#### Теплові впливи на організм і працездатність працівників

В організмі людини безперервно протікають біологічні про- цеси, які супроводжуються виділенням тепла. Головним з цих процесів є окислення. Поряд з теплоутворенням в результаті про- цесів окислення відбувається виділення тепла (при нейтралізації в організмі кислот і лугів, утворених хімічних з'єднань, іонізації, розчиненніречовин).

Кількість видаленого тепла залежить від діяльності організ- му та виду виконуваної роботи. У стані спокою організм людини виробляє на добу приблизно 5800–7100 кДж, при легкій роботі 9600–11700 кДж, при роботі середньої тяжкості 13800– 15900 кДж, при важкій роботі 15900–18000 кДж, при дуже важкій роботі 18000–20000кДж.

Утворюване в організмі тепло підводиться до шкірного покри- вузавдяки теплопровідності тканин і, головним чином, конвекцією з потоком крові. Система кровообігу в організмі діє як теплообмін- ник. Кров, виштовхується з лівого шлуночка серця, велику частину свого тепла віддає поверхневій частини тіла і вже охолоджена тече назад до серця. Підігрів крові відбувається переважно у скелетних м'язах при здійсненні ними роботи та у внутрішніх органах (печінці та ін.). При нагріванні тіла і при фізичній роботі кровоносні судини шкірного покриву розширюються, продуктивність роботи серця збі- льшується, у результаті чого приплив крові і передача нею тепла шкірному покриву збільшуються.

Внаслідок постійного теплообміну з навколишнім середо- вищем утворене в організмі тепло віддається назовні. Віддача

тепла відбувається: 1) провідністю; 2) конвекцією; 3) випроміню- ванням; 4) випаровуванням поту.

Першою втратою тепла через її малість можна зневажити. Втрата тепла конвекцією прямо пропорційнарізниці темпе-

ратур шкіри і навколишнього повітря; крім того, має значення швидкість руху повітря, так як коефіцієнт теплопередачі зростає пропорційно кореню квадратному з швидкості руху повітря. При температурі повітря вище 36 °С потік тепла буде направлений з навколишнього середовища до тіла.

Віддача тепла випромінюванням знаходиться в прямій залеж- ностівід різниці температур шкіри і граничних поверхонь навко- лишнього середовища, а також від коефіцієнта чорноти. В умовах гарячих цехів, при наявності теплового випромінювання, коефіці- єнтчорноти шкіри (незалежно від її кольору) дорівнює 0,95 (тобто вона близька за властивостями до абсолютно чорного тіла. Віддача тепла випромінюванням може досягати 60 % загальної тепловіддачі. Одержані тілом людини проміні знаходяться в інфрачервоній об- ласті спектру: довжини хвиль становлять 5–20 мкмз максимумом при 9 мкм.

Віддача тепла випаровуванням поту залежить від вологості навколишнього середовища (чим вище вологість, тим менше теп- ловіддача) і від швидкості руху повітря. На рівень потовиділення також впливають мікрокліматетичні умови і тяжкість фізичної роботи (рис. 5.1). Тепловий потік передається через одяг і підодя- говий шар повітря, що надає певний вплив на теплообмін з на- вколишнім середовищем.

Інтенсивність віддачі тепла пропорційна величині поверхні тіла, що приймає активну участь у теплообміні. Така ефективна

поверхня становить 50–80 % від геометричної поверхні тіла. Зазвичай вважається, що людина в спокої або при легкій роботі віддає в навколишнє середовище близько 11000 КДж / за добу. З них близько 44 % віддається випромінюванням, 31 % – конвек- цією, 21 % – випаровуванням поту, близько 4 % – на нагрів види- хаємого повітря. Розподіл віддачі тепла за видами її залежить від навколишніхумов.

Втрати за масою, г/хв



Температура повітря, С

*Рис. 5.1*. Потовиділення при фізичній роботі в залежності від інтен- сивності роботи та умов мікроклімату [40]: *А* – стан спокою (від 1,3 до 1,6 ккал/хв); *Б* – легка робота (від 2,5 до 3,0 ккал/хв); *В* – робота середньої важкості (від 3,5 до 4,5 ккал/хв); *Г* – важка робота (від 5,5 до 7,0 ккал/хв); *Д* – важка робота (від 7 ккал/хв); *Е* – фізична робота в умовах інтенсивного теплового випромінювання. *Пунктирними лініями позначено зміна макси- мально можливої величини випаровування з поверхні тіла залежно від швидкості переміщенняповітря*

Таким чином, віддача тепла тілом людини в навколишнє се- редовище залежить від фізичних параметрів повітря, а в гарячих цехах - ще й від температури оточуючих поверхонь.

У нормальних умовах дотримується тепловий баланс між приходом і витратою тепла. Кількість видаляємого тепла *М* дорів- нюєалгебраїчній сумі величин тепловипромінювання *R* і тепловід- дачі конвекцією *С*, а також тепловіддачі при випаровуванні поту *Е* (а якщо немає випаровуванні поту, то немає і віддачі тепла).

Ì = R ± C*–Е* (5.1)

Чудова особливість людського організму полягає у наявнос- ті шару шкіри, що здійснює теплорегуляцію, і завдяки якому на всякий зовнішній вплив організм відповідає діями, що поновлю- ють тепловий баланс і підтримують постійну середню температу- ру тіла (близько 36,6–37 °С). Можливість теплорегуляції допома- гає змінити й обмежити кількість видаляємого тепла, оскільки мінімальна величина його постійна і становить близько 7000– 7500 кДж/добу. Однак при низькій температурі повітря відбува- ється рефлекторне збільшення вироблення тепла в організмі (м'я- зове тремтіння, озноб, брязкання зубами); можливо також функ- ціональне збільшення вироблення тепла (фізична робота). Поту- жним регулятором у цьому випадку є випаровування поту, при- чому віддача тепла цим шляхом може сягати навіть 100 %. Інтер- вал можливостей механізму теплорегуляції досить широкий, але самі можливості його обмежені певними межами, поза яких тепло- вий баланс порушується і настає теплове перевантаження або пере- охолодження організму. Дляоцінки впливу мікроклімату на орга- нізмможна використовувати «показник гарного самопочуття» *S*:

*S*7,830,1*tÏ*

0,0968*t*00,365*P*0,0367

*v*37,8*tÏ*

(5.2)

де *tП*– температура повітря, °С;

*t*0 – середня температура стін і

навколишніх предметів, °С; *v* – швидкість руху повітря (на висоті 0,5 м від підлоги), м/с; *Р* – тиск водяної пари в повітрі, Па.

Значення показника *S* наступні: 1 – жарко; 2 – занадто тепло; 3 – тепло, але приємно; 4 – приємно; 5 – прохолодно, але приємно; 6 – холодно; 7 – дужехолодно.

Теплові випромінювання в умовах гарячих цехів здійсню- ють часом вирішальний вплив на працездатність та здоров`я пра- цівників. При сприятливих («комфортних») кліматичних умовах організм легко підтримує тепловий баланс при нормальній тем- пературі тіла (без напруги механізму терморегуляції і без підви- щення виділення поту). Параметри комфортних умов різні для рі- зних рівнів фізичного навантаження організму.

Інтенсивність випромінювання залежить від температури його джерела. Потоки теплових випромінювань у гарячих цехах створюють переважно інфрачервоні промені довжиною хвилі до 10 мкм (табл. 5.1).

*Таблиця 5.1.* **Характеристика теплових потоків**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Джерела тепла | Температураповерхні,°С | Довжинахвилі, мкм | Спектр промінів |
| Зовнішні поверхні печей | До 500 | 3,7—9,3 | Довгі інфрачервоні |
| Внутрішні поверхні пе- чей, нагрітий метал та ін. | До 1200 | 1,9—3,7 | Переважно довгі, слабко видимі випромінювання |
| Розплавлені метали, полум'я | До 1800 | 1,4—1,9 | Інфрачервоні і видимі |
| Полум'я дугових печей, зварювальних апаратів | Більше 2000 | 0,8—1,2 | Інфрачервоні, види- мі і ультрафіолетові |

Тепловий ефект впливу опромінення залежить від довжини хвилі, інтенсивності потоку випромінювання, площі опроміню- ваної ділянки організму, тривалості опромінення та його урив- частості, кута падіння променів, одягу працівника.

Найбільшу проникаючу здатність мають червоні промені видимого спектру і короткі інфрачервоні промені (з довжиною хвилі до 1,5 мкм), які глибоко проникають у тканини і мало по- глинаютьсяповерхнею шкіри. Промені з довжиною хвилі близько 3 мкм викликають нагрівання поверхні шкіри. Внаслідок цього необхідно передбачати захист не тільки від високотемператур- них, але і від низькотемпературнихвипромінювачів.

Ледве помітне теплове відчуття виникає вже при інтенсив- ності опромінення 0,08 кДж/(м2год) при довжині хвилі 2,9 мкмабо 1,7 кДж/(м2год) при довжині хвилі 1,3 мкм. При довжині хвилі 2,9 мкм опромінення інтенсивністю 5,4 кДж/(м2год) викликає приємне відчуття. Залежність теплового відчуття від енергії опромінення і тривалості впливу характеризується даними табл. 5.2[40].

*Таблиця 5.2.* **Характеристика впливу теплового випромінювання**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Енергія опромінення, кДж/(м2.год) | Характер впливу | Переноситься при безпе- рервномуопроміненні |
| 1—2 | слабке | невизначено довго |
| 2—3,7 | помірне | 3—5 хв |
| 3,7—5,7 | середнє | 40—60 с |
| 5,7—7,5 | значне | 20—30 с |
| 7,5—10 | високе | 12—24 с |
| 10—12,5 | сильне | 8—10 с |
| 12,5 | дуже сильне | 2—5 с |

Верхня межа оптимального опромінення може бути менше 1,25 кДж/(м2год). Загальна кількість тепла, що поглинається ті- лом, залежить від величини поверхні, що випромінює. Чим біль- ше величина такої поверхні і чим ближче до важливих життєвих органів організму працівника, тим важче результат впливу.

У виробничих умовах опромінення відкритою шкірою пере- носиться дещо легше внаслідок переривчастості впливу опромі- нення і деякого звикання до нього. Однак нерідко інтенсивність опромінення в гарячих металургійних цехах набагато перевищує переносиму організмом.