

ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ



**Харків
НТУ «ХПІ»
2022**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

**Конспект лекцій
для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»,
освітня програма «Охорона праці»
денної та заочної форм навчання**

Затверджено
редакційно-видавничою радою
НТУ «ХП», протокол № 1
від 28 січня 2022 р.

Харків
НТУ «ХП»
2022

УДК 331.45(075.4)

Рецензент:

Древаль О. М. – кан. техн. наук, професор кафедри «Безпека праці та навколишнього середовища» Харківського національного університету «Харківський політехнічний інститут»

Виробнича санітарія : конспект лекцій для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека», освітня програма «Охорона праці» денної та заочної форм навчання / уклад. Л. А. Васьковець ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – 295 с.

Конспект лекцій створено згідно з програмою викладання дисципліни «Виробнича санітарія» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека», освітня програма «Охорона праці».

Розглядається правове регулювання у сфері безпеки праці, що визначається міжнародними та вітчизняними законодавчими і нормативно-правовими актами. Надані терміни та визначення основних понять виробничої санітарії. Наведено характеристику шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, засоби запобігання їх впливу на працівників, методи їх оцінки і контролю, зменшення професійного ризику та підвищення працездатності працівників.

Призначений для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека», освітня програма «Охорона праці», може бути корисним аспірантам і викладачам вищих навчальних закладів освіти.

Іл. 26. Табл. 11. Бібліогр. 39 найм.

УДК 331.45(075.4)

© Васьковець Л. А., 2022

© НТУ «ХПІ», 2022

ВСТУП

В Україні право людини на належні, безпечні і здорові умови праці гарантується статтею 43 Конституції і регулюється низкою нормативно-правових актів, серед яких ключове місце займають Закони України «Про охорону праці» та «Про систему громадського здоров'я». Закон «Про охорону праці» визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Закон України «Про систему громадського здоров'я» закріплює права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності. І розглядає її як складову безпеки середовища їх життєдіяльності, встановлює медико-санітарні вимоги до умов праці, що визначаються державними медико-санітарними нормативами та правилами.

Політика охорони праці Європейського Союзу ґрунтується на попереджувальних заходах, які передбачають розвиток культури безпеки праці, уникнення виробничих ризиків. Право кожного працівника на нешкідливі умови праці визнано невід'ємним правом кожної людини, як записано в Хартії ЄС про основні права людини, проголошеної в Ніцці 7 грудня 2000 року. Вона набула повної юридичної сили з набранням

чинності Лісабонського договору 1 грудня 2009 року. Принципи охорони праці відображені в законодавстві ЄС про охорону праці, зокрема в Рамковій директиві 89/391/ЄЕС від 12.06.1989 р. «Про впровадження заходів для поліпшення безпеки та охорони здоров'я працівників під час роботи». Вона містить загальні принципи запобігання професійним ризикам, забезпечення безпеки та охорони здоров'я, усунення факторів ризику та аварійних ситуацій та ін.

Впровадження у життя цих положень сприяє вивчення дисципліни «Виробнича санітарія».

Дисципліна «Виробнича санітарія» розвиває знання та навички здобувачів освіти, необхідні для здійснення професійної діяльності щодо розроблення та впровадження методів, засобів, технологій у галузі безпеки праці. Під час навчання студенти дізнаються про особливості впливу на працівників факторів виробничого середовища та процесу праці. Отримують теоретичні знання з організації, планування та створення безпечних умов праці; сформулюють широкий спектр навичок щодо методів і засобів їх контролю, розроблення та вдосконалення заходів і засобів зменшення професійного ризику та підвищення працездатності працівників.

Мета та цілі дисципліни полягають у формуванні у студентів системи теоретичних знань і практичних навичок в галузі безпеки праці, набуття компетентності, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю щодо реалізації заходів та засобів захисту працівників від дії шкідливих виробничих факторів на основі сучасних підходів з гігієнічного нормування та оцінювання ризику їх дії.

Конспект лекцій з дисципліни «Виробнича санітарія» написаний відповідно до робочої навчальної програми за дисципліною «Виробнича санітарія» для студентів першого (бакалаврського) рівня професійної

підготовки за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», освітньої програми 263.01 «Охорона праці» денної і заочної форм навчання.

На результатах вивчення «Виробничої санітарії» безпосередньо спираються знання студентів за дисциплінами: «Основи професійної безпеки та здоров'я людини», «Безпечна експлуатація інженерних систем і споруд», «Оцінка відповідності умов праці робочого місця», «Безпека виробничих процесів і устаткування», «Організація контролю та експертиза стану устаткування підвищеної небезпеки» та ін.

У конспекті розглянуто сучасні питання нормування і оцінки факторів виробничого середовища і трудового процесу, їх вплив на безпеку і здоров'я людини, обґрунтовані заходи і засоби регулювання якості умов праці, наведено заходи та засоби колективного та індивідуального захисту працюючих, зниження негативного їх впливу в умовах виробництва. Він може бути використаний для самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни «Виробнича санітарія», а також може сприяти якісному засвоєнню навчального матеріалу.

Конспект може бути використаний студентами інших спеціальностей під час підготовки розділу «Охорона праці» у своїх дипломних роботах.

Лекція 1

ВСТУП. ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА ФАКТОРИ, ЩО ЙОГО ВИЗНАЧАЮТЬ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

План

1.1. Вступ. Предмет та об'єкт дисципліни, структура, зміст, мета курсу «Виробнича санітарія», зв'язок курсу з іншими дисциплінами. Правові основи виробничої санітарії.

1.2. Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії.

1.3. Умови праці. Чинники трудового процесу. Вплив важкості праці на працездатність людини і продуктивність праці.

1.4. Оцінка роботи за ступенем важкості та напруженості. Коефіцієнт інтенсивності праці. Методика інтегральної бальної оцінки важкості праці.

1.1. ВСТУП. ПРЕДМЕТ ТА ОБ'ЄКТ ДИСЦИПЛІНИ, СТРУКТУРА, ЗМІСТ, МЕТА КУРСУ «ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ», ЗВ'ЯЗОК КУРСУ З ІНШИМИ ДИСЦИПЛІНАМИ. ПРАВОВІ ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ.

У глобальній стратегії ВООЗ «Охорона праці для всіх» головні принципи охорони праці полягають в уникненні ризиків; застосуванні безпечних технологій; оптимізації умов праці; інтеграції виробництва та роботи з охорони праці; відповідальність роботодавця за охорону праці на робочому місці.

Забезпечення належних умов праці в нашій країні потребує докорінної зміни ставлення всього суспільства до питань пов'язаних з безпекою праці та виробничою санітарією. Одним з шляхів є інтеграція до законодавства Європейського союзу (ЄС) з охорони праці.

Санітарія - це сукупність практичних заходів, спрямованих на оздоровлення середовища, що оточує людину.

Виробнича санітарія – це галузь санітарії, спрямована на впровадження комплексу санітарно-оздоровчих заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці на виробництві.

Згідно ДСТУ 2293-99 (п.4.60) **виробнича санітарія** – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів.

«Виробнича санітарія» – дисципліна, що вивчає організаційні, гігієнічні і санітарно-технічні заходи та засоби запобігання впливу шкідливих виробничих факторів на працівників, формує понятійні, теоретичні і методологічні засади щодо оздоровлення виробничого середовища.

Мета дисципліни – набуття студентом компетентності, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю щодо аналізу умов праці, методів їх дослідження та реалізації заходів та засобів попередження впливу шкідливих виробничих факторів на працівників, додержання прав працюючих на здорові й безпечні умови праці.

Завдання дисципліни:

- дати студентам теоретичні знання про умови праці, методи їх досліджень, нормування та контроль показників виробничого середовища;

- ознайомити студентів з організаційними, гігієнічними і санітарно-технічними заходами та засобами запобігання впливу шкідливих виробничих факторів на працівників;

- розглянути прийоми комплексної оцінки чинників виробничого середовища і трудового процесу, здійснення аудиту умов праці, визначення видів умов праці, пільг та компенсацій за роботу в несприятливих умовах;

- набути практичні навички щодо методів досліджень умов праці та вибору заходів та засобів захисту працюючих від впливу шкідливих виробничих факторів.

Предмет дисципліни:

- дослідження впливу умов праці на здоров'я та працездатність людини;

- методи досліджень умов праці;
- оцінка чинників виробничого середовища і трудового процесу;
- заходи і засоби щодо створення здорових і безпечних умов праці;
- правове та нормативне регулювання забезпечення безпечних умов праці, захисту людини на виробництві.

Об'єктом дослідження в курсі «Виробнича санітарія» є:

- людина в системі праці;
- чинники виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу;
- організаційні, гігієнічні і санітарно-технічні заходи та засоби запобігання впливу шкідливих виробничих факторів на працівників;
- вимоги безпеки праці.

Методологічною основою курсу є:

- результати досліджень в області фізіології та психології праці, ергономіки, гігієни праці, безпеки життєдіяльності та ін.

Засобами пізнання у курсі «Виробнича санітарія» є:

- лекційні заняття, самостійне опанування теоретичного матеріалу;
- робота студентів з учбовою, науковою та довідковою літературою;
- проведення інформаційного пошуку для підготовки рефератів та їх захист;
- лабораторні та практичні роботи.

Курс «Виробнича санітарія» базується на знаннях, які одержанні студентами при вивченні соціально-економічних, загально-наукових та професійно-орієнтованих дисциплін. На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються такі дисципліни як: «Системи контролю небезпечних та шкідливих виробничих факторів», «Основи професійної безпеки та здоров'я людини» «Оцінка відповідності умов праці робочого місця», «Безпека виробничих процесів і устаткування», «Організація контролю та експертиза стану устаткування підвищеної небезпеки», «Потенційно-небезпечні виробничі технології та їх ідентифікація», «Розслідування, облік та аналіз нещасних випадків, професійних захворювань та аварій» та ін.

Для перевірки знань передбачений рубіжний контроль. Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекціях, захисту лабораторних робіт, виступів на практичних заняттях, тестів, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт, ректорських контрольних робіт тощо.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час аудиторних занять та самостійної роботи студента, проводиться:

– з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів, тестування за змістовними модулями (на 9 та 15 тижнях);

– з практичних (лабораторних), індивідуальних завдань – шляхом їх захисту і перевірки.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Результати поточного контролю (поточна успішність) враховуються як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання та захисту всіх

практичних та лабораторних робіт, виконання контрольних робіт та виконання індивідуальних завдань, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

Правові основи виробничої санітарії – це комплекс взаємопов’язаних законів та ін. нормативно-правових актів, соціально економічних та організаційних заходів, спрямованих на правильну і безпечну організацію праці, забезпечення працюючих засобами захисту, компенсацією за важку роботу та роботу в шкідливих умовах, навченість працівників безпечному веденню робіт, регламентацією відповідальності та відшкодування збитків у разі ушкодження здоров’я працівника або його смерті.

Законодавство України про охорону праці, складовою якої є виробнича санітарія, це система взаємопов’язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності. Воно складається з Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування», «Про систему громадського здоров’я» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів. Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров’я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Кодекс законів про працю (КЗпП) України було затверджено 10.12.71 і введено в дію з 1 червня 1972 р. Протягом останніх років він зазнав редакційних змін і доповнень. Правове регулювання охорони праці

в ньому вміщено у главах: «Охорона праці», «Трудовий договір», «Робочий час», «Час відпочинку», «Нормування праці», «Гарантії і компенсації» та ін.

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» був прийнятий 23 вересня 1999 року і до цього часу він був суттєво змінений. Він визначає правові, фінансові та організаційні засади загальнообов'язкового державного соціального страхування, гарантії працюючим громадянам щодо їх соціального захисту у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності, у разі нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання, охорони їхнього життя та здоров'я. Ці гарантії реалізуються у розділах: II. Управління в системі загальнообов'язкового державного соціального страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та від нещасного випадку, IV. Загальнообов'язкове державне соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та у V. Загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

У Законі України «Про систему громадського здоров'я» охорона праці працівників розглядається як складова захисту здоров'я, безпеки середовища життєдіяльності, санітарно-епідемічного благополуччя населення. Це набуває втілення у ст. 15. Права та обов'язки фізичних осіб у сфері громадського здоров'я, ст. 25. Засади захисту здоров'я населення, ст. 34. Медико-санітарні вимоги до умов праці. Наголошується, що суб'єкти господарювання зобов'язані здійснювати медико-санітарні заходи щодо забезпечення безпечних для людини умов праці та виконання вимог санітарного законодавства, зокрема щодо виробничих процесів і технологічного устаткування, організації робочих місць, режиму праці, організації попередніх та періодичних медичних оглядів, відпочинку та ін.

з метою запобігання виникненню професійних захворювань та інфекційних хвороб, пов'язаних з умовами праці.

Кримінальний кодекс України містить розділ «Злочини проти виробництва», який встановлює кримінальну відповідальність за порушення вимог охорони праці, які призвели до ушкодження здоров'я або смерті працівника або створили ситуацію, що загрожує життю людей.

Крім вказаних законів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють міжнародні та національні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку, підзаконні нормативні акти: Укази і розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств, центральних органів державної влади тощо.

Метою політики охорони праці в ЄС є зведення до мінімуму показників виробничого травматизму та професійних захворювань. В останній час ця мета розширилася до «добробуту на роботі», що передбачає моральний, фізичний та соціальний добробут, а не лише відсутність нещасних випадків та професійних захворювань.

Законодавство ЄС з охорони праці можна умовно розділити на дві групи:

- Директиви ЄС щодо захисту працівників;
- Директиви ЄС щодо випуску товарів на ринок (включаючи устаткування, машини, засоби колективного і індивідуального захисту, які використовують працівники на робочому місці).

Директива ЄС – тип законодавчого акту Європейського союзу. Це юридичний інструмент, прийнятий Європейською Радою і Європейським Парламентом. Директива вводиться через національне законодавство. Вона зобов'язує державу-члена в зазначений термін прийняти заходи, направлені на досягнення зазначеної в ній мети.

Головними напрямками законодавства ЄС про охорону праці є:

- загальні принципи профілактики і основи охорони праці;
- вимоги охорони праці для робочого місця;
- вимоги охорони праці при використанні устаткування;
- вимоги охорони праці при роботі з хімічними, фізичними і біологічними речовинами;
- захист працівників на робочому місці;
- положення про робочий час;
- вимоги до устаткування, машин, посудин під високим тиском та ін.

У 1989 році ЄС було прийнято основний документ у сфері охорони праці, який створив правову основу ЄС у сфері безпеки та гігієни праці – Рамкову Директиву № 89/391/ЄЕС «Про заходи по поліпшенню безпеки і здоров'я працівників», що включає рамкові норми ЄС по техніці безпеки і виробничій санітарії. Її метою було запровадження заходів щодо підтримання безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі завдяки реалізації профілактичних заходів. Директива № 89/654/ЄЕС встановлює мінімальні вимоги до безпеки й охорони здоров'я в робочих зонах. У Директиві Ради 89/655/ЄЕС йдеться про використання працівниками засобів праці. У Директиві Ради 89/655/ЄЕС – про використання працівниками засобів праці. Директива Ради 89/656/ЄЕС регламентує використання засобів індивідуального захисту на робочому місці.

Відповідно до Угоди між Україною та ЄС співтовариством з атомної енергії, Україна зобов'язалася докласти зусилля для приведення свого національного законодавства поступово у відповідність до законодавства ЄС. Із 27 директив ЄС Україною імplementовано 5. Серед них у 1999 році Рамкова Директива № 89/391/ЄЕС, яка наблизила українське законодавство з охорони праці до європейських норм. Уведено обов'язкове страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань. На роботодавців покладений обов'язок із забезпечення своїх працівників необхідними засобами індивідуального захисту та проведення

навчання з питань охорони праці. Посилено державний нагляд за дотриманням вимог з охорони праці. Введення до національного законодавства України з охорони праці принципів Директиви № 89/654/ЄЕС сприяло ухваленню Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» і встановленню стандартів безпеки на робочому місці.

Виконання вимог Директиви № 89/654/ЄЕС допомогло зменшити ризик професійних захворювань за рахунок встановлення стандартів безпеки на робочому місці, пов'язаних з впливом шуму, вібрації, пилу, хімічні речовин та інших шкідливих факторів. Директива № 89/655/ЄЕС про мінімальні вимоги щодо безпеки і охорони здоров'я при застосуванні обладнання працівниками на робочому місці сприяла введенню обов'язкового медичного огляду працівників, встановлення обов'язкових вимог до організації роботи з підвищенням рівня безпеки, ухваленню низки нормативно-правових актів, зокрема «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями».

Долучення до українського законодавства з охорони праці Директиви № 89/656/ЄЕС про мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці частково імплементовані в наказі Міністерства соціальної політики України «Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці» і низці професійних стандартів щодо засобів індивідуального захисту на робочому місці, зокрема:

– ДСТУ EN ISO 11611:2016 «Одяг захисний для використання під час зварювання та суміжних процесів»;

– ДСТУ EN ISO 11612:2018 «Одяг захисний. Одяг для захисту від тепла та полум'я. Мінімальні технічні вимоги»;

– ДСТУ EN ISO 13688:2016 «Одяг захисний. Загальні вимоги» та ін.

Директива Ради 90/270/ЄЕС від 29 травня 1990 р. про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я під час роботи з екранними пристроями знайшла втілення у наказі Міністерства соціальної політики України «Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» від 14 лютого 2018 р. № 207.

Наразі розробляється ще низка правових актів, спрямованих на транспонування інших директив ЄС в українське правове регулювання з охорони праці.

З огляду на імплементацію в Україні положень Директиви Ради Європейських співтовариств № 89/391/ЄЕС від 12.06.1989 про запровадження заходів щодо покращення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі розроблено та обговорюється у Комітеті парламенту проект Закону України «Про безпеку та здоров'я працівників на роботі». Він спрямований на формування нової національної системи запобігання професійним ризикам шляхом впровадження на законодавчому рівні ризикоорієнтованого підходу у сфері організації безпеки та охорони здоров'я працівників. З 26 грудня 2019 р. надано чинності ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT). Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. Він прийнятий методом перекладу, – ідентичний щодо ISO 45001:2018 (ISO 45001:2010, IDT) (версія en) «Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use». Стандарт спрямований на створення в організації системи управління щодо забезпечення безпечних та здорових умов праці на робочому місці, підтримання й захисту фізичного та психічного здоров'я працівників.

1.2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ В ГАЛУЗІ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ

Основні поняття, терміни та визначення в галузі виробничої санітарії унормовано у ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять» та «Гігієнічній класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інтенсивність, тривалість та ін.) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків.

Шкідливими виробничими факторами є:

Фізичні фактори:

– мікроклімат: температура, вологість, швидкість руху повітря, теплове випромінювання;

– неіонізуючі електромагнітні поля і випромінювання: електростатичні поля,

– постійні магнітні поля (в т.ч. геомагнітне), електричні і магнітні поля промислової частоти (50 Гц), електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електромагнітні випромінювання оптичного діапазону (у т.ч. лазерне та ультрафіолетове);

– іонізуючі випромінювання;

– виробничий шум, ультразвук, інфразвук;

– вібрація (локальна, загальна);

– освітлення – природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, пряма і відбита сліпуча блискість, пульсація освітленості).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, деякі речовини біологічної природи, що отримані хімічним синтезом, та/ або для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу.

Біологічні фактори – мікроорганізми-продуценти, живі клітини і спори, що містяться в препаратах, патогенні мікроорганізми.

Фактори трудового процесу.

Важкість праці – характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму(серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

Небезпечний виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, що може бути причиною гострого захворювання, раптового різкого погіршення здоров'я або смерті.

Залежно від кількісної характеристики рівнів і тривалості дії окремі шкідливі виробничі фактори можуть стати небезпечними.

Умови праці – сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

Експозиція – кількісна характеристика інтенсивності і тривалості дії шкідливого фактора.

Ризик – комбінація ймовірності заподіяння шкоди і тяжкості цієї шкоди.

Професійний ризик – величина ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я з урахуванням тяжкості наслідків у результаті несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу. Оцінка професійного ризику проводиться з урахуванням

величини експозиції останніх, показників стану здоров'я і втрати працездатності працівників.

Прийнятний (допустимий) ризик – ризик, зменшений до такого рівня, що його галузь, об'єднання підприємств, підприємство, установа, організація може допустити, ураховуючи її легальні обов'язки та власну політику у сфері охорони праці.

Захисний захід – захід, що його вживають для зменшення професійного ризику через застосування безпечніших виробничих і технологічних процесів, конструкцій устаткування, захисних пристроїв, засобів індивідуального захисту, професійного добору, навчання, підготування, тренування працівників, інформації щодо безпечного виконання робіт.

Захист часом – зменшення шкідливого впливу шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу на працюючих за рахунок обмеження часу їхньої дії: введення внутрішньозмінних перерв, скорочення робочого дня, збільшення тривалості відпустки, обмеження стажу роботи в конкретних умовах.

Здоров'я – це стан повного фізичного, духовного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб або фізичних вад (преамбула Статуту ВООЗ).

Професійні захворювання – захворювання, у виникненні яких вирішальна роль належить впливу несприятливих факторів виробничого середовища і трудового процесу.

Професійна захворюваність – показник числа виявлених вперше протягом року хворих із професійними захворюваннями і отруєннями, розрахований на 100, 1000, 10000, 100000 працюючих, які зазнають впливу шкідливих виробничих факторів.

Виробничо-обумовлена захворюваність – захворюваність (стандартизована за віком) на загальні захворювання різноманітної етіології

(переважно на поліетиологічні), що має тенденцію до зростання при збільшенні стажу роботи в несприятливих умовах праці і перевищує таку в професійних групах, що не контактують із шкідливими факторами. Не віднесені до професійних.

Безпека праці – захищеність трудової діяльності людини від перевищеного прийняттого ризику.

Безпечні умови праці – стан умов праці, за якого вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих чинників усунуто, або їхнє значення не перевищує гранично допустимих рівнів (ГДР) або гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Вимоги щодо безпеки (праці) – вимоги, установлені актами законодавства та іншими нормативно-правовими актами й нормативними документами та нормативними актами підприємства з охорони праці, виконання яких убезпечує умови праці й такі, що регламентують професійну діяльність працівника.

Гранично допустиме значення шкідливого виробничого чинника – граничне значення величини – рівня, умісту та/або концентрації шкідливого виробничого чинника, вплив якого на людину в разі його щоденної регламентованої тривалості не призводить до захворювання та зниження працездатності в період трудової діяльності та в наступний період життя, а також не зумовлює несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

Гігієнічна характеристика умов праці – параметри визначення й оцінення стану умов праці щодо відповідності їх державним санітарним нормам, правилам, гігієнічним нормативам і регламентам.

Шкідлива речовина – речовина, що, контактуючи з організмом людини, може спричинити захворювання чи відхил у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього й наступного покоління.

1.3. УМОВИ ПРАЦІ. ЧИННИКИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ. ВПЛИВ ВАЖКОСТІ ПРАЦІ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ЛЮДИНИ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ.

Людина значну частину свого життя витрачає на працю, яка є основним видом діяльності, оскільки пов'язана з виробництвом суспільно-корисних продуктів – матеріальних та ідеальних.

Праця як процес являє собою єдність трьох складників:

- самої праці як доцільної діяльності;
- предмета праці (те на що спрямована праця);
- знарядь праці.

Зміст праці зумовлений технікою, технологією, організацією виробництва і виробничим середовищем, тобто визначається рівнем розвитку продуктивних сил суспільства.

Предметом праці можуть бути гірський масив, матеріал, заготовки, пристрої відображення інформації (текст, креслення, графік, екран дисплея, різного роду сигнали), завдання, соціальні об'єднання (група, бригада тощо), для яких виробляються управлінські рішення.

Знаряддям праці може бути: ручний інструмент, механізми і машини, важелі, педалі, рукоятки керування, кнопки, транспортні засоби тощо.

Трудовий процес – це сукупність цілеспрямованих дій працівника(-ів) під час виконання роботи, створювання продукції, надавання послуг. Він здійснюється в певних умовах виробничого середовища.

Виробниче середовище – це середовище, де людина здійснює свою трудову діяльність. Воно характеризується сукупністю фізичних, хімічних, біологічних, соціальних та інших чинників, що діють на людину під час виконання нею трудових обов'язків.

Виробниче середовище і фактори трудового процесу, які ще називають психофізіологічними факторами, становлять в сукупності умови праці.

Умови праці – сукупність чинників виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

Фактори, що зумовлюють умови праці, поділяють на чотири групи.

Перша група – санітарно-гігієнічні фактори. Вони характеризують виробниче середовище робочої зони та залежать від особливостей виробничого обладнання і технологічних процесів, можуть бути оцінені кількісно та нормовані. Це сукупність факторів фізичної, хімічної, біологічної природи.

Друга група – психофізіологічні фактори, зумовлені самим процесом праці.

Третя група – естетичні фактори, що характеризують сприйняття працюючим навколишньої обстановки та її елементів.

Четверта група – соціально-психологічні фактори, що характеризують психологічний клімат у трудовому колективі.

Згідно з методикою науково-дослідного інституту праці виділяють три групи чинників, що впливають на формування умов праці (рис. 1.1).

Праця як функція організму включає дві складові: *механічну* та *психічну*. Перша пов'язана з роботою м'язів, друга – з психічними процесами (сприймання, переробка інформації, прийняття рішення та його реалізація). За різних форм трудової діяльності співвідношення цих складових неоднакове. Розрізняють працю *фізичну* і *розумову*. Під час фізичної роботи переважає м'язова діяльність, а під час розумової активізуються психічні процеси. Цей поділ досить умовним, так як будь-яка фізична діяльність організму не може відбуватися без участі

центральної нервової системи (ЦНС), а розумова – без участі м'язової системи.

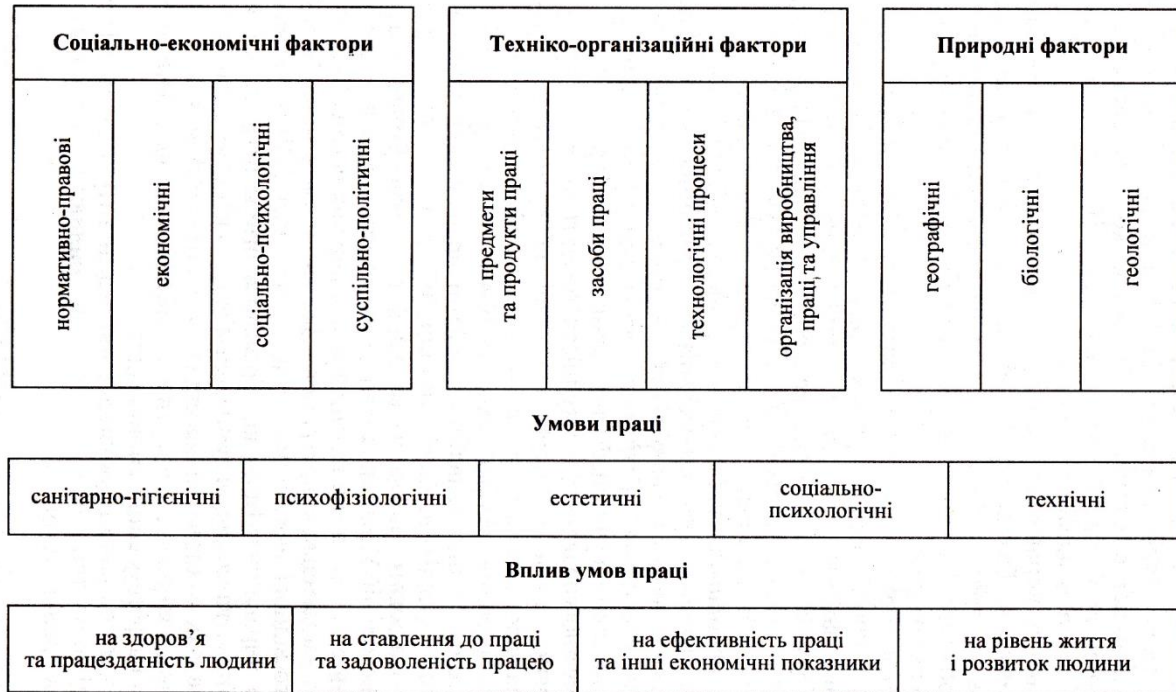


Рисунок 1.1 – Класифікація факторів формування умов праці працівника

Основними характеристиками трудового процесу як психофізіологічного виробничого фактору є важкість і напруженість праці. Вони відбивають фізіологічне значення праці, тобто *ступінь функціонального напруження організму* під час трудового процесу. Фізична праця характеризується важкістю праці, розумова – напруженістю праці.

Важкість праці – характеристика трудового процесу, яка відображає переважно енергетичну навантагу на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму, що забезпечують його серцево-судинну, дихальну та ін. діяльність (ДСТУ 2293:2014).

Вона характеризується фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом

стереотипних робочих рухів, розміром статичного навантаження, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі.

Напруженість праці – характеристика трудового процесу, яка відображає переважно інформаційну навантагу на центральну нервову систему, емоційну сферу, органи чуття працівника (ДСТУ 2293:2014).

До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Фізичне навантаження обумовлює підвищення рівня обмінних процесів, що зростають в міру збільшення навантаження. Показниками фізичного навантаження можуть служити кров'яний тиск, розподіл кровообігу в тканинах, максимальне споживання кисню, частота серцевих скорочень та ін. Під час фізичної роботи у кров надходить підвищена кількість адреналіну, у першу чергу із мозкової речовини наднирникових залоз. Адреналін мобілізує глікоген і жир із депо, активізує серцеву діяльність. При високих енерговитратах в організмі працівника відбуваються зміни водного обміну за рахунок підвищення потовиділення. Цей вид роботи обумовлює зміни у системі крові: збільшення кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну в крові внаслідок зниження об'єму плазми. Кількість лейкоцитів і їх форм теж змінюється в крові залежно від важкості та тривалості роботи.

Розумова праця потребує нервового напруження, яке визначається ступенем активізації певних нервових структур. В основі процесу активізації лежить підвищення рівня енергетичного обміну, імпульсної активності та сили збуджувального процесу. У цілому, спостерігається зниження загального тону організму, порушення обміну речовин, підвищення чутливості до дії емоціогенних факторів.

Працездатність – це стан людини, при якому сукупність фізичних, розумових і емоційних можливостей дає можливість їй виконувати роботу визначеного змісту, обсягу і якості.

Роботоздатність – стан людини, визначений можливістю фізіологічних і психічних функцій організму, що характеризує його здатність виконувати конкретну кількість роботи заданої якості за необхідний інтервал часу.

Працездатність людини є фізіологічною константою. Вона може змінюватися в певних межах і повертатися до вихідного рівня, підпорядковуючись механізму саморегуляції.

Для оцінки працездатності використовують дві групи показників:

– *виробничі* – кількість виробленої продукції, час виконання трудової операції, кількість робочих рухів за одиницю часу, тривалість мікропауз, наявність браку в роботі тощо;

– *фізіологічні, психологічні* – показники функціонального стану ЦНС, ССС, ДС, ендокринної, м'язової системи, систем крові, психічних функцій тощо.

При надмірному за тривалістю або величиною навантаженням розвивається несприятливий, граничний між нормою і патологією функціональний стан організму – **перенапруження**. Перенапруження формується при недостатньому відпочинку і проявляється як застійний процес збудження фізіологічних функцій з розширенням внутрішньосистемних процесів синхронізації взаємозв'язків. Подальше продовження роботи без достатнього відпочинку та активних заходів профілактики призводить до вичерпання фізіологічних резервів і розвитку перевтоми. **Перевтома** – це патологічний стан, який супроводжується різким зниженням продуктивності праці і потребує лікувальних та реабілітаційних заходів.

Комплексний вплив шкідливих виробничих факторів призводить до формування хронічного професійного стресу – дистресу. Останній час усе більшого розповсюдження набули психоемоційні навантаження, які грають провідну роль у формуванні так званого «вигоряння». Його визначають як хронічне нервово-емоційне перенапруження, яке призводить до серйозних зрушень у стані здоров'я людини. Його найчастіше спостерігають у працівників соціальної сфери, сфери послуг, диспетчерів, викладачів та ін.

1.4. ОЦІНКА РОБОТИ ЗА СТУПЕНЕМ ВАЖКОСТІ ТА НАПРУЖЕНОСТІ. КОЕФІЦІЄНТ ІНТЕНСИВНОСТІ ПРАЦІ. МЕТОДИКА ІНТЕГРАЛЬНОЇ БАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАЖКОСТІ ПРАЦІ

Фізіологічні затрати організму на працю виявляється у формуванні певних функціональних станів організму, які можуть бути визначені за фізіологічними та виробничими показниками. Вони використовуються як інтегральний критерій для оцінки важкості праці.

При цьому важкість праці визначається як функціональне напруження організму або окремих його систем під дією фізичних та/або нервово- та емоційно-психологічних навантажень. Несприятливі умови праці викликають додаткове функціональне напруження організму і підвищують фізіологічну вартість роботи насамперед за рахунок витрат енергії на пристосування до шкідливих впливів, тому важкість праці розглядають як інтегральну характеристику умов праці.

Отже, важкість праці виражається функціональним напруженням організму, яке виникає під впливом м'язового і нервово-емоційного навантаження, а також факторів виробничого середовища і є інтегральним критерієм оцінки умов праці.

Науковою основою класифікації праці за важкістю є сучасна фізіологічна теорія функціональних систем. *Функціональна система* – тимчасове функціональне об'єднання нервових центрів різних органів і систем організму для досягнення кінцевого корисного результату.

Виділяють *три функціональні стани організму* під час трудової діяльності: *нормальний, граничний (між нормою та патологією) та патологічний*. Такі функціональні стани організму можуть утворюватися як при фізичній, так і розумовій діяльності, з огляду на характер впливу навколишнього середовища.

Для оцінки функціонального стану організму використовують показники поточних змін фізіологічних функцій, які характеризують рівень працездатності і втоми у процесі праці, і показники більш віддалених наслідків роботи.

Критерієм для оцінки функціонального стану організму є наявність або відсутність *ефекту Сеченова – прискорення відновлення працездатності в умовах активного відпочинку*.

Інтенсивність праці характеризується затратами енергії, які безпосередньо пов'язані зі створенням продукту праці. Вона виявляється в збільшенні затрат енергії за одиницю часу за умови збільшення виробництва продукції, тобто продуктивності праці.

Інтенсивність праці визначається за *коефіцієнтом інтенсивності праці* за формулою :

$$K_i = K_m \cdot K_z, \quad (1.1)$$

де K_m – коефіцієнт темпу, частки одиниці; K_z – коефіцієнт зайнятості активною роботою, частки одиниці.

При нормальній інтенсивності праці коефіцієнт наближається до 1. Якщо він становить 1,01–1,08, то інтенсивність праці підвищена

(допустима); при коефіцієнтах від 1,09 до 1,15 – висока, а понад 1,16 – дуже висока.

Врахувати несприятливий вплив умов праці на працюючого дозволяє коефіцієнт важкості, або питома важкість праці, балів/хв, який визначається за формулою:

$$K_e = \frac{I_E}{480}, \quad (1.2)$$

де I_E – інтегральний показник важкості праці, балів;

480 – максимальний фонд робочого часу за зміну, хв.

Максимальне значення коефіцієнта важкості при шостій категорії важкості праці і восьмигодинній робочій зміні становить 0,125 балів/хв; при п'ятій категорії – 0,123 балів/хв; четвертій – 0,111 балів/хв; третій – 0,094; балів/хв; другій – 0,068 балів/хв ; першій – 0,037 балів/хв.

Операція або робота вважаються нормальними, якщо питома важкість їх не перевищує 0,068 балів/хв.

Інтегральний показник важкості праці (I_E) визначають розрахунковим шляхом за одним з двох методів.

Перший метод базується на врахуванні визначального, «провідного» елемента, який має найвищий бал, і пропорційного до своєї бальної оцінки впливу додаткових п'яти факторів. Для цього кожний фактор умов праці оцінюють за шести бальною шкалою за допомогою спеціальних таблиць (додаток А) і розраховують у балах за формулою :

$$I_E = \left[X_E \left(\sum_{i=1}^n X_i \cdot \frac{6 - X_E}{(n - 1) \cdot 6} \right) \right] \cdot 10, \quad (1.3)$$

де X_E – визначальний елемент, який отримав найвищу оцінку, балів,

$\sum_{i=1}^{n-1} X_i$ – сума балів всіх інших біологічно значущих факторів без X_E ;

n – кількість усіх елементів.

Біологічно значущими називають такі фактори умов праці, які формують певну категорію важкості на даному робочому місці. При цьому фактор оцінюється повним балом, якщо тривалість його дії (експозиція) становить від 90 до 100 % часу восьмигодинної робочої зміни. При меншій експозиції оцінка елемента (у балах) з врахуванням експозиції визначається за формулою:

$$X_{\phi i} = X_{\max} t_{\phi i} / 480, \quad (1.4)$$

де X_{\max} – максимальна оцінка фактору при експозиції від 90 до 100 % робочої зміни, балів;

$t_{\phi i}$ – фактична тривалість дії фактору протягом робочої зміни, хв;

480 – фонд робочого часу при восьмигодинній робочій зміні, хв.

Підвищення ступеня важкості на одну категорію можливе, якщо на працівника одночасно діють два або більше несприятливих елементи з оцінкою 4, 5 і 6 балів протягом більш як 90 % часу робочої зміни.

Зниження важкості на одну категорію дозволяється за умови, коли на робочому місці всі елементи, крім одного, сприятливі, а дія цього несприятливого елемента триває менше 80 % часу робочої зміни.

За другим методом інтегральний показник важкості праці враховує всі біологічно значущі фактори і вираховується за емпіричною формулою :

$$I_E = 19,7x - 1,6x^2, \quad (1.5)$$

де x – середня арифметична суми всіх біологічно значущих факторів, балів.

Виходячи з інтегральної оцінки визначається категорія важкості. Першій категорії важкості відповідає інтегральний показник до 18 балів; другій – від 19 до 33; третій – від 34 до 45; четвертій – від 46 до 53; п'ятій – від 54 до 59; шостій – від 59,1 до 60 балів. Найважчою роботою вважається шоста категорія. Встановлення категорії важкості праці на ґрунті інтегральної оцінки дозволяє визначити ступінь небезпеки реальних умов праці, що є на виробництві, а тому своєчасно розробити заходи щодо їх оптимізації, розробити систему пільг і компенсацій за несприятливі умови.

Встановлена категорія важкості праці на робочому місці є підставою для розрахунку доплат працівнику за шкідливі умови праці у розмірі 4–24 % відповідно до ступеня важкості (табл. 1.2).

Зростання коефіцієнта фактичної важкості праці за рахунок високої інтенсивності роботи враховується при встановленні відповідних доплат до тарифної ставки за несприятливі умови та інтенсивність праці.

Таблиця 1.2 – Категорії важкості праці за інтегральною бальною оцінкою

Категорія важкості праці	I	II	III	IV	V	VI
Інтегральна бальна оцінка (I_E), бали	до 18	від 19 до 33	від 34 до 45	від 46 до 53	від 54 до 58	від 59 до 69
Доплати за умови праці до тарифної ставки, %	–	–	4–8	12–16	20	24

Доплату за підвищену інтенсивність праці прийнято встановлювати для робіт, що нормуються, після впровадження нових норм праці у разі

коли немає підстав для встановлення доплати за збільшення обсягу робіт і розширення зон обслуговування. Як правило, такі доплати вводяться до підвищення тарифних ставок, але можуть вводитися на невстановлений строк. В Україні згідно Переліку доплат і надбавок до тарифних ставок (посадових окладів) працівників розмір доплат за інтенсивність праці знаходиться у межах до 12 % тарифної ставки робітника та до 50 % посадового окладу фахівця (службовця). Надбавка за інтенсивність праці державним службовцям встановлюється з урахуванням таких критеріїв: якість і складність підготовлених документів; терміновість виконання завдань, опрацювання та підготовки документів; ініціативності у роботі. Її розмір визначається згідно з наказом (розпорядженням) керівника державної служби в державному органі.

За «Гігієнічною класифікацією праці» оцінка умов праці за важкістю та напруженістю трудового процесу проводиться за показниками, що наведені в додатках 15, 16, 17 цієї класифікації.

Важкість та напруженість праці визначаються за *основними та допоміжними показниками*, що є характерними для конкретного робочого місця.

Основними показниками важкості праці є: фізичне динамічне навантаження, стереотипні робочі рухи, статичне навантаження, переміщення у просторі.

Основними показниками напруженості праці є: тривалість зосередження уваги або щільність сигналів, ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб або ступінь відповідальності за життя інших осіб, змінність при роботі виключно в нічну зміну.

Гігієнічна оцінка важкості та напруженості праці проводиться шляхом додавання відношень вимірних або розрахованих показників до їх допустимих рівнів, помножених на коефіцієнт значимості показника (1,0 – для основних показників, 0,15 – для допоміжних).

Клас та ступінь важкості й напруженості праці визначаються відповідно до розрахованих балів (сума відношень основних та допоміжних показників до їх нормативних рівнів, помножених на відповідний коефіцієнт) згідно з додатком 17 до «Гігієнічної класифікації праці» (табл. 1.2).

Найвищі клас та ступінь за факторами «важкість» або «напруженість» трудового процесу – 3 клас, 3 ступінь (особливо важка або особливо напружена праця).

Таблиця 1.2 – Визначення класу і ступеня важкості та напруженості

Критерії визначення класу та ступеня	Клас та ступінь шкідливості
До 1,0	2 клас
Від 1,0 до 2,0 включно	3 клас, 1 ступінь
Від 2,0 до 3,0 включно	3 клас, 2 ступінь
Більше 3,0	3 клас, 3 ступінь

Лекція 2

ФІЗИЧНІ ФАКТОРИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ЇХ ВПЛИВ НА ПРАЦЮЮЧИХ, НОРМУВАННЯ ТА НОРМАЛІЗАЦІЯ

План

2.1. Виробниче середовище і фактори, що його формують, їх вплив на здоров'я і працездатність працюючих.

2.2. Промислові аерозолі. Заходи і засоби регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу пилу на працівників.

2.3. Мікроклімат виробничих приміщень. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату на робочих місцях. Системи вентиляції та кондиціонування повітря.

2.4. Засоби захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження.

2.1. ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ І ФАКТОРИ, ЩО ЙОГО ФОРМУЮТЬ, ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я І ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРАЦЮЮЧИХ

Стан здоров'я і рівень працездатності працівників великою мірою залежить від виробничого середовища, в якому відбувається трудова діяльність. Виробниче середовище безпосередньо впливає на здоров'я та продуктивність праці, енергетичні витрати організму, нервово-м'язову і психічну діяльність працівника. У несприятливих умовах виробничого середовища працівник не тільки виконує трудові дії, але й зазнає додаткового навантаження на організм у зв'язку з необхідністю виконувати фізіологічну роботу з метою пристосування до тих чи інших факторів.

Найважливішими факторами виробничого середовища є фізичні, хімічні, біологічні та соціальні, які за певних умов можуть бути небезпечними і шкідливими для здоров'я працівників.

Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються за природою дії. До найважливіших з них відносять: підвищену запиленість повітря робочої зони; мікроклімат виробничих приміщень; підвищений рівень інфрачервоної радіації; підвищений рівень ультрафіолетової радіації; підвищений рівень вібрації, шуму, інфра- та ультразвуку на робочому місці; підвищений рівень іонізуючого і/чи електромагнітного випромінювання в робочій зоні; підвищена напруженість електричного і/чи магнітного полів; підвищений рівень статичної електрики, небезпечний рівень напруги в електричному колі, при замиканні якого струм може пройти через тіло людини; підвищена чи знижена іонізація повітря; фактори, які визначають умови роботи зору.

Фактори виробничого середовища мають як прямий, так і опосередкований вплив на стан, продуктивність та якість роботи працівника. Вплив факторів виробничого середовища залежить від їх властивостей, інтенсивності і тривалості дії.

За характером впливу на організм працівника вони поділяються на дві групи:

- адаптивні;
- неадаптивні.

До адаптивних належать фактори, до яких організм людини може в певних межах пристосуватися шляхом мобілізації діяльності структур і функцій організму. Знижена працездатність відновлюється завдяки раціоналізації режиму праці і відпочинку.

До неадаптивних належать фактори виробничого середовища, які справляють незворотний вплив на організм людини (промисловий пил, іонізуюче випромінювання тощо).

В умовах дії таких факторів завдяки компенсаторним механізмам організму можливе підтримання працездатності на належному рівні. Однак вони мають певні межі і зменшуються зі збільшенням інтенсивності і тривалості дії фактору. Цим визначається допустимий час дії того чи іншого фактору.

Фактори виробничого середовища мають як фізіологічні, так і психологічні межі. Фізіологічна межа характеризується такими нормативами, перевищення яких потребує припинення роботи. Психологічна межа характеризується певними нормативами, перевищення яких викликає у працівника відчуття дискомфорту.

Якщо дія фактору триватиме понад допустимий час, то у стані здоров'я працівника наступить погіршення і знизиться його працездатність. Це обумовило необхідність нормування факторів виробничого середовища за інтенсивністю і часом впливу, а також дотримання встановлених меж на робочих місцях.

Щоб оцінити умови праці, дати оцінку їх відповідності біологічним можливостям організму людини та визначити ступінь потенційної небезпеки виробничих факторів для працівника, необхідно мати кількісну характеристику факторів на робочому місці і еталон порівнянь, визнаний як безпечний рівень факторів. Таким еталоном є гігієнічні нормативи.

Відповідно до ДСТУ 2293:2014 *гігієнічний норматив* – це кількісний показник, що характеризує за медичними показниками оптимальний або допустимий рівень впливу та тривалість дії окремого чи кількох чинників виробничого середовища та трудового процесу.

Під гігієнічним нормуванням розуміють процедуру обґрунтування, апробації, затвердження та впровадження в практику гігієнічних нормативів.

Гігієнічні нормативи умов праці – ГДК, ГДР, ОБРВ тощо – рівні шкідливих виробничих факторів, які при щоденній (крім вихідних днів) 8-

годинній роботі, але не більш 40 годин на тиждень протягом усього робочого стажу не повинні викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені періоди життя нинішнього та наступних поколінь. При більшій (ніж 8-годинна) тривалості зміни у кожному конкретному випадку можливість виконання роботи повинна бути погоджена з закладами (установами) державної санітарно-епідеміологічної служби. Дотримання гігієнічних нормативів не виключає порушень стану здоров'я в осіб з підвищеною чутливістю.

Серед факторів виробничого середовища перші нормативи були обґрунтовані відносно показників мікроклімату та вмісту токсичних речовин у повітрі робочої зони. На сьогодні нормовано більшість факторів виробничого середовища. Вони представлені у ДСТУ, ДСН, державними медико-санітарними нормативами допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони.

2.2. ПРОМИСЛОВІ АЕРОЗОЛІ.

ЗАХОДИ І ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА І ЗНИЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ПИЛУ НА ПРАЦІВНИКІВ

Аерозолі – дисперсні системи, що складаються з дрібних твердих або рідких частинок (дисперсна фаза) та дисперсійного газового середовища (наприклад, повітря), де частинки знаходяться у завислому стані.

Частинки аерозолів мають розміри від найбільших молекул (від 1 нм) до 100 мкм, їхній вміст в 1 см³ повітря – від декількох одиниць до декількох тисяч. Аерозолі поділяються на тумани (дисперсна фаза – краплі рідини 10 мкм), дими (частинки 0,1–5 мкм), смог (0,1–50 мкм) та пил (до 10–100 мкм).

Пил – це тверді частки різних речовин розміром від часток мікрона до десятих часток міліметра, які здатні тривалий час знаходитися в повітрі у завислому стані. Пили можуть бути в стані *аерогелю*, тобто які вже осіли, і в стані *аерозолю*, тобто ті, що знаходяться у завислому стані.

Пил є розповсюдженим небезпечним та шкідливим виробничим фактором. Він утворюється внаслідок виробничих процесів та надходить з природних джерел.

Виробничий пил – це тверді частки різних речовин, що утворилися в процесі виробничої діяльності та перебувають у повітрі.

Пил, що з'являється в результаті процесів дезінтеграції, називається *аерозоль дезінтеграції*, а в результаті конденсації з пароподібного стану – *аерозоль конденсації*.

Процеси подрібнювання і руйнування матеріалів – основна причина утворення пилу в повітрі робочої зони буріння, вибухових і вантажно-розвантажувальних робіт, механічної обробка виробів (шліфуванні, поліруванні роботи) та ін. Аерозоль конденсації утворюється при термічних процесах сублімації твердих речовин (плавленні, електрозварюванні та ін.), охолодженні та конденсації парів металів (плазмовому напилюванні) і неметалів (пластмас). Іноді при металорізальних, шліфувальних, полірувальних та інших роботах мають місце аерозолі змішаного характеру. Їх дисперсна фаза містить частки, які утворюються як при дезінтеграції матеріалів, так і при конденсації парів.

Вміст пилу у виробничих умовах на робочих місцях може досягати десятків і навіть сотень мг/м³. У цехах механічної обробки металів різанням концентрація металевого пилу може дорівнювати 14–20 мг/м³, у ковальсько-пресових – 4–138 мг/м³, у ливарних цехах – 10–25 мг/м³ кремнійвміщуючого пилу. Обмолот хліба створює запиленість на рівні 700 мг/м³. Під час проведення бурових, розвантажувальних робіт вона може сягати 32–93 мг/м³, на камінняподріблювальних заводах – 200 мг/м³.

При цьому, граничні значення концентрацій пилу у повітрі робочої зони залежно від вмісту діоксиду кремнію становлять 2-6 мг/м³.

Виробничий пил класифікують за: розмірами часток, способом утворення, походженням, хімічним складом, пошкоджуючим ефектом та ін.

За розмірами частки пилу класифікують на видимі неозброєним оком (понад 10 мкм), мікроскопічні (0,25–10 мкм) та ультрамікроскопічні (менші за 0,25 мкм). У спокійному повітряному середовищі великі пилові частки (10–100 мкм) швидко осідають. Частки до 0,1 мкм практично не осідають і знаходяться у стані постійного броунівського руху та здатні спонтанно з'єднуватися між собою.

За походженням виділяють рослинний пил (зерновий, льняний та ін.) і тваринний (вовняний та ін.) У виробничому середовищі зустрічається близько 100 різновидів пилу.

За хімічним складом пил поділяють на *органічний*, *неорганічний* і *змішаний*. Органічний може бути *природним* (рослинний, тваринний) і *штучний* (аерозолі пластмас, барвників, антибіотиків, гормонів, отрутохімікатів та ін.). Неорганічний пил може бути мінеральним (цементним, азбестовим, кварцевим т.ін.) і металевим (залізним, цинковим, свинцевим та ін.).

За пошкоджуючим ефектом виробничі пили поділяють на *фіброгенної* (що викликають ураження органів дихання), загальнотоксичної (пили отруйних речовин, які викликають порушення життєдіяльності організму), *канцерогенної* (що сприяють розвитку новоутворень в організмі, в тому числі злоякісних), *подразнюючої*, *алергічної*, *радіоактивної* та іншої дії на організм. Крім того, пилові частки можуть бути носіями вірусів, бактерій, інших мікроорганізмів і бути причиною захворювань (туберкульозу, легеневої форми сибірської виразки та ін.).

При вдиханні пилів 30–50 % їх затримується у верхніх дихальних

шляхах – порожнині носу і носової частини глотки, 10 % проникає в бронхіоли і альвеоли, решта затримується слизовою оболонкою трахей і бронхів. Це є причиною багатьох захворювань працюючих. Наприклад, у ливарних виробництвах на пилові хвороби приходиться 56,7 % та на хронічні бронхіти – 14,6 % від усіх професійних захворювань.

Негативний вплив виробничого пилу на людину визначається її сумарним впливом на різні органи. Найбільшого впливу пилу зазнають органи дихання, шкіра, очі, кров і травний тракт.

Надходження пилів у дихальну систему може бути причиною гострого запалення слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, особливо порожнини носу, її гіпертрофії, а дія токсичних пилів може призвести до її некротичних змін. При тривалій дії пилів гострий запальний процес може перейти в хронічний з ураженням слизових оболонок глотки, гортані і трахеї, її атрофії. Найбільш характерними хронічними пиловими профзахворюваннями є *пневмоконіози* і *хронічний бронхіт*. При пневмоконіозах відбувається фіброзні зміни легень. Виділяють наступні основні види пневмоконіозів: *силікоз* – розвивається в результаті вдихання пилу, який містить вільний двоокис кремнію; *силікатоз* – виникає при вдиханні пилу мінералів, які вміщують двоокис кремнію в зв'язаному стані (азбест, тальк, цемент, скловолокно та ін.); *металоконіози* – з'являються від дії пилу металів (берилію, марганцю тощо). Найважча форма пневмоконіозу – силікоз, при якому, поряд з розростанням фіброзної тканини вздовж бронхів, судин, альвеол та порушенням функції дихання, відмічається розвиток емфіземи, хронічного бронхіту, легеневого серця, реєструються зміни імунної системи, обмінних процесів, порушення діяльності нервової системи. Постійно зростаючий при силікозі імунний дефіцит спричиняє розвиток туберкульозу, бронхіту, злоякісних новоутворень у легенях.

Пили можуть несприятливо впливати на органи зору: викликати

запалювальні процеси в кон'юктиві – кон'юктивіти, помутніння кришталика – катаракту, кератити та ін. На шкіру пили справляють подразнюючу, сенсibiliзуючу і фотодинамічну дію. Подразнення шкірних покривів пилом викликає появу дерматитів. Тривалий контакт з аерозолями мастильно-охолоджуваних рідин (МОР) спричиняє розвиток масляних фолікулів. Вплив на шкіру виробничих алергенів (синтетичні клеї, капрон, пили міді, хрому, кобальту), пил трав, бавовни, льону, пир'я та ін. призводить до виникнення алергічних дерматозів і екзем. Постійний контакт з продуктами переробки кам'яного вугілля і нафти на тлі інсоляції зумовлює розвиток фотодерматозів.

Ступінь шкідливої дії пилу залежить від його фізико-хімічних властивостей (хімічного складу, розчинності, дисперсності, форми і структури часток, електрзарядженості, радіоактивності) і *пилового навантаження* (ПН).

ПН – маса часток пилу, яка надходить в органи дихання за певний відрізок часу (робочу зміну, місяць, рік, увесь період роботи).

Від ступеня дисперсності пилу залежить тривалість його перебування в повітрі і глибина проникнення в органи дихання. Найбільшу небезпеку для організму має дрібнодисперсний пил з розміром часток менше 10 мкм (особливо розмірами 1-2 мкм).

Важливе значення мають токсичність та розчинність пилу, які залежать від його хімічного складу. Токсичний і добре розчинний пил швидше проникає в організм і викликає гострі отруєння (пил марганцю, свинцю, миш'яку), ніж нерозчинний, який призводить лише до місцевого механічного пошкодження тканини легень. Добра розчинність пилу, з одного боку може сприяти швидкому отруєнню, з іншого – нетоксичні пили (цукровий, борошняний тощо) швидко розчиняється у дихальних шляхах і виводяться з мокротинням, не завдаючи шкоди організму. Нерозчинні пилові частинки можуть тривалий час затримуватись у

дихальних органах і викликати негативні зміни в організмі, зумовлені їх фізико-хімічними властивостями.

Мають значення форма часток пилу (найнебезпечніша форма – голчаста) та їх електрзарядженість. Величина статичних зарядів пилових часток коливається у широких межах – від одного елементарного заряду до сотень і навіть тисяч. Частки пилу, що несуть електричні заряди, значно більше часу затримуються у дихальних шляхах, ніж нейтральні. У найбільшому ступені затримуються частки з позитивним знаком заряду. Заряджені частки викликають більш виражені зміни у легенях ніж електронейтральні.

Під час утворення пилові частки здатні сорбувати на своїй поверхні гази і пари. Адсорбуючи на поверхні легкі аероіони, пилові частки зменшують негативну іонізацію повітря, погіршуючи його якість.

При вдиханні з повітрям радіоактивних часток і при затриманні їх в легенях і лімфатичних вузлах можуть виникати променеві опіки, при адсорбції в крові вони стають джерелом внутрішнього опромінювання інших тканин.

Крім шкідливої дії на організм людини, пил також підвищує зношення обладнання, головним чином тих частин, які труться одна об одну, збільшуючи брак продукції. При певному вмісті горючих пилів у повітрі можуть утворюватися вибухові суміші. До такого пилу належать вугільний, цукровий, борошняний, крохмальний, сажний, алюмінієвий та ін. З пилом можуть втрачатися цінні речовини і матеріали. Значна концентрація пилу в повітрі погіршує видимість, що призводить до зростання травматизму, зниження продуктивності праці.

Гігієнічна оцінка пилового забруднення повітря робочої зони передбачає визначення *кількісних* та *якісних* характеристик запиленості виробничих приміщень. Кількісна оцінка повітря полягає у визначенні загальної кількості пилу шляхом його сепарації з повітряного потоку,

зважування пилу (*весовий метод або гравіметричний*) і підрахунку пилових частинок (*коніметричний або лічильний*). Для підрахунку часток найчастіше використовують мікроскоп або спеціальні прилади для підрахунку кількості часток – коніметри. Лічильний метод є допоміжним до весового і застосовується найчастіше у гігієнічних дослідженнях. За результатами вимірів встановлюють кількість (масу) пилу в одиниці об'єму повітря (*концентрацію пилу у повітрі в мг/м³*) або у разі використання лічильного методу – *кількість пилових часток в 1 см³*. Якісну характеристику пилу дають на підставі вивчення фізико-хімічних властивостей пилу (морфологічна будова, хімічний склад, дисперсність (співвідношення часток різного розміру), електричний стан.

Залежно від мети вимірювань визначають *максимально разові (МРК) і середньозмінні (СЗК) концентрації* пилу в одиниці об'єму повітря у мг/м³.

Оцінка пилового фактору проводиться шляхом порівняння отриманих значень *максимально разових концентрацій (МРК)* пилу з гранично допустимими концентраціями (ГДК, мг/м³), що встановлені у «Державних медико-санітарних нормативах допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони».

МРК пилу – концентрація пилу, що визначається за результатами безперервного або дискретного відбору проб повітря в зоні дихання працюючих або у робочій зоні за проміжок часу, що дорівнює 30 хв, при технології процесу, яка супроводжується максимальним утворенням пилу. Вона використовується для оперативного контролю запиленості.

Заключним етапом оцінки пилового фактору є визначення *пилового навантаження (ПН)*.

Для розрахунку пилового навантаження (ПН) на органи дихання використовують значення *середньозмінних концентрацій (СЗК)*.

СЗК – концентрація пилу, що визначається за результатами

безперервного або дискретного відбору проб повітря в зоні дихання працюючих або у робочій зоні за проміжок часу, що дорівнює 75 % тривалості зміни.

Пилове навантаження визначається за такою формулою:

$$\text{ПН} = \text{СЗК} \cdot t_{\text{дії}} \cdot V_{\text{дих.прац}}, \quad (2.1)$$

де СЗК – середньозмінна концентрація пилю, мг/м³;

$t_{\text{дії}}$ – тривалість дії;

$V_{\text{дих.прац}}$ – об'єм дихання працюючого.

Для боротьби з пилом застосовують комплекс технологічних, санітарно-технічних, організаційних та інших заходів. Найбільш ефективними є технологічні заходи. Зниженню пилоутворення сприяє комплексна автоматизація і механізація технологічних операцій. У боротьбі з пилом у виробничих приміщеннях істотне значення мають архітектурно-планувальні рішення будівель і споруд. Наприклад, у ливарних цехах обладнання обрубних і сумішеприготувальних відділень, вибивних ділянок, очисних барабанів, дрібноструминних камер потрібно розміщати в ізольованих приміщеннях. Серед санітарно-технічних засобів боротьби з виробничим пилом найбільш ефективним є загальнообмінна і місцева вентиляція, яка запобігає надходженню його у зону дихання працівників. Як протипиловий захід застосовують укриття устаткування з високим пилоутворенням та гідрознепилювання.

У випадках, коли зниження рівня запиленості повітря до ГДК технічно недосяжне, велику роль відіграють засоби індивідуального захисту органів дихання (респіратори, маски). Значного поширення одержали протипилові респіратори ШБ-1, «Пелюсток-200» «Пелюсток-40» та засоби індивідуального захисту органів дихання вітчизняного

виробництва «ПУЛЬС-К» та «ПУЛЬС-М», «РОСТОК», «РОСТОК-1». При виконанні піско- і дрібноструминних робіт, електрозварювання у замкнених просторах слід користуватися спеціальними скафандрами і масками з подачею чистого повітря у зону дихання працівника (8-12 м³/год). Для захисту від потрапляння пилових частинок в очі застосовують окуляри закритого типу.

В останній час рекомендують для захисту від аерозолів респіратори РУ-60М і РПА-ГП при концентрації їх в повітрі не більше 200 мг/м³. Респіратор РУ-60М газопилозахисний складається з гумової напівмаски ПР-7, трикотажного обтюратора, наголів'я, двох змінних фільтруюче-поглинаючих патронів, що містять спеціалізований поглинач і протиаерозольний фільтр.

Відповідно до вимог національного стандарту ДСТУ EN 149:2017 «ЗІЗОД. Півмаски фільтрувальні для захисту від аерозолів. Вимоги, маркування, випробування» на кожному респіраторі відображається інформація: модель, ідентифікація виробника, клас захисту, вказівки що до застосування та номер національного стандарту, якому відповідає продукція. Існують два типи респіраторів:

- NR (не використовувати повторно) – призначені для використання за одну зміну;

- R (багаторазове використання) – призначені для використання більше, ніж за одну зміну.

Багаторазові вимагають оброблення та доглядання у перервах між використанням, одноразові – ні.

Що стосується респіраторів з маркуванням FFP (FF – фільтрувальна лицева частина, P – протиаерозольні), то вони бувають 3-х класів, що позначається цифрою. Позначка 1 (низької ефективності) призначені для захисту органів дихання від мінерального, органічного, а також синтетичного та іншого промислового пилу. Зменшує концентрацію

аерозолі в 4 рази (до 4 ГДК).

Серед заходів, спрямованих на профілактику пилових захворювань, центральне місце посідає медичний контроль за станом здоров'я працівників та їх раціональне харчування.

2.3. МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ. ЗАХОДИ ТА ЗАСОБИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ. СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Під *метеорологічними умовами* або *мікрокліматом виробничих приміщень* розуміють умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення (ДСН 3.3.6.042-99).

На мікроклімат виробничих приміщень значно впливають природні фактори - кліматичні та погодні умови регіону, де здійснюється виробнича діяльність. Мікрокліматичні умови, що створюються у виробничих приміщеннях цілеспрямовано називаються штучним виробничим мікрокліматом.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються згідно ДСН 3.3.6.042-99 такими показниками:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкість руху повітря,
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення,
- температура поверхні.

Коротко охарактеризуємо основні параметри метеорологічних умов.

За тепловиділенням виробничі приміщення поділяють на *гарячі та холодні*. Приміщення, в яких тепловиділення від обладнання, матеріалів, людей, сонця перевищують 20 ккал на 1 м³ за годину, відносяться до гарячих. Як правило, основними при цьому є теплові випромінювання від нагрітих поверхонь обладнання і матеріалів. У приміщеннях, що мають надлишки зайвого тепла враховується такий показник, як інтенсивність теплового опромінення від нагрітих поверхонь (Е, Вт/м²). Джерелами опромінення можуть бути усі випромінюючі поверхні виробничого середовища, що мають температуру понад 36-37 °С. Найбільше тепловиділення від обладнання та матеріалів спостерігається в металургії (доменні, прокатні, мартенівські цехи), машинобудуванні (ливарні, ковальсько-пресові, термічні цехи), текстильній промисловості (фарбувальні та сушильні відділення), на хлібозаводах у пекарних цехах та ін. Так, у ливарних цехах машинобудівних виробництв інтенсивність теплового випромінювання біля електропечі при випуску сталі становить 7–8,4 кВт/м², а біля відкритого вікна мартенівської печі на відстані 1–2 м - 9,1–11,2 кВт/м². У ковальсько-пресових цехах при нагріві металу на високочастотних установках випромінюється тепла 0,24-0,3 кВт/м², біля нагрівальних печей, пресів та молотів - 1,4–2,1 кВт/м². У термічних цехах інтенсивність теплового випромінювання від вертикальної загартовувальної печі становить 2,1–3,13 кВт/м². Це виробничі приміщення з *нагрівальним мікрокліматом*. За «Гігієнічною класифікацією...» нагрівальний мікроклімат - поєднання параметрів мікроклімату (температури повітря, вологості, швидкості руху, інфрачервоного випромінювання), за якого спостерігається порушення теплообміну людини з навколишнім середовищем, виражене накопиченням тепла в організмі вище верхньої межі оптимальної величини (>0,87 кДж/кг) та/або збільшенням частки втрати тепла під час роботи

потових залоз (>30 %) в загальній структурі теплового балансу, появою загальних або локальних дискомфортних тепловідчуттів (трохи тепло, тепло, спекотно).

На низці виробництв роботи проводяться при зниженій температурі повітря. Так, в холодильних камерах підтримується температура від 0 до -20 °С, підвальних приміщеннях пивоварних заводів - $+4$ - $+7$ °С. Багато робіт проводиться у неопалюваних приміщеннях (склади, елеватори та ін.), або виконуються на відкритому повітрі (будівельні майданчики, каналізаційні мережі та ін.). У цьому випадку на працівників діє *охолоджувальний мікроклімат*. Це поєднання параметрів мікроклімату, за якого відбувається зміна теплообміну організму, що призводить до появи загального або локального дефіциту тепла в організмі ($>0,87$ кДж/кг) внаслідок зниження температури «ядра» та/або «оболонки» тіла (температура «ядра» і «оболонки» тіла відповідно температура глибоких та поверхневих шарів тканин організму).

Вологість повітря у виробничому приміщенні певною мірою визначається технологічним процесом та негерметичністю апаратів та систем водопостачання. Джерелами підвищеної вологості повітря можуть бути відкриті поверхні обладнання (фарбувальні, промивні апарати тощо) з яких випаровується волога. Рівень вологості підвищений у басейнах, саунах, пунктах мийки автомобілів та ін. У цих приміщеннях вологість повітря може досягати 80-90 %. У той же час у цехах металургійних підприємств відносна вологість повітря в робочій зоні може знижуватися до 20 % і нижче.

Вологість повітря оцінюється відносною вологістю (ϕ , %), що являє собою відношення абсолютної вологості до максимально можливої при даній температурі.

Швидкість руху повітря (V , м/с) оцінюється вектором усередненої швидкості переміщення повітряних потоків (струменів) під дією різних

сил, що їх викликають.

Рух повітря створюється через різницю температур в суміжних ділянках приміщення, інтенсивний обмін повітря із зовнішнім середовищем, під час роботи вентиляційних систем, повітряні потоки, які створюються рухомими частинами машин і механізмів та ін. Підвищення швидкості руху повітря реєструються під час роботи систем повітряного душування, що працюють на зовнішньому повітрі, кондиціонування та ін.

Для оцінки комфортності умов праці залежно від температури і вологості повітря використовується показник *ефективних температур*. Ефективною вважається температура, яку відчуває людина при певній вологості повітря і відсутності його руху. Рух повітря у приміщенні може посилювати або послаблювати дію інших метеорологічних факторів. Для оцінки комфортності умов праці залежно від температури, вологості і руху повітря використовується *показник ефективно-еквівалентної температури*.

Ефективно-еквівалентною вважається температура, яка відчувається людиною при певній відносній вологості і швидкості руху повітря. Її значення використовуються для нормування мікроклімату виробничих приміщень.

Інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення. Ливарні, ковальські, термічні ділянки (цехи), просочувальні і зварювальні ділянки (відділення) та інші гарячі виробництва відносять до виробництв з надлишками променистої (теплової) енергії. Знаходячись поблизу нагрітого устаткування, виробів, людина зазнає впливу інфрачервоних (ІЧ) променів. При розплавленні металу виділення тепла становить близько 3000 МДж на тонну металу.

Довжина хвилі ІЧ променів обумовлює різну глибину їх проникнення, у зв'язку з чим ІЧ хвилі розділяють на три зони.

Зона А (при $\lambda = 0,76-1,4$ мкм, короткохвильова зона). Промені

поглинаються шаром дерми, підшкірною жировою клітковиною, кров'ю, кришталиком ока. Під їх дією розігрівається шкіра, підсилюється обмін речовин, змінюється склад крові і стан центральної нервової та серцево-судинної систем, підвищується температура тіла (до 40-41 °С) і підсилюється потовиділення; може відбутися тепловий удар з наступною втратою свідомості; розігрівається кришталик, що може привести до його помутніння (катаракти).

Зона В ($\lambda = 1,4-3,0$ мкм, довгохвильова зона). Промені поглинаються шаром епідермісу, слизистою рідиною і роговицею ока. Під їх дією з'являються патологічні зміни очей: кон'юнктивіти, помутніння роговиці, опік сітківки, «снігова» сліпота.

Зона С (при $\lambda > 3$ мкм, довгохвильова зона). Дія цих променів є аналогічною дії променів зони В.

На виробництві найчастіше спостерігаються ІЧ промені з довжиною хвилі короткохвильової зон. У гарячих цехах температура поверхні джерел випромінювання (розплавленого та нагрітого металу) коливається в межах від 300-500 до 1300-2000 °С; максимум випромінювання при цьому припадає на довжину хвилі від 0,76 до 3-9 мкм. Так, розплавлена сталь, рідкий чавун та шлак біля поворотного жолоба випромінюють інфрачервоні промені з максимальною довжиною хвилі 1,8 мкм. Найбільш проникну до організму людини здатність мають інфрачервоні промені з довжиною хвилі до 1,5 мкм. Робітники, які обслуговують електросталеплавильну піч, зазнають дії інфрачервоного випромінювання на відстані від джерела 1,5 м понад 11 тис. Вт/м². Одноразова тривалість такого опромінення, як правило, може бути коротка, але протягом робочого дня загальне опромінення може бути дуже значним (від 15 до 50 % робочого часу).

Дія ІЧ випромінювання при поглинанні їх у різних шарах шкіри зводиться в основному до її нагрівання. При цьому активізується обмін

речовин, збільшується вміст натрію та фосфору у крові, зменшується число лейкоцитів. ІЧ-випромінювання впливає також на функціональний стан центральної нервової системи, призводить до змін у серцево-судинній системі, підвищується пульс і дихання, підвищується температура тіла, посилюється потовиділення. ІЧ випромінювання мають негативну дію на слизову оболонку очей, кришталик і можуть привести до патологічних змін в органах зору: помутніння рогівки та кришталика, кон'юнктивіту, опіку сітківки. Найбільш тяжкі ураження зумовлюються короткохвильовим ІЧ випромінюванням.

Параметри мікроклімату нормуються згідно до вимог нормативного документу ДСН 3.3.6.042-99. Він встановлює оптимальні чи допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря для робочої зони виробничих приміщень з урахуванням постійних і непостійних робочих місць.

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності. Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць.

При виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням в кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами, в залах обчислювальної техніки та інших приміщеннях повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22– 24 °С, відносна вологість 60–40 %, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/с).

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину

можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі величини мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю.

Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих місць.

У виробничих приміщеннях, де з технічних чи економічних причин неможливо забезпечити допустимі нормативні показники мікроклімату, повинні передбачатися заходи щодо захисту працюючих від перегрівання чи охолодження.

У ДСН 3.3.6.042-99 встановлені нормативи для такого показника мікроклімату як *інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення*.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленних огорожень не повинна перевищувати $35,0 \text{ Вт/м}^2$ - при опроміненні 50 % та більше поверхні тіла, 70 Вт/м^2 - при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50 %, та 100 Вт/м^2 - при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла працюючого.

При наявності джерел з інтенсивністю $35,0 \text{ Вт/м}^2$ і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплового періоду року, на непостійних - верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал,

скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до $140,0 \text{ Вт/м}^2$. Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

У виробничих приміщеннях, які розташовані в районах з середньою максимальною температурою найбільш жаркого місяця вище $25 \text{ }^\circ\text{C}$ допускаються відхилення від величин показників мікроклімату для даної категорії робіт, але не більше ніж на $3 \text{ }^\circ\text{C}$. При цьому швидкість руху повітря повинна бути збільшена на $1,1 \text{ м/с}$, а відносна вологість повітря знижена на 5 % при підвищенні температури на кожний градус вище верхньої межі допустимих температур повітря.

У виробничих приміщеннях, в яких не можна встановити допустимі величини мікроклімату через технологічні вимоги до виробничого процесу, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність передбачаються заходи щодо захисту від можливого перегрівання та охолодження за допомогою систем місцевого кондиціонування повітря, повітряного душування та обладнання приміщень з оптимальним мікрокліматом. Особливу увагу необхідно приділяти забезпеченню працівників спецодягом для захисту від перегрівання та переохолодження засобами індивідуального захисту та регламентації часу роботи та відпочинку.

Поряд з розглянутими мікрокліматичними факторами з метою забезпечення їх оптимальних значень у виробничих приміщеннях регламентується такий показник як *температура поверхні*.

Згідно вказаних нормативних документів температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання (екрани і т. ін.), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожувальних конструкцій не повинна виходити більш ніж на $2 \text{ }^\circ\text{C}$ за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт.

Якщо температура внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій вища або нижча за оптимальну температуру повітря, робочі місця мають бути віддалені від них на відстань не менше 1 м. Для профілактики порушень, які умовлені дією надлишкового тепла, температура поверхні огорожувальних пристроїв не повинна перевищувати 45 °С.

Регламентуються також *перепади температури повітря по вертикалі та горизонталі робочої зони*, а також їх коливання протягом робочої зміни. Перепад температури повітря за висотою робочої зони при забезпеченні допустимих умов мікроклімату не повинен бути більше 3 °С для всіх категорій робіт, а по горизонталі робочої зони та протягом робочої зміни - виходити за межі допустимих температур для даної категорії роботи. Коливання температури по горизонталі робочої зони допускається у таких межах: до 4 °С при легких роботах (Іа, Іб) ; до 5 °С – при роботах середньої важкості (ІІа, ІІб); до 6 °С – при важких роботах.

Для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуються результати вимірювань його складових згідно з ДСН 3.3.6.042-99 або *інтегральний показник теплового навантаження середовища – ТНС-індекс* (за наявності теплового опромінення не вище 1000 Вт/м² для виробничих приміщень незалежно від пори року та відкритих територій у теплу пору року).

ТНС-індекс - емпіричний інтегральний показник (виражений в °С), який відтворює поєднаний вплив температури, вологості, швидкості руху повітря, інфрачервоного випромінювання на теплообмін людини з навколишнім середовищем.

ТНС-індекс визначається на підставі величини температури змоченого термометра, аспіраційного психрометра ($T_{вл}$) та температури всередині зачерненого шару ($T_{ш}$).

ТНС-індекс розраховується за рівнянням:

$$ТНС = 0,7 \cdot T_{вл} + 0,3 \cdot T_{ш} \quad (2.2)$$

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях

і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. При коливаннях мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при прийманні до експлуатації нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо. При проведенні вимірювання в холодний період року температура зовнішнього повітря не повинна бути вищою за середню розрахункову температуру, в теплий період - не нижчою за середню розрахункову температуру, що приймається для опалення та кондиціонування за оптимальними та допустимими параметрами.

Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги - при роботі сидячи, 1,5 м від підлоги - при роботі стоячи. У приміщеннях з більшою щільністю робочих місць при відсутності джерел локального тепловиділення, охолодження та вологовиділення вимірювання проводяться в зонах, рівномірно розподілених по всьому приміщенні. При цьому в приміщеннях, які мають площу до 100 м², повинно бути не менше 4-х зон, що оцінюються, а площею до 400 м² - не менше 8-ми. У приміщеннях з площею понад 400 м² - кількість визначається відстанню між ними, яка не повинна перевищувати 10 м. При наявності кількох джерел інфрачервоного випромінювання або джерел великої площі вимірювання інфрачервоного випромінювання на робочому місці проводиться у напрямку максимуму потоку від джерела. Вимірювання здійснюється через кожні 30-40° С навколо робочого місця для визначення максимального опромінення. При цьому приймач приладу розташовують перпендикулярно падаючому

потоків енергії.

Температура та відносна вологість повітря вимірюються приладами, заснованими на психрометричних принципах. Можливе використання тижневих і добових термографів і гігрографів. Швидкість руху повітря вимірюється анемометрами ротаційної дії. Малі величини швидкості руху повітря (менше 0,3 м/с), особливо при наявності різноспрямованих потоків, вимірюються електроанемометрами, циліндричними або кульовими кататермометрами.

Температура поверхонь огорожуючих конструкцій (стін, стелі, підлоги) або обладнань (екранів і т. ін.), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування вимірюються приладами, що діють за принципом термоелектричного ефекту. Інтенсивність теплового опромінення вимірюється приладами з чутливістю в інфрачервоному діапазоні, що діють за принципами термо-, фотоелектричного та інших ефектів, або визначається розрахунковим методом за температурою джерела. Діапазон вимірювання та допустима похибка приладів нормується ДСН 3.3.6.042-99.

Параметри оцінюються: як оптимальні, якщо середнє значення та результати не менше $2/3$ вимірювань знаходяться в межах нормативних оптимальних величин; як допустимі, якщо середнє значення та результати не менше $2/3$ вимірювань знаходяться в межах нормативних допустимих величин; як такі, що не відповідають Санітарним нормам, якщо середнє значення та результати більше $2/3$ вимірювань не відповідають вимоги до унормованих параметрів мікроклімату, що викладені у ДСН 3.3.6.042-99.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів, які включають *будівельно планувальні, організаційно – технічні та інші заходи колективного захисту*. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовують *засоби індивідуального захисту, медико – біологічні*

тощо.

I. Будівельно - планувальні заходи. Нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягненні, в першу чергу, за рахунок:

а) раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з тепло -, холодо - та волого виділеннями.

б) у приміщеннях із значними площами застелених поверхонь передбачаються заходи щодо захисту:

– від перегрівання при попаданні прямих сонячних променів в теплий період року (орієнтація віконних прорізів схід – захід, улаштування лоджій, жалюзі, сонцезахисних плівок та ін.);

– від радіаційного охолодження – в зимовий (використання стін певної товщини та конструкції, подвійного скла).

II. Організаційно – технічні та санітарно-технічні заходи передбачають використання:

1) в приміщеннях з надлишками (явного) тепла

- аерації (природної вентиляції) над основними джерелами тепла (аераційні ліхтарі та шахти);

- механічної загально обмінної вентиляції (наприклад, при наявності одиничних джерел тепловиділень над обладнанням встановлюють локальні відсмоктувачі, витяжні зонти, тощо);

- кондиціонування з регулюванням температури та об'єму повітря, що подається (у замкнених і невеликих за об'ємом приміщеннях при виконанні операторських робіт, кімнатах відпочинку тощо);

- повітряного та водно-повітряного душування робочого місця.

Питання організації вентиляції виробничих приміщень докладно будуть розглянуті в наступному підрозділі;

2) для попередження переохолодження:

- повітряних або повітряно – теплових завіс (біля воріт, входів,

тамбурів - шлюзів);

- центрального опалення;
- влаштування спеціальних місць для швидкого і ефективного обігріву (локальним промінево-контактним нагрівом);

3) *механізації, автоматизації та дистанційного управління* технологічними процесами і устаткуванням для зменшення термічних навантажень на працюючих. У гарячих цехах механізація трудомістких робіт має особливе значення, тому що в цих умовах важка фізична праця підсилює напруження механізму терморегуляції організму. Механізації потребують процеси розливання металу, заповнення плавильних агрегатів і нагрівальних печей, ковальські роботи, гаряче штампування тощо. Дистанційне керування дістає усе більшого поширення, у першу чергу, для керування кранами в гарячих цехах, а також при транспортуванні речовин і матеріалів на будівництвах та ін.;

4) *раціонального розміщення робочих місць:*

- при температурі внутрішніх поверхонь засклення вище (або нижче) допустимих величин робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м;
- екранування робочих місць від джерел холоду - та тепловипромінювань.

III. Конструктивні заходи:

1). При наявності джерел тепловипромінювання вживають *комплекс заходів з теплозахисту устаткування та нагрітих поверхонь* за допомогою:

- теплоізоляції,
- теплозахисних екранів,
- герметизації обладнання.

Теплова ізоляція дає можливість не тільки поліпшити умови праці та зменшити втрати тепла, але і підвищити продуктивність печей, заощадити

паливо, збільшити термін служби агрегатів, інтенсифікувати технологічний процес тощо.

Залежно від принципу дії теплозахисні екрани поділяються на:

- *теповідбивні* – одинарні або подвійні металеві листи (сталеві, алюмінієві, з оцинкованого заліза, поліровані чи покриті білою фарбою), загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, склотканини, плівковий матеріал та ін.;

- *теповбираючі* – сталеві або алюмінієві листи чи коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, вермикулітових плит та інших тепло ізолюючих матеріалів, одинарна або подвійна сталева сітка з загартованим силікатним склом, загартоване силікатне органічне скло та ін.;

- *теповідвідні* – водоохолоджувальні (з металевих листів або сітки з водою, що стікає), водяні завіси та ін.;

- *комбіновані*.

2). Впроваджуються також більш раціональні технологічні процеси і устаткування – здійснюється заміна гарячого способу обробки металу холодним, полум'яного нагрівання – індукційним, кільцевих печей у виробництві цегли – тунельними тощо.

IV. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) використовуються при неможливості забезпечити нормативні параметри опромінення на робочих місцях. Це спеціальний одяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук. Спецодяг робочих гарячих цехів виготовляють із сукна, брезенту, льняних тканин, а також із синтетичного волокна, хімічно обробленого, з вогнестійким просоченням та ін. Для захисту голови від перегріву й опіку, іскор та бризок металу застосовують капелюхи із широкими полями з повсті чи фетру грубо шерстяного сукна, захисні каски з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату. Для захисту ніг використовують спецвзуття, підошва якого має бути хромового дублення

(не гумова) і рифлена. Для захисту рук від опіку передбачено рукавиці брезентові, суконні комбіновані з надолонниками зі шкіри. Для захисту очей та обличчя застосовують щитки з органічного скла та металеві сітки, захисні окуляри із світофільтрами та ін. Взимку для працюючих на відкритому повітрі передбачені ватяні штани, ватяні куртки і валянки. Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь до температур 40 °С.

V. Лікувально-профілактичні заходи:

- організація раціонального режиму праці та відпочинку;
- попередні (при прийомі на роботу) та періодичні медичні огляди з метою попередження, а також ранньої діагностики захворювань у працюючих;

- обладнання приміщень з оптимальним мікрокліматом для відпочинку на час регламентованих перерв, прийому їжі та інші. При температурі повітря, що перевищує допустимий рівень, тривалість регламентованих перерв становить не менше 10 % робочого часу на кожні 2 °С перевищення. При поєднанні температури повітря, що перевищує допустимий рівень з відносною вологістю, яка перевищує 75 %. Тривалість регламентованих перерв рекомендується встановити не менше 20 % робочого часу;

- для профілактики порушень водно - сольового балансу забезпечують компенсацію рідини, солей (натрію, калію, кальцію та ін.), мікроелементів (магнію, міді, цинку, йоду та ін.).

Одним з найважливіших санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують нормалізацію повітряного середовища у приміщенні є *вентиляція* – організований, тобто такий, що розраховується й регулюється, повітрообмін у приміщеннях та *неорганізоване надходження і видалення повітря* відбувається через щілини і пори зовнішніх огорож (інфільтрація), через вікна тощо.

Види вентиляції:

- за функціональним призначенням вентиляція буває робочою та аварійною (при виробничих неполадках і аваріях).
- за засобом переміщення повітря буває природною, з механічним споткуванням; змішаною.
- за місцем дії (охопленням приміщення) – загально обмінною, місцевою та комбінованою.

Місцева вентиляція буває припливною та витяжною. Перевага місцевої вентиляції порівняно із загально обмінною полягає в значно менших витратах на обладнання й експлуатацію.

Місцева припливна вентиляція слугує для подачі повітря на визначені робочі місця. Найбільш поширені види місцевої вентиляції: повітряне душення, повітряно-теплова завіса біля воріт, повітряні оазиси.

Повітряні душі – спрямований зі швидкістю 1–3,5 м/с потік повітря на робочі місця в гарячих цехах. Його дія сприяє збільшенню віддачі тепла організмом людини шляхом конвекції і випарювання.

Повітряно-теплова завіса біля воріт служить для запобігання надходженню холодного зовнішнього повітря у виробниче приміщення. Її робота оснований на подаванні підігрітого повітря до воріт з невеликими швидкостями крізь щілиноподібні повітроводи (частіше по висоті воріт). Це забезпечує захист людей від охолодження.

Повітряні оазиси призначені для забезпечення необхідних метеорологічних умов на обмеженій площі приміщення, яка відділяється з усіх боків легкими пересувними перегородками і заповнюється повітрям з певними параметрами.

Комбінована вентиляція – це поєднання місцевої та загально обмінної. Такий вид вентиляції знайшов найбільшого поширення у виробничих приміщеннях.

Продуктивність загально обмінної вентиляції чи кількості повітря,

поданого у приміщення, L , м³/год, визначається різними методами залежно від призначення приміщення та видів шкідливих речовин, що виділяються. За відсутності у приміщенні шкідливих речовин (адміністративні та навчальні будівлі) продуктивність загально обмінної вентиляції обчислюється за формулою

$$L = n \cdot L', \quad (2.3)$$

де n – кількість працівників; L' - витрата повітря, м³/год, прийнята за санітарними нормами залежно від об'єму приміщення V , м³, що припадає на одного працівника:

$$\text{при } \frac{V}{n} < 20 \quad L' = 30;$$

$$\text{при } 40 > \frac{V}{n} > 20 \quad L' = 20;$$

$$\text{при } \frac{V}{n} > 40 \text{ – допускається періодичне провітрювання.}$$

При виділенні тепла кількість повітря розраховується з умов матеріального балансу шкідливих речовин, що надходять у приміщення та видаляються з нього, і вологи чи теплового балансу при виділенні тепла.

При виділенні надлишків (явного) тепла:

$$L = Q_n / c \rho_{\text{пр}} (T_{\text{вид}} - T_{\text{пр}}), \quad (2.4)$$

де Q_n – надлишкове виділення явної теплоти, кДж/год; c – питома теплоємність повітря при сталому тиску, кДж/кг·град; $\rho_{\text{пр}}$ – густина припливного повітря, кг/м³; $T_{\text{вид}}$, $T_{\text{пр}}$ – відповідно, температура повітря, що видаляється, та припливного, °С.

При виділенні зайвої вологи:

$$L = G_{\text{в.п}} / \rho_{\text{вид}} (d_{\text{вид}} - d_{\text{пр}}), \quad (2.5)$$

де $G_{\text{в.п}}$ – маса водяних парів, що надходять у приміщення, г/год; $\rho_{\text{вид}}$ – густина водяних парів, що видаляються з приміщення, кг/м³; $d_{\text{вид}}$, $d_{\text{пр}}$ – відповідно, вологовміст повітря, що видаляється, та припливного, г/кг.

Найбільшого поширення на машинобудівних підприємствах отримала

аерація й вентиляція за допомогою дефлекторів.

Аерація – природна вентиляція, що виконує роль загально обмінної. Повітрообмін при аерації здійснюється внаслідок природних факторів – теплового або гравітаційного напору, який залежить від різниці температур усередині приміщення і зовні (а отже різниці густин повітря усередині приміщення $\rho_{\text{ср.п}}$, кг/м³, та зовні $\rho_{\text{з}}$, кг/м³, а також вітрового напору у результаті обдування будівлі вітром.

Розрахунок аерації. Розрахунок аерації виконують для теплового періоду року як найбільш несприятливого для аерації. Метою розрахунку є визначення необхідної площі припливних та витяжних отворів. Розрахунок виконують, виходячи з рівняння балансу повітрообміну $L_{\text{пр}} = L_{\text{вид}}$, та балансу тепла

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{вид}} \cdot \quad (2.6)$$

Розрахунок надходження тепла $Q_{\text{н}}$ у виробниче приміщення (тепловиділення від людей, від джерел освітлення, від виробничого обладнання, сонячної радіації та ін.) наводиться у довідковій літературі.

Порядок розрахунку аерації наступний:

1. Визначають потрібний повітрообмін L , м³/год, (за надлишками тепла) та загальне значення гравітаційного тиску P , Па.
2. Задавшись площиною припливних отворів F_1 , м²/год, знаходять швидкість повітря у нижніх отворах v_1 , м/с:

$$v_1 = L / (\mu F_1 3600), \quad (2.7)$$

де μ – коефіцієнт витрати, що залежить від конструкції стулок та кута їх перекриття ($\mu = 0,15-0,65$).

Залежність кута відкриття стулок α від коефіцієнта μ :

Кут відкриття стулок α , град.	90	60	45	30
Коефіцієнт витрати μ	0,65	0,57	0,44	0,32

3. Відповідно:

$$v_2 = L / (\mu F_2 3600), \quad (2.8)$$

де v_2 – швидкість повітря у верхніх отворах;

F_2 – площа витяжних отворів.

$$F_2 = L / (\mu v_2 3600).$$

4. Обчислюють складову напору, яка забезпечує приплив та витяжку повітря, за формулами:

$$\Delta P_1 = (v_1^2 \rho_3) / 2; \quad \Delta P_2 = (v_2^2 \rho_{\text{ср.п.}}) / 2. \quad (2.9)$$

Звідки:

$$v_2^2 = 2 \Delta P_2 / (\rho_{\text{ср.п.}})$$

При цьому вважають, що напір втрачається здебільшого при проходженні повітря через отвори, шляхові ж втрати невеликі й ними нехтують.

4. Визначають складову гравітаційного тиску, яка забезпечує витяжку:

$$\Delta P_2 = P - \Delta P_1 \quad (2.10)$$

5. Знаходять потрібну площу витяжних отворів:

$$F_2 = L / (\mu v_2 3600) = L / \mu 3600 (\Delta P_2 / \rho_{\text{ср.п.}})^{1/2} \quad (2.11)$$

Розраховуючи аерацію при спільній дії вітру та надлишків тепла, додатково до тиску повітря, що утворилося через різницю температур, додають або віднімають тиск, створений вітром.

Переваги і недоліки аерації. Переваги: значно менші експлуатаційні витрати порівняно з механічними системами вентиляції, оскільки великі об'єми повітря (від 20 до 100 кратностей) подаються й видаляються без застосування вентиляторів. Недоліки: у теплий період року ефективність аерації значно падає внаслідок підвищення температури зовнішнього повітря; повітря, що надходить у приміщення, не оброблюється (не очищується, не охолоджується).

Вентиляція за допомогою дефлекторів. Дефлектори – це насадки, які встановлюються на даху будинку і призначені для видалення забрудненого чи перегрітого повітря з приміщення невеликих розмірів.

Робота дефлектора ґрунтується на використанні енергії вітру та гравітаційного тиску. Вітер, обдуваючи обичайку, створює з протилежного боку розрідження, внаслідок чого повітря з приміщення виходить назовні. При орієнтовному підборі дефлектора визначають діаметр підвідного патрубку i , відповідно, конструктивні розміри дефлектора:

$$D = 0,0188 (L_g / v_g)^{1/2}, \quad (2.12)$$

де L_g – продуктивність дефлектора, м³/год; v_g – швидкість повітря у патрубку дефлектора, м/с, приймається як половину швидкості вітру ($v_g = 1,5-2$ м/с при середній швидкості вітру в даній місцевості 3-4 м/с.). Діаметри патрубків дефлекторів становлять 0,2–1,0 м.

Кондиціювання повітря. Кондиціювання повітря – це процес забезпечення й автоматичного підтримування в приміщеннях температури, вологості, швидкості руху і чистоти повітря. Розрізняють комфортне і технологічне кондиціювання.

Комфортне кондиціювання забезпечує допустимі та оптимальні умови середовища, які впливають на інтенсивність праці працюючих. Технологічне кондиціювання призначене для підтримування штучних кліматичних умов відповідно до технологічних вимог.

Параметри повітряного середовища в приміщенні встановлюються виходячи з таких умов: якщо кількість і якість продукції залежить від додержання точного режиму технологічного процесу, а не від інтенсивності роботи працюючих, головними є вимоги технологічного процесу; якщо на випуск продукції впливає інтенсивність роботи – регламентуються комфортні умови.

Кондиціювання повітря здійснюється комплексом технічних засобів, які становлять систему кондиціювання повітря (СКП). До складу СКП входять технічні засоби приготування, пересування і розподілу повітря, приготування холоду, а також технічні засоби холодо – та тепlopостачання, автоматики, дистанційного керування і контролю.

Технічні засоби СКП у сукупності називаються кондиціонерами.

За способом приготування та розподіл у повітря в приміщенні СКП поділяються на центральні та місцеві.

Конструкція *центральных* кондиціонерів передбачає приготування повітря за межами обслуговуючого приміщення і його розподіл по системі повітроводів. Центральні кондиціонери застосовують у великих цехах.

У *місцевих* кондиціонерах приготування повітря проходить безпосередньо в обслуговуючих приміщеннях (лабораторіях, робочих кабінетах тощо). Місцеві СКП, з яких найпоширенішими є автономні кондиціонери, мають теплообмінники випарювання і холодильні машини. Недоліками роботи місцевих СКП вважають підвищений шум, а також порівняно з центральними СКП невеликий термін служби. Для зниження шуму кондиціонери випускають у вигляді двох агрегатів – «внутрішнього» і «зовнішнього». У «зовнішньому» агрегаті розміщується найбільш шумне обладнання – холодильний компресор і повітряний конденсатор холодоагенту. Автоматизація роботи місцевих СКП, у тому числі регульованих повітророзподілювачів забезпечує комфортні умови праці у робочих зонах приміщень та в зонах, що обслуговуються.

Робота кондиціонерів автоматизована. Пристрої–автомати (термо- та вологорегулятори) при зміні заданих параметрів повітря у приміщенні (температури та вологості) пускають у хід клапани, що регулюють змішування зовнішнього повітря й повітря усередині приміщення, нагрів повітря у калориферах, подачу теплоносія у калорифери, а також холодної води до форсунок. Кондиціювання повітря вимагає (порівняно з вентиляцією) великих одноразових та експлуатаційних витрат, і тому потрібне економічне обґрунтування для застосування кондиціювання.

2.4. ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ОПРОМІНЮВАННЯ ТА ПЕРЕОХОЛОДЖЕННЯ

З метою збереження теплового балансу в організмі людини під час роботи і, отже, повної працездатності в даних виробничих умовах для захисту людини від теплового випромінювання застосовують такі способи захисту:

- теплоізоляцію гарячих поверхонь (температура на поверхні теплоізоляції не повинна перевищувати 45 °С);
- охолодження теплоізолюючих поверхонь (водою);
- екранування джерел випромінювання (за принципом дії екрани підрозділяються на тепловідбивачі та тепловідводні, вони можуть бути непрозорими, напівпрозорими і прозорими);
 - повітряне душення;
 - засоби індивідуального захисту;
- організацію раціонального теплового режиму праці та відпочинку тощо.

При неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи опромінення на робочих місцях використовуються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) – спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

Залежно від призначення передбачаються такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах - спецодяг (костюм чоловічий повстяний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів – автономна система індивідуального охолодження в комплексі з повстяним костюмом;
- при аварійних роботах – тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;
- для захисту ніг від теплового випромінювання, іскор і бризок

розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;

- для захисту рук від опіків – вачеги, рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолониками з шкіри та спилку;

- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу – повстяний капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;

- для захисту очей та обличчя – щиток теплозахисний сталевара, з приладнаними для нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові з світлофільтрами.

Спецодяг повинен мати захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 313 К (40 °С) відповідно до спеціальних ДСТУ.

У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінення працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, використовуються обдування, душування, водоповітряне душування і т. ін.

При тепловому опроміненні від 140 до 350 Вт/м² необхідно збільшувати на постійних робочих місцях швидкість руху повітря на 0,2 м/с більше за нормовані величини; при тепловому опроміненні, що перевищує 350 Вт/м², доцільно застосовувати повітряне душування робочих місць.

Для профілактики перегрівання працюючих в умовах нагріваючого мікроклімату організовують раціональний режим праці та відпочинку.

При мікрокліматичних умовах, що перевищують допустимі параметри, внутрішньозмінний режим праці та відпочинку організовують за рахунок тривалості робочого часу:

- при температурі повітря, що перевищує допустимий рівень,

тривалість регламентованих перерв становить не менше 10 % робочого часу на кожні 2 °С перевищення;

– при поєднанні температури повітря, що перевищує допустимий рівень, з відносною вологістю, яка перевищує 75 %, тривалість регламентованих перерв рекомендується встановлювати не менше 20 % робочого часу;

– при інтенсивності теплового опромінення понад 350 Вт/м² та опроміненні понад 25 % поверхні тіла тривалість безперервної роботи і регламентованих перерв встановлюється відповідно до зданих у ДСН 3.3.6-042-99.

При проведенні ремонтних робіт всередині виробничого устаткування та агрегатів (печах, ківшах, регенераторах і т. ін.) з температурою повітря від 28 до 40 °С і температурою огорожень до 45 °С додержуються режиму праці та відпочинку відповідно до величин, наведених у ДСН 3.3.6-042-99.

При виконанні робіт в умовах, коли неможливо застосувати колективні та організаційні заходи захисту працюючих та при проведенні ремонтних робіт всередині виробничого устаткування та агрегатів відповідно, має бути обладнано приміщення в робочій зоні з оптимальним мікрокліматом (кімнати, кабіни, бокси з кондиціонерами та обладнанням радіаційного охолодження) для відпочинку на час регламентованих перерв, прийому їжі і т. ін. – з метою профілактики перегрівань.

Засоби індивідуального захисту у комплексі заходів профілактики впливу ІЧ випромінювання займають найважливіше місце. Використовується спецодяг, спецвзуття, засоби для захисту голови, очей, обличчя та рук. Це має бути спеціальний одяг для захисту від підвищених температур (чоловічі костюми) - Ати, БТи відповідно до інтенсивності теплового випромінювання. Необхідно використання засобів захисту рук: спеціальних рукавиць). Тип Ти – від теплового випромінювання. Увага має приділятися засобам захисту очей та обличчя. Для цього мають

використовуватися захисні щитки: Тип НСП – наголовний щиток із сітчастим корпусом і з рухливою рамкою. Захищає від інфрачервоного випромінювання, бризок розплавленого металу, іскор і твердих часток при чергових впливах шкідливого випромінювання й бризок розплавленого металу, іскор і твердих часток. Тип НН – наголовний щиток з непрозорим корпусом. Захищає від ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювання, бризок розплавленого металу й іскор. Тип ННП – наголовний щиток з непрозорим корпусом і з рухливою рамкою. Захищає від ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювання, бризок розплавленого металу, іскор і твердих часток, при переміжних впливах шкідливого випромінювання і бризок розплавленого металу, іскор і твердих часток. Засоби захисту очей: захисні окуляри. Окуляри зі світлофільтрами. Використовуються при плавленні, розливанні, транспортуванні металу в умовах роботи в захисному головному уборі. Світлофільтри скляні для захисту очей від шкідливого випромінювання на виробництві. Темне скло, тип В, Г, Е. Темне скло, типи С-3 – С-13. Використовуються при роботі в нагрівальних печах. Синє скло, типи НКП, Д-1 – для робіт у нагрівальних печах.

Для профілактики порушень водно-сольового балансу тих, хто працює в умовах нагріваючого мікроклімату, забезпечують компенсацію рідини, солей (натрій, калій, кальцій та ін.), мікроелементів (магній, мідь, цинк, йод та ін.), розчинних в рідині вітамінів, які виділяються з організму потом.

Для попередження можливого переохолодження працюючих в холодний період в приміщеннях, де на робочих місцях мікрокліматичні умови нижче допустимих величин, влаштовують повітряні або повітряно-теплові завіси біля воріт, технологічних та ін. отворів у зовнішніх стінах, а також тамбури-шлюзи:

- виділяють спеціальні місця для обігріву, встановлюють засоби для

швидкого та ефективного обігрівання верхніх і нижніх кінцівок (локальний променево-контактний обігрів і т. ін.);

- встановлюють внутрішньозмінний режим праці та відпочинку, що передбачає можливість перерв для обігріву;

- забезпечують працюючих засобами індивідуального захисту (одяг, взуття, рукавиці) відповідно до вимог діючих ДСТУ.

В умовах охолоджуючого мікроклімату для захисту працюючих від низьких температур застосовується засоби індивідуального захисту з теплоізоляцією не менше *1 кло*, або одяг, що обігрівається, наприклад, від електричних джерел. З вітчизняних засобів індивідуального захисту від дії низьких температур застосовуються куртка ватяна 1КР-1 та електрообігрівачий комплект «ПІНГВІН-М».

Кло - це одиниця виміру теплової ізоляції одягу (від англ. *clothes* – одяг), є аналогічною з характеристикою теплового опору 1 (1 кло = $0,155^{\circ}\text{C м}^2/\text{Вт}$). Вона використовується для оцінки теплофізичних властивостей одягу. Кло можна визначити як кількість теплоізолюючого матеріалу, необхідного для підтримання середньої температури шкіри, що дорівнює 33°C , у спокійно сидячої людини при температурі повітря $+21^{\circ}\text{C}$, вологості повітря 50 % та швидкості повітря 0,1 м/с.

Крім названих вище, проводять лікувально-профілактичні заходи, попередні медичні огляди та медогляди з метою попередження, а також ранньої діагностики захворювань у працюючих.

Лекція 3

ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

План

- 3.1. Види і системи виробничого освітлення.
- 3.2. Нормування виробничого освітлення.
- 3.3. Методи розрахунку систем освітлення.
- 3.4. Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень та експлуатація освітлювальних установок.

3.1. ВИДИ І СИСТЕМИ ВИРОБНИЧОГО ОСВІТЛЕННЯ

Одним із суттєвих факторів виробничого середовища є освітлення. На сучасному виробництві воно забезпечує 80 % робіт.

Несприятливі умови зорової роботи можуть викликати зорове і загальне стомлення працівників, психологічне напруження та розвиток професійних захворювань, підвищення рівня виробничого травматизму та аварій на виробництві. Так, тривале виконання точних зорових робіт на близькій відстані при недостатніх рівнях освітленості та значному напруженні м'язів кришталика може призвести у працівників до розвитку несправжньої короткозорості, що може перейти в справжню короткозорість, а також до раннього розвитку старечої далекозорості, коли кришталик втрачає свою еластичність.

Створення сприятливих умов зорової роботи може бути здійснено впровадженням раціонального виробничого освітлення і раціональною організацією робочого місця.

Раціональне виробниче освітлення не тільки попереджує розвиток негативних змін в організмі працюючих, а і сприяє збереженню високої працездатності, покращує якість виконуваної роботи та підвищує безпеку

праці. Збільшення освітленості з 10 до 100 лк при напруженій зоровій роботі підвищує продуктивність праці на 10–20 %, зменшує кількість браку на 20 % та знижує число нещасних випадків на 30 %.

Організація раціонального освітлення у виробничих приміщеннях є важливим завданням безпеки праці.

У виробничих приміщеннях використовують три види освітленості:

- природне;
- штучне;
- суміщене (характеризується одночасним сполученням природного й штучного освітлення).

Природне освітлення утворюється природними джерелами: прямими сонячними променями і дифузним (розсіяним) світлом небосхилу. Цей вид освітлення біологічно найбільш цінний, до нього максимально пристосоване око людини. Дія штучного освітлення визначається високою інтенсивністю світлового потоку і сприятливим спектральним складом.

Природне освітлення поділяється на *бокове, верхнє і комбіноване (верхнє і бокове), транспортване та акумульоване.*

Залежно від конструктивного виконання й розташування прорізів для пропускання світла природне освітлення поділяється на таке:

• *бокове*, якщо світлові прорізи (вікна) розташовані в зовнішніх стінах (рис. 3.1);

• *верхнє*, якщо освітлення здійснюється через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях (рис. 3.2);

• *комбіноване*, якщо поєднуються верхнє й бокове освітлення (рис. 3.3).

Природне освітлення верхнім або комбінованим світлом забезпечує більшу рівномірність рівня освітленості, ніж бокове. При використанні тільки бокового освітлення утворюється високий рівень освітленості поблизу світлових прорізів і низький у глибині приміщення, тому,

наприклад, у виробничому цеху при цьому можливе утворення тіней від обладнання великих розмірів.

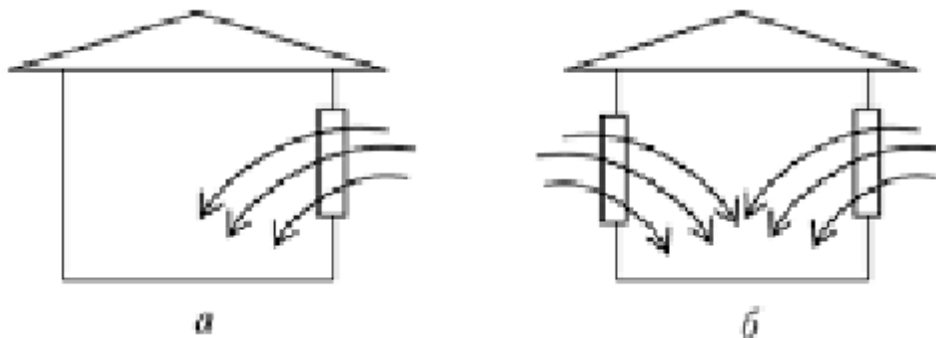


Рисунок 3.1 – Бокове природне освітлення:

a – одностороннє; *б* – двостороннє

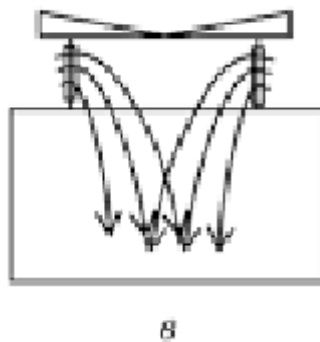


Рисунок 3.2 – Верхнє природне освітлення

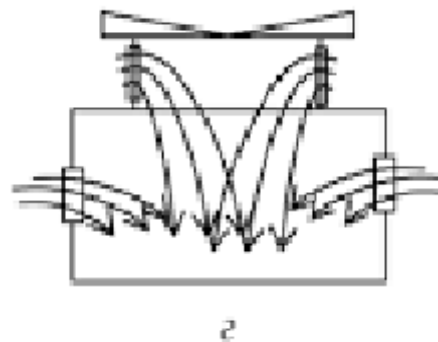


Рисунок 3.3 – Комбіноване природне освітлення

Останнім часом усе більшого визнання набуває пасивна світловодна система природного освітлення, яка призначена для прийому, доставки та розподілу сонячного світла в приміщенні за його відсутності або недостатності (рис. 3.4). Це *транспортоване природне освітлення* – освітлення, що потрапляє у приміщення за допомогою інженерної системи на основі світловодів, та використовується для освітлення глибинного або підземного внутрішнього простору будівель і споруд.

Запроваджується також і *акумуляоване освітлення* – освітлення за

допомогою світильників, що акумулюють в денний час доби енергію від небосхилу та використовують її для нічного освітлення.

Запроваджується також і *акумуляване освітлення* – освітлення за допомогою світильників, що акумулюють в денний час доби енергію від небосхилу та використовують її для нічного освітлення.

Система пасивного світловодного природного освітлення складається з трьох основних елементів: зовнішнього пристрою для прийому природного світла (1), світловоду (2) і внутрішнього устаткування для розподілу світла в приміщенні (4) (рис. 3.4). За рахунок такої системи природне світло може доправлятися туди, де воно найбільш потрібне, незалежно від довжини світловоду і кількості колін. Світловоди не використовують електроенергії та не проводять тепло від прямого сонячного світла. При цьому можна економити близько 70 % енергії, яка витрачалася б на штучне освітлення приміщення.

Транспортне природне освітлення рекомендується застосовувати для освітлення природним світлом приміщень, які не мають зовнішніх огорожень, а також зон приміщень, віддалених від світлопрорізів. Його переважно застосовують у приміщеннях, де:

- немає можливості забезпечити належний рівень природного освітлення іншим способом (виробничі та інші приміщення);
- відсутнє денне освітлення, а проектування вікон неможливе (підвальні приміщення, закриті коридори);
- є значна недостатність денного світла або немає електромережи.

Використання тієї чи іншої системи природного освітлення залежить від призначення і розмірів приміщення, розміщення його в плані будівлі, а також від кліматичних особливостей місцевості.

Суміщене освітлення – це освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

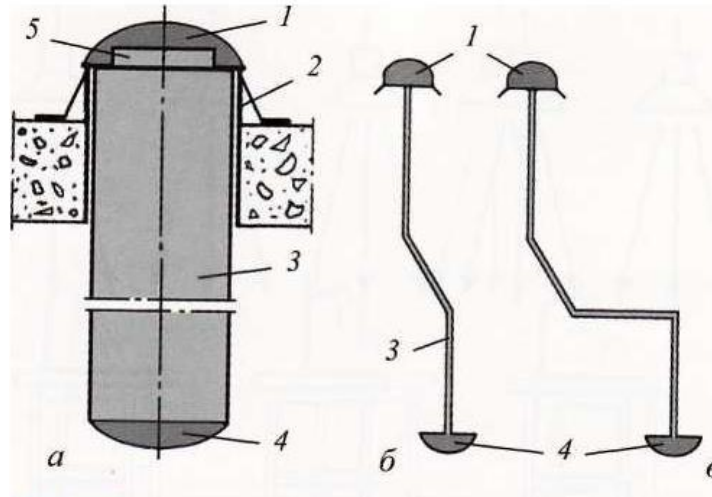


Рисунок 3.4 – Елементи пасивної світловодної системи природного освітлення:

a – на введенні, *б*– із трьома колінами; *в* – із чотирма колінами;

1 – купол; *2* – стакан; *3* – світловод; *4* – дифузор; *5* – пристрій, що перехоплює світло

Штучне освітлення створюється електричними джерелами світла.

Штучне освітлення за функціональним призначенням поділяється на *робоче, аварійне, охоронне і чергове*.

Робоче – освітлення, яке забезпечує нормовані умови освітлення (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будівлями

Аварійне – освітлення, призначене для використання при порушенні живлення електропостачання робочого освітлення. Вмикається тільки в разі вимикання робочого освітлення, при цьому світильники аварійного освітлення повинні живитися лише від автономних, електричних джерел та забезпечувати освітленість на робочих поверхнях у виробничих приміщеннях не менше 5 % величини робочого освітлення, але не менше ніж 2 лк для внутрішніх приміщень та не менше ніж 1 лк на території підприємства.

Аварійне освітлення поділяється на:

- *евакуаційне освітлення;*
- *резервне освітлення.*

Евакуаційне освітлення підрозділяється на: *освітлення шляхів евакуації, антипанічне освітлення і освітлення зон підвищеної небезпеки.*

Антипанічне освітлення – вид евакуаційного освітлення для запобігання паніки та безпечного підходу до шляхів евакуації. Евакуаційне освітлення вмикається у разі евакуації людей з приміщення під час виникнення небезпеки і встановлюється у виробничих приміщеннях з кількістю працюючих більше 50, а також у приміщеннях громадських та допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них одночасно можуть знаходитися більше 100 чоловік, при цьому освітленість у приміщеннях під час евакуації має бути не менше 0,5 лк, а поза приміщеннями – не менше 0,2 лк.

Резервне освітлення – та частина аварійного освітлення, яка дає можливість продовження звичайної діяльності без суттєвих змін. Воно зазвичай встановлюється на стінах і стелях.

Світильники аварійного освітлення повинні бути відзначені спеціальними знаками (літера «А» червоного кольору на плафоні світильника).

Охоронне – освітлення вздовж межі території, що охороняється. Має забезпечувати освітленість не менше 0,5 лк;

Чергове – має знижений рівень освітлення, оскільки його використовують лише у неробочий час, і для його реалізації допускається використовувати частину світильників інших видів освітлення.

Існують дві системи штучного освітлення – *загальне* та *комбіноване*.

• *загальне* – освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення) або локалізовано відносно з урахуванням розташування обладнання та

робочих місць (загальне локалізоване освітлення);

- *комбіноване* – штучне освітлення, яке застосовується для створення досить високих рівнів освітленості на робочих поверхнях завдяки одночасному використанню загального освітлення та місцевого. Воно використовується також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла.

У ДБН В.2.5-28-2018 виділяють також наступні види освітлення.

Постійне додаткове штучне освітлення (приміщення) – постійне штучне освітлення, яке доповнює природне освітлення, якщо використання тільки природного освітлення є недостатнім або незадовільним.

Місьцеве освітлення – освітлення для специфічної зорової задачі на додаток до/і контрольоване окремо від загального освітлення.

Локалізоване освітлення – освітлення, що призначене для окремих зон освітлення з підвищеним рівнем освітленості в певних місцях, наприклад, таких, де виконують роботу.

Використання лише тільки одного місцевого освітлення на робочих місцях у виробничих приміщеннях заборонено.

Для створення сприятливих умов зорової роботи на робочих місцях освітлення виробничих приміщень повинно відповідати наступним загальним вимогам:

- освітленість робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи;

- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність освітленості робочих місць, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);

- у полі зору предмети не повинні створювати засліплюючого блиску;

- штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм

спектральним складом має наближатися до природного;

• системи освітлення, які використовуються у виробничих приміщеннях, не повинні створювати небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпеку ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність) та бути надійними, простими в експлуатації та економічними.

3.2. НОРМУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ОСВІТЛЕННЯ

Нормування рівнів виробничого освітлення здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2018. Державні будівельні норми України. Природне і штучне освітлення (Чинний від 01.03.2019).

Ці Норми поширюються на проектування виробничих територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції, будівель і споруд різного призначення, місць виконання робіт на відкритих просторах, територій промислових та сільськогосподарських підприємств, залізничних колій площ підприємств, а також на проектування пристроїв місцевого освітлення, які постачаються комплектно зі станками, машинами і виробничими меблями.

На базі цих Норм розробляються галузеві норми освітлення, які враховують специфічні особливості технологічних процесів і будівельних рішень будівель і споруд галузі, які погоджуються і затверджуються відповідно до чинного законодавства.

Нормативні показники освітленості в ДБН В.2.5-28-2018 наведені в точках її мінімального значення на робочій поверхні в приміщеннях для різних джерел світла, крім окремо визначених випадків.

Нормовані значення освітленості в люксах, що відрізняються на один ступінь, приймають за шкалою: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500;

2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Середня освітленість робочих місць з постійним перебуванням людей повинна бути не менше ніж 200 лк. Нормована середня освітленість для світлодіодних джерел залежить від колірної температури і має бути суттєво збільшена при збільшенні колірної температури джерела світла.

Нормовані значення яскравості поверхні в кд/м², що відрізняються на один ступінь, приймають за шкалою: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

Нормування природного освітлення.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Який позначається [D].

Коефіцієнт природної освітленості – відношення освітленості, що утворюється в точці на заданій площині світлом, одержаним безпосередньо або опосередковано від неба, до одночасної освітленості на горизонтальній площині внаслідок освітлення всією півсферою небосхилу. Внесок прямого сонячного світла в утворення цих освітленостей вилучають.

КПО визначається у відсотках і є відношенням освітленості, що утворюється в точці на заданій площині світлом E_v , одержаним безпосередньо або опосередковано від неба (рис. 3.5), до одночасної освітленості на горизонтальній площині внаслідок освітлення всією півсферою небосхилу E_3 :

$$D = (E_v / E_3) \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

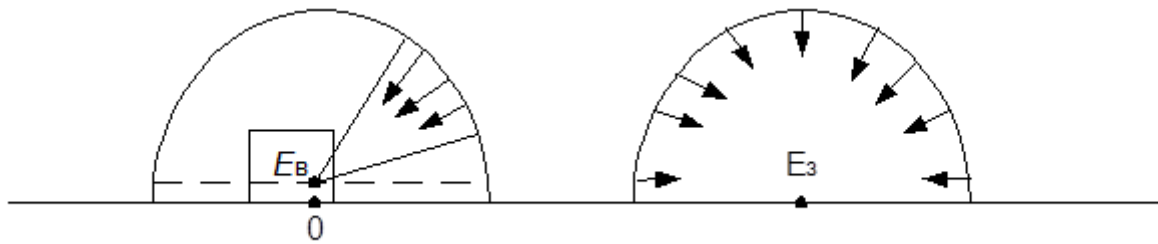


Рисунок 3.5 – Схема для визначення коефіцієнта природного освітлення:

$E_{в}$ – освітленість усередині приміщення в точці 0; $E_{з}$ – зовнішня освітленість

На значення КПО впливають розмір і конфігурація приміщення, розміри і розташування світлових прорізів, відбивна здатність внутрішніх поверхонь приміщення й об'єктів, що затінюють його.

Світловий потік, що падає на поверхню, частково відбивається, поглинається або пропускається крізь освітлюване тіло. Тому світлові властивості освітлюваної поверхні характеризуються не тільки значенням світлового потоку, що падає на неї, але й коефіцієнтами відбиття ρ , пропускання γ і поглинання α , причому у всіх випадках

$$\rho + \gamma + \alpha = 1. \quad (3.2)$$

Коефіцієнт відбиття ρ визначається як відношення світлового потоку $\Phi_{\text{відб}}$, відбитого від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї, $\Phi_{\text{пад}}$:

$$\rho = \Phi_{\text{відб}} / \Phi_{\text{пад}}. \quad (3.3)$$

Таким чином, коефіцієнт відбиття характеризує здатність поверхні відбивати світловий потік, що падає на неї. Відбиття світлового потоку поверхнями залежить від їх забарвлення, стану і будови.

Середньо зважений коефіцієнт відбиття поверхонь приміщення (стелі, стін, підлоги) може бути розрахований за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = (\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \dots + \rho_n S_n) / \Sigma S, \quad (3.4)$$

де $\rho_1 \dots \rho_n$ – коефіцієнти відбиття для різних поверхонь;

$S_1 \dots S_n$ – площі поверхонь, для яких визначаються коефіцієнти відбиття.

Розрахунок КПО виконується з урахуванням *середньозважених коефіцієнтів відбивання світла* внутрішніми поверхнями приміщень та фасадів протилежних будівель та споруд, але без урахування меблів, устаткування, обладнання, озеленення та інших затінюючих предметів.

Розрахункові значення середньозваженого коефіцієнта світловідбивання внутрішніх поверхонь приміщення у виробничих приміщеннях із середньою характеристикою фону приймають не більше 0,4 та у виробничих приміщеннях з темною характеристикою фону – не більше 0,30.

Середньозважений коефіцієнт відбивання зашкленних прорізів фасаду з урахуванням рами $\rho_{\text{в}}$ в розрахунках приймається 0,2. Якщо є сертифікат на скло, в якому наведений коефіцієнт відбивання світла, то в розрахунок вводиться значення, вказане в сертифікаті.

Середньозважений коефіцієнт відбивання фасаду $\rho_{\text{ф}}$ з урахуванням зашкленних прорізів слід розраховувати за формулою:

$$\rho_{\text{ф}} = \frac{\rho_{\text{м}} S_{\text{м}} + \rho_{\text{в}} S_{\text{в}}}{S_{\text{м}} + S_{\text{в}}}, \quad (3.5)$$

де $\rho_{\text{м}}$, $\rho_{\text{в}}$ – коефіцієнт відбивання матеріалу обробки фасаду і коефіцієнт відбиття зашкленних прорізів фасаду з урахуванням рам відповідно;

S_M, S_B – площа фасаду без світлових прорізів і площа світлових прорізів відповідно.

Природне освітлення нормується за КПО залежно від характеристики (розряду) зорової роботи.

Зорові роботи за ступенем точності їх виконання поділяють на вісім розрядів (I–VIII). Розряд і характеристику зорової роботи встановлюють за найменшим лінійним розміром об'єкта розрізнення у мм.

Коефіцієнт природної освітленості відповідно до ДБН 2.5-28:2018 нормується наступним чином (рис. 3.6).

I. При боковому освітленні.

1. При боковому односторонньому освітленні у виробничих приміщеннях глибиною:

а) до 6 м нормується *мінімальне нормоване значення КПО у розрахунковій точці умовної робочої поверхні:*

б) у великогабаритних виробничих приміщеннях глибиною більше ніж 6 м нормується *мінімальне значення КПО в точці на умовній робочій поверхні, віддаленій від світлових прорізів:*

- на 1,5 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи I–IV розрядів;

- на 2 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи V–VII розрядів;

- на 3 висоти від підлоги до верху світлових прорізів для зорової роботи VIII розряду.

2) При боковому освітленні приміщень крізь вікна, що розташовані у кількох стінах, за винятком виробничих приміщень глибиною більше ніж 6 м, нормується *мінімальне нормоване значення КПО, що забезпечено у найменш освітленій точці робочої поверхні по характерному розрізу приміщення.*

3) *При боковому двосторонньому освітленні* приміщень, що розташовані у кількох стінах, за винятком виробничих приміщень глибиною більше ніж 6 м, та однакових вікнах з обох сторін за розрахункову точку приймають точку, розташовану в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні.

II. При верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень різного призначення нормується *середнє значення КПО по робочій поверхні та мінімальне значення у найменш освітленій точці робочої поверхні*. Розрахунок проводиться для точок робочої поверхні по характерному розрізу приміщення. Розрахункових точок повинно бути не менше ніж п'ять на прогін. Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від поверхні стін (перегородок) або осі колон. Точки розташовуються рівномірно. При цьому нерівномірність природного освітлення робочої площини не повинна перевищувати 3:1.

Нерівномірність природного освітлення не нормується:

- у приміщеннях з боковим освітленням;
- у виробничих приміщеннях з верхнім або комбінованим освітленням, в яких виконуються зорові роботи VII і VIII розрядів;

Розрахункова точка умовної робочої поверхні знаходиться на перетині цієї поверхні та вертикальної площини характерного розрізу приміщення на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам, або в найбільш віддаленій від вікон точці робочої поверхні, в якій триває виробничий процес (рис 3.6).

Умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м над підлогою.

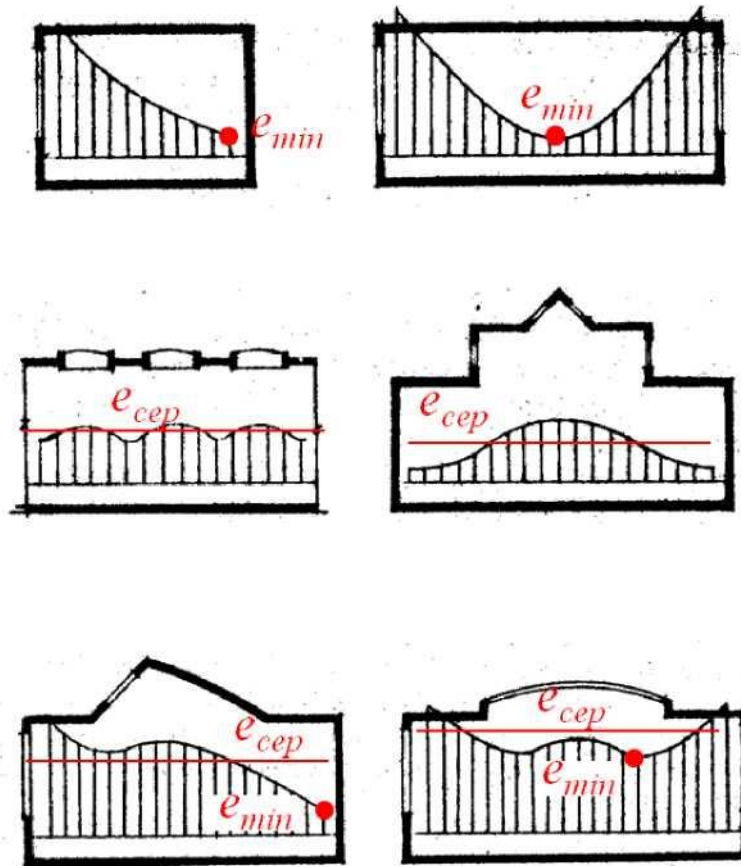


Рисунок 3.6 – Нормування КПО за розрізами приміщень

Характерний розріз приміщення – поперечний розріз, як правило, по середині приміщення, площина якого перпендикулярна до площини закслених світлових прорізів (при боковому освітленні) або до поздовжньої осі прогонів приміщення. До характерного розрізу приміщення повинні входити ділянки з найбільшою кількістю робочих місць, а також точки робочої зони, найбільш віддалені від світлових прорізів.

Розрахункова точка (найбільш несприятлива за освітленням у приміщенні точка), яка знаходиться (рис. 3.7):

- при боковому освітленні на перетині робочої поверхні та площини характерного розрізу на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам;
- при боковому двосторонньому освітленні приміщень та однакових вікнах з обох сторін дозволяється за розрахункову точку приймати точку,

розташовану в центрі приміщення на перетині вертикальної площини характерного розрізу і робочої поверхні;

- при верхньому або комбінованому природному освітленні приміщень розрахункових точок повинно бути не менше п'яти. Перша і остання точки приймаються на відстані 1 м від внутрішніх поверхонь стін (перегородок) або осей колон.

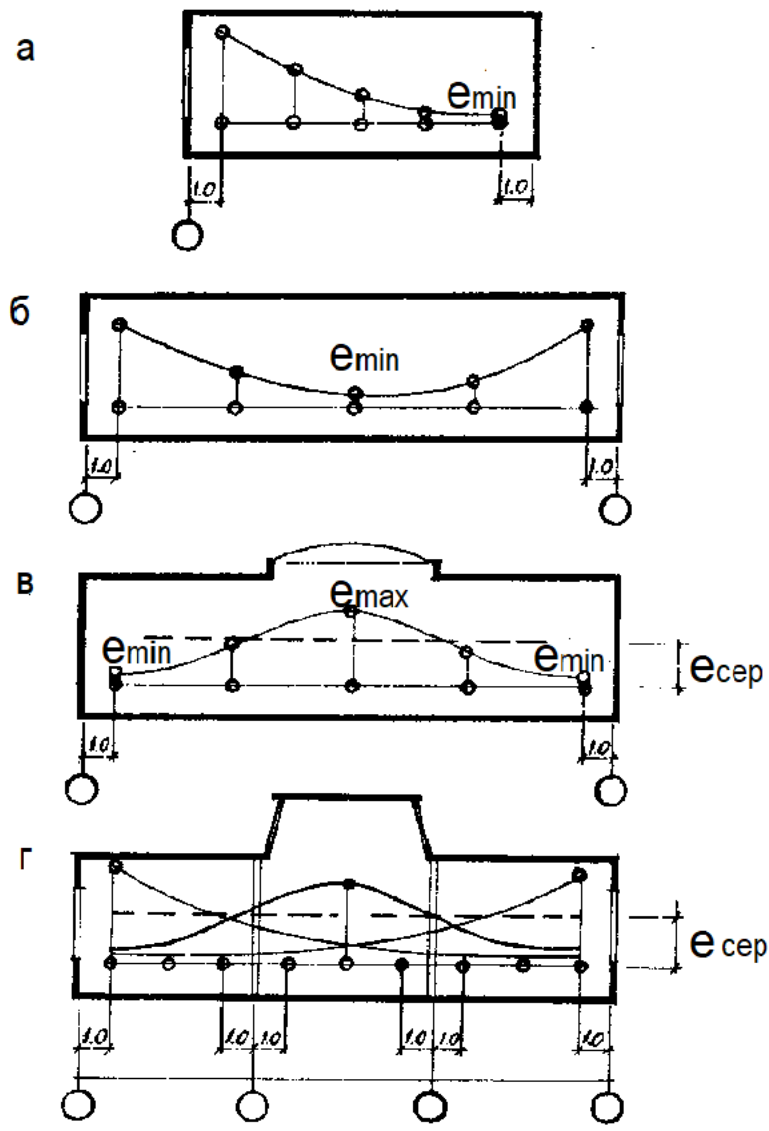


Рисунок 3.7 – Розрахункові точки на робочій поверхні

Для природного освітлення в ДБН В.2.5-28-2018 наведені нормативні значення коефіцієнта природної освітленості (КПО).

Нормування суміщеного освітлення.

Суміщене освітлення – освітлення, за якого недостатнє (згідно з нормами) природне освітлення доповнюється штучним.

Суміщене освітлення приміщень виробничих будівель треба передбачати:

а) для виробничих приміщень, в яких виконуються роботи I–III розрядів;
б) для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умов технології, організації виробництва необхідні об’ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будівлі великої ширини тощо), а також у випадках, коли техніко- економічна доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками;

в) відповідно до нормативних документів з будівельного проектування будівель і споруд окремих галузей промисловості, затверджених в установленому порядку.

Суміщене освітлення у виробничих приміщеннях нормується за КПО для всіх розрядів зорової роботи з урахуванням виду природного освітлення.

У галузевих нормах поряд з нормованим рівнем освітленості наведено дані про площину, на якій повинна бути забезпечена нормована освітленість, характеристику фону й об’єкту розрізнення, розряд і підрозряд зорових робіт, рекомендовану систему освітлення, фактори, що вимагають підвищення освітленості тощо. Галузеві норми освітленості розроблено для підприємств машинобудівної, поліграфічної, текстильної, взуттєвої, деревообробної, швейної, будівельної, гірничодобувної та інших галузей промисловості.

Нормовані значення КПО для виробничих приміщень повинні прийматися як для суміщеного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2018.

Для виробничих приміщень нормовані значення КПО допускається приймати відповідно до таблиці 3.1:

а) в приміщеннях з боковим освітленням, глибина яких за умов технології або вибору раціональних об'ємно-планувальних рішень не дозволяє забезпечити нормоване значення КПО для суміщеного освітлення;

б) в приміщеннях, де виконуються роботи I-III розрядів.

Для виробничих приміщень при установленні нормованих значень КПО відповідно до таблиці 3.1 необхідно:

а) освітленість від системи загального штучного освітлення підвищувати на один ступінь за шкалою освітленості (крім розрядів Іб, Ів, Ііб. Освітленість від системи загального освітлення повинна складати не менше ніж 200 лк при розрядних лампах і 100 лк при світлодіодних лампах.. Створювати освітленість більше ніж 750 лк при розрядних лампах і 300 лк при світлодіодних лампах дозволяється тільки за наявності обґрунтування;

б) освітленість від світильників загального освітлення в системі комбінованого освітлення підвищувати на один ступінь за шкалою освітленості, крім розрядів Іа, Іб, Ііа;

в) коефіцієнт пульсації Кп для I-III розрядів не повинен перевищувати 10 %.

Розрахункові значення КПО при суміщеному освітленні житлових і цивільних будівель повинні складати не менше ніж 60 % нормативних значень.

При суміщеному освітленні для приміщень цивільних будівель з боковим освітленням при розрахунковому значенні КПО, яке дорівнює або менше ніж 80 % від нормованого значення, освітленість від загального штучного освітлення необхідно підвищувати на один ступінь за шкалою освітленості.

При суміщеному освітленні приміщень слід передбачати роздільне включення рядів світильників, розташованих паралельно світловим прорізам.

Таблиця 3.1 – Найменші нормовані значення КПО виробничих приміщень при суміщеному освітленні

Розряд зорової роботи	Найменше нормоване значення КПО ($D_{п}$, %), при суміщеному освітленні	
	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
I	3	1,2
II	2,5	1
III	2	0,7
IV	1,5	0,5
V і VII	1	0,3
VI	0,7	0,2

Нормування штучного освітлення.

Штучне освітлення використовується у всіх виробничих та допоміжних приміщеннях будівель, а також на відкритих робочих ділянках, місцях проходу людей та руху транспорту.

Для всіх робочих місць в середині приміщення і для робочих місць поза приміщенням, на яких виконується конкретна робота основною нормованою величиною є *освітленість на робочому місці* (E , лк).

Згідно з ДБН В.2.5-28-2018 в основу нормування штучного освітлення виробничих приміщень промислових підприємств покладена залежність необхідного рівня освітлення від характеристики, розряду та підрозряду зорової роботи, що визначаються найменшим або еквівалентним розміром об'єкти розрізнення, контрастом між об'єктом розрізнення і фоном, та характеристикою фону, а також залежність від системи освітлення у робочому приміщенні (природне, суміщене, бокове, верхнє, загальне, комбіноване).

Для виробничих приміщень згідно ДБН В.2.5-28-2018 визначено вісім розрядів зорової роботи (I–VIII.). Найвищу точність забезпечує I розряд зорової роботи (розмір об'єкту розрізнення менше 0,15 мм.). Найнижчу, грубу або дуже малу точність, мають VI–VII розряди (розмір об'єкту

розрізнення більше 5 мм.). VIII розряд зорової роботи – це лише загальне спостереження за ходом виробничого процесу. В свою чергу, розряди IV-V та VIII мають по чотири підрозряди (а, б, в, г), перші – залежно від контрасту між об’єктом розрізнення і фоном, а також від характеристики фону (коефіцієнта відбиття робочої поверхні), а останній – залежно від того, як здійснюється загальне спостереження за ходом виробничого процесу (постійно, періодично і т. ін.). Найбільша нормована освітленість для штучного освітлення складає 5000 лк, а найменша відповідно 20 лк.

Норми освітленості на робочих місцях для світлодіодних джерел світла з колірною температурою від 2700 К до 6000 К і більше треба пов’язувати з цією колірною температурою і збільшувати норми із зростанням колірної температури в таких випадках:

а) при роботах I–VI розрядів, якщо зорова робота виконується більше половини робочого дня;

б) при підвищеній небезпеці травматизму, якщо освітленість від системи загального освітлення становить 150 лк і менше (робота з дисковими пилками, гільйотинними ножицями тощо);

в) при спеціальних підвищених санітарних вимогах (наприклад, на підприємстві харчової та хіміко-фармацевтичної промисловості), якщо освітленість від системи загального освітлення 500 лк і менше;

г) при роботі або виробничому навчанні підлітків, якщо освітленість від системи загального освітлення 300 лк і менше;

д) за відсутності в приміщенні природного світла і постійного перебування працівників, якщо освітленість від системи загального освітлення 750 лк і менше;

є) при спостереженні за деталями, що обертаються зі швидкістю, яка дорівнює або більша 500 об/хв, або об’єктами, що рухаються зі швидкістю, яка дорівнює або більша 1,5 м/хв;

ж) при постійному пошуку об’єктів розрізнення на поверхні розміром

0,1 м² і більше;

з) в приміщеннях, де більше половини працівників понад 40 років.

За наявності одночасно кількох ознак норми освітленості слід підвищувати не більше ніж на один ступінь.

Нормування освітлення у приміщеннях громадських, адміністративно-побутових і житлових будівель та споруд має особливості у порівнянні з нормуванням освітлення у виробничих приміщеннях,

В основу нормування освітлення в приміщеннях громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель та споруд покладена залежність необхідного рівня освітленості від характеристики зорової роботи, розряду та підрозряду зорової роботи, які визначаються найменшим або еквівалентним розміром об'єкта розрізнення та відносною тривалістю зорової роботи в напрямку зору на робочу поверхню, а також залежність від системи освітлення, що використовується.

Для приміщень громадських, адміністративно-побутових та житлових будівель та споруд, згідно ДБН В.2.5-28-2018 визначено також вісім розрядів зорової роботи (А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З) залежно від характеристики зорової роботи та розміру об'єкта розрізнення. Розрізнення об'єктів при фіксованій та нефіксованій лінії зору – це розряди А, Б і В, з яких розряд А має найвищу, дуже високу точність (розмір об'єкта розрізнення від 0,15 мм до 0,3 мм), а В – найменшу, середню точність (розмір об'єкта розрізнення більше 0,5 мм). Огляд оточуючого середовища та загальне орієнтування у просторі – це розряди Г, Д, Е, Ж і З. В свою чергу розряди А, Б та В мають по два підрозряди (1 і 2) залежно від відносної тривалості зорової роботи (%) в напрямку зору на робочу поверхню (1 підрозряд – не менше 70 %, 2 підрозряд – менше 70 %). Також по два підрозряди (1 і 2) мають розряди Ж і З, але вже залежно від скупчення людей (1 підрозряд – велике, 2 підрозряд – мале).

Значення освітленості в зоні периферії робочих місць всередині будівель має бути не більше 1/3 освітленості зони безпосереднього оточення. Значення освітленості в зоні безпосереднього оточення в залежності від освітленості в зоні зорової роботи наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення освітленості навколишньої зони залежно від освітленості об'єкта

$E_{сер}$ зони зорової роботи, лк	$E_{сер}$ навколишньої зони, лк,
> 750	500
500	300
300	200
200	150
150	150
100	100
< 50	< 50

У ДБН В.2.5-28-2018 нормується ще і якісний показник освітлення – *коефіцієнт пульсації освітленості* $K_{п}$,% – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості внаслідок зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом, який визначається за формулою:

$$K_{п} = [(E_{max} - E_{min}) / 2E_{сер}] \cdot 100 \quad (3.6)$$

де E_{max} і E_{min} – відповідно максимальне і мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк;

$E_{сер}$ – середнє значення освітленості за той же період, лк.

Нормування цього показника введено у зв'язку з широким використанням газорозрядних джерел світла, а у цих джерел світла люмінесцентних, металогалогенних, натрієвих – величина світлового потоку змінюється з подвоєною частотою струму мережі. Коефіцієнт

пульсації освітленості K_p в приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту і є небезпека дотику до обертових або віброуючих об'єктів, не повинен бути більше 10 %.

В освітлювальних установках промислових підприємств нормується показник осліпленості, що визначається за формулою:

$$P = (S - 1) \cdot 1000, \quad (3.7)$$

де S – коефіцієнт осліпленості, що дорівнює відношенню порогових різниць яскравості за наявності і відсутності сліпучих джерел у полі зору.

Нормується також найбільша допустима яскравість робочої поверхні (кд/м^2) залежно від площі робочої поверхні.

Значення освітленості резервного освітлення повинно бути не менше 30 % значення нормованої освітленості для загального робочого освітлення. Резервне освітлення повинно забезпечувати:

- 50 % рівня нормованої освітленості не більше ніж через 15 с після порушення живлення робочого освітлення;
- 100 % рівня нормованої освітленості не більше ніж через 60 с, якщо інше не встановлено спеціальними нормами.

Отже, нормовані значення освітленості як для виробничих приміщень, так і для: приміщень громадських., адміністративно-побутових та житлових будівель і споруд залежать від систем освітлення, які використовуються в цих приміщеннях.

3.3. ВИБІР ДЖЕРЕЛ СВІТЛА ДЛЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Для освітлення природним світлом приміщень, що не мають зовнішніх огорожень, а також зон приміщень, віддалених від світлопрорізів, рекомендується застосовувати світловоди. У приміщеннях великої глибини, розташованих на останньому поверсі, де природне бокове освітлення не дозволяє забезпечити нормоване значення КПО або бокове освітлення неможливо влаштувати, а велика висота покриття не дозволяє використати zenітні ліхтарі (наявність зверху технічного поверху, підшивна стеля по нижньому поясу ферм тощо) рекомендується влаштовувати світлові шахти.

Для використання природного освітлення у нічній час рекомендується застосовувати системи, що акумулюють природне освітлення. Їх розрахунок проводиться за нормами штучного освітлення.

Для загального штучного освітлення доцільно використовувати розрядні та світлодіодні джерела світла, які за однакової потужності з тепловими джерелами (світлодіодні лампи) мають більшу світлову віддачу та більший термін експлуатації.

Світлова віддача джерел світла для штучного освітлення приміщень при мінімально допустимих індексах кольоропередавання не повинна бути менше значень, наведених у ДБН В.2.5-28-2018.

У приміщеннях житлових будинків, громадських будівель та споруд, адміністративних і побутових будівель підприємств, як правило, застосовують систему загального освітлення.

У приміщеннях виробничого характеру, в яких виконується зорова робота І-М розрядів (ювелірних і гравірувальних робіт, ремонту годинників, телевізорів, радіоапаратури, комп'ютерів, мобільних

телефонів, пральних машин, взуття, металовиробів тощо), необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення.

Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинне передбачатись окреме управління освітленням таких зон.

Для загального та місцевого освітлення приміщень необхідно використовувати джерела світла з колірною температурою від 2400 К до 6800 К. Інтенсивність ультрафіолетового опромінення спектрального діапазону 320–400 нм не повинна перевищувати 0,03 Вт/м². Випромінювання з довжиною хвилі менше 320 нм не допускається.

Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати найбільш енергоекономічні джерела світла, віддаючи перевагу при рівній потужності джерелам світла з більшою світловіддачею та строком служби з виконанням вимоги не знижувати якість освітлювального устаткування для зниження енерговитрат. Світлова віддача світлодіодних ламп має відповідати нормативним вимогам.

Для освітлення приміщень виробничих і складських будівель слід використовувати найбільш економічні розрядні джерела світла та світлодіодні лампи та світильники.

Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості використання розрядних ламп і світлодіодних джерел світла. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Освітлення робочих місць всередині будівель повинні мати значення освітленості в зоні периферії не більше 1/3 освітленості зони безпосереднього оточення. Індекс кольоропередачі K_a застосовуваних джерел світла для аварійного освітлення повинен бути не менше ніж 40.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати безпечний вихід людей з приміщення в разі надзвичайної події, наприклад, відмова

робочого освітлення, пожежа тощо.

Освітлення шляхів евакуації має забезпечувати створення прийнятних візуальних умов для евакуації людей з будівлі, а для місць виконання робіт зовні будівлі – у безпечне місце, створюючи при цьому умови для надійного виявлення засобів безпеки і обладнання для пожежогасіння.

Освітлення шляхів евакуації має забезпечувати протягом не менше 1 год:

- 50 % нормованої освітленості через 5 с після порушення живлення робочого освітлення;

- 100 % нормованої освітленості через 60 с.

Освітлення шляхів евакуації в приміщеннях або місцях виконання робіт поза будинками має бути:

- перед кожним евакуаційним виходом;
- в коридорах і проходах по шляхах евакуації;
- в місцях зміни (перепаду) рівня підлоги або покриття;
- на сходах кожен марш повинен бути освітлений прямим світлом, особливо верхня і нижня сходинки;

- в зоні кожної зміни напрямку шляху;

- на перетині проходів і коридорів;

- перед кожним пунктом медичної допомоги;

- в місцях розміщення засобів екстреного зв'язку;

- в місцях розміщення первинних засобів пожежогасіння;

- в місцях розміщення плану евакуації;

- зовні перед кожним кінцевим виходом з будівлі.

Антипанічне освітлення (освітлення площ приміщень розміром більше 60 м², в яких може бути 30 та більше людей) має забезпечувати прийнятні візуальні умови для запобігання паніки, безпечного руху людей в напрямку шляхів евакуації і видимість будь-яких перешкод заввишки до 2 м над площиною руху людей.

Антипанічне освітлення має забезпечувати протягом не менше 1 год:

– 50 % нормованої освітленості через 5 с після порушення живлення робочого освітлення;

– 100 % нормованої освітленості через 60 с.

Освітлення зон, де здійснюються операції з високим рівнем ризику, має забезпечувати безпеку людей, залучених в процес, пов'язаний з потенційною загрозою їхньому здоров'ю і життю, і створювати умови щодо належного припинення робіт.

Мінімальну тривалість освітлення визначають часом, при якому існує небезпека для людей. Освітлення повинне забезпечувати 100 % рівня нормованої освітленості постійно або перериватися не більше ніж на 0,5 с.

Норми евакуаційного освітлення повинні мати значення, вказані в таблиці 3.3.

Засліплення, створюване світильниками аварійного освітлення, повинне бути обмежене граничними значеннями сили світла світильника в зоні засліпленості.

Значення освітленості резервного освітлення повинно бути не менше 30 % значення нормованої освітленості для загального робочого освітлення. Резервне освітлення повинно забезпечувати:

– 50 % рівня нормованої освітленості не більше ніж через 15 с після порушення живлення робочого освітлення;

– 100 % рівня нормованої освітленості не більше ніж через 60 с, якщо інше не встановлено спеціальними нормами.

Для аварійного освітлення (освітлення безпеки і евакуаційного) слід застосовувати:

а) світлодіодні джерела світла;

б) люмінесцентні лампи – у приміщеннях з мінімальною температурою повітря не менше ніж 5 °С і за умови живлення ламп в усіх режимах напругою не нижче 90 % номінальної; допускається застосування

люмінесцентних світильників із спеціальними лампами та схемами їх підключень, що забезпечують їх нормальну роботу за температури повітря мінус 15 °С;

Таблиця 3.3 – Норми евакуаційного освітлення

Види, об'єкти евакуаційного освітлення	Освітленість E_{\min} на горизонтальній поверхні, лк, не менше	Нерівномірність E_{\max} / E_{\min} не більше
Освітлення шляхів евакуації шириною до 2 м ¹⁾ : – по осі проходу – по проходу	1,0	40:1
	0,5 ²⁾	40:1
Антипанічне освітлення	0,5 ³⁾	40:1
Освітлення зон підвищеної небезпеки (не менше 10 % норми освітленості робочого освітлення)	15	10:1
Освітлення сходових маршів у будівлях з постійним перебуванням маломобільних груп населення та дітей дошкільного віку	5	40:1
Поблизу пункту першої допомоги, місця з протипожежним обладнанням, місця розміщення плану евакуації, місця включення аварійної сигналізації перед кожним евакуаційним виходом, зовні перед кожним евакуаційним виходом з будівлі	5	40:1

¹⁾ Розмір широких проходів визначають як суму двометрових смуг.

²⁾ На смузі розміром не менше 50 % ширини проходу, симетрично розташованій щодо осі проходу.

³⁾ На всій вільній поверхні, крім смуги шириною 0,5 м уздовж межі поверхні.

В) розрядні лампи високого тиску за умови їх миттєвого або швидкого повторного запалювання як в гарячому стані, після короткочасного вимкнення живлення, так і в холодному стані.

Аварійне освітлення підключається до джерела живлення, не залежного від джерела живлення робочого освітлення.

Для акцентування шляхів евакуації додатково можуть застосовуватися фосфоресцентні знаки.

Світлові покажчики (знаки безпеки) встановлюються:

- над кожним евакуаційним виходом;
- на шляхах евакуації, однозначно вказуючи напрямки евакуації;
- для позначення поста медичної допомоги, пожежного поста;
- для позначення місць розміщення первинних засобів пожежогасіння;
- для позначення місць розміщення засобів екстреного зв'язку та інших засобів, призначених для оповіщення про надзвичайну подію.

Значення яскравості будь-якої частини поверхні кольорових знаків безпеки повинно бути не менше 2 кд/м^2 в усіх напрямках.

Знаки повинні розташовуватися на відстані не більше ніж 25 м один від одного, а також в місцях повороту коридору. Додатково повинні бути відмічені покажчиками виходи з коридорів і рекреацій, які примикають до вищезгаданих приміщень. Світлові покажчики повинні встановлюватися на висоті не нижче ніж 2 м від підлоги.

Значення яскравості будь-якої зони кольорової поверхні знаків безпеки в умовах задимлення має бути не менше 10 кд/м^2 .

У приміщеннях, де можливе задимлення, світильники аварійного освітлення повинні бути розміщені на відстані не менше 0,5 м від стелі, а евакуаційні знаки безпеки на висоті не більше 0,5 м від підлоги.

Знаки безпеки з зовнішнім підсвічуванням не застосовують.

Живлення світлових покажчиків в нормальному режимі повинно проводитися від джерела, незалежного від джерела живлення робочого освітлення; в аварійному режимі перемикається на живлення від третього незалежного джерела, наприклад, вбудованої в світильник акумуляторної батареї.

Тривалість роботи світлових покажчиків повинна бути не менше ніж

1 год.

Освітлювальні прилади аварійного освітлення (безпеки, евакуаційного) допускається передбачати такими, що світять та вмикаються одночасно із освітлювальними приладами нормального освітлення (освітлювальними приладами робочого освітлення), і непостійної дії, що вмикаються автоматично при порушенні живлення нормального освітлення в даній зоні.

Охоронне освітлення (за відсутності спеціальних технічних засобів охорони) має передбачатися уздовж кордонів територій, що охороняються у нічний час. Освітленість повинна бути не менше ніж 0,5 лк на рівні землі в горизонтальній площині або на рівні 0,5 м від землі на одному боці вертикальної площини, перпендикулярної до лінії кордону.

При використанні для охорони спеціальних технічних засобів величину освітленості треба приймати згідно з завданням на проектування охоронного освітлення.

Для охоронного освітлення можуть використовуватися будь-які джерела світла, окрім випадків, коли охоронне освітлення функціонує ненормально і автоматично вмикається від дії охоронної сигналізації або інших технічних засобів.

У таких випадках повинні застосовуватися:

- світлодіодні джерела світла;
- КЛЛ з електронним ПРА;
- розрядні лампи високого тиску за умови їх миттєвого запалювання і швидкого повторного запалювання як в гарячому стані після короткочасного відключення, так і в холодному стані швидкого пуску;
- лампи розжарювання при неможливості використання інших джерел світла.

Область застосування, величини освітленості, рівномірність та вимоги до якості для чергового освітлення не нормуються.

Для місцевого освітлення робочих місць слід використовувати світильники з відбивачами, що не просвічуються. Світильники повинні розташовуватися так, щоб їх елементи, які світяться, не потрапляли в поле зору працюючих на освітленому робочому місці і на інших робочих місцях.

Місцеве освітлення робочих місць повинно бути обладнане регуляторами освітлення.

Місцеве освітлення зорових робіт з тривимірними об'єктами розрізнення слід виконувати:

– при дифузійному відбиванні фону – світильником, у якого відношення найбільшого лінійного розміру поверхні, яка світиться, до висоти її розташування над робочою поверхнею становить не більше ніж 0,4 при направленні оптичної осі в центр робочої поверхні під кутом не менше ніж 30° до вертикалі;

– при наведено-розсіяному і змішаному відбиванні фону – світильником, у якого відношення найменшого лінійного розміру поверхні, яка світиться, до висоти її розташування над робочою поверхнею становить не менше ніж 0,5, а її яскравість – від 2500 кд/м^2 до 4000 кд/м^2 .

При освітленні площадок підприємств і місць виконання робіт поза будівлями за нормоване значення освітленості приймають середню освітленість на робочій поверхні.

Зовнішнє освітлення повинно мати керування, незалежне від керування освітленням усередині будівель.

Значення освітленості навколишньої зони в залежності від освітленості об'єкта, що забезпечують комфортний розподіл яскравості в полі зору, наведені в таблиці 3.4.

Для обмеження засліплювального впливу приладів зовнішнього освітлення місць виконання робіт і територій промислових підприємств висота встановлення світильників над рівнем землі для світильників із

захисним кутом менше ніж 15° повинна бути не менша вказаної в ДБН В.2.5-28-2018.

Для світильників розсіяного світла висота установки повинна бути не менше 3 м при світловому потоці ДС до 6000 лм включно; 4 м – при світловому потоці ДС понад 6000 лм.

Таблиця 3.4 – Значення освітленості навколишньої зони залежно від освітленості об'єкта

Освітленість об'єкта, лк	Освітленість навколишньої зони,
> 500	100
300	75
200	50
150	30
$50 < E_t < 100$	20
< 50	Не нормується

Допускається не обмежувати висоту підвісу світильників із захисним кутом не менше 15° або з розсіювачами з молочного скла без відбивачів на майданчиках для проходу людей і обслуговування технологічного або інженерного обладнання, а також біля входу в будівлю.

При проектуванні освітлювальних установок (ОУ) для виключення або зниження рівня відображеної блискавості необхідно забезпечувати правильне взаємне розташування світильників і робочої поверхні, обмеження яскравості і/або збільшення частини поверхні світильників, яка світиться, враховувати коефіцієнти відбивання матеріалів обробки стелі і стін.

Для освітлення приміщень виробничих і складських будівель слід використовувати найбільш економічні розрядні джерела світла та світлодіодні лампи та світильники.

Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості використання розрядних

ламп і світлодіодних джерел світла.

Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Як джерела світла при штучному освітленні в основному використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи та в останній час світлодіодні джерела світла. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, потужність споживання, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У лампі розжарювання видиме світло випромінює нагріта до високої температури нитка з тугоплавкого матеріалу, що робить їх простими у виготовленні та надійними в експлуатації. До їх недоліків можна віднести малу світлову віддачу (10–15 лм/Вт), невеликий строк служби (близько 1000 год), високу температуру поверхні колби.

У газорозрядних лампах балон наповнюється парами ртуті та інертним газом, а на внутрішню поверхню балона додатково може бути нанесений люмінофор. Залежно від технології виготовлення, газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (більше 10000 год.), більшу світлову віддачу (50–80 лм/Вт), меншу ніж у ламп розжарювання яскравість робочої поверхні, що світиться, та кращий спектральний склад світла, який максимально наближений до денного. До недоліків люмінесцентних ламп відноситься: підвищена пульсація світлового потоку, нестійка робота при низьких температурах та зниженій напрузі в електромережі та більш складна схема підключення до електромережі. Підвищена пульсація світлового потоку газорозрядних ламп негативно впливає на стан зору людини, а також може викликати так званий стробоскопічний ефект, який полягає у тому, що частини обладнання, які обертаються, здаються нерухомими або такими, що обертаються у протилежному напрямі, а це, в свою чергу, може призвести до підвищення рівня травматизму на робочих місцях.

Розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп залежно від спектрального складу світла: ЛД – лампи денного світла, ЛБ – білого світла, ЛДЦ – денного світла з правильною кольоровою передачею, Л'ГБ – тепло-білого світла, ЛХБ – холодно-білого світла.

Лампи високого тиску, це дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві лампи (ДнаТ) мають строк служби більш 10000 год. та світловіддачу відповідно 50 та 130 лм/Вт.

У *галогенних лампах* колби наповнені парами галогену (йоду або бром). За принципом дії вони поділяються на лампи розжарювання, газоразрядні і металогалогенові. Галогенні лампи мають строк служби (2000–5000 год.) і світловіддачу (20–75 лм/Вт).

Джерело світла (лампи) разом, з освітлюваною арматурою складає світильник. Він забезпечує кріплення лампи, подачу до неї електричної енергії, запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також необхідний ступінь щодо електробезпеки та вибухової і пожежної безпеки.

При проектуванні освітлювальних установок необхідно, дотримуючись норм та правил освітлення виробничих приміщень, визначити потребу в освітлювальних пристроях, установчих матеріалах та конструкціях, а також необхідні об'єми споживання електричної енергії. Проект, як правило, складається з чотирьох частин: світлотехнічної, електричної, конструктивної та кошторисно-фінансової.

Світлотехнічна частина передбачає виконання наступних робіт:

– *знайомство з об'єктом проектування*, яке полягає в оцінці характеру й точності зорової роботи на кожному робочому місці;

– при цьому обов'язково треба встановити роль зору у виробничому процесі, мінімальні розміри об'єктів розрізнювання та відстань від них до очей працюючого;

– визначити коефіцієнти відбиття робочих поверхонь та об'єктів

розрізнення;

– визначити розташування робочих поверхонь у просторі, бажану спрямованість світла, наявність об'єктів розрізнювання, що рухаються, можливість збільшення контрасту об'єкта з фоном, можливість виникнення травматично небезпечних ситуацій, стробоскопічного ефекту;

– виявити конструкції та об'єкти, на яких можна розмістити і освітлювальні прилади, а також конструкції та об'єкти, які можуть утворювати тіні тощо;

– *вибір системи освітлення*, який визначається вимогами до якості освітлення та економічності установок освітлення;

– *вибір джерела світла*, що визначається вимогами до спектрального складу випромінювання, питомою світловою віддачею, одиничною потужністю ламп, а також пульсацією світлового потоку;

– *визначення норм освітленості* та інших нормативних параметрів освітлення для даного виду робіт відповідно до точності робіт, системи освітлення та вибраного джерела світла;

– *вибір приладу освітлення*, що регламентується його конструктивним виконанням за умовами середовища, кривою світлорозподілу, коефіцієнтом корисної дії та величиною відблиску ;

– *вибір висоти підвісу світильників* здійснюється, як правило, сумісно з вибором варіанту їх розташування і визначається в основному найвигіднішим відношенням відстані між світильниками до розрахункової висоти підвісу ($L:h$), а також умовами засліплення (залежно від кривої світлорозподілу, яка залежить від типу світильника, відношення $L:h$ прийнято від 0,9 до 2,0).

Після визначення основних параметрів освітлювальної установки (нормованої освітленості, системи освітлення, типу освітлювальних приладів та схеми їх розташування) приступають до світлотехнічних розрахунків.

Догляд за устаткуванням природного та штучного освітлення.

У приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулювальних апаратів, про несправність яких свідчить значний шум дроселів та блимання і мигтіння світла. Діючими нормами передбачаються відповідні терміни чищення світильників та віконного скла, залежно від рівня пилу та газів в повітряному середовищі. Так, для віконного скла – від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік. Також повинна проводитися своєчасна заміна несправних ламп та ламп, що відпрацювали свій робочий строк. Після заміни ламп та чищення світильників необхідно перевіряти рівень освітленості в контрольних точках приміщення не рідше одного разу на рік.

3.4. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ

При розрахунках природного освітлення у виробничих приміщеннях враховуються як вимоги нормативних документів, так і конструктивні особливості цих приміщень: площа та орієнтація світлових отворів, конструкція вікон, чистота скла, геометричні параметри приміщень та відбиваючі властивості його внутрішніх поверхонь, а також зовнішнє та внутрішнє затінення світла різними об'єктами.

На стадії ескізного проектування наближене значення необхідної площі світлопрорізів можна розрахувати:

– при боковому освітленні приміщень за формулою

$$S_e = \frac{D_n}{100m} \cdot \frac{K_z \eta_e K_{\text{бод}}}{\tau_o r_1}; \quad (3.8)$$

– при верхньому освітленні приміщень за формулою

$$S_{\text{л}} = \frac{D_{\text{н}}}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_{\text{л}}}{\tau_0 r_2 K_{\text{л}}} \cdot S_{\text{н}}, \quad (3.9)$$

де $S_{\text{в}}$ і $S_{\text{л}}$ – площі світлових прорізів (в світлі), відповідно, при боковому та верхньому освітленні, м²;

$S_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення, м²;

$D_{\text{н}}$ – нормоване значення КПО, %;

m – коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу.

K_3 – коефіцієнт запасу;

$\eta_{\text{в}}$, $\eta_{\text{л}}$ – коефіцієнти, що враховують світлову активність вікон і ліхтарів;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, який визначається за додатком Г;

$K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежними будинками, який визначається за додатком Г ;

r_1 , r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (3.10)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу;

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світлопрорізу, який розраховується за формулою:

$$\tau_2 = \frac{S_{\text{в}} - S_{\text{р}}}{S_{\text{в}}}, \quad (3.11)$$

де $S_{\text{в}}$ – те саме, що і в формулі (3.8);

$S_{\text{р}}$ – площа частини світлопрорізу, що затінюється рамою.

При розрахунках за формулами (3.8) та (3.9) τ_2 приймається 0,75 для металопластикових та дерев'яних вікон і ліхтарів та 0,85 – для металевих;

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях при боковому освітленні $\tau_3 = 1$;

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях при відсутності сонцезахисних пристроїв $\tau_4 = 1$);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями; за її наявності $\tau_5 = 0,9$, інакше $\tau_5 = 1$.

Значення величин D_n , що входять до формул (3.8) – (3.9) вибирають згідно ДБН 2.5-28:2018.

Розрахунок природного освітлення у приміщеннях, які експлуатуються, здійснюють за графіками А. М. Данилюка графоаналітичним методом, який наводиться у ДБН В.2.5-28-2018.

Розрахунки систем штучного освітлення базуються на двох основних методах розрахунків: за світловим потоком та точковим.

Найбільш розповсюджений в проектній практиці розрахунок за методом коефіцієнта використання потоку світла. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення і дає змогу визначити світовий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення розрахункової горизонтальної площини. Цей метод дозволяє враховувати прямий та відбитий (від стелі, стін та підлоги) потік світла.

Потік світла E , який повинні випромінювати лампи в кожному світильнику, визначають за формулою:

$$F = EkSz/(N\eta\gamma), \quad (3.12)$$

де: E – нормована мінімальна освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу (приймають за ДБН В.2.5-28-2018 в межах від 1,2 до 2,0 залежно від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і регламентованих строків очищення світильників – 2–18 раз на рік);

S – площа, що освітлюється, м²;

$z = E_{\text{сер}} / E_{\text{мін}}$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність освітлення ($E_{\text{сер}}, E_{\text{мін}}$ – середня та мінімальна освітленість), приймають таким, що дорівнює: 1,0 при розрахунку на середню освітленість; 1,15 – для ламп розжарюванім та ДРД; 1,1 – для рядків світильників з люмінесцентними лампами;

N – кількість світильників, передбачена ще до розрахунку відповідно до найвигіднішого співвідношення $L:h$;

η – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками потоку світла на розрахунковій площині (визначають за довідковими таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття підлоги, стін, стелі та індексу приміщення i , який розраховується за формулою $i = AB/(h(A+B))$), де A і B – розміри приміщення згідно плану, м;

h – розрахункова висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м;

γ – коефіцієнт затінення (може вводиться для приміщень з фіксованим розташуванням працівників і приймається таким, що дорівнює 0,8).

Обчислений за формулою (3.12) розрахунковий потік світла лампи (або світильника з кількома лампами) порівнюють із стандартним і приймають найближче значення. У практиці світло-технічних розрахунків допускається відхилення потоку світла вибраної лампи від розрахункового у межах від – 10 до + 20%.

Різновидом методу коефіцієнта використання потоку світла є *метод питомої потужності*. Питома потужність – це потужність установки освітлення приміщення, у відношенні до площі його підлоги. Цей метод застосовують тільки для приблизних розрахунків. Він дає змогу визначити потужність кожної лампи P (Вт) для створення нормованого освітлення:

$$P = \omega S / N, \quad (3.13)$$

де: ω – питома потужність лампи, Вт/м²;

S – площа приміщення, м²;

N – кількість ламп системи освітлення, шт.

Значення питомої потужності знаходять за спеціальними таблицями залежно від нормованої освітленості, площини приміщення, висоти підвісу та типів світильників, а також коефіцієнта запасу.

Точковий метод дає найбільш правильні результати і використовується для розрахунку локалізованого та місцевого освітлення, а також освітлення негоризонтальної площини та великих територій. Цей метод дає змогу визначити освітленість у будь-якій точці приміщення незалежно від числа освітлювальних приладів. До недоліків методу слід віднести важкість урахування відбитих складових потоку світла.

Розрахункове рівняння точкового методу має вигляд:

$$E_A = I_A \cos\alpha / r^2, \quad (3.14)$$

де: E_A – освітленість горизонтальної площини у даній точці А, лк;

I_A – сила світла в напрямі точки А, кд (значення сили світла знаходять за кривими світлорозподілу даного освітлювального приладу);

α – кут між нормаллю до робочої площини і напрямом вектору сили світла в точку А;

r – відстань від світильника до розрахункової точки А, м.

Для зручності розрахунків, особливо на ЕОМ, рівняння може бути перетворено. Приймаючи $r = h/\cos\alpha$ (де h – розрахункова висота підвісу світильника, м) та вводячи коефіцієнт запасу k , маємо:

$$E_A = (I_A \cos^3 \alpha)/kh^2), \quad (3.15)$$

У тому випадку, коли розрахункова точка А розташована на будь-якій негоризонтальній площині, її освітленість. (E_A) можна знайти з рівняння $E_n = E_A \psi'$, де ψ – перехідний коефіцієнт, що визначається за спеціальними номограмами.

При розрахунках освітлення, що утворюється кількома світильниками, підраховують, освітленість в даній точці від кожного з цих приладів та сумують ці результати.

Різновидом точкового методу розрахунку є *метод ізолюкс* (ізолюкса – це крива, що являє собою геометричне місце точок у даній площині з однаковими рівнями освітленості). У цьому випадку точковим методом розраховують освітленість у горизонтальній площині від одного світильника чи компактної їх групи. Отримують сімейство ізолюкс, виконаних в масштабі, у якому накреслений план тієї чи іншої території, що підлягає освітленню. Накладають їх на план даної території таким чином, щоб вони заповнили всю територію. Цей прийом дає змогу графічно розрахувати не тільки освітлення, а й координати місць встановлення опор світильників.

Лекція 4

ВІРОБРОАКУСТИЧНІ ФАКТОРИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

План

4.1. Виробничий шум. Джерела. Класифікація. Характеристики. Нормування. Методи і засоби захисту.

4.2. Вібрація. Джерела. Класифікація. Характеристики. Нормування. Методи і засоби захисту.

4.1. ВИРОБНИЧИЙ ШУМ. ДЖЕРЕЛА. КЛАСИФІКАЦІЯ. ХАРАКТЕРИСТИКИ. НОРМУВАННЯ. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЗАХИСТУ

Шум – безладне сполучення звуків різної частоти і інтенсивності, які сприймаються органами слуху людини.

Виробничий шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і викликають неприємні суб'єктивні відчуття та впливають на здоров'я і працездатність працюючих.

Шум, як фізичний фактор представляє собою механічний коливальний рух пружного середовища (газоподібного, рідкого і твердого), що розповсюджується хвилеподібно. Він характеризується звуковим тиском, як функцією частоти і часу і носить, як правило безладний, випадковий характер. Зона простору, у якій поширюються звукові хвилі, зветься *звуковим полем*. У кожній точці звукового поля тиск та швидкість руху змінюються у часі.

Різниця між миттєвим значенням повного тиску та середнім тиском,

що спостерігається у непорушному середовищі, зветься *звуковим тиском* p (Па). На слуховий апарат людини діє середній квадрат звукового тиску (4.1):

$$\overline{p^2} = \frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt, \quad (4.1)$$

де p – звуковий тиск, Па; T – період коливання, с; t – час, с.

При поширенні звукової хвилі відбувається перенесення енергії. Середній потік енергії у якій–небудь точці середовища в одиницю часу, віднесений до одиниці поверхні, яка є нормальною щодо напрямку поширення хвилі, зветься *інтенсивністю звуку* в даній точці I (Вт/м²) і є однією з основних фізичних параметрів шуму.

Мінімальне значення звукової енергії I_0 , що сприймається вухом людини як звук, зветься порогом чутності. Поріг чутності при частоті 1000 Гц дорівнює $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м² (Па). Верхня межа, де звук, що сприймається, викликає відчуття болю – «*больовий поріг*», та відповідає рівню інтенсивності звуку 10^2 Вт/м² та звуковому тиску $2 \cdot 10^2$ Н/м².

Вухо людини реагує на відносну зміну параметра шуму, а не на абсолютну. Відповідно до закону Вебера–Фехнера відчуття людини на дію подразника є пропорційними логарифму кількості енергії подразника. Тому у акустиці вимірюють не абсолютні значення звукового тиску та інтенсивності звуку, а їх логарифмічні рівні L , дБ, взяті за пороговим значенням інтенсивності звуку I_0 або пороговим тиском P_0 . Величину рівня інтенсивності L_i застосовують при акустичних розрахунках $L_i = 10 \lg \frac{I}{I_0}$, а звуковий тиск L_p – для вимірювання шуму та оцінки його впливу на людину. Джерело шуму характеризується рівнями звукової потужності в

октавних смугах L_p (дБ) та параметром спрямованості випромінювання шуму джерелом. Рівень звукової потужності визначається за формулою (4.2):

$$L_p = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (4.2)$$

де P – звукова потужність, Вт; P_0 – порогова звукова потужність, що дорівнює 10^{-12} Вт.

У тому разі, коли у розрахункову точку потрапляє шум від кількох джерел, складають їх інтенсивності, але не рівні:

$$I_\Sigma = I_1 + I_2 + \dots + I_n, \quad (4.3)$$

де I_Σ – сумарна інтенсивність звуку від кількох джерел у точці спостереження (робоче місце); I_1, I_2, \dots, I_n – інтенсивності звуку джерел.

Після перетворень формула виглядає так:

$$L_\Sigma = 10 \lg \left(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_n} \right), \quad (4.4)$$

де L_1, L_2, \dots, L_n – рівні інтенсивності, що створюються кожним джерелом у розрахунковій точці при їх одиничній роботі.

При однаковій потужності джерел:

$$L_\Sigma = L_i + 10 \lg n, \quad (4.5)$$

де L_i – рівень інтенсивності будь-якого i -го джерела з n існуючих.

Слуховий апарат людини сприймає звукові коливання з частотою приблизно від 16 до 20000 Гц. Для звуків різної частоти *пори́г чу́тності людини відрізняється*. Зі збільшенням частоти він знижується, чим пояснюється той факт, що високочастотні шуми є значно неприємнішими, ніж низькочастотні.

Класифікація шумів.

За характером спектра шуми поділяються на:

– *широкопasmові*, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;

– *вузькосмужні* або *тональні*, в спектрі яких є виражені дискретні тони.

Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням випромінювання у третинооктавних смугах частот по перевищенню рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менш ніж на 10 дБ.

За часовими характеристиками шуми поділяються на:

– *постійні*, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по шкалі «А»;

– *непостійні*, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою «повільно» шумоміра по шкалі «А».

Непостійні шуми поділяються на:

– *мінливі*, рівень яких безперервно змінюється у часі;

– *переривчасті*, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці «повільно» шумоміра по шкалі «А», при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;

– *імпульсні*, які складаються із одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБ(А1) і дБ(А), виміряні на часових характеристиках «імпульс» та «повільно» шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ (рис. 4.1).

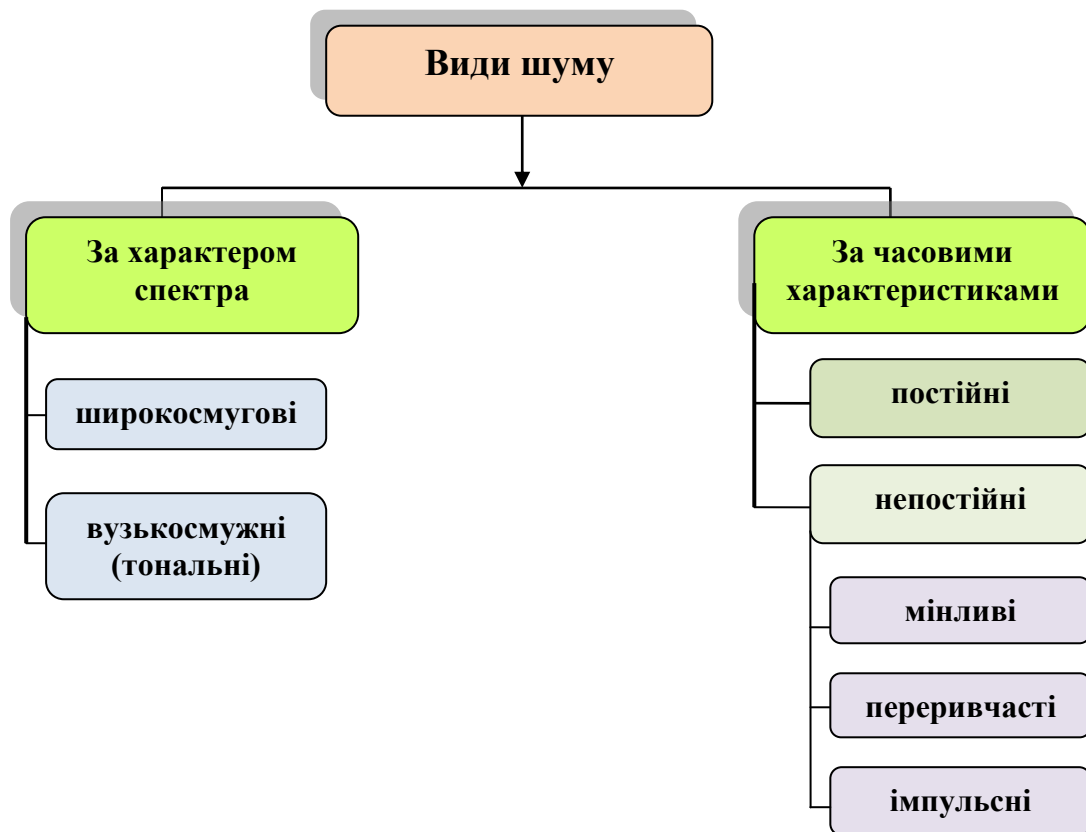


Рисунок 4.1 – Класифікація шумів

За природою виникнення розрізняють такі шуми:

- механічний;
- аеродинамічний;
- гідродинамічний;
- електромагнітний.

За характером дії на працюючого шуми поділяються на наступні:

- перешкоджає мовному зв'язку (50 до 60 дБ);
- подразливий (нервове напруження, зниження працездатності, зниження якості праці, загальна перевтома, зростає ризик нещасних випадків, зростає загальна захворюваність працівників (понад 60 дБ));
- шкідливий (розвиток хронічних захворювань, погіршення слуху, гіпертонія, виразка шлунка.) понад 80 дБ;

– травмируючий (різко порушує фізіологічні функції організму, розрив барабанних перетинок настає при 145 дБ.).

Розрізняють також і так звані окремі категорії шумів:

– *білий шум* – стаціонарний шум, спектральні складові якого рівномірно розподілені по всьому діапазону задіяних частот;

– *кольорові шуми* – деякі види шумових сигналів, які мають певні кольори, виходячи з аналогії між спектральною щільністю сигналу довільної природи і спектрами різних кольорів видимого світла.

– *рожевий шум* (в будівельній акустиці), у якого рівень звукового тиску змінюється в октавній смузі частот.

Шуми можуть виникати через такі явища:

- коливання тіл або їх поверхонь – викликає механічний шум;
- нестаціонарні процеси в рідині або газі – аерогідродинамічний шум;
- змінні магнітні сили, що приводять до коливань робочих органів електричних машин і апаратів – електромагнітний шум.

Джерелами шуму є: всі види транспорту, насоси, промислові об'єкти, пневматичні та електричні інструменти, верстати, будівельна техніка та інше. З шумом пов'язані деякі технологічні процеси – клепання, карбування, обрубка, вибивка лиття, штамповка, шліфівка, робота на ткацьких верстатах, випробування двигунів та їхніх агрегатів, стендові випробовування на вібростійкість виробів та інше.

В умовах виробництва найбільшого впливу шуму зазнають випробувачі моторів, клепальники, обрубувачі, пілоти, машиністи, монтери колій, станційні робітники, бульдозеристи й трактористи, робітники цехів, депо, ткалі, прядильники, токарі, ковалі, штампувальники, фрезерувальники, полірувальники, механізатори сільського господарства та інші.

Шум несприятливо впливає на людину. У робітників на шумних

виробництвах виникають стійкі порушення слуху, діагностуються професійні захворювання (нейросенсорна приглухуватість). Підвищені рівні шуму при тривалій дії спричиняють швидко втому, погіршення самопочуття, зниження гостроти зору, знижується продуктивність праці на 10–15 %. До того ж, шум є стресором, який негативно впливає на всі органи і системи організму, передусім на центральну нервову і серцевосудинну системи.

Ступінь прояву патологічних змін в організмі людини, зумовлених впливом шуму, значною мірою залежить від його інтенсивності і частотного складу, стажу роботи, тривалості дії протягом робочого дня, індивідуальної чутливості організму, поєднання з іншими виробничими чинниками. Найгірші суб'єктивні відчуття і вплив на організм зумовлює високочастотний шум. Імпульсний шум вважається шкідливішим за постійний. У зв'язку з цим на виробництвах мають впроваджуватися заходи і засоби захисту від впливу цього виробничого фактору.

Нормування шуму.

Гігієнічні норми шуму регламентовані в ДСН 3.3.6.037–99. Санітарні норми виробничого шуму, ультра звуку та інфразвуку. Затв. Постановою Головного державного санітарного лікаря від 01.12.1999 р. № 37.

При нормуванні використовуються два методи:

- 1) *нормування за граничним спектром шуму;*
- 2) *нормування рівня звуку у дБА.*

За першим методом нормування шуму здійснюється у діапазоні від 22,5 до 11520 Гц. Це пов'язано з тим, що звуки з частотами нижче 22,5 Гц та вище 11520 Гц спроможні чути менше 1 % людей. Весь зазначений діапазон поділяється на 9 октавних смуг, для яких справедливий вираз:

$$\frac{f_{i+1}}{f_i} = 2; \quad f_{cp} = \sqrt{f_i \cdot f_{i+1}} = f_i \cdot \sqrt{2}.$$

Октава – це безрозмірна одиниця частотного інтервалу, яка дорівнює інтервалу між двома частотами, з яких верхня гранична частота у два рази більша від нижньої.

Сукупність дев'яти допустимих рівнів звукового тиску має назву «*граничний спектр*» (ГС). Граничні спектри являють собою спрощені криві однакової гучності. Характеристикою, а одночасно й індексом граничного спектра є рівень звукового тиску в октавній смузі 1000 Гц. Частота 1000 Гц прийнята в акустиці за *стандартну частоту порівняння*.

За характеристику стійкого шуму на робочому місці приймається рівень звуку в дБА (L_A , дБА), що вимірюється за шкалою «А» шумоміра, частотна характеристика якої імітує криву чутності вуха людини. Рівень звуку L_A , дБА, пов'язаний з граничним спектром (ГС) залежністю:

$$L_A = \text{ГС} + 5. \quad (4.6)$$

Як *нормативний рівень шуму* на постійних робочих місцях та на території підприємств запроваджено гранично допустимий рівень звуку 80 дБА, який забезпечує відсутність ризику втрати слуху і практично не впливає на працездатність та стан здоров'я.

Критерієм гігієнічної оцінки нестійкого шуму є *еквівалентний* (щодо енергії) *рівень звуку широкосмугового, стійкого та неімпульсного шуму*, який чинить на людину такий же вплив, як і нестійкий шум ($L_{Аекв}$, дБА). Цей рівень вимірюється спеціальними інтегрувальними шумомірами або розраховується за формулою:

$$L_{Аекв} = 10 \lg \left(\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_i} \right), \quad (4.7)$$

де L_i – рівень звуку класу i ;

t_i – відносний час впливу шуму класу L_i , % від часу вимірювання.

Вимірювання шуму здійснюється спеціальними приладами – шумомірами.

Згідно ДСН 3.3.6-037-99 нормуються наступні параметри шуму.

Параметри постійного шуму на робочих місцях є *рівнями звукових тисків у октавних смугах* з середньгеометричними частотами 31,5, 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц в децибелах, які визначаються за формулою:

$$L = LgP / P_0 \quad (4.8)$$

де P – середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па;

P_0 – вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює 2×10^{-3} Па.

При орієнтовній гігієнічній оцінці параметрів постійного широкосмужного шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється застосовувати рівень шуму в дБА, виміряний по шкалі «А» часової характеристики «повільної» шумоміра та визначений за формулою:

$$L_{\text{п}} = 20LgP_{\text{п}} / P_0 \quad (4.9)$$

де $P_{\text{п}}$ – ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції «А» шумоміра, Па.

Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – *еквівалентний (по енергії) та максимальний рівень шуму у дБА*. Для

імпульсного шуму нормованим параметром є *еквівалентний рівень шуму у дБАекв та максимальний рівень шуму у дБАІ*.

Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, вимірюного по шкалі «А» шумоміра.

Допускається для характеристики виробничого шуму на робочих місцях застосовувати дозу шуму або відносну дозу шуму.

Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях наведені у ДСН 3.3.6-037-99. Рівні шуму під час творчої діяльності, керівної роботи з підвищеними вимогами, наукової діяльності, конструювання та проектування, програмування тощо не повинні перевищувати 50 дБА; робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами (наприклад, робочі місця за пультами у кабінетах нагляду) – 75 дБА; на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях на території підприємств – 80 дБА.

Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях для тонального та імпульсного шуму слід приймати на 5 дБ менше за значення, що вказані у таблиці допустимих рівнів звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях ДСН 3.3.6-037-99. Для шуму, утворюваного у приміщенні установками кондиціонування повітря, вентиляції та повітряного опалення, допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні звукового тиску на робочих місцях встановлюються на 5 дБ менш ніж рівні шуму у приміщенні, якщо інші не перевищують нормативних значень. Максимальний рівень шуму, що коливається у часі та передається, не повинен перевищувати 110 дБА. Максимальний рівень для імпульсного шуму не повинен перевищувати 125 дБА.

При розробці відомчих нормативів допустимі рівні шуму для окремих видів трудової діяльності повинні встановлюватися з урахуванням важкості та напруженості праці згідно з ДСН 3.3.6-037-99 (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Допустимі рівні шуму з урахуванням важкості та напруженості праці

Класи, умови та характер праці	Допустима важкість	Шкідлива та небезпечна важкість праці		
		1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь
	Рівень шуму, дБА			
Допустима напруженість	80	до 80	75	до 75
Швидкість та небезпечність				
1 ступінь	70	до 70	65	до 65
2 ступінь	60	до 60	–	–
3 ступінь	50	до 50	–	–

Методи вимірювання шуму.

Вимірювання шуму нормується ДСН 3.3.6-037-99 та проводиться на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах та машинах (в кабінах, на пультах управління і т. ін.).

Результати вимірювань повинні характеризувати шумовий вплив за час робочої зміни (робочого дня). Встановлюється така тривалість вимірювання непостійного шуму:

– для переривчастого шуму, за час повного робочого циклу з урахуванням сумарної тривалості перерв з рівнем фонового шуму;

– для шуму, що коливається у часі, допускається загальна тривалість вимірювання – 30 хвилин безперервно або вимірювання складається з трьох циклів, по 10 хв. кожний;

– для імпульсного шуму, тривалість вимірювання – 30 хвилин.

Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумоміра, який відповідає діючим вимогам Держстандарту

України і має посвідчення про перевірку. Вимірювання еквівалентних рівнів шуму слід проводити інтегруючими шумомірами та шумоінтеграторами. Допускається використовувати індивідуальні дозиметри шуму з параметром еквівалентності $q = 3$ – число децибел, що додаються до рівня шуму, при зменшенні часу його дії у 2 рази для збереження тієї ж дози шуму. Прилади повинні бути перевірені в органах Держстандарту. До та після вимірювань проводять акустичну або електричну калібровку вимірювальних приладів. Різниця в калібровці не повинна перевищувати 1 дБ.

При проведенні вимірювань мікрофон слід розташовувати на висоті 1,5 м над рівнем підлоги чи робочого майданчика (якщо робота виконується стоячи) чи на висоті і відстані 15 см від вуха людини, на яку діє шум (якщо робота виконується сидячи чи лежачи). Мікрофон повинен бути зорієнтований у напрямку максимального рівня шуму та віддалений не менш ніж на 0,5 м від оператора, який проводить вимірювання.

При швидкості руху повітря більш ніж на 1 м/с на місці де проводяться виміри, мікрофон захищено й протиповітряним пристроєм.

При проведенні вимірювань октавних рівнів звукового тиску перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють в положенні «фільтр». Октавні рівні звукового тиску вимірюють у смугах з середньометричними частотами 31,6–8000 Гц. При проведенні вимірювань рівнів звуку та еквівалентних рівнів звуку, дБА, дБАекв перемикач частотної характеристики пристрою встановлюють у положенні «А» чи «Аекв».

При проведенні вимірювань рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положення «повільно». Значення рівнів приймають за середніми показниками при коливанні стрілки пристрою. Значення рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску зчитують зі шкали пристрою з

точністю до 1 дБА, дБ.

Вимірювання рівнів шуму та октавних рівнів звукового тиску постійного шуму повинні бути приведені у кожній точці не менше трьох разів. При проведенні вимірювань еквівалентних рівнів шуму, що коливаються в часі, для визначення еквівалентного (за енергією) рівня шуму переикач часової характеристики пристрою встановлюють в положення «повільно». Значення рівнів шуму приймають за показниками стрілки пристрою в момент відліку.

При проведенні вимірювань максимальних рівнів імпульсного шуму перемикач часової характеристики пристрою встановлюють в положенні «імпульс». Значення рівнів приймають за максимальним показником пристрою. Інтервали відліку рівнів шуму, що коливається в часі, при вимірюваннях еквівалентного рівня тривалістю 30 хвилин становлять 5–6 с при загальній кількості відліків 360.

Для наочного графічного зображення розподілу рівнів шуму у виробничих приміщеннях рекомендується складати карти шуму.

Методи і засоби захисту від шуму.

Засоби і методи захисту працюючих від підвищеного рівня виробничого шуму за організаційною ознакою поділяються на :

- засоби і методи колективного захисту;
- засоби і методи індивідуального захисту.

За ДСТУ 7238:2011 для колективного захисту працюючих від підвищеного рівня шуму на робочих місцях мають застосовуватися наступні засоби:

- заміна ударних процесів безударними;
- вимкнення резонансних режимів роботи устаткування;
- огорожувальні пристрої;
- звукоізолювальні (кожухи, екрани, кабіни);
- звукопоглинальні пристрої (облицювальні, штучні звукопоглиначі);

- глушники аеродинамічного шуму;
- пристрої автоматичного контролю;
- пристрої сигналізації;
- пристрої дистанційного керування;
- знаки безпеки та піктограми.

Серед методів зниження розповсюдження шуму набули:

- зменшення шуму в джерелі;
- зміна спрямованості випромінювання;
- раціональне планування будинків і цехів;
- акустична обробка приміщень;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- застосування індивідуальних засобів захисту від шуму.

Найбільш раціональним методом є боротьба з шумом за допомогою зменшення його в джерелі. Зокрема, для зменшення механічного шуму необхідно вчасно проводити профілактичний ремонт устаткування; замінити ударні процеси на неударні; ширше застосовувати примусове змащення тертьових поверхонь; застосовувати балансування обертових елементів машин. Належить також, коли це можливо, замінити підшипники кочення на підшипники ковзання (шум знижується на 10–15 дБ); використовувати зубчаті передачі зі спеціальним профілем; замінити зубчасті і ланцюгові передачі клинореміневими і зубчатореміневими (шум знижується на 10–15 дБ); замінити металеві деталі на деталі із пластмас; використовувати гнучкі сполучення та негучні (пластмасові) матеріали; поліпшувати змащування деталей; підвищувати клас точності деталей тощо.

Зниження аеродинамічного шуму можна домогтися зменшенням швидкості газового потоку, вдосконаленням аеродинамічних властивостей механізмів, що дозволяє знизити інтенсивність вихороутворення,

застосуванням звукоізоляції і встановлення глушників і т. ін.

Електромагнітні шуми знижуються конструктивними змінами в електричних машинах.

Боротьба з шумом на шляху його поширення – звукоізоляція, звукопоглинання, глушники шуму. Дієвим методом зниження рівня шуму є установка звукоізолюючих і звукопоглинальних перепон на шляху його поширення. Звукоізоляція – ефект відображення звукової хвилі. Звукопоглинання – перехід енергії звукових коливань в теплоту.

Під звукоізоляцією розуміють створення спеціальних будівельних пристроїв – перепон (у вигляді стін, перегородок, кожухів, вигоронок тощо), що перешкоджають поширенню шуму з одного приміщення в інше або в одному і тому ж приміщенні. Зміна спрямованості шуму – це перед усе архітектурно-планувальні рішення.

Засоби захисту від шуму, що ефективно застосовуються на машинобудівних підприємствах, поділяють на засоби колективного захисту (ЗКЗ) та індивідуального захисту (ЗІЗ). Класифікація засобів колективного захисту наведена на рис. 4.2.

Архітектурно-планувальні рішення передбачають розділення шумних та тихих виробничих ділянок, віддалення робочих місць від шумного обладнання та розташування його в просторах приміщеннях та інші засоби.

Акустичні засоби включають звукоізоляцію, звукопоглинання, глушники шуму.

До *засобів звукоізоляції* належать звукоізолюючі огорожі, звукоізолюючі кабінки та пульти керування, звукоізолюючі кожухи та акустичні екрани. Звукоізолююча властивість огорож залежить від їх розмірів, форми, розташування, матеріалу і може досягати 60 дБ. Звукоізоляцію від повітряного шуму забезпечують за допомогою звичайних будівельних матеріалів – цегли, бетону та залізобетону, металу,

фанери, плит із деревних стружок, скла тощо.

Звукоізолюючі кабінки використовують для розташування пультів дистанційного керування або робочих місць у шумних приміщеннях. За допомогою звукоізолюючих кабін можна забезпечити практично будь-яке потрібне зниження рівня шуму. Як правило, кабінки виготовляють з цегли, бетону або інших подібних матеріалів, а також збірними з металевих панелей.

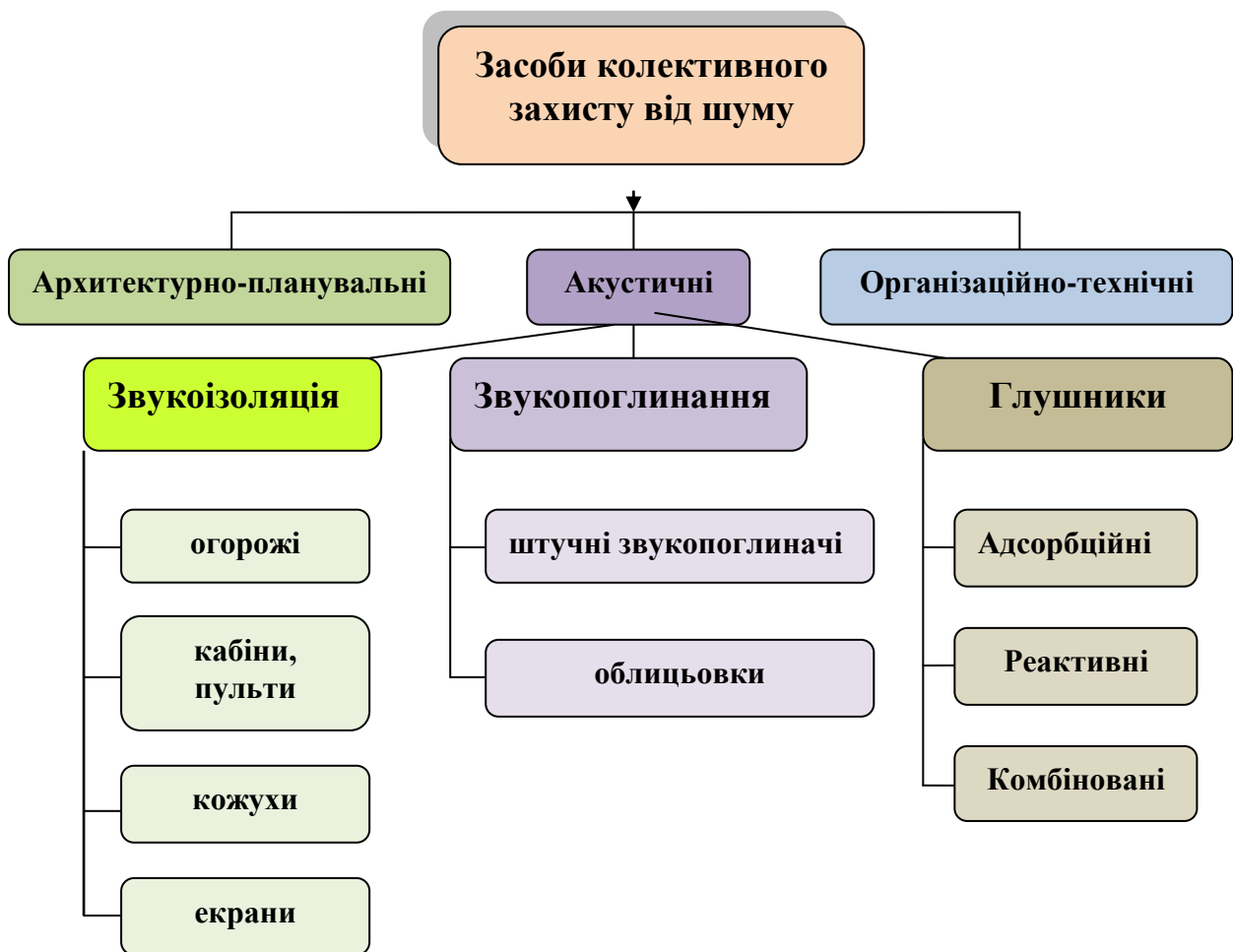


Рисунок 4.2 – Засоби колективного захисту від шуму

Застосування звукоізолюючих кожухів є ефективним, простим та дешевим способом зниження шуму на робочих місцях. Конструктивно

кожухи виготовляються знімними, розсувними або капотного типу, суцільними герметичними або неоднорідної конструкції з оглядовими вікнами, з дверцятами, що відчиняються, з отворами для введення комунікацій та циркуляції повітря.

Кожухи виготовляють з листових вогнетривких або важкозаймистих матеріалів. Внутрішні поверхні стінок кожухів повинні бути облицьовані звукопоглинаючим матеріалом, а сам кожух має бути ізольований від вібрації основи.

Акустичні екрани та огорожі можуть улаштовуватись як у виробничих приміщеннях для захисту робочих місць від шуму агрегату, що обслуговується, а також сусідніх агрегатів, так і на території підприємства.

Засоби звукопоглинання застосовують для зниження шуму на робочих місцях, що знаходяться у приміщеннях з джерелами шуму. До цих засобів відносять *звукопоглинаюче облицьовання* та *штучні звукопоглиначі*. Обладнання їх у приміщеннях має назву акустичної обробки. Звукопоглинання застосовують тоді, коли неможливо забезпечити нормальних акустичних умов методами зниження шуму в джерелі випромінювання та звукоізоляції. Цей метод доцільно застосовувати, якщо у приміщенні частка прямого та відбитого звуку майже дорівнюють один одному (дифузне акустичне поле) та є можливість облицьовання звукопоглинальним матеріалом майже 60 % поверхонь.

Акустичний ефект звукопоглинаючого облицьовання та штучних поглиначів ґрунтується на зменшенні інтенсивності відбитого звуку. Поглинання звуку зумовлене переходом коливальної енергії звукової хвилі у теплоту внаслідок утрат на тертя у звукопоглиначі.

Засоби звукопоглинання, що використовуються для акустичної обробки приміщень, поділяються на три групи:

1) звукопоглинаюче облицювання у вигляді акустичних плит повної заводської готовності з жорсткою та напівжорсткою структурою.

2) звукопоглинаюче облицювання із шару пористо–волокнистого матеріалу (скляного або базальтового волокна, мінеральної вати) у захисній оболонці з тканини або плівки з перфорованим покриттям (металевим, гіпсовим тощо);

3) штучні поглиначі, що становлять собою одно– або багат шарові об'ємні звукопоглинаючі конструкції у вигляді куба, паралелепіпеда, конуса, які підвішуються до стелі приміщення. Одним із різновидів таких звукопоглиначів є звукопоглинаючі куліси у вигляді плоских пластин з мінераловатних плит в оболонці з тканини або плівки.

Глушники шуму. Глушники бувають абсорбційні, реактивні та комбіновані. Зниження шуму в абсорбційних глушниках відбувається за рахунок поглинання звукової енергії звукопоглинаючими матеріалами і конструкціями, а у реактивних – унаслідок відбивання звуку назад до джерела. Комбіновані глушники мають властивість як поглинати, так і відбивати звук. Глушники шуму найчастіше використовують для зниження шуму газодинамічного обладнання. Глушники є обов'язковим складником установок з двигунами внутрішнього згоряння, газотурбінними і пневматичними двигунами, вентиляторних та компресорних установок, аеродинамічних пристроїв тощо. Глушники з поглинальними матеріалами (трубчасті, пластинчасті, екранні) використовують у компресорних і вентиляційних установках. На високих частотах їх ефективність може досягати 10–25 дБ. Глушники без звукопоглинального матеріалу (з розширювальними камерами, резонансні) використовують переважно в поршневих машинах, пневматичних і ротаційних, двигунах внутрішнього згоряння. Ці конструкції настроюють на окремі частотні смуги, які мають найбільшу енергію випромінювання і ефект зниження шуму до 30 дБ.

Організаційно–технічні засоби складаються з технічних (конструктивні рішення зі зниження шуму в джерелі) та організаційних, до яких відносять:

- позначення робочих місць з рівнем звуку більше 80 дБА позначками шумової небезпеки. Постійне знаходження у таких зонах можливе тільки з застосуванням засобів індивідуального захисту;

- обмеження часу знаходження людей у зоні підвищеного шуму без засобів індивідуального захисту органів слуху;

- обов'язкове проведення для осіб, що працюють в умовах інтенсивного виробничого шуму, попереднього та періодичного медичних оглядів (аудиометричний контроль).

Використання засобів індивідуального захисту від шуму здійснюють у випадках, якщо колективні методи захисту не забезпечують допустимих рівнів звуку. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) дають змогу, головним чином, знизити рівні звукового тиску на 7–45 дБ.

До *засобів індивідуального захисту* від шуму належать:

- протишумові укладки – м'які та жорсткі;
- навушники, що забезпечують зниження рівнів звукового тиску в області високих частот 30–35 дБ;
- протишумові шоломи, які застосовуються при рівнях звуку більше 130 дБА.

Найчастіше використовують протишумові укладки у вигляді тампонів, які вставляються у слуховий канал, та протишумові навушники, які закривають вушну раковину зовні. Так, для зниження низькочастотних шумів найдоцільніше використовувати протишумові укладки типу «Беруши». Вони можуть подавляти шум на 20–40 дБ залежно від якості матеріалу та частотного діапазону. Виготовляють їх з ПВХ, поліуретану, поліпропілену, вати, силікону, воску та ін.

Для оцінювання ступеня шкідливості шуму та визначення зв'язку впливу шуму з професією; для раціонального планування та впровадження будівельно-акустичних методів захисту працівників від виробничого шуму встановлюється індивідуальне та групове шумове навантаження постійного та непостійного шуму ДСТУ 2867-94 Шум. методи оцінювання виробничого шумового навантаження.

Індивідуальне оцінювання шумового навантаження за наявності постійного шуму на постійних робочих місцях треба проводити на основі величини рівня шуму в дБА, виміряного за допомогою шумоміра на характеристиці «повільно» на шкалі «А». У ситуації індивідуального оцінювання шумове навантаження постійного шуму дорівнює різниці у дБА між рівнем шуму на постійному робочому місці та нормативним рівнем шуму для даного виробництва.

Групове оцінювання шумового навантаження проводять за допомогою карти непостійного шуму, яку складається з 4-х етапів:

1 етап – складання плану виробничого приміщення.

На схему виробничого приміщення наносять місця розміщення виробничого обладнання, внутрішніх окремих приміщень, а також позначають перегородки та відгородження, віконні та дверні проєми, будівельні колони.

2 етап – накладення координатної сітки на план виробничого приміщення.

3 етап – зазначення еквівалентного рівня шуму у вузлах координатної сітки.

У кожній точці виробничого приміщення, яка відповідає вузлам координатної сітки, визначають еквівалентний рівень шуму а дБА.

4 етап – визначення шумових зон на плані виробничого приміщення з координатною сіткою.

Шумові зони зазначають шляхом позначення на плані частини

виробничого приміщення з однаковими еквівалентними рівнями шуму.

Групове оцінювання шумове навантаження шуму на постійних робочих місцях в цілому в даному виробничому приміщенні дорівнює критерію шумового навантаження (КШН), який обчислюють за формулою (1) в дБА:

$$\text{КШН} = \left(\sum_{i=1}^N N_i \cdot \Delta LA_{\text{екві}} \right) / N, \quad (4.10)$$

де КШН – середньо зважене перевищення нормативного рівня шуму даного виробництва і є однозначним показником шкідливого впливу шуму на всю групу працівників на постійних робочих місцях;

N – кількість працівників;

N_i – кількість працівників на постійних робочих місцях в кожній шумовій зоні;

$\Delta LA_{\text{екві}}$ – максимальне перевищення нормативного рівня шуму з кожній шумовій зоні.

Групове оцінювання шумового навантаження шуму на непостійних робочих місцях, в цілому, в даному виробничому приміщенні дорівнює критерію шумового навантаження (КШН), який обчислюється за формулою в дБА:

$$\text{КШН} = \left(\sum_{n=1}^N \Delta LA_{\text{еквн}} \right) / N, \quad (4.11)$$

де КШН – середньо зважене перевищення нормативного різня шуму на даному виробництві і є однозначним показником шкідливого впливу на всю групу працівників на непостійних робочих місця;

N – кількість працівників у цілому;

n – кількість робочих місць;

$\Delta LA_{\text{екв}}$ – перевищення нормативного рівня шуму на кожному n -робочому місці.

4.2. ВІБРАЦІЯ. ДЖЕРЕЛА. КЛАСИФІКАЦІЯ. ХАРАКТЕРИСТИКИ. НОРМУВАННЯ. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЗАХИСТУ

Вібрація (від лат. *vibratio* – коливання) – механічні коливання твердого тіла (ДСН 3.3.6-039-99). Вони виникають при періодичному зміщенні центру ваги тіла від положення рівноваги, а також при періодичній зміні його форми.

Причинами вібрацій є:

- нерівноважені силові дії (зубчасті зачеплення, кривошипно-шатунний механізм в двигунах і компресорах);

- нерівноважені обертові елементи:

- нерівномірний розподіл продукту в обертових млинах, центрифугах, сепараторах;

- не симетричний знос деталей, що обертаються;

- дисбаланс через дефекти литва;

- не симетричний розподіл маси в апаратах та ін.

Основними величинами, що характеризують вібрацію, є: амплітуда вібропереміщення (Sa) і частота (f), пов'язана з періодом коливань (T) обернено пропорційною залежністю $f = 1/T$. При вібрації точка з визначеною частотою й амплітудою рухається безперервно зі змінною швидкістю (v) і прискоренням (a), які є відповідно похідними амплітуди і частоти. Між частотою, амплітудою, віброшвидкістю, віброприскоренням і віброзміщення (x). існує пряма залежність:

$$a = v(2\pi f) = x(2\pi f)^2, \quad (4.12)$$

де $2\pi f$ – кругова частота вібрації, ω .

Передача енергії механічної системи, що коливається, пропорційна середньоквадратичному значенню віброшвидкості. Тому для оцінки віброшвидкості і віброприскорення використовують їхні середньоквадратичні значення. На практиці використовують не тільки абсолютні значення віброшвидкості і віброприскорення, а й відносне – їх логарифмічні показники.

Віброшвидкість (V) – кінематичний параметр, що дорівнює швидкості перемещення (перша похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою.

Віброприскорення (a) – кінематичний параметр, що дорівнює прискоренню переміщення (друга похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою.

Корегований рівень вібрації ($L_{\text{кор.}}$) – інтегральна оцінка вимірних по спектру значень кінематичного параметру (v , a) з урахуванням вагових коефіцієнтів K .

Еквівалентний корегований рівень вібрації ($L_{\text{кор.екв.}}$) – інтегральний показник вібраційного «навантаження» на працюючого за робочу зміну, що відповідає рівню (L) постійної вібрації, яка має таку ж саму енергію при дії протягом зміни 8 год

Ваговий коефіцієнт (K_i) – числа поправка до абсолютного або логарифмічного значення кінематичного параметру, що відображає вібраційну чутливість організму в n -ій смузі частот.

Логарифмічні рівні віброшвидкості (L_v) в дБ визначають за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0} \quad (4.13)$$

де v – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с;

$$(v = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_1^n v_i^2}, v_i - \text{миттєві значення віброшвидкості за період } T);$$

v_0 – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює 5×10^{-8} м/с (для локальної та загальної вібрацій).

Логарифмічні рівні віброприскорення (L_a) в дБ визначають за формулою:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \quad (4.14)$$

де a – середньоквадратичне значення віброприскорення, м/с²;

a_0 – опорне значення віброприскорення, що дорівнює 3×10^{-4} , м/с².

Класифікація вібрацій.

Розподіл виробничої вібрації за частотним складом наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розподіл виробничої вібрації за частотним складом

Характер вібрації	Області вібрації, Гц	
	Локальна вібрація	Загальна вібрація
Низькочастотна	8–16	1–4
Середньочастотна	31,5–63,0	8–16
Високочастотна	125–1000	31,5–63,0

За способом передачі на тіло людини розрізняють **загальну та локальну вібрацію**. Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть, переважно через опорні поверхні. Локальна вібрація передається через руки працюючих при контакті з ручним механізованим

інструментом, органами керування машинами і обладнанням, деталями, які обробляються та ін. (рис. 4.3).

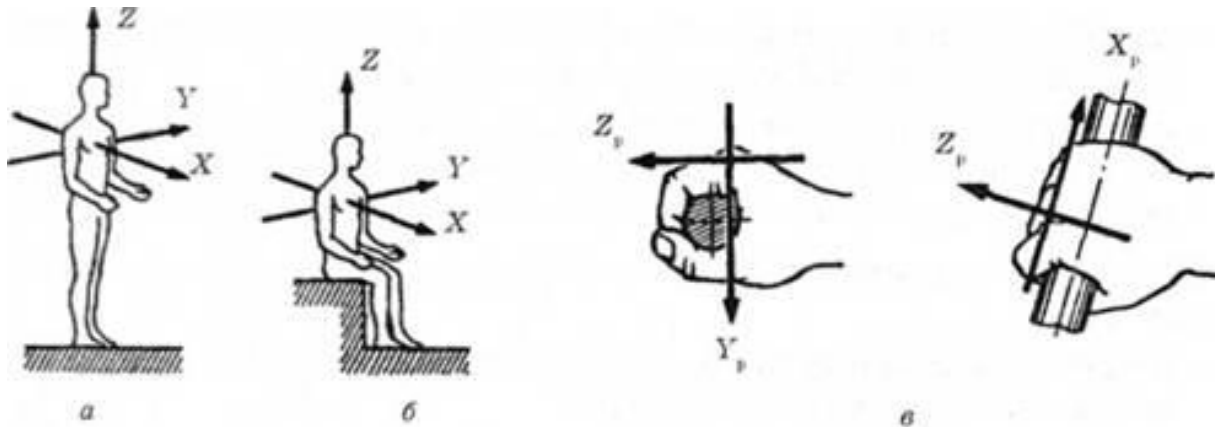


Рисунок 4.3 – Напрями координатних осей при дії загальної (а, б) та локальної вібрації (в),

Класифікації вібрацій за ДСН 3.3.6-039-99 наведені на рис. 4.4.

Загальну вібрацію за джерелом виникнення поділяють на такі категорії.

Категорія 1 – транспортна вібрація, яка діє на людину; на робочих місцяхсамохідних та причіпних нашій, транспортних засобів рід час руху по місцевості, агрофонах і дорогах (в тому числі при їх будівництві).

До джерел транспортної вібрації відносять, наприклад трактори сільськогосподарські та промислові, самохідні сільськогосподарські машини (у тому числі комбайни); автомобілі ватажні (а тому числі тягачі, скрепери, грейдери, котки та ін.); снігоприбирачі, самохідний гірничошахтний транспорт.

Категорія 2 – транспортно-технологічна вібрація, яка діє на людину на робочих місцях машин з обмеженою рухливістю та таких, що рухаються тільки по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень, промислових майданчиків та гірничих виробок.

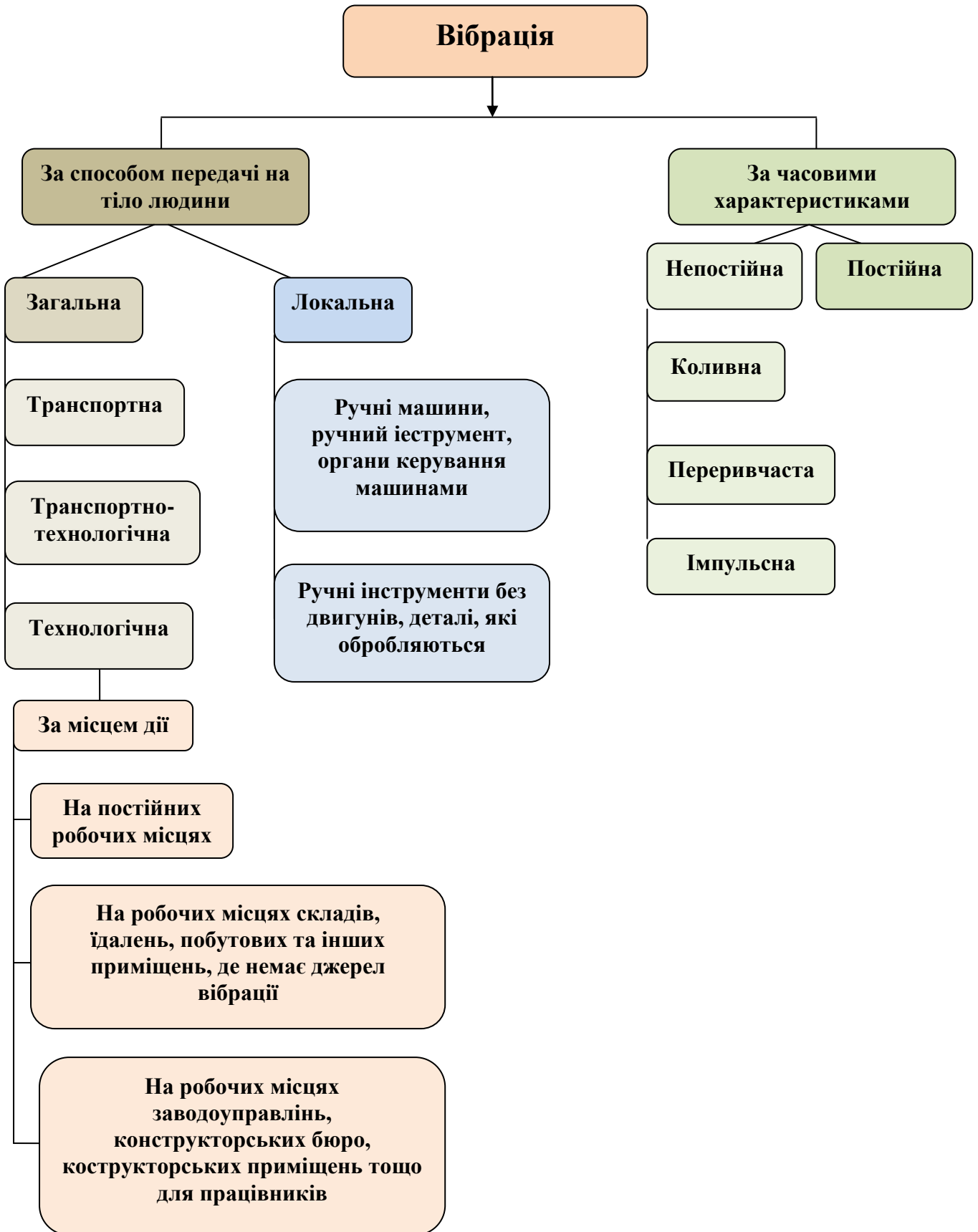


Рисунок 4.4 – Класифікація вібрацій

До джерел транспортно-технологічної вібрації відносять, наприклад, екскаватори (в тому числі роторні), крани промислові та будівельні, машини для завантаження мартеновських печей (завалочні), гірничі комбайни, самохідні бурильні каретки, шляхові тинини, бетоноукладчики, транспорт виробничих приміщень.

Категорія 3 – технологічна вібрація, яка діє на людину, на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації.

До джерел технологічної вібрації відносяться, наприклад верстати та метало-деревообробне, пресувально-ковальське обладнання, ливарні машини, електричні машини, стаціонарні електричні установки, насосні агрегати та вентилятори, обладнання для буріння свердловин, бурові верстати, машини для тваривництва, очищення та сортування зерна (у тому числі, сушарні), обладнання промисловості будматеріалів (крім бетоноукладачів), установки хімічної та нафтохімічної промисловості та ін.

Загальну технологічну вібрацію *за місцем дії* поділяють на такі типи:

а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств;
б) на робочих місцях складів, їдалень, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації;

в) на робочих місцях заводоуправлінь, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці.

За джерелом виникнення локальну вібрацію політають на таку, що передається від:

– ручних машин або ручного механізованого інструменту, органів керування машинами та устаткуванням;

– ручних інструментів без двигуна а (наприклад, рихтувальні молоти)

та деталей, які оброблюються.

За напрямком дії загальну вібрацію характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат (X_3, Y_3, Z_3) як діючу у вертикальному (перпендикулярному опорним поверхням тіла) напрямку - вісь Z_3 , горизонтальному повздовжньому (спина-груди) напрямку – вісь X_3 , та горизонтальному поперечному (плече-плече) напрямку – вісь Y_3 .

За напрямком дії локальну вібрацію характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат (X, Y, Z) : як діючу вздовж осі X , що паралельна осі місця захвату джерела вібрації (держака, кермовою колеса, важелів керування, які тримають у руках та ін.) як діючу вздовж осі Z (паралельна передплеччю руки працюючого) та осі Y , що перпендикулярна по відношенню до осей X , та Y (рис. 4.3).

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяють на:

– **постійні**, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється менше ніж у 2 рази (менше 6 дБ) за робочу зміну;

– **непостійні**, для яких величина віброприскорення або віброшвидкості змінюється не менше ніж у 2 рази (6 дБ і більше) за робочу зміну.

Непостійні вібрації поділяють на:

– **коливні**, рівні яких безперервно змінюються в часі;

– **переривчасті**, коли контакт з вібрацією в процесі роботи переривається, причому довжина інтервалів, під час яких має місце контакт, становить більше 1с;

– **імпульсні**, що складаються з одного або кількох вібраційних впливів (наприклад, ударів), кожен довжиною менше ніж 1 с, при частоті їх дії менше ніж 5,6 Гц.

Нормування виробничої вібрації.

Розрізняють гігієнічне та технічне нормування вібрації. При

гігієнічному нормуванні регламентуються відповідні умови щодо захисту від вібрації людини, а при технічному – щодо захисту машин, устаткування, механізмів і т. ін. від дії вібрації, яка може призвести до їх пошкодження чи передчасного виходу з ладу. Основним нормативним документом, що регламентує санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації є ДСН 3.3.6.039-99.

Дія вібрації на організм людини залежить від таких її характеристик: інтенсивності, спектрального складу, тривалості впливу, напрямку дії.

Гігієнічна оцінка вібрації, яка діє на людину у виробничих умовах, здійснюються за допомогою таких методів:

- частотного (спектральною) аналізу її параметрів;
- інтегральної оцінки по спектру частот параметрів, що всмоктуються;
- дози вібрації.

При дії постійної локальної та загальної вібрації параметром, що нормується, є *середньоквадратичне значення віброшвидкості* (v) та *віброприскорення* (a) або їх *логарифмічні рівні у дБ* в діапазоні октавних смуг із середньо геометричними частотами:

– 8,0, 16,0, 31,5, 63,0, 125,0; 250,0, 500,0; 1000,0 Гц – для локальної вібрації;

– 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 31,5; 63,0 Гц або в діапазоні 1/3 октавних смуг 0,8, 1,0, 1,25, 1,6, 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0, 25,0; 31,5; 40,0; 50,0, 63,0. 80,0 Гц – для загальної вібрації.

Середньоквадратичне значення віброшвидкості ($v_{сер кв}$) за період

$$v_{сер кв} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_t^{1+T} v^2(t) dt} \quad (4.15)$$

Середньгеометрична частота визначається за формулою:

$$f_{серг} = \sqrt{f_B f_H} , \quad (4.16)$$

де f_B, f_H – верхня та нижня межі частотної смуги.

Логарифмічні рівні віброшвидкості (L_v) в дБ визначають за формулою:

$$L_v = 20 \lg V/V_0 \quad (4.17)$$

де V – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с;

V_0 – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює 5×10^{-8} м/с (для локальної та загальної вібрації).

Логарифмічні рівні віброприскорення (L_a) в дБ визначають за формулою:

$$L_a = 20 \lg a/a_0 \quad (4.18)$$

де a – середньоквадратичне значення віброприскорення, м/с²;

a_0 – опорне значення віброприскорення, що дорівнює 3×10^{-4} м/с (для локальної та загальної вібрації).

Параметрами, що нормуються, при *інтегральній оцінці за спектром частот є кореговане значення віброшвидкості (U) або віброприскорення (a), або їх логарифмічних рівнів (L)*, які вимрюються за допомогою корегуючих фільтрів або розраховуються.

Кореговане значення віброшвидкості або віброприскорення визначається за формулою:

$$U = \sqrt{\sum_1^n (v_i \cdot K_i)^2}, \quad (4.19)$$

де v_i – середньоквадратичне значення віброшвидкості або віброприскорення в i -й частотній сімузі;

n – загальна кількість частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у

частотному діапазоні, що нормується;

K_i – ваговий коефіцієнт для i -ої частотної смуги (відповідно до абсолютних значень віброшвидкості та віброприскорення локальної та загальної вібрації, що наведені у ДСН 3.3.6-039-99.

У разі дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є **вібраційне навантаження** (еквівалентний корегований рівень, доза вібрації D), одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом або обчислене для кожного напрямку дії вібрації (X, Y, Z) за формулами:

$$D = \int_0^t U^2(t) dt \quad (4.20)$$

або

$$L_{кор.екв} = L_{кор} + 10 \lg(t/t_{зм}), \quad (4.21)$$

де D – доза вібрації;

$U(t)$ - кореговане за частотою значення вібраційного параметру (віброшвидкості або віброприскорення);

де $L_{кор.екв}$ - кореговане значення рівнів вібрації, дБ;

t – час дії вібрації, год;

$t_{зм}$ - тривалість зміни, год.

Еквівалентний корегований рівень віброшвидкості або віброприскорення розраховується шляхом енергетичного додавання рівнів з урахуванням тривалості дії кожного з них.

При дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину) залежно від тривалості імпульсу.

Нормативні значення вібрації встановлені згідно з ДСН 3.3.6.039- 99 за її дії протягом робочого часу 480 хвилин (8 год). При впливі вібрації, яка перевищує встановлені нормативи, тривалість її дії на людину протягом робочої зміни зменшують згідно відповідної таблиці у ДСН 3.3.6.039- 99.

ДСТУ ISO 2631-1:2004 Національний стандарт України. Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину. Частина 1. Загальні вимоги) для забезпечення вібраційної безпеки праці запроваджено наступні критерії оцінки несприятливого впливу вібрації:

1) критерій «безпека», який забезпечує збереження здоров'я працюючого, а також виключає можливість виникнення травмонебезпечних або аварійних ситуацій внаслідок впливу вібрації. Застосовується для транспортної вібрації;

2) критерій «зниження продуктивності праці», що забезпечує підтримку нормативної продуктивності праці працюючого, яка не зменшується внаслідок розвитку втоми під впливом вібрації. Застосовується для транспортно–технологічної та технологічної вібрації;

3) критерій «комфорт» – суб'єктивне відчуття гарного самопочуття в умовах впливу вібрації. Він забезпечує працюючому почуття комфортності умов праці при повній відсутності заважаючого впливу вібрації. Застосовується для вібрації на робочих місцях працівників розумової праці та персоналу, що не займається фізичною працею.

Вимірювання виробничої вібрації.

Контроль вібрації на виробництві здійснюється при проведенні гігієнічної атестації робочих місць та планового контролю за станом умов праці.

Локальна вібрація повинна контролюватися не менше 2 разів на рік, а також після планового ремонту інструментів, а загальна вібрація – 1 раз на рік. Контроль вібрації ручних інструментів може здійснюватися в умовах,

що імітують виробничі, з використанням спеціальних стендів.

Вимірювальна апаратура повинна відповідати вимогам чинного законодавства та мати діюче свідоцтво про держперевірку.

На початку та кінці вимірювань проводять механічне (за допомогою вібростолу) або електричне калібрування вібровимірювальної апаратури.

Різниця між ціми калібруваннями не повинна перевищувати 1 дБ.

Виміри вібрації проводять у реальних умовах експлуатації обладнаних. При оцінці нових машин виміри проводять на налагодженому устаткуванні, яке працює у паспортному чи типовому технологічному режимі.

Вимірювання проводять безперервно або через рівні проміжки часу (дискретно). При дискретному вимірюванні спектрів або корегованих за частотою рівнів інтервал між вимірами повинен бути не менш як 1 с. Показник фіксується в момент виміру незалежно від значення показника за час виміру.

При безперервному вимірі спектрів та корегованих за частотою значень час виміру повинен бути не менше 3 с.

Кількість вимірів повинна бути не менше 3.

При вимірі спектрів та корегованого за частотою значеннях параметрів вібрації, якщо розбіжність значень вимірів перевищує 3 дБ (у 1,5 рази), проводять два додаткових виміри. За різницею між максимальним та мінімальним рівнями за п'ятьма вимірами визначають коефіцієнт «К» за таблицею з довірчим інтервалом ± 3 дБ з довірчою імовірністю 0,95 за найближчим більшим до обчислювального значенням «К» знаходять потрібну кількість

При безперервному вимірі вібраційного навантаження час спостереження повинен бути не менше ніж 5 хвилин.

Вимірювання локальної вібрації.

Точки вимірювання обирають у місці контакту оператора з

поверхнею, яка вібрує.

Вібродатчик встановлюють на рівній, гладкій поверхні за допомогою шпильки М5 на різьбі (попередньо висвердлюється отвір і нарізається різьба).

У разі неможливості кріплення вібродатчика шпилькою дозволяється використовувати перехідний елемент у вигляді хомута, струбцини та ін. Якщо місце контакту має покриття з еластичного матеріалу, або рукоятка не має жорстокої основи, то вібродатчик кріплять на металеву пластину розміром 50 x 25 x 08 мм зі шпилькою. Маса перехідного елемента не повинна перевищувати 10 % маси інструменту (деталі), що обробляються, а маса вібродатчика – 65 г.

При проведенні приймальних випробувань інструментів вимірювання вібрації проводять по трьох осях (X_n, Y_n, Z_n) ортогональної системи координат. Якщо значеній вібрації по одній з осей перешикує її значення по другім осям на 6 дБ (у 2 рази) і більше, то цей напрям вказується у паспорті на машину і по ньому проводять виміри при наступному контролі.

Вимірювання проводять в реальних умовах експлуатації. Час усереднення приладу повинен бути не менше 1 с.

При вимірюванні імпульсної вібрації визначають максимальне значення віброприскорення або його логарифмічний рівень при виконанні не менше ніж 10 ударів або за час роботи не менш ніж одна хвилина.

Визначають кількість вібраційних імпульсів за робочу зміну за даними хронометражу або розрахунковим виміром. Розрахунок ведуть за час роботи не менше 3 разів з інтервалом часу не менш ніж 5 хвилин.

Вимірювання загальної вібрації

Точки вимірювання загальної вібрації повинні знаходитись у місцях

контакту опорних поверхонь тіла людний з вібруючою площею:

- сидіння – для оператора, що сидить;
- підлога робочої зони, робочий майданчик – для оператора, що стоїть. Для непостійних робочих місць, чи робочих зон визначається не менш ніж три точки контролю у місцях найбільших коливань, з урахуванням часу перебування в них (не менш ніж 15 хв. за робочу зміну).

Осі вимірювань загальної вібрації (X_3 , Y_3 , Z_3) повинні бути орієнтовані в ортогональній системі координат відносно тіла людини.

Для вимірювання вібрації, як правило, застосовують прилади, принцип роботи яких базується на перетворенні кінематичних параметрів вібрації в електричні. Як первинні вимірювальні засоби (давачі) використовуються ємнісні, індукційні, п'єзоелектричні перетворювачі вібропереміщення, віброшвидкості, віброприскорення. Параметри вібрації вимірюють віброметрами ВМ-1, ВИП-2, апаратурою контрольно-сигнального вібровимірювального типу ВВК-003, ВВК-005, вимірювачами шуму та вібрації ВШВ-003 та ін.

Для вимірювання загальної вібрації рекомендується використовувати прилади ДН-7, ДН-12, ДН-19 або фірми «Брюль і К'єр» (Данія): 4366, 4368, 4370, 4381, 4322. Для вимірювання локальної вібрації – датчики ДН-3, ДН-4, ДН-5 та 4363, 4369, 4371, 4322 (фірма «Брюль і К'єр»). Для безпосереднього вимірювання інтегральних коригованих за спектром значень непостійної вібрації та еквівалентних коригованих значень можуть бути застосовані прилади 2512 фірми «Брюль і К'єр»; ШВИЛ-01; ШВИЛ-01ДМ і ШВИЛ-02 та ін.

Методи і засоби захисту від вібрацій.

Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має для її здоров'я негативні наслідки. Вплив вібрації на людину залежить від її спектрального складу, напрямку дії, місця прикладення, тривалості впливу, а також від індивідуальних особливостей людини.

Чутливість до вібрації – суб'єктивне сприйняття людиною наявності впливу вібрації.

Межа (порог) чутливості до вібрації – нижчий рівень вібрації, при якому людина ще здатна відчувати її вплив.

Діапазон відчуття вібрацій людиною від 1 до 20000 Гц. Найбільш висока чутливість виявлена до частот 200–250 Гц. Їх підвищення чи зменшення приводять до зниження вібраційного відчуття. Людина починає відчувати вібрацію за коливальної швидкості $\approx 1 \cdot 10^{-4}$ м/с, а при швидкості 1 м / с виникають больові відчуття.

Про негативний вплив вібрації на організм людини відомо ще з ХІХ сторіччя, але клінічні прояви вібраційної хвороби були описані лише у ХХ сторіччі G. Loriga та A. Hamilton за результатами спостереження у каменотесів синдрому «мертвих пальців».

У структурі професійної патології в Україні вібраційна хвороба займає одне із провідних місць – понад 20 %. Найбільше вона реєструється на підприємствах машинобудівної, суднобудівної, гірничорудної, лісопереробної та будівельної промисловості, у сільському господарстві, на транспорті та складає 9,8 випадків на 100 000 працюючих.

Сприйняття людиною вібрації є сукупністю складних фізіологічних і психологічних процесів, в яких беруть участь аналізатори соматичної: чутливості: шкірний, пропріорецептивний, інтероцептивний, вестибулярний. У шкірному аналізаторі перетворення механічної енергії в нервовий процес відбувається в механорецепторах, у цьому також беруть участь рецептори сухожилків, фасцій і суглобів.

Дія вібрації на організм спричиняє різні зміни в діяльності ЦНС і периферичної нервової системи. Особливо чутливими до дії вібрації відділи симпатичної нервової системи, регулюючі тонус периферичних судин, а також відділи периферичної нервової системи, пов'язані з вібраційною і тактильною чутливістю. При дії вібрації знижуються усі

види шкірної чутливості, погіршується швидкість проведення імпульсу по нерву, розвиваються парестезії.

Дія на організм загальної вібрації викликає у першу чергу зміни у нервовій системі та аналізаторах. Ці порушення викликають головний біль, запаморочення, порушення сну, зниження працездатності, загальне порушення самопочуття, серцевої діяльності, погіршення зору, захворювання суглобів та ін. Загальна дія низькочастотної вібрації проявляються у порушеннях білкового, ферментативного, вітамінного та холестеринового обмінів, біохімічних показників крові. У жінок після тривалої дії загальної вібрації підвищується частота гінекологічних захворювань, передчасних пологів. Низькочастотна вібрація викликає у жінок порушення кровообігу органів малого тазу.

Особливо небезпечні вібрації з частотами, близькими чи рівними частоті коливань людського тіла та його окремих частин, органів. Вібрації з частотою до 4 Гц впливають на вестибулярний апарат (органи рівноваги) і викликають захворювання під назвою «морська хвороба». Коливання з частотою 5–6 Гц надто несприятливі, тому що діють на область серця. При частотах 4–8 Гц коливання резонансні для шлунка, печінки, органів черевної порожнини; при 20–25 Гц для мозку; при 30–40 Гц для кистей рук, при 250 Гц для нервової системи. Можливі розриви органів. Низькочастотна загальна вібрація може призводити до захворювань радикулітом, хронічним гастритом. Вібрація достатньо високої частоти може впливати на слуховий апарат так само, як шум, і призводити до розвитку кохлеарного невриту.

При тривалому впливі вібрації може виникнути загальне захворювання організму – вібраційна хвороба. В основі вібраційної хвороби лежить складний механізм нервових та рефлекторних порушень, які призводять до виникнення вогнищ застійного збудження в центрах вібраційної чутливості стовбурових та кіркових відділів ЦНС із наступним

поширенням цих вогнищ на інші регуляторні центри (судинноруховий, больової, температурної, тактильної чутливості, тощо) та розвитком специфічних та неспецифічних симптомів внаслідок дискоординації їх діяльності. Характерною рисою цієї хвороби є зміна тону су капілярів судин шкіри долонної поверхні рук з наступним розвитком спазму або атонії. З'являється відчуття оніміння, повзання мурашок, здерев'яніння, біль у суглобах. Шкіра пальців стає блідою, знижується їх чутливість. Це тяжке, важковиліковне захворювання, що нерідко закінчується інвалідністю.

Найнесприятливішим для організму вважається вплив вібрації високої частоти. Вона легко поширюється по тканинах організму і причиняє рефлекторну відповідь з екстеро-, ангіо- та пропріорецепторів віддалених ділянок тіла. Найнебезпечнішим для людського організму в плані розвитку професійної патології є вплив вібрації з частотою від 63 до 250 Гц, оскільки саме в цьому діапазоні спостерігається найбільш виражений ангіоспастичний ефект.

Шкідливість вібрації збільшується при одночасному впливі на людину зниженої температури, підвищеного рівня шуму, запиленості повітря, тривалого статичного напруження м'язів та ін. виробничих факторів.

Отже, зважаючи на високий професійний ризик вібрацій здоров'ю людини, працюючим вібронебезпечних професій має бути забезпечена вібраційна безпека праці.

Методи захисту працюючих від вібрацій за організаційною ознакою поділяються на методи колективного віброзахисту та методи індивідуального віброзахисту. Заходи і засоби віброзахисту представлені на рис. 4.5.

ДСТУ 7238:2011 передбачено наступні колективні засоби колективного захисту працюючих від підвищеного рівня вібрації:

–заміна ударних процесів безударними;

- вимкнення резонансних режимів роботи;
- устаткування віброізолювальні;
- віброгасильні та вібропоглинальні пристрої;
- огорожувальні пристрої;
- пристрої автоматичного контролю та сигналізації пристрої дистанційного керування.

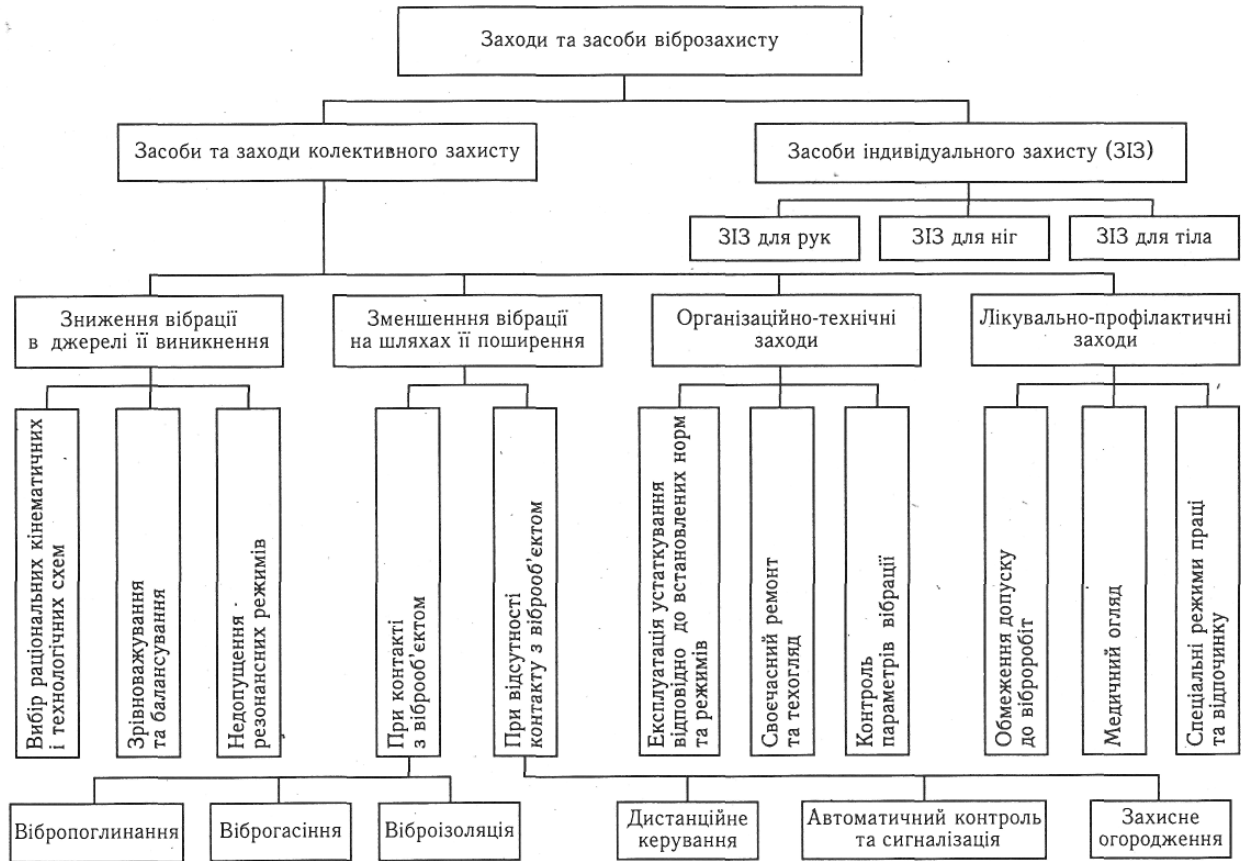


Рисунок 4.5 – Заходи і засоби віброзахисту

Основні заходи щодо захисту людини від шкідливої дії вібрації у виробничих умовах можуть поділяють на технічні, організаційні і лікувально-профілактичні, а також на колективні та індивідуальні.

До технічних заходів відносять:

- зниження вібрації в джерелі її виникнення (вибір на стадії проектування кінематичних і технологічних схем, які знижують динамічні

навантаження в устаткуванні та ін.);

- зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція).

До організаційних заходів відносять:

- організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання ні технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації, дистанційне керування вібронезбезпечним обладнанням);

- організаційно-режимні (забезпечення відповідного режиму праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо);

До лікувально-профілактичних заходів відносять:

- періодичні медичні огляди;
- лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітамінно- та фітотерапія).

Найбільш важливим напрямком захисту від вібрації є застосування групи заходів, що впливають на джерело збудження належать такі засоби захисту:

- динамічне зрівноважування;
- антифазна синхронізація,
- змінювання характеру збурюючих впливів;
- зміна конструктивних елементів джерела збудження;
- зміна частоти коливань.

Вони використовуються, як правило, на етапі проектування або виготовлення машини.

Засоби захисту від вібрації на шляхах її поширення можуть бути закладені як у проекти машин та виробничих ділянок, так і застосовані на етапі їх експлуатації.

Основними методами зниження вібраційної активності машин є:

- зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення

діючих змінних сил (наприклад, за рахунок врівноваження мас, заміни ударних технологій на безударні, використання спеціальних видів зчеплення у приводах машин та ін.);

- відстроювання від резонансних режимів за рахунок раціонального вибору приведеної маси або жорсткості системи або зміна частоти збуджуючої сили;

- вібродемпфування – процес зменшення вібрацій захищеного об'єкта шляхом перетворення енергії механічних коливань даної коливальної системи у теплову енергію. Це може здійснюватися за рахунок:

- використання конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям;

- нанесення на віброуючі поверхні шару пружнов'язких матеріалів, що мають великі втрати на внутрішнє тертя;

- застосуванням поверхневого тертя (при коливаннях згину двох пластин, які скріплені та щільно прилягають одна до одної);

- переведенням механічної коливальної енергії в енергію струмів Фуко або електромагнітного поля;

- динамічне гасіння – введення в коливальну систему додаткових мас та зміна її жорсткості, що дає змогу кріплення на віброуючому об'єкті, додаткової коливальної системи, яка рухається в «протифазі» з коливаннями самого об'єкту. Динамічне віброгасіння найчастіше проводиться шляхом установаження агрегатів на фундаменти або обладнанням динамічних віброгасників.

Віброгасник жорстко закріплюється на агрегаті, що віброує, тому в ньому будь-якої миті збуджуються коливання, які перебувають у протифазі з коливаннями агрегата. (рис. 4.6).

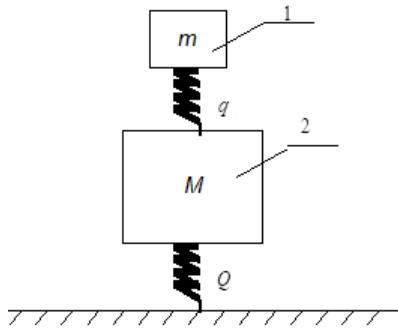


Рисунок 4.6 – Схема динамічного віброгаснику

1 – динамічний віброгасник масою m та жорсткістю q ;

2 – агрегат масою M та жорсткістю Q

Для зниження дії вібрації на працюючого широко використовують метод **віброізоляції**, який полягає у введенні в коливальну систему додаткового пружного зв'язку, який послаблює передавання вібрації об'єкту, що підлягає захисту. Для віброізоляції машин з вертикальною збуджуючою силою використовують віброізолюючі опори вигляді пружин, пружних прокладок, наприклад гума, та їх комбінації. Як правило, основною частиною ізолятора є пружина, що спирається на гумову прокладку.

Ефективність віброізоляції визначають *коефіцієнтом передачі КП*, який має фізичний зміст відношення амплітуди вібропереміщення, віброшвидкості, віброприскорення захищованого об'єкта або діючої на нього сили до такої самої амплітуди джерела збудження при гармонічній вібрації, наприклад:

$$КП = \frac{F_k}{F_m}, \quad (4.22)$$

де F_k – змушуюча сила; F_m – збурююча сила.

Віброізоляцію людини можна забезпечити, наприклад, за допомогою віброзахисного крісла, віброізоляційних кабін та платформ. Для захисту

від низькочастотних вібрацій використовують пружини, які забезпечують необхідну величину статичного стискання та низьку власну резонансну частоту системи. Амортизатор вносить тертя у коливальну систему і пом'якшує передачу поштовхів та ударів завдяки забезпеченню в ньому нелінійної залежності сили тертя від швидкості деформації. Для забезпечення комфорту та захисту людини від високочастотної вібрації застосовуються м'яке сидіння та спинку. Ефективною додатковою мірою захисту, наприклад трактористів, є віброізолятори, що встановлюються між кабіною та рамою, а також між органами керування та кабіною.

До засобів індивідуального захисту від вібрації відносять засоби захисту рук: рукавиці, рукавички, а також віброзахисні прокладки або пластини, які кріпляться до рук. Тип 1 з товщиною пружно демпфуючого матеріалу не більше 10 мм; тип 2 – не більше 8 мм; тип 3 – не більше 5 мм. Використовуються при роботі з ручним інструментом (трамбівки, рубильні молотки, пневматичні машини та ін.).

Під час роботи в умовах загальної вібрації використовується спецвзуття на товстій підошві – група Мв – для захисту від механічних впливів. Випускається у виді чобіт, напівчобіт і черевиків чоловічих і жіночих, має ефективність захисту від вібрацій не менше ніж 7 дБ при $f = 16$ Гц; не менше ніж 10 дБ при $f = 62$ Гц;

Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками, використовують спеціальні пристрої до органів керування. Це можуть бути пристрої з елементами пружності, які згинаються, стискаються або скручуються, або пристрої з телескопічними або шарнірними елементами.

З метою *профілактики* вібраційної хвороби працюючим рекомендується спеціальний режим праці (обмеження часу контакту з віброінструментом, додаткові перерви тощо).

Згідно ДСН 3.3.6-039-99 для робітників вібронебезпечних професій

встановлюється раціональний режим праці для конкретного робочого місця або виконання конкретних технологічних операцій, якщо вібрація перевищує гранично допустимі рівні не більше ніж на 12 дБ.

Раціональний режим праці може бути внутрішньозмінним, залежно від часової структури робочої зміни або робочих циклів (днів, вахт, тижнів).

Внутрішньозмінний режим праці при дії локальної вібрації залежно від перевищення гранично допустимого рівня передбачає визначення допустимого сумарного часу дії вібрації за 8-годинну робочу зміну (табл. 4.3).

Якщо допустимий сумарний час дії вібрації більший за необхідний технологічний час праці за зміну, то він повинен довільно розподілятися у межах робочої зміни з дотриманням 2 регламентованих перерв (перша – 20 хвилин за 1–2 години від початку роботи, друга – на 30 хвилин через 2 години після обідньої перерви) та обідньої перерви тривалості не менш ніж 40 хвилин.

Таблиця 4.3 – Допустимий сумарний час дії локальної вібрації в залежності від перевищення її гранично допустимого рівня

Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.	Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв.
1	384	7	95
2	302	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

Якщо, допустимий сумарний час дії вібрації менший за необхідний технологічний час роботи за зміну, то встановлюється часова структура

робочої зміни на підставі вібраційних циклів, що регулярно перериваються. Останні становлять відрізки часу тривалістю одну годину, на протязі якої робота у контакті з вібрацією чергується з роботою без вібрації.

Залежної від рівня вібрації та кількості одногодинних циклів за зміну обмежується сумарний час роботи в умовах дії вібрації на протязі одногодинного вібраційного циклу згідно з табл. 4.4 .

Таблиця 4.4 – Обмеження сумарного часу роботи в умовах дії вібрації на протязі одногодинного вібраційного циклу

Перевищення гранично допустимого рівня, дБ	Рекомендований допустимий сумарний час роботи в умовах дії вібрації, вплив якої регулярно проривається за кожний одногодинний вібраційний цикл для різної кількості цих циклів за зміну							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	49	49
3	50	50	50	50	50	46	42	40
4	50	50	50	50	44	40	37	34
5	50	50	50	43	38	34	31	30
6	50	50	45	37	33	30	27	26
7	50	50	38	32	28	25	24	22
8	50	42	32	27	24	22	20	19
9	50	36	27	23	20	19	18	17
10	50	30	23	20	18	16	15	14
11	43	25	20	17	15	14	13	12
12	36	21	17	14	13	12	11	10

Рекомендована раціональна тривалість одноразової безперервної дії вібрації дорівнює 10–15 хвилин. До неї входять і мікропаузи тривалістю до 30 с. Час регламентованих перерв вважається робочим часом, а режим праці має бути вказаним у робочому завданні.

При наявності супутніх шкідливих виробничих факторів час дії вібрації на працюючих повинен бути зменшений.

Лекція 5.

ХІМІЧНІ ФАКТОРИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

План

- 5.1. Класифікація виробничих отрут.
- 5.2. Взаємодія виробничих отрут з організмом.
- 5.3. Кумуляція та комбінована дія виробничих отрут. Адаптація до дії отрут.
- 5.4. Токсикометрія, параметри токсичності і небезпеки виробничих отрут. Регламентація виробничих отрут.
- 5.5. Наночастинки і наноматеріали. Класифікація. Токсикологічні характеристики наночастинок, нормування. Заходи безпеки праці при отриманні наночастинок.
- 5.6. Методи нормалізації якості повітря робочої зони.

5.1. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ОТРУТ

На життєдіяльність працюючого значно впливає хімічний склад повітря. Повітряне середовище, у якому живе і працює людина, являє собою природну багатофазову суміш, з якої складається атмосфера (на рівні землі). Основними компонентами сухого повітря (за об'ємом) є: азот – 78 %; кисень – 21 %; аргон – 0,9 %; вуглекислий газ – 0,03 %, інші гази й домішки – 0,003 %. Водяна пара становить у середньому від 0,2 до 2,6 %. Повітря такого складу є найбільш сприятливим для дихання, але у виробниче середовище внаслідок різних технологічних процесів у нього потрапляють різноманітні хімічні речовини. Вони змінюють склад повітря, забруднюючи його. Під *забрудненням повітря* розуміють привнесення у повітря або створення в ньому фізичних агентів, хімічних речовин чи організмів, що негативно впливають на життєдіяльність людини або

завдають шкоди матеріальним цінностям (ДСТУ 2156-93).

Хімічні фактори виробничого середовища – речовини хімічного походження, деякі речовини біологічної природи, які отримані хімічним синтезом та/або для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу. Хімічна безпека повітряного середовища, в якому здійснюється виробнича діяльність людини, визначається вмістом шкідливих хімічних речовин і їх властивостями. Їх сукупність характеризує його якість та характер впливу на здоров'я і працездатність працюючих.

Серед речовин, що забруднюють повітря можуть бути як нейтральні для організму людини, так і *шкідливі*.

Шкідливими речовинами вважаються ті, що при контакті з організмом людини можуть викликати захворювання, чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього та наступного поколінь (ДСТУ 3038-95).

Шкідливі речовини, що діють на працюючих у виробничих умовах розглядаються як *виробничі або професійні отрути (токсиканти)*.

Це речовини, які зустрічаються в умовах виробництва як сировина, проміжні або готові продукти, відходи у вигляді газів, диму або туману і при надходженні в організм в певних кількостях викликають в ньому патологічні (негативні) зміни у процесах життєдіяльності.

Виробничі отрути можуть приводити до професійних захворювань, підвищення неспецифічної захворюваності, а також до зниження резистентності (стійкості) організму до впливу факторів навколишнього середовища. Комплекс патологічних змін в організмі під впливом отрут називається інтоксикацією.

Вивченням впливу виробничих отрут на організм працюючих з метою створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві займається *виробнича токсикологія*.

Класифікації отрут можна поділити на дві групи:

- *загальні*, що ґрунтуються на будь-якому принципі оцінки;
- *спеціальні*, що відображають зв'язок між окремими фізико-хімічними або іншими властивостями речовин і токсичними ефектами.

Найбільш поширеними є класифікації за хімічною будовою, агрегатним станом, метою використання, характером і механізмом впливу на організм, ступенем токсичності і небезпечності.

За хімічною будовою виробничі отрути поділяють на неорганічні, органічні і елементарні. Основними групами виробничих отрут неорганічної природи є важкі і рідкісні метали, сполуки азоту, фосфору, сірки, арсену, галогени, ціаніди. До виробничих отрут органічної природи відносять вуглеводні, спирти, ефіри, альдегіди, кетони, терпени, гетероциклічні сполуки.

За агрегатним станом виробничі отрути класифікують як гази, пари, аерозолі (тверді або рідкі), рідини, тверді речовини.

За характером впливу на організм речовини поділяються:

- *загальнотоксичні* – викликають отруєння всього організму або вражають окремі системи (чадний газ, свинець, ртуть, бензол);
- *подразнювальні* – спричиняють подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, очей, легень, шкірних покривів (хлор, аміак, оксиди сірки та азоту, озон);
- *сенсibiliзуючі* – підвищують чутливість організму до хімічних речовин, діють як алергени (формальдегід, розчинники, нітролаки);
- *мутагенні* – можуть викликати стійкі спадкові зміни (мутації) в клітинах (свинець, марганець, радіоактивні ізотопи);
- *канцерогенні* – спричиняють злоякісні новоутворення (ароматичні вуглеводні, хром, нікель, азбест);
- *що впливають на репродуктивну функцію* (ртуть, свинець, стирол).

За механізмом дії на організм леткі виробничі отрути поділяють згідно з клініко-гігієнічною класифікацією Гендерсона і Хагарда (1930) на чотири групи:

- *задушливі речовини*, дія яких полягає у використанні кисню із вдихуваного повітря (азот, водень, гелій та ін.), або у порушенні газообміну тканин (оксид вуглецю, синильна кислота та ін.);

- *подразнювальні речовини*, які викликають подразнення слизових оболонок або легень, печіння, біль або інші неприємні відчуття (оксиди сірки, хлор, аміак та ін.). Вони діють на чутливі нервові закінчення, викликаючи рефлекторні реакції організму;

- *леткі наркотичні і споріднені з ними речовини*, які діють після надходження у кров, зв'язуються з рецепторами, специфічними для кожного з них і викликають внутрішньоклітинні зміни (оксид азоту, вуглеводні жирного ряду, ефіри, анілін, нітробензол та ін.);

- *неорганічні і металоорганічні сполуки*, що є протоплазматичними отрутами (ртуть, свинець, фосфороводень, арсениста кислота та ін.);

За здатністю вибірково вражати певні органи або системи організму виробничі отрути поділяють на наступні:

- серцеві (барій, кобальт, кадмій та ін.);
- нервові (оксид вуглецю, фосфорорганічні сполуки та ін.);
- печінкові (феноли, альдегіди, хлоровані вуглеводні та ін.);
- ниркові (важкі метали, етиленгліколь та ін.);
- кров'яні (анілін, арсеноводень та ін.);
- легеневі (озон, оксиди азоту та ін.);

За ступенем небезпечності дії на організм хімічні речовини поділяються на 4 класи:

- надзвичайно небезпечні;
- високонебезпечні;

- помірно небезпечні;
- малонебезпечні.

5.2. ВЗАЄМОДІЯ ВИРОБНИЧИХ ОТРУТ З ОРГАНІЗМОМ

Весь процес взаємодії виробничих отрут з організмом можливо представити у вигляді схеми: токсикант → надходження → всмоктування → розподіл → зв'язування → метаболізм → виведення.

Надходження виробничих отрут до організму.

Виробничі отрути надходять до організму через дихальні шляхи, травну систему, шкіру і слизові оболонки очей.

Через дихальні шляхи в організм надходять отрути у вигляді пари, газу, аерозолів, а також паро-газоаерозольних сумішей. Через дихальні шляхи поступають пари хлорпохідних вуглеводів, спиртів, легких сполучень сірки, азоту, фосфору, ацетону, бензину та ін. Цей шлях називається *інгаляційним*. Він є головним для виробничих отрут, найбільш швидким і найнебезпечнішим для організму. Це пояснюється великою поверхнею легеневих альвеол (100–150 м²), інтенсивним легневим кровотоком, незначною товщиною легневих мембран, а також відсутність умов для депонування отрути, так як хімічні речовини швидко всмоктуються в кров минаючи такий важливий бар'єр, як печінка.

Всмоктування легких хімічних речовин починається вже у верхніх дихальних шляхах. Але найбільш повно це відбувається в легневих альвеолах.

За характером всмоктування хімічні речовини поділяються на дві групи : *нереагуючі пари і газу* (вуглеводні ароматичного і жирного рядів і їх похідні) та *реагуючі пари та газу* (аміак, сірчаний газ, окисли азоту та ін.).

Нереагуючі речовини небезпечніші за реагуючі. Тому що їх всмоктування відбувається за законом дифузії у бік меншої концентрації речовини і залежить від фізико-хімічних її властивостей, зокрема здатності розчинюватися у крові. Внаслідок чого в організмі можуть створюватися небезпечні концентрації токсиканта. Про розчинність отрути у крові судять по коефіцієнту Освальда (K). Він характеризує розподіл легких речовин між фазами вода/повітря. Чим більше його значення, тим більше речовини потрапляє у кров, а відповідно і вища небезпека виникнення тяжкого отруєння.

Ступінь небезпечного отруєння реагуючими речовинами значно нижча, так як вони підлягають в організмі біотрансформації (хімічним перетворенням) і тому менше в ньому нагромаджуються і не насичують тканини. Їх поглинання відбувається з постійною швидкістю і залежить від об'єму дихання. Отже на ступінь небезпеки отруєння реагуючими речовинами може впливати інтенсивність фізичної роботи.

Багато виробничих отрут надходять до організму через шкіру. Цей шлях надходження хімічних речовин називається *перкутанний*. Найбільшою проникливістю до хімічних речовин характеризується шкіра на поверхні стегон і рук, пахової ділянки, статевих органів, грудей і живота.

Перкутанним речовини надходять через епідерміс, волосяні фолікули, сальні залози і протоки потових залоз.

Через епідерміс надходять в організм газу і жиророзчинні речовини, оскільки епідерміс представляє собою ліпопротеїновий бар'єр. Їх здатність долати цей бар'єр пропорційна їх коефіцієнтам розподілу в системі ліпід/вода.

Через шкіру краще всього проникають ароматичні аміно- і нітровуглеводні, хлоровані вуглеводні, металоорганічні сполуки, фосфорорганічні інсектициди.

Водоорганічні речовини проникають крізь шкіру в обмеженій кількості. Через шкіру проникають не тільки рідкі речовини, а газо і пароподібні неелектроліти, завдяки дифузії через мембрани клітини, а також деякі електроліти: важкі метали (свинець, олово, мідь, арсен, вісмут, ртуть та ін.) та їх солі. Останні з'єднуються із шкірним салом і, утворюючи жиророзчинні солі, долають епідерміс.

Пошкодження шкіри (хімічні та термічні опіки, подряпини та ін.) сприяють проникненню хімічних речовин в організм.

Через травний тракт проникнення виробничих отрут може відбуватися у разі заковтування хімічних речовин, які затримались на слизовій оболонці носової частини глотки і верхніх відділів дихальних шляхів та при прийманні їжі, палінні забрудненими руками тощо.

Проникнення виробничих отрут в кров через травний канал відбувається як крізь слизові оболонки ротової порожнини, так і в окремих відділах травного каналу. Цей шлях надходження хімічної речовини до організму називається *пероральним*.

Слизовою оболонкою ротової порожнини всмоктуються ціаніди, никотин, фенол, нітрогліцерин, етиловий спирт та ін. Ці речовини небезпечніші за отрути, що всмоктуються через шлунково-кишковий тракт, так як на них безпосередньо не впливає шлунковий і кишковий соки і вони не незаражуються у печінці.

Більша частина хімічних речовин, що потрапила в організм через рот, всмоктуються в шлунку і тонкій кишці.

Швидкість всмоктування залежить, насамперед, від їх фізичних і хімічних властивостей, рН шлункового соку, кількості слизу, характеру їжі, інтенсивності кровообігу та ін.

У шлунку добре всмоктуються за допомогою дифузії жиророзчинні і неіонізовані органічні речовини. Можливе також проникнення отрут шляхом фільтрації.

Усмоктування хімічних речовин з травного каналу відбувається, головним чином, у тонкій кишці завдяки процесам дифузії. Так, наприклад, надходять у кров жиророзчинні речовини. Речовини, які наближаються за будовою до природних, усмоктуються шляхом піноцитозу, або активним транспортом.

Незважаючи на те, яким шляхом отрути надходять в організм усмоктування відбувається через систему клітинних мембран. Механізм проходження речовин через мембрани досить складний і залежить від особливостей як самих мембран, так і функцій протоплазми і клітинних білків.

З мембранним транспортом пов'язані хвороби мембран, що викликаються речовинами із специфічною мембранотоксичною дією. Це *мембранотоксини*. До них відносяться речовини з фосфоліпазною активністю (які руйнують ліпіди).

Результатом діяльності яких є дезорганізація та руйнування рідинно-кристалічної структури мембран. Пошкодження мембранних структур клітин є однією з причин різноманітних хвороб організму.

Розподіл виробничих отрут.

Хімічні речовини, що надійшли в організм через легені, травний тракт, шкіру, слизові оболонки потрапляють у кров і лімфу. З їх течією вони переносяться у інтерстиціальну (міжклітинну) рідину, а потім у клітини. Отже розподіл в організмі отрут забезпечується системами кровової лімфообігу.

Існує три головних сектори розподілу отрут: позаклітинна рідина, внутрішньоклітинна рідина і жирова тканина.

Закономірності розподілу неелектролітів і електролітів суттєво різняться. Неелектроліти після надходження в кров розносяться по усім тканинам і органам. Далі, залежно від сорбційних властивостей тканин, відбувається їх накопичування в тканинах, сорбційна ємкість яких більша.

Особливістю розподілу електролітів є їх здатність швидко виділятися з крові і, нагромаджуючись у певних органах, утворювати депо. Так, сполуки свинцю, барію, урану, берилію переважно накопичуються в кістковій тканині. Фтор нагромаджується в кістках, зубах. Манган у печінці. У шкірі відкладається срібло, золото. Місце локалізації деяких виробничих отрут залежить від характеру отруєння. Наприклад, при гострому отруєнні, ртуть накопичується у печінці і нирках, при хронічному – у нігтях, кістках, нервовій тканині.

Зв'язування виробничих отрут.

Виробничі отрути, які потрапили в клітини організму діють на організм тільки тоді, коли вони вступили у взаємодію з відповідними рецепторами токсичності. Під ***рецептором токсичності*** розуміють конкретне місце взаємодії і реалізації шкідливої дії отрути. Отже, у клітинах є певні структури, які можуть сприймати токсиканти. Ідея рецепторів була висунута ще понад 100 років тому Дж. Ленглі. А сам термін рецептор у токсичному розумінні був запропонований на початку минулого століття відомим німецьким вченим П. Ерліхом.

Рецепторами токсичності є біоорганічні структури, що представляють собою групу атомів або молекул, здатних до взаємодії з отрутами, що носить характер хімічної реакції субстрату із специфічним ферментом.

Рецепторами можуть бути як певні органічні речовини: ферменти, амінокислоти, вітаміни, гормони та ін., так і найбільш реакційно спроможні функціональні групи органічних сполук: суфгідрильні, гідроксильні, карбоксильні та ін.

Уяву про взаємодію отрути з рецептором дає *окупаційна теорія* А. Кларка (1937). Вона пов'язує інтенсивність дії шкідливої речовини з поверхнею рецепторів, що зайняті нею. Вважається, що максимальна

шкідлива дія отрути проявляється тоді, коли мінімальна кількість його молекул здатна вивести із строю найбільш важливі клітини мішені.

Згідно сучасної теорії рецепторів шкідливість отрути залежить не тільки від ступеню насиченості рецепторів молекулами хімічної речовини, а і від швидкості утворення комплексів отрута-рецептор, їх стійкості і здатності до дисоціації.

Залежно від хімічної будови і властивостей отрут і відповідних їм рецепторів міцність хімічного зв'язку між ними може бути різною. Взаємодія рецепторів з шкідливими речовинами може відбуватися за рахунок утворення ковалентних, іонних, іон-дипольних і водневих зв'язків, а також за рахунок сил Ван-дер-Ваальса. Серед цих зв'язків найбільш міцним є ковалентний. Наприклад, сульфгідрильної групи білків з іонами ртуті, вісмуту та інших металів.

Самим нестійким є зв'язок за рахунок сил Ван-дер-Ваальса. Здатність до утворення таких зв'язків обумовлює легкість видалення шкідливих речовин з організму і сприяє оберненості отруєння.

Вважають, що мінімальна концентрація шкідливої речовини, необхідна для проходження хімічної взаємодії, повинна бути біля 10^{-8} г/моль/дм³ або $7 \cdot 10^{12}$ молекул на грам тканини. Цю величину іноді рекомендують визначати як справжній поріг дії речовини.

Нижня границя біологічної активності для мікроелементів 10^4 атомів, канцерогенних речовин $-10^3 - 10^{17}$ атомів або молекул на клітину.

Метаболізм виробничих отрут.

Виробничі отрути, що потрапили до організму можуть зазнавати в ньому перетворень або виділятися у первісному вигляді. Процес перетворення хімічних речовин називається метаболізмом, або *біотрансформацією*. Речовини, що утворилися при цьому є метаболітами.

Метаболізм речовин може бути повним, коли перетворення торкаються усіх молекул речовини, що знаходяться в організмі, або

частковим, коли певна частка речовини видаляється з організму в незмінному вигляді.

Біотрансформація отрут відбувається шляхом певних біохімічних реакцій, які можливо віднести до чотирьох головних типів: окислення, відновлення, гідроліз та синтез.

Усі стадії перетворення хімічних сполук проходять, як правило, за участю ферментів. Багато з яких притаманні організму, а деякі утворюються в процесі перетворення. Останні ферменти називають індукованими.

Більша частина метаболітів є менш небезпечними, ніж ті сполуки, з яких вони утворилися. Ці речовини легко виводяться з організму. Тому метаболізм є одним з шляхів *детоксикації*, тобто процесу знезараження отрут. Але в певних випадках метаболіти можуть бути більш токсичними, ніж ті речовини, з яких вони утворилися. Таке явище отримало назву *летального синтезу*. Наприклад, в результаті біотрансформації метилового спирту в організмі утворюється формальдегід і мурашина кислота, які і визначають шкідливу дію цієї хімічної речовини. Метаболізм етилового спирту починається з утворення ацетальдегіду, який на порядок безпечніший за вихідну сполуку.

Виведення виробничих отрут.

Хімічні речовини, що потрапили до організму, впливають на нього певним чином, а тоді виводяться або в незміненому вигляді, або у вигляді метаболітів.

Виведення виробничих отрут відбувається через нирки, травний канал, легені, шкіру, залози організму відразу кількома шляхами. Шляхи виведення отрут залежать від фізико-хімічних властивостей речовин і характеру перетворень в організмі. Нирки є одним з основних органів виділення отрут і продуктів їх метаболізму.

Через легені виділяються леткі неелектроліти, які практично не піддаються біотрансформації, метаболіти вуглеводів і жирного і ароматичного рядів і деякі їх похідні (спирти, бензол, хлороформ, ацетон та ін.).

Через травний канал переважно виділяються погано розчинні або нерозчинні отрути (свинець, ртуть, манган та ін.). Виділення виробничих отрут через травний канал починається у ротовій порожнині із слиною (ртуть, свинець, деякі неелектроліти та ін.). Шкідливі речовини, що надійшли в організм і потрапили в печінку, транспортуються в кишечник і виводяться з організму назовні.

Жиророзчинні виробничі отрути виділяються з організму через шкіру сальними залозами. Цей шлях притаманний для багатьох неелектролітів (етиловий спирт, ацетон, фенол та ін.). Потовими залозами виводиться ртуть, мідь, арсен та ін.

Загальні принципи взаємодії виробничих отрут з організмом.

Взаємодія токсикантів з організмом проходить у дві стадії : *токсикогенну і соматичну.*

До першої відносять специфічні прояви дії отрути на організм. В цей час хімічна речовина знаходиться в організмі. В токсикогенній стадії розрізняють два періоди: *резорбції і елімінації.*

Резорбція (поглинання) супроводжується підвищенням концентрації отрути у тканинах. На цій стадії найбільш яскраво проявляється вибіркова токсичність отрут. Цей період триває до моменту досягання максимальної концентрації хімічної речовини у крові.

Для періоду резорбції характерно формування тяжких патологічних синдромів (проявів) отруєння, таких як, екзотоксичний шок, токсична кома, колапс, асфіксія та ін. Ці реакції організму на вплив хімічної речовини, якщо вона надійшла в організм у дозі, яка обумовлює швидке створення в організмі смертельної або близькій до неї концентрації.

Отже, під час токсикогенної стадії відбувається як первинна реакція організму на дію отрути, пов'язана з порушенням функції мембран, ферментів, рецепторів, так і формування патологічного стану.

Соматогенна стадія настає після видалення або знезараження шкідливої речовини в організмі. Це період розвитку неспецифічних реакцій організму. Появляється соматична стадія у вигляді специфічної токсичної дії і неспецифічних реакцій організму – соматогенної дії.

Результати взаємодії виробничої отрути з організмом розглядають як «хімічну травму».

Реакція організму на дію виробничих отрут.

Результатом взаємодії організму з виробничою отрутою (або токсичним ефектом) є зрушення гомеостазу. Під *гомеостазом* розуміють динамічну відносну стабільність внутрішнього середовища організму та стійкість його основних фізіологічних функцій. Іншими словами – гомеостаз – це здатність організму до авторегуляції при зміні умов навколишнього середовища.

Вплив токсичних речовин може полягати як в зміні певних біологічних параметрів, так і у пошкодженні систем регулювання самого гомеостату. Для збереження гомеостату в умовах різноманітних хімічних впливів в організмах еволюційно створилась система *детоксикації* (знешкодження). В умовах відносно малої інтенсивності впливу шкідливих речовин зрушення гомеостазу не відбувається.

Організм працює у бік повернення біологічних систем до вихідного стану.

Здатність організму переносити вплив певної кількості речовин без розвитку патологічних реакцій називається ***толерантністю*** (резистентністю або стійкістю).

Зрушення гомеостазу – це загальна неспецифічна реакція організму на вплив шкідливих речовин. Загальна реакція організму на вплив

токсикантів характерно головним чином для сильних впливів. Він описаний Г. Сельє (1936) як *загальний адаптаційний синдром – стрес*. У найбільш спрощеній формі адаптаційний синдром складається із наступних фаз:

- 1) реакції тривоги;
- 2) фази резистентності (мобілізації адаптаційних можливостей організму);
- 3) фази виснаження (дестрес).

Таким, чином, виробничі отрути є стресорами, тобто агентами, що викликають стрес. На них організм реагує комплексом неспецифічних реакцій. Вони змінюються формуванням типового для отрути патологічного процесу. Тобто, неспецифічна фаза взаємодії організму з отрутою змінюється на специфічну характерну для певної хімічної речовини.

Характер дії виробничих отрут.

За локалізацією виявлення шкідливої дії хімічні речовини поділяють на виробничі *отрути місцевої, загальної і змішаної дії*.

Місцева дія властива реакційно-здатним речовинам, які добре розчинені у воді або жирах (сильні кислоти, луги, хлор та ін.) і проявляється у точці безпосереднього контакту із шкірою, слизовою оболонкою очей, верхніх дихальних шляхів, травного каналу. При місцевій дії переважають явища подразнення тканин, запалення, опіки шкіри, слизових оболонок. Це можуть бути рідини, тверді і газоподібні речовини. Ступінь впливу залежить від концентрації речовини, її токсичності і хімічної активності, температури, тривалості дії, а також чутливості шкіри або слизових оболонок.

Найбільш поширеною патологічною реакцією організму на дію виробничих отрут є запальні процеси. Такі речовини, як фенол, нафтоли, вапно, карбід кальцію викликають гостре запалення тканин. Вплив солей

хрому приводить до утворення виразок на слизовій оболонці носа з наступним руйнуванням носової перетинки.

Під впливом токсичних речовин у печінці, нирках, серці, головному і спинному мозку розвиваються дистрофічні процеси. При вдихуванні парів важких металів що має місце у ливарному виробництві, розвивається неінфекційна (ливарна лихоманка). Вона є наслідком денатурації тканинних білків легень, на які організм реагує як на чужорідні.

Значні алергійні властивості мають ароматичні аміни, нітросполуки похідні миш'яку, ртуті, кобальту і нікелю, хрому, формальдегіду, синтетичні полімери і пластмаси та ін. При їх впливі на організм алергія може проходити як реакція негативного типу (бронхіальна астма, набряк Квінке) чи як реакція уповільненого типу (дерматит, екзема).

Крім цього, виробничі отрути можуть знижувати опірність організму до дії різних факторів навколишнього середовища, послаблювати імунологічну реактивність, загострювати перебіг хвороби. Отрути можуть сприяти розвитку атеросклерозу, гіпертонічної хвороби, передчасному старінню і іншим неспецифічним патологічним змінам в організмі.

Для певних виробничих отрут характерна так звана *специфічна або вибіркова дія*. Це здатність речовини здійснювати вибірковий чи переважний вплив на певні біосистеми, органи, чи систему органів живого організму (ДСТУ 3038-95). Так вибірковою дією на нервову систему відзначаються аліфатичні і ароматичні вуглеводні які викликають її некроз (руйнування і відмирання).

Фактори, що визначають дію виробничих отрут.

Характер взаємодії виробничої отрути з організмом залежить від багатьох факторів, що відносяться як до самої хімічної речовини, так і до особливостей організму.

Згідно ДСТУ 3038-95 розрізняють комбіноване і комплексне діяння отрут.

Комбіноване діяння виробничих отрут – одночасне або послідовне діяння на організм двох чи кількох речовин за *однакових умов* надходження. Під *комплексним діянням* виробничих отрут розуміють – дію речовини під час її одночасного надходження в організм *різними* шляхами. Наприклад, органічні розчинники можуть потрапляти в організм через органи дихання і шкіру.

Поширеною є класифікація за результатами комбінованого ефекту:

– *адитивне діяння* – сукупний токсичний ефект дії кількох токсикантів, який дорівнює сумі ефектів кожного з них;

– *синергізм (потенціювання)* – явище підвищення токсичного ефекту при сумісному впливі кількох токсикантів порівняно з сумою ефектів діяння кожного з них;

– *антагонізм* – явище зменшення сукупного токсичного ефекту порівняно з сумою ефектів кожного з них.

У разі одночасної наявності в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії виходять з розрахунку суми відношень фактичних концентрацій кожної з них до їх ГДК.

Якщо сума не перевищує одиницю, то умови праці відповідають допустимим:

$$C_1/\text{ГДК}_1 + C_2/\text{ГДК}_2 + C_3/\text{ГДК}_3 + \dots + C_n/\text{ГДК}_n \leq 1, \quad (5.1)$$

де $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ – концентрації відповідних шкідливих речовин в повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$; $\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2 \dots \text{ГДК}_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, $\text{мг}/\text{м}^3$.

При потенціюванні речовини застосовують залежність:

$$\sum_{i=1}^n C_i X_i / \text{ГДК}_i, \quad (5.2)$$

де X_i – поправка, що враховує посилення ефекту.

Токсичність хімічної речовини певним чином залежить від складу і будови її молекул. Втім, загальних закономірностей між цими факторами не встановлено. Відомо, що токсичність підвищується у гомологічному ряду вуглеводнів. Це так зване правило Ричардсона. Так, важкі бензини більш токсичні ніж легкі. Вищі спирти (бутиловий, аміловий) небезпечніші за етиловий і пропіловий.

Серед неорганічних сполук залежність між будовою і токсичністю прослідкувати нижче. Досить часто їх токсичність зростає з підвищенням атомної ваги (кальцій менш токсичний, ніж стронцій і барій). Іноді токсичність підвищується із зростанням валентності металу (шестивалентні сполуки хрому небезпечніші за двовалентні). Але для сполук заліза спостерігається інша залежність (закисні солі за токсичністю переважають окисні).

Характер дії і ступінь токсичності хімічної речовини залежить від таких фізичних властивостей, як розчинність, летючість, агрегатний стан. Розчинність впливає не тільки на швидкість проникнення речовини, а і на характер її дії. Чим більша розчинність в ліпідах, тим значніша її наркотична дія. Чим вища розчинність отрут у воді, тим вони небезпечніші (добре розчинний арсенистий ангидрид набагато перевищує за токсичністю малорозчинний двосернистий арсен).

Така фізична властивість хімічних речовин, як летючість, визначає ступінь їх токсичного впливу на організм: чим вона вища, тим речовина небезпечніша.

Агрегатний стан отрут також впливає на характер їх дії на організм. Найбільш небезпечні отрути, що знаходяться у парі – , газоподібному і

дрібнодисперсному стані. Так, важкі метали (цинк, мідь) у твердому стані безпечні, тоді як їх аерозолі викликають тяжке професійне захворювання.

Поряд з вказаними ще одним фактором, що визначає токсичний ефект є взаємодія хімічних речовин як у навколишньому середовищі, так і в самому організмі. Цей аспект є одним із самих важливих у промисловій токсикології, тому що у виробничому середовищі людина підлягає дії не окремих речовин, а їх сумішей. Для оцінки сумісного впливу кількох речовин у суміші використовують *індекс токсичності* (ІТС):

$$\text{ІТС} = 1 - \lg M / \lg n \quad (5.3)$$

де M – сума концентрацій окремих речовин, як доля їх ефективних концентрацій (наприклад, LC_{50});

n – кількість речовин у суміші.

Поряд з хімічними факторами на результати дії отрути на організм впливають фізичні фактори навколишнього середовища, як за рахунок безпосереднього впливу на хімічну речовину, так і через зміну стану організму. Одночасне або послідовне діяння на організм чинників різного походження називається *поєднаним діянням* (ДСТУ 3038-95).

Найбільш впливовим фізичним фактором є температурний. Його вплив відбувається за рахунок змін рівня обміну речовин в організмі, дифузійних процесів, швидкості накопичування отрут тканинами та ін.

У більшості випадків токсичність речовини збільшується з підвищенням температури оточуючого середовища.

Однак для деяких хімічних речовин прослідковується обернений ефект.

Наприклад, низька температура підвищує токсичність хлориду ртуті, нафтоєвих кислот, ДДТ, фенолу, хлорбензолу.

Крім температури на наслідки дії отрути впливають вологість повітря, шум, вібрація, ультрафіолетова і іонізуюча радіація.

Підвищена вологість повітря посилює токсичний ефект за рахунок утворення аерозолей гідролізу сполук, погіршення тепловіддачі організму.

Шум і вібрація підвищує негативний вплив отрут. У той же час шум може формувати в організмі стан неспецифічного підвищеного опору, зменшувати токсичність.

Ультрафіолетова радіація грає важливу роль у формуванні резистентності організму до отрут, зокрема канцерогенів.

Передчасний або одночасний з радіацією вплив токсикантів (оксида вуглецю, цианідів, диоксиду азоту та ін.) послаблює ступінь ураження організму на рівні середніх летальних доз. У той же час сумісна дія канцерогенів і радіації приводить до сумації і потенціювання канцерогенного ефекту.

Крім хімічних і фізичних факторів, що визначають ступінь токсичності шкідливої речовини є біологічні фактори. І перед усім це чутливість організму до дії отрут. Чутливість організму до дії отрут залежить від віку. Одні речовини більш небезпечні для молодих, інші, навпаки, для людей похилого віку.

За даними В. А. Доскіна (1969) чутливість підлітків до токсичної дії речовин вища у 2–10 разів, ніж у дорослих, а у дітей нища, ніж у підлітків і дорослих.

Специфіка токсичного впливу залежно від статі мало вивчена. Вона обумовлена в першу чергу особливостями ураження гонад жінок та чоловіків. Виявлено, що жіночий організм чутливіший до дії органічних розчинників, а чоловіків до сполук бору і мангану.

Залежність наслідків токсичного впливу речовини від індивідуальних особливостей може бути досить значною. Вона визначається характером біохімічних процесів, які відповідають за біотрансформацію і детоксикацію отрут, і у першу чергу, індивідуальною активністю ферментів.

Ефект дії токсикантів визначається станом організму. До впливу отрут більш чутливі хворі люди та з послабленим здоров'ям. Чутливість організму до отрути залежить також від характеру і напруженості праці, локалізації отрути на поверхні тіла.

Тяжка фізична робота сприяє отруєнню організму внаслідок посилення процесів дихання і кровообігу.

Встановлений також вплив на результати дії речовини стану організму, пов'язаному з біологічними ритмами, особливо з добовими і сезонними.

Таким чином, токсичний ефект виробничих отрут є інтегральною характеристикою взаємодії хімічної речовини з організмом і умов навколишнього середовища.

5.3. КУМУЛЯЦІЯ ТА КОМБІНОВАНА ДІЯ ВИРОБНИЧИХ ОТРУТ. СЕНСИБІЛІЗАЦІЯ ТА АДАПТАЦІЯ ДО ДІЇ ОТРУТ

Біологічна дія шкідливої речовини на організм визначається динамікою її надходження і виведення. У разі, коли швидкість надходження речовини переважає над процесами виведення з організму відбувається її накопичування або *кумуляція*. Цей термін прийшов у токсикологію з фармакології, де їм ще з кінця 18 сторіччя позначали раптове посилення дії деяких лікарських засобів при тривалому використанні.

Розрізняють *матеріальну кумуляцію* (накопичування маси отрути в організмі) і *функціональну* (накопичування викликаних отрутою змін). Матеріальна кумуляція характерна для отруєння важкими металами, ціанідами та ін. *Функціональна* – притаманна хлорованим вуглеводородам, бензолу, бензинам та ін.

Типи кумуляції пов'язані з механізмом взаємодії отрути з рецепторами токсичності. Матеріальна кумуляція обумовлена зв'язуванням молекул отрути з рецепторами. При функціональній кумуляції рецептор токсичності незворотно пошкоджується отрутою і не може виконувати нормальних функцій і ці зміни накопичуються у часі.

Матеріальна кумуляція оцінюється за рівнем *коефіцієнта накопичування* (концентрування). Цей коефіцієнт відбиває відношення вмісту шкідливої речовини в тканинах організму і оточуючому середовищі.

Кількісним критерієм функціональної кумуляції є *коефіцієнт кумуляції* (K_{cum}). Ця характеристика токсиканта визначається як співвідношення доз хімічної речовини, які викликають однаковий біологічний ефект при дрібному і одноразовому впливі:

$$K_{cum} = \sum ED_{50n} / ED_{50i}; \quad (5.4)$$

де ED_{50} – середня ефективна концентрація хімічної речовини при одноразовому введенні.

$\sum ED_{50t}$ – середня ефективна концентрація при дробовому впливі (введенні), коли щодня протягом 20 діб вводиться доза $1/10 ED_{50n}$;

Звичайно для кількісної оцінки кумуляції замість ED_{50} використовують середні (летальні) смертельні дози. Тоді формула набуває вигляду:

$$K_{cum} = \sum LD_{50n} / LD_{50i}; \quad (5.5)$$

Значення E_{cum} близько 1 свідчить про високі (понадкумулятивні), 5 і вище – про слабкі кумулятивні властивості хімічної речовини.

Іноді для оцінки кумуляції токсиканта використовують такий показник як *зону кумуляції* (Z_{cum}). Z_{cum} – це співвідношення летальної

(смертельної) – LC_{50} , і мінімально діючої концентрації речовини у хронічному досліді – Lim_{ch} .

Z_{cum} визначається за формулою:

$$Z_{cum} = LC_{50} / Lim_{ch}. \quad (5.6)$$

Чим ширша Z_{cum} , тим більше виражені кумулятивні властивості речовини.

Сенсибілізація та адаптація.

При повторному впливі однієї і тієї ж самої виробничої отрути в організмі може розвинути підвищена чутливість до дії хімічних речовин і інших факторів навколишнього середовища – *сенсибілізація*.

У найбільш тяжких випадках вона набуває форми нестерпності – ідіосинкразії. Вважається, що причиною цього процесу є мутації (зміни в спадковій структурі клітин). Це відбувається майже у 50 % індивідуалів з генетичною схильністю.

Сенсибілізація приводить до розвитку алергії. Алергією називають різні зміни в організмі, які характеризуються підвищеним рівнем чутливості до дії різних факторів. При алергічних станах, викликаних промисловими отрутами, виникають переважно реакції негайного типу.

Розвиток алергічних реакцій пов'язаний з утворенням в організмі чужорідних білків, які індукують формування антитіл. Алергія є відповіддю організму на взаємодію антитіл з отрутою.

До речовин, що викликають сенсибілізацію відносяться органічні азотбарвники, диметіламіноазобензол, сполуки ванадію, берилію, нікелю, заліза, кобальту та ін.

При повторному впливі виробничих отрут в організмі може відбутися *адаптація* (звикання). Вона характеризується послабленням реакції організму на шкідливий вплив, але це тільки одна з стадій хронічної інтоксикації організму.

Особливу роль у розвитку цього процесу відіграє активізація ферментів, які здійснюють біотрансформацію хімічних речовин до метаболітів, здатних входити у нормальні обмінні процеси.

5.4. ТОКСИКОМЕТРИЯ, ПАРАМЕТРИ ТОКСИЧНОСТІ І НЕБЕЗПЕКИ ВИРОБНИЧИХ ОТРУТ. РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ОТРУТ

Найважливішими факторами, які визначають ступінь впливу шкідливої речовини на ті чи інші чинники життєдіяльності організму є доза або концентрація речовини і час її дії.

Під *дозою* розуміють кількість речовини введеної в організм, чи тої, що потрапила в нього (ДСТУ 3038-95). Її відносять до одиниці маси організму.

Поглинена доза речовини не пропорційна концентрації хімічної речовини у навколишньому середовищі.

Під часом впливу розуміють період, протягом якого організм знаходиться під дією шкідливої речовини.

З підвищенням часу дії речовини ефект (результат) звичайно зростає.

Зв'язок між дозою отрути, часом і ефектом може бути представлений у вигляді поверхні у тримірному просторі. Найчастіше його описують формулою Габера $E = C \cdot T$. Однак, вона має теоретичне значення. Залежності «доза-ефект», «час-ефект» представляють собою варіацію кривої розподілу організмів або окремих функцій за їх стійкістю (резистентністю) до шкідливого впливу в інтегральній формі.

Цю залежність використовують для визначення графічним шляхом середніх летальних і середніх ефективних доз (концентрацій) шкідливої речовини.

Середня летальна доза (LD_{50}) або **концентрація** (LK_{50}) отрути – це доза (концентрація) отрути, що викликає за фіксований час загибель 50 % організмів.

Середня ефективна доза (ED_{50}) або **концентрація** (EC_{50}) – це доза (концентрація), що викликає за фіксований час зміни будь – якого показника життєдіяльності на 50 %.

LD_{50} (LK_{50}) та ED_{50} (EK_{50}) є показниками токсичності хімічної речовини.

Токсичність – це властивість хімічної речовини в певній дозі (концентрації) викликати патологічні зміни в організмі або його загибель. Це міра несумісності речовини з життям.

Зворотні величини – $1/LD_{50}$ ($1/LK_{50}$) – є одиницями токсичності.

Таким чином, токсичність отрут залежить від її кількості, що надійшла до організму і тривалості її впливу на нього. Токсичність отрут тим більша, чим менші величини LD_{50} (LK_{50}) і триваліше вона діє на організм.

Токсичний ефект залежить не тільки від дози (концентрації) речовини, тривалості дії, а від періодичності впливу отрути. Розрізняють декілька видів впливу на організм. *Безперервна дія* отрути – це дія речовини на організм без перерви у часі (постійна). *Інтермітувальна дія* – дія з чергуванням періодів дії речовини в одних дозах (концентраціях) з періодами дії в інших дозах (концентраціях) чи з періодом повної відсутності дії. Інтермітувальна дія дає більш виражений токсичний ефект, ніж безперервна. Це може бути обумовлено відсутністю звикання організму до дії отрути.

Дія виробничих отрут на організм людини супроводжується розвитком патологічного стану – *професійної інтоксикації* (отруєння). До *гострих професійних інтоксикацій* відносять такі професійні інтоксикації, які характеризуються короткочасністю (не більше тривалості зміни),

високою інтенсивністю (наприклад, діюча концентрація більша за ГДК у сотні, тисячі разів) дії токсичної речовини, чітко вираженими клінічними проявами безпосередньо під час впливу отрути або через невеликий латентний (прихований) період.

Отже, гострі професійні інтоксикації швидко виникають і тяжко протікають. Їх причинами, як правило, є аварії або недотримання техніки безпеки і гігієни праці.

Хронічна професійна інтоксикація виникає поступово, при тривалому надходженні отрути до організму в невеликій кількості. Вона пов'язана з кумулятивними процесами в організмі (матеріальною і функціональною кумуляцією).

Показником гострої токсичності речовини є поріг гострої токсичної дії зона гострої токсичної дії.

Поріг гострої токсичної дії (Lim_{ac}) – це мінімальна (порогова) концентрація шкідливої речовини, що викликає шкідливу дію в умовах гострої інтоксикації.

Зона гострої токсичної дії (Z_{ac}) – це відношення середньо смертельної концентрації (LC_{50}) до порогу гострої дії:

$$Z_{ac} = LC_{50} (LD_{50}) / Lim_{ac}. \quad (5.7)$$

Чим менша Z_{ac} , тим небезпечніше речовина. Перевищення порогової концентрації (дозы) може викликати смерть.

Отрути з вузькою зоною токсичної дії ($Z_{ac} > 6$) відносяться до надзвичайно небезпечних, з Z_{ac} 6–18 – до високо небезпечних, з Z_{ac} 18–54 – до помірно небезпечних і з $Z_{ac} > 54$ – до мало небезпечних.

Показниками небезпечності розвитку хронічної професійної інтоксикації є *поріг хронічної дії, зона хронічної токсичної дії і коефіцієнт безпечності (запасу)*.

Поріг хронічної токсичної дії (Lim_{ch}) мінімальна (порогова) концентрація шкідливої речовини, що викликає шкідливу дію в умовах хронічного впливу (по 4 години на добу 5 разів на тиждень протягом не менше 4 місяців)

Зона хронічної токсичної дії (Z_{ch}) відношення порогу гострої дії (Lim_{ch}) до порогу хронічної дії (Lim_{ch}) :

$$Z_{ch} = (Lim_{ch}) / (Lim_{ch}). \quad (5.8)$$

Чим ширша Z_{ch} , тим небезпечніше речовина. Речовини із $Z_{ch} > 10$ відносять до надзвичайно небезпечних, з $Z_{ch} = 10 - 5$ – високонебезпечних і з $Z_{ch} > 2,5$ – малонебезпечних.

Коефіцієнт безпечності (Ks) показує, у скільки разів потрібно знизити поріг хронічної токсичної дії, щоб одержати гігієнічний норматив. Величина його тим більша, чим ширша зона хронічної токсичної дії. Звичайно він становить 3–20, для речовин із специфічною дією величина його більша.

У виробничих умовах можливість виникнення інтоксикації залежить не тільки від токсичності речовини, а і від її летючості. Це визначає небезпечність хімічної речовини. *Небезпечність* – це вірогідність виникнення шкідливих для здоров'я ефектів в реальних умовах виробництва. Розрізняють дві групи кількісних показників небезпечності: реальні (одиниці токсичності, абсолютні значення порогів шкідливої дії, зона гострої (хронічної) дії і потенційні (летючості речовини, коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння, коефіцієнт небезпечності раптового гострого інгаляційного отруєння).

Мірою потенційної небезпечності може бути ефективна (двофазна) токсичність, яка представляє собою добуток абсолютної (однофазної) токсичності на летючість речовини.

Показником *потенційної небезпеки виробничих отрут* є введений

І. В. Саноцьким *коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння* (КМІО).

Він дорівнює:

$$\text{КМІО} : C_{20}/LC_{50}^{120}; \quad (5.9)$$

де C_{20} – мінімальна концентрація газу при 20 °С, мг/м³;

LC_{50}^{120} – середня смертельна концентрація для білих мишей при двогодинному впливі.

Таким чином, КМІО об'єднує два показники небезпечності гострого отруєння, яка викликає смерть у 50 % організмів.

Крім цього показника для оцінки *небезпечності гострого інгаляційного отруєння* використовують коефіцієнт небезпечності раптового гострого інгаляційного отруєння (КНРГІО):

$$\text{КНРГІО} = C_{20}(LC_{50}) \cdot \lambda; \quad (5.10)$$

де λ – коефіцієнт розподілу пари і газу між кров'ю і повітрям.

Якщо КНРГІО менше одиниці, то небезпека гострого отруєння мала. Чим більше його значення, тим вона більша.

На підставі вказаних показників токсичності і небезпечності розроблюються санітарні нормативи забруднюючих речовин для повітря робочої зони – *гранично допустимі концентрації* (ГДК) речовин.

Регламентация виробничих отрут.

Склад та ступінь забруднення повітряного середовища різними речовинами найчастіше оцінюється за масою (мг) в одиниці об'єму (м³), тобто концентрацією (мг/м³).

Забруднене повітря може викликати різні захворювання, професійні і гострі отруєння (у тому числі із смертельними наслідками).

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони регламентується значенням *гранично допустимих концентрацій* (ГДК), мг/м³. Граничнодопустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДКр.з.) – концентрація речовини, яка за умов регламентованої тривалості її щоденної дії при 8-годинній роботі (але не більше ніж 40 годин протягом тижня) не повинна викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які можуть бути діагностовані сучасними методами досліджень протягом трудового стажу працівників. ГДКр.з. встановлюються для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працівників при інгаляційному надходженні. Залежно від особливостей дії на організм шкідливих речовин для них встановлюються такі ГДКр.з.: максимальна разова та середньозмінна.

Гранично допустима максимальна разова концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДКр.з.м.р.) – максимальне регламентоване значення концентрації речовини у повітрі робочої зони для будь-якого 15-хвилинного (30-хвилинного для аерозолів речовин переважно фіброгенної дії) відрізка часу робочої зміни. Концентрація речовини, що дорівнює ГДКр.з.м.р., не повинна діяти безперервно більше 15 хвилин та повторюватись на цьому рівні протягом робочої зміни більше ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години;

Граничнодопустима середньозмінна концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони (ГДКр.з.сз.) – регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для відрізка часу, що дорівнює 75 % робочої зміни (але не більше ніж 8 годин), за умов дотримання ГДКр.з.м.р. ГДКр.з.сз. встановлюється для речовин, для яких характерні кумулятивні властивості (речовини хроноконцентраційної дії).

Робоча зона – простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників (ДСН 3.3.6.042-99).

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони проводиться шляхом вимірювання середньозмінних (Ксз) і максимально разових (Км) концентрацій і подальшого їх порівняння з гранично допустимими значеннями, представленими у нормативному документі «Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони».

Середньозмінна концентрація – це концентрація, усереднена за 8 годинну робочу зміну. Вона визначається для характеристики рівнів впливу речовини протягом зміни, розрахунку індивідуальної експозиції (в тому числі пилового навантаження), виявлення зв'язку змін стану здоров'я працівника з умовами праці.

Максимальна (максимально разова) концентрація – концентрація шкідливої речовини при виконанні операцій (або на етапах технологічного процесу), що супроводжуються максимальним виділенням речовини у повітря робочої зони, усереднена за результатами безперервного або дискретного відбору проб повітря за 15 хв для хімічних речовин і 30 хв для аерозолів переважно фіброгенної дії. Для речовин, небезпечних для розвитку гострого отруєння (з гостроспрямованим механізмом дії, подразнюючих речовин), максимальну концентрацію визначають з результатів проб, відібраних за можливо більш короткий проміжок часу (як це дозволяє існуючий метод визначення речовини). Речовини з гостроспрямованим механізмом дії – це речовини, небезпечні внаслідок можливого розвитку гострого отруєння при короткочасному впливі, обумовленому вираженими особливостями механізмів дії (гемолітичні, пригнічують дихальний, судиноруховий центри та ін.).

Інформація про максимальні концентрації необхідна для проведення інспекційного і виробничого контролю за умовами праці, виявлення несприятливих гігієнічних ситуацій, оцінки технологічного процесу, обладнання, санітарно-технічних пристроїв.

За середньозмінними концентраціям (Ксз) контролюються аерозолі переважно фіброгенної дії і канцерогени бензол, кадмій, миш'як та ін.

За максимально разовими концентраціями (Км) контролюються біопрепарати, речовини з гостронаправленим механізмом дії (діоксид азоту, бром, фтор та ін.), подразнюючої дії (азотна кислота, аміак, йод, сірчана кислота та ін.), алергени (нікель, солі хромової кислоти та ін.).

За середньозмінними (Ксз) і максимально разовими (Км) концентраціями визначаються всі інші хімічні речовини.

Контроль повітря здійснюється з урахуванням характеру технологічного процесу, фізико-хімічних властивостей і класу небезпеки та біологічної дії речовини, що контролюються, та ін.

Відбір проб повітря проводять в зоні дихання працівника або з максимальним наближенням до неї повітрязабірною пристроєм (на висоті 1,5 м від підлоги при роботі стоячи або 1 м при роботі сидячи). Пристрої для відбору проб повітря можуть розміщуватися у фіксованих точках робочої зони (стаціонарний метод) або закріплюватися безпосередньо на одязі працівника (персональний моніторинг).

Зона дихання – простір у радіусі 50 см від обличчя працівника (ДСТУ 2293-99).

Періодичність контролю залежно від класу небезпеки шкідливої речовини встановлено: для I класу небезпеки – не рідше одного разу в 10 днів, II класу – раз в місяць, III, IV класу – раз в квартал.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) встановлених у нормативних документах.

5.5. НАНОЧАСТИНКИ І НАНОМАТЕРІАЛИ. НОРМУВАННЯ. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ОТРИМАННІ НАНОЧАСТИНОК

На сьогодні у виробництві застосовується біля 50 тис. хімічних речовин, які можуть бути забруднювачами повітря. Їх кількість постійно збільшується за рахунок створення людиною нових технологій і матеріалів. Принципово новим небезпечним хімічним фактором впливу на людину є наночастинки (НЧ) і наноматеріали (НМ), які є результатом розвитку нанотехнологій (НТ) – технологій отримання та використання речовин і матеріалів з розмірами частинок до 100 нм. НЧ і НМ, що з них утворені, мають фізичні, хімічні і біологічні характеристики, що суттєво відрізняються від властивостей такої самої речовини у формі суцільних фаз або макроскопічних дисперсій. Вони знаходять широке застосування у сфері медицини, спорту, мікроелектроніки, хімічної, харчової промисловості, будівництві та ін. У 2007 році на світовому ринку зареєстровано понад 1180 найменувань наноматеріалів і їх кількість постійно збільшується. Швидкий прогрес нанотехнологій поряд з позитивною стороною створює величезні ризики для здоров'я людини. У звіті Наукового комітету по новим ризикам для здоров'я (SCENIHR) Європейської комісії вказувалося на унікальні шкідливі ефекти НЧ, які раніше ніколи не спостерігалися у хімічних речовин в інших фізичних формах. Їх токсичність пов'язують з розвитком окислювального стресу та пошкодженнями ДНК, що призводить до запалення і некрозу тканин. Доведена їх надзвичайна стабільність, завдяки чому НЧ майже не біотрансформуються та не виводиться з клітин, викликаючи деструктивні процеси. НЧ не ідентифікуються захисними системами організму і накопичуються у легенях, нирках, головному мозку, шлунково-кишковому тракті. Чинять нейротоксичну, кардіо- та гепатоксичну дію, викликають

тератогенні та канцерогенні ефекти, впливають на згортання крові, сприяють транспорту токсичних речовин через бар'єри організму та ін. В організм людини НЧ можуть надходити різними шляхами, у тому числі і з повітрям. У повітря робочої зони НЧ можуть потрапляти під час отримання НЧ, НМ, їх використання, переробки та утилізації, спалювання побутових відходів та ін. Велика їх кількість може утворюватися під час зварювальних робіт. Зважаючи на особливу небезпеку для працюючих НЧ та НМ контроль їх вмісту у повітрі виробничих приміщень з НТ потребує особливої уваги.

Класифікація наночастинок і наноматеріалів.

Розрізняють природні і штучні наночастинок. Природні наночастинок в свою чергу поділяються на біологічні та небіологічні.

До природних біологічних наночастинок належать амінокислоти, нуклеотиди, білки, АТФ та інші біооб'єкти. До природних небіологічних наночастинок відносять компоненти димів і вихлопних газів від згоряння вуглецевмісних матеріалів, а також зварювальні аерозолі. Це так звані антропогенні наночастинок.

Штучно створені наночастинок можна класифікувати як за їх хімічним складом, так і за їх формою і розміром.

За хімічним складом наночастинок поділяються на вуглецеві (фулерени, похідні фулеренів, вуглецеві нанотрубки, графен); наночастинок елементарних речовин (метали); наночастинок бінарних сполук (оксиди металів, сульфідів, нітриди тощо); наночастинок складних (потрійних і більше) хімічних сполук (синтетичні полімери, біологічні макромолекули).

Фулерени – це молекули, які містять від 20 до 540 атомів вуглецю. За відкриття фулеренів Р. Споллі, Р. Керлу і Г. Крото у 1996 р. була присуджена Нобелівська премія в галузі хімії.

Вуглецеві нанотрубки (ВНТ) – це продовговаті циліндричні структури

діаметром від одного до кількох десятків нанометрів і завдовжки від кількох мікрометрів до декількох сантиметрів. Вони складаються з однієї чи кількох згорнутих у трубку гексагональних графітових площин (графенів).

Графен – одержувана з графіту двовимірна вуглецева плівка завтовшки всього в один атом. Одержується механічним зрізанням верхнього шару графітового блока з подальшим поділом на атомарні моношари за допомогою лазера.

Відповідно до рекомендацій 7-ї Міжнародної конференції з нанотехнологій, яка відбулася у Вісбадені у 2004 р., існуючі на сьогодні наноматеріали, які одержують промисловим способом, поділяють на 6 типів: нанопористі структури, наночастинки, нанотрубки і нановолокна, нанодисперсії (колоїди), наноструктуровані поверхні і плівки, нанокристали і нанокластери.

Нанотехнології отримання наночастинок різних матеріалів поділяють на три великі групи: коли наночастинки утворюються в результаті об'єднання атомів і молекул, коли вони утворюються в результаті диспергування об'ємних матеріалів і коли вони утворюються поєднанням згаданих вище двох способів.

Перша група нанотехнологій отримання наночастинок базується, як правило, на хімічних і фізичних методах, а друга і третя – виключно на фізичних. Хоча в багатьох нанотехнологіях наявні як хімічні, так і фізичні елементи технологій. Зокрема, наночастинки металів отримують обробкою розчинів хімічних сполук металів різними відновниками, наприклад бороводнем.

Нанотехнології отримання наночастинок шляхом диспергування (друга група) базуються на різноманітних фізичних ефектах.

До цієї групи належить спосіб, який включає отримання вихідного полідисперсного потоку рідких краплинок у процесі термічного

випаровування перегрітого матеріалу, захоплення краплинок потоком інертного газу (наприклад азоту) і послідовну їх сепарацію в електромагнітному полі. Сформований таким чином потік заряджених наночастинок осідає на підкладку. Одержання наночастинок електропровідних матеріалів полягає у створенні електричної (вольтової) дуги за допомогою імпульсного електричного розряду між електродами, зануреними у діелектричну рідину. Наночастинки металів можна отримати шляхом випаровування тонкого (голкоподібного) металевго катода (з радіусом кривизни вістря не більше 10 мкм) в електричному полі. Наночастинки металів можна отримувати також шляхом так званої лазерної абляції. При цьому поверхня металу (металева мішень) опромінюється випромінюванням іонного, напівпровідникового або імпульсного ексимерного лазера в атмосфері інертного газу. Існують також інші технології одержання наночастинок і наноматеріалів, наприклад, електронно-променева нанотехнологія.

Заходи безпеки праці при отриманні наночастинок.

Одержання наночастинок срібла методом електронно-променевої технології полягає в бомбардуванні поверхні металу, металевих сплавів, графіту або кераміки потоком електронів. При цьому поверхня матеріалу, який бомбардується електронами, нагрівається, і відбувається випаровування матеріалу. Його пара згодом конденсується на сталевій підложці (матриці) у вигляді пористого шару наночастинок. Матриця також бомбардується потоком електронів, але меншої інтенсивності.

При електронно-променевому отриманні наночастинок срібла як матрицю використовують кристали хлориду натрію.

Електронно-променево випаровування здійснюється в електронно-променевих установках (УЕ) потужністю 150 і 250 кВт.

Одержання наночастинок срібла у матриці NaCl із застосуванням електронно-променевої установки включає такі основні етапи:

- підготовка електронно-променевої установки для проведення випаровування у вакуумі та завантаження злитків срібла і матриці кристалів хлориду натрію;

- нагрівання і випаровування срібла, отримання нанодисперсного конденсату срібла;

- розвакуування камери, вивантаження підложки з конденсатом, відокремлення конденсату від підложки, підготовка підложки та камери до наступного завантаження.

При проведенні основних технологічних операцій у повітрі робочої зони утворюється аерозоль NaCl із розрахунковим вмістом наночастинок срібла від 20 до 30 %. Найвищі концентрації аерозолю NaCl, що містить наночастинок срібла, зафіксовані при очищенні камери та відокремленні конденсату від підложки (2,06 і 0,006 мг/м³ відповідно). При інших технологічних операціях, вміст матричного пилу, що містить наночастинок срібла, коливається від 0,001 до 0,004 мг/м³. Концентрація аерозолю зменшується зі збільшенням відстані від відкритих дверцят камери. Розрахункова концентрація власне наночастинок срібла при цьому коливається від 0,618 до 0,0003 мг/м³.

Надходячи респіраторним шляхом, переважна більшість наночастинок затримується в його альвеолярній ділянці, але частина їх може затримуватися на слизовій оболонці в місцях біфуркації бронхів, утворюючи так звані гарячі точки. В альвеолярній ділянці дихальних шляхів, звідки наночастинок, проникаючи через альвеолярний бар'єр, поширюються в інші органи і системи. Наночастинок є хімічно стабільними і важко виводяться з організму.

Основними заходами за переконанням фахівців у сфері безпеки нанотехнологій є дотримання гігієнічних нормативів наночастинок у повітрі робочої зони. Але одностайної думки з питань норм немає. Так, у 2012 році Швейцарський національний фонд страхування від нещасних

випадків (*SUVA*, 2012 р.) опублікував контрольні рівні для деяких наночастинок: 6 мг/м³ для інертного пилу; 2 мг/м³ для твердої деревини; 0,2 мг/м³ для туманів мінерального масла, 0,15 мг/м³ для кристалічного діоксиду кремнію і 0,1 мг/м³ для свинцю.. Своєю чергою Національний Інститут професійної безпеки та здоров'я США (*NIOSH*) рекомендує, щоб експозиція працівника наноматеріалами зі срібла не перевищувала 0,9 мкг/м³ (середньозмінна концентрація за 8-год робочу зміну).

У 2007 році Британський інститут стандартів (*BSI*) був однією з перших установ, які запропонували значення лімітів професійної експозиції (*OEL*) для різних груп наноматеріалів, і пов'язував їх з існуючими значеннями *OEL* відповідних ненанорозмірних матеріалів. *BSI* запропонував коефіцієнт 0,5 існуючого *OEL* для розчинних наноматеріалів, коефіцієнт 0,01 для волокнистих наноматеріалів, 0,066 існуючого *OEL* для нерозчинних наноматеріалів без специфічної токсичності, і 0,1 існуючого *OEL* для наноматеріалів зі специфічною токсичністю. Зокрема, Британський Інститут стандартів рекомендує використовувати для розрахунку ГДК біологічно стійких гранулярних наночастинок з щільністю < 6000 кг/м³ (чорне вугілля, діоксид титану, фулерени, кремній, оксид цинку, оксид алюмінію, дендримери, полістирол), а також зі щільністю > 6000 кг/м³ (оксид церію, золото, залізо, оксид заліза, срібло, кобальт, лантан, свинець, оксид сурми, оксид олова) у повітрі робочої зони коефіцієнт – 0,66 (0,66 • ГДК р.з. – встановлені традиційними методами гранично допустимі концентрації «батьківської» речовини у повітрі робочої зони). Отже, Організація з професійної безпеки Австралії (*SWA*) для зазначених речовин рекомендує використовувати коефіцієнт 0,03 ГДК р.з. при інгаляційному впливі та 0,1 ГДК р.з. у разі впливу респірабельного пилу. З цього приводу слід зазначити, що *NIOSH* має встановлений норматив для вмісту нанорозмірного діоксиду титану в повітрі робочої зони 0,3 мг/м³, тоді як Національний інститут промислової

науки та технології Японії (*AIST*) рекомендує ліміт впливу на рівні 0,61 мг/м³. У свою чергу в разі експозиції наночастинок, які віднесені до категорії канцерогенів, мутагенів чи алергенів (нікель, кадмій, який містить квантові точки, хром IV), як британці, так і австралійці рекомендують використовувати коефіцієнт 0,1 ГДК р.з.

У той же час, нормування наноматеріалів є більш складним, ніж класифікація «класичних» речовин і вимагає розгляду сукупності властивостей нонооб'єктів. Завдяки цьому на сьогодні єдина універсальна концепція нормування наноматеріалів не доступна. Європейським центром екотоксикології та токсикології хімічних речовин (*ECETOC*), що отримала назву «Нано-оперативна група» (НОГ) запропонована нова концепція, яку розроблено для оцінки ризиків. Виходячи з оцінки ризику, мають вживаються заходи щодо управління ризиками, включаючи встановлення лімітів професійної експозиції.

5.6. МЕТОДИ НОРМАЛІЗАЦІЇ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на параметри повітряного середовища є організація належного повітрообміну (вентиляції) у приміщеннях, а також його очищення.

Вентиляція є одним з найважливіших санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують нормалізацію повітряного середовища у приміщенні. Відповідно до ДБН В. 2.5-67:2013 «Державні будівельні норми України. Опалення, вентиляція та кондиціонування» в усіх виробничих приміщеннях має бути передбачена система вентиляції.

Вентиляція – це організований, тобто такий, що розраховується й регулюється, повітрообмін у приміщеннях (житлових, промислових і

громадських будівель). Неорганізоване надходження і видалення повітря відбувається через щілини і пори зовнішніх огорож (інфільтрація), через вікна, кватирки, отвори (провітрювання).

Завдання вентиляції – забезпечення чистоти повітряного середовища і передбачених нормами параметрів мікроклімату. Вентиляція досягається шляхом видалення забрудненого чи нагрітого повітря з приміщення й подачею в нього свіжого повітря.

Види вентиляції:

- *за функціональним призначенням* вентиляція буває робочою та аварійною;
- *за засобом переміщення повітря* буває природною, з механічним споткуванням; змішаною.
- *за місцем дії* (охопленням приміщення) – загально обмінною, місцевою та комбінованою.

Загально обмінна вентиляція застосовується тоді, коли шкідливі речовини та тепло розподіляються по усьому приміщенню рівномірно. Її дія ґрунтується на розведенні забрудненого або підігрітого повітря свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій чи температур. Вона може бути виконана у вигляді припливної, витяжної та припливно-витяжної.

Місцева вентиляція буває припливною та витяжною. Перевага місцевої вентиляції порівняно із загально обмінною полягає в значно менших витратах на обладнання й експлуатацію.

Місцева припливна вентиляція слугує для подачі повітря на визначені робочі місця.

Місцева витяжна вентиляція застосовується в тому випадку, якщо шкідливі речовини можна уловити безпосередньо в місцях їх утворення, не допускаючи їх поширення по приміщенню.

Найпоширенішими видами витяжних пристроїв є: витяжні шафи (тип повного укриття), витяжні зонти над джерелами тепло – і газовиділень;

бортові відсмоктувачі від ванн у гальванічних цехах, захисно-знепилюючи кожухи, якими обладнуються шліфувальні, обдирні, заточувальні верстати.

Комбінована вентиляція – це поєднання місцевої та загально обмінної вентиляцій. Такий вид вентиляції знайшов найбільшого поширення у виробничих приміщеннях.

Аварійна вентиляція – це спеціальна система витяжної вентиляції, яка призначена для швидкого видалення небезпечної речовини, що проникає у приміщення з апаратів при виробничих несправностях та аваріях.

Загальні технічні та санітарно-гігієнічні вимоги до вентиляції.

Кількість припливного повітря, $L_{\text{пр}}$, м³/год, повинна відповідати, як правило, кількості того повітря, що видаляється, $L_{\text{вид}}$, м³/год: $L_{\text{пр}} = L_{\text{вид}} = L$. У деяких випадках вимагається, щоб $L_{\text{пр}}$ було менше або більше від $L_{\text{вид}}$. Наприклад, при вентиляції двох суміжних приміщень, в одному з яких виділяються шкідливі речовини, для запобігання проникнення цих речовин у друге приміщення створюють розрідження, забезпечуючи $L_{\text{пр}} < L_{\text{вид}}$.

Припливне повітря необхідно подавати у ті частини приміщення, де кількість шкідливих речовин, що виділяються, є мінімальною («чиста зона»), а видаляти із зони максимальної концентрації шкідливих речовин та надлишків тепла («забруднена зона»). Місцезнаходження «чистої зони» визначає місце подачі припливного повітря – у робочу, верхню та нижню зони приміщення.

Місце для забору свіжого повітря вибирають, урахувуючи напрямок вітру – з навітряного боку відносно джерел викидів, удалині від місць забруднення. Система вентиляції не повинна створювати шум на робочих місцях, який би перевищував гранично допустимі рівні.

Методи розрахунку продуктивності вентиляції.

Продуктивність загально обмінної вентиляції чи кількості повітря, поданого у приміщення, L , м³/год, визначається різними методами залежно від призначення приміщення та видів шкідливих речовин, що виділяються.

За відсутності у приміщенні шкідливих речовин (адміністративні та навчальні будівлі) продуктивність загально обмінної вентиляції обчислюється за формулою:

$$L = n \cdot L', \quad (5.11)$$

де n – кількість працівників; L' - витрата повітря, м³/год, прийнята за санітарними нормами залежно від об'єму приміщення V , м³, що припадає на одного працівника:

$$\text{при } \frac{V}{n} < 20 \quad L' = 30;$$

$$\text{при } 40 > \frac{V}{n} > 20 \quad L' = 20;$$

при $\frac{V}{n} > 40$ – допускається періодичне провітрювання.

При виділенні шкідливих речовин та тепла кількість повітря розраховується з умов матеріального балансу шкідливих речовин, що надходять у приміщення та видаляються з нього, і вологи чи теплового балансу при виділенні тепла.

При виділенні парів та газів розрахунок здійснюється за формулою:

$$G + L_{\text{пр}} q_{\text{пр}} = L_{\text{вид}} q_{\text{вид}}, \quad (5.12)$$

де G – кількість шкідливих речовин, що надходять у приміщеннях, мг/год, внаслідок витоків, нещільностей в устаткуванні (приймається за даними технологічної частини проекту чи з дослідних даних, отриманих на одно типових підприємствах);

$L_{\text{пр}}$, $L_{\text{вид}}$ – відповідно, кількість припливного та що видаляється повітря, м³/год;

$q_{\text{пр}}$, $q_{\text{вид}}$ – відповідно, концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі і в тому, яке видаляється, мг/м³;

$L_{\text{пр}} q_{\text{пр}}$ – кількість шкідливих речовин, що надходять у приміщення з

припливним повітрям;

$L_{\text{вид}} q_{\text{вид}}$ – кількість шкідливих речовин, що видаляються з приміщення.

Приймаючи $L_{\text{пр}} = L_{\text{вид}} = L$, маємо, що $L = G / q_{\text{вид}} - q_{\text{пр}}$.

При $q_{\text{вид}} \leq \text{ГДК}$ рівняння приймає вигляд:

$$L = G / \text{ГДК} - q_{\text{пр}}. \quad (5.13)$$

Засоби індивідуального захисту від впливу шкідливих речовин.

При перевищенні гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони персонал зобов'язаний застосовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), які є одним із ефективних засобів попередження негативного впливу на працюючих виробничих отрут.

До засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД) від дії задушливих та токсичних газів та пару відносяться: респіратори, промислові протигази та ізолюючі дихальні апарати, що забезпечують очистку повітря від шкідливих речовин до рівня, який не перевищує ГДК.

Серед ЗІЗОД вітчизняного виробництва найбільш поширенні: респіратори протипилові «ПУЛЬС-К» та «ПУЛЬС-М» (ЗІЗОД-ФП-210); респіратори газопилозахисні «ТОПОЛЬ-А» та «ТОПОЛЬ-КД» (ЗІЗОД-ФПП-310); «КЛЕН-ГП» і «СНЕЖОК-ГП»; респіратор ШБ-1 «ЛЕПЕСТОК-200»; респіратор спеціальний РС; апарат повітряний шланговий АПШ; апарат дихальний на стисненому повітрі АСІ 1-2; апарат дихальний повітряний для рятувальних служб хімічних підприємств А11Х; респіратори з хімічно зв'язаним киснем РХ-4Г1, РХ-4Г; респіратор ізолювальний регенеративний Р-30; саморятівник шахтний малогабаритний ШСМ-30; саморятівники шахтні ізолювальні ШСР-1П, ШСР-1Н та ШСР-ІУ; повітряний апарат МПА; універсальний ізолювальний протигаз УІП-1; система очищення та подачі повітря у зону

дихання працівника «ШМЕЛЬ-40»; апарат повітряний ізолювальний для пожежників АІР-317.

В особливо небезпечних умовах, наприклад при аваріях та виконанні профілактичних і ремонтних робіт під дією небезпечних речовин, наприклад, хлору, аміаку тощо, застосовують костюми ізолюючі та одяг спеціальний захисний. Наприклад, вітчизняна промисловість випускає костюми ізолюючі КІ-АЖ «ІНІЙ» та КІ-АУ «ІКАР»; КІ-ВЗ «АКВА»; КІ-К «ЮПТЕР» та КІ-К-М «ЮПТЕР-М»; одяг спеціальний захисний КС «АЗОТ» та КС-Е-0 «СУПУТНИК-О»

Лекція 6

БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

План

- 6.1. Класифікація біологічних факторів виробничого середовища.
- 6.2. Види впливу на організм людини: інфікування, алергенна дія, токсична дія.
- 6.3. Професійні інфекції та інвазії. Біологічні чинники рослинного походження. Біологічні фактори підприємств мікробіологічного синтезу.
- 6.4. Профілактика впливу біологічних чинників.

6.1. КЛАСИФІКАЦІЯ БІОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Повітря робочої зони може містити різноманітні мікроорганізми, які здатні викликати захворювання людини. Рівень мікробного забруднення повітря виробничих приміщень залежить від виду виробництва, характеру технологічних операцій, додержання санітарного режиму та ін. Воно може або супроводжувати весь процес виробництва, або виникати під час окремих технологічних операцій, чи бути у відходах виробництва тощо. На таких підприємствах повинен бути розроблений і впроваджений комплекс заходів для захисту робітників, які працюють у цих умовах.

До біологічних факторів виробничого середовища належить сукупність біологічних об'єктів, здатних чинити на працівника шкідливу дію, пов'язану з його виробничою діяльністю.

Біологічні фактори виробничого середовища займають важливе місце у структурі професійної захворюваності працівників різних галузей виробництва. За Державними санітарними нормами та правилами

«Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затвердженими наказом Міністерством охорони здоров'я України 08.04.2014 № 248 до *біологічних факторів належать: мікроорганізми – продуценти, живі клітини та спори мікроорганізмів, що містяться в бактеріальних препаратах, патогенні мікроорганізми*. Отже, біологічні фактори виробничого середовища за Гігієнічною класифікацією праці обмежуються промисловими мікроорганізмами та патогенними мікроорганізмами.

Промислові мікроорганізми – це мікроорганізми, які використовуються у промисловості для виробництва різних продуктів, включаючи ферменти, антибіотики, біопаливо та ін.

До *патогенних мікроорганізмів* належать ті мікроорганізми, що викликають інфекційні захворювання.

За ДСТУ 7748:2015 «Національний стандарт України. Безпека праці. Біологічна безпека. Загальні вимоги», що чинний від 01.01.2016 і установлює єдині загальні вимоги щодо діяльності людини в умовах підвищеної біологічної небезпеки, до біологічних патогенних агентів (БПА) належать будь-які чинники біотичного походження (пріонної, віроїдної, вірусної, рикетсіозної, бактерійної, грибової етіології, біохімічної дії, токсини), які здатні спричинити масові захворювання людей, тварин, рослин, що може призвести до погіршення стану довкілля, заподіяти значних економічних збитків, погіршити умови життєдіяльності населення або обумовити загрозу захворювання та загибелі людей.

За цим стандартом до основних видів робіт, що пов'язані з біологічною небезпекою відносяться наступні:

– виробництво і контроль біологічних препаратів, основою або продуцентами яких є мікроорганізми, біологічні рідини, тканини та органи, а також культури клітин і тканин;

– профілактика, лікування, діагностика з використанням біологічних препаратів та інші роботи в медицині, ветеринарії і сільському господарстві;

– локалізація та ліквідація вогнищ інфекційних та паразитарних захворювань;

– використання культур мікроорганізмів у науково-дослідних і учбових закладах під час навчального процесу чи проведення наукових робіт;

– роботи в природних вогнищах інфекційних і інвазійних хвороб (незалежно від їхнього змісту);

– роботи, що потребують дотику до ґрунту чи води – місць можливого перебування мікроорганізмів (незалежно від їхнього змісту);

– лікування та догляд за тваринами та людьми, хворими на інфекційні або паразитарні захворювання, чи носіями збудників цих хвороб;

– дослідження матеріалів від людей чи тварин, а також трупного матеріалу з діагностичною і науково-дослідницькою метою;

– дослідження продуктів харчування в лабораторіях, що оцінюють безпечність та якість харчових продуктів на підприємствах харчової промисловості, ринках;

– генетично-інженерна діяльність, що здійснюється у закритій системі.

А також види робіт, до яких висувають вимоги щодо біологічної безпеки для унеможливлення небезпечного і шкідливого впливу тварин (домашніх, диких і лабораторних) та продуктів їх життєдіяльності на організм людини; до яких висувають вимоги щодо біологічної безпеки для унеможливлення небезпечної та шкідливої дії культурних та дикорослих рослин; під час роботи з людьми, зокрема: під час контактування з виділеннями людини; під час догляду та лікування психічно хворих; під час догляду та лікування хворих на інфекційні та паразитарні хвороби; під

час проведення хірургічних втручань, перукарських послуг, косметологічних маніпуляцій.

Класифікація мікроорганізмів.

За механізмом впливу на організм людини мікроорганізми поділяються на три основні види:

– *інфікуючі* – зараження організму людини відбувається шляхом потрапляння бактерій, вірусів, грибів або спор;

– *алергенні* – провокують виникнення алергічних реакцій в організмі;

– *токсичні* – впливають на організм людини завдяки токсинам, які виділяють бактерії і гриби.

Існує низка класифікацій біологічних факторів, які ґрунтуються на окремих властивостях тієї чи іншої групи біологічних препаратів.

Мікробіологічна класифікація ґрунтується на властивостях мікроорганізмів спричиняти сенсibiliзацію або інфекційне захворювання. Ці класифікації не враховують наявність специфічних ефектів, які створюють біоагенти, – гепатотоксикоз, захворювання крові, генетичні наслідки дії деяких мікотоксинів.

Існує також класифікація, яка враховує ступінь небезпеки промислових мікроорганізмів. За цією класифікацією промислові мікроорганізми поділяють на 4 класи небезпеки: 1-й клас – надзвичайно небезпечні мікроорганізми, які чинять надзвичайну загальнотоксичну або алергенну дію; 2-й клас – високонебезпечні, які чинять сильну алергенну і загальну токсичну дію; 3-й клас – помірно небезпечні, які чинять слабку загальну токсичну й алергенну дію; 4-й клас – малонебезпечні, які практично не чинять алергенну і загальнотоксичну дію.

Інститут медицини праці АМН України розширив перелік біологічних чинників виробничого середовища і запропонував три принципи їх класифікації. За першим принципом усі біологічні чинники виробничого середовища за походженням поділяються на 4 групи (А, Б, В, Г)

(В. Г. Цапко, М. Ю. Стеренбоген, 2009). До групи А належать патогенні і непатогенні мікроорганізми (збудники особливо небезпечних інфекцій, збудники інфекційних захворювань, сапрофітні мікроорганізми, мікроорганізми-продуценти, генетично модифіковані мікроорганізми). До групи Б належать речовини рослинного походження: пилок рослин, а також борошна, зерна, деревини, тютюну та інших біологічних субстанцій. Група В включає в себе продукти життєдіяльності мікроорганізмів і рослин: антибіотики, амінокислоти, ферменти, білково-вітамінні концентрати, ендотоксини, мікотоксини, продукти, отримані за допомогою генетично модифікованих мікроорганізмів і рослин, пилок рослин, ефірні масла та ін. Група Г включає в себе продукти життєдіяльності тварин: пух, вовну, лупу, частинки комах та ін.

Другий принцип полягає у розподілі біологічних препаратів за класами умов праці з урахуванням класу токсичності і небезпечності, а також критерію алергенності.

Третій принцип полягає у розподілі біопрепаратів із урахуванням їх ви-біркової дії на системи організму (ЦНС, дихальну, серцево-судинну) та показників небезпечності, які характеризують можливу їх специфічну дію (патогенність, канцерогенність, тератогенність, ембріотоксичність).

Ураховуючи механізм і специфіку впливу на працівників, біологічні фактори виробничого середовища поділяють на дві групи: 1) *природна група* – збудники інфекційних захворювань і інвазій людей, тварин і птахів, природні відходи тваринного світу, продукти розвитку рослин, зокрема продукти цвітіння тощо; 2) *виробнича або індустріальна група*, до якої входять: фактори промислово-тваринницьких комплексів, виробництв засобів біологічного захисту рослин, антибіотиків, білково-вітамінних концентратів, стимуляторів росту, сироваток, фізіологічно активних препаратів, виробництва і переробки сільськогосподарської продукції.

6.2. ВИДИ ВПЛИВУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ: ІНФІКУВАННЯ, АЛЕРГЕННА ДІЯ, ТОКСИЧНА ДІЯ

Біологічні агенти здатні спричиняти три основні види впливу на організм людини: *інфікування, сенсibiliзацію та інтоксикацію*.

Інфікування організму людини можливе при потраплянні у нього бактерій і вірусів, грибів та їх спор. Зазнають ризику зараження збудниками зоонозів працівники сільського господарства, робітники м'ясокомбінатів, птахофабрик, підприємств з переробки харчових продуктів і промислової сировини тваринного і рослинного походження.

Алергенна дія притаманна органічним речовинам рослинного і тваринного походження, деяким видам бактерій і грибів, продуктам життєдіяльності кліщів та інших комах. Антигенні комплекси біологічних об'єктів зумовлюють розвиток у людини різних за перебігом патогенних процесів.

Токсична дія біологічних факторів виробничого середовища на організм працівників зумовлена здатністю бактерій і грибів виділяти токсини. Грам-негативні бактерії виділяють ендотоксини, а гриби мікотоксини. Частими проявами ураження імунної системи біологічними препаратами є алергійні реакції шкіри і алергійні захворювання органів дихання. Алергійне ураження органів дихання спричиняє розвиток астмоїдного бронхіту та бронхіальної астми. У працівників підприємств мікробіологічної промисловості досить часто спостерігаються ураження слизової оболонки дихальних шляхів (субатрофічні процеси, вазомоторний риніт, катаральне і продуктивне запалення, глосит).

Антибіотики й антибіотиковмісні речовини діють не тільки на патогенні штами мікроорганізмів, а й на нормальну мікрофлору організму, що призводить до дисбактеріозу кишок і слизових оболонок. Унаслідок їхньої дії можливі зміни культуральних і біохімічних властивостей

кишкової палички, яка є основним представником аеробної мікрофлори кишок. *B. coli* набуває гемолізовних властивостей і одночасно втрачає ферментативну активність. При цьому відмічають зменшення вмісту в мікрофлорі кишок її основного анаеробного представника – біфідобактерій.

Унаслідок дії антибіотиків і антибіотиковмісних препаратів, які широко застосовуються у сільськогосподарському виробництві і для лікувальних цілей у медицині і ветеринарії, можлива зміна властивостей мікробних штамів не тільки тих, що існують в організмі, а й тих, що формуються у навколишньому середовищі, і поява так званих полірезистентних мікробних культур, а спричинена ними патологія надзвичайно важко піддається лікуванню.

6.3. ПРОФЕСІЙНІ ІНФЕКЦІЇ ТА ІНВАЗІЇ.

БІОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.

БІОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ПІДПРИЄМСТВ

МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СИНТЕЗУ

Найчастіше біологічні фактори супроводжують біотехнологічне, сільськогосподарське і текстильне виробництво, тваринництво, птахівництво, медицину, харчову промисловість, переробку і утилізацію відходів, житлово-комунальне господарство. У машинобудівній галузі висока захворюваність професійними дерматитами спостерігається у станочників, що є результатом неконтрольованого розмноження мікроорганізмів у відпрацьованих мастильно-охолоджувальних рідинах.

Під час деяких біотехнологічних процесів число мікроорганізмів-продуцентів у повітрі виробничих приміщень може досягати десятків тисяч в 1 м^3 і варіювати зважаючи на стадію виробничого процесу від $2,5 \text{ тис.}/\text{м}^3$ до $3000 \text{ тис.}/\text{м}^3$ дріжджових клітин. Граничною є концентрація

дріжджоподібних грибів в кількості 500-600 клітин в 1 м³ повітря виробничого приміщення, перевищення її веде до розвитку алергічних реакцій у працівників. У повітрі птахофабрик кількість мікроорганізмів досягає 8 млн в 1 м³. Максимальна гранично допустима концентрація мікроорганізмів-продуцентів у повітрі робочої зони мікробіологічних виробництв обмежується 50 000 кл/м³.

Мікроорганізми, які надходять в органи дихання у вигляді аерозолів, можуть діяти на мікрофлору організму, а також призводити до сенсibiliзації (підвищеної чутливості організму щодо повторної дії на нього чужорідних речовин або інших агентів). Під дією продуктів мікробіологічного синтезу можуть виникати астматичні явища, захворювання слизової оболонки рота і верхніх дихальних шляхів, ураження шкіри. На підприємствах мікробіологічного синтезу білково-вітамінних концентратів і ферментів присутні дріжджоподібні гриби роду *Candida*. Вони можуть чинити вплив на мікрофлору організму, а також призводити до сенсibiliзації, може виникнути кандидозноносійство. Воно може призвести до розвитку дисбактеріозу в різних органах і системах, при яких гриб-продуцент пригнічує нормальну мікрофлору. Уражуються слизові оболонки порожнини рота, кишечника, жовчовивідних шляхів, верхніх дихальних шляхів і бронхів, очей, статевих органів і шкіри. У осіб, які безпосередньо контактують із суспензією, найчастіше відмічаються епідерміти. У виробничих приміщеннях з високим вмістом пилу виникають дерматоконіози з переважним ураженням шкіри поверхні кінцівок та передпліччя. Хворі скаржаться на біль в животі, метеоризм, диспепсичні явища та ін. Слизові оболонки гіперемічні, набряклі, вкриті білуватим нальотом, мають місце ерозії. Кандидоз органів дихання може проявлятися гострими і хронічними формами патології з переважним ураженням бронхіального дерева.

Відкритий технологічний процес на очисних спорудах господарсько-

побутових стічних вод сприяє безпосередньому контакту персоналу із мікроорганізмами, серед яких переважають грампозитивні палички і коки, спорові бактерії і гриби. На сміття переробних заводах повітря робочої зони значно забруднене пліснявими грибами. Це може призвести до бактеріальної та грибкової сенсibiliзації працівників.

Біологічний фактор особливо характерний для медичних закладів, що здійснюють безпосереднє обслуговування хворих; санітарно-гігієнічне та протиепідеміологічне обстеження; для мікробіологічних лабораторій різних закладів. Санітарно-епідеміологічні вимоги до організацій, що здійснюють медичну діяльність, визначені ДСП 9.9.5.035-99 «Безпека роботи з мікроорганізмами I-II груп патогенності».

Головним фактором розповсюдження аерогенних мікроорганізмів у лікарняних закладах є повітря закритих приміщень. Лікарняні захворювання найчастіше обумовлені спалахом стрептококів. Виявлена можливість забруднення приміщень такими збудниками бактеріальних і вірусних інфекцій, як гемолітичні стрептококи, менінгококи, віруси грипу, віспи та ін.

В умовах пандемій стрімко зростає інфекційне навантаження на працівників багатьох професій і у першу чергу медиків. Умови їх праці через вплив біологічного фактору стають екстремальними. Так, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) під час спалаху *SARS* у 2002–2003 роках 21 % усіх підтверджених випадків у світі приходилося на медперсонал. В Іспанії медпрацівники з Covid-19 на грудень 2021 року склали 12 % від загального числа підтверджених випадків захворювання. На той же час у деяких лікарнях Британії до 50 % персоналу знаходилося на лікарняному або на самоізоляції.

Підприємства з виробництва антибіотиків і антибіотиковмісних препаратів, мікробних препаратів для захисту рослин, бактеріальних і грибкових інсектицидів, кормових дріжджів використовують

мікробіологічний синтез як основу технологічного процесу. Виробництво і застосування цих препаратів пов'язані з ризиком виникнення професійних захворювань у контактуючих з ними робітників.

Антибіотики – це продукти промислового мікробіологічного синтезу, призначені для застосування в медицині і сільському господарстві. Найпоширеніші антибіотики медичного призначення це добре відомі пеніцилін, стрептоміцин, тетрациклін тощо.

Для захисту рослин від мікозів, бактеріальних і вірусних захворювань застосовують поліоксин, бластицидин, фітобактеріоміцин та трихоцетин. Такі антибіотики й антибіотиковмісні препарати, як гігроміцин Б, гризин, бацитрацин, біовіт-40, біовіт-80, біоветин, вітаміцин, кормарин і кормогризин, використовують як кормові домішки для тварин і птахів.

Технологія виробництва антибіотиків і антибіотиковмісних препаратів полягає у культивуванні у спеціальних умовах мікроорганізмів-продуцентів, які проходять певний цикл розвитку і синтезують названі речовини. Як продуценти використовують різноманітні культури актиноміцетів, деяких грибів і бактерій, в основному мутантні їх форми. Кінцевий порошкоподібний продукт синтезу – антибіотик, хімічно очищують, сушать і фасують.

При надходженні у виробниче середовище деякі антибіотики можуть чинити пряму токсичну дію, для якої характерні органотропність і специфічність, а також спричинювати алергійні реакції.

Бактеріальні та грибові препарати **від шкідників рослин** одержують висушуванням культуральної рідини мікроорганізмів. Як основний мікроорганізм використовують спори *B. thurigiensis* у комбінації з *var. alesti*, *var. insectus*, *var. Gallerial*, екзотоксином. Одержані таким шляхом препарати (бітоксисабацилін, дендробацилін, інсектин тощо) мають виражену інсектицидну дію. Кінцева стадія технологічного процесу одержання препаратів із бактерій і грибів супроводжується забрудненням

повітряного середовища виробничих приміщень штамми мікроорганізмів, які використовують як продуценти діючої основи препаратів.

Кормові дріжджі представляють мікробний біопрепарат, що містить велику кількість кормового білка, вуглеводів і вітамінів. Мікробіологічний синтез дріжджів здійснюється з використанням як продуцентів аспорогенних дріжджових грибів роду *Candida*. Для відправлення споживачам кормові дріжджі фасують у брикети або гранули.

Процеси сушіння і фасування біопрепарату при низькому рівні санітарно-технічних заходів запобігання пилоутворенню можуть супроводжуватися забрудненням повітря виробничих приміщень життєздатними мікроорганізмами (дріжджеподібними грибами) і продуктами їхньої життєдіяльності.

Отже, на підприємствах мікробіологічного синтезу основним несприятливим фактором виробничого середовища є забруднення повітря виробничої зони життєздатними мікроорганізмами-продуцентами і продуктами їхньої життєдіяльності. Ці біологічно активні речовини можуть мати властивості алергенів, впливати на нормальну (природну) мікрофлору організму, чинити специфічну і токсичну дію.

6.4. ПРОФІЛАКТИКА ВПЛИВУ БІОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

За ДСТУ 7748:2015 біологічна безпека під час роботи з біологічними об'єктами має забезпечуватися:

- виробничим процесом;
- виробничим обладнанням;
- засобами захисту;
- системою спеціальних профілактичних заходів.

Зокрема, виробничі процеси повинні:

- дозволяти знезаражувати або знешкоджувати територію,

приміщення, обладнання, транспорт-ні засоби, одяг і засоби захисту відповідно до специфіки роботи з даним біологічним об'єктом;

– забезпечувати можливість контролю умов праці та дотримання гігієнічних вимог;

– унеможлилювати несприятливу дію біологічних об'єктів на працівників під час роботи з ними;

– унеможлилювати виникнення пожеж і вибухонебезпечних умов під час виділення продуктів життєдіяльності і розкладу біологічних об'єктів;

– унеможлилювати забруднення довкілля.

Роботу з обладнанням мають виконувати за умови, що робота відповідає психофізичним, санітарно-гігієнічним і ергономічним вимогам.

Оснащення виробничого обладнання має забезпечувати можливість контролю за проведенням вимірювань конкретних параметрів біологічної небезпеки з метою порівняння їх з відповідними гранично-допустимими величинами.

Повинна бути можливість контролю за фізіологічним станом та поведінкою біологічного об'єкта (тварина, рослина) з використанням обладнання.

Оснащення та технічні характеристики обладнання повинні бути такі, щоб забезпечувалася можливість його знезараження та знешкодження.

Система спеціальних профілактичних заходів повинна охоплювати такі заходи:

- проведення первинного та планових інструктажів згідно з затвердженим положенням;

- атестація працівників та атестація робочих місць згідно з затвердженим положенням;

- нормування тривалості праці в шкідливих умовах;

- програми щодо охорони здоров'я працівників.

Система спеціальних профілактичних заходів повинна:

- уможливлювати утворення у працівників під час роботи з небезпечними біологічними об'єктами специфічного активного або пасивного імунітету;

- уможливлювати підвищення резистентності організму (профілактичне харчування);

Профілактика професійних захворювань мікробіологічного походження складається з комплексу протиепідемічних, санітарно-гігієнічних заходів, головною метою яких є покращення санітарно-гігієнічного стану виробничих об'єктів. Обов'язковим є дотримання гранично допустимих концентрацій мікроорганізмів у повітрі виробничих приміщень, застосування автоматизації і герметизації технологічних процесів, припливно-витяжної вентиляції та індивідуальних засобів захисту органів дихання, проведення профілактичних медичних оглядів. Пріоритетним є проведення контролю за рівнем мікробного забруднення повітря виробничих приміщень. Основним його етапом є визначення наявності у повітрі збудників захворювань та їх рівня.

У процесі запобіжного і поточного державного санітарного нагляду має бути максимально обмежено застосування у тваринництві і птахівництві антибіотиків і біопрепаратів тощо.

Працівники мають бути забезпечені спецодягом (комбінезоном, бахілами, ковпак-шоломом), засобами індивідуального захисту органів дихання і рук. Серед засобів індивідуального захисту органів дихання працівників в останній час пропонують використовувати респіратори з маркуванням FFP3, що призначені для запобігання попадання в органи дихання потенційно небезпечних для людини частинок, в тому числі, бактерій, вірусів і мікроорганізмів, що розповсюджуються повітряно-крапельним шляхом. Вітчизняна промисловість випускає БУК 3 NR с клапаном і без клапану (клас захисту: FFP3, NR ДСТУ EN.149:2017), маска респіратор ФФП3 МІКРОН с клапаном (FFP3 NR К), респіратор

MEDICALSPAN-3 FFP3 NR, респіратор FFP3 без клапана «Днепр 3N» та ін.

Засоби індивідуального захисту мають відповідати ДСТУ EN 14126:2008 «Одяг захисний. Захист від інфекційних агентів. Вимоги до експлуатаційних характеристик і методи випробування» та ДСТУ EN 455-1:2014 «Захисні засоби. Рукавички медичні одноразового використання. Частина 1. Вимоги та методи випробування щодо відсутності отворів», ДСТУ EN 16523-2:2019 «Визначення стійкості матеріалу до проникання хімічних речовин. Частина 2. Проникання потенційно небезпечних газоподібних хімічних речовин в умовах безперервного контакту».

На підприємствах мікробіологічної промисловості слід суворо дотримуватися графіків знезараження, знепилення і централізованого прання спецодягу. Категорично забороняється робота без спецодягу або винесення його за межі території підприємства.

Під час проведення попередніх і періодичних медичних обстежень обов'язковим є бактеріологічний контроль стану мікрофлори працівників.

Гігієнічна оцінка умов праці за біологічним фактором ґрунтується на критеріях потенційної небезпеки для здоров'я людини вмісту мікроорганізмів або продуктів їх життєдіяльності у повітрі виробничого середовища.

Оцінка забруднення повітря мікроорганізмами.

Для мікробіологічної оцінки повітря приміщень визначають такі показники: загальну кількість мікроорганізмів у 1 м³ (загальне мікробне число - ЗМЧ) повітря та кількість у 1 м³ санітарно-показових мікроорганізмів, тобто індикаторних мікроорганізмів, кількісний рівень яких характеризує епідеміологічну безпеку об'єктів довкілля (гемолітичних стрептококів, золотистих стафілококів, пліснявих грибів, дріжджів та ін.).

Оцінка забруднення повітря мікроорганізмами здійснюється за гранично допустимою концентрацією (ГДК), кл/м³. Оцінку умов праці за вмістом у повітрі робочої зони мікроорганізмів-продуцентів, препаратів, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів проводять за кратністю перевищення їх ГДК (табл. 6.1).

За перевищенням ГДК умови праці за біологічним фактором поділяються на чотири класи:

- 1 клас (оптимальні умови праці): умови, за яких мікроорганізми не становлять загрози для здоров'я працівників;
- 2 клас (допустимі умови праці): умови, за яких мікроорганізми можуть викликати незначні зміни у функціональному стані організму, які відновлюються під час регламентованого відпочинку;
- 3 клас (шкідливі умови праці): умови, за яких мікроорганізми можуть викликати захворювання, пов'язані з професійною діяльністю, та/або впливати на загальний стан здоров'я;
- 4 клас (небезпечні (екстремальні) умови праці): умови, за яких мікроорганізми можуть призвести до важких захворювань та інвалідності.

За наявності в повітрі робочої зони одночасно двох або більше шкідливих чинників біологічного походження (мікроорганізми - продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів, білкові препарати) або за наявності ризику професійного контакту з патогенними мікроорганізмами гігієнічну оцінку умов праці здійснюють за найвищим класом та ступенем шкідливості. Згідно Державним санітарним нормам та правилам «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» біологічний фактор у загальній оцінці умов праці за ступенем шкідливості або небезпечності незалежно від

кількості шкідливих чинників біологічного походження враховується як один самостійний фактор.

Таблиця 6.1 – Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих чинників біологічного походження

Шкідливі чинники*	Класи умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
перевищення ГДК, разів						
Мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів*	≤ГДК	1,1-10,0	10,1-100,0	>100	-	-
Патогенні мікроорганізми**	Особливо небезпечні інфекції***	-	-	-	-	+
	Збудники інших інфекційних захворювань	-	-	+	+	-

Через високу небезпеку патогенних мікроорганізмів для здоров'я людини (збудників особливо небезпечних інфекційних захворювань) наявність їх у повітрі робочої зони виключають окрім виробничих приміщень спеціалізованих медичних закладів. Для робітників цих закладів умови праці визначають як небезпечні без проведення досліджень. Для працівників підприємств м'ясної і шкіряної промисловості та зайнятих на каналізаційних системах умови праці відносять до шкідливих без проведення досліджень повітря на вміст патогенних мікроорганізмів.

Державні нормативні документи для оцінки мікробіологічних показників повітря виробничих приміщень за ГДК мікроорганізмів-продуцентів, бактеріальних препаратів та їх компонентів у повітрі робочої зони в Україні на сьогодні відсутні. Введені у дію лише ДСП 9.9.5.035-99 «Безпека роботи з мікроорганізмами I-II груп патогенності», які визначають вимоги особистої та суспільної безпеки роботи з небезпечними мікроорганізмами та «Гігієнічна класифікація праці

за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», яка встановлює класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони мікроорганізмів-продуцентів, препаратів, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів й патогенних мікроорганізмів.

Для операційних і перев'язувальних загальна кількість мікроорганізмів повітря до роботи не повинна перевищувати відповідно 500 і 750, після роботи - 1000 і 1500 мікроорганізмів в 1 м^3 . Щодо патогенної кокової флори, то у 250 м^3 повітря не повинно бути жодного її представника. В інших лікарняних приміщеннях повітря вважається чистим, якщо у ньому є не більше ніж 3500 мікроорганізмів на 1 м^3 - влітку і не більше ніж 5000 - взимку. У разі виявлення патогенних мікроорганізмів повітря вважається забрудненим і небезпечним.

На підприємствах харчової промисловості особливе значення відводиться виявленню санітарно-показових мікроорганізмів, збудників харчових отруєнь і псування харчових продуктів. У повітрі харчових виробничих цехів повинно бути присутні не більше 100-500 бактерій в 1 м^3 залежно від характеру виробництва.

До приміщень з виробництва лікарської продукції висувають особливі вимоги з метою зведення до мінімуму ризику їх зараження мікроорганізмами. У приміщеннях, де проводиться фасування продукції (клас чистоти А) і приготування розчинів (клас чистоти С), межі мікробного забруднення становлять відповідно <1 і $100 \text{ КУО}/\text{м}^3$ (КУО - колонійутворюючі одиниці: мікроорганізми). У повітрі тваринницьких виробничих приміщень кількість мікроорганізмів не повинна перевищувати 50000 клітин в 1 м^3 .

Для зниження чисельності мікроорганізмів у повітрі закритих приміщень застосовують такі засоби: а) хімічні - обробка озоном, двоокисом азоту, розпорошення молочної кислоти, б) механічні -

пропускання повітря через спеціальні фільтри, в) фізичні - ультрафіолетове опромінення.

Для санації (знезараження) повітря приміщень ультрафіолетовим випромінюванням використовують бактерицидні опромінювачі, що складаються з бактерицидних ламп різного типу, так званих бактерицидних увіолевих ламп, як екранованих, так і неекранованих. При виборі їхньої кількості та потужності враховують певні правила: для неекранованих бактерицидних ламп середня питома потужність повинна бути на рівні 2-2,5 Вт на 1м^3 повітря. Їх включають за 1,5-2 години до початку роботи за відсутності персоналу; для екранованих бактерицидних ламп середня питома потужність повинна бути на рівні 1Вт на 1м^3 повітря. Їх експлуатують в присутності персоналу.

Принцип дії ультрафіолетового радіаційного обладнання ґрунтується на проходженні електричного розряду через розріджений газ, який знаходиться у корпусі випромінювального обладнання, що є джерелом випромінювання.

Випромінювальне обладнання - це бактерицидні лампи, опромінювачі та установки. Бактерицидна лампа - штучне джерело випромінювання, у спектрі якого є переважно бактерицидне випромінювання в діапазоні довжин хвиль 205-315 нм. В Україні найбільшого поширення набули бактерицидні розрядні лампи низького тиску (РЛНТ) в кварцовому або увіолевому склі, у яких більше 60 % випромінювання припадає на лінію $\lambda=253,4$ нм. Їх ефективність досягає 30-35 % від споживаної електроенергії. Електрична потужність цих ламп перебуває в межах 4-300 Вт. Також як бактерицидні лампи використовують і ртутні лампи високого тиску (РЛВТ). Ефективність цих ламп значно нижча, ніж у РЛНТ – 8-12 %, але вони мають значно більший діапазон потужності 100÷12000 Вт і менші розміри.

Бактерицидний опромінювач - це електротехнічний пристрій, що

складається з бактерицидної лампи (ламп), пускорегулювального апарату, відбивної арматури і ряду інших допоміжних елементів.

Тривалість роботи бактерицидної установки, при якій досягається необхідний рівень бактерицидної ефективності, різна в залежності від типу опромінювача: для закритих опромінювачів 1-2 години; для відкритих 0,25-0,5 години.

Робота бактерицидних ламп характеризується *радіометричними величинами*. Основними з них є *бактерицидний потік, бактерицидна доза і бактерицидна ефективність*. Від бактерицидної дози залежить ступінь дезінфекції повітря або поверхонь. Під бактерицидною дозою (дозою ультрафіолетового випромінювання) або експозицією слід розуміти щільність бактерицидної енергії випромінювання, або відношення енергії бактерицидного випромінювання до площі опромінюваної поверхні (поверхнева доза, Дж/м²) чи обсягу об'єкта, що опромінюється (об'ємна доза, Дж/м³).

Ефективний бактерицидний потік Φ_{ex} оцінюється за його здатністю впливати на мікроорганізми. Бактерицидний потік становить частку від енергетичного потоку Φ_e джерела випромінювання в діапазоні довжин хвиль 205 - 315 нм

Результативність опромінення мікроорганізмів, або бактерицидна (антимікробна) ефективність - це рівень зниження мікробного обсіменіння повітряного середовища або на якій-небудь поверхні в результаті впливу ультрафіолетового випромінювання.

Ця величина оцінюється у відсотках - як відношення числа загинлих мікроорганізмів до їх початкового числа до опромінення. Бактерицидна ефективність ламп залежить переважно від дози випромінювання (D_{UV} , Дж/м²):

$$D_{UV} = I \cdot t, \quad (6.1)$$

де I - середня інтенсивність або доза опромінення, Дж/м²; t - час впливу, с.

Коефіцієнт виживання мікробної або колонієутворюючої одиниці (КУО), яка підлягає впливу бактерицидного опромінення, експоненціально залежить від дози:

$$S = e^{kD_{UV}}, \quad (6.2)$$

де k - постійна дезактивації (інактивації), що залежить від конкретного виду КУО м²/Дж.

Отриманий коефіцієнт інактивації частки за один її прохід (η) через поле випромінювання, використовується як показник загальної ефективності випромінювання і показує відсоток або частку КУО, що інактивовані, після одного проходу через поле опромінення, а також залежить від S і завжди менше 1:

$$\eta = 1 - S \quad (6.3)$$

Значення параметра k для багатьох видів бактерій, грибків, цвілі отримані експериментальним шляхом і можуть відрізнятися один від одного на кілька порядків.

На роботу бактерицидних опромінювачів, крім перелічених чинників, впливають і інші фізичні параметри.

При відносній вологості більше 80 % бактерицидна дія ультрафіолетового випромінювання падає на 30 % через ефект екранування мікроорганізмів. Запиленість колб ламп і відбивачів опромінювача знижує значення бактерицидного потоку до 10 %.

Зміна температури повітря в приміщенні впливає на потужність випромінювання ламп і УФ-дозу. При температурі навколишнього повітря менше або дорівнює 10 або 40 °С і більше значення бактерицидного потоку ламп знижується на 10 % від номінального.

У сучасній практиці найбільш поширеними є такі опромінювачі:

1) *ВБН-150* - опромінювач бактерицидний настінний, який розміщують на висоті 1,5 – 2,5 м від рівня підлоги. Апарат складається з двох екранованих і двох неекранованих бактерицидних ламп ДБ-30 (30 Вт). Розрахований на об'єм повітря до 30 м³.

2) *ВБС-300* - опромінювач бактерицидний стельовий, що складається з 2 екранованих та 2 неекранованих бактерицидних ламп ДБ-30 (30 Вт). Розрахований на об'єм повітря до 30 м³.

3) *БПе-450* - опромінювач бактерицидний пересувний маячного типу, який має 6 бактерицидних ламп ДБ-30 (30 Вт). Оптимальний ефект досягається на відстані 5 метрів від об'єкта.

Колективом вчених кафедри Полтавського університету економіки і торгівлі (ПУЕТ) розроблена технологія та серія опромінювачів бактерицидного знезараження повітря та поверхонь. За конструктивним виконанням вони поділяються на дві групи: відкриті (установка бактерицидного знезараження повітря УБЗП-2) та закриті (установка бактерицидного знезараження повітря рекуперативного типу УБЗП-3). Відкриті опромінювачі призначені для знезараження приміщень тільки у відсутності людей або при їх короткочасному перебуванні. У закритих опромінювачах, їх іноді називають рециркуляторами, бактерицидний потік не має виходу за межі корпусу, тому ці опромінювачі можуть застосовуватися у приміщенні, де перебувають люди.

Установка УБЗП-2 (потужність – 20 Вт) призначена для знезараження повітря (поверхонь) на підприємствах, офісах, в побуті та ін. Установка УБЗП-3 для знезараження повітря більш потужна (35 Вт) і може використовуватися у навчальних та дитячих закладах, офісах, громадських місцях і підприємствах.

Лекція 7

ЕРГОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ

План

7.1. Антропометрична характеристика людини. Методи антропометричної оцінки.

7.2. Робоче місце, робоча поза, система робочих рухів.

7.3. Ергономічні вимоги до організації робочих місць.

7.4. Естетика як важливий чинник безпеки праці. Колір і виробниче середовище.

7.5. Ергономічні вимоги до організації робочих місць користувачів комп'ютерів.

7.1. АНТРОПОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЮДИНИ. МЕТОДИ АНТРОПОМЕТРИЧНОЇ ОЦІНКИ

Антропометрія – це метод вивчення людини, заснований на вимірах морфологічних і функціональних ознак тіла.

Антропометрична характеристика людини – це лінійні, кутові розміри або маса людського тіла, або його частин і взаємнм їх розташуванням. Наприклад, зріст, см; зріст сидячи, см; – маса, кг.

Антропометричні характеристики використовуються для проектування найбільш раціональних, а значить і безпечних умов праці, так як вони дозволяють розраховувати просторову організацію робочого місця, встановлювати зону досяжності і видимості, розміри конструктивних параметрів робочого місця і пристосувань (висота, ширина, довжина, глибина та ін.) (рис 7.1).

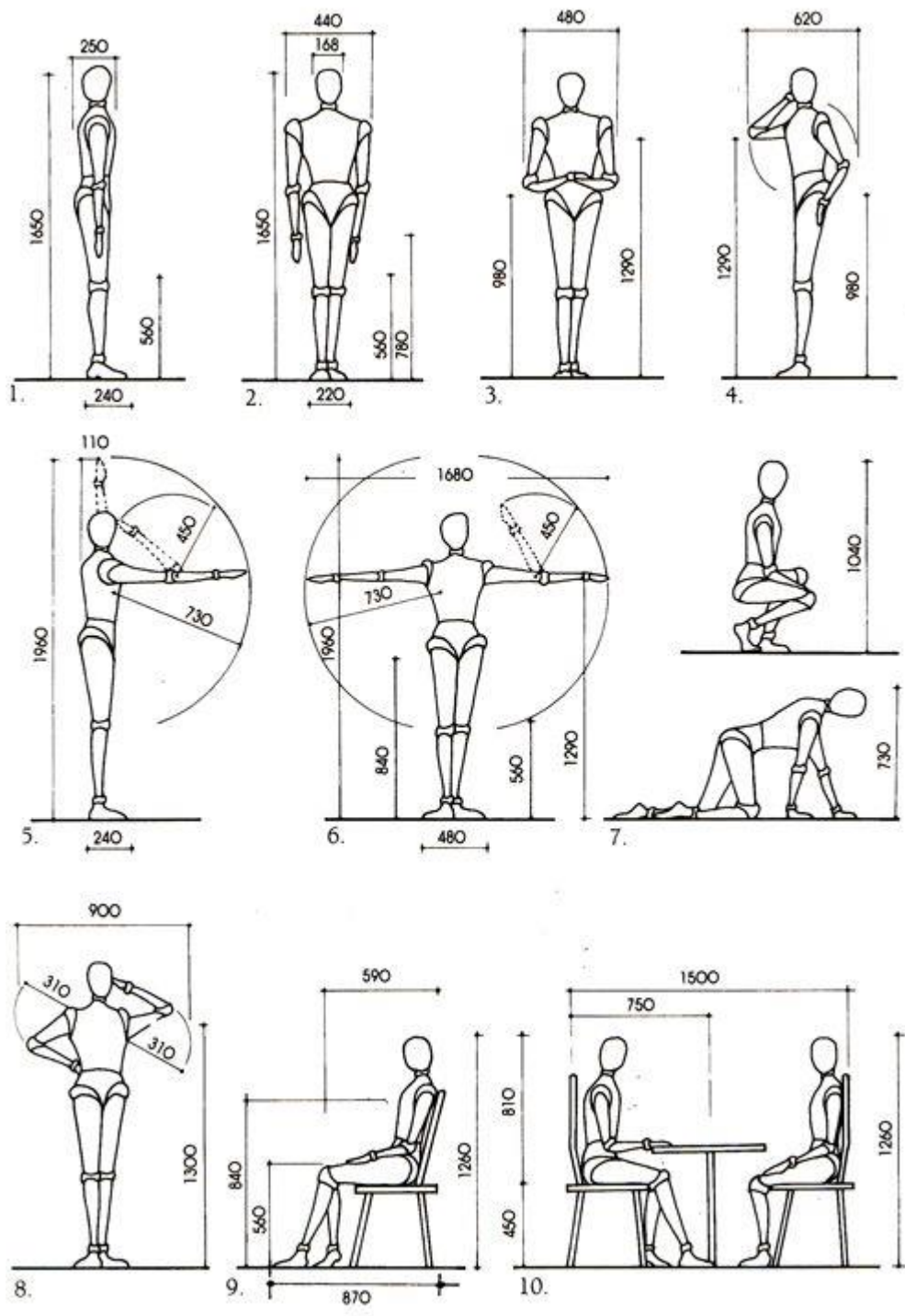


Рисунок 7.1 – Антропометричні характеристики людини

Антропометричні характеристики підрозділяють на *динамічні* і *статичні* (рис. 7.2).



Рисунок 7.2 – Класифікація антропометричних характеристик

Динамічні характеристики використовуються для визначення обсягу робочих рухів, зон досяжності, видимості для розрахунків просторової організації робочого місця.

Динамічні характеристики використовуються для визначення обсягу робочих рухів, зон досяжності, видимості для розрахунків просторової організації робочого місця.

Статичні характеристики можуть бути лінійними і дуговими. Залежно від положення тіла в просторі. Лінійні розміри діляться на поздовжні (висота різних точок над підлогою або сидінням), поперечні (ширина плечей, таза тощо) та ін.

Методи антропометричної оцінки.

Мета антропометричної оцінки полягає у встановленні відповідності

розмірів робочого місця розмірам тіла людини.

Одним із найбільш істотних елементів пристосування праці до людини – це компоновка простору робочого місця. Неправильне положення тіла на робочому місці призводить до виникнення передчасної втоми, помилок в роботі, а також до необоротних патологічних змін в організмі.

Існує три методи, які дозволяють використовувати антропометричні дані при проектуванні робочого місця:

– моделювання в натуральну величину – при цьому методі виготовляють в масштабі 1:1 експериментальний макет робочого місця, в якому всі елементи які впливають на працездатність і стан людини можна переміщувати в любых площинах;

– метод манекенів – полягає у використанні плоских моделей людини, які оснащені шарнірами, що дозволяє надавати їм необхідні положення для моделювання поз людини при виконанні робіт (масштаб манекенів може бути 1:1, 1:5, 1:10);

– метод накладення – при цьому методі на креслення проєктованих робочих місць накладаються схеми нормальних і максимальних робочих зон.

7.2. РОБОЧЕ МІСЦЕ, РОБОЧА ПОЗА, СИСТЕМА РОБОЧИХ РУХІВ

Робоче місце – частина простору, в якому людина виконує свою трудову діяльність. Правильно організоване робоче місце забезпечує людині комфортне положення при роботі і високу продуктивність праці при найменшій фізичній і психічній напрузі.

Поза людини – це положення її тіла, кінцівок і голови в просторі одне відносно одного, яке створюється складним комплексом природжених і набутих рефлексів. Відповідно *робоча поза* – це таке положення тіла, голови та кінцівок людини в просторі одне відносно одного, яке забезпечує виконання певного трудового завдання.

Правильно вибрана робоча поза сприяє зменшенню втоми та збереженню працездатності працівника. Робоча поза може бути вільною або заданою.

Вільна робоча поза означає можливість працювати поперемінно сидячи та стоячи. Це найбільш зручна поза, бо дозволяє чергувати завантаження м'язів та зменшує загальну втому.

Задані робочі пози – «сидячи» або «стоячи». Робоча поза «сидячи» найбільш зручна, вона може застосовуватись для робіт з невеликими фізичними зусиллями, з помірним темпом, або робіт, які потребують великої точності. Поза «стоячи» є найбільш важкою, бо вимагає значної витрати енергії і на виконання роботи і на підтримку тіла у вертикальному чи похилому положенні, що зумовлює швидке стомлення.

Схема біомеханічного аналізу робочої пози «стоячи» і «сидячи» наведена на рис. 7.3.

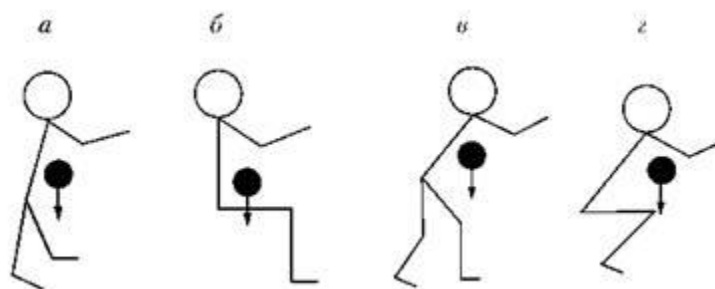


Рисунок 7.3 – Схема біомеханічного аналізу робочої пози «стоячи» (а, в) і «сидячи» (б, г) при стійкій (а, б) і нестійкій (в, г) позах

Робоча поза «сидячи» є менш стомлюючою, так як різко зменшується висота центру ваги над точкою опори, завдяки чому зростає стійкість тіла і значно скорочуються енергетичні витрати організму. Робоча поза обрана правильно, якщо проекція загального центру ваги лежить в межах площі опори. Якщо проекція центру тяжіння пози виходить за межі площі опори, то це може викликати м'язові зусилля, тобто статичне напруження. Тривале статичне напруження м'язів призводить до швидкого стомлення, зниження працездатності, профзахворювання, травм.

При організації робочого місця необхідно враховувати наступне: якщо при

прямій позі «сидячи» м'язову роботу прийняти рівною одиниці, то при прямій позі «стоячи» м'язова робота становить 1,6; при похилій позі «сидячи» – 4, а при похилій позі «стоячи» – 10.

Найважливішими моментами, що визначають вибір робочої пози, є:

- зусилля, що буде застосовуватися в процесі роботи;
- ступінь рухливості працюючого, що обумовлена характером і змістом технологічного процесу;
- величина робочої зони і співвідношення антропометричних характеристик людини і просторовою організацією робочих місць.

У тих випадках, коли під час роботи відбувається зміна поз, враховують такі вимоги: зберігати однакове положення тіла працюючого по відношенню до робочої поверхні як при роботі стоячи, так і при роботі сидячи; створювати необхідні умови вільного переходу від однієї пози до іншої, і насамперед за рахунок вибору найбільш раціональних геометричних розмірів робочої поверхні і засобів переміщення.

Простір робочого місця, в якому здійснюються трудові процеси, може бути розділене на робочі зони. Робоча поза буде найменш стомлююча тільки за умови, якщо робоча зона сконструйована правильно.

Правильне конструювання робочих зон визначається відповідністю їх оптимальному полю зору робітника і визначається дугами, які може описати рука, що повертається в плечі або в лікті на рівні робочої поверхні. Робочу зону, зручну для дії обох рук, потрібно обов'язково поєднувати з зоною, зручною для охоплення людським поглядом. На рис. 7.4 представлені структурні схеми робочих зон: *a* – при позі «сидячи» в горизонтальній площині; *b* – при позі «стоячи» у вертикальній площині.

Відповідно до робочих зон і антропометричних характеристик організовуються робочі місця в будь-якому виробничому процесі і будь-яких машини і механізмів, які обслуговуються людиною.

Серед основних характеристик керуючих дій оператора виділяють: швидкісні, силові, просторові і точнісні.

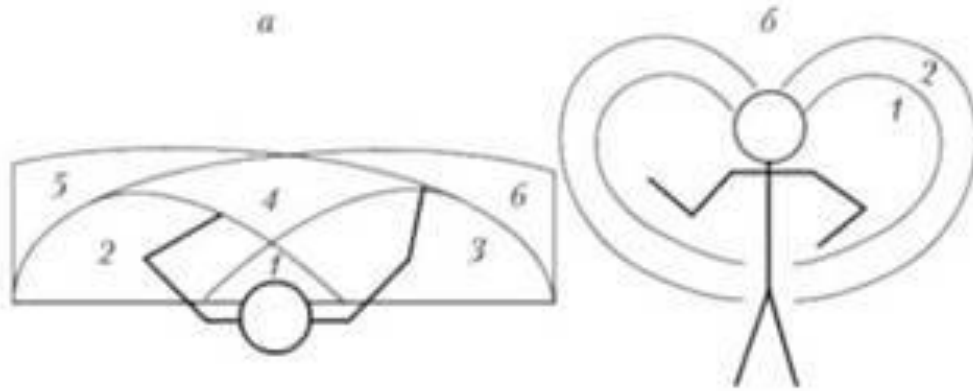


Рисунок 7.4 – Структурні схеми робочих зон

Швидкісна характеристика операцій ввімкнення вимірюється тривалістю рухової реакції, яка залежить від відстані перенесення руки ширини органу управління.

Система робочих рухів.

Робочий рух – це результат дії складного опорно-рухового апарату, який охоплює групи м'язів, суглоби, сухожилля, провідникову частину рухового аналізатора, відповідні рухові центри ЦНС. Цілеспрямованість та організованість рухів тіла людини і його частин досягається розподілом зусиль у різних м'язах та їх групах. Координаційна роль у цьому належить ЦНС.

Робочий рух характеризується максимальним обсягом, який визначається довжиною ланок, що входять у систему руху, будовою суглоба, робочою позою, і який певною мірою залежить від індивідуальних особливостей працівника (стать, вік, тренуваність).

Іншою характеристикою робочих рухів є сила м'язів – величина максимального зусилля, яке розвиває група м'язів, що бере участь у виконанні робочої операції або її елемента. Сила м'язів, яку може розвинути людина в кожному конкретному випадку, залежить від її статі, віку, ступеня тренуваності, наявності втоми, використання спецодягу (рукавиці, взуття та ін.) тощо. На силу м'язів впливає положення тіла та окремих його сегментів, які беруть участь у русі.

Іншою важливою характеристикою робочих рухів є їх *траєкторія*. Оптимальними є еліптичні та кругові плавні рухи, що переходять один в одного.

Основним принципом при виборі системи робочих рухів є принцип «економії рухів», який сприяє підвищенню продуктивності праці і, в той же час, зменшенню стомлюваності, кількості помилок і виробничого травматизму.

Принцип «економії рухів» полягає у наступних положеннях: обидві руки повинні починати та закінчувати рух одночасно; руки не повинні бути бездіяльними, за винятком періодів відпочинку; рухи рук повинні виконуватись одночасно у протилежних і симетричних напрямках; найкращою є така послідовність дій, яка вміщує найменше число елементарних рухів; руки слід звільняти від усякої роботи, яка може успішно виконуватись ногами чи іншими частинами тіла; при можливості об'єкт праці має закріплюватись за допомогою спеціальних пристроїв, щоб руки були вільні для виконання технологічних операцій.

Робота має організовуватись таким чином, щоб ритм робочих операцій був, за можливості, чітким та природнім, а послідовність рухів такою, щоб один рух легко переходив у інші. Рух може бути менш стомлюючим, якщо він відбувається у напрямку, що співпадає з напрямом сили тяжіння. Різкі коливання швидкості та невеликі перерви у русі мають бути виключені.

Слід також враховувати ряд положень щодо швидкості руху рук людини: там, де вимагається швидка реакція, слід використовувати рух «до себе»; швидкість руху зліва направо для правої руки більша, ніж у зворотному напрямі; обертові рухи у 1,5 рази швидше, ніж поступальні; плавні криволінійні рухи рук швидше, ніж прямолінійні з миттєвою зміною напрямку; рухи з великим розмахом швидші; рухи, орієнтовані механізмами, швидші, ніж рухи, які орієнтовані «на око»; рухи слід обмежувати обмежувачами скрізь, де це можливо. Також слід уникати рухів, метою яких є точне встановлення деталей вручну, наприклад, збіг двох рисок мікрометра; вільні ненапружені рухи виконуються швидше, легше і точніше, ніж вимушені рухи, що визначаються певними обмежувачами; точні рухи краще виконувати сидячи, ніж стоячи.

Максимальна частота рухів руки (при згинанні та розгинанні) – біля 80; ноги – 45, корпусу – 30 раз на хвилину, а пальця – 6 раз і долоні – 3 рази на секунду.

Для того щоб рухи були швидкими потрібно:

- вконувати операції в горизонтальній поверхні;
- обмежувати рухи механічним обладнанням;
- задавати плавну траєкторію руху рукам;
- зменшувати дистанцію між органами управління і оператором;
- зменшувати частоту руху руки.

Силві характеристики рухів залежать від характеру самих рухів і кута між плечем та вертикаллю тіла. Найбільше зусилля може бути розвинене при штовханні від себе – 0,62 кг, витягуванні від себе – 54,4 кг, найменше при штовханні вниз – 18,6 кг та відведенні від себе 15,5 кг.

Для того щоб рухи були точними потрібно щоб вони здійснювались на відстані 15–35 см від середньої точки тіла людини. Вже на відстані 40–50 см точність аналізу суттєво знижується. Точність влучання рукою в потрібне місце на пульті управління становить ± 15 см у середній зоні нижче грудей та ± 30 см у крайніх зонах.

При роботі з невеличкими приладами (шкалами) або приладдям, що потребує використання лупи, відстань до очей має дорівнювати 12–25 см; таку роботу виконують тільки в позі сидячи. Під час роботи з віддаленням від панелі на 25–30 см сидяча поза також вважається кращою. При віддаленні від засобів відтворення інформації – органів управління на 35–50 см робота частіше виконується в положенні стоячи і нарешті, при відстані від очей до об'єкту стеження більш ніж на 50 см робота виконується тільки в положенні стоячи.

7.3. ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ.

Організація робочого місця являє собою складний процес, що передбачає: визначення функціонального призначення і змісту праці, тобто спеціалізації

робочого місця; планування робочого місця; оснащення робочого місця всім необхідним для ефективної роботи; створення сприятливих умов праці.

Організація робочого місця насамперед визначається формою, розмірами промислового обладнання, функцією і конструктивним рішенням обладнання; особливостями діяльності людини; економічністю.

Планування робочого місця полягає у визначенні площі під кожне робоче місце, взаємного розташування робочих місць у приміщенні та розмірів проходів, а також порядку взаємного розташування предметів праці в межах робочого місця.

Оснащення та обладнання робочого місця залежить від виконуваної роботи (технологічних операцій), від характеру роботи (розумова, фізична, тяжка, монотонна) та від умов праці (оптимальні, допустимі, несприятливі).

Безпосередньо на робочому місці може бути розташоване: інформаційне устаткування і органи управління, також технологічна оснастка (опорні елементи, швидкодіючі затискачі, шарнірні монтажні головки, настільні бункери і касети з гніздами і та ін.); додаткове обладнання (робочий стіл, сидіння оператора, підставка для ніг, шафа для інструментів та ін.); транспортні засоби (транспортери, підвісні конвеєри і та ін.); пристрої для укладення матеріалів, заготовок, готових виробів; засоби сигналізації; засоби техніки безпеки.

Планування робочого місця передбачає формування відповідних робочих зон. *Робоча зона* – це простір на стаціонарному робочому місці в горизонтальній чи вертикальній площині, у межах яких працівник, не переміщуючись, може виконувати роботу. Розрізняють нормальну й максимальну зони.

Нормальна робоча зона в горизонтальній площині обмежується уявною дугою, що окреслюється кінцями пальців правої й лівої рук, зігнутих у ліктьовому суглобі при вільно опущеному плечі. Така зона займає близько 1000 мм по фронті і 300 мм у глибину. Тут розташовуються засоби й предмети праці, що використовуються найчастіше і виконується основна робота.

Максимальна робоча зона в горизонтальній площині обмежується уявною дугою, що окреслюється кінцями пальців витягнутої руки людини. У цій зоні працівник діє витягнутими руками і розташовуються засоби і предмети праці, що використовуються менше.

Робоче місце працівника (особливо, оператора) характеризує два поля: інформаційне поле (простір із засобами відображення інформації) і моторне поле (простір з органами управління та об'єктом праці).

В інформаційному полі зорового спостереження (рис. 7.5) виділяють три зони: у зоні 1 розміщують засоби відображення інформації, які використовуються дуже часто та вимагають точного та швидкого зчитування інформації; у зоні 2 – засоби інформації, які використовуються часто і вимагають менш точного і швидкого зчитування інформації; у зоні 3 – засоби відображення інформації, які використовуються рідко.

Засоби відображення інформації, які використовуються часто та вимагають менш точного та швидкого зчитування інформації (зона 2), необхідно розташовувати у вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від сагітальної площини.

Що стосується засобів відображення інформації, які використовуються зрідка (зона 3), то допускається розташовувати їх у вертикальній площині під кутом $\pm 60^\circ$ від нормальної лінії зору і в горизонтальній площині під кутом $\pm 60^\circ$ від сагітальної площини.

Робоче місце повинно бути організоване таким чином, щоби забезпечувати можливість виконання робочих операцій в межах зон досяжності моторного поля.

При виконанні робочих операцій в положенні «сидячі» та «стоячі», в моторному полі теж виділяють три зони: 1 – зона оптимальної досяжності, в якій розміщують дуже важливі і найбільш часто використовувані (більше 2 раз за хвилину) органи управління; 2 – зона легкої досяжності, в якій розміщують часто використовувані (2 рази за хвилину) органи управління; 3 – зона досяжності, в якій розміщують рідко чи епізодично використовувані (менше 2

раз за хвилину) органи управління.

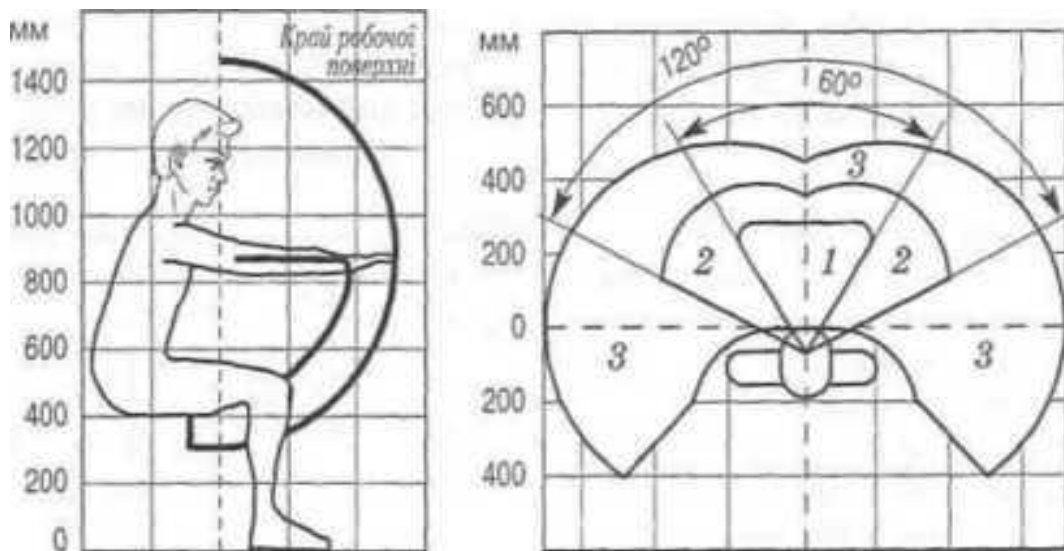


Рисунок 7.5 – Зони в моторному полі при виконанні ручних операцій та розміщення органів управління при робочій позі «сидячи» (а – вертикальна площина; б – горизонтальна площина): 1 – зона оптимальної досяжності; 2 – зона легкої досяжності; 3 – зона досяжності.

Органи керування на робочій поверхні у горизонтальній площині повинні бути розташовані з урахуванням наступних вимог:

- органи керування, які використовуються дуже часто і є найбільш важливими, необхідно розташовувати у зоні 1, тобто у зоні оптимальної досяжності;

- органи керування, які використовуються часто і є менш важливими.

Органи керування на робочій поверхні у горизонтальній площині повинні бути розташовані з урахуванням наступних вимог:

- органи керування, які використовуються дуже часто і є найбільш важливими, необхідно розташовувати у зоні 1, тобто у зоні оптимальної досяжності;

- органи керування, які використовуються часто і є менш важливими, не допускається розташовувати за межами зони 2, тобто зони легкої досяжності;

– органи керування, які використовуються зрідка, не допускається розташовувати за межами зони 3, тобто зони досяжності.

Найбільш важливі виробничі маніпуляції повинні виконуватись в робочій зоні, яка визначається нормальною дією передпліч, з тим щоб операції яким потрібно точні маніпуляції, проходили в нормальній зоні дії обох рук.

Органи управління можуть бути ручними і ножними. Переважно управління ручне, причому вигідніше використовувати регулятори, які приводяться в рух рукою до себе або від себе. Слід мати на увазі, що рухи руки до себе більш швидкі, але менш точні, тоді як від себе – більш точні, але менш швидкі. Для запобігання тремтіння руки і підвищення точності рухів потрібен певний момент опору рукоятки в межах 3–16,7 Нм. Для ножних педаль при повному їх натисканні момент опору повинен становити 20–80 Нм.

Форма і розміри органів управління повинні бути узгоджені з розмірами і біомеханічними особливостями руки оператора. Щоб виключити біомеханічну перевантаженість, слід дотримуватися відповідності керуючого впливу на обладнання біомеханическим можливостям людини.

На робочому місці часто важлива швидкість і точність сприйняття зорової інформації. Ефективність її сприйняття залежить від низки умов: достатньої освітленості, яскравості, розмірів об'єкту або достатньої величина кутового розміру об'єкту (відношення лінійної величини об'єкта до відстані спостереження), та забезпечення оптимальних кутів зору. Оптимальне розташування засобів та допустимі кути відображення інформації наведено на рис.7.6.

Оптимальна відстань очей від об'єкта спостереження залежить від лінійної величини предмету, що розглядається і гостроти зору. При дальності спостереження 12–25 см робота виконується людьми з хорошим зором в положенні сидячи, коли необхідно детально розглянути об'єкт (зборка дрібних деталей). При дальності спостереження 25–35 см виконуються тонкі роботи. Всі основні роботи на виробництві виконуються на відстані 35–50 см.

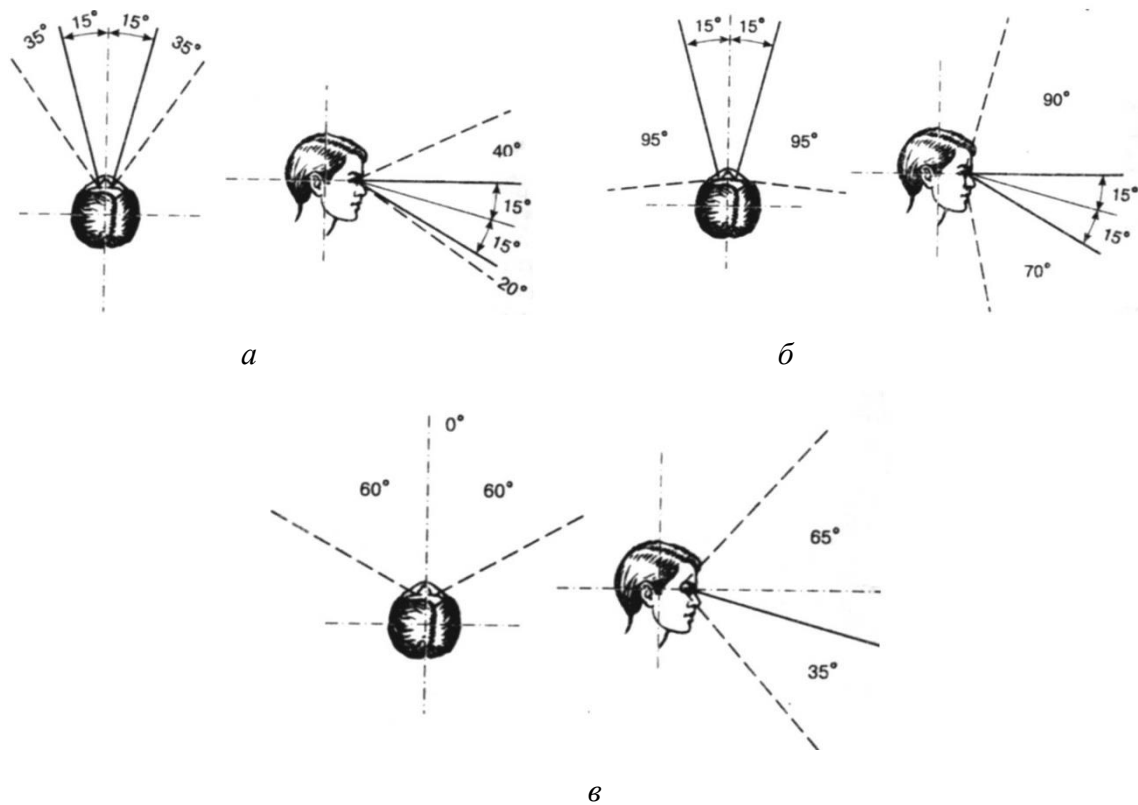


Рисунок 7.6 – Оптимальне розташування засобів та допустимі кути відображення інформації: *а* – при повороті очей; *б* – при повороті голови і очей; *в* – при повороті голови

Загальні вимоги виробничої санітарії до робочого місця.

Кожне робоче місце повинно:

- обладнуватися необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектовуватися необхідними засобами індивідуального захисту;
- задовільняти гігієнічним нормативам факторів виробничого середовища та трудового процесу, зокрема щодо природного та штучного освітлення; мікроклімату; шуму та вібрації, випромінювань, вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони; задовільняти ергономічним вимогам та ін.

Таким чином, робочі місця мають задовільняти наступним вимогам:

- конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів (органів управління, засобів відображення, крісла, допоміжне обладнання тощо) мають відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним властивостям людини, а також характеру роботи;

– рівні (концентрації) небезпечних/шкідливих виробничих факторів, що впливають на працівника на робочому місці, не повинні перевищувати гігієнічних нормативів;

– робоче місце і взаємне розташування його елементів має забезпечувати безпечне та зручне технічне обслуговування;

– конструкція робочого місця має забезпечувати зручну робочу позу працівника;

– конструкція робочого місця має забезпечувати виконання виробничих операцій в зонах моторного поля залежно від точності та частоти дій, що вимагаються технологічним процесом;

– органи керування мають бути розташовані на робочому місці з урахуванням робочої пози, функціонального призначення органа керування, частоти застосування, послідовності використання тощо;

– відстань між органами має виключати можливість зміни положення органа керування при маніпуляції із суміжним органом керування;

– кольорове вирішення робочого місця має відповідати вимогам технічної естетики;

– розташування і компонування робочих місць мають забезпечувати швидкий безпечний доступ на робоче місце та можливість швидкої евакуації при аварійній ситуації. Шляхи евакуації і проходи мають бути позначені і мати достатню освітленість;

– організація і стан робочих місць, а також відстань між робочими місцями повинні забезпечувати безпечне пересування працюючих і транспортних засобів, зручні і безпечні дії з матеріалами, заготовками, полуфабрикатами, а також технічне обслуговування і ремонт.

7.4. ЕСТЕТИКА ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК БЕЗПЕКИ ПРАЦІ. КОЛІР І ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Ергономіка – це наука, яка вивчає закономірності взаємовідносин людини і техніки з метою створення оптимальних умов праці. Поняття «ергономіка» вперше було запропоновано польським природознавцем В. Ястшембовським у 1857 р.

Виробнича ергономіка вивчає питання забезпечення досягнення відповідності конструкції виробничого устаткування, робочих меблів, знарядь праці, організації робочого місця анатомо-фізіологічним і психологічним особливостям людини. Її метою є створення оптимальних умов для надійної реалізації трудового процесу, забезпечення високої працездатності і збереження здоров'я працівників. Ергономіка серед інших напрямів включає технічну естетику.

Технічна естетика розробляє наукові основи і практичні рішення художнього конструювання устаткування і забезпечення виробничої естетики (виробничого інтер'єру, робочого одягу, знарядь виробництва тощо).

Виробнича естетика вивчає естетичне ставлення людини до виробництва в цілому. Основне призначення виробничої естетики – створення найбільш сучасних умов на виробництві, які б сприяли гарному настрою, бадьорості та здоров'ю працівників, підвищенню продуктивності праці.

Предметом виробничої естетики є зовнішній вигляд машин, верстатів, пристроїв, їх кольорове рішення тощо.

Естетичне конструювання виробничого обладнання насамперед базується на принципі створення форми, яка відповідає фізіолого-гігієнічним вимогам, забезпечує зручність у роботі і викликає почуття краси та гармонії. Велике значення при цьому мають значущість конструйованого виробу (машини, обладнання) у трудовому процесі, поєднання з оточуючими предметами та інтер'єром, пропорційність, пластичність, оптимальне колірне вирішення форми.

М. Є. Введенський підкреслював, що розроблення заходів щодо підвищення працездатності та віддалення розвитку втоми мають передбачати виконання умови підвищення соціального значення результатів праці та формування у працівника позитивного емоційного стану. У цьому напрямі позитивну роль відіграє функціональна музика та естетичне оформлення виробничого середовища.

Функціональна. Музика – це музика, яка супроводжує процес праці з метою підтримання високого рівня та підвищення працездатності. Розрізняють музику, що стимулює входження в роботу, музику, що попереджає та знімає втому, передфінальну музику, зустрічну та фінальну музику. Відомо, яким чином музика впливає на суб'єктивне світосприйняття людини, почуття та переживання. За допомогою музики можна створити і підтримати гарний настрій, творче піднесення. Вона впливає на різні функції людського організму. Музика може активізувати електричну активність мазку, м'язову працездатність та інші функції. **Музика** – це фактор, який формує в діях людини ритм, а ритмічність у роботі сприяє високій продуктивності праці. Як емоційний подразник музика діє на функціональний стан кори великого мазку як безпосередньо (тонізує кору), так і опосередковано, активізуючи одночасно функції вегетативної нервової системи. Внаслідок цього поліпшується трофіка та функціональний стан усіх збуджуваних систем організму, насамперед ЦНС. Функціональна музика органічно входить у трудовий процес, позитивно впливає на його перебіг. Музичні передачі до роботи, на початку її та після обідньої перерви скорочують стадію входження у роботу в 1,5-2 рази. Музична програма за 5–7 хв до кінця зміни зменшує стомлюваність. За змістом музичні передачі під час входження в роботу та в кінці зміни мають бути мажорними, що сприяє підвищенню робочого тону, настрою, знижує почуття втоми. У самому ж трудовому процесі музика має відповідати його ритму, темпу, легко сприйматися, викликати позитивні емоції. Оптимальна тривалість музичної програми – від 10 до 25 хв. Встановлено, що функціональна музика дає хороші результати: поліпшує функціональний стан організму працівників, підвищує

швидкість зорово-моторної реакції, концентрацію уваги, координацію рухів, м'язову витривалість (у середньому на 30 %) тощо. Відзначається зниження браку до 12 % та підвищення продуктивності праці до 4 %. Музику можна використовувати при виконанні простих операцій, їх одноманітності та короткій тривалості. Крім того, функціональна музика доцільна там, де є незначне фізичне навантаження, мала рухливість працівника та низький рівень інтенсивності активної уваги. Протипоказаннями до використання функціональної музики під час роботи є значна концентрація уваги виконавця (у відрізок часу, що перевищує 70 % робочої зміни), напружена розумова праця, велика різноманітність виконуваних робіт.

Кімнати психофізіологічного розвантаження – це спеціально обладнане приміщення, в якому проводять сеанси зняття втоми та нервово-психічного напруження. Ефект психофізіологічного розвантаження досягається за рахунок оформлення інтер'єру цієї кімнати та інтер'єру підприємства в цілому.

Науково встановлено, що колір навколишніх предметів та предметних ансамблів впливає на емоції (позитивні чи негативні), тобто на настрій людей.

З фізіологічної точки зору механізм впливу кольорів можна пояснити так: зона мозку, яка відповідає за зір, посилює роботу тієї структури (сітчастого тіла), що активує мозок у цілому. Ця активація забезпечується всіма органами чуття, але зір у більшості людей – найголовніше джерело інформації про навколишній світ. Сприйняття кольорів активує цю зону мозку, а вона, у свою чергу, відповідає за зміни артеріального тиску, самопочуття, гормональний фон організму. Посилюється кровообіг у головному мозку, що призводить до підвищення ефективності роботи організму.

Колір впливає на людину по-різному. Передусім він впливає на зір та є важливим елементом світло-кольорової комфортності умов зорової роботи. Рівень зорової працездатності визначається якісною характеристикою кольору – *колірністю*. Встановлено, що втома залежить від тону та насиченості кольору, який знаходиться в полі зору. *Найбільша працездатність розвивається при використанні білого, жовтого та зеленого кольорів.* Крім того, мають значення

яскраві співвідношення кольорів у полі зору. Колір впливає на незорові фізіологічні функції організму. Зелений, синій та блакитний кольори помітно підвищують працездатність м'язів, полігшують функціональний стан ЦНС, постачання м'язів глюкозою, підвищують обмін речовин, покращують роботу серця, збільшують вироблення тепла в організмі тощо. Теплі кольори – червоний, коричневий, жовтий та оранжевий – діють інакше. Їх вплив сприяє підвищенню енергетичних ресурсів організму та відновленню його працездатності. Під дією кожного такого кольору посилюється діяльність залоз травного каналу, синтез у печінці глікогену з глюкози крові, нормалізується діяльність серця. Колір значно впливає на психічні процеси та емоційний стан людини. За психічним впливом на людину розрізняють теплі-холодні, світлі-темні, стимулюючі-пригнічуючі та легкі-важкі кольори. Червоний колір та його відтінки справляють збуджувальну дію, зелений і блакитний – заспокійливу.

Проектування колірної рішення інтер'єру виробничих приміщень слід виконувати відповідно до СН 181-70 «Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий». На Україні він є діючим нормативним документом.

Проектуючи колірний інтер'єр на підприємстві, слід враховувати, що у виробничій обстановці колір може відігравати роль конструктивного фактора та фактора навколишнього середовища. Темні предмети сприймаються меншими за об'ємом, ніж світлі. Поверхні, пофарбовані в блакитний, фіолетовий та блакитно-зелений, тобто в холодні кольори, мають вигляд більш віддалених, ніж поверхні, пофарбовані в червоний і жовтий, тобто в теплі кольори. Загальна схема використання кольору з метою послаблення втоми така: якщо виробничий процес або фактори оточення діють на працівника надто збудливо, варто застосовувати заспокійливі кольори; якщо ж на робітників діють якісь пригнічувальні фактори, то їм має бути протиставлена збуджувальна колірна гама. Саме таке колірне оточення, протилежно спрямоване за своєю дією проти негативних факторів трудового процесу, буде сприяти нейтралізації. Стомлюючого впливу, послабленню почуття

стомленості, а в результаті – підвищенню працездатності людини, продуктивності праці.

На виробництві з точки зору функціонального застосування кольорів найбільший позитивний вплив чинять м'які, спокійні тони. Логічно використовувати холодні кольори (зелений, блакитний) там, де умови роботи передбачають високу температуру робочої зони. Теплі відтінки кольорів (слонової кістки, кремовий або персиковий) доречні для пофарбування та оздоблення прохолодних приміщень, а також у тих випадках, коли необхідно компенсувати нестачу природного світла. Для складських приміщень найбільше підходить білий колір. Там, де від працівника вимагається зосередженість, краще використовувати варіації сірого, зеленого та блакитного кольорів.

Раціональне колірне оформлення приміщень має використовуватися як додатковий фактор, що підвищує освітленість приміщення. При цьому рекомендується вибирати кольори, які відбивають не менше 40 % світла, яке падає на горизонтальну поверхню. Перспективним у деяких виробничих приміщеннях є не тільки колірне пофарбування поверхонь інтер'єру, а і колірне освітлення окремих його частин, яке динамічно змінюється.

Вплив кольорів на психіку людини є важливим елементом підвищення рівня безпеки праці. Будь яке кольорове оздоблення виробничих приміщень, машин, механізмів та обладнання необхідно здійснювати з обов'язковим урахуванням естетичних і психофізіологічних особливостей працівників та характеру виконуваної роботи.

Сигнальні кольори (розпізнавальні, попереджувальні та відмітні) використовують, як правило, для:

– позначення поверхонь, конструкцій (або елементів конструкцій), оснастки, вузлів та елементів устаткування, машин та механізмів, які можуть бути джерелом небезпеки для людей, а також для поверхонь огорожень та інших захисних пристроїв, систем блокування тощо; позначення пожежної техніки, засобів протипожежного захисту та їх елементів;

- світлових засобів безпеки (сигнальні лампи, табло тощо);
- зазначення шляхів евакуації.

Розпізнавальні сигнальні кольори використовують при фарбуванні технологічних трубопроводів, балонів із стиснутими і зрідженими газами, шин електрообладнання тощо. Попереджувальні сигнальні кольори можуть свідчити про безпеку (зелений колір), небезпеку (червоний колір), або попереджувати про можливість виникнення небезпеки (жовтий колір) і вимагати підвищеної уваги.

Кількість застосування на підприємстві попереджувальних кольорів має бути мінімальним, так як дуже велика їх кількість, як правило, частково дезорганізовує дії персоналу.

Відмітні сигнальні кольори використовують для розпізнавання однакових за формою, але різних за призначенням предметів (кнопки управління, арматурні сталі різних марок тощо).

Призначення сигнальних кольорів, знаків безпеки і сигнальної розмітки полягає в забезпеченні однозначного розуміння певних вимог, що стосуються безпеки, збереження життя і здоров'я людей, зниження матеріального збитку, без застосування слів або з їх мінімальною кількістю. Сигнальні кольори, знаки безпеки та сигнальну розмітку застосовують для залучення уваги людей, що знаходяться на виробничих, громадських об'єктах та в інших місцях, до небезпеки, небезпечної ситуації, застереження з метою уникнення небезпеки, повідомлення про можливий результат в разі нехтування небезпекою, припису або вимоги певних дій, а також для будь-якої необхідної інформації.

Червоний колір, рекомендується використовувати для сигнально-кольорового оздоблення приміщень, пристроїв, обладнання, органів керування у місцях, де може виникнути аварійна або пожежонебезпечна ситуація, яка вимагає відповідних негайних дій персоналу. Наприклад, цей колір використовують для позначення:

- пристроїв відключення механізмів та машин, в тому числі і аварійних;
- рукояток кранів аварійного збросу тиску;

– корпусів масляних вимикачів, які знаходяться у робочому стані під напругою;

– пожежної техніки, засобів протипожежного захисту, які потребують оперативного впізнавання (пожежні машини, вогнегасники, пристрої ручного пуску систем пожежегасіння, кнопки включення пожежної сигналізації, пожежні стенди з первинними засобами пожежегасіння тощо);

– табло з інформацією, яка сигналізує про порушення технологічного процесу або порушення умов безпеки: «Тривога», «Несправність» і т. ін.;

– захватних пристроїв промислового обладнання та промислових роботів;

– тимчасових огорожень або їх елементів, які встановлені на межах небезпечних зон, територій, ям, котлованів та в місцях хімічного, радіаційного або бактеріологічного забруднення і т. ін.;

– заборонних знаків безпеки тощо.

Жовтий колір, який означає увагу і обережність, необхідно використовувати для позначення:

– елементів будівельних та інших конструкцій, які можуть стати причиною отримання травм працюючих (низькі балки, виступи та перепади у площині підлоги, місця можливого падіння тощо);

– вузлів та елементів обладнання, машин та механізмів, необережне поводження з якими є небезпечним для людей: відкритих вузлів та елементів обладнання, які рухаються у просторі, кромки захисних конструкцій, які не повністю прикривають елементи, які рухаються (шліфувальні круги, фрези, зубчасті колеса і т. ін.), а також конструкцій огороження площадок для роботи на висоті та технологічної арматури і механізмів, які виступають у робочих простір, тощо;

– небезпечних при експлуатації елементів транспортних засобів, вантажопідіймальних кранів, поворотних платформ, будівельно-шляхових машин тощо;

– постійних огорожень або їх елементів, які встановлені на межах небезпечних зон, територій, ям, котлованів та в місцях, де можливо падіння з висоти;

– ємностей та технологічного обладнання із шкідливими речовинами;

– площадок біля евакуаційних виходів та підходів до них, місць доступу до засобів протипожежного захисту та місць, де розташовані пристрої подачі пожежної тривоги, і т.ін.;

– попереджувальних знаків безпеки тощо.

Синій колір, як правило, використовується для позначення:

– світлових сигнальних індикаторів та інших сигнальних пристроїв вказівного та дозвільного призначення;

– приписувальних та вказівних знаків безпеки. Фарбування у синій колір обладнання свідчить про можливу наявність електронебезпеки.

Зелений колір слід використовувати для позначення:

– безпеки (безпечних місць, зон, безпечного стану);

– ламп і табло, які сигналізують про нормальний режим роботи обладнання, нормальний стан технологічного процесу і т. ін.;

– шляхів евакуації;

– евакуаційних знаків безпеки та знаків безпеки медичного та санітарного призначення.

Основні знаки безпеки згідно ДСТУ EN ISO 7010:2019 поділяються на п'ять категорій та в стандарті подано опис застосування кожного знака безпеки:

– E – категорія знаків, що вказують маршрут евакуації, місце розташування обладнання безпеки чи об'єкта безпеки або заходи безпеки (знаки безпеки умов);

– F – категорія знаків пожежного обладнання;

– M – категорія знаків обов'язкової дії;

– P – категорія знаків заборони;

– W – категорія попереджувальних знаків.

Приклади знаків безпеки представлено на рис. 7.7.











Знак безпеки, номер референта, референт	Категорія				
	E	F	M	P	W
Знаки, що вказують на маршрут евакуації, місце розташування обладнання безпеки або об'єкта безпеки, або дію безпеки (знаки умов безпеки)	Знаки пожежного обладнання	Знаки обов'язкової дії	Знаки заборони	Попереджувальні знаки	
Знак безпеки					
Номер референта	E003	F003	M003	P003	W003
Референт	Перша допомога	Пожежна драбина	Одягнути засіб захисту органів слуху	Заборона відкритого полум'я; заборона вогню, відкритих джерел запалювання та паління	Засторога: радіоактивний матеріал або іонізувальне випромінювання
Знак безпеки					
Номер референта	E004	F004	M004	P004	W004
Референт	Телефон екстреного зв'язку	Комплект пожежного спорядження	Одягнути засіб захисту органів зору	Немає проходу	Засторога: лазерний промінь

Рисунок 7.7 – Приклади знаків безпеки

У ДСТУ EN ISO 7010:2019 також регламентовано опис та застосування референтів. Приклади для заборонних знаків (категорія P) та знаків обов'язкової дії (категорія M) наведено на рис. 7.8–7.9.

	Довідковий номер ISO 7010-P012
	Референт Заборона важкого навантаження
	Функція Заборонити розміщення важких об'єктів на поверхні
	Зміст зображення Гиря, що спирається на дві частини лінії, зламані в центрі так, що дві половини розділено та кожену нахилено вниз
Небезпека Пошкодження через велике навантаження.	
Поведінка людини, яку спричинює розуміння значення цього знака безпеки Не розміщує жодних важких предметів на поверхні.	
Споріднені посилання —	
Додаткова інформація Дані випробувань, отриманих згідно з ISO 9186-1:2007, відсутні. Отже, для кращого розуміння використовують додатковий текстовий знак, крім випадків, коли знак безпеки доповнюють посібниками, інструкціями або навчанням. Незважаючи на це, треба враховувати таке: «Важкий» залежить від контексту використання та, якщо його треба застосувати, потрібно додати додатковий знак із зазначенням максимально допустимого навантаження, наприклад, так: макс. 100 кг.	

	Довідковий номер ISO 7010-P006
	Референт Немає доступу для вилкових навантажувачів та інших промислових транспортних засобів
	Функція Заборонено використовувати вилкові навантажувачі та інші промислові транспортні засоби
	Зміст зображення Вилковий навантажувач (лівобічний профіль) з фігурою людини
Небезпека Рух вилкових навантажувачів та інших промислових транспортних засобів.	
Поведінка людини, яку спричинює розуміння значення цього знака безпеки Не використовує вилкові навантажувачі та інші промислові транспортні засоби.	
Споріднені посилання ISO 7010-W014.	
Додаткова інформація Дані випробувань, отриманих згідно з ISO 9186-1:2007, відсутні. Отже, для кращого розуміння використовують додатковий текстовий знак, крім випадків, коли знак безпеки доповнюють посібниками, інструкціями або навчанням.	

Рисунок 7.8 – Приклади опису та застосування заборонних знаків

	Довідковий номер ISO 7010- M047
	Референт Використовувати автономний дихальний апарат
	Функція Позначити обов'язкове використання автономного дихального апарата
	Зміст зображення Верхня частина людської фігури (лівобічний профіль) з надітим балоном стисненого повітря та маскою, приєднаною до циліндра трубою
Небезпека Шкідливі гази або недостатність кисню.	
Поведінка людини, яку спричинює розуміння значення цього знака безпеки Використовує автономний дихальний апарат.	
Споріднені посилання ISO 7010- M017.	
Додаткова інформація Дані випробувань, отриманих згідно з ISO 9186-1:2007, відсутні. Отже, для кращого розуміння використовують додатковий текстовий знак, крім випадків, коли цей знак безпеки доповнюють посібниками, інструкціями або навчанням.	


	Довідковий номер ISO 7010-M031
	Референт Використовувати регульовану огорожувальну стійку
	Функція Використовувати регульовану огорожувальну стійку
	Зміст зображення Напівкругла циркулярна пилка з напівкруглою кришкою, криволінійна стрілка, що вказує напрямом вниз, однорядковий блокувальник
Небезпека Циркулярна пилка.	
Поведінка людини, яку спричинює розуміння значення цього знака безпеки Забезпечити безпеку пилки.	
Споріднені посилання —	
Додаткова інформація Дані випробувань, отриманих згідно з ISO 9186-1:2007, відсутні. Отже, для кращого розуміння використовують додатковий текстовий знак, крім випадків, коли цей знак безпеки доповнюють посібниками, інструкціями або навчанням.	

Рисунок 7.9 – Приклади опису та застосування знаків обов'язкової дії

7.5. ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ КОРИСТУВАЧІВ КОМП'ЮТЕРІВ

Ергономічні вимоги до організації робочих місць користувачів комп'ютерів визначаються морфофізіологічними властивостями користувача ПК і забезпечують оптимізацію його діяльності. Ергономічні вимоги класифікують за різними видами ознак. Перша охоплює вимоги, пов'язані з людиною як суб'єктом праці. Відповідно до нього ергономічні вимоги поділяють на гігієнічні, антропометричні, фізіологічні, психофізіологічні, психологічні та соціально–психологічні. Другий характеризує вимоги щодо засобів праці, умов і процесів діяльності людини. У цьому випадку вимоги розрізняють щодо інформаційних моделей, алгоритмів і режимів праці, конструкцій робочого місця та ін. Вимоги до ергономічної безпеки користувачів ВДТ регламентуються ДСанПіН 3.3.2.007–98, системою стандартів:

– ДСТУ ISO 9241–2:2004 «Національний стандарт України. Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі Частина 2. Настанова щодо встановлення вимог до завдань»,

– ДСТУ ISO 9241–3–2001 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 3. Вимоги до відеотерміналів»,

– ДСТУ ISO 9241–5:2004 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 5. Вимоги до компонування робочого місця та до робочої пози»,

– ДСТУ ISO 9241–7:2004. Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 7. Вимоги до дисплеїв з відбитками»,

– ДСТУ ISO 9241–8:2006 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 8. Вимоги до відображуваних кольорів»,

– ДСТУ ISO 9241–9:2004 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 9. Вимоги до неклаватурних пристроїв уведення».

А також НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями», що чинний від 18.05.2018.

Ергономічна безпека користувачів комп'ютерів насамперед передбачає правильну *організацію робочого місця (РМ)*.

Ергономічні вимоги до організації робочого місця перед усім стосуються:

- правильного розміщення робочого місця у виробничому приміщенні, його величини, конструктивного виконання робочого місця та його елементів, розміщення елементів на робочому полі;
- вибору робочого положення і робочих зон;
- організації простору для пересування людини;
- психофізіологічної сумісності користувача й засобів відображення інформації та ін.

РМ користувача ПК має бути облаштоване засобами відображення інформації, столом, кріслом, допоміжним обладнанням, шафами. Вимоги до його організації регламентовані

Робоче місце з ПК розміщують, як правило, у окремих приміщеннях або у разі знаходження у приміщенні джерела шкідливих виробничих факторів у ізольованих кабінах з обладнанням повітрообміном. Неприпустимим є розташування приміщень для роботи з ПК у підвалах та цокольних поверхах. Площа, що має бути виділена для одного робочого місця з ПК, повинна складати не менше 6 м^2 , а об'єм – не менше 20 м^3 . РМ з ПК відносно світлових прорізів повинні розміщуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва. Їх розміщують на відстані не менше 1 м від стін із світловими прорізами. У разі розміщення у приміщенні двох, або більше ВДТ відстань між боковими їх поверхнями має бути не меншою за 1,2 м, а відстань між тильною поверхнею одного ПК та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5 м, прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м. Для внутрішнього оздоблення приміщень з ПК слід використовувати матеріали з коефіцієнтом відбиття для стелі 0,7–0,8, для стін 0,5–0,6. Покриття пологи повинне бути

матовим із коефіцієнтом відбиття 0,3–0,5. Вона має бути рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями. Для оздоблення інтер'єру приміщень з ПК забороняється використовувати полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Поверхню стелі приміщень з ПК рекомендується фарбувати у світлі тони близькі до білого. Для фарбування стін у приміщеннях для ПК потрібно використовувати малонасичені кольори світлих тонів. Організація робочого місця користувача ПК повинна забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх розташування, характеру та особливостям трудової діяльності. У створенні оптимальних умов роботи з ПК важливу роль грають виробничі меблі. До виробничих меблів на робочому місці користувача ПК належить стіл, робоче сидіння, підставка для ніг. Нехтування вимог до робочого крісла може привести до деформації хребта користувача ПК, розвитку негативних змін у нервових шляхах, дискомфорту й зниження працездатності. Конструкцію меблів визначають антропометричні характеристики людини, часті пози, які приймає або змушена приймати людина під час роботи. Суб'єктивність поз має дуже важливе значення у забезпеченні м'язової активності й розвитку м'язової втоми. Під час роботи з ПК максимальний позовий комфорт досягається у випадку коли вага тіла припадає на сідничні виступи. При цьому виникає тиск. Наслідком якого при короткочасній дії поверхні сидіння на тканини стегон є відчуття дискомфорту, а при тривалій – більш серйозні наслідки. Для того, щоб знизити негативні явища, покриття сидіння повинно бути напівм'яким та мати несквозку поверхню. Для покриття сидінь рекомендується застосувати натуральні матеріали, які добре пропускають водяні пари і повітря, легко очищуються та не електризуються. Конструкція робочого місця користувача ПК має забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками: ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг; стегна – в горизонтальній площині; передпліччя – вертикально; лікті – під кутом 70–90° до вертикальної площини, зап'ястя зігнуті під кутом не більше 20° відносно горизонтальної площини, нахил голови 15–20° відносно вертикальної площини.

Для ВДТ рекомендується використовувати стіл висотою 725 мм, шириною 600–1400 мм, глибиною 800–1000 мм. Робочий стіл для відеотерміналу повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною не менше 500 мм, глибиною на рівні колін не менше 650 мм. Він має бути обладнаний підставкою для ніг шириною не менше 300 мм та глибиною не менше 400 мм із можливістю регулювання за висотою в межах 150 мм та кута нахилу опорної поверхні – в межах 20°. Робоче сидіння (стілець, крісло) користувача ВДТ повинно мати такі основні елементи: сидіння, спинку та стаціонарні або змінні підлокітники. Його конструкція повинна забезпечувати підтримання раціональної пози під час роботи та можливість вільної їх заміни. Вона має бути піднімально–поворотне, регульованим за висотою, із кутом нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння. Регулювання кожного параметра має бути незалежним, плавним або ступінчатим, мати надійну фіксацію. Ширина та глибина сидіння повинні бути не меншими за 400 мм. Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400–500 мм, а кут нахилу поверхні – від 15° вперед до 5° назад. Висота спинки сидіння має становити 300 ± 20 мм, ширина – не менше 380 мм. Відстань від спинки до переднього краю сидіння повинна регулюватись в межах 260–400 мм. Для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати стаціонарні або змінні підлокітники довжиною не менш ніж 250 мм, шириною – 50–70 мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230 ± 30 мм та за відстанню між підлокітниками в межах 350–500 мм.

Робочі місця користувачів ПК обладнані головним чином відеотерміналом і клавіатурою, а іноді додатково і пюпітром для підтримування документів. Характер роботи користувача ПК передбачає також використання різноманітних документів та інших засобів роботи. Правильне їх розміщення на РМ значною мірою впливає на ефективність роботи користувача ПК, збереження його здоров'я.

Екрани ПК мають розташуватися на відстані від очей користувача не ближче ніж за 600 мм з урахуванням розміру літерно–цифрових знаків і

символів. Розташування екрана ПК має забезпечувати зручність здорового спостереження у вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ до нормальної лінії погляду працюючого. Клавіатуру слід розташувати на поверхні столу на відстані 100–300 мм від краю, що звернений до працюючого. Розташування принтера або іншого пристрою введення–виведення інформації має забезпечувати добру видимість екрана ПК, зручність ручного керування в зоні досяжності моторного поля (простору робочого місця, у якому можуть виконуватися рухові дії людини) за висотою 900–1300 мм, за шириною 400–500 мм. Під принтером ударної дії потрібно підкладати вібраційні килимки для гасіння вібрації та шуму. Інші засоби роботи та документація мають розташуватися у зоні легкого досягнення рук працюючого.

Організація робочого місця, яка передбачає використання електронно–обчислювальної машини для управління технологічним обладнанням (станки з програмним управлінням, роботизовані технологічні комплекси тощо) повинна передбачати:

- достатній простір для людини–оператора;
- вільну досяжність органів ручного управління в зоні моторного поля: відстань за висотою – 900–1300 мм, за глибиною – 400–500 мм;
- розташування ПК у робочій зоні (просторі, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників, яке забезпечувало б зручність здорового спостереження у вертикальній площині під кутом $\pm 30^\circ$ від лінії зору оператора;
- можливість повертання екрана ПК навколо горизонтальної та вертикальної осі.

У збереженні користувачем високої працездатності значне місце займає зміст і форма подання інформації, її розташування на екрані ПК. Вони повинні відповідати психофізіологічним можливостям оператора і розв’язуванню завданням. При застосуванні ВДТ для управління технологічними процесами відображена інформація повинна бути лаконічною, оскільки швидкість і точність прийому та переробки інформації оператором обернено пропорційна

кількості елементів, що їх оператор приймає на спостереженні. Форма подання інформації не повинна вимагати від оператора її додаткового перекодування. Її доцільно подавати у інтеграційній формі. Подання інформації має відповідати найімовірнішій послідовності її обслуговування. Інформація повинна поступати на екран ПК із необхідним випередженням до початку виконання, тривалість інформації на екрані повинна бути достатньою для реалізації оператором своїх дій. Оператор повинен мати можливість регулювати потік інформації. Епізодична інформація повинна подаватися за запитом. Основна інформація має оптимально розподілятися між різними аналізаторами людини. Характеристики сигналів, що подаються оператору, мають забезпечувати необхідний рівень їх диференційованого сприймання. Зручність сприймання інформації визначається як психофізіологічними можливостями оператора, так і розмірами символів на екрані ПК, їх розміщенням, видом. Більш комфортним для сприймання є символи, що складаються з точок. Кутовий розмір символів має дорівнювати 15–18', середніх 21–26', складних 35–40'. Оптимальна висота знаку для читання становить 20–28', що дорівнює 3,8 мм на відстані 60 см. Мінімальний час безпомилкового розташування знаку розміром 30' при контрасті $K = 0,9$ становить близько 0,1 с. До інформації, що з'являється на екрані ВДТ пред'являються такі вимоги: яскравість знаку (яскравість фону) повинна бути від 35 до 120 кд/м²; мінімальний розмір елемента зображення 0,3 мм для монохромного ПК і не менше як 0,6 мм – для кольорового; контрастність зображення знаку не менше як 0,8; частота регенерації зображення при роботі з позитивним контрастом у режимі обробки тексту не менше як 72 Гц; кількість точок на ряду не менше 640; зсув низькочастотного мигтіння зображення у діапазоні 0,05–1,0 Гц повинен перебувати у межах 0,1 мм; при роботі з текстовою інформацією у режимі введення даних, редагування тексту та читання з екрана ПК для пред'явлення рекомендується використовувати чорні знаки на світлому (білому) фоні.

Умови праці користувачів ПК.

Серед причин, що обумовлюють виникнення професійних захворювань користувачів ПК, значне місце посідають *умови праці*. Умови праці користувачів ПК регламентуються ДСТУ ISO 9241–6:2004 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 6. Вимоги до робочого середовища» та ДСанПіН 3.3.2–007–98.

ДСТУ ISO 9241–6:2004 поширюється на робочі системи і офісні роботи з відеотерміналами, які можна виконувати в різних умовах робочого середовища. Ці умови можуть впливати як на комфортність, так і на ефективність роботи користувача. Крім того, на робоче середовище можуть впливати специфічні характеристики відеотерміналів і пов'язаного з ними устаткування (наприклад, принтерів, комп'ютерів). У розділі 10 цього стандарту регламентовано вимоги щодо організації простору і планування робочого місця.

Планування простору і робочого місця має великий вплив на характеристики кожного аспекту навколишнього середовища як частини ергономічних вимог до роботи з відеотерміналами в офісі. Воно вимагає комплексного підходу і розгляду аспектів у їхній взаємодії, а не кожного аспекту окремо. Заходи, вжиті для конкретного автоматизованого робочого місця чи для усього робочого простору, повинні бути пов'язані з основними цілями ергономічного проектування робочих систем відповідно до ДСТУ EN ISO 6385:2018 «Ергономічні принципи під час проектування робочих систем». На рис. 7.10 наведені головні види критеріїв, що повинні бути розглянуті при організації робочого місця користувача ПК.

Згідно ДСТУ EN ISO 6385:2018 робочі місця повинні бути організовані таким чином, щоб сприяти досягненню мети виробничої системи, у тому числі досягненню оптимального загального робочого навантаження на співробітників. Загальний рівень фізиченого або розумового навантаження залежить не тільки від середовищних факторів, а також від поєднання індивідуальних виробничих завдань на робочому місці, змісту і повторюваності виробничих операцій і можливостей людини щодо контролю над робочим

процесом. Якщо робоче місце не забезпечує відповідність встановленим вимогам, то для підвищення якості робочого місця мають бути виконані один чи кілька наступних методів:



Рисунок 7.10 – Основні види критеріїв щодо організації простору і компонування робочого місця користувача ПК

- забезпечена достатня перерва;
- передбачена зміна діяльності,
- виконання однією людиною кількох послідовних виробничих завдань.

Виробниче середовище має підтримуватися таким чином, щоб мінімізувати несприятливі фізичні, хімічні, біологічні і соціальні умови, що впливають на здоров'я і безпеку людей, а також на їх здатність і готовність виконувати поставлені перед ними завдання. За можливості враховувати

об'єктивні і суб'єктивні оцінки умов середовища. Працівник повинен мати можливість впливати на умови виробничого середовища (наприклад, на освітлення, температуру, вентиляцію). Необхідно враховувати, що соціальні, культурні і етнічні фактори можуть справляти вплив на прийнятність робіт та організацію виробництва. Інші шляхи покращення робочого місця включають, мінімізацію можливості появи помилок персоналу.

Лекція 8

САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

План

8.1. Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства.

8.2. Класи шкідливості підприємств. Розміри санітарно-захисних зон залежно від класу підприємств.

8.3. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень. Санітарно-побутові приміщення.

8.1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО РОЗМІЩЕННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Створення безпечних умов праці на підприємстві починається з вибору місця для розміщення підприємства та раціонального планування його території.

Згідно вимог ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» промислові підприємства розміщують на території населених пунктів у спеціально виділених промислових районах або за межами населених пунктів на деякій відстані від них (залежно від викиду шкідливих речовин). У промисловій зоні підприємства слід розташовувати у складі промислових вузлів, групуючи їх за санітарними і технологічними ознаками з урахуванням класу небезпеки, щоб виключити можливість несприятливого впливу підприємства вищого класу небезпеки на працюючих, технологічні процеси, сировину чи продукцію іншого підприємства нижчого класу небезпеки, а також на здоров'я і умови життя

населення. Крім того, необхідно враховувати комплексний вплив на навколишнє середовище всіх підприємств, які входять в промвузол.

Вибір місця під будівництво підприємства здійснюють з урахуванням: кліматичної характеристики та рельєфу місцевості. Промислові підприємства слід розташовувати на підвищених ділянках з добрим природним провітрюванням, з підвітряного боку відносно сельбищної території. При цьому слід орієнтуватися на середньорічну та сезонну (літню, зимову) розу вітрів.

Забудова промислової площадки може бути суцільною або окремо розміщеними будівлями, одно- або багатопверховими. Забороняється суцільна забудова із замкненим внутрішнім двором, бо в цьому випадку погіршується провітрювання та натуральне освітлення будівель.

Санітарні розриви між будівлями, що освітлюються через віконні прорізи, приймаються не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщені напроти.

Виробничі та складські приміщення можуть мати будь-яку форму та розміри в залежності від виробничих вимог, але, виходячи з санітарно-гігієнічних умов (освітлення, вентиляція), найбільш доцільні будівлі, що мають форму прямокутника. Конструкція виробничих будівель, число поверхів та площа обумовлюються технологічними процесами, категорією вибухопожежної та пожежної небезпеки, наявністю шкідливих та небезпечних факторів.

Центральний вхід на територію підприємства слід передбачати з боку основного підходу чи під'їзду працівників. Територія підприємства повинна мати впорядковані пішохідні доріжки (тротуари) від центрального та додаткових прохідних пунктів до всіх будівель та споруд. До будівель і споруд по усій їх довжині має передбачатись під'їзд пожежних автомобілів. До всіх будівель необхідно передбачити підвід мереж електроенергії, водопостачання та каналізації.

Залежно від призначення будівлі і технології виробництва передбачають системи зовнішнього та внутрішнього водопостачання. В залежності від вимог технологічного процесу застосовують наступні системи технологічного водопостачання: оборотну повторного використання, охолодженої, дистильованої, пом'якшеної води та ін. Для скорочення витрат води на технологічні потреби слід застосовувати системи повторного та оборотного водопостачання. Пристрої питного водопостачання (фонтанчики) рекомендується розміщувати у проходах виробничих приміщень, вестибюлях, кімнатах відпочинку на відкритих площадках території підприємства і, як виняток, у виробничих цехах. Мережі господарсько-питного водопостачання мають бути відділені від мереж, що подають не питну воду. Норми витрат води на господарсько-питні потреби становлять 45 л у гарячих цехах та 25 л на працівника в зміну у звичайних цехах.

Каналізація для відведення стічних вод, підрозділяється на виробничу, господарсько-фекальну та зливну. Каналізаційні системи складаються з приймальних пристроїв (лотки, раковини), каналізаційних мереж, станції перекачки, очисних споруд та допоміжних пристроїв. Забороняється випуск господарсько-фекальних та виробничих: стічних вод у дренажні колодязі, щоб запобігти забрудненню водоносних шарів ґрунту.

Випуск незабруднених виробничих стічних вод (наприклад, з системи охолодження) допускається у зливну каналізацію, що призначена для стікання атмосферних опадів. Дія багатьох підприємств допускається також спуск у міську каналізаційну мережу стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, але тільки після відповідної обробки, і тільки в тому разі, якщо концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємства та міських стічних вод не перевищує встановлених норм.

Зони громадського призначення та відпочинку треба максимально ізолювати від виробничої території з відкритими майданчиками та

допоміжними об'єктами виробництв і господарств захисними насадженнями, носіями звуко-світлокольорової інформації, що попереджують про небезпеку, а також – постійними та тимчасовими огороженнями різних видів. Усі об'єкти і приміщення зон громадського призначення та відпочинку повинні бути доступними для маломобільних груп населення згідно з ДБН Б.2.2-5:2011 «Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій».

Територія підприємств та майданчики для стоянки транспортних засобів треба обладнати пристроями для збирання та відведення стічних вод, що утворюються внаслідок випадання атмосферних опадів та спорудами з їх очищення.

Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» територію підприємства слід розподіляти за функціональним використанням на зони:

- а) передзаводську (за межами земельної ділянки підприємства або в її межах);
- б) виробничу;
- в) підсобну;
- г) складську.

Передзаводська територія – вільний простір зони громадського призначення для проведення громадських заходів виробничого підприємства. Її розміщують біля адміністративної, основної виробничої будівлі або біля головних прохідних як усередині меж територій виробничого призначення, так і на прилеглих до них територіях населеного пункту. Площу передзаводської території треба визначати з розрахунку від 0,6 га до 0,9 га на 1 тис. працюючих.

Орієнтовні розміри передзаводських зон підприємств (га на 1000 працюючих) слід визначати з розрахунку:

- 0,8 при кількості працюючих до 0,5 тис.;

– 0,7 « – » більше 0,5 до 1 тис.;

– 0,6 « – » від 1 до 4 тис.;

– 0,5 « – » від 4 до 10 тис.;

– 0,4 « – » більше 10 тис.

При визначенні розмірів передзаводських зон підприємств слід враховувати розрахункову кількість машино-місць на автостоянках для тимчасового зберігання автомобілів, стоянок грузового автотранспорту та благоустрою передзаводської території.

До виробничих відносяться території підприємств, об'єктів, комунальних підприємств та об'єктів, транспортної інфраструктури, складської забудови, інноваційного розвитку (технопарки, індустриальні парки) як в складі промислових зон, промислових районів, груп підприємств або розташованих окремо. Відстані між будівлями, спорудами, в тому числі інженерними мережами, слід приймати не менше мінімально допустимих, при цьому щільність забудови ділянок (площадок) підприємств повинна бути не менше зазначеної у ДБН Б.2.2-12:2019.

Підсобна територія підприємства – це частина території, яка призначена для обслуговування основної виробничої діяльності підприємства. Вона може включати склади, гаражі, майстерні, зони відпочинку для працівників, а також інші споруди та об'єкти, необхідні для забезпечення функціонування підприємства.

Складська територія підприємства – це частина території, яка використовується для зберігання товарів, матеріалів, обладнання та інших ресурсів, необхідних для виробничої або комерційної діяльності підприємства. Вона може включати відкриті майданчики, будівлі складів, а також інші споруди та інфраструктуру, що забезпечують зберігання та обробку вантажів.

Розподіл на зони слід здійснювати з урахуванням конкретних містобудівних умов та особливостей виробництва.

Напівзамкнуті двори слід розташовувати довгою стороною паралельно переважному напрямку вітрів, або з відхиленням не більше 45° , при цьому відкрита сторона двору повинна бути звернена на навітряну сторону вітрів переважного напрямку.

Ширина напівзамкненого двору при будівлях, освітлюваних через віконні отвори, повинна бути не менше півсуми висот до верхньої відмітки карнизу протилежних будинків, що утворюють двір, але не менше ніж 15 м.

При відсутності шкідливих виробничих виділень у простір двору, його ширина може бути зменшена до 12 м.

Застосування будівель, що утворюють замкнуті з усіх боків двори, допускається тільки з дотриманням таких умов:

а) ширину двору рекомендується приймати не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що утворюють двір, але не менше 18 м;

б) має бути забезпечене наскрізне провітрювання двору шляхом влаштування в будівлях отворів шириною не менше 4 м і висотою не менше 4,5 м (у кількості не менше двох) при можливості скупчення шкідливих речовин.

На майданчиках підприємств, де можуть виділятися шкідливі речовини, не допускається розміщення деревно-чагарникових насаджень у вигляді щільних груп і смуг, що викликають скупчення шкідливостей.

Будівлі і споруди, з урахуванням специфіки виробництва та природних умов, доцільно розміщувати з обов'язковим дотриманням таких вимог:

а) поздовжні осі будівлі і світлові ліхтарі слід орієнтувати в межах від 45° до 110° до меридіану;

б) поздовжні осі аераційних ліхтарів і стіни будівель з прорізами, що використовуються для аерації приміщень, слід орієнтувати в плані перпендикулярно або під кутом не менше 45° до переважного напрямку

вітрів літнього періоду року.

Будівлі і споруди з устаткуванням, яке спричиняє значні динамічні навантаження і вібрацію, слід розміщувати від будівель і споруд з виробництвами, особливо чутливими до вібрації, на відстані, яку визначають за підрахунками, з урахуванням геологічних умов території, фізико механічних властивостей ґрунту основи фундаментів, а також з урахуванням заходів для усунення впливу динамічних навантажень і вібрації на ґрунти.

Будівлі, споруди, відкриті установки з виробничими процесами, що виділяють в атмосферу газ, дим і пил, вибухонебезпечні і пожежонебезпечні об'єкти не слід розташовувати по відношенню до інших виробничих будівель і споруд з навітряної сторони для вітрів переважного напрямку.

Охолоджувальні ставки, водойми, шламовідстійники і т.п. слід розміщувати так, щоб у разі аварії рідина при розтіканні не загрожувала затопленням підприємству або іншим промисловим, житловим і громадським будівлям і спорудам.

Відстані між будівлями і спорудами мають відповідати ступеню вогнестійкості і категорії виробництв.

За ДБН Б.2.2-5:2011 «Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій» територія виробничого підприємства має включати зону відпочинку і зону озеленення, в тому числі спортивну зону.

Загальну площу озеленення промислових територій треба визначати:

– для територій розміром менше ніж 5000 м^2 з чисельністю менше ніж 2500 працівників – із розрахунку 3 м^2 на одного працівника; на територіях міст та біля магістралей цей показник може бути зменшеним до 1 м^2 та компенсованим озелененням приміщень;

– для територій з чисельністю більше ніж 2500 працівників та (або)

площею більше ніж 5000 м² – із розрахунку не менше ніж 10 % від загальної території.

У разі створення зелених насаджень між окремими об'єктами підприємства дерева треба розташовувати не ближче ніж 5 м від об'єктів. Заборонено висаджувати хвойні та інші породи дерев та чагарників, що легко запалюються.

Під озеленення та розміщення елементів благоустрою треба відводити від 40 % до 50 % передзаводської території.

Озеленення проектують вздовж пішохідних комунікацій (з одного або з двох боків) у вигляді газонів і квітників, рядових посадок дерев і кущів.

Озеленення формують у вигляді живописних композицій, що виключають одноманітність і монотонність.

У ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» вказано, що для озеленення майданчиків підприємств, технопарків та території необхідно застосовувати місцеві види деревно-чагарникових рослин з урахуванням їх санітарно-захисних та декоративних властивостей і стійкості до шкідливих речовин, які виділяються підприємствами. Наявні деревні насадження слід, по можливості, зберігати. На майданчиках підприємств, де можуть виділятися шкідливі речовини, не допускається розміщення деревно-чагарникових насаджень у вигляді щільних груп і смуг, що викликають скупчення шкідливостей.

Обов'язковий перелік елементів комплексного благоустрою передзаводської території має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, озеленення, лави, урни, контейнери для збирання побутових відходів, флагштоки, освітлювальне обладнання, носії інформаційного оформлення, обладнання для паркування велосипедів.

Рекомендується передбачати: види покриття у вигляді плиткового мощення, розміщення елементів декоративно-прикладного оформлення, водних пристроїв, обладнання архітектурно декоративного освітлення.

Озеленення майдану проектують як партерне або формують у вигляді скверу, використовуючи кольорове оформлення і мобільні форми озеленення.

На передзаводській території розміщують малі архітектурні форми, засоби зовнішньої реклами та інформації.

Мінімальну ширину основних пішохідних комунікацій треба приймати 2,25 м, другорядних – 1,5 м, розрахункову ширину – виходячи з потужності пішохідних потоків, але не більше ніж 800 чол/год на 1 м ширини дороги.

Обов'язковий перелік елементів благоустрою на території пішохідних комунікацій має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, озеленення (в тому числі мобільне), урни і контейнери для побутових відходів, освітлювальне обладнання.

Розміри майданчиків відпочинку треба визначати за нормою від 1 м² до 1,2 м² на місце (кількість місць – від 10 % до 15 % від працюючих у найбільш численну зміну). Сума відстаней від робочого місця до їдальні та від їдальні до майданчика відпочинку повинна складати не більше ніж 300 м. У разі шумного характеру виробництва треба застосовувати форми тихого відпочинку та спокійні за кольором та формою елементи благоустрою, у разі одноманітного, монотонного характеру виробництва – активні форми відпочинку та різноманітні елементи благоустрою яскравого фарбування.

Стоянки для зберігання легкових автомобілів, велосипедів, мотоциклів треба розміщувати у стороні від основних транспортних та пішохідних потоків із забезпеченням умов маневреності і 10 % місць, але не менше ніж одне місце треба виділяти для інвалідів.

Розміри майданчиків для стоянки велосипедів і мотоциклів (моторолерів) треба визначати з розрахунку їх кількості за зміну (від 5 % до 7 %) і нормою площі: на велосипед – не більше ніж 0,6 м² у разі

спирання на одне колесо і не більше ніж 0,9 м² у разі спирання на два колеса; на мотоцикл або моторолер – не більше ніж 3 м².

Обов'язковий перелік елементів благоустрою на майданчиках для стоянки легкових автомобілів, велосипедів, мотоциклів має включати: тверді види покриття, елементи сполучення поверхонь, обладнання для паркування велосипедів, розмітку, освітлювальне обладнання, урни. Можна влаштовувати огорожі.

Об'єкти рекреації треба формувати, як правило, у вигляді скверів для короткочасного відпочинку перед зміною або після неї. Сквер треба розміщувати на території, максимально захищеній від несприятливих впливів виробничої діяльності.

Територію підприємств та майданчики для стоянки транспортних засобів треба обладнувати пристроями для збирання та відведення стічних вод, що утворюються внаслідок випадання атмосферних опадів, та спорудами з їх очищення.

8.2. КЛАСИ ШКІДЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВ. РОЗМІРИ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН ЗАЛЕЖНО ВІД КЛАСУ ПІДПРИЄМСТВ

Підприємства, виробництва та споруди є джерелами впливу на навколишнє середовище: забруднювальними речовинами, шумом, вібраціями, електромагнітним випромінюванням, біологічними об'єктами та ін.

Класифікації підлягають такі підприємства, виробництва та споруди:

- хімічні;
- металургійні, машинобудівні та металообробні;
- по видобуванню руд та нерудних копалин;
- будівельної промисловості;

- по обробці деревини;
- легкої промисловості;
- по обробці тваринних продуктів,
- санітарно-технічні споруди та установки комунального призначення.

За санітарними нормами (ДСП 173-96) залежно від потужності підприємства, виробництва та споруди, характеристик їх технологічного процесу, характеру та кількості викидів у навколишнє середовище шкідливих речовин та речовин, що мають неприємний запах, чи шкідливих фізичних впливів, а також з урахуванням передбачуваних заходів щодо зменшення їх несприятливого впливу на довкілля їх поділяють на п'ять класів шкідливості: I – найбільш шкідливий, V – найменш. Кожний клас вміщує визначену кількість підприємств, виробництв тощо. Наприклад, клас II хімічних виробництв охоплює 9 виробництв, клас III – п'ять. До класу I металургійних, машинобудівних та металообробних належать 8 підприємств і виробництв. До класу II – 10.

Відповідно до вимог ДСП 173-96 промислові, сільськогосподарські та інші об'єкти, що є джерелами забруднення навколишнього середовища хімічними, фізичними та біологічними факторами, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлової забудови санітарно-захисними зонами.

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – це територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої встановлюються обмеження на господарську діяльність та проживання населення з метою зменшення негативного впливу виробничих факторів на здоров'я населення та навколишнє середовище.

Для небезпечних підприємств встановлені такі розміри санітарно-захисних зон відповідно до класу їх шкідливості:

I клас – 1000 м;

II клас – 500 м;

III клас – 300 м;

IV клас – 100 м;

V клас – 50 м.

Так, для підприємств білково-вітамінного концентрату (поприну), зв'язаного азоту (аміаку, азотної кислоти, азототукових та інших добрив), що належать до класу I хімічних виробництв, встановлена 1000 м СЗЗ. Виробництва сечовини та тіосечовини, підприємства по переробці природного нафтового газу та ін., що належать за шкідливістю до класу II – 500 м. Підприємства класу V (виробництво неорганічних реактивів при відсутності хлорних цехів, виробництво з вулканізації гуми без застосування сірковуглецю) СЗЗ становить 50 м. Серед металургійних, машинобудівних та металообробних підприємств і виробництв класу I (підприємства з вторинної переробки кольорових металів (міді, свинцю, цинку та ін.) в кількості більше 3000 т/рік, виробництво з випалювання коксу та ін.) СЗЗ дорівнює 1000 м, а для тих, що віднесено до класу V (підприємства металообробної промисловості з термічною обробкою без ливарень, виробництво лужних акумуляторів, шрифтоливарні заводи та ін.) СЗЗ – 50 м.

Санітарно-захисну зону слід встановлювати від джерел шкідливості до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, в тому числі дитячих, навчальних, лікувально-профілактичних установ, закладів соціального забезпечення, спортивних споруд та ін., а також територій парків, садів, скверів та інших об'єктів зеленого будівництва загального користування, ділянок оздоровчих та фізкультурно-спортивних установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших, прирівняних до них об'єктів, в тому числі:

– для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами забруднення атмосферного повітря шкідливими, із неприємним запахом

хімічними речовинами та біологічними факторами, безпосередньо від джерел забруднення атмосфери організованими викидами (через труби, шахти) або неорганізованими викидами (через ліхтарі будівель, димлячі і паруючі поверхні технологічних установок та інших споруд тощо), а також від місць розвантаження сировини, промпродуктів або відкритих складів;

– для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами шуму, ультразвуку, вібрації, статичної електрики, електромагнітних та іонізуючих випромінювань та інших шкідливих факторів – від будівель, споруд та майданчиків, де встановлено обладнання (агрегати, механізми), що створює ці шкідливості;

– для теплових електростанцій, промислових та опалювальних котелень – від димарів та місць зберігання і підготовки палива, джерел шуму;

– для санітарно-технічних споруд та установок комунального призначення, а також сільськогосподарських підприємств та об'єктів – від межі об'єкта.

На зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР), на межі курортно-рекреаційної зони – 0,8 від значення нормативу.

Розміри СЗЗ для промислових підприємств та інших об'єктів, що є джерелами виробничих шкідливостей, слід встановлювати відповідно до діючих санітарних норм їх розміщення при підтвердженні достатності розмірів цих зон за ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий», розрахунками рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням реальної санітарної ситуації (фонового забруднення, особливостей рельєфу, метеоумов, рози вітрів та ін.), а також

даних лабораторних досліджень щодо аналогічних діючих підприємств та об'єктів.

Розміри санітарно-захисних зон та санітарних розривів від сільськогосподарських підприємств і виробничих комплексів слід приймати відповідно до вимог законодавства та ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій».

Розміри санітарно-захисної зони можуть бути зменшені, коли в результаті розрахунків та лабораторних досліджень, проведених для району розташування підприємств або іншого виробничого об'єкта, буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, статичної електрики не перевищуватимуть гігієнічні нормативи.

У санітарно-захисних зонах не можна допускати розміщення:

- житлових будинків з придомовими територіями, гуртожитків, готелів, будинків для приїжджих, аварійних селищ;
- дитячих дошкільних закладів, загальноосвітніх шкіл, лікувально-профілактичних та оздоровчих установ загального та спеціального призначення зі стаціонарами, наркологічних диспансерів;
- спортивних споруд, садів, парків, садівницьких товариств;
- охоронних зон джерел водопостачання, водозабірних споруд та споруд водопровідної розподільної мережі.

Не допускається використання для вирощування сільськогосподарських культур, пасовищ для худоби земель санітарно-захисної зони підприємств, що забруднюють навколишнє середовище високотоксичними речовинами та речовинами, що мають віддалену дію (солі важких металів, канцерогенні речовини, діоксини, радіоактивні речовини та ін.). Можливість сільськогосподарського використання земель

санітарно-захисних зон, що незабруднюються вищепереліченими речовинами, необхідно визначати відповідно до законодавства.

Санітарно-захисні зони займають великі території, які необхідно по можливості раціонально використовувати, при цьому озеленення деревинно-чагарниковими породами має бути 40–60 %. На території санітарно-захисної зони допускається розміщувати: підприємства з виробництвом меншого класу шкідливості, ніж виробництво, для якого встановлена зона, але за умови аналогічного характеру шкідливості: пожежні депо, пральні, гаражі, склади, конструкторські бюро, лабораторії, зв'язані з підприємствами; магазини, поліклініки, що обслуговують виробництво; стоянки індивідуального транспорту, інженерні споруди, комунікації.

8.3. ВИМОГИ ДО ВИРОБНИЧИХ І ДОПОМІЖНИХ ПРИМІЩЕНЬ. САНІТАРНО-ПОБУТОВІ ПРИМІЩЕННЯ

У виробничих приміщеннях мають забезпечуватися санітарно-гігієнічні нормативи мікроклімату, освітлення, випромінювань, віброакустичних чинників, якості повітря та ін. згідно чинних нормативно-правових документів.

При плануванні виробничих приміщень необхідно враховувати характеристику виробничих процесів, дотримуватись норм корисної площі для працюючих, нормативів площ для розташування устаткування і необхідної ширини проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування устаткування.

Висота одноповерхових промислових будівель (від підлоги до низу горизонтальних несучих конструкцій на опорі) повинна бути не менше 3 м, висота поверху багатопверхових будівель (від підлоги сходового майданчика даного поверху до підлоги сходового майданчика поверхом

вище), за винятком висоти технічних поверхів, повинна бути не менше 3,3 м.

У приміщеннях промислових будівель висоту від підлоги до низу конструкцій перекриття (покриття) приймають відповідно до технологічних вимог, але не менше 3,0 м. У коридорах і холах залежно від об'ємно-планувального рішення будівель при врахуванні технологічних вимог допускається зменшення висоти до 2,5 м; в допоміжних коридорах і складських приміщеннях – до 2,2 м, а в окремих приміщеннях допоміжного призначення без постійного перебування людей – до 1,9 м.

За необхідності в'їзду в будівлю автомобілів висота проїзду має бути не менше 4,2 м до низу конструкцій, що виступають, частин комунікацій та обладнання, для пожежних автомобілів – не менше 4,5 м.

Об'єм виробничого приміщення на одного працівника встановлюється залежно від особливостей технологічного процесу і характеру роботи. Так, згідно санітарних вимог площа виробничого приміщення на одного працівника має становити не менше 4,5 м², а об'єм – 15 м³ (ДСанПін ДСанПіН 3.3.1-176-2011 «Підприємства та організації поліграфічної промисловості»). Виробничі приміщення з використанням комп'ютерів згідно ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» мають бути площею – 6 м² і об'ємом – 20 м³ на одного працюючого.

Площу приміщень управління і конструкторських бюро слід приймати з розрахунку не менше 6 м² на робоче місце працівника управління, а на одного працівника конструкторського бюро і для працюючих інвалідів, що користуються кріслами-колясками, – не менше 7,65 м². На підприємствах із кількістю інженерно-технічних працівників до 300 осіб для проведення нарад допускається збільшувати площу одного з кабінетів керівників підприємства з розрахунку 0,8 м² на одне місце.

Площа кабінету має бути визначена завданням на проектування, але не повинна перевищувати 72 м² (ДБН В.2.2-28:2010).

Відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд» за наявності в числі працюючих інвалідів, що користуються кріслами-колясками, в залах нарад повинні бути передбачені місця для них з розрахунку не менше 1,65 м² на одне місце.

Приміщення чи ділянки виробництв з надлишками тепла, а також зі значними виділеннями шкідливих газів, пару чи пилу слід, як правило, розміщувати біля зовнішніх стін будівель, а у багатоповерхових будівлях – на верхніх поверхах.

Стіни виробничих та побутових приміщень мають відповідати вимогам шумо- і теплозахисту; легко піддаватись прибиранню та миттю; мати покриття, що виключає можливість поглинення чи осадження отруйних речовин (керамічна плитка, олійна фарба).

Приміщення, де розміщені виробництва з виділенням шкідливих та агресивних речовин (кислоти, луги, ртуть, бензол, сполуки свинцю та ін.), повинні мати стіни, стелю та конструкції, виконані і оздоблені так, щоб попереджувалась сорбція цих речовин та забезпечувалась можливість очищення та миття цих поверхонь.

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, заточка тощо) слід передбачити прибирання за допомогою пиłosосів чи гідрозмивання.

Колір інтер'єрів приміщень має відповідати вимогам технічної естетики та охорони праці.

За НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» для робочої зони (визначений простір, у якому розташовані робочі місця постійного або тимчасового перебування працівника під час його трудової діяльності) встановлено наступні додаткові вимоги:

– у закритих робочих приміщеннях повинно бути достатньо придатного для дихання повітря з урахуванням граничних допустимих концентрацій шкідливих речовин, характеру робочого процесу і фізичних потреб організму працівників з розрахунку на максимально можливу їх кількість під час роботи відповідно до передбаченого технологічного процесу;

– робочі місця, де можливе виділення пилу та небезпечних газів, мають бути обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи;

– будь-які порушення у системі вентиляції повинні відображатись попереджувальними сигнальними пристроями;

– установки для кондиціювання повітря або механічні вентиляційні установки під час їх роботи не повинні створювати для працівників протягів;

– упродовж робочого часу в робочих приміщеннях забезпечується мікроклімат, що відповідає фізіологічним потребам організму працюючих, із врахуванням енергетичних витрат на виконувану роботу згідно з ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Розрахункові параметри повітряного середовища у промислових будівлях (температура, відносна вологість, рухомість повітря) приймають відповідно до технологічних вимог, нормативів опалення та вентиляції з врахуванням санітарного законодавства;

– у приміщеннях для відпочинку, для чергового персоналу, їдальнях, приміщеннях санітарно-побутового призначення і для надання медичної допомоги температура повинна відповідати призначенню цих приміщень;

– освітлення робочих зон повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення»;

– робочі зони, в яких працівникам у випадку відключення штучного освітлення може загрожувати небезпека, обладнуються достатнім

аварійним освітленням;

– підлоги приміщень не повинні мати нерівностей, отворів або небезпечних ухилів, вони повинні бути міцними, нерухомими і неслизькими;

– поверхня підлоги, стелі і стін повинна забезпечувати можливість її очищення і оновлення відповідно до вимог гігієни;

– прозорі або світлопроникні стіни, зокрема скляні перегородки, у приміщеннях або там, де розміщені робочі місця і переходи, повинні мати добре видні знаки або написи на рівні очей, виготовлятися з безпечного матеріалу або бути відгородженими від робочих місць і переходів таким чином, щоб запобігти контакту працівників з ними і можливому травмуванню осколками;

– вікна, зокрема вікна верхнього світла, і вентиляційні отвори повинні забезпечувати працівникам можливість безпечно їх відкривати, закривати і регулювати. Вони повинні мати таку конструкцію, щоб у відкритому стані не створювати небезпеку для працівників;

– вікна, в тому числі вікна верхнього світла, повинні мати конструкцію, або пристрої, які б забезпечували можливість їх очищати без створення небезпеки для працівників, що проводять очищення, а також для працівників, що перебувають поблизу;

– усі вікна і скляні перегородки повинні забезпечувати можливість захисту робочих зон від надмірного сонячного світла;

– розташування, кількість, розміри дверей і воріт та матеріали, з яких вони виготовлені, визначаються характером використання приміщень або робочих зон;

– прозорі двері повинні мати знаки або написи на рівні людських очей;

– двері і ворота, що обертаються, повинні бути прозорими або мати прозорі вікна. Якщо прозорі або світлопропускні частини дверей чи воріт

виготовлені з матеріалу, що не має належної міцності, і є небезпека травмування працівників осколками, слід захистити ці частини для запобігання травмуванню людей від контакту з ними;

- розсувні двері повинні мати захист від обривання або випадіння;
- двері або ворота, що відкриваються догори, повинні мати захист від падіння.

Вимоги щодо облаштування робочих зон передбачає поширюються також на шляхи евакуації, аварійні виходи і підходи до них. Вони повинні бути вільними від будь-яких предметів, надавати можливість найкоротшого шляху на зовнішній простір або до безпечної зони і мати належні позначення (сигнальними кольорами, дороговказами, написами, знаками безпеки тощо) відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки».

Шляхи евакуації і аварійні виходи мають забезпечуватися евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Світильники евакуаційного освітлення повинні вмикатися з настанням сутінків у разі перебування в приміщеннях працівників.

Двері аварійних виходів повинні відкриватись назовні і замикатись так, щоб у випадку необхідності будь-яка особа могла легко і швидко їх відкрити без застосування додаткових засобів.

Допоміжні приміщення на підприємствах призначені для забезпечення функціонування основних виробничих процесів, побутового обслуговування працівників та зберігання матеріальних цінностей. До них відносяться приміщення: адміністративні, санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, для учбових занять та громадських організацій, культурного обслуговування, а також конструкторські бюро. Їх слід розмішувати в одній будівлі з виробничими приміщеннями або прибудовах до них у місцях з найменшим впливом

шкідливих факторів, а якщо таке розміщення неможливе, то їх можна розмішувати і в окремих будівлях.

Згідно ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення» висота приміщень від підлоги до стелі повинна бути не менше 2,5 м, в кліматичній зоні IVB – не менше 2,7 м. Районування території України за кліматичними зонами відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» представлено на рис. 8.1.

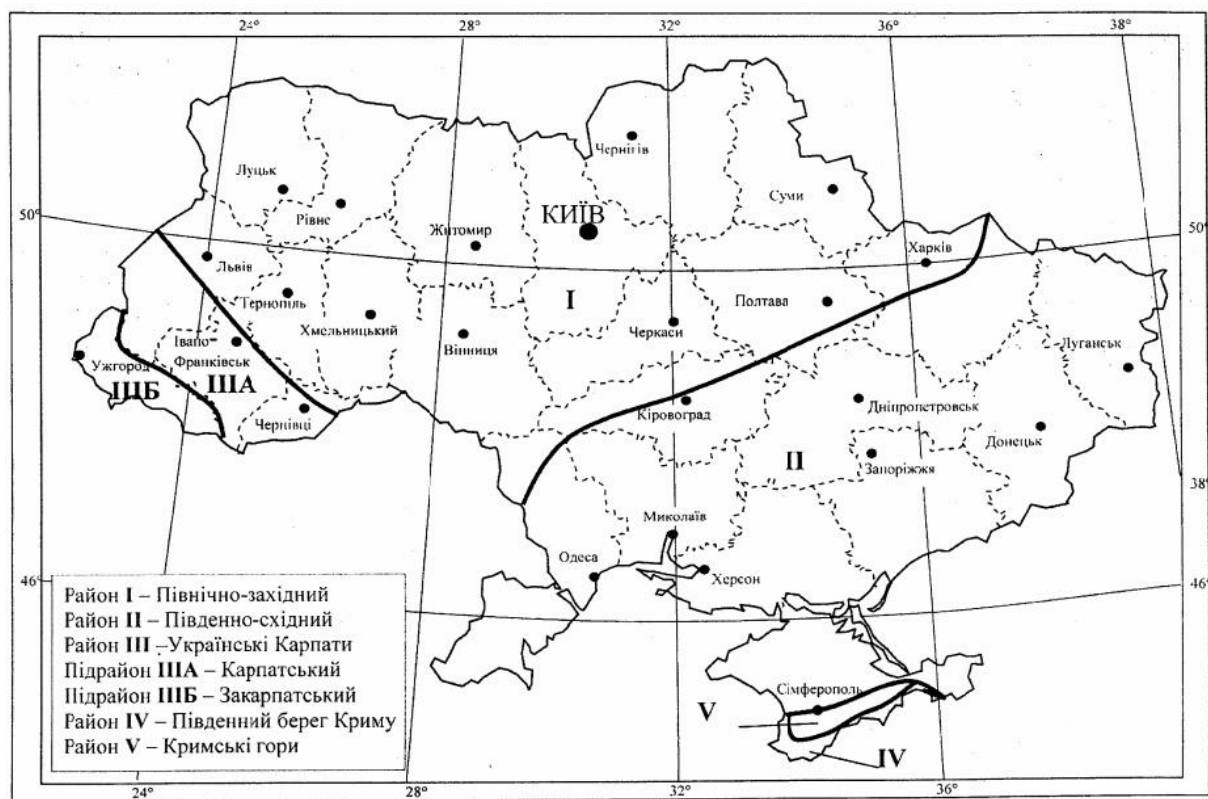


Рисунок 8.1 – Архитектурно-будівельне районування території України

Висота залів зборів, їдалень і адміністративних приміщень місткістю більше 50 осіб повинна бути не менше 3 м. Висоту приміщень у мобільних будинках допускається приймати 2,4 м. Площу приміщень при висоті 2,4;

2,5 і 2,7 м з постійним перебуванням працюючих слід збільшувати на 7 %. Висоту від підлоги до низу виступних конструкцій перекриттів, обладнання і комунікацій, а також висоту від підлоги до стелі в коридорах слід приймати не менше 2,2 м.

Висоту технічних поверхів приймають з урахуванням розміщеного обладнання, інженерних мереж і умов їх експлуатації; при цьому в місцях проходу обслуговуючого персоналу висота в чистоті повинна бути не менше 1,9 м.

Висоту вбудованих приміщень, тобто приміщень, які розташовані в межах огорожувальних конструкцій існуючої споруди, допускається приймати не менше 2,4 м. У вбудованих приміщеннях виробничих будинків допускається передбачати туалети, приміщення для відпочинку, обігрівання або охолодження, особистої гігієни жінок, ванн для рук, пристрої питного водопостачання, вмивальні, напівдуші, приміщення для майстрів та іншого персоналу, які за умовами виробництва слід розміщувати поблизу робочих місць.

Площу вестибюля будинків слід приймати з розрахунку $0,2 \text{ м}^2$ на одного працюючого в найбільш численній зміні, але не менше 18 м^2 .

У будинках слід передбачати приміщення для зберігання, очищення і сушіння прибирального інвентаря, обладнані системою гарячого і холодного водопостачання і, як правило, суміжні з туалетами. Площу цих приміщень слід приймати з розрахунку $0,8 \text{ м}^2$ на кожних 100 м^2 площі поверху, але не менше 4 м^2 .

Сполучення між опалюваними виробничими будинками та побутовими будинками, що стоять окремо, слід передбачати через опалювані переходи. Опалювані переходи допускається не передбачати з будинків, що розміщуються в IVB кліматичній зоні, а також незалежно від кліматичної зони – з виробничих будинків із чисельністю працюючих в кожному не більше 30 осіб за зміну. При цьому у виробничих будинках

повинні бути передбачені приміщення для зберігання теплого верхнього одягу, обладнані вішалками.

До складу санітарно-побутових приміщень входять гардеробні, душові, умивальні, туалети, приміщення для куріння, місця для розміщення напівдушів, пристроїв питного водопостачання, приміщення для обігрівання або охолодження, обробки, зберігання і видачі спецодягу.

Санітарно-побутові приміщення необхідно розташовувати з максимальним наближенням до робочих місць, щоб не було зустрічних потоків людей, а також переходів через виробничі приміщення зі шкідливими виділеннями, неопалювані частини будівлі та відкриті простори.

Працівникам повинна бути надана у користування достатня кількість душових приміщень, кімнати для вмивання, якщо це необхідно, виходячи з характеру роботи або вимог гігієни, а також забезпечується належна кількість туалетів згідно з санітарно-гігієнічними нормами.

Для чоловіків і жінок необхідно передбачити окремі кімнати для вмивання та душові приміщення або роздільне користування ними.

Для чоловіків і жінок повинні бути облаштовані окремі туалети або забезпечено роздільне користування ними, для жінок – облаштовані кімнати гігієни жінки і/або створені умови для проведення гігієнічних заходів.

Розрахунок санітарно-побутових приміщень проводиться залежно від санітарної характеристики виробничих процесів та кількості працюючих в найбільш чисельну зміну, а також враховують чисельність осіб чоловічої і жіночої статі, а також осіб з інвалідністю.

Відповідно до санітарної характеристики виробничі процеси поділяються на чотири групи, а кожна з них – ще на 2–5 підгруп.

До першої групи (має три підгрупи) відносяться виробничі процеси,

що проходять при нормальних метеорологічних умовах та при відсутності шкідливих газів та пилових виділень.

До другої групи (має п'ять підгруп) відносяться виробничі процеси, що проходять при несприятливих метеорологічних умовах або пов'язані з виділенням пилу чи напруженою фізичною роботою

До третьої групи (має чотири підгрупи) відносяться процеси, що характеризуються наявністю різко виражених шкідливих факторів.

До четвертої групи відносяться процеси, що вимагають особливого режиму для забезпечення якості продукції, а саме: пов'язані з переробкою харчових продуктів, виробництвом стерильних матеріалів, що вимагають особливої чистоти.

Перелік професій із віднесенням їх до груп виробничих процесів затверджується міністерствами і відомствами за узгодженням із галузевими радами професійних спілок та МОЗ України.

Норми санітарно-побутових приміщень для працюючих, зайнятих безпосередньо на виробництві залежно від груп виробничих процесів представлені на табл. 8.1.

У гардеробних кількість відділень у шафах або гачків вішалок для домашнього і спеціального одягу слід приймати такою, що дорівнює обліковій чисельності працюючих, вуличного одягу – чисельності у двох суміжних змінах.

За облікової чисельності працюючих на підприємстві до 50 осіб допускається передбачати загальні гардеробні для всіх груп виробничих процесів.

Гардеробні домашнього і спеціального одягу для груп виробничих процесів 1 в, 2в, 2г і 3б повинні бути окремими для кожної з цих груп.

У гардеробних мобільних будинків за облікової чисельності працюючих, що не перевищує 150 осіб, допускається виділяти місце для розміщення шаф спецодягу 3-ої групи виробничих процесів, якщо їх

кількість не перевищує 25 % загальної кількості шаф.

При гардеробних слід передбачати комори спецодягу, туалети, приміщення для чергового персоналу з місцем для прибирального інвентаря, місця для чищення взуття, гоління, сушіння волосся (крім окремих гардеробних для вуличного одягу).

Для груп виробничих процесів 1 і 2а за чисельності працюючих не більше 20 осіб у зміну комори спецодягу допускається не передбачати.

У випадках, коли чищення або знешкодження спецодягу повинні проводитися після кожної зміни, замість гардеробних слід передбачати роздавальні спецодягу.

Кількість душових, умивальників і спеціальних побутових пристроїв, передбачених табл. 8.1, слід приймати за чисельністю працюючих у зміні або частині цієї зміни, що одночасно закінчують роботу.

Душові обладнуються відкритими душовими кабінами. До 20 % душових кабін допускається передбачати закритими.

Туалети в багатоповерхових побутових, адміністративних і виробничих будинках повинні бути на кожному поверсі.

За наявності в числі працюючих інвалідів із порушенням роботи опорно-рухового апарата кабіну для інвалідів слід передбачати незалежно від кількості санітарних приладів у туалетах.

Загальний туалет для чоловіків і жінок допускається передбачати за чисельності працюючих у зміну не більше 15 осіб.

На підприємствах, де передбачається можливість використання праці сліпих, туалети для чоловіків і жінок повинні бути роздільними.

Вхід у туалет повинен передбачатися через тамбур із дверима, що зачиняються самі. За наявності в числі працюючих інвалідів, що користуються кріслами-колясками, один із пісуарів у туалетах повинен розміщуватися на висоті не більше 0,4 м від підлоги.

Відстань від робочих місць у виробничих будинках до туалетів,

приміщень для куріння, приміщень для обігрівання або охолодження, напівду шів, пристроїв питного водопостачання повинна прийматися не більше 50 м, для інвалідів із порушенням роботи опорно-рухового апарата і сліпих – не більше 25 м, а від робочих місць на майданчику підприємства – не більше 150 м.

Таблиця 8.1 – Санітарно-побутові приміщення для працюючих, зайнятих безпосередньо на виробництві залежно від груп виробничих процесів (за ДБН В.2.2-28:2010)

Група виробничих процесів	Санітарна характеристика виробничих процесів	Розрахункова кількість осіб		Тип гардеробних, кількість відділень шафи на одну особу	Спеціальні побутові приміщення і пристрої
		на одну душову сітку	на один кран		
1	Процеси, які викликають забруднення 3-го і 4-го класів небезпеки:				
1а	тільки рук	25	7	Загальні, одне відділення	-
1б	тіла та спецодягу	15	10	Загальні, два відділення	-
1в	тіла та спецодягу, що видаляється з використанням спеціальних миючих засобів	5	20	Роздільні, по одному відділенню	Хімчистка або прання спецодягу
2	Процеси, що протікають при надлишках явного тепла або за несприятливих метеорологічних умов:				
2а	за надлишками явного конвекційного тепла	7	20	Загальні, два відділення	Приміщення для охолодження
2б	за надлишками явного променевого тепла	3	20		

Закінчення табл. 8.1

Група виробничих процесів	Санітарна характеристика виробничих процесів	Розрахункова кількість осіб		Тип гардеробних, кількість відділень шафи на одну особу	Спеціальні побутові приміщення і пристрої
		на одну душову сітку	на один кран		
2в	пов'язані з впливом вологи та намоканням спецодягу	5	20	Роздільні, по одному відділенню	Сушіння спецодягу
2г	за температури повітря до 10°C, включаючи роботи на відкритому повітрі	5	20	Роздільні, по одному відділенню	Приміщення для обігрівання та сушіння спецодягу
3	Процеси, які викликають забруднення 1-го і 2-го класів небезпеки, а також речовинами зі стійким запахом:				
3а	тільки рук	7	10	Загальні, одне відділення	
3б	тіла та спецодягу	3	10	Роздільні, по одному відділенню	Хімчистка, штучна вентиляція місць зберігання спецодягу; дезодорація
4	Процеси, що вимагають особливих умов до дотримання чистоти або стерильності при виготовленні продукції	У відповідності з вимогами відомчих нормативних документів			

Примітка 1. При поєднанні ознак різних груп виробничих процесів тип гардеробних, кількість душових сіток і кранів умивальних слід передбачати за групою з найбільш високими вимогами, а спеціальні побутові приміщення і пристрої – за сумарними вимогами.

Примітка 2. При процесах групи 1а душові і шафи, при процесах груп 1б і 3а лави біля шаф допускається . не передбачати.

Примітка 3. При будь-яких процесах, пов'язаних із виділенням пилу і шкідливих речовин, у гардеробних повинні бути передбачені респіраторні (на облікову

чисельність), а також приміщення і пристрої для знепилювання або знешкодження спецодягу (на чисельність у зміні).

Примітка 4. У мобільних будинках із блок-контейнерів допускається зменшувати розрахункову кількість душових сіток до 60 %.

Примітка 5. При роботах з інфікуючими і радіоактивними матеріалами, а також із речовинами, небезпечними для людини у разі потрапляння через шкіру, санітарно-побутові приміщення слід проектувати відповідно до відомчих нормативних документів.

Примітка 6. Відповідно до відомчих нормативних документів допускається відкрите зберігання одягу, зокрема на вішалках.

Примітка 7. Розрахункова кількість інвалідів із порушенням роботи опорнорухового апарата і сліпих на одну душову сітку – 3, на один кран – 7 незалежно від санітарної характеристики виробничих процесів.

Стіни і перегородки гардеробних спецодягу, душових, переддушових, умивальних, туалетів, приміщень для сушіння, знепилювання і знешкодження спецодягу повинні бути виконані на висоту 2 м із матеріалів, що допускають їх миття гарячою водою із застосуванням миючих та дезінфікуючих засобів. Стіни і перегородки вказаних приміщень вище позначки 2 м, а також стелі повинні мати водостійке покриття.

Для прання спецодягу при виробничих підприємствах або групі підприємств повинні передбачатися пральні з відділеннями хімічного чищення.

Для прання спецодягу при виробничих підприємствах або групі підприємств повинні передбачатися пральні з відділеннями хімічного чищення.

В обґрунтованих випадках допускається використання міських пралень за умови влаштування в них спеціальних відділень (технологічних ліній) для обробки спецодягу. Склад і площа приміщень пралень, хімічного чищення, відновлення, просочення і знешкодження

спецодягу повинні встановлюватися в технологічній частині проекту з урахуванням санітарних вимог його обробки.

Для знешкодження спецодягу, забрудненого нелеткими речовинами, допускається використовувати окрему технологічну лінію пралень.

При пральнях слід передбачати приміщення для ремонту спецодягу з розрахунку не менше 9 м² на одне робоче місце. Кількість робочих місць слід приймати з розрахунку одне робоче місце злагодження взуття і два робочих місця злагодження одягу на 1000 осіб облікової чисельності.

Норми площі приміщень на одну особу, одиницю обладнання, розрахункову кількість працюючих, які обслуговуються на одиницю обладнання в санітарно-побутових приміщеннях, наведено у табл. 8.2.

При проектуванні підприємств слід передбачати оздоровчі пункти, медпункти, приміщення особистої гігієни жінок, парильні (сауни), а за відомчими нормами – приміщення для інгаляторіїв, фотаріїв, ванн для рук і ніг, а також приміщення для відпочинку в робочий час і психологічного розвантаження.

При обліковій чисельності від 50 до 300 працюючих повинен бути передбачений медичний пункт.

Площу медичного пункту слід приймати не менше: 12 м² – при обліковій чисельності від 50 до 150 працюючих, 18 м² – понад 150 до 300 працюючих.

На підприємствах, де передбачається можливість використання праці інвалідів, площу медичного пункту допускається збільшувати на 3 м².

На підприємствах з обліковою чисельністю працюючих більше 300 осіб повинні передбачатися фельдшерські оздоровчі пункти.

Приміщення і місця відпочинку в робочий час і приміщення психологічного розвантаження слід розміщувати, як правило, при гардеробних домашнього одягу і оздоровчих пунктах.

Таблиця 8.2 – Норми площі санітарно-побутових приміщень
(за ДБН В.2.2-28:2010)

Площа приміщень на одну особу, м², не менше	
Гардеробні вуличного одягу, роздавальні спецодягу ^{*)} , приміщення для обігрівання або охолодження	0,1
Комори для зберігання спецодягу ^{**)} :	
- при звичайному складі спецодягу	0,04
- при громіздкому спецодязі	0,08
- при розширеному складі спецодягу	0,06
Респіраторні	0,07
Приміщення централізованого складу спецодягу і засобів індивідуального захисту:	
- для зберігання	0,06
- для видачі, включаючи кабіни примірки і підгонки	0,02
Приміщення чергового персоналу з місцем для прибирального інвентаря, приміщення для куріння при туалетах або приміщеннях для відпочинку	0,02
Місця для чищення взуття, гоління, сушіння волосся	0,01
Приміщення для сушіння, знепилювання або знешкодження спецодягу	0,15
Приміщення для миття спецодягу, включаючи каски і спецвзуття	0,3
Площа приміщення на одиницю обладнання, м², не менше	
Переддушові при кабінах душових відкритих і з наскрізним проходом	0,7
Шлюзи (тамбури) при туалетах із кабінами	0,4
Кількість осіб, що обслуговуються в зміну на одиницю обладнання	
Підлогові чаші (унітази) і пісуари туалетів: - у виробничих будинках	18/12
- в адміністративних будинках	45/30
- при залах зборів, нарад, гардеробних, їдалень	100/60
Умивальники і електрорушникосушильники в тамбурах туалетів:	
- у виробничих будинках	72/48
- у адміністративних будинках	40/27
Пристрої питного водопостачання залежно від груп виробничих процесів:	
- 2а, 2б	100
- 1а, 1б, 1в, 2в, 2г, 3а, 3б, 4	200
Напівдуші	15

*) Передбачати окремі приміщення для чистого і забрудненого спецодягу.

***) Для груп виробничих процесів 1в, 2в, 2г, 3б.

Примітка 1. При самообслуговуванні площу гардеробних вуличного одягу збільшують на 25 %.

Примітка 2. При приміщеннях роздавальних, сушіння, знепилювання і знешкодження спецодягу додатково передбачають місце для переодягання площею не менше $0,1 \text{ м}^2/\text{особу}$, а у гардеробних вуличного одягу і коморах для зберігання спецодягу – місця для здачі і отримання спецодягу площею $0,03 \text{ м}^2/\text{особу}$. При респіраторних більше ніж на 500 осіб додатково передбачають майстерні площею $0,05 \text{ м}^2/\text{особу}$ для перевірки і перезарядки приладів індивідуального захисту органів дихання.

Примітка 3. Площу приміщень, вказаних у таблиці 5, приймають не менше 4 м^2 , переддушових і тамбурів – не менше 2 м^2 .

Примітка 4. У чисельнику дані показники для чоловіків, у знаменнику – для жінок.

Примітка 5. За кількості тих, що обслуговуються, менше розрахункової приймають одну одиницю обладнання.

Примітка 6. За наявності в числі працюючих інвалідів, що користуються кріслами-колясками, площу приміщень на одиницю обладнання приймають, м^2 , не менше: переддушові при кабінах душових – 1,0; шлюзи при туалетах із кабінами – 0,6.

При допустимих параметрах повітря робочої зони у виробничих приміщеннях і відсутності контактів із речовинами 1-го і 2-го класів небезпеки допускається передбачати місця відпочинку відкритого типу у вигляді площадок, розташованих у цехах на площах, що не використовуються у виробничих цілях.

У приміщеннях для відпочинку і психологічного розвантаження, за обґрунтування, можуть бути передбачені пристрої для приготування і роздавання спеціальних тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою.

При проектуванні виробничих підприємств повинні бути передбачені їдальні, розраховані на забезпечення всіх працюючих загальним, дієтичним, а за спеціальними завданнями – лікувально-профілактичним харчуванням.

При чисельності працюючих у зміну більше 200 осіб слід передбачати

їдальню, що працює, як правило, на напівфабрикатах; до 200 осіб – їдальню-роздавальну.

При чисельності працюючих у зміну менше 30 осіб замість їдальні-роздавальної, допускається передбачати кімнату для приймання їжі.

Площу кімнати для приймання їжі слід визначати з розрахунку не менше 1,35 м² на кожного відвідувача або не менше 1,65 м² на інваліда, що користується кріслом-коляскою, але не менше 12 м². Кімната для приймання їжі повинна бути обладнана умивальником, стаціонарним кип'ятильником, електричною плитою, холодильником. За кількості працюючих до 10 осіб у зміні замість кімнати для приймання їжі допускається передбачати у гардеробній додаткове місце площею не менше 6 м² для встановлення столу для приймання їжі.

Для забезпечення працюючих питною водою обладнують фонтанчики або закриті бачки з фонтануючими насадками. Один фонтанчик обладнується на 100 чол. Питна вода повинна мати температуру 8–20 °С. Відстань від робочих місць до питної води не повинна перевищувати 75 м.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Ткачук К. Н. Виробнича санітарія : навчальний посібник / К.Н. Ткачук, В. Л. Филипчук, С. Ф. Каштанов та ін. Рівне: НУВГП, 2018. 443 с.
2. Гігієна праці : підручник / Ю. І. Кундієв , О. П. Яворовський, А. М. Шевченко та ін.; за ред. акад. НАН України, НАН України, проф. Ю. І. Кундієва, чл.-кор. НАН України, проф. О. П . Яворовського. Київ. : ВСВ «Медицина», 2019. 904 с.
3. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Виробнича санітарія» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт, Виробнича санітарія спеціалізації «Охорона праці на електричному транспорті») / О. Ю. Нікітченко; Харків. Нац. ун-т міськ. Госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 50 с.
4. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький, Л. А. Васьковець, В. В. Горбенко [та ін.] ; ред. В. В. Березуцький ; Нац. техн. Ун-т «Харків. По літехн. Ін-т». Харків : НТУ «ХП», 2018. 553 с.
5. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» . [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
6. ДСТУ 7238:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація. [Чинний від 2011-08-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 10 с.
7. ДБН В.2.5-67:2013 Інженерне обладнання будівель і споруд.

Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>

8. ДБН В.2.5-28:2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188

9. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями . [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dnaop.com/html/54510/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-7.15-18

10. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dnaop.com/html/34094/doc-%D0%94%D0%A1%D0%9D_3.3.6.042-99

11. ДСН 3.3.6-037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>

12. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>

13. НПАОП 0.00-7.11-12 Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dnaop.com/html/31581/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-7.11-12

14. Безпека праці та промислова санітарія: курс охорони праці для студентів інженерно-економічного напрямку підготовки / [К.Н. Ткачук, О.Л. Гуменюк, Бивойно Т.П., Денисова Н.М. та інші]; За редакцією К.Н. Ткачука і О.Л. Гуменюк. Чернігів: ЧДТУ, 2011. 368 с.

15. Гігієна та екологія : підручник / [К. О. Пашко, М. О. Кашуба, О. В. Лотоцька та ін.]. Тернопіль : ТНМУ, 2022. 528 с.

16. ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 112 с.

17. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів . [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>

18. ДБН Б.2.2-5:2011 Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/01/DBN-B225-2011.pdf>

19. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій . [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf>

20. ДБН Б.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/03/DBN-V2240-2018.pdf>

21. НПАОП 0.00-7.11-12 Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://dnaop.com/html/31581/doc-](https://dnaop.com/html/31581/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-7.11-12)

[%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-7.11-12](https://dnaop.com/html/31581/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-7.11-12)

22. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці: Підручник / Я. В. Крушельницька. Київ.: КНЕУ, 2003. 367 с.

23. ДСТУ EN 149:2017 ЗІЗОД. Півмаски фільтрувальні для захисту від аерозолів. Вимоги, маркування, випробування (EN 149:2001, IDT). [Чинний від 2018-02-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 31 с.

24. ДСТУ 2156-93 Безпечність промислових підприємств терміни та визначення. [Чинний від 1995-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України,

1993. 17 с.

25. ДСТУ 3038-95 Гігієна. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1995. 10 с.

26. Луговський С. П., Демецька О. В., Цапко В. Г. Сучасні підходи до тестування та регламентації наноматеріалів. *Ukrainian Journal of Occupational Health*, 2019. № 15 (4). С. 263–270.

27. Васьковець Л. А. Професійні ризики при впливі наночастинок // Збірник доповідей XIV Міжнародної науково-методичної конференції та 149 Міжнародної наукової конференції Європейської Асоціації наук з безпеки (EAS) «Безпека людини у сучасних умовах», 1 – 2 грудня 2022 р., НТУ «ХП» : Харків, 2022. С. 162–164.

28. ДСП 9.9.5.035-99 Безпека роботи з мікроорганізмами I-II груп патогенності . [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://budinfo.org.ua/doc/1815019/DSP-9-9-5-035-99-Bezpeka-roboti-z-mikroorganizmami-I-II-grup-patogennosti>

29. ДСТУ EN 14126:2008 Одяг захисний. Захист від інфекційних агентів. Вимоги до експлуатаційних характеристик і методи випробування (EN 14126:2003/AC:2004 IDT). Поправка № 1:2015 [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт, 2015. 19 с.

30. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки. (EN ISO 7010:2012). [Чинний від 2020-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 136 с.

31. ДСТУ ISO 9241–3–2003 Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 1. Загальні положення (ISO 9241-1:1997, IDT). [Чинний від 2004-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.

32. ДСТУ ISO 9241–5:2004 Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 5. Вимоги до компонування робочого

місця та до робочої пози. (ISO 9241-5:1998, IDT). [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2006. 34 с.

33. ДСТУ ISO 9241-9:2004 Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 9. Вимоги до неклавіатурних пристроїв уведення (ISO 9241-7:2000, IDT). [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 42 с.

34. Determining the effect of multifunctional partitions on noise level at "open space" / V. Berezutskyi, O. Ilinska, L. Vaskovets [et al.]. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 2, Issue 10 (98). P. 16–26.

35. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Визначення освітлення приміщень природним світлом» з дисципліни «Основи професійної безпеки та здоров'я людини» [Електронний ресурс] : для студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання / уклад. Л. А. Васьковець, Т. С. Бондаренко, Є. В. Ящеріцин ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Електрон. текст. дані. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 60 с. –

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/49286>

36. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Повітря робочої зони. Бактеріологічний аналіз» [Електронний ресурс] з дисципліни «Виробнича санітарія» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 «Охорона праці» денної та заочної форм навчання / уклад. Л.А. Васьковець ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Електрон. текст. дані. Харків : НТУ «ХПІ», 2018. 30 с. –

URL : [Prohramy 2018 34Vaskovets lab.pdf](#)

37. Методичні вказівки до практичної роботи «Визначення ступеня інтенсивності та важкості праці» з дисципліни «Виробнича санітарія» : для студентів спец. 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 "Охорона праці" ден. та заоч. форми навчання / уклад. Л. А. Васьковець ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : ФОП Панов А. М., 2019. – 38 с.–

URI : <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/45420>

38. Методичні вказівки до практичної роботи «Вибір засобів нормалізації мікроклімату та теплозахисту працюючих» з дисципліни «Виробнича санітарія» : для студентів спец. 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 «Охорона праці» [Електронний ресурс] : ден. та заоч. форм навчання / уклад. Л. А. Васьковець ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Електрон. текст. дані. Харків : Панов А. М., 2021. 48 с. –

URL : <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/51630>

39. Методичні вказівки до виконання самостійної та лабораторної роботи «Оцінка фізичної працездатності людини» з дисципліни «Виробнича санітарія» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 «Охорона праці» [Електронний ресурс] : денної та заочної форм навчання / уклад. Васьковець Л.А. ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Електрон. текст. дані. Харків : НТУ «ХП», 2019. 66 с. – URL : <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/45423>

З М І С Т

Вступ.....	4
Лекція 1. Вступ. Здоров'я людини та фактори, що його визначають у виробничих умовах.....	7
1.1. Вступ. Предмет та об'єкт дисципліни, структура, зміст, мета курсу «Виробнича санітарія», зв'язок курсу з іншими дисциплінами. Правові основи виробничої санітарії.....	7
1.2. Основні терміни та поняття.....	17
1.3. Умови праці. Чинники трудового процесу. Вплив важкості праці на працездатність людини і продуктивність праці.....	21
1.4. Оцінка роботи за ступенем важкості та напруженості. Коефіцієнт інтенсивності праці. Методика інтегральної бальної оцінки важкості праці.....	26
Лекція 2. Фізичні фактори виробничого середовища, їх вплив на працюючих, нормування та нормалізація.....	33
2.1. Виробниче середовище і фактори, що його формують, їх вплив на здоров'я і працездатність працюючих.....	33
2.2. Промислові аерозолі. Заходи і засоби регулювання якості повітряного середовища і зниження негативного впливу пилу на працівників.....	36
2.3. Мікроклімат виробничих приміщень. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату на робочих місцях. Системи вентиляції та кондиціонування повітря.....	45
2.4. Засоби захисту від впливу теплового опромінювання та переохолодження.....	66
Лекція 3. Освітлення виробничих приміщень.....	71
3.1. Види і системи виробничого освітлення.....	71
3.2. Нормування виробничого освітлення.....	78

3.3. Методи розрахунку систем освітлення.....	93
3.4. Вибір джерел світла для систем освітлення виробничих приміщень та експлуатація освітлювальних установок.....	105
Лекція 4. Вібродоакустичні фактори виробничого середовища.....	111
4.1. Виробничий шум. Джерела. Класифікація. Характеристики. Нормування. Методи і засоби захисту.....	111
4.2. Вібрація. Джерела. Класифікація. Характеристики. Нормування. Методи і засоби захисту.....	132
Лекція 5. Хімічні фактори виробничого середовища.....	156
5.1. Класифікація виробничих отрут.....	156
5.2. Взаємодія виробничих отрут з організмом.....	160
5.3. Кумуляція та комбінована дія виробничих отрут. Адаптація до дії отрут.....	175
5.4. Токсикометрія, параметри токсичності і небезпеки виробничих отрут. Регламентація виробничих отрут.....	178
5.5. Наночастинки і наноматеріали. Класифікація. Токсикологічні характеристики наночастинок, нормування. Заходи безпеки праці при отриманні наночастинок.....	186
5.6. Методи нормалізації якості повітря робочої зони.....	192
Лекція 6. Біологічні фактори виробничого середовища.....	198
6.1. Класифікація біологічних факторів виробничого середовища...	198
6.2. Види впливу на організм людини: інфікування, алергенна дія, токсична дія.....	203
6.3. Професійні інфекції та інвазії. Біологічні чинники рослинного походження. Біологічні фактори підприємств мікробіологічного синтезу.....	204
6.4. Профілактика впливу біологічних чинників.....	208
Лекція 7. Ергономічний аналіз умов праці.....	219
7.1. Антропометрична характеристика людини. Методи	

антропометричної оцінки.....	219
7.2. Робоче місце, робоча поза, система робочих рухів.....	222
7.3. Ергономічні вимоги до організації робочих місць.....	227
7.4. Естетика як важливий чинник безпеки праці. Колір і виробниче середовище.....	234
7.5. Ергономічні вимоги до організації робочих місць користувачів комп'ютерів.....	245
Лекція 8. Санітарно-гігієнічні вимоги до промислових підприємств, виробничих приміщень.....	254
8.1. Загальні вимоги до розміщення та планування території підприємства.....	254
8.2. Класи шкідливості підприємств. Розміри санітарно-захисних зон залежно від класу підприємств.....	263
8.3. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень. Санітарно-побутові приміщення.....	268
Список джерел інформації.....	286

Навчальне видання

ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ

Конспект лекцій

**для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека»
освітня програма «Охорона праці»
денної та заочної форм навчання**

Укладач: **ВАСЬКОВЕЦЬ Людмила Антонівна**

Відповідальний за випуск проф. *Березуцький В. В.*

Роботу до видання рекомендувала проф. *Райко В. Ф.*

В авторській редакції

План 2022 р, поз. 22.

Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 12,3.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Електронне видання