

УДК 697.1:621.178:697.34

DOI: 10.30838/J.PMNTM.2413.290920.10.664

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ БУДІВЕЛЬ ПІД ЧАС АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

БЕЛІКОВ А. С.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
ДЗЮБАН О. В.², *канд. техн. наук, доц.*,
КРЕКНІН К. А.³, *канд. техн. наук, ас.*,
ЖЕЛЕЗНЯКОВ Є. О.^{4*}, *аспір.*

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. ++38 (0562) 47-02-37, e-mail: 0410dav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6279-346x

³ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

^{4*} Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 045-51-22, e-mail: e.zheleznyakov1996@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

Анотація. *Постановка проблеми.* У своїй життєдіяльності людина постійно взаємодіє з навколишнім середовищем, яке в основному має штучний характер. Тому її здоров'я і працездатність багато в чому визначаються умовами мікроклімату житлових і цивільних будівель. Важливу роль у підтриманні мікроклімату відіграють системи теплопостачання. Однак їх загальний стан в Україні часто спричинює аварійні ситуації, тому забезпечення умов мікроклімату в системах теплопостачання вимагає великої уваги. **Мета статті** – огляд матеріалів, що стосуються проблематики забезпечення умов мікроклімату в аварійних ситуаціях у системах теплопостачання. **Висновок.** Мікроклімат житлових і громадських будівель безпосередньо впливає на працездатність і здоров'я людей. Тому підтримання оптимальних і допустимих умов мікроклімату в приміщеннях житлових і громадських будівель необхідне для забезпечення якісних умов життєдіяльності людини, підвищення продуктивності праці, збереження її здоров'я і безпеки. Але аварійні ситуації, що трапляються в системах теплопостачання, викликають погіршення умов мікроклімату, в результаті чого виникають негативні фактори, що діють на організм людини. При цьому тривалість аварійної ситуації в системах теплопостачання безпосередньо впливає на ступінь погіршення умов мікроклімату. Отож час, витрачений на усунення аварійних ситуацій в системах теплопостачання, не повинен перевищувати часу перебування людини в аварійних умовах.

Ключові слова: *мікроклімат; системи життєзабезпечення; параметри мікроклімату; людина; самопочуття; умови праці*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

БЕЛИКОВ А. С.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
ДЗЮБАН А. В.², *канд. техн. наук, доц.*,
КРЕКНІН К. А.³, *канд. техн. наук, ас.*,
ЖЕЛЕЗНЯКОВ Е. О.^{4*}, *аспір.*

¹ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-37, e-mail: 0410dav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6279-346x

³ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

^{4*} Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (050) 045-51-22, e-mail: e.zheleznyakov1996@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

Аннотация. Постановка проблемы. В своей жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует с окружающей средой, которая в основном имеет искусственный характер. Поэтому его здоровье и работоспособность в значительной степени определяются условиями микроклимата жилых и гражданских зданий. Немаловажную роль в поддержании микроклимата играют системы теплоснабжения. Однако их общее состояние в Украине является причиной частых аварийных ситуаций, поэтому обеспечение условий микроклимата при аварийных ситуациях в системах теплоснабжения требует большого внимания. **Цель статьи** – обзор материалов, относящихся к проблематике обеспечения условий микроклимата при аварийных ситуациях в системах теплоснабжения. **Вывод.** Микроклимат жилых и общественных зданий непосредственно влияет на работоспособность и здоровье людей. Поэтому поддержание оптимальных и допустимых условий микроклимата в помещениях жилых и общественных зданий необходимо для обеспечения качественных условий жизнедеятельности человека, повышения производительности труда, сохранения его здоровья и безопасности. Но аварийные ситуации, которые случаются в системах теплоснабжения, приводят к ухудшению условий микроклимата, в результате чего возникают негативные факторы, воздействующие на организм человека. При этом продолжительность аварийной ситуации в системах теплоснабжения непосредственно влияет на степень ухудшения условий микроклимата. Поэтому время, затраченное на устранение аварийных ситуаций в системах теплоснабжения, не должно превышать времени пребывания человека в аварийных условиях.

Ключевые слова: аварийные ситуации; микроклимат; системы жизнеобеспечения; параметры микроклимата; человек; самочувствие; условия труда

PROVISION OF MICROCLIMATIC CONDITIONS IN BUILDINGS IN EMERGENCY SITUATIONS IN HEAT SUPPLY SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT THE LATEST CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

BELIKOV A.S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
 DZIUBAN O.V.², *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
 KREKNIN K.A.³, *Cand. Sc. (Tech.), Assist.*,
 ZHELEZNYAKOV Yev.O.^{4*}, *Postgrad. Stud.*

¹ Department of Life Safety, State Higher Education Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Department of Technology of Construction Production, State Higher Education Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-37, e-mail: 0410dav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6279-346x

³ Department of Life Safety, State Higher Education Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-1812-7400

^{4*} Department of Life Safety, State Higher Education Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (050) 045-51-22, e-mail: e.zheleznyakov1996@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

Abstract. Problem statement. In his life, a person constantly interacts with the environment. The environment that surrounds modern man is mostly artificial. Therefore, his health and efficiency are largely determined by the microclimate conditions of residential and civil buildings. Heating systems play an important role in maintaining the microclimate. However, the general state of heat supply systems in Ukraine leads to frequent emergency situations, therefore, ensuring microclimate conditions in emergency situations in heat supply systems requires great attention. **Purpose of the article.** Review of materials related to the problem of ensuring microclimatic conditions in emergency situations in heat supply systems. Determination of the main criteria characterizing the provision of microclimatic

conditions in the event of emergency situations in heat supply systems. **Conclusion.** The microclimate of residential and public buildings directly affects the performance and health of people. Therefore, maintaining optimal and acceptable microclimate conditions in residential and public buildings is necessary to ensure high-quality living conditions for a person, increase labor productivity, preserve his health and safety. But emergencies arising in heat supply systems lead to a deterioration in microclimate conditions. As a result, negative factors arise that affect the human body. At the same time, the duration of an accident in heat supply systems directly affects the degree of deterioration of microclimatic conditions. Therefore, the time spent on eliminating emergency situations in heat supply systems should not exceed the life of a person in emergency conditions.

Keywords: *emergency situations, microclimate; life support systems; microclimate parameters; human; well-being; working condition*

Постановка проблеми. Мікроклімат житлових і громадських будівель безпосередньо впливає на працездатність і здоров'я людей. Тому підтримка оптимальних і допустимих умов мікроклімату в приміщеннях житлових і громадських будівель необхідна для забезпечення якісних умов життєдіяльності людини, підвищення продуктивності праці, збереження її здоров'я і безпеки. Але аварійні ситуації, що трапляються в системах теплопостачання, спричинюють погіршення умов мікроклімату, в результаті чого виникають негативні фактори, котрі діють на організм людини. Тому зношеність систем тепло-постачання України потребує великої уваги до забезпечення умов мікроклімату під час аварійних ситуацій в системах теплопостачання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання вивчення умов праці і визначення впливу умов мікроклімату на безпеку життєдіяльності людини розглядали як сучасні закордонні [17; 18], так і вітчизняні вчені, зокрема, вчені Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (А. С. Беліков, Е. Є. Стрежекуров, І. А. Колесник) [1–7].

Необхідно відзначити також внесок таких досліджень як К. Ф. Фокін, В. Н. Богословський, Ю. В. Кононович, С. Ю. Рагімов, М. А. Касьянов та ін. [8–11; 16]. Вчені розглянули як загальні питання, пов'язані із впливом умов мікроклімату на безпеку життєдіяльності людини [1–4; 8–11; 16], так і більш специфічні, як, наприклад: вплив стану огорожувальних конструкцій на зміну параметрів мікроклімату в приміщенні [5–7]

та для мікроклімату на стан теплового комфорту людини [17–19].

Мета статті – огляд питань, що стосуються забезпечення умов мікроклімату в аварійних ситуаціях у системах теплопостачання.

Виклад основного матеріалу. Здоров'я й умови праці людини визначаються умовами мікроклімату житлових і цивільних будівель. Підвищення комфортності в приміщенні шляхом підтримання оптимальних (достатніх) параметрів мікроклімату в будь-якій його точці спрямоване на поліпшення умов життя людини, зростання продуктивності праці, зниження витрат теплової енергії на забезпечення параметрів мікроклімату, – важливе наукове та практичне завдання сучасності. Мікроклімат – це стан внутрішнього середовища приміщення, що впливає на людину і характеризується показниками температури повітря та огорожувальних конструкцій, вологістю і рухливістю повітря [12].

Необхідно врахувати, що вимоги до мікроклімату повинні бути забезпечені як у зоні обслуговування, так і в робочій зоні. Тому всі параметри, що впливають на внутрішнє середовище, повинні бути задані для цієї зони. Хоча загальна площа приміщення може використовуватися для оцінювання вимог, необхідні умови внутрішнього середовища поза зоною не гарантуються.

Варіанти умов мікроклімату для зони обслуговування і робочої зони приміщень житлових, громадських і адміністративно-побутових будівель визначаються такими нормативними документами: ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та

кондиціонування» [13], ДСТУ Б EN ISO 7730 «Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту» [14], ДСТУ Б EN 15251 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування

та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики» [15].

Розглянемо варіанти умов мікроклімату в приміщенні з наведених вище нормативних документів у таблиці 1.

Таблиця 1

Умови мікроклімату для зони обслуговування і робочої зони приміщень житлових, громадських і адміністративно-побутових будівель та сфери їх застосування

Умови мікроклімату			Сфера застосування
згідно з ДБН В.2.5-67:2013	згідно з ДСТУ Б EN ISO 7730	згідно з ДСТУ Б EN 15251	
Підвищені оптимальні	A	I	Приміщення з дуже чутливими людьми з особливими потребами, такими як: інваліди, хворі, маленькі діти та люди похилого віку
Оптимальні	B	II	Приміщення з постійним перебуванням людей у нових будівлях і в існуючих будівлях під час реконструкції та капітального ремонту, у тому числі термомодернізації
Допустимі	C	III	Приміщення з тимчасовим перебуванням людей у нових будівлях і в існуючих будівлях під час реконструкції та капітального ремонту, в тому числі термомодернізації; існуючі будівлі
Обмежено допустимі	—	IV	Будівлі з обмеженим використанням упродовж року

Отже, в Україні існують декілька документів, що описують умови мікроклімату для зони обслуговування і робочої зони приміщень житлових, громадських і адміністративно-побутових будівель і сфери їх застосування, тому у випадках розбіжності розрахункових параметрів мікроклімату необхідно застосовувати [13]:

1) параметри, зазначені в будівельних нормах для відповідного типу будівель за призначенням;

2) параметри, зазначені в інших нормативних документах, якщо вони перебувають у межах допустимих діапазонів параметрів відповідно до ДСТУ Б EN ISO 7730 та ДСТУ Б EN 15251 і мають менші за них допустимі діапазони;

3) параметри згідно з ДСТУ Б EN ISO 7730 та ДСТУ Б EN 15251, за

відсутності їх нормування у будівельних нормах та інших нормативних документах відповідно до призначення будівлі (приміщення).

Умови мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» вказані в таблицях 2 та 3.

Як можна побачити з таблиць 1–3, діючі нормативи вимагають обов'язкового підтримання в практично всіх споруджуваних в Україні будівлях оптимальних (допустимих) умов мікроклімату. Якнайповнішого виконання цих вимог можна досягти лише з урахуванням новітніх технологій та застосування нових матеріалів. При цьому з практичної точки зору слід приділити головну увагу визначенню допустимого критичного періоду відключення та

відновлення систем теплозабезпечення з оптимальних, допустимих, критичних. урахуванням забезпечення умов праці:

Таблиця 2

Умови мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень, частина перша

Період року	Категорія робіт	Оптимальні норми на постійних і непостійних робочих місцях		
		Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Холодний і перехідний	Легка: Іа	22...24	60...40	0,1
	Іб	21...23	60...40	0,1
	Середньої важкості: Іа	19...21	60...40	0,2
	Іб	17...19	60...40	0,2
	Важка: III	16...18	60...40	0,3
Теплий	Легка: Іа	23...25	60...40	0,1
	Іб	22...24	60...40	0,2
	Середньої важкості: Іа	21...23	60...40	0,3
	Іб	10...22	60...40	0,3
	Важка: III	18...20	60...40	0,4

Таблиця 3

Умови мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень, частина друга

Період року	Категорія робіт	Допустимі норми			
		Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
		на постійних робочих місцях	на непостійних робочих місцях		
Холодний і перехідний	Легка: Іа	21...25	18...26	75	0,1
	Іб	20...24	17...25	75	0,2
	Середньої важкості: Іа	17...23	15...24	75	0,3
	Іб	15...21	13...23	75	0,4
	Важка: III	13...19	12...20	75	0,5
Теплий	Легка: Іа	22...28	20...30	75	0,2
	Іб	21...28	19...30	75	0,3
	Середньої важкості: Іа	18...27	17...29	75	0,4
	Іб	15...27	15...29	75	0,5
	Важка: III	15...26	13...28	75	0,6

За визначенням, оптимальні мікрокліматичні умови – це таке поєднання параметрів мікроклімату, що за систематичного та тривалого впливу на людину зберігають нормальний тепловий стан організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони створюють передумови для високого рівня працездатності та забезпечують тепловий комфорт. Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. Показники температури повітря в робочій зоні по горизонталі і по висоті, а також протягом робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури [13–15].

За всіх умов роботи відпочинок і відновлення сил відбуваються в приміщенні, тому його мікроклімат його повинен бути таким, щоб відновні процеси в організмі здійснювалися на оптимальному рівні, а функція терморегуляції, подібно будь-якій іншій, перебувала б у стані спокою або найменшої активності. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», серед параметрів, що визначають мікроклімат приміщення, слід виділити п'ять найважливіших, які піддаються прямому чи непрямому регулюванню:

- 1) температура повітря, її розподіл і зміна в просторі і в часі, t_v , °C;
- 2) відносна вологість повітря, φ_v , %;
- 3) швидкість повітряного потоку (рухливість), v_v , м/с;
- 4) швидкість повітряного потоку (рухливість), Вт/м²;
- 5) температура поверхонь, звернених усередину приміщення (радіаційна температура), t_r , °C.

Аналіз дослідження [1–11] впливу мікрокліматичних параметрів (температура, рухливість, вологість, радіаційна температура, дія променевої енергії) в приміщенні на людину показав, що людський організм прагне підтримати відносну динамічну сталість своїх функцій у різних мікрокліматичних умовах. Цей баланс метаболізму забезпечує

найважливіший фізіологічний механізм – механізм терморегуляції.

Однак природним наслідком аварійних ситуацій в системах теплопостачання постає неминуче порушення цієї вимоги. Адже негативні чинники, що виникають через аварійні ситуації в системах теплопостачання, погіршують, іноді дуже суттєво, умови мікроклімату в приміщеннях, що надзвичайно негативно позначається на життєдіяльності та здоров'ї людини.

Отже, необхідно забезпечити комфортне підтримання життєдіяльності людини в аварійних ситуаціях у системах теплопостачання, тобто її перебування якщо не в оптимальних, то хоча б допустимих умовах мікроклімату.

Необхідно зазначити, стан комфорту – це суб'єктивне відчуття, що виникає в людей за комплексної дії параметрів мікроклімату.

Комфортними вважаються такі умови, в яких людина, перебуваючи в робочій або обслуговуваній зоні приміщення, відчувається зручно. Під дискомфортом зазвичай розуміють негативні відчуття, викликані перегріванням або переохолодженням організму в цілому. Необхідно також враховувати, що тепловий дискомфорт може бути викликаний небажаним нагріванням тіла чи місцевим охолодженням.

До найбільш поширених місцевих факторів дискомфорту відносять: вертикальний перепад температури повітря, температуру випромінювання асиметрії (теплої або холодної поверхні), теплі або холодні підлоги і протяг (який визначається як місцеве охолодження тіла, викликане рухом повітря) [14; 15].

Але в будь-якому випадку, як можна бачити, комфорт людини пов'язаний з її тепловими відчуттями. А вони, своєю чергою, змінюються за дії основних мікрокліматичних факторів у приміщенні. Коливання відчуття комфорту людини позначаються на її фізіологічних реакціях. Перегрів або переохолодження організму можуть спричинити втрату працездатності, швидку стомлюваність, втрату свідомості, погіршення здоров'я і теплову смерть.

Як зазначалося вище, стан комфорту досить суб'єктивний і індивідуальні теплові відчуття людини так чи інакше відрізняються від нормативних середньостатистичних показників мікроклімату в приміщенні. Однак, використовуючи очікуване значення тепловідчуття PMV (Predicted Mean Vote) і прогнозований відсоток незадоволеності PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied), можна дати характеристику дискомфорту тіла людини в цілому. Суб'єктивний стан психологічного тепловідчуття людини оцінюють шкалою значень PMV (табл. 4) [14; 15]:

Таблиця 4

Шкала оцінювання психологічного тепловідчуття людини

Тепловідчуття	Оцінка
Жарко	+3
Тепло	+2
Злегка тепло	+1
<i>Продовження таблиці 4</i>	
Тепловідчуття	Оцінка
Нормально	0
Злегка прохолодно	-1
Прохолодно	-2
Холодно	-3

Ці показники використовують разом із нормованими параметрами мікроклімату для оцінювання працездатності системи опалення або кондиціювання повітря залежно від виду діяльності працівників. Зокрема, для осіб, що працюють у приміщеннях житлових будинків, залежність комфортної температури приміщення від різних видів діяльності можна побачити на рисунку [16].

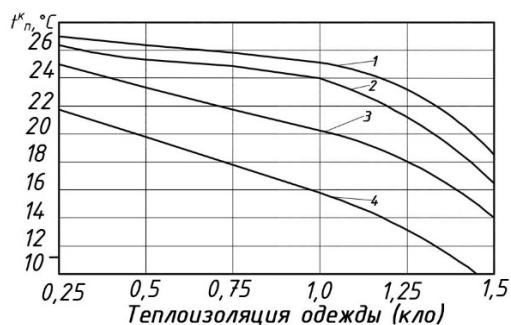


Рис. Залежність комфортної температури приміщення від різних видів діяльності людини (теплопродукції, Вт/м²) і ступеня утеплення її одягу (за даними П.О.Фангера): 1 – стан спокою (58);

2 – те ж саме, сидячи або стоячи (70); 3 – звичайна домашня робота (87); 4 – важка домашня робота (116)

В результаті у приміщенні формується охолоджувальний мікроклімат, тобто таке поєднання параметрів, за якого відбувається зміна теплообміну організму, що викликає появу загального або локального дефіциту тепла в організмі ($> 0,87$ кДж/кг) внаслідок зниження температури глибоких та поверхневих шарів тканин організму [14; 15].

Отже, відбувається поступове охолодження приміщень, а людина відчуває наростаюче відчуття дискомфорту. Людина може реагувати на зміни температури зовні свого тіла завдяки наявності відповідних рецепторів у шкірі. Загалом вони називаються температурними, але функціонально вирізняють теплові і холодні рецептори. Теплові рецептори розташовані на глибині 0,3 мм від поверхні шкіри, холодні – 0,17 мм. У людини в 10 разів менше рецепторів, які реагують на тепло, ніж тих, які реагують на холод. Таким чином, на низькі температури шкіра реагує швидше, ніж на високі. Температурні рецептори розташовуються в шкірі в шаховому порядку, на майданчиках близько 1 мм², а в проміжках між ними розміщені інші рецептори: болю та тиску.

Коли починають реагувати рецептори холоду, кров перерозподіляється до глибоких капілярів шкіри, а отже знижується приплив крові до рук і ніг. Завдяки цьому втрати тепла всередині тіла мінімізуються. Значна частина крові починає концентруватися серед внутрішніх органів, зігріваючи їх. Це адаптаційна реакція організму, що допомагає зберегти тепло та створювати його більше [19].

У капілярах шкіри кровотік не зупиняється: залишається рівно стільки, скільки необхідно для підтримання її функцій. Потім шкіра червоніє: капілярний кровотік посилюється, сюди стало надходити більше крові. Отже, організм почав дбати про шкіру, а зниження її температури зменшує проникність судин і

клітин, що підвищує їх опірність. Підвищується тонус судин і м'язів.

Під час подальшого охолодження людина починає тремтіти, намагаючись виробити додаткову енергію. Через низьку температуру виникає мимовільне скорочення м'язів, що спричиняє за собою тремтіння по всьому тілу – спочатку в м'язах тулуба і рук, потім щелепи, викликаючи стукіт зубів і трясіння всього тіла. Коли людина тремтить, її тіло може в 4...5 разів підвищувати вироблення власної теплової енергії, оскільки надмірне охолодження організму пов'язане з його великими тепловтратами. Ця ситуація може спричинити підвищену захворюваність дихальних шляхів і появу ревматичних захворювань. За впливу холоду висихає і тріскається шкіра. Охолодження зменшує рухливість і чутливість нижніх кінцівок [19].

Як в результаті тривалого впливу холоду, викликаного аварійною ситуацією в системі теплопостачання, будь-яка корисна діяльність людини у приміщенні стає неможливою. У загальному вигляді залежність зміни реакції організму людини на зміщення тепловідчуття від стану «комфорт» до стану «холодно» наведена в таблиці 5 [14; 15].

Найбільшу загрозу негативні реакції в організмі людини, викликані дискомфортом від охолодження, становлять для дітей молодшого віку, літніх, вимушено знерухомлених, фізично виснажених людей, що перебувають у несвідомому стані. Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що стан здоров'я людини та безпека життєдіяльності повинні підтримуватись на рівні комфортних (допустимих) умов з урахуванням критичного періоду виникнення аварійних ситуацій у системах теплопостачання.

Таблиця 5

Тепловий стан людини і реакція організму

Тепловідчуття	Фізіологічна дія	Реакція організму
Комфорт	Регуляція м'язовим кровообігом	Нормальна
Злегка прохолодно	Посилення явної тепловіддачі та регуляція за допомогою одягу	–
Прохолодно	Звуження кровоносних судин ніг і рук	Сухість слизової оболонки і шкіри
Холодно	–	Болі в м'язах, порушення периферійного кровообігу

Висновки. Мікроклімат житлових і громадських будівель безпосередньо впливає на працездатність і здоров'я людей. Тому підтримування оптимальних і допустимих умов мікроклімату в приміщеннях таких будівель необхідне для забезпечення якісних умов життєдіяльності людини, підвищення продуктивності праці, збереження її здоров'я і безпеки. Але аварійні ситуації, що трапляються в системах теплопостачання, погіршують умови мікроклімату, в результаті чого виникають негативні фактори, які негативно впливають на організм людини.

При цьому тривалість аварійної ситуації в системах теплопостачання безпосередньо впливає на ступінь погіршення умов мікроклімату. Отож, витрачений на усунення аварійних ситуацій в системах теплопостачання, не повинен перевищувати часу перебування людини в аварійних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беликов А. С., Кожушко А. П., Сафонов В. В. Охрана труда на предприятиях строительной индустрии. Днепропетровск : ЧП Федоренко А. А., 2010. 528 с.
2. Грудзинский М. М., Ливчак В. Н., Поз М. Я. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности. Москва : Стройиздат, 1982. 256 с.
3. Губернский Е. Д., Кореневская Е. И. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. Москва : Медицина, 1978. 192 с.

4. Дуганов Г. В., Чистяков В. Л., Стрежекуров Э. Е. Новые приборы, применяемые для измерения теплофизических характеристик горных пород. *Приборостроение*. 1972. Вып. 12. С. 3–5.
5. Петренко В. О., Петренко А. О., Голякова І. В. Фактори, які впливають на мікроклімат у приміщенні, що має дефекти огорожувальних конструкцій і систем ОВК. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2016. Вып. 93. С. 286–291.
6. Ветвицкий И. Л., Каспийцева В. Ю., Колесник И. А., Шевченко А. А. Исследование влияния теплопроводных включений на параметры микроклимата помещений при отключении системы отопления. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2013. Вып. 70. С. 65–69.
7. Беликов А. С., Колесник И. А., Рагимов С. Ю., Маладыка И. Г., Вовк Д. В. Исследование влияния теплопроводных включений на микроклимат помещений при аварийных ситуациях в системах теплоснабжения. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2017. Вып. 98. С. 20–24.
8. Стрежекуров Э. Е., Стрежекуров Э. Е., Гашко С. В. Исследование терморadiационной напряженности в горячих цехах металлургического производства. *Гигиена и санитария*. 1980. Вып. 9. С. 62–64.
9. Табунщиков Ю. А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации. *АВОК*. 2005. № 4. С. 4–7.
10. Борхерт Р., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева. Ленинград : Госэнергоиздат, 1963. 278 с.
11. Шкловер А. М., Васильев В. Ф., Ушаков Ф. В. Основы строительной теплотехники жилых и общественных зданий. Москва : Стройиздат, 1982. 256 с.
12. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Общие требования. Введ. 01.01.89. Ч. 1. Система стандартов безопасности труда. Москва, 1996. С. 165–239.
13. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. (Державні будівельні норми України). URL : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>
14. ДСТУ Б EN ISO 7730. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. (Державні будівельні норми України). URL : http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28002
15. ДСТУ Б EN 15251. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. (Державні будівельні норми України). URL : http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=28004
16. Кононович Ю. В. Тепловой режим зданий массовой застройки. Москва : Стройиздат, 1986. 158 с.
17. Veronica Lucia Castaldo, Paria Pigliautile, Federica Rosso, Anna Laura Pisello, Franco Cotana. Investigation of the impact of subjective and physical parameters on the indoor comfort of occupants: a case study in central Italy. ScienceDirect : web-site. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217336184> (Accessed : 01 September 2020).
18. Kostantinos Gobakis, Dionysia Kolokotsa. Coupling building energy simulation software with microclimatic simulation for the evaluation of the impact of urban outdoor conditions on the energy consumption and indoor environmental quality. Science Direct: web-site. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817304735> (Accessed : 01 September 2020).
19. Braian M Beker, Camila Cervellera, Antonella De Vito, Carlos G Musso. Human Physiology in Extreme Heat and Cold. ClinMed International Library : web-site. URL : <https://clinmedjournals.org/articles/iacph/international-archives-of-clinical-physiology-iacph-1-001.php>

REFERENCES

1. Belikov A.S., Kozhushko A.P. and Safonov V.V. *Okhrana truda na predpriyatiyakh stroitel'noy industriyi* [Protection of labour on the enterprises of build industry]. Dnepropetrovsk : PE Fedorenko A.A. Publ., 2010, 528 p. (in Russian).
2. Grudzynskiy M.M., Livchak V.N. and Poz M.Ya. *Otopstselvo-ventilyatsionniye sistemy zdaniy povyshennoy etazhnosti* [Heating-ventilation systems of buildings of the promoted floor]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1982, 256 p. (in Russian).
3. Gubernskiy Ye.D., Korenevskaya Ye.I. *Gigiyenicheskiye osnovy konditsionirovaniya mikroklimate zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Hygienic bases of conditioning of microclimate of dwelling and public buildings]. Moscow : Medicine Publ., 1978, 192 p. (in Russian).
4. Duganov G.V., Chistyakov V.L. and Strezhekurov T.Ye. *Novye pribory, primenyaemye dlya izmereniya teplofizicheskikh harakteristik gornykh porod* [New devices applied for measuring of heating-physical descriptions of mine breeds]. *Pryboroostroeniye* [Instrumentation]. 1972, no. 12, pp. 3–5. (in Russian).
5. Petrenko V.O., Petrenko A. O. and Holyakova I.V. *Faktory, yaki vplyvayut' na mikroklimat v prymyshchenni, shcho maye defekty ohorodzhuyuchykh konstruksiy i system OVK* [Factors influencing the microclimate in the premises, which has a building faults and HVAC systems]. *Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. 2016, iss. 93, pp. 286–291. (in Ukrainian).

6. Vetvitskiy I.L., Kaspiytseva V. Yu., Kolesnik I.A. and Shevchenko A.A. *Issledovanie vliyaniya teploprovodnykh vklyuchenii na parametry mikroklimata pomeshchenii pri otklyuchenii sistemy otopleniya* [Investigation of the influence of heat-conducting inclusions on the parameters of the microclimate of premises when the heating system is turned off]. *Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. 2013, iss. 70, pp. 65–69. (in Russian).
7. Belikov A.S., Kolesnik I.A., Ragimov S.Yu., Maladyka I.G. and Vovk D.V. *Issledovaniye vliyaniya teploprovodnykh vklyucheniy na mikroklimat pomeshcheniy pri avariynnykh situatsiyakh v sistemakh teplosnabzheniya* [Study of the influence of heat-conducting inclusions on the microclimate of premises in emergency situations in heat supply systems.]. *Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. 2017, iss. 98, pp. 20–24. (in Russian).
8. Strezhekurov E.Ye. and Gashko S.V. *Issledovaniye termoradiatsionnoy napryazhennosti v goryachikh tsekhakh metallurgicheskogo proizvodstva* [Investigation of thermo-radiation stress in hot shops of metallurgical production]. *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 1980, iss. 9, pp. 62–64. (in Russian).
9. Tabunshchikov Yu.A. *Stroitel'nyye kontseptsii zdaniy KHKH' veka v oblasti teplosnabzheniya i klimatizatsii* [Construction concepts for buildings of the XXI century in the field of heat supply and air conditioning]. *ABOK* [ABOK]. 2005, iss. 4, pp. 4–7. (in Russian).
10. Borkhert R. and Yubits V. *Tekhnika infrakrasnogo nagreva* [Infrared heating technique]. Moscow : Gosenergoizdat Publ., 1963. (in Russian).
11. Shklover A.M., Vasil'yev V.F. and Ushakov F.V. *Osnovy stroitel'noy teplotekhniki zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Fundamentals of building heat engineering for residential and public buildings]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1982. (in Russian).
12. GOST 12.1.005-88. *Obshchiye sanitarno-gigiyenicheskiye trebovaniya k vozdukhу rabochey zony. Obschie trebovaniya. Ch. 1. Sistema standartov bezopasnosti truda* [GOST 12.1.005-88. General sanitary and hygienic requirements for the air in the working area. General requirements. P. 1. System of occupational safety standards]. Valid from 1989-01-01. Official edition. Moscow, 1996, pp. 165–239. (in Russian).
13. DBN V.2.5-67:2013. *Opalennya, ventylyatsiya ta kondytsionuvannya* [SCN V.2.5-67:2013. Heating, ventilation, air conditioning]. Valid from 2013-01-01. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2013. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
14. DSTU B EN ISO 7730. *Erhonomika teplovoho seredovyscha. Analitychne vyznachennya ta interpretatsiya teplovoho komfortu na osnovi rozrakhunkiv pokaznykiv PMV i PPD i kryteriyiv lokal'noho teplovoho komfortu* [DSTU B EN ISO 7730. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria]. Valid from 2012-01-01. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2012. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
15. DSTU B EN 15251. *Rozrakhunkovi parametry mikroklimatu prymishchen' dlya proektuvannya ta otsinky enerhetychnykh kharakterystyk budivel' po vidnoshenni do yakosti povitrya, teplovoho komfortu, osvillennya ta akustyky* [DSTU B EN 15251. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics]. Valid from 2012-01-01. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2012. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
16. Kononovich Yu.V. *Teplovoy rezhim zdaniy massovoy zastroyki* [Infrared heating technique]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1986. (in Russian).
17. Veronica Lucia Castaldo, Ilaria Pigliautile, Federica Rosso, Anna Laura Pisello and Franco Cotana. Investigation of the impact of subjective and physical parameters on the indoor comfort of occupants : a case study in central Italy. Science Direct: web-site. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217336184> (Accessed : 01 September 2020).
18. Kostantinos Gobakis and Dionysia Kolokotsa. Coupling building energy simulation software with microclimatic simulation for the evaluation of the impact of urban outdoor conditions on the energy consumption and indoor environmental quality. ScienceDirect: web-site. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817304735> (Accessed : 01 September 2020).
19. Braian M. Beker, Camila Cervellera, Antonella De Vito and Carlos G Musso. Human Physiology in Extreme Heat and Cold. ClinMed International Library : web-site. URL : <https://clinmedjournals.org/articles/iacph/international-archives-of-clinical-physiology-iacph-1-001.php>

Надійшла до редакції: 12.07.2020.