

ЛЕКЦІЯ 4

НЕБЕЗПЕЧНІ І ШКІДЛИВІ ВИРОБНИЧІ ФАКТОРИ

План лекції

1. Поняття про умови діяльності
2. Небезпечні і шкідливі фактори: їх класифікація
3. Вплив деяких шкідливих та небезпечних чинників на діяльність людини
4. Небезпеки та ризики

1. Поняття про умови діяльності

Трудова діяльність людини здійснюється в постійній взаємодії з навколишнім середовищем. Сукупністю факторів природного та технічного середовища, тобто фізичними і хімічними факторами, визначаються конкретні умови діяльності. Само собою зрозуміло, що людина у трудовій діяльності взаємодіє і з соціальним середовищем. Однак конкретні умови діяльності можуть істотно впливати на психічні та життєво важливі функції організму людини.

Комфортні або сприятливі умови діяльності – це такий вплив факторів (з урахуванням їх взаємодії) в конкретних умовах діяльності, при яких забезпечується нормальне здійснення психічних та життєво важливих функцій організму, не виникає високого напруження компенсаторних систем організму й успішно виконується задана трудова діяльність.

Дискомфортні або несприятливі умови діяльності – якщо в силу дії факторів виникає високе напруження компенсаторних систем організму.

Екстремальні – якщо виражений несприятливий вплив факторів.

Максимальна екстремальність умов характеризується гранично допустимими значеннями одного або декількох факторів середовища, при яких обмежений час психічні та життєво важливі функції організму зберігаються на рівні, що забезпечує мінімум діяльності.

У цьому випадку однією з головних, а інколи й єдиною метою діяльності стає підтримання життя, його порятунк.

При проектуванні робочих місць складних систем, призначених, як правило, для роботи в особливих умовах, гранично допустимі величини факторів є основою для розрахунку засобів та методів захисту та порятунку в аварійних ситуаціях. Плановане перебування людини в екстремальних умовах для виконання необхідної (через особливості технологічного процесу, виникнення несправностей і т. п.) діяльності реалізується у проектуванні також на основі гранично допустимих величин факторів. При цьому тривалість перебування визначається особливостями шкідливого впливу факторів на стан і здоров'я людини, можливостями використання засобів захисту, їх ефективністю, труднощами роботи і т. д.

Однак людина може бути пов'язана з необхідністю виконання діяльності в екстремальних умовах не тільки епізодично (аварії, несправності, особливості технологічного процесу), а й постійно, в силу специфіки професії (наприклад, професії водолаза, космонавта, де ця специфіка представлена найяскравіше).

Фактори екстремальних умов, окрім прямого несприятливого впливу на організм людини, можуть викликати підвищене психічне напруження, пов'язане з почуттям страху, переживанням небезпеки і т. п.

Практика і результати наукових досліджень переконливо доводять, що успішність діяльності людини в екстремальних умовах визначається багатьма суб'єктивними факторами. Це і почуття обов'язку, і воля, й емоційна стійкість, і стан здоров'я тощо. Найважливішим суб'єктивним фактором є *рівень професійної підготовки*. Високий рівень знань, умінь і навичок – необхідна умова не тільки якісного виконання роботи, а й збереження емоційної стійкості, запобігання паніці та розвитку генералізованих захисних реакцій.

2. Небезпечні і шкідливі фактори: їх класифікація

2.1. Основні визначення

На людину в процесі її трудової діяльності можуть впливати *небезпечні* (викликають травми) і *шкідливі* (викликають захворювання) *виробничі фактори*.

Шкідливий виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника, в певних умовах, призводить до захворювання або зниження працездатності.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника, в певних умовах, призводить до травми або іншого раптового погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор, залежно від інтенсивності і тривалості впливу, може стати небезпечним.

2.2. Класифікація *небезпечних і шкідливих виробничих факторів*

(ГОСТ 12.0.003–74* ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация)

2.2.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються за природою впливу на наступні **групи**:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

2.2.2. **Фізичні** небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на наступні:

- рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються; конструкції, що можуть зазнати руйнування; гірські породи, що можуть завалитися;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;

- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень інфразвукових коливань;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищений або знижений барометричний тиск у робочій зоні та його різка зміна;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухливість повітря;
- підвищена або знижена іонізація повітря;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань у робочій зоні;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися крізь тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруженість електричного поля;
- підвищена напруженість магнітного поля;
- відсутність або недостатність природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- прямий та відбитий блиск;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- гострі кромки, задири і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги);
- невагомість.

2.2.3. Хімічно небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються:

– за характером впливу на організм людини на:

- токсичні;
 - подразнювальні;
 - сенсibiliзуючі (алергени);
 - фіброгенні (*Фібриноген – безбарвний білок, розчинений у плазмі крові. Фібриноген виробляється в печінці і перетворюється на нерозчинний фібрин – основу згустку при згортанні крові. Фібрин згодом утворює тромб, завершуючи процес згортання крові. Надмірна кількість фібрину в крові призводить до тромбозу, а брак фібрину - до крововиливів*);
 - мутагенні;
 - такі, що негативно впливають на репродуктивну функцію;
- за шляхом проникнення в організм людини через:
- органи дихання;
 - шлунково–кишковий тракт;
 - шкірні покриви і слизові оболонки.

2.2.4. **Біологічно** небезпечні та шкідливі виробничі фактори включають такі біологічні об'єкти:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, найпростіші) і продукти їх життєдіяльності;
- мікроорганізми (рослини і тварини).

2.2.5. **Психофізіологічно** небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером впливу підрозділяються на наступні:

- а) фізичні перевантаження;
- б) нервово–психічні перевантаження.

2.2.5.1. **Фізичні перевантаження** підрозділяються на:

- статичні;
- динамічні.

2.2.5.2. **Нервово–психічні перевантаження** підрозділяються на:

- розумове перенапруження;
- перенапруження аналізаторів;
- монотонність праці;
- емоційні перевантаження.

3. Вплив деяких шкідливих та небезпечних чинників на діяльність людини

3.1. Вплив температурного фактора навколишнього середовища та його ергономічна характеристика

Вплив температурного фактора навколишнього середовища на людину зумовлений наявністю функціональних систем терморегуляції і виробництвом теплової енергії в організмі, постійним тепловим обміном організму з навколишнім середовищем, цілеспрямованим застосуванням людиною у своєму повсякденному житті і діяльності засобів регуляції теплообміну.

Температура внутрішнього середовища людини підтримується на рівні близько 37 °С. Добові коливання температури зазвичай не перевищують 0,5 °С.

Відхилення температури тіла людини за межі нижче 25 °С і вище 43 °С є несумісним з життям. За температури вище 43 °С починається денатурація білка. За температури нижче 25 °С інтенсивність обмінних процесів, насамперед у нервових клітинах, знижується до незворотного рівня.

Збереження і подальше відновлення життєво важливих функцій за більш низьких температур тіла можливе лише за допомогою застосування спеціальних заходів (гіпотермія як метод у хірургічній практиці).

До функціональної системи терморегуляції організму людини входять терморечептори шкіри, верхніх дихальних шляхів, травного тракту, пов'язані з нервовими центрами проміжного (сірий бугор в області гіпоталамуса), заднього мозку (довгастий мозок) і підкіркових вузлів (смугасте тіло). Ці нервові центри,

у свою чергу пов'язані з центрами регуляції серцево-судинної, дихальної та видільної систем організму.

Реакції організму, що забезпечують регуляцію теплового обміну із зовнішнім середовищем, полягають у зміні дихальної функції, частоти серцевих скорочень, тонуусу і наповнення кровоносних судин, особливо капілярної системи шкіри, інтенсивності видалення рідини з організму (головним чином через шкірні покриви) тощо.

Взаємодія організму людини з навколишнім середовищем здійснюється постійно як процес теплового обміну. В результаті метаболізму в організмі продукується тепло. Ця тепла енергія використовується для підтримання необхідного рівня інтенсивності процесів метаболізму при всіх проявах життєвої активності. Залежно від конкретних умов організм людини може віддавати частину теплової енергії в зовнішнє середовище і (або) отримувати теплову енергію ззовні.

Тепловий обмін організму із зовнішнім середовищем може здійснюватися шляхом *випромінювання*, *конвекції* (втрата або отримання тепла тілом від повітряного або водного потоку, оточуючого тіло), *кондукції* (проведення через зіткнення поверхонь) і *випаровування*. Інтенсивність теплового обміну залежить від ряду об'єктивних і суб'єктивних причин:

- метеоумов і мікроклімату, під яким розуміється сукупність таких факторів як температура випромінювання і температура повітряного середовища, вологість, швидкість руху і тиску повітря в робочому приміщенні;
- теплопродукції організму, що залежить від важкості виконуваної роботи, а за інших рівних умов – від функціонального стану;
- особливостей передачі тепла від внутрішніх органів до поверхні тіла, які визначаються величиною тіла людини та станом тканин різних органів;
- теплоізоляції тіла.

Функціонування системи терморегуляції організму спрямоване на досягнення в тепловому обміні стану теплового балансу із зовнішнім середовищем. При цьому забезпечуються сталість температурного режиму внутрішнього середовища і необхідна для певного рівня інтенсивності обмінних процесів кількість тепла.

Теплова енергія в організмі виробляється в основному (на 95%) за рахунок протікання складних біохімічних реакцій, в яких вихідною сировиною є речовини, що містяться в їжі.

В комфортних умовах за відсутності фізичного навантаження для нормального здійснення життєво важливих функцій в організмі людини повинно вироблятися 1700–1800 ккал тепла на добу або приблизно 73 ккал/год. Це так звані основні енерговитрати організму дорослої людини середніх років. Їх рівень не може бути нижче без порушення нормальної життєдіяльності організму. В силу безперервності метаболічних процесів в організмі вироблене тепло має бути виділене назовні. Тому для характеристики теплообміну слід співвіднести величину основних енерговитрат з поверхнею тіла. Тоді можна отримати енергетичну характеристику основного обміну речовин, або величину основного обміну. Наприклад, при поверхні тіла, що дорівнює $1,8 \text{ м}^2$, основний обмін чоловіка середнього віку буде становити $40,5 \text{ ккал/ год} \cdot \text{м}^2$. Така величина

основного обміну може бути забезпечена їжею з добовою калорійністю 1800 ккал; при цьому слід враховувати, що для нормального обміну речовин в організмі загальна енергетична характеристика основного обміну речовин повинна забезпечуватися приблизно на 11% за рахунок білків, на 17% – за рахунок вуглеводів і на 72% – за рахунок жирів.

При виконанні роботи в організмі має продукуватися більша кількість тепла. Робота, при якій енерговитрати організму складають не більше 2500 ккал, оцінюється як легка. Робота з енерговитратами організму близько 5000 ккал на добу є дуже важкою. Для нормальної теплопродукції організм людини повинен бути забезпечений їжею, калорійність якої в добовому раціоні приблизно на 20% перебиває енерговитрати організму. Нестача їжі як енергоносія призводить до виснаження організму, швидкої стомлюваності, зниження працездатності й якості роботи, зниження стійкості організму до впливу несприятливих умов середовища, в тому числі й температурних. У процесі виконання роботи в умовах нестачі їжі нерідко має місце короткочасна втрата свідомості («голодна непритомність»). Важкі випадки дистрофії можуть призвести до незворотних змін в обмінних процесах, у стані окремих органів і тканин організму.

За недостатнього енергетичного (харчового) забезпечення вся регуляторна система організму прагне підтримати температурну сталість внутрішнього середовища і перебіг обмінних процесів за рахунок поживних речовин деяких тканин організму (насамперед м'язових). Це може протягом якогось часу забезпечувати необхідний тепловий баланс. Несприятливі температурні впливи в такому випадку створюють надзвичайно важкі умови для терморегуляції.

Енергопродукцію організму вивчають за допомогою методів калориметрії. Це *пряма калориметрія*, коли використовуються калориметричні камери, що дозволяють врахувати тепло, що виділяється назовні; *аліментарна калориметрія*, коли вимірюється теплота, що виділяється при окисленні харчових продуктів; *респіраторна калориметрія* (в модифікаціях: камерна, вільна з відкритою циркуляцією повітря, вільна із закритою циркуляцією повітря), коли вивчається обмін газів у легенях, за яким, використовуючи термічні коефіцієнти, можна отримати характеристику енерговитрат.

При проектуванні робочих місць (особливо закритого типу) тепловий режим можна розраховувати, виходячи з *ефективної температури*. Поняття *ефективної температури* ґрунтується на суб'єктивній оцінці конкретних теплових умов за різних поєднань величин температури, відносної вологості і швидкості руху повітря. За відсутності руху повітря та його відносної вологості 100% ефективна температура відповідає температурі повітря. Емпірична суб'єктивна шкала оцінок може мати ряд градацій в діапазоні «комфорт – важко переносимо».

Комфорт температурних умов оцінюється здоровою людиною залежно від умов мікроклімату (температура навколишнього середовища, інтенсивність теплової та холодової радіації, вологість, швидкість руху і тиск повітря) та інтенсивності роботи. Крім того, відчуття теплової комфортності може істотно залежати від кліматичних умов, властивостей одягу людини та її

функціонального стану в даний момент часу. Так, у спокої або при виконанні легкої роботи відчуття теплової комфортності створюється за температурі близько 21 °С, відносної вологості близько 60% і швидкості руху повітря не більше 0,2 м/с, якщо відсутні досить потужні джерела теплового і холодного випромінювання.

При виконанні важкої роботи і тих самих значеннях швидкості руху повітря відчуття теплової комфортності відповідає температурі близько 15 °С. Значення відносної вологості повітря в межах 40–60% є найбільш сприятливими у стабільних оптимальних температурних умовах. Підвищення вологості повітря посилює неприємні відчуття за високих і низьких температур повітря. Зменшення відносної вологості до 20% дещо розширює зону теплового комфорту як за підвищення, так і за зниження температури повітря. Це пояснюється тим, що за зниженої вологості підвищення температури повітря призводить до зростання тепловіддачі за рахунок більш інтенсивного випаровування поту з поверхні тіла. За знижених температур низька вологість повітря трохи зменшує тепловіддачу в силу зниження його теплопровідності.

Швидкість руху повітря відіграє важливу роль у посиленні тепловіддачі організму. Особливо зростає захисне значення цього чинника, коли температура повітря стає рівною температурі тіла або перевищує її і тепловіддача організму може здійснюватися лише випаровуванням. Рух повітря у приміщенні зі швидкістю 0,1 м/с є практично невідчутним для людини; відчутним він стає, починаючи зі швидкості 0,2 м/с. За підвищення температури повітря до 25 °С збільшення швидкості руху повітря до 1,0 м/с оцінюється як сприятливий фактор. Однак за подальшого збільшення швидкості руху повітря (навіть за підвищення температури) посилюються неприємні відчуття, пов'язані із впливом повітряного потоку на органи зору, слуху, дихання; зростають енерговитрати м'язової системи при виконанні роботи. За швидкості руху повітря близько 70 м/с його потік, якщо він спрямований на всю передню поверхню тіла людини, впливає як тиск, який м'язи дихальної системи не можуть подолати. За зниження температури збільшення швидкості руху повітря, посилюючи тепловіддачу за рахунок конвекції і в якійсь мірі за рахунок випаровування, викликає неприємні відчуття і сприяє переохолодженню організму.

Екстремальні за тепловим режимом умови призводять, якщо не вживати захисні заходи, до перегрівання або переохолодження організму. І перегрівання, і переохолодження може бути місцевим і загальним.

При місцевому впливі теплової дії великої інтенсивності виникають больові відчуття, погіршується загальне самопочуття, знижується працездатність або відбувається зрив діяльності взагалі. При тепловому ушкодженні шкірних покривів – опіку, залежно від ступеня його тяжкості, можуть виникати різні розлади в діяльності життєво важливих функціональних систем організму, аж до шоку і смерті.

Сильне тривале загальне перегрівання призводить на фоні зростаючого занепаду сил до великих ускладнень у виконанні фізичної та розумової роботи. При цьому страждають функції уваги, сповільнюється процес обмірковування ситуації і прийняття рішення, подовжується час сенсомоторних реакцій,

погіршується координація точних рухів. Виникають хворобливі симптоми задишки, перебої в роботі серця, шум у вухах, запаморочення. Без вжиття заходів захисту відбувається не тільки зрив діяльності, а й серйозні розлади здоров'я із втратою свідомості і порушенням функцій життєво важливих систем організму (так званий «тепловий удар»). Загальним видом розладу діяльності та здоров'я людини є і так званий «сонячний удар», що виникає при дії прямих сонячних променів на незахищену голову людини. Він зумовлений тим, що інфрачервоне сонячне випромінювання здатне проникати у тканину головного мозку, викликаючи ефект перегрівання.

Однак практично не менш важливо, що значні розлади в діяльності та у стані організму можуть виникати не тільки внаслідок власне перегрівання, а й через зміну обмінних процесів у зв'язку з надмірним потовиділенням. Посилене (більше 5 л на добу) потовиділення протягом декількох днів на основі кумулятивного ефекту викликає серйозні порушення водно-сольового обміну. Велика втрата солей при інтенсивному потовиділенні веде до зневоднення (дегідратації) тканин організму. Це викликає потребу у збільшенні прийому води. Але збільшення прийому води призводить до посилення вимивання солей. Виникає реакція типу «порочного кола». При цьому організм починає втрачати в усе більшій кількості не тільки хлористий натрій, а й солі калію і кальцію, що порушує регуляцію м'язів тіла (зміна тонуусу, виникнення судом). У результаті в організмі створюється негативний водний баланс, збільшується в'язкість крові, зростає розпад білка тканин, посилюється легенева вентиляція, підвищується навантаження на серцево-судинну систему, що супроводжується збільшенням частоти серцевих скорочень до 180 ударів у хвилину, підйомом максимального артеріального тиску до 200 мм рт. ст.

Все це різко знижує м'язову силу і витривалість, можливість виконувати фізичну роботу. При виконанні робіт операторного типу є утрудненим вирішення основних завдань на всіх етапах обробки інформації (виявлення, впізнання сигналу, оцінка ситуації, прийняття рішення, виконавська дія, контроль успішності діяльності), зростає ймовірність появи помилок.

Захисні заходи із профілактики перегріву спрямовані на створення систем регулювання температури і вологості повітря у виробничих приміщеннях (кондиціонери, вентилятори, охолоджувальні захисні екрани), використання захисного одягу; створення режимів праці та відпочинку, що передбачають обмеження перебування в умовах високої температури; застосування спеціальних питного та харчового режимів, а також проведення спеціального тренування, що забезпечує посилення адаптаційних механізмів.

Місцевий вплив холоду на організм людини може бути різним залежно від того, наскільки велике охолодження і наскільки глибоко воно захоплює тканини тієї чи іншої частини тіла. За позитивної, але близької до 0 °С температури повітря і, зазвичай, при роботі малої інтенсивності виникає поверхневе переохолодження відкритих частин тіла. Воно характеризується неприємними відчуттями, зниженням тактильної чутливості, утрудненням у виконанні окремих робочих операцій. Глибоке місцеве переохолодження, що виникає при тривалому впливові холоду на незахищені або слабо захищені одягом частини тіла людини, супроводжується порушенням кровопостачання

тканин, утрудненням рухів (наприклад, пальців рук) та їх хворобливістю, появою підвищеної болючої чутливості на окремих ділянках шкіри. При цьому погіршуються загальний стан і самопочуття, виникають розлади здоров'я типу міозитів, радикулітів, невралгій, ринітів і т.п.

При місцевому впливі мінусових температур поверхнєве переохолодження може призвести до обмороження тієї чи іншої ділянки шкіри. Глибоке ж місцеве переохолодження в таких випадках може закінчитися обмороженням тієї чи іншої частини тіла (частіше всього кінцівок) з незворотними порушеннями у всіх тканинах, включаючи кісткову.

Загальний холодний вплив, залежно від його сили і тривалості, може викликати переохолодження організму, яке спочатку проявляється у в'ялості, потім виникають почуття втоми, апатія, починається озноб, нарешті розвивається дрімотний стан, інколи з баченнями ейфорійного характеру. Якщо не вжити захисних заходів, то людина впадає у глибокий, подібний до наркотичного, сон з наступним пригніченням дихальної й серцевої діяльності і прогресуючим зниженням внутрішньої температури тіла. Як показує медична практика, якщо внутрішня температура тіла опустилася нижче 20 °С, то відновлення життєвих функцій зазвичай є неможливим.

Процеси загального та місцевого переохолодження особливо швидко розвиваються у воді, в якій тепловіддача організму відбувається на порядок інтенсивніше, ніж у повітрі. При катастрофах на морі переохолодження стає безпосередньою причиною загибелі значної частини потерпілих. Час, протягом якого людина зберігає свідомість і можливість рухатися за температури води близько 5 °С, рідко перевищує 30 хвилин. Боротьба з переохолодженням – одна із серйозних проблем забезпечення водолазних спусків і виконання робіт під водою.

Заходи захисту від переохолодження у виробничих умовах передбачають створення захисних споруд від вітру на відкритих майданчиках, обігрів виробничих приміщень, конструювання робочого одягу з достатнім тепловим опором. Велике значення має також адаптація людини до перебування в умовах низьких температур.

3.2. Вплив звуку, світла та інших факторів

Акустичне середовище є важливим компонентом у загальному середовищі проживання: людина живе у світі звуків. Параметри акустичного середовища можуть істотно впливати і на загальний стан людини, і на її працездатність, і на успішність діяльності, особливо тоді, коли доводиться працювати зі звуковими сигналами, відтворювати мовлення іншої людини.

Центральний відділ слухового аналізатора представлений нейронами кори верхньої частини скроневої частки середнього мозку (в області нижніх бугрів четверопригору і в медіальному колінчастому тілі таламусної області) і довгастого мозку. Вихідним моментом у формуванні нормального слухового відчуття є коливання ендолімфи, передані рецепторним клітинам кортієвого органа у внутрішньому вусі. Ендолімфні коливання передаються від барабанної перетинки через систему слухових кісточок, що діють як підсилювач.

Слухове відчуття буде визначатися величиною тиску на барабанну перетинку, який створюється при поширенні акустичних хвиль. Для вимірювання цього тиску використовується величина дії сили $1 \cdot 10^{-5} \text{Н}$ на квадратний сантиметр, що дорівнює 10 Па. На практиці для оцінки звуку найбільш часто застосовується логарифмічна рівнева шкала відносин, а в якості одиниці виміру – децибел (дБ).

Екстремальні умови в акустичному середовищі створюються в основному або при наближенні звукового тиску до больового порогу, або за таких рівнів шуму, які ускладнюють прийом звукових сигналів. Больовий поріг звукового тиску становить приблизно 130 дБ. Проте вже при 100 дБ шум викликає загальне стомлення, знижує працездатність і якість роботи, а при 110–120 дБ пригнічує дію. За рівня шуму 110 дБ є неможливим пряме мовне спілкування.

У проектуванні робочих місць слід виходити з того, що рівень шуму вище 80 дБ є неприпустимим і вимагає використання засобів індивідуального захисту працівників.

Захисні заходи передбачають створення звукоізоляції робочих приміщень, застосування звукопоглинаючих матеріалів та індивідуальних засобів захисту (вушні заглушки, навушники, шоломи і т.п.).

Екстремальні умови, що виникають за рахунок факторів освітленості у виробничих приміщеннях, пов'язані зазвичай з розрізнявальною й адаптаційною функціями зору.

Зоровий аналізатор людини має складні біологічні механізми регулювання надходження світлової енергії до фоторецепторів очей і рівня чутливості фоторецепторів. Аналізатор включає в себе фоторецептори сітківки, провідні шляхи, підкіркові нервові центри, зорову кору (потилична область головного мозку).

При оцінці світлового впливу враховуються передусім *сила світла*, що вимірюється в канделах (кд); *світловий потік*, вимірюваний в люменах (лм); *яскравість*, вимірювана в канделах на квадратний метр ($\text{кд}/\text{м}^2$); *освітленість*, вимірювана в люксах (лк).

Низька освітленість ускладнює розрізнення деталей, знижує здатність розрізняти кольори. Робота в таких умовах призводить до розвитку втоми, появи помилок. У виробничих приміщеннях рівні загальної освітленості повинні бути в межах від 100 до 500 лк і вище (залежно від характеру роботи). Якщо ж людина працює із сигналами малої яскравості, то рівні освітленості мають бути знижені в 10–20 разів.

Виражений несприятливий ефект викликають і перепади яскравості в полі зору, різкі перепади освітленості. Це пов'язано з перевантаженням адаптаційного механізму зору. Так, наявність у полі зору ділянок поверхонь із перепадом яскравості в 5–7 раз викликає неприємні відчуття, головний біль, знижує працездатність і якість роботи. Особливо несприятливим для зору є вплив сліпучої яскравості. *Абсолютна сліпуча яскравість* дорівнює приблизно $22,5 \cdot 10^4 \text{кд}/\text{м}^2$. Але сліпучий ефект може виникати і за менших значень залежно від вихідного рівня яскравості. Наприклад, за яскравості робочої поверхні в межах від 32 до $3200 \text{кд}/\text{м}^2$ значення сліпучої яскравості знаходяться в діапазоні 11000–46000 $\text{кд}/\text{м}^2$. Джерелами сліпучої яскравості найчастіше виявляються

відкриті світильники у виробничих приміщеннях, світло фар автомобілів у нічний час, відблиски на робочій поверхні.

Труднощі зору можуть виникати також за постійної переакомодації очей через необхідність часто переводити погляд на різновіддалені об'єкти. Ці труднощі, пов'язані з перевантаженням зовнішніх м'язів очного яблука, можуть істотно підсилити ефект втоми за напруженої зорової роботи, особливо в несприятливих умовах освітленості.

Захисні заходи від несприятливих впливів факторів світлового середовища передбачають створення достатніх рівнів освітленості і рівномірності освітлення робочої поверхні, виключення джерел сліпучої яскравості, застосування захисних екранів та окулярів.

Екстремальні умови для людини можуть бути пов'язані з випромінюванням, що належить не тільки до видимої частини сонячного спектра, але й до невидимої, тобто з інфрачервоним та ультрафіолетовим випромінюванням. Вплив інфрачервоних променів розглядався вище серед чинників теплового випромінювання і терморегуляції організму. Ультрафіолетове випромінювання займає в сонячному спектрі ділянку з довжиною хвиль 0,4–0,0136 мкм. Як відомо, це випромінювання є біологічно активним. Ультрафіолетові промені необхідні для синтезу в організмі гістаміноподібних речовин (що відіграють важливу роль у забезпеченні нейрорегуляторних процесів) і вітаміну D (забезпечує процеси фосфорно–кальцієвого обміну).

Недостатність ультрафіолетового випромінювання викликає ефект так званого «світлового голодування». Ультрафіолетова недостатність у дорослих проявляється у зниженні працездатності та схильності до захворювань; у дітей вона може бути причиною розвитку рахіту. Заходи із профілактики ультрафіолетової недостатності передбачають спеціальні процедури ультрафіолетового опромінення або введення ультрафіолетового компонента у світловий потік, що формується у приміщеннях різними джерелами освітлення.

Надлишок ультрафіолетового опромінення може також призвести до важких розладів здоров'я і зниження працездатності. У виробничих умовах надлишкове ультрафіолетове випромінювання виникає під час дугового електрозварювання, при роботі ртутно–кварцевих пальників і електроплавильних печей.

Ультрафіолетове ураження організму може проявлятися як симптомами загальної інтоксикації, так і симптомами місцевого ураження. Симптоми загальної інтоксикації спричинені денатурацією білка і ліпідів тканин, надмірним утворенням активних речовин. До числа таких обмінних симптомів можна віднести підвищену втомлюваність з явищами збудження і роздратованості, головний біль, погане самопочуття.

Симптоми місцевого ушкодження виникають у шкірних покривах і в органах зору. Надмірне ультрафіолетове опромінення шкірних покривів викликає дерматит, що супроводжується набряком, больовими відчуттями, печінням, свербінням. Все це може серйозно ускладнити виконання роботи або призвести до зриву діяльності. Ураження очей (електроофтальмія) проявляється сильним кон'юнктивітом і кератитом. При цьому спостерігаються: інтенсивне

сльозотеча, ріжучий біль в очах, відчуття стороннього тіла, зниження чіткості зору та світлобоязнь. Всі ці явища розвиваються зазвичай не пізніше, ніж через 4–5 годин після опромінення і можуть призвести до повного зриву діяльності.

У природних умовах ураження шкірних покривів ультрафіолетовими променями частіше всього спостерігається при порушенні режиму опромінення сонцем – через недостатню попередню адаптацію до ультрафіолетового впливу. В умовах високогір'я, де ультрафіолетові промені менше поглинаються атмосферою та їх вплив посилюється за рахунок віддзеркалення від білої поверхні снігу, існує велика вірогідність ушкодження очей.

Заходи захисту від впливу ультрафіолетового випромінювання зазвичай зводяться до застосування окулярів, захисних масок, козирків і використання робочого одягу, що максимально закриває шкірні покриви.

Розвиток радіолокації, радіозв'язку, термічної обробки металів і т.п. ґрунтується на отриманні та використанні перемінного струму високої, ультра- і надвисокої частоти. Застосовувані з цією метою потужні генератори, трансформатори, лінії передач, антени пристрої створюють електромагнітні поля. Високочастотні коливання (ВЧ) мають довжину хвиль від 3000 до 10 м, ультрависокочастотні (УВЧ) – від 10 до 1 м, надвисокочастотні (НВЧ) – від 1 м до 1 мм.

Гранично допустимі величини інтенсивності опромінення для ВЧ-випромінювання – 5 А/м і 20 В/м, для УВЧ – 0,3А /м та 5 В/м. Для НВЧ інтенсивність опромінення протягом усього робочого дня не повинна перевищувати 10 Вт/м²; разова ж доза опромінення протягом 15–20 хв. за робочий день не повинна бути вище 1 мВт/см².

Інтенсивний вплив ВЧ-, УВЧ- і СВЧ-випромінювань на людину веде до розвитку астеничного синдрому з підвищенням порогів аналізаторів і зниженням працездатності. При цьому спостерігаються функціональні розлади нервової та серцево-судинної систем, зміна структурного та біохімічного складу крові, гіперфункція щитовидної залози.

Захист від ВЧ-, УВЧ- і НВЧ-випромінювань передбачає створення надійної екранізації.

У ряді випадків екстремальні умови пов'язані із впливом радіоактивного випромінювання. Залежно від дози опромінення в організмі людини можуть відбуватися зміни, які не тільки сильно знижують її працездатність, а й повністю порушують життєво важливі функції. Для оцінки опромінення використовують як величину поглиненої дози, так і кількість енергії випромінювання, поглинену одиницею маси опромінюваної речовини. Поглинена доза випромінювання, що дорівнює 100 ерг на 1 г опроміненої маси речовини, становить одиницю поглиненої дози – 1 рад = $1 \cdot 10^{-2}$ Гр (грей).

При одноразовому опроміненні протягом доби працездатність зберігається повністю при незначних змінах стану, якщо доза не перевищує 0,5 Гр (при багаторазовому протягом місяця опроміненні загальна доза не повинна перевищувати 1,0 Гр). За великих доз опромінення виникають променеві ураження різного ступеня тяжкості.

Захист людини від радіоактивного впливу передбачає створення спеціальної системи, що поглинає радіоактивне випромінювання, захист

поверхні тіла людини і дихальних шляхів, захист води таїжі від потрапляння радіоактивних частинок.

3.3. Газовий склад повітря

Людський організм пристосований до наступного газового складу повітря: $N_2 \approx 78\%$, $O_2 \approx 21\%$, $Ar \approx 0,93\%$, $CO_2 \approx 0,03\%$.

Дихальна функція організму людини полягає у здійсненні зовнішнього, легеневого, дихання, або власне газообміну між організмом і зовнішнім середовищем; транспортуванні кисню кров'ю до тканин-споживачів і вуглекислого газу – до легень; внутрішнього, тканинного, дихання, або власне споживання кисню і виділення вуглекислоти в окисних біохімічних реакціях.

Зовнішнє, легеневе, дихання відбувається за рахунок діяльності м'язів грудної клітки і діафрагми (і передньої черевної стінки при посиленому видиху). Регуляція дихання здійснюється складною системою, представленою рецепторами легень і м'язів, що беруть участь у дихальних рухах, а також хеморецепторами аортально-каротидної зони, що реагують на надлишок вуглекислоти і брак кисню у крові; провідними шляхами і центральним відділом (довгастий мозок, підкіркові утворення підбугрової області, кора). Дихальні рухи у спокої відбуваються зазвичай із частотою 15 – 18 в хвилину за об'єму повітря на кожному вдиху і видиху близько 500 мл.

Транспортування кисню від альвеол легень до тканин організму здійснюється рухом крові в результаті діяльності серцево-судинної системи. У капілярній системі альвеол легень при вдиху кисень, що міститься в альвеолярному повітрі, розчиняється у плазмі крові і з'єднується з гемоглобіном еритроцитів. У плазмі крові в капілярах альвеол містяться розчинений вуглекислий газ, а також рідка легко дисоціююча вугільна кислота та її бікарбонатні форми. При видиху вуглекислий газ надходить в альвеолярний повітря і виділяється назовні. Екстремальні умови можуть виникати за рахунок зниження або значного збільшення вмісту кисню і (або) підвищення вмісту вуглекислого газу у вдихуваній суміші газів.

Зниження вмісту кисню у вдихуваній суміші до 19% за нормального атмосферного тиску і без збільшення концентрації вуглекислого газу практично не впливає на дихальну функцію і працездатність. Проте зменшення вмісту кисню (за тих самих умов) до 17% призводить до посилення дихання, зниження чутливості зору, порушення координації рухів, що вимагають точності, появи помилок в оцінці ситуацій, прийняті рішень. Суб'єктивно ці порушення можуть тривалий час не відчуватися людиною як через відсутність вираженого відчуття дискомфорту, так і через порушення функції самоконтролю, що поступово розвивається. При наростаючих явищах гіпоксії, тобто недостатності кисню у тканинах організму, виникають відчуття слабкості, запаморочення, можуть спостерігатися психічні порушення, подібні до тих, що мають місце, зокрема, при алкогольному сп'янінні. В умовах наростання гіпоксії ці явища, як правило, не встигають розвинути у зв'язку із втратою свідомості, яка може настати несподівано для людини.

Вміст кисню у вдихуваній суміші нижче 15% за нормального атмосферного тиску не може забезпечити життя навіть при максимумі діяльності дихальної системи. Це пояснюється тим, що парціальний тиск в альвеолярному повітрі, рівний 40 мм рт.ст., є критичним. Для забезпечення такого парціального тиску кисню в альвеолах необхідно, щоб у вдихуваному повітрі він був не меншим 114 мм рт. ст.

Однак і 100%-вий вміст кисню за нормального тиску також виступає екстремальним фактором. Дихання чистим киснем в таких умовах безперервно протягом 2–3 діб призводить до ураження легеневої тканини і можливого розвитку гіпоксії через порушення функцій легеневої тканини.

Екстремальні умови, як зазначалося вище, можуть виникати і внаслідок накопичення вуглекислого газу у вдихуваній газовій суміші. За нормального атмосферного тиску збільшення вмісту вуглекислого газу до 1–2% мало позначається на загальному самопочутті, але веде до почастишання дихання і зниження працездатності за підвищених навантажень. При 5%-вому вмісті вуглекислого газу у вдихуваній суміші самопочуття різко погіршується, дихання стає важким і прискореним, різко знижується працездатність, можлива втрата свідомості. Тривале дихання газовою сумішшю з такою концентрацією вуглекислого газу небезпечно для життя. При вмісті вуглекислого газу у вдихуваній суміші до 10% розвивається важке отруєння, і навіть короткочасне дихання такою сумішшю є небезпечним для життя. Якщо газова суміш характеризується високою концентрацією не тільки вуглекислого газу, а й кисню, то її вплив на організм може бути іншим. Так, газова суміш, що містить 5% CO₂ і 50% O₂, використовується як засіб для надання допомоги при отруєнні чадним газом. При цьому підвищений вміст кисню сприяє кисневому насиченню крові, а підвищена концентрація вуглекислого газу різко збільшує легеневу вентиляцію, сприяючи виведенню отруйної речовини з організму.

Процентний вміст газів атмосфери, що є оптимальним для людини за нормального атмосферного тиску, стає за значної зміни тиску не тільки не оптимальним, але й небезпечним. Такі умови найчастіше створюються в більш-менш герметичних приміщеннях з недостатньою вентиляцією або за несправності ізолюючих дихальних апаратів. Зміна тиску діє, по-перше, як механічний фактор; по-друге, як фактор, що порушує рівновагу між газовою і рідкою фазами у тканинах організму; по-третє, як фактор, що знижує якість газообміну між організмом і зовнішнім середовищем; по-четверте, як фактор, що змінює фізіологічний ефект газу (отруйна дія кисню, азоту та вуглекислого газу під тиском).

Екстремальна дія зміненого тиску проявляється насамперед у дисбарізмі, тобто в порушенні вирівнювання тиску в повітровмісних порожнинах тіла людини із зовнішнім тиском. Ці порушення можуть супроводжуватися сильними больовими відчуттями і призводити до серйозних порушень здоров'я. Виразність явищ дисбарізму залежить від величини і швидкості зміни тиску і від прохідності шляхів, що пов'язують повітровмісні порожнини організму із зовнішнім середовищем. Найбільш вразливою є порожнина середнього вуха, яка відокремлена барабанною перетинкою і з'єднується із зовнішнім середовищем через так звану євстахієву трубу, що відкривається в порожнину

носоглотки. За нормальної провідності євстахієвої труби вирівнювання тиску в середньому вусі з тиском у зовнішньому середовищі може здійснюватися зі швидкістю близько 380 мм рт.ст./хв. Ковтальні рухи можуть збільшити швидкість цього процесу. Затримка у вирівнюванні тиску призводить до зниження слуху навіть за незначної (близько 1,5 мм рт. ст.) різниці тисків у порожнині середнього вуха і зовнішнього. Якщо зміна тиску відбувається швидко, то різниця у величині порожнинного і зовнішнього тиску збільшується через відставання процесу вирівнювання. За різниці близько 230 мм рт.ст./хв. виникають сильні больові відчуття, що переростають у велику біль з наближенням різниці до 380 мм рт. ст./хв. Діяльність при цьому може бути повністю дезорганізована, можлива втрата свідомості, а подальше наростання різниці викликає перфорацію барабанної перетинки. За малої швидкості зміни тиску такі ж явища мають місце у випадку порушення провідності євстахієвих труб. Больовий ефект може суттєво посилитися за рахунок недостатньої провідності шляхів, що з'єднують фронтальні і гайморові пазухи із зовнішнім середовищем (через порожнину носа).

Різке підвищення тиску в порожнині легенів по відношенню до зовнішнього тиску може серйозно порушити дихальну діяльність, а у важких випадках призвести до баротравми, тобто розриву тканини легенів. Ці явища можуть мати місце за так званої вибухової декомпресії – розгерметизації кабін, скафандрів (якщо зовнішнє середовище сильно розріджене), швидкому спливанні (викиданні) водолазів, несправності ізолюючих дихальних апаратів і т. п. Збільшення тиску газової суміші, яку використовує людина для дихання (при водолазних спусках, в барокамері і т.п.), в силу її підвищеної щільності позначається на функціонуванні голосових зв'язок і артикуляційних м'язів. Так, при тиску, що удвічі перевищує атмосферний, змінюється тембр голосу (голос стає писклявим), погіршується розбірливість мови.

Як зазначалося вище, кількість газу, розчиненого у тканинах організму, залежить від зовнішнього тиску. При декомпресії (переході від нормального тиску до зниженого або від підвищеного до нормального) «надлишок» газу має бути виведений із тканин організму. Якщо час декомпресії узгоджений зі швидкістю звільнення тканин від газу так, що він виділяється через легені, минаючи перехід у газову фазу в самих тканинах, то процес декомпресії здійснюється без порушення функцій, без ушкодження тканин організму. Якщо швидкість декомпресії виявляється більш високою, то у тканинах організму і насамперед у крові утворюються бульбашки газу (в основному азоту), які можуть закупорити капіляри різних органів (мозку, серця та ін.) Ці явища газової емболії визначають характерні для кесонної хвороби порушення (біль у суглобах, порушення шкірної чутливості, розлади рухів, паралічі).

Захисні заходи щодо попередження кесонної хвороби передбачають дослідження і розробку режимів декомпресії, заміну азоту в газовій суміші газом, який швидко виводиться з організму, застосування скафандрів (гермокостюнів), що забезпечують створення тиску на тіло при падінні зовнішнього тиску. Для попередження пізніх проявів декомпресійної хвороби та її лікування використовуються барокамери, де створюється необхідний тиск, а потім за спеціальними режимами здійснюється декомпресія.

Порушення якості газообміну між організмом і зовнішнім середовищем може бути пов'язане зі зниженим атмосферним тиском. Зміна фізіологічних функцій організму проявляється в порушеннях (втраті) шкірної чутливості кінцівок, виникненні судом, а також у підвищенні рівня тривоги. У важких випадках відбувається зрив діяльності із втратою свідомості. Під підвищеним тиском починає проявлятися й отруйна дія вуглекислого газу, хоча його процентний вміст у вдихуваній суміші може бути незбільшеним або збільшеним у незначній мірі. Симптоми цього є схожими з тими, що мають місце у випадку впливу підвищеного вмісту вуглекислого газу за нормального тиску. Наявність вуглекислого газу в дихальній суміші, яка вдихається під тиском, істотно підсилює наркотичну дію азоту. Спочатку спостерігаються деяка ейфорія (безпричинна веселість), зниження самоконтролю у поведінці. Розвиток отруйної дії (за підвищення тиску приблизно до 10 кгс/см²) супроводжується порушенням оцінки ситуації, невмотивованими вчинками, виникненням галюцинацій, нездатністю виконувати задану діяльність. Потім, за тривалого перебування в таких умовах або за подальшого збільшення тиску, з'являються млявість, апатія, сплутаність свідомості і глибокий наркотичний сон, який закінчується у важких випадках отруєння смертельним результатом.

Заходи з попередження отруйної дії газової суміші при диханні передбачають заміну азоту нейтральним газом, наприклад гелієм; виключення із суміші вуглекислого газу; збіднення суміші киснем із таким розрахунком, щоб його парціальний тиск у суміші під тиском був близьким до парціального тиску кисню в атмосферному повітрі за нормального тиску.

Особливу групу складають екстремальні умови, які утворюються за рахунок впливу шкідливих газових домішок повітря. Це можуть бути забруднення компонентами тих речовин, які використовуються або виникають у технологічному процесі, входять до складу палив та устаткування. Наприклад, пара технічних рідин, паливно-мастильних речовин, палива, акумуляторні гази, пара ртуті і т. п.; вихлопні гази, порохові гази, чадний газ, озон тощо (тобто продукти згоряння та електризації); аміак, сірководень та ін. (продукти, що виділяються при біохімічних реакціях); речовини, що виділяються з деяких синтетичних матеріалів, використовуваних в машинобудуванні, будівництві тощо.

Вплив шкідливих газових домішок на організм людини є різним. Він може призвести і до важких соматичних ушкоджень, і до психічних розладів, в яких, залежно від отруйного агента, можуть переважати й депресія, й ейфорія, й агресивність тощо. Нерідко з'являється біль у різних органах, сильний головний біль, утруднення у сприйнятті та мисленні. Механізми дії домішок є різноманітними. Вони можуть порушувати процеси тканинного метаболізму, блокувати захисні механізми, призводити до розладу ферментних і каталізаторних систем і т.п.

Виражена отруйна дія багатьох домішок відбувається за дуже малого їх вмісту у вдихуваному повітрі. Так, наприклад, чадний газ при концентрації всього 0,001% через кілька годин може викликати отруєння. Це означає, що дана речовина може накопичуватися в організмі (властивість, характерна для багатьох шкідливих домішок).

Тобто одним з важливих завдань ергономіки є розробка ефективних методів контролю газового середовища і необхідних заходів захисту з урахуванням характеру виконуваної роботи.

3.3. Вплив прискорення на стан та діяльність людини

Сучасні транспортні засоби дозволяють досягати надзвичайно високих швидкостей руху, а це означає, що на людину протягом якогось часу може впливати *прискорення*, під яким розуміється зміна швидкості руху за величиною і (або) за напрямком. *Прискорення* можуть по-різному впливати на стан людини. Ефект впливу буде, природно, залежати від величини різниці у швидкості; часу, протягом якого ця різниця утворюється; тривалості дії прискорення. Крім того, через особливості будови людського тіла істотними виявляються вид прискорення і напрямок прискорення по відношенню до тіла.

За видом розрізняють прискорення прямолінійні, радіальні, кутові і коріолісове; за напрямком – поздовжні (від ніг до голови – негативні, від голови до ніг – позитивні) і поперечні (від грудей до спини і від спини до грудей). Кутове прискорення пов'язане зі зміною кутової швидкості і з'являється одночасно з радіальним. Коріолісове прискорення виникає при одночасному обертанні тіла у двох площинах і при зміні радіуса обертання, тобто кутової швидкості в одній з площин. Поява перевантажень є характерною для прямолінійних і радіальних прискорень, де цей ефект виражений настільки, що маскує кутові і коріолісове прискорення. Однак кутові і коріолісове прискорення також впливають на вестибулярний апарат, викликаючи або посилюючи його специфічні реакції.

У повсякденному житті людина практично постійно відчуває вплив прискорень, які в нормальних умовах рідко перевищують 0,2 g ($g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$) (розгін і зупинка швидкісного ліфта, потягу, трамваю і т.п.). При зльоті пасажирського літака або екстремому гальмуванні потягу прискорення зазвичай не перевищує 0,5 g. Такі величини прискорення, враховуючи відносну короткочасність їх дії, не викликають особливих змін стану і не створюють особливих незручностей для пасажирів, але для роботи пілота і машиніста вони є значущими.

Вплив прискорень на працюючу людину викликає ряд змін в її стані. Подальше збільшення фізичного навантаження через необхідність долати діючі сили призводить до того, що підвищується напруження м'язів, інтенсифікуються обмінні процеси, посилюється серцева і дихальна діяльність. Так, наприклад, при поздовжньому прискоренні від ніг до голови, рівному 3g, потрібно затратити великі зусилля, щоб підняти руку до рівня плеча, переставити ногу в положенні сидячи. Через зростаючу «важкість» кінцівок і всього тіла важко виконувати робочі рухи, знижується рухливість. Відбувається зсув шкірних покривів і внутрішніх органів, порушується кровообіг. Зокрема, при виході літака з пікірування м'язи віків не можуть утримати «сповзання» віків на очі, а серце не може в достатній мірі забезпечити кровопостачання мозку.

За прискорень більшої тривалості вказані явища посилюються, можуть супроводжуватися крововиливами у внутрішні органи. Прискорення, що спрямовані від голови до ніг, переносяться важче, і при 4,5–5,0 g можуть викликати порушення цілісності кровоносних судин головного мозку. Переносимість за поперечно–бічного напрямку прискорень у кілька разів вище.

Межа переносимості за коротких прискорень, тривалістю менше 1 с (ударні прискорення), може підвищитися до 30–35 g, але вона залежить від напрямку прискорення і швидкості дії прискорення. Наприклад, за поздовжнього прискорення межа переносимості ударних прискорень в 2–3 рази менше. Прискорення при аваріях швидко рухомих предметів можуть набагато перевищувати межі переносимості (так, при зіткненні автомобілів величина прискорення може перевищувати 100 g).

Захист від шкідливого впливу прискорень ведеться за наступними напрямками:

- підвищення опірності організму людини до перевантажень шляхом фізичного тренування, що розвиває силу м'язів, міцність кістково–зв'язкового апарату;

- запобігання ушкоджень від навколишніх предметів, елементів устаткування шляхом конструктивного усунення виступаючих, гострих граней і кутів, а також посилення амортизаційних властивостей окремих елементів обладнання за рахунок їх деформації або навіть руйнування;

- вибір найбільш вигідної робочої пози, виходячи з необхідності мінімізації висоти положення голови по відношенню до серця і запобігання, по змозі, зміщенню внутрішніх органів, а також найбільш вигідного розподілу навантаження на кістково–м'язову систему;

- створення спеціальних опор, фіксаторів і збільшення площі опорних поверхонь;

- застосування захисного одягу (наприклад, захисних шоломів із м'якими прокладками).

Вище було розглянуто ситуації, що характеризуються впливом прискорення за наявності постійно діючої сили земного тяжіння. В умовах космічного польоту відсутність сили земного тяжіння (невагомість) також призводить до змін у стані організму людини.

Перебування в умовах невагомості викликає перебудову практично в усіх функціональних системах організму. Найбільш серйозні для виконання роботи проблеми виникають у перші години та дні перебування в космосі. Вони пов'язані з порушеннями координації рухів у нових умовах, звиканням до незвичного способу пересування, вестибулярними реакціями та ілюзіями просторового положення, труднощами просторових оцінок та ін. Практика тривалих космічних польотів показала, що під впливом невагомості змінюються обмінні процеси, діяльність систем кровообігу і кровотворення тощо.

Разом з тим тривалі польоти космонавтів свідчать, що людина може адаптуватися в космосі й успішно працювати протягом довгого часу. Однак для цього необхідно провести в земних умовах професійний відбір та спеціальну підготовку, спрямовану як на оволодіння діяльністю, так і на розвиток

необхідного рівня функціонування систем організму, розвиток здібностей самоконтролю та саморегуляції стану. В умовах же космічного польоту постала потреба у застосуванні комплексу фізичних вправ, які забезпечують підтримання необхідного рівня функціонального стану організму і можливість успішної реадаптації до земних умов.

Особливу групу факторів, що несприятливо впливають на людину і пов'язані із прискоренням, становлять *вібрації*, в тому числі й їх різновиди – *тряска* і *качка*. Механічні коливання середовища за певних їх характеристик можуть мати вібраційний ефект впливу на людину. У виробничих умовах вібраційний вплив людина відчуває при зіткненні з твердими поверхнями (підлога, ручний інструмент, робочі поверхні верстатів), що хитаються. Робота енергетичних установок, двигунів, верстатів, пресів і т.п. також супроводжується виникненням механічних коливань, які безпосередньо, при контакті з такого типу обладнанням, або опосередковано, через інші предмети, можуть впливати на людину.

Ефект впливу вібрації на людину залежить від її характеристик – *амплітуди, частоти і періоду*. *Амплітуда вібрації*, яка вимірюється в лінійних одиницях (міліметрах), показує найбільше відхилення коливання, а від квадрату амплітуди пропорційно залежить енергія коливання. *Частота вібрації*, яка вимірюється в герцах, показує кількість коливань на секунду, а величина, зворотна частоті, і яка вимірюється в секундах, характеризує *період коливання*.

Залежно від площі зіткнення тіла людини з вібруючою поверхнею і від характеристик вібрацій їх вплив на організм людини може бути місцевим або загальним. Місцева вібрація впливає на тонус кровоносних судин і кровопостачання тканин організму, знижує шкірну чутливість, викликає трофічні зміни в кістках і м'язах. Загальні впливи пов'язані з резонансними коливаннями окремих частин тіла та внутрішніх органів. В середньому для всього тіла резонансна частота становить 5 Гц; для серця, живота і грудної клітки – так само 5 Гц, для голови – 20 Гц, для очних яблук – 80 Гц, для центральної нервової системи – 250 Гц. Ефект впливу вібрацій на організм людини є неоднозначним. Однією з причин цього є те, що за різних частот змінюється відносна значущість характеристик вібрацій.

Сильні вібрації викликають зниження працездатності, втому, порушення зору, особливо бінокулярного. При вібрації малої частоти і великої амплітуди зі змінним періодом (тряска, поштовхи при русі по нерівній дорозі) можуть виникати удари, а також складнощі у виконанні робочих рухів. При плавних низькочастотних коливаннях, характерних для качки морських суден і літаків, у порушеннях стану і працездатності починають превалювати симптоми заколисування («морської хвороби»). Ці явища виникають у результаті переподразнення рецепторів вестибулярного апарату і внутрішніх органів.

Основні заходи щодо захисту людини від вібраційних впливів зводяться до застосування амортизаційних матеріалів і пристроїв (рукавиці, килимки, м'які сидіння, ресори, амортизатори і т.п.). Велике значення має і спеціальна підготовка, що передбачає комплекси вправ для тренування вестибулярного апарату.

4. Небезпеки та ризику

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп.

Між шкідливими і небезпечними виробничими чинниками спостерігається певний взаємозв'язок. У багатьох випадках наявність шкідливих чинників сприяє прояву травмонебезпечних факторів. Наприклад, надмірна вологість у виробничому приміщенні та наявність струмопровідного пилю (шкідливі фактори) підвищують небезпеку ураження людини електричним струмом (небезпечний фактор).

Слід мати на увазі, що одні небезпеки впливають тільки на людину (обертові частини машин, відлітаючі частки металу), а інші – як на людину, так і на середовище, що оточує робочі місця (шум, пил).

Небезпеки носять природний характер або породжуються діяльністю людини, отже, небезпеки можна розділити на *природні* і *антропогенні*.

Антропогенні небезпеки пов'язані з певним видом діяльності людини. Називаючи професію, ми звужуємо перелік небезпек, що загрожують людині. Наприклад, шахтар піддається одним небезпекам, а пекар – іншим.

Небезпеки бувають:

- **Безпосередні** (підвищена температура, вологість, електромагнітні поля, шум, вібрація, іонізуюче випромінювання тощо). Впливаючи на живий організм, ці небезпеки викликають ті чи інші відчуття. У певних випадках ці впливи можуть бути небезпечними.

- **Непрямі небезпеки** впливають на людину не відразу. Наприклад, корозія металів безпосередньої загрози для людини не становить. Але в результаті її дії знижується міцність деталей, конструкцій, машин, споруд. За відсутності заходів захисту непрямі небезпеки призводять до аварій, породжуючи безпосередню небезпеку.

Властивість небезпеки проявляється тільки в певних умовах. Вберегти людину від прихованих потенційних небезпек вдається не завжди, тому що, по-перше, деякі небезпеки носять прихований характер, виявляються не відразу, виникають несподівано, непередбачено; по-друге, людина не завжди підкоряється сигналам, не виконує правил безпеки, які їй добре відомі.

В результаті небезпеки з потенційних перетворюються в дійсні, завдаючи великої шкоди, як окремим людям, так і суспільству в цілому.

Серед різних робіт виділяють роботи (і цілі професії) із підвищеною небезпекою. До них відносяться, наприклад, всі роботи, пов'язані з підйомними кранами, балонами високого тиску, електромережею високої напруги.

Суспільство, використовуючи різні засоби, забезпечує певний рівень безпеки виробництва, але абсолютну безпеку забезпечити не можна. Для характеристики небезпеки використовують поняття ризику.

Ризик – кількісна оцінка небезпеки, тобто відношення числа тих чи інших несприятливих наслідків до можливого числа їх за певний період

(зазвичай рік). Знання рівня ризику дозволяє зробити певний висновок про доцільність (чи недоцільність) подальших зусиль задля підвищення безпеки того чи іншого роду діяльності з урахуванням економічних, технічних і гуманітарних міркувань.

Повна безпека не може бути гарантована нікому, незалежно від способу життя. Тому сучасний світ прийшов до поняття *прийняттого (допустимого) ризику*, суть якого полягає у прагненні до такої малої безпеки, яку сприймає суспільство у даний період часу. У всьому світі за *прийнятний ризик* прийнято величину 10^{-6} ступеня. Нехтовно малим вважається індивідуальний ризик загибелі 10^{-8} .

Важливість конкретної кількісної оцінки ризику пояснюється тим, що економічні можливості підвищення безпеки технічних систем не безмежні. Витрачаючи великі кошти на підвищення безпеки, людина завдає шкоди іншим сферам економіки; при цьому технічний ризик знижується, але збільшується соціальний.

Питання до самоконтроля

- Які бувають умови праці? Чим вони характеризуються?
- Чим відрізняються шкідливі та небезпечні виробничі фактори? Яким чином вони класифікуються?
- Яким чином температура впливає на працездатність людини?
- Якими фізичними показниками характеризують вплив звуку, світла та інших шкідливих та небезпечних факторів?
- Чим відрізняються поняття «небезпека» та «ризик»?