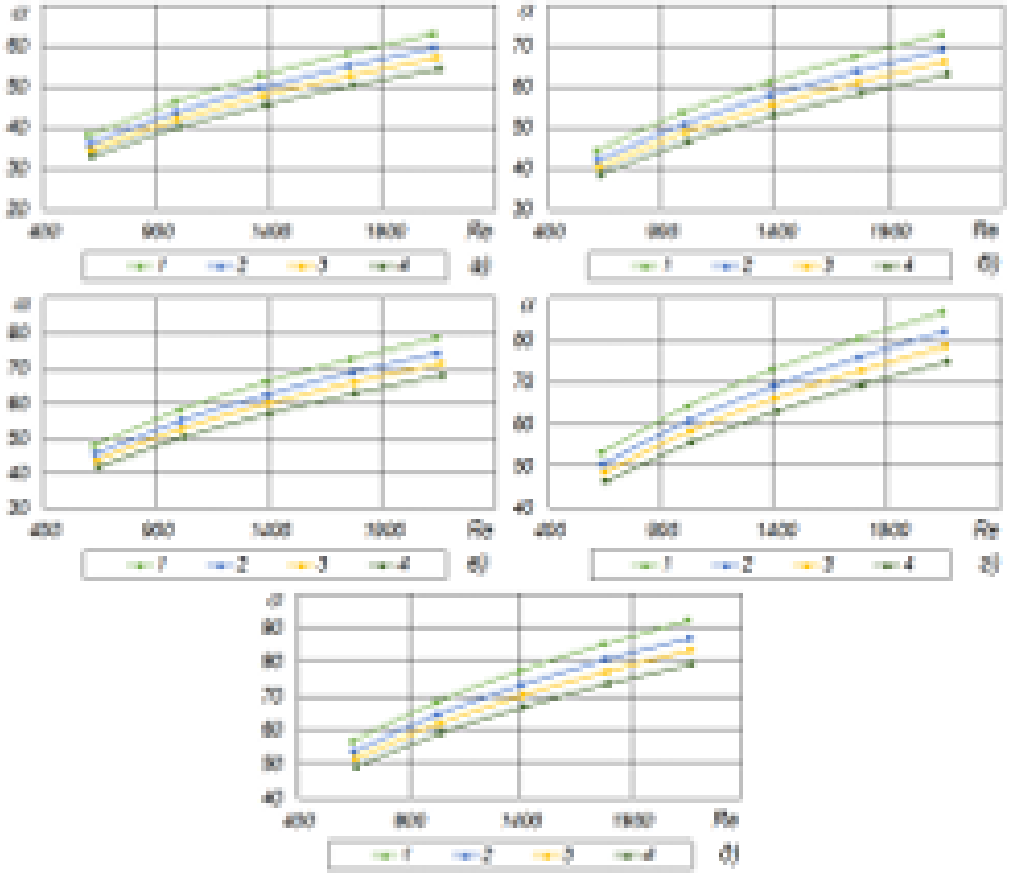
1-расм. Ламинар оқим режимида иссиқлик алмашинув коэффициентини иссиқ пол қувурининг жойлашиш қадамига ва иссиқ сув ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгариши:

а-s=100 мм; б-s=150 мм; в-s=200 мм; г-s=250 мм; д-s=300 мм;

1-$t_с = 35$°С; 2-$t_с = 40$°С; 3-$t_с = 45$°С; 4-$t_с = 50$°С

1-расмда келтирилган графиклар бўйича иссиқлик бериш коэффициентини натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, иссиқ пол қувурининг иссиқлик бериш коэффициенти қувурларни жойлашиш қадамига ва иссиқ сувнинг ҳароратига сезиларли даражада боғлиқ бўлиб, қувур жойлашиш қадамини ортиши ва иссиқ сув ҳароратини камайиши билан иссиқлик бериш коэффициенти ортиб боради. Тажриба натижаларига кўра ламинар оқим режимида жойлашиш қадами 100 мм бўлганда иссиқлик бериш коэффициенти 0,82...1,61, 150 мм бўлганда 0,95...1,13, 200 мм бўлганда 1,03...2,01, 250 мм бўлганда 1,14...2,22, 300 мм бўлганда 1,22...2,35 оралиғида ўзгариши аниқланди.

2-расмда иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида иссиқ пол қувурининг турли жойлашиш қадамида ва иссиқ сувнинг турли ҳароратларида қувурда конвектив иссиқлик алмашинуви бўйича тажриба натижалари келтирилган.



2-расм. Ламинар оқим режимида қувурда конвектив иссиқлик алмашинуви коэффициентини (α, Вт/(м²·℃)) иссиқ пол қувурининг жойлашиш қадамига ва иссиқ сув ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгариши:

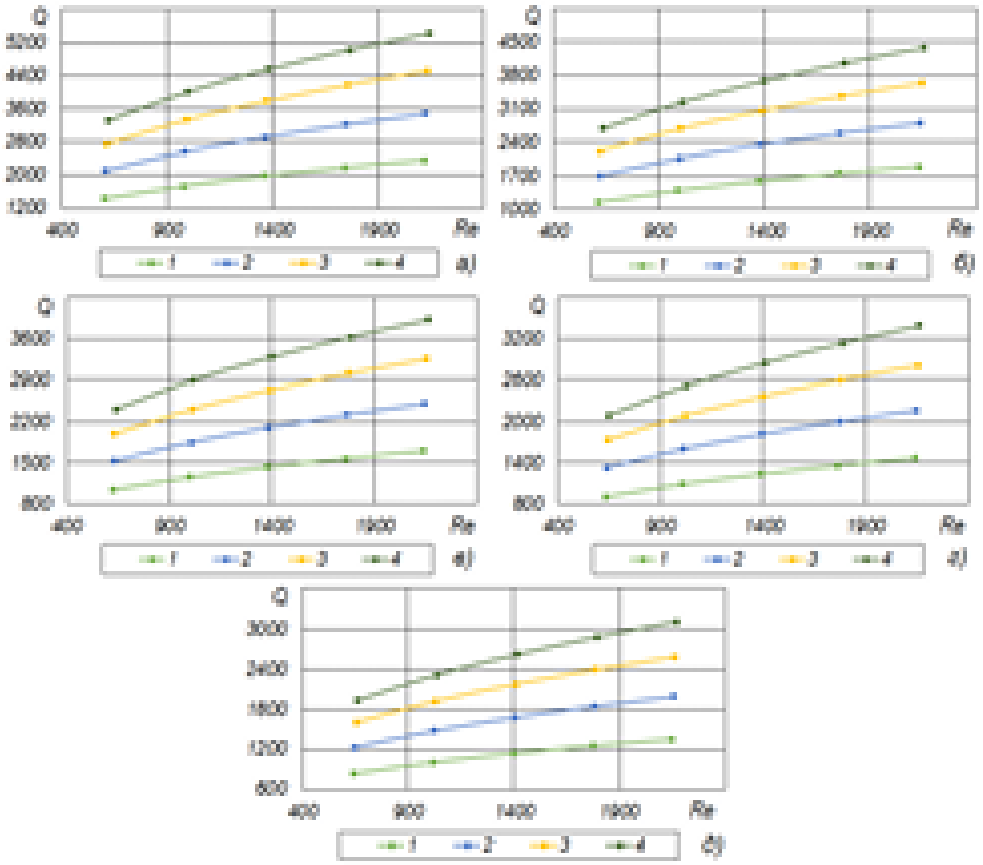
а-s=100 мм; б-s=150 мм; в-s=200 мм; г-s=250 мм; д-s=300 мм;

1-t_c = 35℃; 2-t_c = 40℃; 3-t_c = 45℃; 4-t_c = 50℃

2-расмда келтирилган қувурда конвектив иссиқлик алмашинуви натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, иссиқ пол қувурида конвектив иссиқлик алмашинуви қупурининг жойлашиш қадамига ва иссиқ сувнинг ҳароратига сезиларли даражада боғлиқ бўлиб, қувурни жойлашиш қадамини ортиши ва иссиқ сувнинг ҳароратини камайиши билан конвектив иссиқлик алмашинуви ортиб боради. Тажриба натижаларига кўра ламинар оқим режимида жойлашиш қадами 100 мм бўлганда конвектив иссиқлик алмашинуви 33…63 Вт/(м² ℃), 150 мм бўлганда 39...73 Вт/(м² ℃), 200 мм бўлганда 42...79 Вт/(м² ℃), 250 мм бўлганда 46...87 Вт/(м² ℃), 300 мм бўлганда 49...92 Вт/(м² ℃) оралиғида ўзгариши аниқланди.

3-расмда иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида иссиқ пол қувурининг турли жойлашиш қадамида ва иссиқ сувнинг турли ҳароратларида қувурдан пол юзасига узатилган иссиқлик миқдори бўйича тажриба натижалари келтирилган.

3-расмда келтирилган пол юзасига узатилган иссиқлик миқдори натижалари таҳлили шуни кўрсатадики, узатилган иссиқлик миқдори қувурнинг жойлашиш қадамига ва иссиқ сувнинг ҳароратига сезиларли даражада боғлиқ бўлиб, қувурни жойлашиш қадамини камайиши ва иссиқ сув ҳароратини ортиши билан узатилган иссиқлик миқдори ортиб боради. Тажриба натижаларига кўра ламинар оқим режимида жойлашиш қадами 100 мм бўлганда узатилган иссиқлик миқдори 1426...5438 Вт, 150 мм бўлганда 1155…4384 Вт, 200 мм бўлганда 1040...3923 Вт, 250 мм бўлганда 904...3389 Вт, 300 мм бўлганда 835...3115 Вт оралиғида ўзгариши аниқланди.



3-расм. Ламинар оқим режимида қувурдан пол юзасига узатилган иссиқлик миқдорини (Q, Вт) қувурни жойлашиш қадамига ва иссиқ сув ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгариши:

а-s=100 мм; б-s=150 мм; в-s=200 мм; г-s=250 мм; д-s=300 мм;

1-t_c = 35℃; 2-t_c = 40℃; 3-t_c = 45℃; 4-t_c = 50℃

Ламинар оқим режимида иссиқлик бериш бўйича олинган тажриба натижалари қайта ишланиб қувурнинг турли жойлашиш қадамларида қуйидаги эмпирик боғлиқликлар олинди:

$s = 100$ мм бўлганда:

$$Nu = 0{,}03Re^{0{,}4}Pr^{0{,}58} \quad (6)$$

$s = 150$ мм бўлганда:

$$Nu = 0{,}035Re^{0{,}4}Pr^{0{,}58} \quad (7)$$

$s = 200$ мм бўлганда:

$$Nu = 0{,}037Re^{0{,}4}Pr^{0{,}58} \quad (8)$$

$s = 250$ мм бўлганда:

$$Nu = 0{,}041Re^{0{,}4}Pr^{0{,}58} \quad (9)$$

$s = 300$ мм бўлганда:

$$Nu = 0{,}044Re^{0{,}4}Pr^{0{,}58} \quad (10)$$

Юқоридаги тенгламалардан умумлашган ҳолатда қуйидаги тенглама олинди:

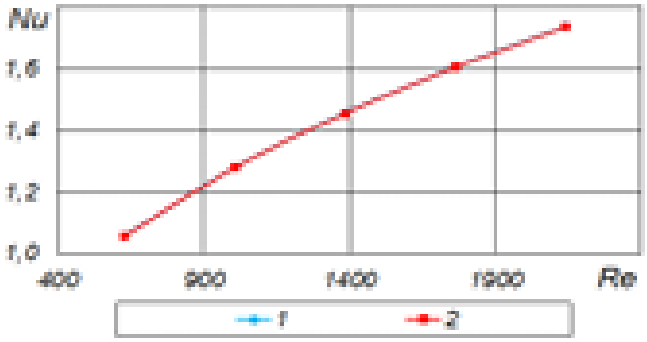
$$Nu = 0{,}066Re^{0{,}4}Pr^{0{,}58}s^{0{,}34} \quad (11)$$

Олинган (11) боғлиқлик $400<Re<2200$, $3,54<Pr_c<4,86$ оралиқларда ўринли. Ҳисоблаш хатолиги ±2% ни ташкил этади.

Иссиқлик алмашинув тадқиқотининг назарий ва тажриба натижаларининг адекватлигини баҳолаш. Адекватлик Фишер мезони бўйича баҳоланди.

4-расмда қувурда ламинар оқим режимида иссиқлик беришни аниқлаш бўйича олинган назарий ва тажриба натижаларини таққослаш кўрсатилган.

Фишер мезони қийматлари жадвалидан ишончли эҳтимоллик P=0,99, эркинлик даражаси $f_1 = 95$ ва кузатишлар сони $n = 99$ ҳолга мос келувчи $F_{ж} = 0,62$ қийматни топамиз. (11) формула учун Фишер мезонининг ҳисобий қиймати $F_{ҳ} = 0,28$. Кўриниб турибдики $F_{ҳ} < F_{ж}$, демак модел адекват.



4-расм. Ламинар оқим режимида иссиқлик бериш бўйича олинган назарий ва тажриба натижаларини таққослаш:

1-назарий (4.24 формула) натижалар; 2-тажриба (4.34 формула) натижалари

Иссиқ пол қувурларида иссиқлик беришни аниқлаш учун олинган эмпирик боғлиқликлар тажриба натижалари билан тўлиқ адекват бўлиб, улардан иссиқ сувнинг ламинар оқим режимларида қуёш коллекторли иссиқ пол тизимининг иссиқлик самарадорлигини баҳолашда фойдаланиш мумкин.

Қуёш коллекторли иссиқ пол тизимининг параметрларини оптималлаш. Иссиқ пол тизимининг параметрларини оптималлаштириш мезони ва услуби Н.И. Гальперин, А.А. Гухман, В.В. Кафаров, М.В. Кирпичев, Л.З. Мельцер, А.С. Невский, С.Г. Чуклин, Г.Е. Каневец каби тадқиқотчиларнинг ишларида батафсил келтирилган [4]. Оптималлаштириш мезонининг энг тўлиқ рўйхати [4] да келтирилган. Барча мезонлар шартли равишда бешта гуруҳга бўлинган: энергетик, термодинамик, натурал кўрсаткичлар, иқтисодий ва комбинацияланган (солиштирма). Ҳозирги кунда иссиқлик энергетикаси соҳасида оптималлаштириш масаласини ечишда энергетик мезонлар энг кўп қўлланилади. Энергетик мезонларнинг ичида энг кўп Глазер мезони (иссиқлик-гидродинамик самарадорлик, қувватлар коэффициенти), Кирпичев мезони ва энергетик коэффициент қўлланилади.

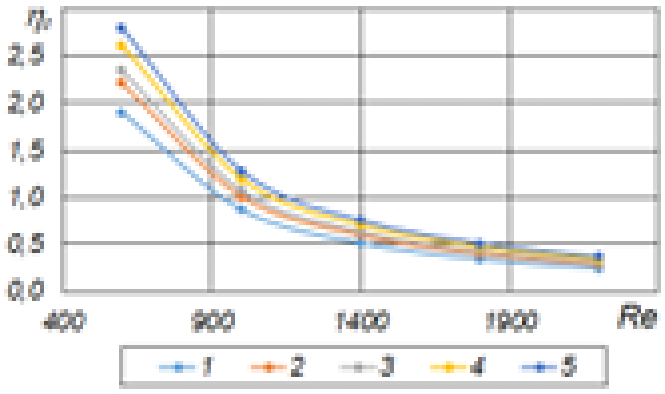
Глазер мезони: $$\eta_г = \frac{Q}{N} \rightarrow макс \qquad (12)$$

Кирпичев мезони: $$E = \frac{Q}{\Delta L} \rightarrow макс \qquad (13)$$

Энергетик коэффициент: $$\eta_э = \frac{\alpha}{\Delta N} \rightarrow макс \qquad (14)$$

бу ерда Q – иссиқ пол қувуридан узатилган иссиқлик миқдори, Вт; N – насос қуввати, Вт; ΔL – насос ёки компрессор иши (гидравлик қаршиликларни енгишга сарфланган), Вт; α – иссиқлик бериш коэффициенти, Вт/(м^2·℃).

Бизнинг ҳолда Глазер мезонидан фойдаланилди ва иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида иссиқ пол тизимининг параметрлари оптималлаштирилди. Иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида Глазер мезони бўйича олинган натижалар $\eta_г = f(Re)$ боғлиқлик шаклида 5-расмда келтирилган.



5-расм. Ламинар оқим режимида иссиқ пол тизимининг параметрларини оптималлаштириш натижалари:
1-s=100 мм; 2-s=150 мм; 3-s=200 мм; 4-s=250 мм; 5-s=300 мм

5-расмдан кўриниб турибдики, ламинар оқим режимининг Re=600-1000 оралигида иссиқ пол тизими энг юқори иссиқлик-гидродинамик самарадорликка эга бўлади. Ушбу соҳада қувурнинг оптимал диаметри d=0,016 м ва жойлашиш қадами s=0,3 м, сувнинг сарфи G=0,005-0,008 кг/с. Ушбу параметрлардаги иссиқлик-гидродинамик самарадорлик ламинар оқим режимининг қолган соҳасига нисбатан 2,5 мартагача юқори.

Хулоса. Қуёш коллекторли иссиқ пол тизимининг силлиқ қувурида иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида ўтказилган тажриба тадқиқотлари шуни кўрсатадики, иссиқ сувнинг ҳарорати ва қувурларни жойлашиш қадами иссиқлик бериш коэффициентига сезиларли таъсир кўрсатади. Ҳароратни ортиши ва қувурлар жойлашиш қадамини камайиши билан иссиқлик бериш коэффициенти ортади. Тажриба натижаларини қайта ишлаш натижасида қуёш коллекторли иссиқ пол тизимининг қувурида иссиқ сувнинг ламинар оқим режимида иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш бўйича эмпирик боғлиқликлар олинди. Олинган эмпирик боғлиқликларнинг натижалари маълум назарий формула бўйича ҳисоблаш натижалари билан етарлича аниқликда мос келади. Силлиқ қувурда гидравлик қаршилик бўйича тажриба натижаларини таклиф этилган эмпирик боғлиқликдан оғиши ±2% ни ташкил этади. Ушбу оғиш атроф-муҳитга иссиқлик йўқотилиши билан боғлиқ. Олинган эмпирик моделларни адекватлиги Фишер мезони бўйича баҳоланган ва моделларни адекватлиги асосланган. Қуёш коллекторли иссиқ пол тизимининг параметрлари оптималлаштирилди, унга кўра қувурнинг диаметри 0,016 м ва жойлашиш қадами 0,3 м, Re=600-1000 (G=0,005-0,008 кг/с) оптимал параметрлар эканлиги аниқланди. Шундай қилиб, таклиф этилган эмпирик боғлиқдан иссиқ сувнинг турли оқим режимларида қуёш коллекторли иссиқ пол тизимининг иссиқлик-гидродинамик самарадорлигини баҳолашда фойдаланиш мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. S.I. Khamraev, U.Kh. Ibragimov, B.I. Kamolov. Removal of hydrodynamic lesions of a heated floor with a solar collector. APEC-V-2022. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. **1070** (2022) 012018. doi:10.1088/1755-1315/1070/1/012018.

2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е. М.: Энергия, 1977. – 344 с.

3. Водяной теплый пол. Проектирование, монтаж, настройка. 2020. www.valtek.ru.

4. Каневец Г.Е. Обобщенные методы расчета теплообменников. – Киев: Наук, думка, 1979, - 352 с.