

Sariohlo V. H. *Otsiniuvannia sotsialno-ekonomichnykh pokaznykiv: prykladni aspekty zastosuvannia nepriamykh metodiv* [Evaluation of socio-economic indicators: applied aspects of indirect methods]

/ V. H. Sariohlo. – Kyiv : Instytut demografii ta sotsialnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2012. – 136 s.

[http://www.idss.org.ua/monografii/Sariohlo\\_2012.pdf](http://www.idss.org.ua/monografii/Sariohlo_2012.pdf).

14. Соціальні результати державних програм: теоретико-методологічні та прикладні аспекти оцінювання / за ред. Е. М. Лібанової. – Умань : Видавець «Сочінський», 2012. – 312 с.

*Sotsialni rezultaty derzhavnykh prohram: teoretyko-metodolohichni ta prykladni aspekty otsiniuvannia* [Social results of government programs: theoretical, methodological and applied aspects of evaluation] / za red. E. M. Libanovoi. – Uman : Vydavets «Sochinskyi», 2012. – 312 s.

[http://www.idss.org.ua/monografii/Soc\\_doslid\\_2012.pdf](http://www.idss.org.ua/monografii/Soc_doslid_2012.pdf).

15. Beyond GDP: Measuring progress, true wealth, and the well-being of nations: European Commission, European Parliament, Club of Rome, WWF and OECD Conference. 19-20 November 2007.

[http://www.beyond-gdp.eu/proceedings/bgdp\\_proceedings\\_full.pdf](http://www.beyond-gdp.eu/proceedings/bgdp_proceedings_full.pdf).

16. D’Orazio M. Statistical Matching: Theory and Practice / M. D’Orazio, M. Di Zio, M. Scanu. – Chichester : John Wiley & Sons, 2006. – 256 p.

17. Keyfitz, N. A. Probability representation of future population / N. A. Keyfitz // Zeitschrift fur Bevolkerungswissenschaft. - 1985. - # 11. - P. 179 - 191.

18. Kish L. Survey sampling / L. Kish. – New York : John Wiley & Sons, 1995. – 643 p.

19. Longford N. T. Missing Data and Small-Area Estimation. Modern Analytical Equipment for the Survey Statistician (Statistics for Social Science and Behavioral Sciences) / N. T. Longford. – New York : Springer-Verlag, 2005. – 357 p.

20. Stoto M. The accuracy of population projections / M. Stoto // Journal of the American Statistical Association. - 1983. - # 78 (381). - P. 13-20.

Статья поступила в редколлегию 14.09.2015

Статья рекомендована к публикации 17.09.2015

УДК: 662.612 — 428.4

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ПОЛУОТКРЫТОГО ТИПА

ЗАЙЦЕВ О.Н.<sup>1\*</sup>, *д.т.н, проф.*,  
ИСАЕВ В.Ф.<sup>2</sup>, *к.т.н., доцент*,  
ДОМОЩЕЙ Т.Д.<sup>3</sup>, *аспирант*.

<sup>1\*</sup> Кафедра отопления, вентиляции и охраны воздушного бассейна, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +38 (067) 7328182, e-mail: [zon@ukr.net](mailto:zon@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-9084-9355.

<sup>2</sup> Кафедра гидравлики и кондиционирования воздуха, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина.

<sup>3</sup> Кафедра гидравлики и кондиционирования воздуха, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина.

**Аннотация.** *Цель.* Совершенствование систем отопления и вентиляции в условиях их периодической работы на основе формирования баланса между восходящим тепловым конвективным потоком от системы панельно-лучистого и конвективного отопления и потоком нисходящего наружного воздуха в открытом проеме в условиях исключения конденсации влаги на ограждающих конструкциях открытых проемов, что обеспечивает снижение энергозатрат путем снижения теплопотерь и улучшения условий эксплуатации ограждающих конструкций. *Методика.* Для достижения поставленной цели использованы математические методы численного моделирования для получения пространственного представления линий тока, полей температуры, скорости и давления. *Результаты.* Выявлено, что при низкой плотности теплового потока от нагревательной поверхности скоростное давление возникающего при этом конвективного потока значительно меньше давления, создаваемого разностью плотностей между наружным и внутренним воздухом, также выявлены значительные скачки температуры, скорости и давления на границе помещения и открытого проема как в центральной зоне, так и в области ограждающих конструкций, что объясняется расщеплением потока на неупорядоченную систему взаимодействующих конвективных струй, при этом часть из них продолжает движение за пределами помещения, а часть подавляется потоком наружного воздуха. Получено, что при повышении плотности теплового потока от нагревательной поверхности происходит стабилизация конвективного потока и слияние его в одно целое, при этом зона его действия незначительно превышает размер открытого проема, что позволяет сделать вывод о исключении прорыва наружного воздуха в помещение и конденсации влаги на поверхности ограждающих конструкций, при этом дальнейшее повышение температуры нагревательной поверхности приводит только к увеличению зоны действия конвективного потока, выходящего из помещения. *Научная новизна.* В работе получены теоретические закономерности процесса передачи тепла в помещения с открытыми горизонтальными проемами при изменении мощности теплового потока от нагревательных приборов, отличающиеся тем, что при использовании системы теплый пол отсутствует равномерное прогревание воздуха по площади помещения – это объясняется разной температурой ограждающих конструкций, инфильтрацией и влиянием

вентиляции, при этом возникает несколько циркулирующих воздушных потоков, которые создают зоны перегрева и охлаждения в помещении. **Практическая значимость.** Выявлено, что для достижения тепловой струи наружного проема и исключения прорыва наружного воздуха необходимо поддерживать соотношение между разностью плотности теплового потока у источника тепла и на уровне открытого проема и разностью плотности наружного воздуха и на уровне открытого проема не менее 1.

**Ключевые слова:** нагревательный прибор, система отопления, конвективный поток.

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ СПОРУД НАПІВВІДКРИТОГО ТИПУ

ЗАЙЦЕВ О.Н.<sup>1\*</sup>, *д.т.н, проф.*,  
ІСАЄВ В.Ф.<sup>2</sup>, *к.т.н., доцент*,  
ДОМОЩЕЙ Т.Д.<sup>3</sup>, *аспірант*.

<sup>1\*</sup> Кафедра опалення, вентиляції та охорони повітряного басейну, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (067) 7328182, e-mail: zon@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9084-9355.

<sup>2</sup> Кафедра гідравліки та кондиціонування повітря, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна.

<sup>3</sup> Кафедра гідравліки та кондиціонування повітря, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна.

**Анотація. Мета.** Удосконалення систем опалення та вентиляції в умовах їх періодичної роботи на основі формування балансу між висхідним тепловим конвективним потоком від системи панельно-променевого і конвективного опалення та потоком спадного зовнішнього повітря у відкритому отворі в умовах виключення конденсації вологи на огорожувальних конструкціях відкритих прорізів, що забезпечує зниження енерговитрат шляхом зниження тепловтрат і поліпшення умов експлуатації огорожувальних конструкцій. **Методика.** Для досягнення поставленої мети використані математичні методи чисельного моделювання для отримання просторового уявлення ліній струму, температури, швидкості і тиску. **Результати.** Виявлено, що при низькій щільності теплового потоку від нагрівальної поверхні швидкісне тиск виникає при цьому конвективного потоку значно менше тиску, створюваного різницею щільності між зовнішнім і внутрішнім повітрям, також виявлені значні стрибки температури, швидкості і тиску на кордоні приміщення і відкритого прорізу як у центральній зоні, так і в області огорожувальних конструкцій, що пояснюється, розщепленням потоку на невпорядковану систему взаємодіючих конвективних струменів, при цьому частина з них продовжує рух за межами приміщення, а частина пригнічується потоком зовнішнього повітря. Отримано, що при підвищенні щільності теплового потоку від нагрівальної поверхні відбувається стабілізація конвективного потоку і злиття його в одне ціле, при цьому зона його дії незначно перевищує розмір відкритого прорізу, що дозволяє зробити висновок про виключення прориву зовнішнього повітря в приміщення і конденсації вологи на поверхні огорожувальних конструкцій, при цьому подальше підвищення температури нагрівальної поверхні призводить тільки до збільшення зони дії конвективного потоку, що виходить з приміщення. **Наукова новизна.** У роботі отримані теоретичні закономірності процесу передачі тепла в приміщення з відкритими горизонтальними прорізами при зміні потужності теплового потоку від нагрівальних приладів, що відрізняються тим, що при використанні системи тепла підлога відсутня рівномірне прогрівання повітря по площі приміщення - це пояснюється різною температурою огорожувальних конструкцій, інфільтрацією і впливом вентиляції, при цьому виникає кілька циркулюючих повітряних потоків, які створюють зони перегріву і охолодження в приміщенні. **Практична значимість.** Виявлено, що для досягнення теплової струменя зовнішнього отвору і виключення прориву зовнішнього повітря необхідно підтримувати співвідношення між різницею щільності теплового потоку у джерела тепла і на рівні відкритого прорізу і різницею щільності зовнішнього повітря і на рівні відкритого прорізу не менше 1.

**Ключові слова:** нагрівальний прилад, система опалення, конвективний потік.

## IMPROVING WATER HEATING SYSTEMS FACILITIES SEMI-OPEN

ZAITSEV O.N.<sup>1\*</sup>, *Doctor of Technical Sciences, prof.*  
ISAEV V.F.<sup>2</sup>, *Ph.D., Associate Professor*,  
DOMOSCHEY T.D.<sup>3</sup>, *a graduate student*.

<sup>1\*</sup> Department of heating, ventilation and air protection, the Odessa State Academy of Construction and Architecture, st. Didrihsone, 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (067) 7328182, e-mail: zon@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9084-9355

<sup>2</sup> Department of hydraulics and air conditioning, Odessa State Academy of Construction and Architecture, st. Didrihsone, 4, 65029, Odessa, Ukraine.

<sup>3</sup> Department of hydraulics and air conditioning, Odessa State Academy of Construction and Architecture, st. Didrihsone, 4, 65029, Odessa, Ukraine. Annotation.

**Abstract. Purpose.** Improved heating and ventilation systems in terms of their periodic work on the basis of the formation of a balance between rising thermal convective flow from the system of radiant panel and convective heating and flow downward outdoor air in the open doorway under exclusion of moisture condensation on Walling open apertures, which reduces energy consumption by reducing heat loss and improving operating conditions walling. **Methodology.** To achieve this goal used mathematical methods of numerical simulation for spatial representation of the current lines, fields of temperature, velocity and pressure. **Findings.** It was found that at low heat flux density of the heating surface velocity pressure occurring at the same convective flow is significantly less than the pressure generated by the density difference between the outdoor and indoor air, also revealed significant jumps in temperature, speed and pressure on the border areas and open doorway in the central zone and in the walling that explains to the disordered flow splitting system interacting convection jet, with some of them continues to move outside the room, and a part of the outer air flow is suppressed. It was found that an increase in the density of heat flow from the heating surface is a stabilization of the convective flow and merge it into one, with the zone of its action slightly larger than the open doorway that leads to the conclusion that the exclusion of a breakthrough outside air into the room and condensation of moisture on the surface of the enclosing structures, thus further increasing the temperature of the heating surface only leads to an increase in coverage of the convective flow exiting the premises. **Originality.** The paper presents theoretical laws of the transfer of heat in the room with open horizontal openings when changing the power of the heat flow from heating devices, characterized in that when using the system floor heating is not uniform heating air floor space - this is due to different temperature walling, infiltration and influence ventilation, while there are several circulating air flows, which create a zone of heat and cooling the room. **Practical value.** It was revealed that in order to achieve thermal jet and outdoor opening breakthrough outside air exclusion is necessary to maintain the ratio between the difference of the density of heat flow from the heat source and at an open aperture and the difference in the density of the outside air and at an open aperture of at least 1.

**Keywords:** heater, heating system, a convective flow

### Введение

В Украине и остальном мировом сообществе одной из острейших проблем современности является снижение энергетических затрат на системы теплоснабжения в зданиях и сооружениях различного назначения, при этом доля теплопотребления в жилищно коммунальном хозяйстве занимает более 60% от общего количества вырабатываемой тепловой энергии [5-7, 9].

В последнее десятилетие все большее распространение в мире получают новые энергоэффективные технологии теплоснабжения зданий, базирующиеся на применении комбинированных систем отопления с изменяемой гидравликой. Все широкомасштабные программы по экономии энергии, реализуемые за рубежом, предусматривают их широкое использование [9].

Основным препятствием, сдерживающим внедрение таких систем отопления, является фактическое отсутствие балансового с тепловой точки зрения подхода в математическом, программном и нормативном обеспечении этих систем в почвенно-климатических условиях центральной Европы [12-14].

Дело в том, что, в отличие от традиционных аналогов, для таких систем, характерны повышенные единовременные капитальные вложения при сравнительно низких эксплуатационных издержках. Вместе с тем эффективность внедрения сбалансированных систем отопления в значительно большей степени, чем традиционного – «прямого» отопления, зависит от согласованности всех элементов комплекса: потребитель тепла – система теплоснабжения, система аккумулирования тепла – источник тепла, поскольку потребление энергии этими областями являются определяющими для энергетической безопасности государства [3-5, 15].

### Цель

Целью данной работы является совершенствование систем отопления и вентиляции в условиях их периодической работы на основе формирования баланса между восходящим тепловым конвективным потоком от системы панельно-лучистого и конвективного отопления и потоком нисходящего наружного воздуха в открытом проеме в условиях исключения конденсации влаги на ограждающих конструкциях открытых проемов, что обеспечивает снижение энергозатрат путем снижения теплопотерь и улучшения условий эксплуатации ограждающих конструкций.

### Методика

Для исследования влияния расположения излучающей поверхности в пространстве полуоткрытых помещений был использован пакет программ CosmosFloWork на основе программного обеспечения SolidWork. Данная программа применяется для расчета гидравлических, аэродинамических и тепломассообменных процессов используя уравнение неразрывности Навье-Стокса для вязкого идеального газа [18].

$$\rho \left[ \frac{\partial V}{\partial t} + (V \cdot \nabla V) \right] = -\nabla p + \frac{4}{3} \nabla (\mu \cdot \operatorname{div} V) + \nabla (V \cdot \nabla \mu) - V \cdot \Delta \mu + (\nabla \mu \times \operatorname{rot} V) - \operatorname{div} V \cdot \nabla \mu - \operatorname{rot} (\mu V) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho V) = 0 \quad (2)$$

$$\rho C_v \left[ \frac{\partial T}{\partial t} + (T \cdot \nabla V) \right] = \operatorname{div}(\lambda \cdot \nabla T) + \mu \Phi \quad (3)$$

$$p = R \rho T \quad (4)$$

В этой системе  $V=(V_r, V_\phi, V_z)$  – вектор скорости, м/с;  $\rho$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  $p$  – давление, Па;  $T$  –

температура, К;  $\mu$  - вязкость, Па\*с;  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности, Вт/(м\*К);  $\Phi$  - диссипативная функция, CV – теплоемкость, Дж/(м<sup>3</sup>К); R – газовая постоянная, Дж/(моль\*К). Течение предполагалось ламинарным и осесимметричным.

Основываясь на этих теоретических данных, для исследования влияния геометрии пространства помещения на ее аэродинамику была создана компьютерная модель помещения (рис.1) со следующими параметрами:

- Размер помещения ширина - 200м, длина - 400 м.
- Диаметр открытого отверстия 50м

В качестве граничных условий задавались – ограждающие конструкции (внутренние стенки с температурой на 5 градусов ниже температуры внутреннего воздуха (20 °С), внутренняя поверхность наружной стены – на 8°С), инфильтрация наружного воздуха учитывалась созданием перепада давления в месте расположения открытого проема в 30 Па, температура пола, при использовании его в качестве отопительного прибора принималась равной 25, 30, 35 и 40 град, кроме того во всех случаях учитывалась скорость движения внутреннего воздуха – 0,3 м/с.

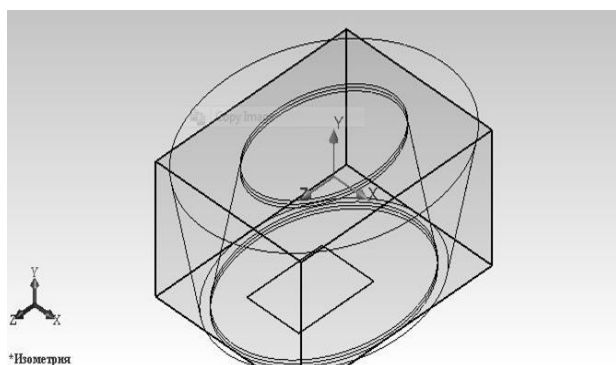


Рис.1 Общий вид модели помещения.  
Fig. 1. General view of the room model.

## Результаты

В результате моделирования процессов передачи тепла в помещении с открытыми горизонтальными проемами, в которых при изменении мощности теплового потока от нагревательных приборов выявлено не равномерное прогревание воздуха по площади помещения – это объясняется разной температурой ограждающих конструкций, инфильтрацией и влиянием вентиляции, при этом возникает несколько циркулирующих воздушных потоков, которые создают зоны перегрева и охлаждения в помещении [1-4].

Исследование процессов передачи и распределения тепловой энергии в помещении в различных нагревательных приборах с количественным регулированием при уменьшении

кратности воздухообмена показали, что происходит конденсация влаги из внутреннего воздуха не только в открытом проеме, но и на внутренней поверхности открытых проемов самой конструкции, что приводит к снижению термического сопротивления и появлению теплопроводных мостов, вызывая, таким образом, увеличение теплопотерь в помещении до 30% [8, 10, 11].

Выявлено, что при низкой плотности теплового потока от нагревательной поверхности скоростное давление возникающего при этом конвективного потока значительно меньше давления, создаваемого разностью плотностей между наружным и внутренним воздухом (рис.2-3), также выявлены значительные скачки температуры, скорости и давления на границе помещения и открытого проема как в центральной зоне, так и в области ограждающих конструкций, что объясняется, расщеплением потока на неупорядоченную систему взаимодействующих конвективных струй, при этом часть из них продолжает движение за пределами помещения, а часть подавляется потоком наружного воздуха.

Выявлено, что при повышении плотности теплового потока от нагревательной поверхности (рис.4-5) происходит стабилизация конвективного потока и слияние его в одно целое, при этом зона его действия незначительно превышает размер открытого проема, что позволяет сделать вывод о исключении прорыва наружного воздуха в помещение и конденсации влаги на поверхности ограждающих конструкций, при этом дальнейшее повышение температуры нагревательной поверхности приводит только к увеличению зоны действия конвективного потока, выходящего из помещения.

Выявлено, что для достижения тепловой струи наружного проема и исключения прорыва наружного воздуха необходимо поддерживать соотношение между разностью плотности теплового потока у источника тепла и на уровне открытого проема и разностью плотности наружного воздуха и на уровне открытого проема не менее 1.

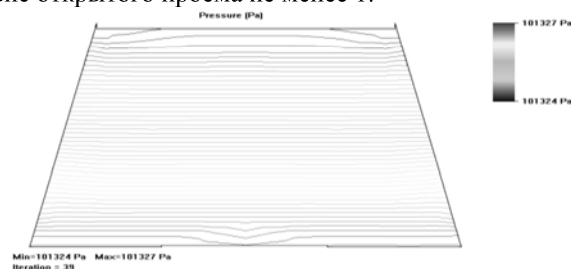


Рис.2 Распределение давления по помещению при температуре пола  $t_n=25$  °С.  
Fig.2. The pressure distribution on the premises at the floor  $t = 25$  °С.

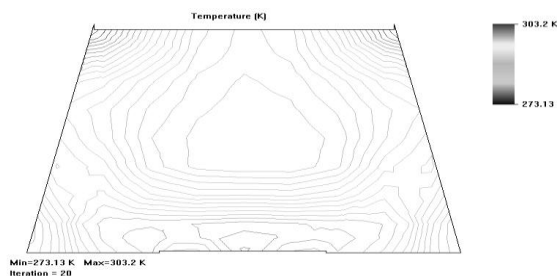


Рис.3. Распределение температуры по помещению при температуре пола  $t_n=25\text{ }^\circ\text{C}$ .  
Fig. 3. The temperature on the premises at the floor  $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ .

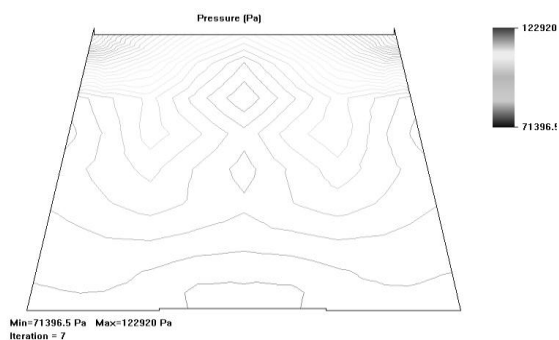


Рис.4. Распределение давления по помещению при температуре пола  $t_n=35\text{ }^\circ\text{C}$ .  
Fig.4. The pressure distribution on the premises at the floor  $t = 35\text{ }^\circ\text{C}$ .

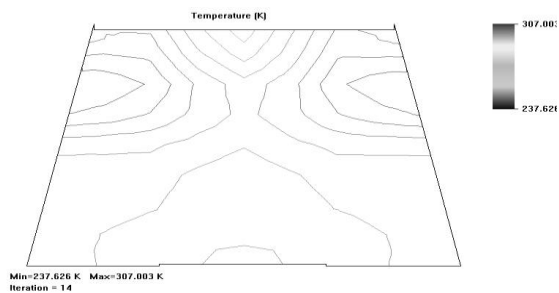


Рис.5. Распределение температуры по помещению при температуре пола  $t_n=25\text{ }^\circ\text{C}$ .  
Fig. 5. The temperature on the premises at the floor  $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ .

#### Научная новизна и практическая значимость

Выявлено, что в процессе передачи тепла в помещения с открытыми горизонтальными проемами изменение мощности теплового потока от нагревательных приборов вызывает формирование несколько циркулирующих воздушных потоков, которые создают зоны перегрева и охлаждения в

помещении. Также получена зависимость, показывающая, что для достижения тепловой струи наружного проема и исключения прорыва наружного воздуха необходимо поддерживать соотношение между разностью плотности теплового потока у источника тепла и на уровне открытого проема и разностью плотности наружного воздуха и на уровне открытого проема не менее 1.

#### Выводы

1. Получены теоретические закономерности процессов передачи тепла в помещения с открытыми горизонтальными проемами при изменении мощности теплового потока от нагревательных приборов, отличающиеся тем, что при использовании системы теплый пол отсутствует равномерное прогревание воздуха по площади помещения – это объясняется разной температурой ограждающих конструкций, инфильтрацией и влиянием вентиляции, при этом возникает несколько циркулирующих воздушных потоков, которые создают зоны перегрева и охлаждения в помещении.

2. Выявлено, что при низкой плотности теплового потока от нагревательной поверхности скоростное давление возникающего при этом создаваемого разностью плотностей между наружным и внутренним воздухом, также выявлены значительные скачки температуры, скорости и давления на границе помещения и открытого проема как в центральной зоне, так и в области ограждающих конструкций, что объясняется, расщеплением потока на неупорядоченную систему взаимодействующих конвективных струй, при этом часть из них продолжает движение за пределами помещения, а часть подавляется потоком наружного воздуха.

3. Выявлено, что при повышении плотности теплового потока от нагревательной поверхности происходит стабилизация конвективного потока и слияние его в одно целое, при этом зона его действия незначительно превышает размер открытого проема, что позволяет сделать вывод о исключении прорыва наружного воздуха в помещение и конденсации влаги на поверхности ограждающих конструкций, при этом дальнейшее повышение температуры нагревательной поверхности приводит только к увеличению зоны действия конвективного потока, выходящего из помещения.

4. Выявлено, что для достижения тепловой струи наружного проема и исключения прорыва наружного воздуха необходимо поддерживать соотношение между разностью плотности теплового потока у источника тепла и на уровне открытого проема и разностью плотности наружного воздуха и на уровне открытого проема не менее 1.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

14. Круковский П.Г. Анализ путей уменьшения энергозатрат за счет периодического снижения температуры воздуха отапливаемых помещений / Круковский П.Г., Тадля О.Ю., Метель М.А., Рархоменко Г.А. // Пром. теплотехника, 2008, т.30, №2, с.79.

Krukovski PG Analysis of ways to reduce energy costs by periodically lowering the temperature of the air heated space / Krukovski PG, Tadla OJ, Blizzard MA, GA Rarhomenko // Prom. Heat Engineering, 2008, T.30, №2, p.79.

15. Зайцев О.Н. Проектирование систем водяного отопления. / Зайцев О.Н., Любарец А.П. Вена – Киев – Одесса, 2008, 200 с.

Zaitsev ON Design of hot water heating systems. / Zaitsev ON, Lyubarets AP Vienna - Kiev - Odessa, 2008, 200 p.

<http://www.razym.ru/naukaobraz/uchebnik/147469-zaycev-o-n-lyubarec-a-p-proektirovanie-sistem-vodyanogo-otopleniya.html>

16. Юрченко Е.Л. Проекты повышения энергоэффективности существующих жилых зданий в Украине / Юрченко Е.Л. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. №65 – Днепропетровск, ПГАСА, 2012. – с. 677-683.

Iurchenko Iev.L. Projects to improve energy efficiency of existing residential buildings in Ukraine / Iurchenko Iev.L. // Building, materials sciences, mechanic engineering: Collection of scientific papers Issue№65 – Dnipropetrovs'k, PSAES, 2012. – p. 677-683.

[http://pgasa.dp.ua/a/international%20conferences/inovacii/archi ve/vipusk\\_65\\_2012.pdf](http://pgasa.dp.ua/a/international%20conferences/inovacii/archi ve/vipusk_65_2012.pdf)

17. Довмир Н.М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов / Довмир Н.М. // Пром. теплотехника. — 2008. № 5 с. 62-68.

Dovmir NM Low-temperature modes of heating systems as a prerequisite for effective use of condensing boilers and heat pumps / Dovmir NM // Prom. heating engineer. - 2008. № 5. 62-68.

18. Долинский А.А. Тепловые насосы в системе теплоснабжения зданий / Долинский А.А., Драганов Б.Х. // Пром. теплотехника. — 2008. № 6 с. 71-83.

Dolinskiy AA Heat pumps in the heating of buildings / Dolinskiy AA Draganov BH // Prom. heating engineer. - 2008. № 6. 71-83.

19. Накорчевский А.И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома /Накорчевский А.И. // Пром. теплотехника. — 2009. № 1 с. 67-73.

AI Nakorchevsky Autonomous heating system heat homes / Nakorchevsky AI // Prom. heating engineer. - 2009. № 1. 67-73.

20. Гершкович В.Ф. Энергосберегающие системы жилых зданий. Пособие по проектированию // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2007.№8.

Hershkowitz VF Energy-efficient residential buildings. Benefit design // Electronic Journal of the energy service company "Ecological systems". 2007.№8.

21. Наконечный В.А. Эффективность взаимодействия элементов регулируемой системы отопления/Наконечный

В.А.// Будівництво та техногенна безпека. – Сімферополь : НАПКБ, 2012. - № 41 - с. 164-169.

Nakonechny VA The effectiveness of the interaction of elements adjustable heating / Nakonechny VA // Budivnitstvo that technogenic bezpeka. - Simferopol: NAPKB, 2012. - № 41 - p. 164-169.

22. Зайцев О.М. Энерго- та ресурсозберігаючи технології муніципальної теплоенергетики на основі установок термознешкодження відходів/ О.М.Зайцев, І.М. Аксьонова, В.А. Наконечний// Наукове видання. Монографія.- Сімферополь: Кримучпедгіз, 2011, - 155 с.

Zaitsev AM Energy and resource saving technologies of municipal power system based installations termozneshkodzhennya waste / O.M.Zaitsev, IM Aksenov, VA Nakonechny // Scientific edition. Monohrafiya.- Simferopol: Krymuchpedhiz, 2011 - 155 p.

23. Зайцев О.Н. Аккумуляционные системы отопления с изменяемым гидравлическим режимом/ Зайцев О.Н., Борисенко К.И., Наконечный В.А.// «Энергобережения в будівництві та архітектурі», Київ, вип.2, 2011, с. 100-105.

Zaitsev ON Accumulation heating systems with variable hydraulic mode / ON Zaitsev, KI Borisenko, VA Nakonechny // "Energozberezhennya in budivnitstvi that arhitekturi", Kiev, vip.2 2011, p. 100-105.

24. Зайцев О. Температурное поле в начальный период работы низкотемпературной системы отопления/ Зайцев О., Петрекевич Л., Наконечный В.// Материалы международной конференции «Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului» - Молдова, Кишинёв, сборник статей, выпуск №4, 2012, стр. 270-275.

Zaitsev O. The temperature field in the initial period of the low-temperature heating system / O. Zaitsev, Petrekevich L. Nakonechny // In Proceedings of International Conference «Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului» - Moldova, a collection of articles, issue number 4, 2012, pp. 270-275.

25. Мерзвинский А. отопление помещений среднего и большого объема. Рекомендации по подбору оборудования./ А.Мерзвинский – Київ.: Сантехніка, опалення, кондиціонування, №9, 2005. с. 42-43.

A. Merzhvinsky space heating medium and large volume. Recommendations on the selection of equipment. / A.Merzhvinsky - Kyiv .: Santechnika, Seared, konditsiyuvannya, №9, 2005. p. 42-43.

26. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование / В.В. Пырков. – Київ: ІІ ДП «Такі справи», 2007. – 251 с.

VV Pyrkov Modern heating units. Automation and Control / VV Pyrkov. - Kiev: ІІ DP "Taki right», 2007. - 251 p.

27. Грановский В.Л. Основные принципы конструирования и испытаний отопительных приборов со встроенными терморегуляторами / В.Л. Грановский // АВОК. – 2005. – №4. – С. 48-52.

Granovsky VL General principles for design and testing of heating appliances with built-in thermostats / VL Granovsky // AVOK. - 2005. - №4. - S. 48-52.

28. Petitjean R. Total hydronic balancing: A handbook for design and troubleshooting of hydronic HVAC systems / R. Petitjean. – Gothenburg: TA AB, 1994. – 530 p.

*Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. С. З. Полищуком (Украина); д-ром. техн.наук, проф. В. Ф. Иродовым (Украина)*

Поступила в редколлегию 21.09.2015