

DOI: <https://doi.org/10.54338/18294200-2024.3-08>

**ԻՆՏԵՆՏԻՎԱԿԱՆ ՄԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐ ՈՒ ՑԱՆՑԵՐ
ՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՅՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԵՆՔԵՐՈՒՄ ՕՂԻ ՀՈՍՔԻ ՎՐԱ**

Տիգրան Դավիթի Մանուկյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
myan_tigran@mail.ru*

Հոդվածում ուսումնասիրվել է սենքում բացվածքների ազդեցությունն օղի հոսքի, հետևաբար նաև ջերմային գրադիենտի ձևավորման վրա: Ուսումնասիրվել են օղի շարժման օրինաչափությունները և օղի հոսքի արագությունը: Կիրառվել է ժամանակակից ծրագրային ապահովումներից ANSYS ծրագրային փաթեթը, որը մոդելավորում է հեղուկների դինամիկան: Դիտարկվել է փոփոխական բացվածքի դիրքը, վիճակը, տեղը և նախատեսվել է բնական օդափոխության տարբերակ, ինչը կարևոր է առողջության պահպանման և որոշակի հարմարավետ պայմաններ ստեղծելու համար: Արդյունքները ցույց են տվել, որ շինության ներսում օղի հոսքի վրա առավել մեծ ազդեցություն ունի բացվածքի տարածքի գործոնը, որն իր հերթին բերում է կոնվեկտիվ հոսքերի հետևանքով ջերմային գրադիենտի ուղղության և փոփոխման արագության վերաբաշխման: Ուսումնասիրության արդյունքները կարևոր կլինեն սենքերում ջերմաստիճանային գրադիենտի հավասարաչափ բաշխման, հարմարավետ միկրոկլիմայի պարամետրերի անխափան ապահովման համար:

Բանալի բառեր. *բնական օդափոխություն, ջերմաստիճանային գրադիենտ, օղի հոսք, ջերմային հավասարություն, օղի արագություն, բացվածքներ*

Ներածություն

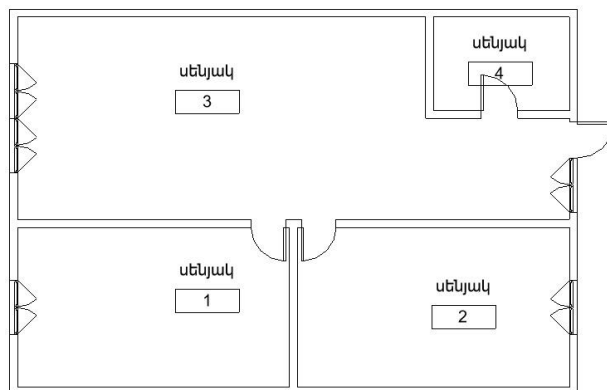
Արտադրական և տրանսպորտային համակարգերի ինտենսիվ զարգացումը Հայաստանում վերջին տասնամյակներում նպաստել է տնտեսական աճին և ենթակառուցվածքների բարելավմանը: Այնուամենայնիվ, այս գործընթացը զուգորդվում է շրջակա միջավայրի վրա ունեցած լուրջ ազդեցությամբ, հատկապես օղի աղտոտվածության մակարդակի աճով: Արդյունաբերական ձեռնարկությունների գործունեությունը, էներգետիկ ռեսուրսների անխնա օգտագործումը, ինչպես նաև տրանսպորտային միջոցների թվի կտրուկ աճը հանգեցնում են վնասակար արտանետումների մեծացման, ինչը կարող է բացասական հետևանքներ ունենալ ինչպես էկոլոգիայի, այնպես էլ հանրային առողջության վրա: Այս պայմաններում առաջնային նշանակություն է ստանում օդում աղտոտիչ նյութերի հետազոտությունը և դրանցից բխող վտանգների վերլուծությունը: Շրջակա միջավայրի պահպանության ուղղությամբ գիտականորեն հիմնավորված մոտեցումները, ժամանակակից տեխնոլոգիաների կիրառությունը և կանոնակարգերի խստացումն անխուսափելի են՝ Հայաստանի կայուն և էկոլոգիապես հավասարակշռված զարգացումն ապահովելու համար: Ուստի թեմայի ուսումնասիրությունը կարևոր է ոչ միայն էկոլոգիական

խնդիրների լուծման, այլև առողջ կենսապայմանների ապահովման համար: Դա ներառում է ինչպես աղտոտման աղբյուրների մանրակրկիտ վերլուծություն, այնպես էլ արդյունավետ և կայուն լուծումների մշակում՝ ի նպաստ բնակչության բարեկեցության և բնապահպանական կայունության: Ուսումնասիրվող շինությունն ունի 4 սենյակ: Չնայած շինության սահմանափակ տարածքին, շենքի որակական հատկությունները շարունակում են կարևոր մնալ և պետք է համապատասխանեն բնակիչների առողջության և հարմարավետության պահանջներին: Եթե շինության ներսում չստեղծվեն անհրաժեշտ պայմաններ, այն կարող է ազդել բնակիչների բարօրության և հարմարավետության վրա: Անկախ շինության մակերեսից և արժեքից, չպետք է անտեսել ներքին միկրոկլիմայի կարևորությունը՝ այդ թվում օդափոխության համակարգը: Ջերմային հարմարավետության մակարդակը, թարմ օդը և սենյակում աղտոտիչների տարածման հավանականությունը կախված են օդափոխության համակարգից: Սենյակում օդի շարժման արագությունը կարող է ազդել ջերմային հարմարավետության վրա, վերջինս պահանջում է օդի հավասարաչափ հոսք և արագություն [1-4]: Օդի հոսքի տեսակից կախված, սենքերում կարող են փոփոխվել աղտոտիչների տարածման օրինաչափությունները: Որքան մեծ է օդի շարժման արագությունը դեպի ելք, այնքան արդյունավետ է աղտոտիչների հեռացման գործընթացը:

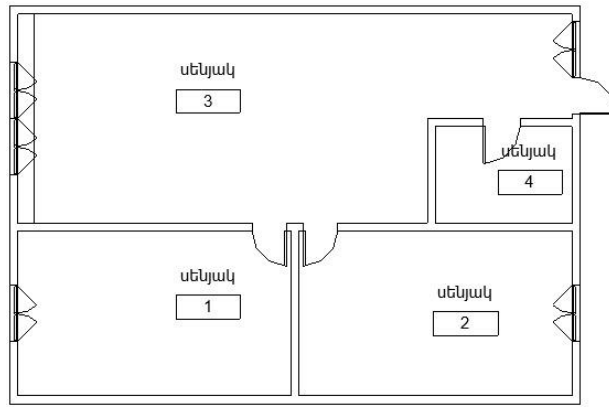
Օդի հոսքի տարածմանը խոչընդոտող հանգամանքները կարող են նվազեցնել սենքերից աղտոտիչների հեռացման արդյունավետությունը: Որքան քիչ է աղտոտիչների առկայության ժամանակը տարածքում, այնքան քիչ է հավանականությունը, որ բնակիչները կբախվեն աղտոտիչների ազդեցությանը [5-7]: Բնական օդափոխության պայմաններում օդի հոսքը կախված է մի շարք գործոններից՝ բացվածքների (պատուհանների) տեսակից, դրանց տեղադրման ձևից և տեղից: Բացվածքները, որոնք հնարավորի է կարգավորել ըստ բացման անկյան, համարվում են առավելություն, քանի որ անհրաժեշտ օդի հոսքը կարելի է կարգաբերել: Օդի մուտքի և ելքի բացվածքների երկարության և լայնության հարաբերակցությունը ևս մեկ գործոն է, որը մեծացնում է սենքերից աղտոտիչների հեռացման արդյունավետությունը: Մուտքի և ելքի բացվածքների հարաբերակցության արդյունավետ արժեք է սենյակ 4-ը (նկ. 1, 2): Այս գործոնների կարգաբերմամբ կարելի է ստանալ բնական օդափոխության արդյունավետ մեթոդ:

Նյութեր և մեթոդներ

Նկ. 1 և 2-ում ներկայացված են շինության հատակագծային տեսքերը:



Նկ. 1. Շինության հատակագիծ, տեսք 1



Նկ. 2. Շինության հատակագիծ, տեսք 2

Ուսումնասիրվել են մի շարք փոփոխականներ, որոնք ազդում են օդի հոսքի վրա: Անկախ փոփոխականներն էին բացվածքների դասավորությունը և դիրքը, բացվածքների վիճակը (բացված կամ փակ պատուհաններ) և չափերը: Փակ պատուհանի պայմանը նշանակում է, որ օդի հոսքը միայն անցնում է օդափոխիչի միջով, իսկ բաց պատուհանի դեպքում օդը ներհոսում է և օդափոխիչով և պատուհանով: Կախյալ փոփոխականը դիտարկված օդի հոսքն է՝ հոսքի տեսակը, ուղղությունը և արագությունը: Օդի հոսքի պայմաններն ուսումնասիրվել են հաշվարկային հեղուկ դինամիկայի (ANSYS) սիմուլյացիայի միջոցով՝ սահմանելով այլ փոփոխականների արժեքները, որոնք ազդում են օդի հոսքի վրա, որպես միատեսակ [8-10]:

Օդի ներհոսքի արագությունը սահմանվել է 0,1 մ/վ պայմանով՝ ենթադրելով, որ իրար մոտ կառուցված տների պայմաններում օդի հոսքի արագությունը ցածր է: Բացի այդ, կարելի է ուսումնասիրել նաև օդի վիճակը շենքի ներսում, երբ արտաքին օդի հոսքի արագությունը դանդաղ է: Օդի հոսքի սիմուլյացիայի արդյունքները կարգավորվում են, կախված պայմաններից, այնուհետև համեմատվում են մեկը մյուսի հետ: Ուսումնասիրվում են օդի հոսքի հատկությունները, դրա ուղղությունը և արագությունը շենքի ներսում: Աղյուսակը ցույց է տալիս սույն հետազոտության համար մոդելների սիմուլյացիան:

Աղյուսակ

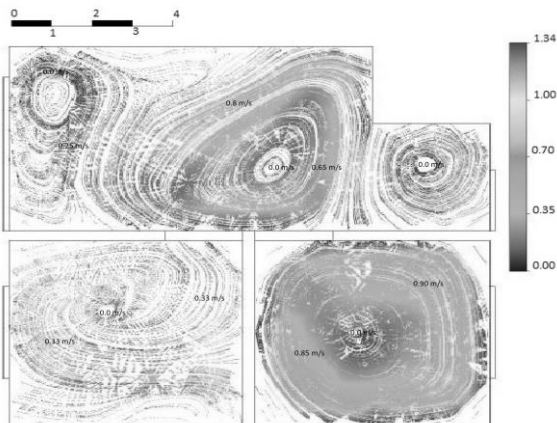
Մոդելավորման համար դիտարկված դեպքեր

Պատուհան	Բացվածքի դիրքը, տեսքերը							
Պատուհանի չափերը, մ	1,25x1,5	1,25x1,5	1,5x1,5	1,5x1,5	1,25x1,5	1,25x1,5	1,5x1,5	1,5x1,5
Օդ. բացվածքի չափերը, մ	0,225x1,5	0,225x1,5	0,45x1,5	0,45x1,5	0,225x1,5	0,225x1,5	0,45x1,5	0,45x1,5
Պատուհանի դիրքը՝ բաց/փակ	փակ	բաց	փակ	բաց	փակ	բաց	փակ	բաց

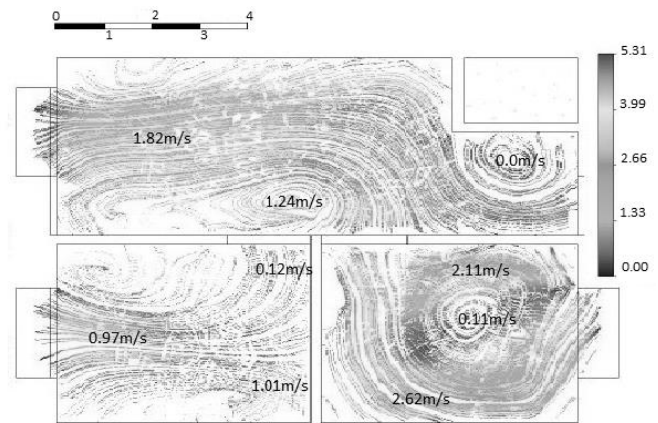
Արդյունքներ և քննարկում.

Օդի հոսքի տեսակը, ուղղությունն ու արագությունը, որոնք տեղի են ունենում ուսումնասիրվող շինությունում, հորիզոնական կտրվածքով 1,2 մ բարձրության վրա է: Նկ. 3 և 4-ը ցույց են տալիս օդի հոսքը բացվածքի դիրքի 1 դասավորությամբ՝ լոգարանի դիրքով, ձախ կողմում: Նկ. 3-ում պատկերված է փակ պատուհանների, իսկ նկ. 4-ում՝ բաց պատուհանների պայմանները: Նկ. 3 և 4-ից երևում է, որ օդի շարժման ուղղությունը սենյակ 3-ից բաժանվում է երկու ուղղությամբ՝ դեպի վերջինիս ելքի բացվածքը և սենյակ 3-ի ելքի բացվածքը:

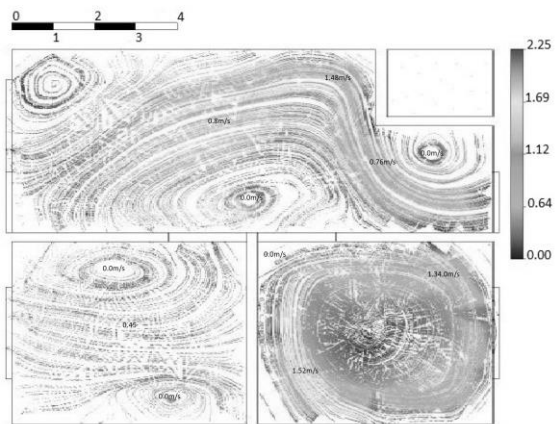
Սենյակ 3-ում ներհոսող օդի հոսքի պատկերը ձևավորում է տուրբուլենտ պտույտներ՝ մինչև ելքը հասնելը: Փակ պատուհաններով սիմուլյացիան ցույց տվեց, որ պտույտներն ավելի հաճախ են առաջանում, երբ պատուհանները բաց են: Օդի հոսքի պատկերը բազմաթիվ պտույտներով ցույց է տալիս, որ օդը սենյակում ավելի երկար կմնա: Որքան երկար է մնում աղտոտված օդը սենյակում, այնքան ավելի մեծ է հավանականությունը, որ բնակիչները կբախվեն աղտոտիչների ազդեցությանը: Ավելի շատ տուրբուլենտ պտույտներ տեղի են ունենում փոքրացված բացվածքի պայմաններում, կապված հետազոտության արդյունքների հետ, որոնք ցույց են տալիս, որ փոքրացված բացվածքները բերում են աղտոտիչների ավելի բարձր խտության:



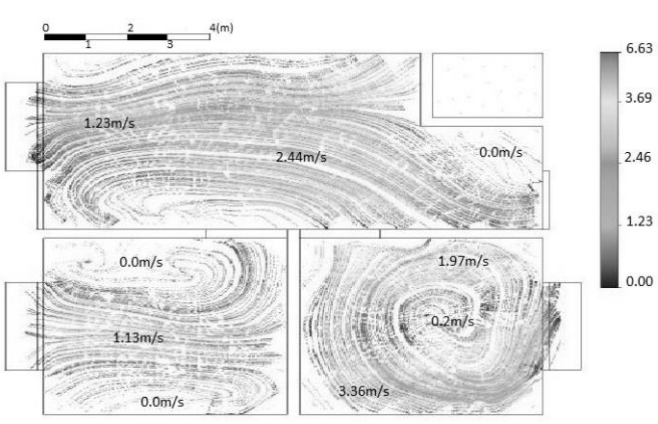
Նկ. 3. Օդի հոսքի սիմուլյացիոն պատկեր՝ դեպք 1



Նկ. 4. Օդի հոսքի սիմուլյացիոն պատկեր՝ դեպք 2



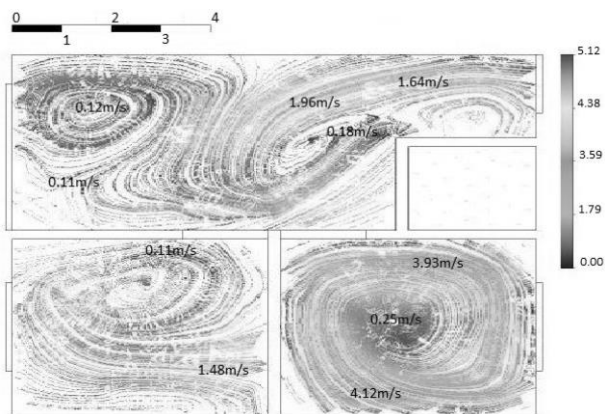
Նկ. 5. Օդի հոսքի սիմուլյացիոն պատկեր՝ դեպք 3



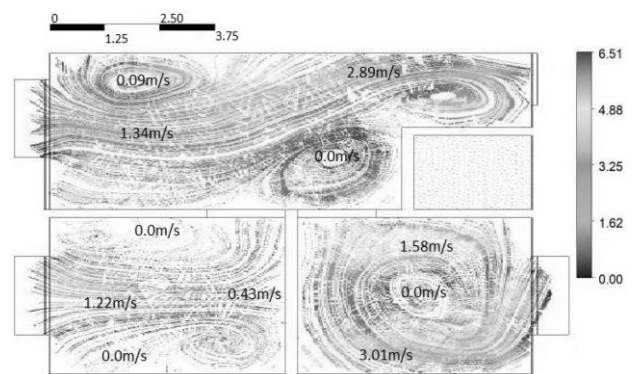
Նկ. 6. Օդի հոսքի սիմուլյացիոն պատկեր՝ դեպք 4

Նկ. 5-ը ցույց է տալիս օդի հոսքը, ուղղությունը և արագությունը բացվածքների մեծացված չափերի համար՝ պատուհանի փակ վիճակում: Նկ. 6-ը ցույց է տալիս օդի հոսքը, ուղղությունը և արագությունը, բացվածքների չափերը մեծացված՝ պատուհանը բաց վիճակում: Նմանապես, ավելի փոքր չափերով բացվածքների դեպքում բաց պատուհաններով օդի հոսքը կարող է անընդհատ շարժվել դեպի ելքը, առանց բազմաթիվ պտույտների առաջացման: Սենյակ 3-ից ելք տանող օդի հոսքը բաժանվում է երկու ուղղությամբ՝ հիմնականում շարժվելով դեպի սենյակ 3-ի ելքի բացվածքը և մասամբ՝ դեպի սենյակ 1-ի ելքը: Փակ պատուհաններով սիմուլյացիան ցույց է տալիս, որ օդի հոսքը նույնպես տուրբուլենտ պտույտներ է առաջացնում, բայց պակասում է, համեմատած փոքրացված բացվածքների հետ:

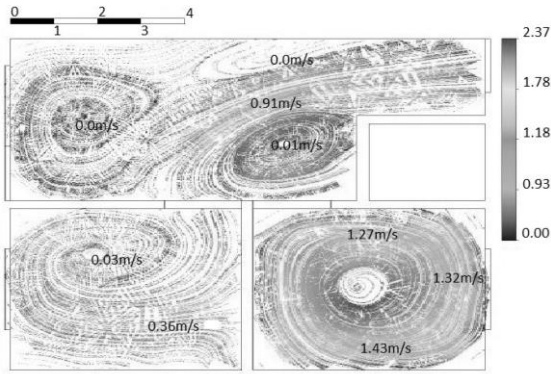
Նկ. 7-10-ը ներկայացնում են սենյակի դասավորության փոփոխության պայմանները, երբ սենյակ 4-ը տեղակայված է կենտրոնում: Այս դասավորության փոփոխությունն առաջացնում է օդի հոսքի ձևի փոփոխություններ: Նկ. 7-ում օդի շարժման ձևը ներկայացված է ավելի փոքր բացվածքի չափերով և փակ պատուհանով, իսկ նկ. 8-ը՝ սիմուլյացիայի արդյունքը փոքր բացվածքի չափերով և բաց պատուհանով: Սենյակ 3 ներհոսող օդի շարժման ձևը հիմնականում ուղղվում է դեպի ելք, ինչի հետևանքով միայն փոքր քանակությամբ օդ է շարժվում դեպի սենյակ 1: Սենյակ 2-ից ներհոսող օդը նույնպես շարժվում է սենյակ 3-ի ելքի բացվածքների ուղղությամբ և օդի ներհոսք դեպի սենյակ 1 չկա: Կարելի է հասկանալ, որ օդի հոսքը դեպի սենյակ 1 խոչընդոտվում է սենյակի կենտրոնում գտնվող սենյակ 4-ի պատի պատճառով, որը խոչընդոտ է օդի հոսքի համար: Պատուհանի թե՛ փակ և թե՛ բաց պայմաններում հոսքի ձևը տուրբուլենտ պտույտներով է՝ մինչև ելք հասնելը: Տուրբուլենտ պտույտներ կարող են առաջանալ խոչընդոտների պատճառով, ինչը նվազեցնում է օդափոխության արդյունավետությունն աղտոտիչների հեռացման գործում:



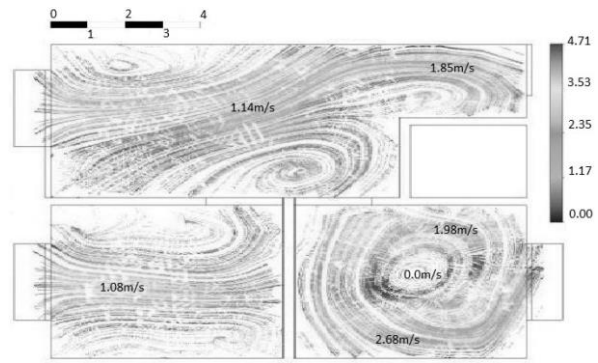
Նկ. 7. Օդի հոսքի սիմուլյացիոն պատկեր՝ դեպք 5



Նկ. 8. Օդի հոսքի սիմուլյացիոն պատկեր՝ դեպք 6



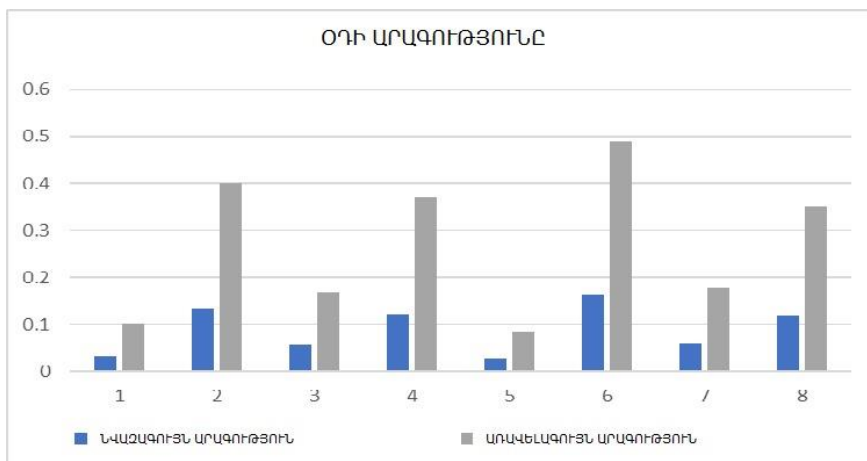
Նկ. 9. Օղի հոսքի սիմուլյացիոն պատկերը՝ դեպք 7



Նկ. 10. Օղի հոսքի սիմուլյացիոն պատկերը՝ դեպք 8

Մեծացված բացվածքի պայմանն առաջացնում է տարբեր օղի հոսք, որտեղ օղի մի մասը շարժվում է դեպի սենյակ 1-ի բացվածքը (նկ. 9 և 10): Փակ պատուհանով պայմաններում, ինչպես ցույց է տրված նկ. 9-ում, օղի հոսքը դեպի սենյակ 1 գալիս է սենյակ 3 ներհոսքից և փոխում է ուղղությունը սենյակ 4-ի պատի խոչընդոտի պատճառով: Ի տարբերություն դրա, բաց պատուհանով պայմաններում, ինչպես ցույց է տրված նկ. 10-ում, սենյակ 1 տանող օղի հոսքը գալիս է սենյակ 1-ի ներհոսքից և ուղղությունը փոխում է դեպի սենյակ 1՝ լոգարանի պատի խոչընդոտի պատճառով [1, 4, 11]:

Քննարկված դեպքերում օղի հոսանքի արագությունների համեմատությունը ներկայացված է նկ. 11-ում: Տեսանելի է, որ բացվածքների չափերի փոփոխությունը մեծացնում է օղի հոսանքի նվազագույն և առավելագույն արագությունները, հատկապես պատուհանների փակ վիճակում (դեպքեր՝ 1-3 և 5-7) [8, 12]: Նախորդ ուսումնասիրությունները նույնպես ցույց են տվել, որ բացվածքի մեծացումը հանգեցնում է օղի հոսանքի արագության բարձրացման: Մինչդեռ, երբ պատուհանը բաց է, բացվածքի չափերի մեցածումը հակված է նվազեցնել սենյակի ներսում օղի հոսանքի արագությունը (դեպքեր՝ 2-4 և 6-8): Բոլոր դեպքերում պատուհանի բաց վիճակում օղի հոսքի արագությունը մոտ չորս անգամ գերազանցում է փակ վիճակի արագությանը (դեպքեր՝ 1-2, 3-4, 5-6 և 7-8): Բացվածքների դասավորության և դիրքերի փոփոխություններն օղի հոսքի արագության փոփոխման մեջ հստակ օրինաչափություն չեն ցույց տալիս:



Նկ. 11. Օղի հոսքի ասագության համեմատման գրաֆիկ

Եզրակացություն

- Փոքր բացվածքն առաջացնում է տուրբուլենտ պտույտներ մինչև ելքին հասնելը: Այս պտույտները կարող են վնասակար լինել, եթե օդը պարունակում է աղտոտիչներ, որոնք պետք է անմիջապես հեռացվեն, քանի որ սենյակում աղտոտիչի առկայության տևողությունը երկարում է: Բացվածքը լայնացնելով կամ պատուհանը բացելով՝ հնարավոր է նվազեցնել պտույտների առկայությունը սենյակում: Սենյակում պատի առկայությունը կարող է ազդել օդի շարժման ուղղության վրա: Բացվածքների չափերի մեծացումը թույլ է տալիս օդին շարժվել դեպի ելք, ինչը նպաստում է օդի շրջանառությանը երկրորդ ննջասենյակում:
- Հարմարավետ օդի հոսքի արագությունը $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ում կարող է լինել $0,3\dots 0,9\text{ մ/վ}$: Միմուլյացիաները ցույց են տալիս, որ անհրաժեշտ հոսքի արագության պայմանը կարելի է ստանալ պատուհանը բացելով կամ բացվածքի չափերը մեծացնելով: Բացվածքների չափերի մեծացումն արագացնում է օդի հոսքը, երբ պատուհանը փակ է կամ օդի հոսքը միայն անցնում է օդանցքով, սակայն դա կարող է առաջացնել օդի արագության նվազում, երբ պատուհանը բաց է:

Գրականության ցանկ

- [1] **ՀՀՇՆ22-01-2024**. Շինարարական կլիմայաբանություն. Հայաստանի Հանրապետության շինարարական նորմեր, 259 էջ:
- [2] **Benoit Delcroix**, Modeling of Thermal Mass Energy Storage in Buildings with Phase Change Materials: Thesis for PhD degree, PolyPublie, 2015, 221p.
- [3] **G. Alva, Y. Lin, G. Fang**, An overview of thermal energy storage systems. Elsevier, Energy 144 (2017) 341-378.
- [4] **С.И. Дворецкий, С.В. Матвеев, С.Б. Путин, и др.**, Основы математического моделирования и оптимизации процессов и систем очистки и регенерации воздуха, ТГТУ, 2008, 323 с.
- [5] **Y.A. Cengel, A.J. Ghajar**, Heat and Mass Transfer, MC Graw Hill, Nevada, 2015, 968 с.
- [6] **Б.С. Фокин**, Основы неравновесной термодинамики, Санкт-Петербург, 2023, 214 с.
- [7] **А.В. Овсянник**, Моделирование процессов теплообмена при кипении жидкостей, ГГТУ им. П. О. Сухого, Гомель, 2012, 284 с.
- [8] **H.Lomax, Th.H. Pulliam**, Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, NASA Ames Research Center: University of Toronto Institute for Aerospace Studies, August 26, 1999, 968 p.
- [9] **M.M. Sabry, A.Sridhar, J.Meng at al.**, An Energy-Efficient Liquid Cooling Design Technique for 3-D MPSoCs Via Channel Width Modulation. IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems 4 (2013) 14.
- [10] **В.А. Кирилин, В.В. Сычев, А.Е. Шейдлин**, Техническая термодинамика, 2008, 485 с.
- [11] **D. Aviv, E. Teitelbaum, T. Kvochick, K. Bradford, F. Meggers**, Generation and Simulation of Indoor Thermal Gradients: MRT for Asymmetric Radiant Heat Fluxes-16th IBPSA International Conference and Exhibition, 2019, 9 p.
- [12] **S. Samsuddin, F. Durrani, M. Eftekhari**, Adaptive Comfort Model Incorporating Temperature Gradient for a UK Residential Building, Journal of Architectural Engineering Technology 2 (2019) 6.

ВЛИЯНИЕ ПРОЕМОВ ЗДАНИЯ НА ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК В ПОМЕЩЕНИЯХ**Тигран Давидович Манукян***Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА**myan_tigran@mail.ru*

В статье исследовано влияние проемов в зданиях на воздушный поток и, следовательно, на формирование температурного градиента. Изучены закономерности движения воздуха и скорости воздушного потока. Для исследования применялось современное программное обеспечение ANSYS, которое моделирует динамику жидкостей. Рассматривались переменные, такие как положение, состояние и местоположение проема, а также был предусмотрен вариант естественной вентиляции, важный для поддержания здоровья и создания комфортных условий. Результаты показали, что наибольшее влияние на воздушный поток внутри здания оказывает площадь проема, что приводит к перераспределению направления и скорости температурного градиента вследствие конвективных потоков.

Ключевые слова: *естественная вентиляция, температурный градиент, воздушный поток, тепловое равновесие, скорость воздуха, проемы*

THE IMPACT OF BUILDING OPENINGS ON AIRFLOW IN INDOOR SPACES**Tigran Manukyan***National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA**myan_tigran@mail.ru*

The article examines the impact of openings in a building on airflow and, consequently, on the formation of the thermal gradient. The study analyzed airflow patterns and speed. For the analysis, the modern software package ANSYS was used, which models fluid dynamics. Variables considered included the position, state, and location of the opening, with a focus on natural ventilation, which is important for health maintenance and creating specific comfort conditions. The results showed that the area of the opening has the greatest effect on indoor airflow, leading to the redistribution of the direction and rate of the thermal gradient due to convective flows.

Keywords: *Natural ventilation, temperature gradient, airflow, thermal balancing, air velocity, openings.*

Մանուկյան Տիգրան Դավիթի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ՋԳՄՕ ավրին, հայցորդ, (+374)33373708, myan_tigran@mail.ru

Манукян Тигран Давидович (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, соискатель, (+374)33373708, myan_tigran@mail.ru

Manukyan Tigran (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, PHD student, (+374)33373708, myan_tigran@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 04.10.2024թ.

Գրախոսվել է՝ 15.11.2024թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 25.12.2024թ.