

МІКРОКЛІМАТ В РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

dr inż. Magdalena Młynarczyk

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

(Центральний Інститут Охорони Праці – Державний Науково-Дослідний Інститут)

00-701 Warszawa, ul. Czerniakowska 16

Мікроклімат та його вплив на організм людини

Мікроклімат є одним з фізичних шкідливих чинників в робочому середовищі. Мікроклімат можна визначити як кліматичні умови у певному локальному просторі, наприклад, приміщенні. Ці умови визначаються, серед іншого за такими параметрами, як температура, повітряний потік або вологість. Мікроклімат впливає на організм людини, який намагається адаптуватися до заданих кліматичних умов.

Тіло людини виробляє тепло, яке є результатом метаболічних процесів, що відбуваються в організмі. Обмін тепла між людиною та навколишнім середовищем відбувається за допомогою: теплопровідності, конвекції, випромінювання та випаровування (відведення води з організму шляхом потовиділення та видиху повітря). Частка цих явищ у процесі теплообміну залежить, серед іншого від параметрів середовища, в якому знаходиться людина (чинників навколишнього середовища), серед іншого температури і швидкості повітря, середньої температури випромінювання, парціального тиску водяної пари, а також окремих чинників, таких як: фізична активність або захисний одяг. Процеси теплообміну людини називають тепловим балансом. Коли тепловий баланс позитивний, ми маємо справу з гарячим середовищем, що вимагає активації механізмів боротьби з теплом. Коли тепловий баланс негативний, ми маємо справу з так званим "тепловим боргом", що вимагає активації механізмів боротьби з холодом. Проте у термонеutralному середовищі тепловий баланс дорівнює нулю.

У термонеutralному середовищі (в якому відчувається тепловий комфорт) кількість тепла, яке виробляється організмом, розсіюється так, що температура внутрішніх органів тіла залишається постійною. Почуття теплового комфорту перекладається, серед іншого, на поліпшення настрою на роботі або підвищення концентрації уваги під час виконання діяльності.

У гарячому середовищі, підтримування постійної температури тіла, вимагає від системи терморегуляції активації процесів, які, серед іншого, збільшують шкірний кровообіг за рахунок розширення кровоносних судин шкіри, стимулюють потові залози та збільшують виділення поту (щоб знизити температуру шкіри, і забрати надлишки виробленого тепла), для розсіювання тепла, яке виробляється організмом. У разі, якщо кількість накопиченого тепла не може розсіюватися в результаті дії терморегуляторних механізмів, температура всередині тіла починає поступово підвищуватися. На робочих місцях допустимо підвищення внутрішньої температури лише на 1 ° С, тобто вона може досягати 38 ° С. При впливі на працівника гарячого середовища, спостерігається зниження працездатності і показника точності виконання завдань, порушення водно-електролітного балансу та психофізіологічні розлади.

В холодному середовищі система терморегуляції людини повинна працювати для захисту організму від надмірної втрати тепла (наприклад, зменшення кровообігу через підшкірну тканину і шкіру певних ділянок тіла; збільшення швидкості обміну речовин і, як наслідок, поява м'язових тремтінь). Під час впливу холодного середовища, працівник піддається небезпекам виникнення переохолодження та обмороження. Вплив холодного середовища може спричинити зниження концентрації, порушення свідомості та в гіршому випадку може призвести до важкого переохолодження і навіть смерті.

Принципи оцінки впливу навколишнього теплового середовища

Термонеутральна среда

Критерії класифікації теплового середовища та основні значення для оцінки впливу мікроклімату наведені в *Положенні Міністра Сім'ї та Трудової і Соціальної Політики від 12 червня 2018 р. про найвищі допустимі концентрації та інтенсивності чинників, шкідливих для здоров'я в робочому середовищі. Законодавчий Вісник 2018, п. 1286.*

Показником, що дозволяє визначати теплові відчуття людини в даному середовищі, є показник PMV (*Predicted Mean Vote – Очікувана Середня Оцінка*). За допомогою показника PMV прогноуються середні теплові відчуття великої групи людей, які піддаються впливу певної комбінації змінних параметрів середовища. Після проведення оцінки або вимірювання цих чинників можна передбачити теплове відчуття людини, виражені у 7-бальною шкалою відчуття тепла, як: гаряче (+3), тепле (+2), злегка тепле (+1), нейтральне (0), злегка прохолодне (-1), прохолодне (-2), холодне (-3) при розрахунку показник PMV і PPD На основі показників PMV пропонується визначення меж теплового

комфорту як задовільного для 80% людей, що відповідає значенню показника PMV, укладеного в межах $-0,5 < PMV < +0,5$ (рис. 1).

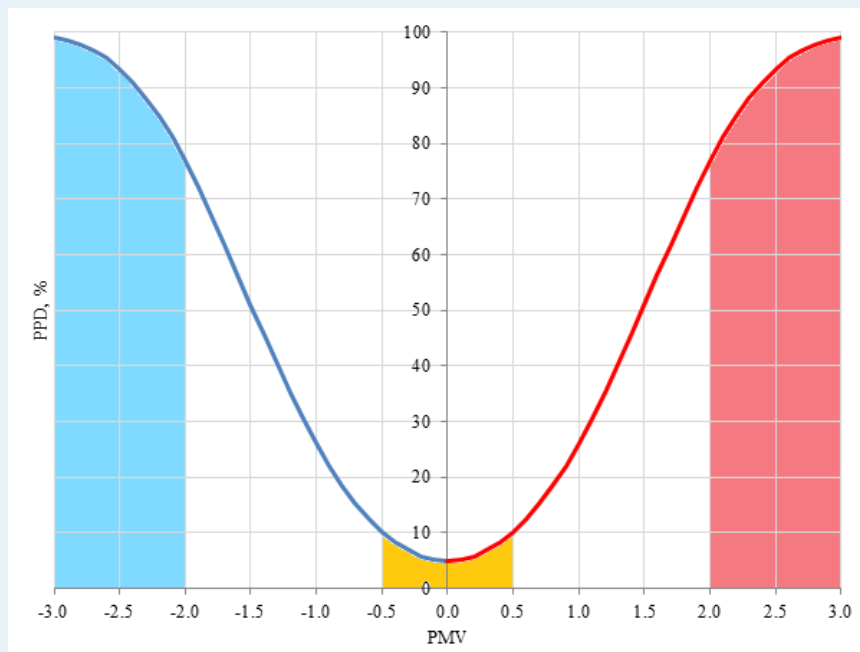


Рис. 1. Залежність між PMV та PPD [на основі PN-EN ISO 7730:2006. Ергономіка теплового середовища - Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту за допомогою розрахунку показників PMV та PPD та критеріїв локального теплового комфорту (оригінал)]

Тести проводяться на робочому місці за допомогою вимірювачів мікроклімату.

Гаряче навколишнє середовище

Критерієм класифікації теплового середовища до області гарячого мікроклімату є значення показника PMV (очікувана середня оцінка) в діапазоні вище $+2,0$. Для визначення теплового навантаження в гарячому середовищі використовується показник WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) [PN-EN ISO 7243:2018-01 *Ергономіка теплового середовища - Оцінка теплового навантаження за допомогою показника WBGT (температура вологого термометра та чорної кулі)*]. Значення WBGT визначаються на основі виконуваних вимірювачами мікроклімату температур: природна волога температура t_{nw} , температури чорної кулі t_g , а у випадку тестів поза будівлею також температура повітря t_a . Потім обчислені значення WBGT можна порівняти з допустимими величинами, зафіксованими у стандарті та Положенні (таблиця 1).

Таблиця 1. Допустимі значення WBGT, які не можуть бути перевищені протягом 8-годинного добового робочого часу.

Клас швидкості метаболізму	Швидкість метаболізму		Допустимі значення WBGT			
	По відношенню до одиниці поверхні шкіри, W/m^2	Повне (при середній поверхні шкіри $1,8m^2$), W	Людина акліматизована в гарячому середовищі, °C		Людина неакліматизована в гарячому середовищі, °C	
0 (відпочинок)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1 (легка робота)	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2 (робота середньої важкості)	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3 (важка робота)	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	непомітний рух повітря 25	помітний рух повітря 26	непомітний рух повітря 22	помітний рух повітря 23
4 (дуже важка робота)	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

Якщо виникає перевищення вищевказаного значення, тоді, зокрема, час впливу має бути скорочений, перерви мають бути подовжені або частина роботи, або відпочинку повинні проходити в місці з нижчою температурою повітря.

Холодне середовище

Холодний мікроклімат відноситься до умов теплового середовища, для яких температура повітря нижче $10^\circ C$, а швидкість руху повітря та його відносна вологість повітря перевищують відповідно від 0,1 м/с і 5% відповідно. Для визначення теплового навантаження (теплового боргу) в холодному середовищі використовується показник IREQ (Required Clothing Insulation) а також twc (wind chill temperature), які вказують на допустиме місцеве охолодження організму. IREQ - це показник теплового навантаження, викликаного холодом, інтегруючи температуру повітря, середню температуру випромінювання, вологість і швидкість повітря для конкретних рівнів метаболічного виробництва тепла. Існує показник, що характеризує поглинання тепла одягом,

визначається у випадку загального впливу холодного середовища на організм людини. Тести параметрів середовища на робочому місці проводяться за допомогою вимірювачів мікроклімату. Потім розраховуються значення IREQ на основі отриманих результатів вимірювань.

Працівник, який зазнає впливу холодного середовища, знаходиться в безпечній зоні, де значення поглинання тепла використовуваного одягу знаходиться в діапазоні $IREQ_{min} \div IREQ_{neutral}$ (рис. 2). $IREQ_{min}$ являє собою максимально допустимий рівень психофізіологічного стресу (допустиме загальне охолодження організму) під час робочої зміни. Тоді як, $IREQ_{neutral}$ визначається як теплоізоляція одягу, необхідна для підтримки умов коли охолодження організму не відбувається, або є мінімальним.

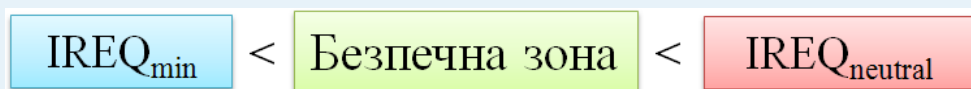


Рис. 2 Безпечна зона для працівників у холодному середовищі оцінюється за допомогою показників IREQ

У разі перевищення вищезазначеного діапазону, застосовуваний захисний одяг слід замінити (правильно підібраним одягом), час впливу може змінитися, а також графік роботи.

Закони – обов'язки роботодавця і працівника

Загальні правила охорони праці [*Положення Міністра Праці та Соціальної Політики від 26 вересня 1997 щодо загальних правил охорони праці (зведений текст, Законодавчий Вісник від 2003 року № 169 п. 1650)*] накладають на роботодавця обов'язок забезпечення відповідної температури в залежності від типу виконуваної роботи, не нижче 14°C (287 K), а при виконанні легкої фізичної роботи і в офісних приміщеннях не нижче 18°C (291 K).

Роботодавець зобов'язаний для виконання тестів і вимірювань чинника, шкідливого для здоров'я в робочому середовищі "[*Положення Міністра Охорони Здоров'я від 2 лютого 2011 року, щодо тестів і вимірювань чинників, шкідливих для здоров'я в робочому середовищі (Законодавчий Вісник № 33, п. 166)*]. При наявності холодного або гарячого мікроклімату тести і вимірювання показників мікроклімату проводять один раз на рік. Якщо під час двох останніх тестів значення показників мікроклімату, не перевищували допустимих значень для 8-годинного добового робочого часу, роботодавець може проводити їх раз у два роки.

При певних мікрокліматичних умовах роботодавець зобов'язаний забезпечувати працівників їжею та напоями. Харчування має надаватися працівникам, які здійснюють роботи:

- пов'язані з фізичною працею, що призводить протягом робочої зміни до ефективної енерговитрати організму вище 1500 ккал (6280 кдж) у чоловіків і вище 1000 ккал (4187 кдж) у жінок, які виконуються в закритих приміщеннях, в яких з технологічних міркувань підтримується постійна температура нижче 10°C або показник теплового навантаження (WBGT) становить вище 25°C,
- пов'язані з фізичною працею, що призводить протягом робочої зміни до ефективної енерговитрати організму вище 1500 ккал (6280 кдж) у чоловіків і вище 1000 ккал (4187 кдж) у жінок, які виконуються на відкритому просторі в зимовий період; за зимовий період вважається період з 1 листопада до 31 березня,

Напої повинні надаватися працівникам, які працюють:

- в умовах гарячого мікроклімату, що характеризується значенням показника теплового навантаження (WBGT) вище 25°C,
- в умовах холодного мікроклімату, що характеризується значенням показника сили охолодження повітря (WCI) вище 1000,
- при роботі на відкритому повітрі при температурі навколишнього середовища нижче 10 ° C або вище 25°C,
- на робочих місцях, де температура, викликана погодними умовами, перевищує 28°C.