ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ, ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ ՏԻԳՐԱՆ ԴԱՎԻԹԻ

ՍԵՆՔԵՐՈՒՄ ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԳՐԱԴԻԵՆՏԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱՉԱՓ ԲԱՇԽՄԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ե.23.03- «Շենքերի և կառույցների ճարտարագիտական (էներգետիկ, հիդրավլիկ և այլն) ապահովում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ 2025

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

МАНУКЯН ТИГРАН ДАВИДОВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА В ПОМЕЩЕНИЯХ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03- «Инженерное (энергетическое, гидравлическое и др.) обеспечение зданий и сооружений»

ЕРЕВАН 2025

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝	տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր **Սերգեյ Աշոտի Մինասյան**
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝	տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր **Վարդգես Իգիթի Գրիգորյան**
	տեխ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ **Մերի Գեղամի Ղազարյան**
Առաջատար կազմակերպություն՝	Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2025թ. նոյեմբերի 4-ին ժամը 14^{00}-ին Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանի (ՃՇՀԱՀ) կից գործող ՀՀ ԿԳՄՍՆ ԲԿԳԿ-ի 030 մասնագիտական խորհուրդում:
Հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան փ. 105:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի գիտական գրադարանում:
Հասցեն՝ 0079, ք. Երևան, Մառի փ. 17/1:
Սեղմագրին կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ պաշտոնական կայքում՝ www.nuaca.am:
Սեղմագիրը առաքված է 2025թ. սեպտեմբերի 30-ին:
Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ **Ա.Մ. ԷԳՆԱՏՈՍՅԱՆ**

Тема диссертации утверждена в Национальном университете архитектуры и строительства Армении

Научный руководитель:	доктор технических наук, профессор **Сергей Ашотович Минасян**
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор **Вардгес Игитович Григорян**
	кандидат технических наук, доцент **Мери Гегамовна Казарян**
Ведущая организация:	Национальный политехнический университет Армении

Защита состоится 4-го ноября 2025г. в 14^{00} часов на заседании специализированного совета 030 строительство МОНКС РА КВОН, действующего при Национальном университете архитектуры и строительства Армении (НУАСА).
Адрес: 0009, г. Ереван, ул. Теряна,105.
С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НУАСА
Адрес: 0079, Ереван, ул. Марра, 17/1
С авторефератом можно ознакомиться на официальном сайте НУАСА: www. nuaca.am
Автореферат разослан 30-го сентября 2025г.
Ученый секретарь специализированного совета:
кандидат технических наук, доцент **С. М. ЭГНАТОСЯН**

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը:

Հայտնի է, որ Հայաստանի Հանրապետության 29,743 կմ^2 տարածքում, աշխարհագրական բարձրության մեծ տարբերությունների և ռելիեֆի բազմազանության շնորհիվ առկա են կլիմայական գրեթե բոլոր գոտիները, ինչը հանգեցնում է սենքերում միկրոկլիմայի ապահովման համալիր լուծումների լուրջ ուսումնասիրության և վերանայման անհրաժեշտությանը: Հանրապետությունում շինարարության աննախադեպ աճի, ինչպես նաև վառելիքաէներգետիկ ռեսուրսների շուկայի անկախատեսելի զարգացումների պայմաններում, էլ ավելի կարևորվում և խստացվում են շենքերի ներքին միկրոկլիմայական պայմաններին ներկայացվող պահանջները: Սենքերում միկրոկլիմայի ապահովման համար խորը ուսումնասիրության կարիք ունեն կլիմատեխնիկական սարքավորումների օդաբաշխման համակարգերը, որոնց ընտրության թերություններն ի հայտ են գալիս սենքերի շահագործման ժամանակ՝ կախված սենքերի նշանակությունից, բարձրությունից և անդրադառնում են աշխատանքային գոտում ոչ ճիշտ ջերմաստիճանային շերտավորման (գրադիենտի), ինչպես նաև օդափոխության և օդի լավորակման համակարգերի էներգաարդյունավետության ցուցանիշների վրա: Ներկայումս Հայաստանի Հանրապետությունում շրջանառվող նորմատիվատեխնիկական փաստաթղթերում և կանոնակարգերում բերված դրույթները բավարար կերպով չեն արտացոլում նորագույն կլիմատեխնիկական սարքավորումների տեխնիկական հնարավորությունները, իսկ օդաբաշխման մեթոդների նորմավորման մակարդակը բավականաչափ ուսումնասիրված չէ:

Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները:

Տվյալ թեմայով հետազոտության նպատակն է հետազոտել և առաջարկել տարբեր նշանակության և բարձրության սենքերում ջերմաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափ բաշխման հաշվարկային մեթոդները և առաջարկել մեթոդների արդիականացում, հաշվի առնելով այնպիսի գործոններ, որոնք մինչ այդ հաշվի չեն առնվել կամ հաշվի են առնվել մասնակիորեն (օրինակ՝ 3 մ և ավելի բարձրություն ունեցող սենքերում օդափոխանակության ճիշտ կազմակերպումը, օդաբաշխիչների ճիշտ ընտրությունն ու ջերամաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափ բաշխումը):

Աշխատանքի խնդիրներն են.

- Փորձնական հետազոտությունների միջոցով ուսումնասիրել սենքերի աշխատանքային գոտում օդի հոսքի շարժման ուղղությունները և արագությունը:
- Իրականացնել օդաբաշխման համակարգերի մոդելավորում՝ կախված օդաբաշխիչի տեսակից, կանխատեսել օդի շարժման ուղղությունը:
- Օգտագործելով նորագույն տեխնոլոգիաներ, հաշվարկային մեթոդներ և ծրագրային ապահովումներ կատարել օդաբաշխման պրոցեսի մոդելավորումը:

Հետազոտության մեթոդաբանությունը:

- Ուսումնասիրել հետազոտման առարկային վերաբերող գրականությունը:
- Կատարել համապատասխան հաշվարկներ՝ օգտագործելով համակարգչային ծրագրեր և համեմատական վերլուծություններ:
- Ուսումնասիրել և վերլուծել տարբեր երկրներում նախկինում կատարված փորձերի միջոցով ստացված արդյունքները:

- Կատարել փորձնական ուսումնասիրություններ համակարգչային մոդելների վրա:
- Մշակել ջերմաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափ բաշխման հաշվարկի նոր եղանակ:

Աշխատանքի գիտական նորույթները:

- Սենքերում օդի հոսքի տարածման առանձնահատկությունների և ջերմաստիճանային գրադիենտի բաշխման փոխկապակցվածությունը հիմնավորող հաշվարկային նոր մեթոդի մշակում:
- Օդաբաշխիչ սարքավորումների ընտրության և հաշվարկման նոր եղանակ, օդային հոսքերի մոդելավորման նոր մեթոդի մշակում:
- Մեր կողմից ներդրվել է միկրոկլիմայի գնահատման նոր ցուցանիշ՝ միատարր հարմարավետության ինդեքսը՝ UCI (Uniform Comfort Index): Վերջինս հաշվի է առնում ջերմային հարմարավետության թե՛ PMV գործակցի, թե՛ ուղղաձիգ ջերմաստիճանային գրադիենտի ազդեցության գործոնը ջերմային հարմարավետության վրա:

Աշխատանքի գիտագործնական նշանակությունը:

- Հետազոտության արդյունքները կարող են կիրառվել Հայաստանում կայուն զարգացման նպատակներին ուղղված գործընթացներում, մասնավորապես շենքերի և շինությունների էներգաարդյունավետության և էներգախնայողության բարձրացման հարցում:
- Ստացված արդյունքները կնպաստեն Հայաստանի Հանրապետությունում շրջանառվող նորմատիվատեխնիկական փաստաթղթերի և կանոնակարգերի վերանայման և արդիականացման հարցում:
- Արդյունքների կիրառումը կօժանդակի տարբեր նշանակության սենքերում պահանջվող միկրոկլիմայի ապահովման արդյունավետ լուծումներին:

Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:

Ջերմաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափ բաշխման նոր մեթոդաբանություն օդաբաշխիչ սարքավորումների կիրառմամբ, սենքերի երկրաչափական չափերի և ֆունկցիոնալ նշանակության ազդեցությունը օդաբաշխման համակարգի ընտրության և էներգաարդյունավետության վրա, օդաբաշխիչ սարքավորումների հաշվարկի և օդի հոսքերի մոդելավորման նոր մեթոդաբանություններ:

Հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը:

Առաջարկված մոտեցումները, մեթոդները և դրանց արդյունքները հավաստի են. հիմնված են թերմոդինամիկական, աերոդինամիկական հաշվարկների ու դրանց վերլուծության իրականացման ներկայումս գործող մեթոդների, համակարգային վերլուծության հայտնի դրույթների կիրառման վրա:

Աշխատանքի նախապատրաստությունը՝ ատենախոսության տարբեր բաժինները քննարկվել են ՃՇՀԱՀ ՋԳՄՕ ամբիոնի սեմինարներում:

Ատենախոսության հրապարակումները:

Ատենախոսության հիմնական դրույթներն ու հետազոտության արդյունքները հրապարակված են 6 գիտական հոդվածներում:

Ատենախոսության կազմը և ծավալը:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները ներկայացված են երեք գլուխներում: Աշխատանքի ծավալը կազմում է 116 էջ հիմնական տեքստ՝ ներառյալ 71 նկար, 13 աղյուսակ: Գրականության ցանկը պարունակում է 109 գրականություն:

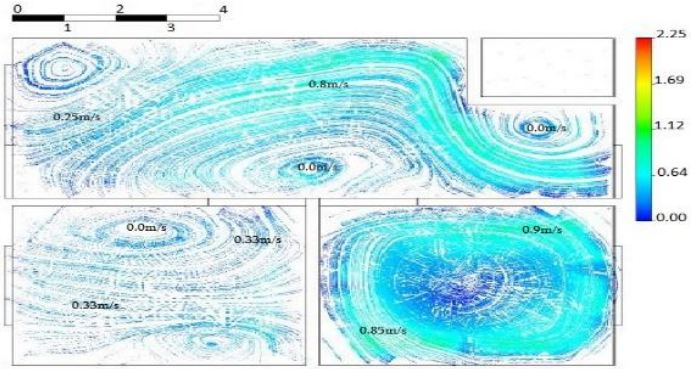
ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Գլուխ 1-ում մանրամասն ուսումնասիրվել է սենյակներում ջերմաստիճանային գրադիենտի դերը և դրա ազդեցությունը ինչպես էներգախնայողության, այնպես էլ հարմարավետ միկրոկլիմայի ապահովման համար: Տրված են ջերմաստիճանային գրադիենտի տեսական հիմքերը, սահմանումները և հաշվարկման հիմնական մոտեցումները՝ հիմնված ջերմահաղորդման, կոնվեկցիայի և աերոդինամիկայի օրենքների վրա: Ներկայացված են Հայաստանի Հանրապետությունում էներգախնայողության խնդիրները՝ պայմանավորված բնակլիմայական բազմազանությամբ և շենքերի մեծ մասի ոչ բավարար ջերմամեկուսացմամբ: Վերլուծվել են բնակլիմայական գործոնները որոնք էական ազդեցություն են ունենում շենքերի ներսում ջերմային բաշխման վրա: Գլուխը ներառում է նաև ջերմաստիճանային դաշտերի և ջերմահաղորդականության նկարագրություն, որոնց միջոցով բացահայտվել է ջերմային հոսքերի տարածման օրինաչափությունը: Մանրամասն ուսումնասիրվել է օդափոխության համակարգերի ընտրության և հաշվարկման մեթոդաբանությունը, դրանց դերը օդի կանգնած գոտիների ձևավորման կամ վերացման գործում: Ներկայացված են ներածման և կոնվեկտիվ շիթերի տարբեր տեսակների նկարագրություններ, որոնց օգնությամբ գնահատվել է օդի հոսքերի տարածման օրինաչափությունը: Առանձին բաժնում ուսումնասիրվել է Ֆանգերի PMV–PPD մոդելը՝ որպես մարդու ջերմային հարմարավետության գնահատման միջազգայնորեն ընդունված չափանիշ: Վերլուծվել են այն հիմնական գործոնները, որոնք ազդում են աշխատունակության և ինքնազգացողության վրա՝ օդի ջերմաստիճան, ճառագայթային դաշտ, խոնավություն, հագուստի և մետաբոլիկ ակտիվության պարամետրեր:

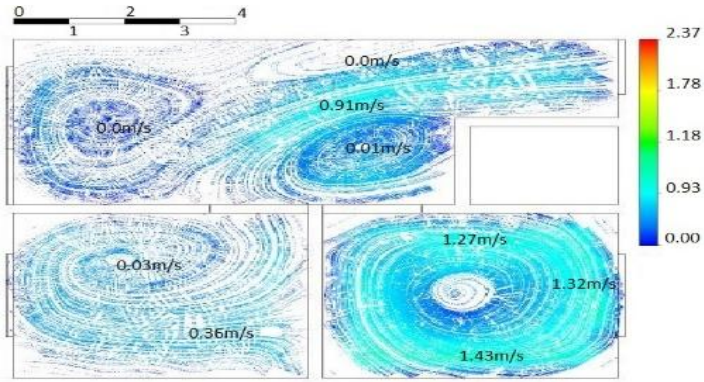
Գլուխ 2- այս բաժինը նվիրված է սենյակներում ջերմաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափ բաշխման տեսական և գործնական հաշվարկային մեթոդների ուսումնասիրմանը: Այստեղ ներկայացված են թե՛ մաթեմատիկական մոդելները, թե՛ փորձարարական չափումները, ինչպես նաև հաշվարկային հոսքադինամիկայի (CFD) ծրագրերի կիրառումը: Այս գլխի նպատակն է բացահայտել այն գործոնները, որոնք առավել մեծ ազդեցություն ունեն ջերմաստիճանային դաշտերի ձևավորման վրա, և մշակել այնպիսի մեթոդաբանություն, որը թույլ կտա մոդելավորել և կանխատեսել միկրոկլիմայի փոփոխությունները տարբեր նախագծային լուծումների դեպքում:

Գլուխ 2.1- այս ենթաբաժնում ուսումնասիրվել է դռների, պատուհանների և տեխնոլոգիական բացվածքների դերը: Բացվածքները հանդիսանում են ոչ միայն օդափոխության համակարգի օժանդակ տարրեր, այլև հաճախ որոշիչ գործոններ՝ ազդելով սենյակում ճնշման բաշխման, օդի ներհոսքի և արտահոսքի վրա: Մոդելավորումների միջոցով ցույց է տրվել, որ պատուհանի բացվածքը՝ կախված դիրքից, կարող է ստեղծել ուժեղ ուղղահայաց շիթ, որն ազդում է ջերմաստիճանային գրադիենտի վրա: Ինֆիլտրացիոն հոսքերի հաշվարկման համար կիրառվել են Արքիմեդյան թվի և շիթի իմպուլսի վրա հիմնված բանաձևեր: Արդյունքները ցույց են տվել, որ պատուհանների դիրքը և չափսը անմիջականորեն ազդում են աշխատանքային գոտում ջերմային հարմարավետության վրա: Օդի հոսքի պայմաններն ուսումնասիրվել են հաշվարկային հեղուկ դինամիկայի (ANSYS) սիմուլյացիայի միջոցով՝ սահմանելով այլ փոփոխականների արժեքները, որոնք ազդում են օդի հոսքի վրա միաժեսակ: Օդի ներհոսքի արագությունը սահմանվել է 0,1 մ/վ, մոդելավորման համար դիտարկվել են 8 դեպքեր բացվածքների տարբեր

չափերով և բացվածքի դիրքով: Նկ. 1և Նկ. 2 ներկայացված են այդ դեպքերից առաջինը և յոթերորդը :

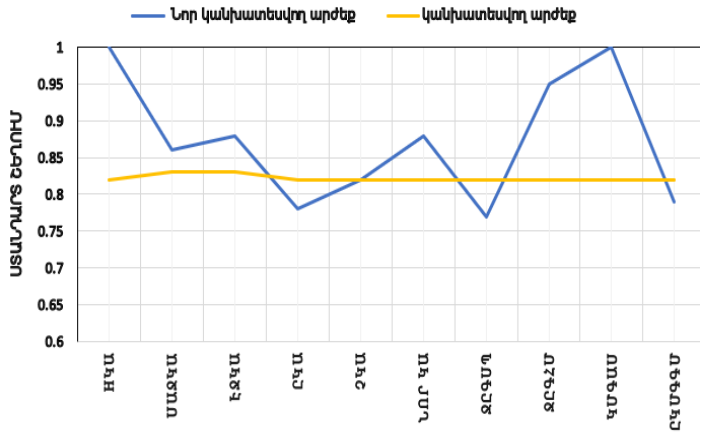


Նկ. 1 Օդի հոսքի սիմուլացիոն պատկեր՝ դեպք 1



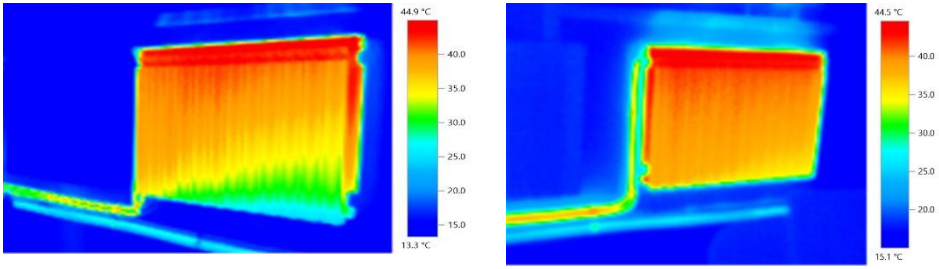
Նկ. 2 Օդի հոսքի սիմուլացիոն պատկեր՝ դեպք 7

Գլուխ 2.2- այս ենթաբաժնում ուսումնասիրվել են Ֆանգերի Predicted Mean Vote (PMV) և Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) մոդելները: Վերջիններս սովորաբար հաշվարկվում են միջին օդի ջերմաստիճանի հիման վրա, սակայն այս հետազոտությունում դրան ավելացվել է նաև ջերմաստիճանային գրադիենտի գործոնը: Արդյունքները ցույց են տվել, որ նույնիսկ 2–3 °C ուղղահայաց ջերմաստիճանային տարբերությունը կարող է զգալիորեն մեծացնել PPD-ի արժեքը՝ հասցնելով այն մինչև 15–20%: Սա կարևոր է հատկապես բարձր առաստաղով արտադրական տարածքներում, որտեղ շերտավորումը արտահայտված է: Բերված են օրինակներ միջազգային ստանդարտներից (ASHRAE 55, ISO 7730), որտեղ նույնպես նշվում է ջերմաստիճանային տարբերության սահմանային թույլատրելի արժեքը՝ մոտ 3 °C: Նկ. 3-ում ցուց է տրված կանխատեսվող արժեքի և ստանդարտ շեղման կապը:



Նկ.3 Կանխատեսվող արժեքի և ստանդարտ շեղման կապը ներկայացնող գրաֆիկ

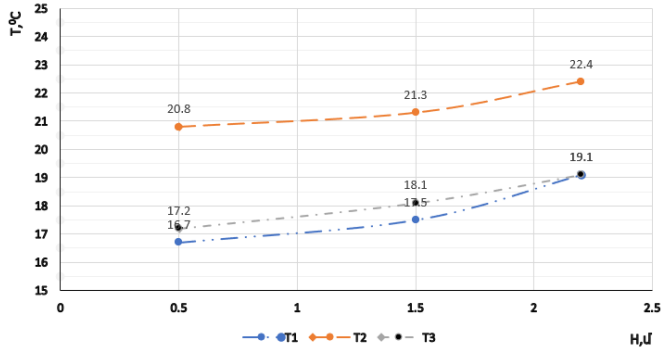
Գլուխ 2.3- այս բաժինը նվիրված է ջերմաստիճանային գրադիենտի ուսումնասիրությանը ջեռուցման տարբեր աղբյուրների միաժամանակյա կիրառման դեպքում: Փակ սենյակներում ջերմաստիճանային բաշխումը համարվում է և՛ հարմարավետության, և՛ էներգաարդյունավետության հիմնական գործոն: Միջազգային փորձը ցույց է տալիս, որ ջեռուցման և օդորակման համակարգերի համակցումը բարելավում է հարմարավետությունը և նվազեցնում էներգիայի ծախսը: Ջեռուցման ավանդական մարտկոցները ապահովում են ուղղահայաց բաշխում: Կասետային տիպի օդորակիչի կիրառումը նպաստում է հոսքերի հավասարաչափ բաշխմանը: Հետազոտությունը կատարվել է ՃՇՀԱՀ-ի լաբորատոր սենյակում ջեռուցման սեզոնին: Օգտագործվել են կոնտակտային ջերմաչափեր, խոնավաչափեր և ինֆրակարմիր ջերմաչափ, որոնց միջոցով գնահատվել է ինչպես օդի, այնպես էլ պատերի և հատակի մակերեսների ջերմաստիճանը: Չափումները կատարվել են 0,1 մ, 1,5 մ և 2,2 մ բարձրությունների վրա, փորձերի տևողությունը կազմել է 6 օր՝ յուրաքանչյուրը 6–8 ժամ:



Նկ.4 Ինֆրակարմիր ջերմացույցի պատկեր

Արդյունքները ցույց են տվել, որ միայն մարտկոցներով ջեռուցման դեպքում առաստաղի մոտ տաք օդի կուտակումը առաջացնում է մոտ 2,1 °C տարբերություն հատակի և առաստաղի միջև, իսկ կայուն ջերմաստիճանի հաստատման համար պահանջվել է շուրջ 5,2–5,5 ժամ: Մարտկոցների և կասետային օդորակիչի համատեղ աշխատանքը ապահովել

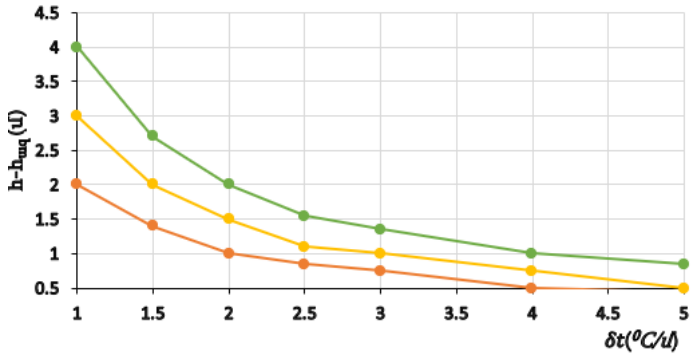
է ավելի արագ հավասարակշռություն և բարձրացրել հարմարավետության մակարդակը, թեև օդի հոսքերի աճը որոշ դեպքերում կարող է անցանկալի լինել: Նկ. 5-ում պատկերված է ջերմաստիճանի փոփոխման գրաֆիկը կախված բարձրությունից:



Նկ.5 Սենքում ջերմաստիճանի փոփոխման գրաֆիկ կախված չափման բարձրությունից
T_1-Ներսի օդի ջերմաստիճան՝ օր 1, 2
T_2-Ներսի օդի ջերմաստիճան՝ օր 3, 4
T_3-Ներսի օդի ջերմաստիճան՝ օր 5, 6

Գլուխ 2.4- այս ենթաբաժնում ուսումնասիրվել է մետաղական կոնստրուկցիաների արտադրամաս, որն առանձնանում է մեծածավալ չափերով, շինության լայնությունը կազմում է 22 մ, երկարությունը՝ 82 մ, իսկ բարձրությունը՝ 10,5 մ: Նման շենքերը բնորոշ են արդյունաբերական օբյեկտներին և իրենց չափերի պատճառով ունեն յուրահատուկ միկրոկլիմայական պայմաններ: Պատերը և առաստաղը կառուցված են 500 մմ հաստությամբ փրփրապոլիուրեթանից՝ ներսից և դրսից մետաղական երեսապատումով, իսկ հատակը անմիջապես հողի վրա է: Սենյակում աշխատողների առավելագույն թիվը 36 է: Ներքին միկրոկլիմայի կայունացման համար նախագծված է ներածման և արտածման օդափոխության համակարգ: Ուսումնասիրության հիմնական նպատակը բարձր առաստաղով սենքերում միջին ջերմաստիճանային գրադիենտի փոփոխությունների գնահատումն է: Հատկապես նման շենքերում հաճախ նկատվում է ուղղահայաց շերտավորում. տաք օդը, ունենալով ավելի փոքր խտություն, կուտակվում է վերևի գոտիներում, մինչդեռ հատակին մոտ և աշխատանքային գոտում ջերմաստիճանը մնում է ցածր: Այս երևույթը ոչ միայն հանգեցնում է մարդկանց անհարմարավետության, այլև խիստ ազդում է շենքի էներգաարդյունավետության վրա, քանի որ լրացուցիչ էներգիա է պահանջվում աշխատանքային գոտում անհրաժեշտ ջերմաստիճանը ապահովելու համար: Փորձարարական չափումները ցույց են տվել, որ հատակի և առաստաղի միջև ջերմաստիճանային տարբերությունը կարող է կազմել մի քանի աստիճան, ինչը զգալի շեղում է ընդունված նորմատիվային պահանջներից: Մասնավորապես, չափումների ժամանակ նկատվել է, որ 1,5 մ բարձրության վրա՝ աշխատանքային գոտում, ջերմաստիճանը զգալիորեն ցածր է, մինչդեռ առաստաղի մոտ գրանցվել են բարձր արժեքներ: Այս տարբերությունները

հատկապես ուժեղանում են այն դեպքերում, երբ օդափոխության համակարգը չի ապահովում օդի բավարար խառնում: Նկ. 6-ում պատկերված գրաֆիկից կարող ենք եզրակացնել, որ ջերմաստիճանային գրադիենտը նվազում է աշխատանքային գոտուց հեռանալիս:

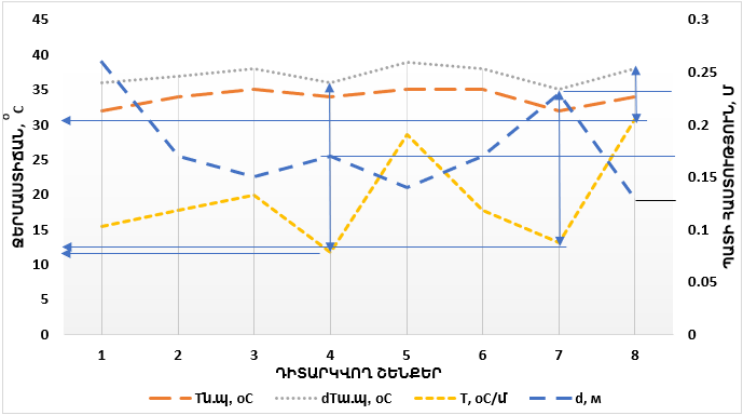


Նկ.6 Սենքում միջին ջերմաստիճանի գրաֆիկ.
Միջին ջերմաստիճանային գրադիենտ աճի՝ Δt = 2, 3, 4 ^{0}C արժեքների դեպքում

Արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ 4 մ-ից մեծ բարձրություն ունեցող սենյակներում շերտավորման խնդիրը պետք է դիտարկել որպես առաջնային. եթե այն անտեսվում է, ապա համակարգի աշխատանքը դառնում է ոչ արդյունավետ: Ուղղահայաց գրադիենտի մեծությունը ոչ միայն սահմանափակում է հարմարավետությունը, այլև հանգեցնում է էներգիայի զգալի կորուստների:

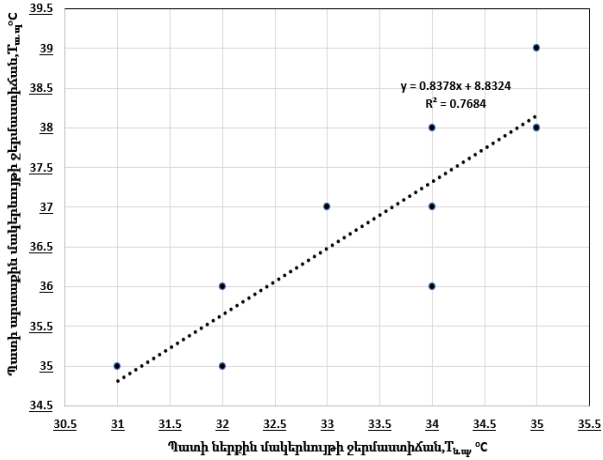
Գլուխ 2.5- այս ենթաբաժնում հետազոտվել է արտաքին պատերի ջերմաստիճանային գրադիենտի դերը շենքի ներսում միկրոկլիմայի ապահովման գործընթացում: Ջերմաստիճանը նյութի ջերմային վիճակը բնութագրող հիմնական ֆիզիկական մեծություն է, որը սահմանում է ոչ միայն շենքի ջերմային հավասարակշռությունը, այլև բնութագրում է մարդկանց հարմարավետությունը: Պատերի ջերմաֆիզիկական և ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները մեծ ազդեցություն ունեն ներքին պայմանների վրա: Դրանց ջերմային իներտությունը որոշում է, թե որքան արդյունավետ կարող են կուտակել և փոխանցել ջերմային էներգիան: Հետազոտության նպատակն էր պարզել արտաքին պատերի հաստության և ջերմաստիճանային գրադիենտի միջև կապը: Փորձարարական տվյալները ստացվել են Երևանում՝ Նարեկացի թաղամասի ութ շենքերի վրա կատարված չափումների հիման վրա: Արտաքին և ներքին մակերևույթների ջերմաստիճանները չափվել են դրանց ամրացված ջերմաչափերի միջոցով պարբերաբար 6 ժ տևողությամբ : Ստացված տվյալների հիման վրա հաշվարկվել է պատի ջերմաստիճանային գրադիենտը: Ստացված արդյունքները ցույց են տվել հակադարձ համեմատական կապ պատի հաստության և ջերմաստիճանային գրադիենտի միջև: Պատի հաստության մեծացման դեպքում ջերմաստիճանային գրադիենտը նվազում է: Այս օրինաչափությունը տեսանելի է Նկ. 7-ում: Վերլուծությունները ցույց են տվել նաև, որ ներքին ջերմաստիճանը համեմատական է արտաքին ջերմաստիճանին:

Արտաքին օդի ջերմաստիճանի բարձրացման հետ համեմատաբար աճում է նաև ներքինը: Գրաֆիկական վերլուծությունը հաստատել է, որ փոփոխականների միջև առկա է հստակ կորելացիա:



Նկ.7 Պատի հաստության և ջերմաստիճանային գրադիենտի միջև կախվածության գրաֆիկ

Պատի հաստության նվազեցումը, որպես կանոն, մեծացնում է ջերմափոխանցումը (այդպիսով շենքն ավելի արագ է տաքանում): Նկ. 8-ում ներկայացված է սենյակի ներքին ջերմաստիճանի կախվածության գրաֆիկը արտաքին ջերմաստիճանից: Գրաֆիկից պարզ երևում է, որ երկու փոփոխականների միջև գոյություն ունի ուղիղ համեմատական կապ. արտաքին ջերմաստիճանի բարձրացման հետ միաժամանակ աճում է նաև ներքին ջերմաստիճանը, ինչպես նաև՝ ջերմաստիճանային գրադիենտը:



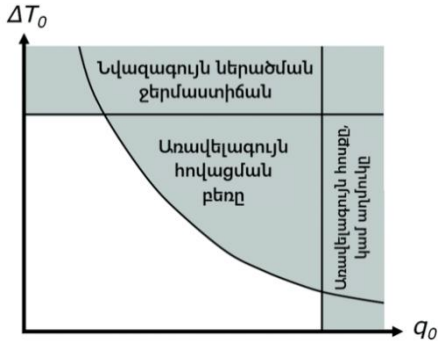
Նկ.8 Պատի ներքին և արտաքին ջերմաստիճանների միջև կախվածության գրաֆիկ

Գլուխ 2.6- այս ենթաբաժնում ուսումնասիրվել է սենյակներում օդի բաշխման համակարգերի նախագծման խնդիրները՝ համաձայն սանիտարատեխնիկական նորմերի և

հարմարավետության պահանջների: Հիմնական ուշադրությունը դարձվել է այն հանգամանքին, որ միայն թարմ օդի մատակարարումը բավարար չէ, պետք է ապահովել օդի հավասարաչափ բաշխում այնպես, որ ամբողջ աշխատանքային գոտում պահպանվեն օպտիմալ պայմաններ: Ուսումնասիրվել են այնպիսի պարամետրեր, որոնք որոշիչ նշանակություն ունեն մարդկանց հարմարավետության վրա՝ օդի շարժման արագությունը, ուղղահայաց ջերմաստիճանային գրադիենտը, միջին ճառագայթային ջերմաստիճանը և դրա ասիմետրիան: Նշվել է, որ նախագծման գործընթացում կարևոր է նաև կանխել քամու առաջացումը աշխատանքային գոտում և ապահովել օդի բավարար խառնման աստիճան: Վերլուծվել են օդի բաշխման նախագծման տարբեր մեթոդներ.

- հոսքի տարրերի մոդելավորում, որը բաժանում է հոսքը պայմանական հատվածների
- հաշվարկային հեղուկների դինամիկա (CFD), որը թույլ է տալիս թվային եղանակով գնահատել հոսքերի տարածումը
- փորձարարական չափումներ, որոնք ապահովում են իրական պայմաններում տվյալներ:

Այս մեթոդների համադրությամբ ուսումնասիրվել են դիֆուզորների ընտրության ազդեցությունները, շիթի ներթափանցման երկարության պահանջները և մատակարարվող հոսքի իմպուլսի դերը: Ներկայացվել է նաև նախագծային գրաֆիկական մոտեցում (q_0–ΔT_0 դիագրամ), որով սահմանվել են մուտքային օդի նվազագույն և առավելագույն արագությունների և ջերմաստիճանային տարբերությունների ընդունելի սահմանները՝ Նկ. 9:



Նկ.9 Օդի հոսքի արագության և ջերմաստիճանատարբերության կախման գրաֆիկ

Փորձնական տվյալներով համեմատվել են տարբեր տեսակի օդաբաշխիչ սարքավորումներ՝ մրրկային դիֆուզորներ, պտտվող դիֆուզորներ, պատին ամրացվող դիֆուզորներ և այլն: Արդյունքները ցույց են տվել, որ յուրաքանչյուր համակարգ ունի իր սահմանափակումները. օրինակ՝ ճառագայթային դիֆուզորները պահանջում են խիստ սահմանափակում մուտքային արագության և ջերմաստիճանային տարբերության համար, մինչդեռ մրրկային դիֆուզորները ապահովում են ավելի լավ խառնում և թույլ են տալիս մատակարարել օդ ավելի լայն սահմաններում: Այս ուսումնասիրության եզրակացությունները ցույց են տվել, որ նախագծման գործընթացում անհրաժեշտ է կիրառել ինչպես փորձարարական տվյալներ, այնպես էլ CFD կանխատեսումներ, որպեսզի հնարավոր լինի ընտրել օպտիմալ սխեմա կոնկրետ սենյակի պայմանների համար:

Գլուխ 2.7- այս ենթաբաժնում քննարկվել են սենյակների օդաբաշխիչ սարքերի կառուցվածքային առանձնահատկությունները և դրանց աշխատանքի ազդեցությունը միկրոկլիմայի ձևավորման վրա: Ընդգծվել է, որ օդաբաշխիչները կարող են ապահովել ինչպես ուղղագիծ հոսքեր՝ երկար շիթերով, այնպես էլ տուրբուլենտ հոսքեր՝ դիֆուզորների միջոցով, որոնք հոսքը տարածում են մեծ մակերեսով: Դրա համար նախագծման ժամանակ առաջին հերթին հաշվի է առնվում ոչ միայն սարքի տեսակը, այլև ելքային հոսքի արագությունն ու տարածման ձևը: Վերլուծության ընթացքում առանձնացվել են այն նվազագույն պահանջները, որոնք պետք է ապահովեն օդաբաշխիչ համակարգի աշխատանքը:

- թարմ օդի «բավարար» մատակարարում աշխատանքային գոտի,
- էներգախնայողության առավելագույն ցուցանիշներ և բազմաֆունկցիոնալ աշխատանքային ռեժիմներ,
- համակարգի ճկունություն և տարածքի ճարտարապետական պահանջներին համապատասխանություն:

Ներկայացվել են օդի բաշխման երկու հիմնական սկզբունքներ՝ մղում և խառնուրդ: Մղման մեթոդը կիրառվում է հիմնականում «մաքուր սենյակներում», իսկ խառնուրդի սկզբունքը՝ Կոանդայի էֆեկտով (առաստաղին կպչելով շարժվող շիթ), օգտագործվում է դասասենյակներում և լսարաններում: Վերլուծվել է օդաբաշխիչների դասակարգումը. ներածման ճաղաշարեր, առաստաղային դիֆուզորներ, արագ մարում ապահովող սարքեր, պտտվող հոսքի դիֆուզորներ, կարգավորվող և փնջաձև դիֆուզորներ, հատակային օդաբաշխիչներ: Հատուկ ընդգծվել է, որ մինչև 4 մ բարձրությամբ սենյակների համար նպատակահարմար չեն մեծ տարածություններում կիրառվող (Nozzle) դիֆուզորները: Հաշվի առնելով ճարտարապետական պահանջները և դասասենյակների բարձրության սահմանափակ արժեքը, ուսումնասիրվել է տարբեր դիֆուզորների աշխատանքը: Ստուգվել է, թե արդյոք դրանք կարող են ապահովել համակարգի ճկունություն տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում: Եզրակացվել է, որ տուրբուլիզացնող դիֆուզորները առավել նպատակահարմար են, քանի որ ապահովում են օդային զանգվածների խառնուրդ, վերացնում են կանգնած գոտիները և կարգավորում են ջերմաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափությունը:Դասասենյակների համար ընտրվել է վերևից մատակարարում վերևից հեռացում խառնվող սխեման. մաքուր օդը մատակարարվում է առաստաղից և խառնվում է սենյակի ներսում եղած օդին, իսկ տաքացած օդը բարձրանալով հեռացվում է արտածման բացվածքներով: Արտածման ճյուղերը նախագծվել են այնպես, որ տեղակայվեն սենյակի կենտրոնական գոտիներում, որտեղ գտնվում են նստատեղերը, իսկ մատակարարման ճյուղերը՝ պատերի երկայնքով: Նշվել է նաև սարքերի տեղադրման պահանջվող հեռավորությունը. ներածման և արտածման սարքերը պետք է տեղադրվեն միջինում 2 մ հեռավորությամբ: Մատակարարման յուրաքանչյուր ճյուղի վրա անհրաժեշտ է տեղադրել 3 դիֆուզոր, ինչը հնարավորին հավասարաչափ բաշխում է օդի հոսքը ամբողջ լսարանում:

Գլուխ 3- այս բաժնում հետազոտվել է արտադրական տարածքում ջերմաստիճանային գրադիենտի ձևավորումն ու փոփոխությունը՝ իրական պայմաններում կատարված

փորձի միջոցով: Արտադրամասը գտնվում է ք. Երևանում (մակերես՝ ~300 մ², բարձրություն՝ 4.5 մ, արտադրողականություն՝ 150–200 մ²/օր ցինկապատ օդատար):
Գլուխ 3.1 – Փորձի կատարման համար արտադրամասը համալրվել է անհրաժեշտ օդափոխության համակարգով, սարքերով և սարքավորումներով՝ Նկ 10:

Նկ.10 Փորձի համար հետազոտվող արտադրամաս

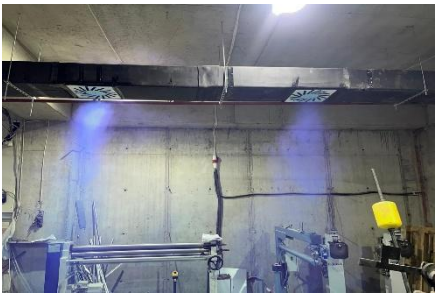
Փորձի նպատակն է՝

- պարզել ջերմաստիճանային գրադիենտի փոփոխման օրինաչափությունները՝ կախված օդաբաշխիչ սարքերի տեսակից և տեղադրման առանձնահատկություններից,
- իրականացնել համեմատական վերլուծություն՝ փորձնական տվյալների և համակարգչային մոդելավորման արդյունքների միջև:
  Գիտափորձը կատարվել է հետևյալ փուլերով՝
- տարածքի նախնական ուսումնասիրություն և չափագրում
- օդափոխության համակարգի նախագծում՝ ելնելով տարածքի ծավալներից, ճարտարապետական առանձնահատկություններից և գործառնական պահաջներից
- անհրաժեշտ սարքավորումների ձեռքբերում և տեղադրում համաձայն նախագծի
- ջերմաստիճանային տվիչների տեղադրում բազմակետ սկզբունքով
- տվյալների շարունակական հավաքագրում և մշտադիտարկում՝ օրական մի քանի անգամ չափումներով տարբեր կետերում
- ստացված տվյալների մշակում և համեմատություն մոդելավորված տվյալների հետ:

Գլուխ 3.2- այս ենթաբաժնում ներկայացված է չափման մեթոդիկան և չափիչ սարքավորումները որոնց միջոցով կատարվել է փորձը: Օդափոխության համակարգի ազդեցությունը ջերմաստիճանային գրադիենտի փոփոխության վրա գնահատելու նպատակով տեղադրվել են արտաքին օդի ջերմաստիճանը չափող և գրանցող դյուրակիր սարք, ներքին օդի ջերմաստիճան չափող և գրանցող դյուրակիր սարք (0,5 մ, 2 մ, 4 մ բարձրությունների վրա որոնք գրանցում են ներսի օդի ջերմաստիճանը յուրաքանչյուր 20-30ր), կոնտակտային ջերմաչափ, խոնավաչափ, ինֆրակարմիր ջերմացույց սարք, անեմոմետր: Համեմատության համար ընտրել ենք երկու տիպի օդաբաշխիչ սարքավորումներ՝ շերտավոր և մրրկային դիֆուզորներ: Երկու օդաբաշխիչների դեպքում էլ կատարվել են համապատասխան չափումներ և տվյալների հավաքագրում: Համեմատությունը ավելի տեսանելի դարձնելու համար օգտագործ ել ենք գունավոր

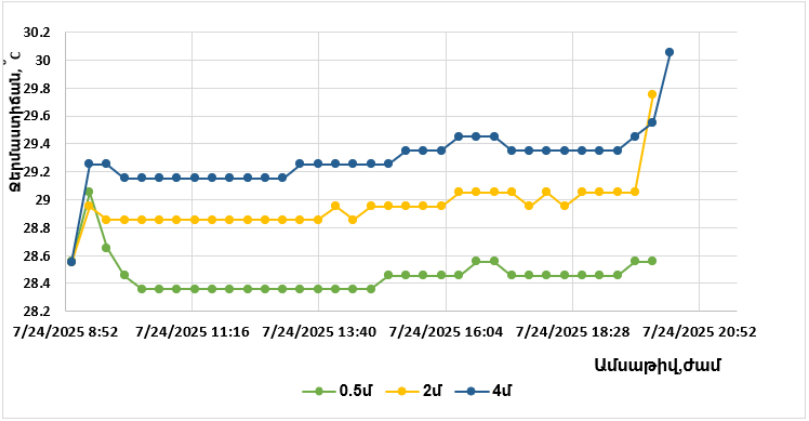
ծխեր՝ պարզելու համար երկու դիֆուզորների ազդեցությունը միմյանց վրա, օդի հոսքի տեսակը, շիթի տարածման երկարությունը և այլն՝ Նկ 11, Նկ. 12:

Նկ.11 Օդի հոսքի պատկեր շերտավոր դիֆուզորի կիրառմամբ



Նկ.12 Օդի հոսքի պատկեր մրրկային դիֆուզորի կիրառմամբ

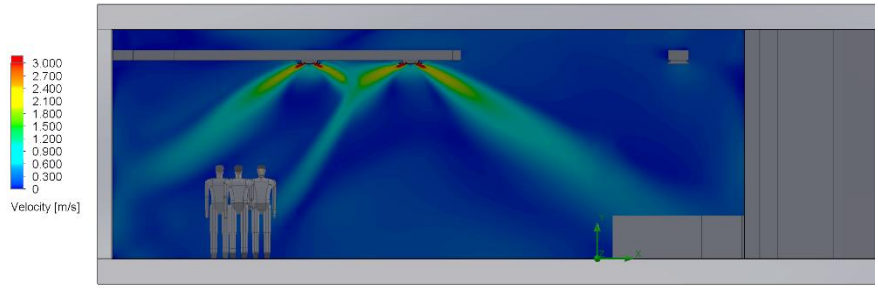
Գլուխ 3.3-այս ենթաբաժնում տվյալները դասակարգվել են և վերլուծվել համեմատական ու վերլուծական մեթոդներով՝ ստանալով ջերմաստիճանային դաշտերի տարածման օրինաչափ կապեր: Մինչ համակարգի գործարկելը կատարվել է օդի հարաչափերի տվյալների գրանցում յուրաքանչյուր փուլի համար: Ինչպես նշեցինք, փորձը կատարվել է շերտավոր և մրրկային դիֆուզորների համար: Շերտավոր դիֆուզորների դեպքում ստացված արդյունքները ցույց են տվել, որ առկա է թույլատրելի ջերմաստիճանային դաշտի շերտավորում, ինֆրակարմիր ջերմացույցը հաստատել է մակերևութային ջերմային դաշտերի հստակ պատկերները: Նկ 13-ում պատկերված գրաֆիկը ցույց է տալիս ջերմաստիճանային տարբերությունը շերտավոր դիֆուզորի կիրառման ժամանակ:



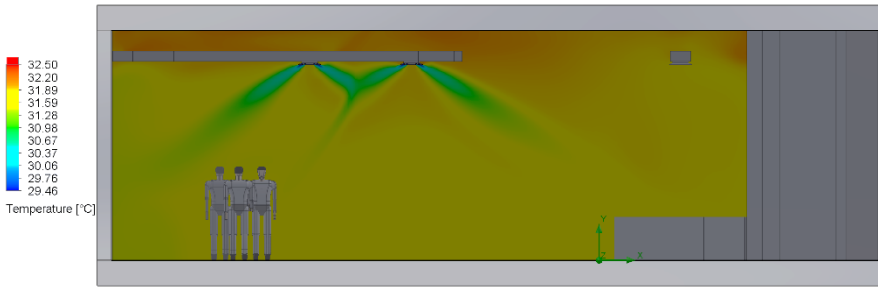
Նկ.13 Ջերմաստիճանային տվիչների գրանցած տվյալներն ըստ ժամերի

SolidWorks Flow Simulation համակարգչային ապահովմամբ իրականացվել է սիմուլյացիա. սկզբնական եզրային պայմանով $t_{u.oդ}$=**29.5 °C**, որի արդյունքում աշխատանքային

գոտում ստացվել է օդի հոսքի արագությունը 0,35մ/վ, նկատվել է ջերմաստիճանային դաշտի շերտավորում և օդի կանգնած գոտիների առաջացում՝ Նկ. 14, Նկ. 15:

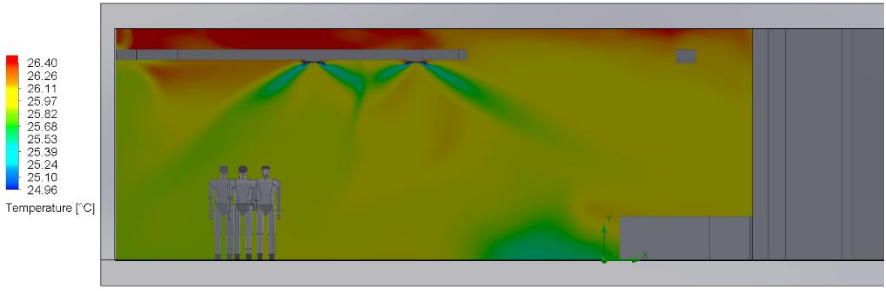


Նկ.14 Սենքում օդի հոսքի արագության սիմուլացիոն պատկեր շերտավոր դիֆուզորի կիրառմամբ ՝ $t_{և.օդ}$=29.5 ^{0}C



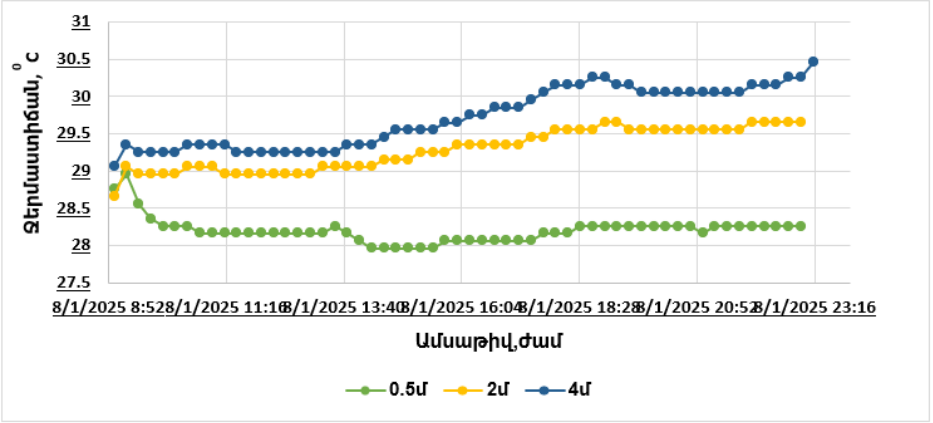
Նկ.15 Սենքում օդի ջերմաստիճանի սիմուլացիոն պատկեր շերտավոր դիֆուզորի կիրառմամբ՝ $t_{և.օդ}$=29,5 ^{0}C

Կատարվել է եզրային պայմանի փոփոխություն՝ $t_{և.օդ}$**=25 °C,** որը հանգեցրել է սենքում միջին ջերմաստիճանի նվազման 3,5 °C-ով, ստացվել է ավելի համաչափ ջերմաստիճանային դաշտ և ավելի փոքր ջերմաստիճանային գրադիենտ՝ Նկ 16:



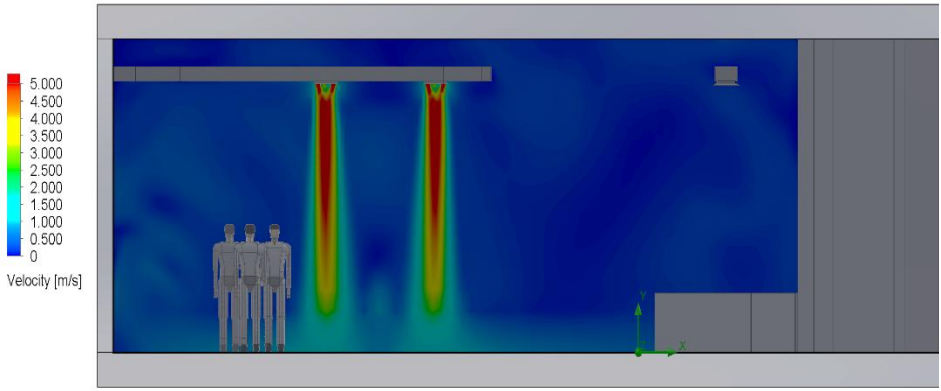
Նկ.16 Սենքում օդի ջերմաստիճանի սիմուլացիոն պատկեր շերտավոր դիֆուզորի կիրառմամբ՝ $t_{և.օդ}$=25 ^{0}C

Նույն հերթականությամբ փորձը կատարվել է մրրկային դիֆուզորների դեպքում: Չափումների արդյունքում ստացված գրաֆիկները փաստում են, որ այս դեպքում ունենք ավելի փոքր ջերմաստիճանային գրադենտ՝ Նկ 17:

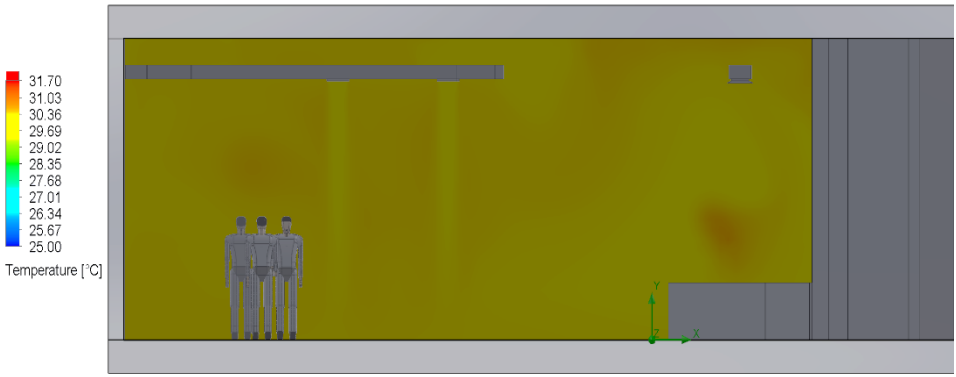


Նկ.17 Ջերմաստիճանային տվիչների գրանցած տվյալներն ըստ ժամերի

SolidWorks Flow Simulation-ի օգնությամբ ստացված գրաֆիկական պատկերները ներկայացված են Նկ. 18 և Նկ 19-ում , $t_{u.օդ}$=29,5 ^{0}C եզրային պայմանի դեպքում: Այս դեպքում ձևավորվում են սիմետրիկ ուղղահայաց շիթեր, դիֆուզորի ելքում արագությունը 5 մ/վ, աշխատանքային գոտում 1,2-1,5 մ/վ:

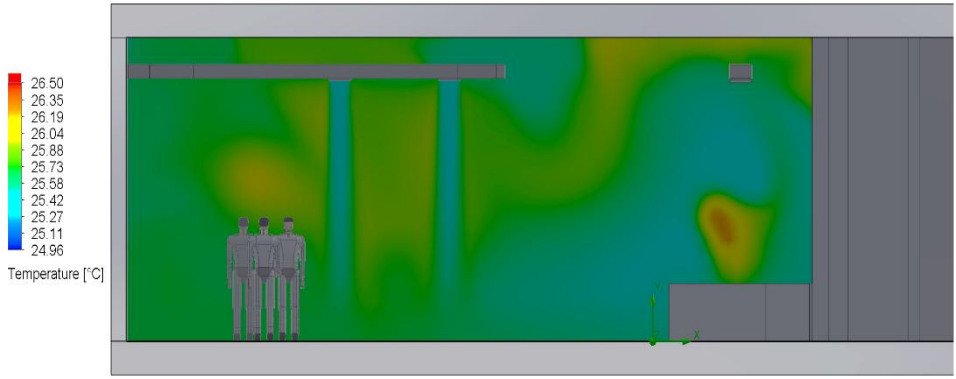


Նկ.18 Սենքում օդի հոսքի արագության սիմուլացիոն պատկեր մրրկային դիֆուզորի կիրառմամբ՝ $t_{u.օդ}$=29,5 ^{0}C



Նկ.19 Սենքում օդի ջերմաստիճանի սիմուլացիոն պատկեր մրրկային դիֆուզորի կիրառմամբ՝ $t_{և.օդ}$=29,5 ^{0}C

Կատարվել է եզրային պայմանի փոփոխություն $t_{և.օդ}$=25 ^{0}C, ինչի արդյունքում աշխատանքային գոտում օդի միջին ջերմաստիճանը 25,8 ^{0}C-է, օդի հոսքի արագությունը 1,4 մ/վ, ջերմաստիճանային դաշտը համեմատաբար համաչափ՝ Նկ. 20:



Նկ.20 Սենքում օդի ջերմաստիճանի սիմուլացիոն պատկեր մրրկային դիֆուզորի կիրառմամբ՝ $t_{և.օդ}$=25 ^{0}C

Գլուխ 3.4-ըստ մեր կատարած փորձերի և ուսումնասիրությունների գնահատման ավելի ամբողջական և ճշգրիտ արդյունքներ ստանալու համար կարիք կա ներգրավելու նաև ուղղաձիգ ջերմաստիճանային գրադիենտի ազդեցությունը: Այս խնդիրը հատկապես կարևոր է բարձր առաստաղ ունեցող սենքերում՝ լաբորատորիաներում, արտադրական և մարզական սրահներում որտեղ օդաբաշխման սխեմաները հաճախ առաջացնում են զգալի ջերմաստիճանային շերտավորումներ: Ներկայացված ատենախոսության շրջանակում առաջարկվում է միատարր հարմարավետության ինդեքս հասկացությունը՝ UCI (Uniform Comfort Index), որտեղ համադրվում են ինչպես ջերմային հարմարավետության, այնպես էլ ուղղաձիգ ջերմաստիճանային կայունության գնահատման գործոնները:

Առաջնորդվելով մեր կողմից իրականացված փորձերի և գրաֆիկական մոդելավորման արդյունքներով, առաջարկում ենք UCI-ինդեքսի մաթեմատիկական ձևակերպման երկու տարբերակ՝

1. Սահմանային տարբերակ արտահայտված ֆունկցիայով

$$UCI = max\left(\frac{|PMV|}{0.5}, \frac{\Delta T}{3}\right) \quad (3.2)$$

2. Կշռային գծային տարբերակ՝

$$UCI = \omega_1|PMV| + \omega_2 \frac{\Delta T}{\Delta T_{max}} \quad (3.3)$$

Փորձնական ուսումնասիրություններից հետո ընտրցինք գնահատման երկրորդ՝ կշռային տարբերակը:
որտեղ՝

- ω_1 և ω_2 չափողականություն չունեցող գործակիցներ են կամ կշռամասեր, որոնց գումարը հավասար է 1-ի՝ $\omega_1+\omega_2=1$
- $\Delta T_{max}=3,5^0C$, ըստ միջազգային ստանդարտների ընդունված առավելագույն կամ թույլատրելի ջերմաստիճանային գրադիենտի արժեքն է:
- ΔT-ն փաստացի սենքում ջերմաստիճանային գրադիենտն է:
- PMV -հարմարավետության գնահատման ցուցիչն է:

ω_1, ω_2 -ի ընտրությունը, կախված սենքի ֆունկցիոնալ նշանակությունից, արտացոլում է նախագծող ինժեների մոտեցումը՝ $\omega_1=0.5$, $\omega_2=0.5$, երբ հավասարապես հաշվի է առնվում և PMV-ին և ΔT-ն:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Թվային և գրաֆիկական օրինակները ցույց են տալիս, որ UCI ինդեքսը կարող է կիրառվել որպես միասնական գնահատման գործիք ջեռուցման, օդափոխության, օդի լավորակման համակարգերի նախագծման փուլում:
2. Ջեռուցման կոնվեկտիվ և ճառագայթային աղբյուրների (ջեռուցման մարտկոց, կասետային օդորակիչ) միաժամանակ կիրառումը նվազեցնում է ջերմաստիճանային դաշտի շերտավորումը, կրճատում է սենքի ջերմային կայունացման ժամանակը համեմատ մեկ ջերմային աղբյուրի կիրառման հետ, ինչը նվազեցնում է ավելորդ էներգածախսերը և բարելավում է հարմարավետության պայմանները:
3. Տեսական և փորձնական արդյունքների համադրմամբ մշակվել են օդաբաշխման սխեմաներ որոնք աշխատանքային գոտում ապահովում են ջերմաստիճանային դաշտի միատեսակություն և նվազեցնում օդի կանգնած գոտիների առաջացումը:
4. PMV/PPD ցուցիչները լրացվել են ջերմաստիճանային գրադիենտի գործոնով՝ տեղային պայմանների նկատմամբ զգայունություն ապահովելու համար: Փորձնական տվյալները ցույց տվեցին, որ այս գործոնի ներգրավումը նվազեցնում է հարմարավետության սխալ գնահատման հավանականությունը փոփոխական միկրոկլիմայի դեպքում:
5. Օդի հոսքի արագությունը կարևոր գործոն է հարմարավետության ապահովման համար՝ շերտավոր դիֆուզորների դեպքում աշխատանքային գոտում արագությունը մոտ 0,35 մ/վ է, ինչը համապատասխանում է նորմատիվատեխնիկական փաստաթղթերին: Սակայն մրրկային դիֆուզորների դեպքում արագությունների հավասարաչափ բաշխումը նվազեցնում է թույլ օդափոխվող գոտիների առաջացման հավանականությունը և ապահովում է ավելի կայուն միկրոկլիմա:
6. Կոմպակտ հոսքեր ստեղծող օդաբաշխիչ սարքավորումները առավել կիրառելի են այն պայմաններում, երբ անհրաժեշտ է օդի ուղղորդված մատակարարում դեպի սահմանված գոտի՝ հատկապես աշխատանքային գոտի: Սակայն այդ սխեմաները պահանջում են խիստ ճշգրտված ուղղություն և հաճախ չեն ապահովում հոսքի բավարար մարում փոքր բարձրությամբ սենքերում:

ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՑԱՆԿ

1. Մանուկյան Տ.Դ Ջերմաստիճանային գրադիենտի փոփոխության վերլուծություն արտադրական նշանակության սենքերում// ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ.- Եր.: 2025 № 2(92).- էջ 65-72.
   [https://doi.org/10.54338/18294200-2025.2-07]
2. Минасян С. А. , Манукян Т.Д. Контроль микроклимата в здании посредством измерения температурного градиента стен// НУАСА научные труды .- Ер.: 2025 № 2(92) 73-80 с.
   [https://doi.org/10.54338/18294200-2025.2-08]
3. Մանուկյան Տ.Դ Շինության բացվածքների ազդեցությունը սենքերում օդի հոսքի վրա// ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ.-Եր.: 2024 № 3(90).- էջ 67-74. [https://doi.org/10.54338/18294200-2024.3-08]
4. Մանուկյան Տ.Դ Ջերմաստիճանային գրադիենտը ներառող ջերմային հարմարավետության մոդելի կիրառումը ՀՀ պայմաններում// Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրաբեր (ՀՃԱԼ).-Եր.: 2024, № 1(21) էջ 67-72.
   [https://doi.org/10.64201/18290043-1eaa24-67]
5. Մինասյան Ս.Ա., Քարամյան Ա.Կ., Մանուկյան Տ.Դ Ջերմաստիճանային գրադիենտի փոփոխության վերլուծությունը սենքերում ջեռուցման տարբեր աղբյուրների համատեղ կիրառմամբ// ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ.- Եր.: 2025 № 1(91).- էջ 67-73. [https://doi.org/10.54338/18294200-2025.1-09]
6. Манукян Т.Д, Мовсисян К. А. Исследование оптимальных схем вентиляции учебных аудиторий// ISSN 1829-4200 НУАСА научные труды .-Ер.: 2021 Т3 (81) 64-72 с.

МАНУКЯН ТИГРАН ДАВИДОВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РАСЧЕТА РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА В ПОМЕЩЕНИЯХ
РЕЗЮМЕ

Работа посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию температурного градиента в помещениях различного функционального назначения. Актуальность темы обусловлена ростом строительства в Республике Армения и изменениями на рынке топливно-энергетических ресурсов, что усиливает требования к микроклиматическим условиям зданий. Согласно исследованиям, для обеспечения оптимального микроклимата особое внимание требует изучение систем воздухообмена климатехнического оборудования, недостатки выбора которых проявляются в процессе эксплуатации помещений. В зависимости от назначения и высоты помещений это отражается на распределении температуры (градиенте) в рабочей зоне, а также на показателях энергоэффективности систем вентиляции и кондиционирования. Цель исследования — разработка и обоснование расчётных методов равномерного распределения температурного градиента, а также их совершенствование с учётом ранее не учитываемых факторов (например, организация воздухообмена в помещениях высотой более 3 м, выбор воздухораспределителей). В работе представлены результаты экспериментов в производственном помещении: определены значения температурного градиента, выполнены схемы распределения температурного поля в зависимости от типа оборудования и схемы воздухообмена. С помощью SolidWorks Flow Simulation выполнено моделирование, результаты которого сопоставлены с экспериментами. Построены графики температурного градиента, температурного поля и скорости движения воздуха. Доказано, что при применении вихревых диффузоров температурный градиент невелик, а в рабочей зоне создаются более комфортные условия. Практическая значимость работы в том, что результаты вносят вклад в достижение Целей устойчивого развития Армении, особенно в части энергоэффективности и энергосбережения зданий. Они могут способствовать актуализации нормативнотехнических документов и разработке эффективных решений по созданию микроклимата. Научная новизна исследования заключается в разработке новой методологии расчёта, обосновывающей взаимосвязь распространения воздушных потоков и температурного градиента, в создании методологии расчёта воздухораспределительных устройств и в новом подходе к моделированию воздушных потоков.

MANUKYAN DAVID TIGRAN

DEVELOPMENT OF CALCULATION METHODS FOR UNIFORM DISTRIBUTION OF TEMPERATURE GRADIENT IN INDOOR SPACES

SUMMARY

The work is dedicated to the theoretical and experimental study of temperature gradients in spaces of various functional purposes under the climatic conditions of the Republic of Armenia. The relevance of the topic is due to the unprecedented growth of construction in the country, as well as the unpredictable developments in the fuel and energy resource market, which increase the importance of stricter requirements for indoor microclimatic conditions. The aim of the dissertation research is to investigate and develop calculation methods for the uniform distribution of temperature gradients in rooms of different purposes and heights, and to improve these methods by considering factors that have previously been neglected or only partially addressed, such as the proper organization of air exchange in spaces higher than 3 m and the correct selection of air distribution devices.The study analyzes airflow distribution patterns, induction characteristics of supply jets, and the impact of diffuser type and arrangement on thermal stratification and energy efficiency. Simulation calculations were carried out using SolidWorks Flow Simulation software, and the results were compared with experimental data obtained from a real industrial facility. Based on the combined analysis, graphs were constructed characterizing the temperature gradient, thermal field distribution, and airflow velocity in the working zone. It is demonstrated that the use of swirl diffusers leads to a lower temperature gradient and ensures more comfortable microclimatic conditions compared to layered diffusers.The practical significance of the dissertation lies in its contribution to energy efficiency and energy saving in Armenia, in line with the Sustainable Development Goals. The findings can support the revision and modernization of regulatory and technical standards, providing effective solutions for creating the required indoor microclimate in premises of various purposes. The scientific novelty of the study lies in the development of a new calculation methodology substantiating the relationship between airflow distribution and temperature gradient, the elaboration of new methods for the calculation of air distribution devices, and the creation of a new approach to airflow modeling and efficiency evaluation under climatic, technical, and economic factors.