

Лекція 9

Підходи до визначення нейтральної пози. Вільний рух та його значення у створенні ергономічного робочого місця

1. РОБОЧІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПОЗИ

Положення тіла перш за все впливає на просторову компоновку робочого місця. Величина зусиль на органи управління, параметри обзорності визначаються перш за все положенням тіла працюючого. Найбільш поширені положення стоячи і сидючи, рідше – лежачи. Кожне положення характеризується певними умовами рівноваги, ступенем напруги м'язів, станом дихальної і кровоносної системи, витратою енергії і т.д.

Так, положення стоячи характеризується нестійкою рівновагою, але в той же час йому властивий природніший стан хребетного стовпа і грудної клітки, хороші умови для зорового огляду і переміщення. Проте, воно більш втомлює в порівнянні з іншими положеннями, оскільки вимагає значної роботи м'язів по утриманню рівноваги тіла. Тому в положенні стоячи слід уникати фіксованих поз, рекомендується робити перерви для відпочинку в положенні сидючи.

Положення сидючи має переваги перед роботою стоячи, оскільки знижує навантаження м'язів на нижні кінцівки і органи кровообігу, що зменшує енергетичні витрати організму на 10–20%. Проте тривале перебування в положенні сидючи сприяє ряду патологічних явищ (сутулості, радикуліту і т. п.), скорочує зони досяжності, пересування і зменшує силові можливості. Вибір раціональної робочої пози в положенні сидючи (завдяки оптимальній формі сидінь) дозволяє уникати цих негативних наслідків.

Положення лежачи допускається у виняткових випадках, оскільки воно різке обмежує моторні функції людини, погіршує моторну координацію і зменшує зону огляду. Виконання операцій лежачи супроводжується статичною роботою, яка пов'язана з напругою шийних м'язів і плечового поясу при утриманні голови і рук. Це викликає стомлення. Для роботи лежачи слід передбачати спеціальні пристосування, що зменшують статичні напруги (опори для голови та ін.).

Поза – це взаєморозташування ланок тіла, незалежне від його орієнтації в просторі та відношення до опори. Термін "робоча поза" позначає найбільш часте і переважне взаємне розташування тіла при виконанні трудових операцій. Робоча поза динамічна. Її зміна пов'язана з робочими рухами, причому поза розглядається як просторова межа фази руху (початкова, гранична, кінцева). Збереження тієї чи іншої пози відбувається за активної участі нервово-м'язової системи.

Вибір робочого положення і робочої пози пов'язаний з розмірами простору рухів людини, величиною і характером (статичне, динамічне) робочого навантаження, об'ємом і темпом робочих рухів, необхідним ступенем точності виконання операцій, особливостями предметно-просторового оточення. Особливу увагу слід приділяти робочій позі та умовам її підтримки при проектуванні робочих завдань і діяльності, у виконанні яких переважають рухові компоненти і потрібна тривала підтримка певної робочої пози (табл. 1).

При цьому важливо мати на увазі, що негативний вплив робить не стільки сама поза, скільки час, протягом якого людина в ній знаходиться.

Таблиця 1

Критерії вибору робочих положень

Робоче положення	Величина зусиль, Н	Ступінь переміщення працюючого	Напрямок руху рук	База відліку зон досяжності	Величина робочої зони, мм
Сидячи	до 30	Обмежена	Вперед – назад У сторони	Фронтальна площина, паралельна задньому краю сидіння Площина симетрії сидіння	Не більше 600 >> 500
Змінне	30–100	Звичайна	Вперед – назад У сторони	Фронтальна площина, паралельна задньому краю сидіння Площина симетрії сидіння	Не більше 600 >> 750
Стоячи	100–150	Підвищена	Вперед – назад У сторони	Фронтальна площина, паралельна передньому краю обладнання Серединно–сагітальна площина тіла	Не більше 300 1000

2. БАЛАНС ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА ЯК ОСНОВА МІНІМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ЛЮДИНИ

Наукові дослідження показали, що приблизно 70–80% людської енергії витрачається на підтримання маси тіла в просторі і рух маси тіла через простір.

Люди володіють вродженим бажанням зберігати енергію. Розглянемо питання забезпечення балансу положення тіла на прикладі підтримки положення голови. Найменша кількість енергії витрачається, коли маса тіла підтримується в урівноваженому положенні на базі своєї опори (рисунок 1). Структурами механічної опори для підтримки положення голови в просторі в рухомому або нерухомому стані є: спинний хребет і диски, хитромудра мережа зв'язок, хрящів і суглобових сумок, а також численні пари, що врівноважують м'язи спереду, ззаду і по обидва боки тіла.

Для тих, хто працює сидячи, оптимальне положення голови – по центру по середній лінії тіла, якщо дивитися спереду назад (у передньо–задньому) або з бічної площині, або з легким нахилом вперед близько чотирьох градусів. Голова людини важить від 4 до 7 кг (пропорційно загальній масі тіла). Якщо голова утримується за межами нейтрального положення (наприклад, при випинанні підборіддя вперед, щоб сфокусувати погляд на маленькому зображенні на екрані, або при витягуванні підборіддя вгору для ухилення від

яскравого світла екрану), сила, що впливає на хребет, збільшується на порядок при відхиленні на кожен сантиметр від центру.

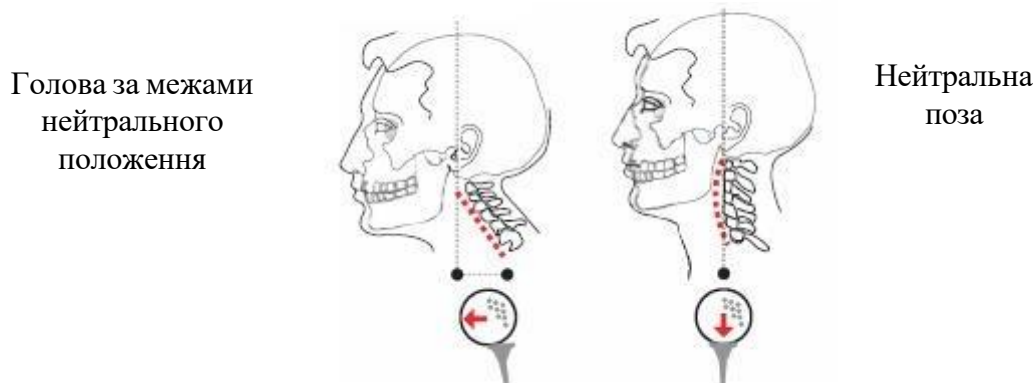


Рис.1 – Підтримка голови в урівноваженому становищі

На рисунку 2, ліворуч, показано оптимальне нейтральне положення голови (чотири градуси вперед) і максимальна нейтральне положення голови, 20 градусів вперед. Невеликий нахил голови назад на 4 градуси (щодо положення 0 градусів) також знаходиться в межах нейтрального діапазону, однак він не рекомендується.

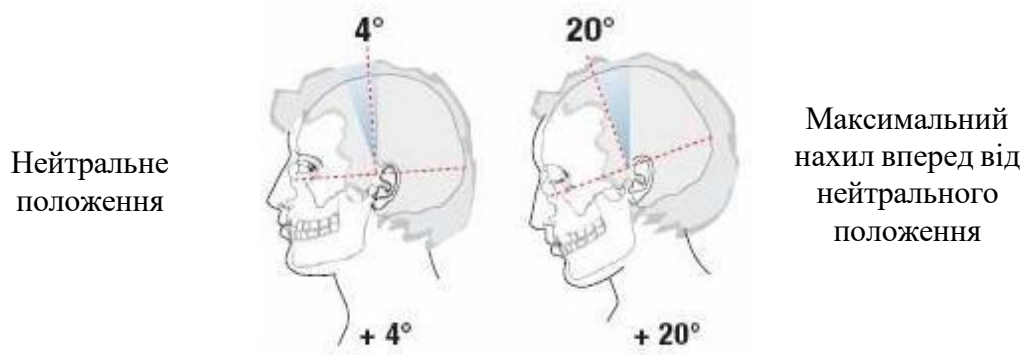


Рис.2 – Нейтральне положення голови

Взагалі, невелике згинання шії більш прийнятно, ніж її витягування; проте фахівці, як правило, рекомендують, щоб і ступінь згинання шії, і час, протягом якого шия зігнута, були обмежені.

Таким чином:

Нейтральна поза (neutral posture) – повністю розслаблене положення тіла (і його частин) без будь-яких навмисних згинань у суглобах.

3. НЕЙТРАЛЬНЕ ПОЛОЖЕННЯ ЧАСТИН ТІЛА

Практично кожна друга людина у віці старше 45 років працює сидячи та на власному прикладі переконується в тому, що розлади опорно-рухової

системи є основною патологією, безпосередньо пов'язаною з обраною в юності спеціальністю. Якщо протягом перших 15 років роботи захворювання суглобів відзначають 10–15% осіб, то при професійному стажі 26–35 років вони зустрічаються у 25–45%.

Основними причинами цього є неправильна організація робочого місця, незручна і стиснена робоча поза, багаторазово повторювані активні дії, що вимагають певних зусиль, а також відсутність правильно організованого відпочинку. Дане положення заслуговує особливої уваги не тільки кожного працюючого, а й кожного керівника, оскільки, згідно з даними американського Бюро трудової статистики, розлади опорно–рухової системи призводять більш ніж до 60% всіх виробничих травм.

Перелік захворювань, які є наслідком неправильно організованого режиму праці та відпочинку, невірної організації робочого місця, багатогодинної роботи в незручному положенні, дуже широкий. Це остеохондроз шийного, грудного і поперекового відділів хребта, неврити та міалгії верхньої кінцівки, артрози плечового, ліктьового і дрібних суглобів кисті. Етіопатогенез даних захворювань пов'язаний з роботою. Проте, як показали численні дослідження останніх років, запобігти ці розлади набагато простіше й ефективніше, ніж лікувати.

Численними роботами гігієністів в останні роки доведено, що попередження розладів опорно–рухової системи може бути досягнуто, головним чином, дотриманням під час роботи так званої «нейтральної пози».

Одним з важливих положень ергономічного редизайну переробки інструментів, робочих станцій і процесів, є вимога, щоб суглоби працівника залишалися в нейтральному положенні як можна більше.

Для цього стараються дотримуватись наступних рекомендацій, пов'язаних з частинами тіла:

Пальці – ніжно вигнуті, в їх природному стані спокою. Вони не є повністю випрямлені (розширений), ні щільно скручену (зігнутою).

Зап'ястя – є продовженням передпліччя. Воно не зігнуте (розширення), ні нахилене (згинання). Воно не нагнуте до великого пальця (радіальні відхилення), ні до мізинця (ліктьові відхилення).

Передпліччя лежать таким чином, що великі пальці знаходяться вгорі. Вони не повертаються, щоб долоні були направлені вниз (пронація) або вгору (супінація).

Лікоть знаходиться в нейтральному положенні, коли кут між передпліччям і плечем є близьким до прямого куту (90 градусів). Деякі розширення (до 110 градусів) є небажаними.

Верхні частини рук висять прямо вниз. Вони не зведені в сторону, не витягнуті вперед по відношенню до тіла, не зустрічаються в передній частині тіла, не підняті або зігнуті по фронту, не розвернуті до спини.

Плечі в початковому положенні, не згорблені, не опущені, не тягнуть тіло вперед або назад.

Шия. Голова балансує на хребті. Вона не нахилена вперед, назад або убік, не повертається вліво або вправо.

Задня частина тіла – хребет, природно, передбачає S-подібну криву. Верхній відділ хребта (грудна область) згинається дещо назад; нижня частина хребта (поперековий відділ) згинається дещо вперед. Ці вигини називаються кіфоз і лордоз, відповідно. Хребет не повертається (або викручується) вліво або вправо, а також не нахилений вліво або вправо. В положенні стоячи або сидячи, стовбур не гнеться вперед (не згинається) або назад (не відкидається) на багато (хоча хороші спинки на сидінні допускають деяке відкидання).

Нижня частина тіла – в умовах невагомості (наприклад, в космічній подорожі), тіло, природно, припускає нейтральне положення плоду, тазостегнові і колінні суглоби кілька зігнути.

Таким чином, пози і сидячи і стоячи пов'язані з відхиленням від нейтральної пози.

4. НЕЙТРАЛЬНІ ПОЗИЦІЇ ТІЛА У ЛЮДИНИ, ЯКА ПРАЦЮЄ

Нижче описані нейтральні позиції, пам'ятаючи про те, що нейтральна поза в цілому є сукупністю нейтральних позицій окремих частин тіла.



Рис. 3. Нейтральна позиція для тулуба в положенні сидячи: передпліччя паралельні підлозі; вага рівномірно збалансований; стегна паралельні підлозі; кут між тулубом і стегном становить 90° , висота сидіння розташована настільки низько, щоб ви були здатні опиратися п'ятами ніг на підлогу.

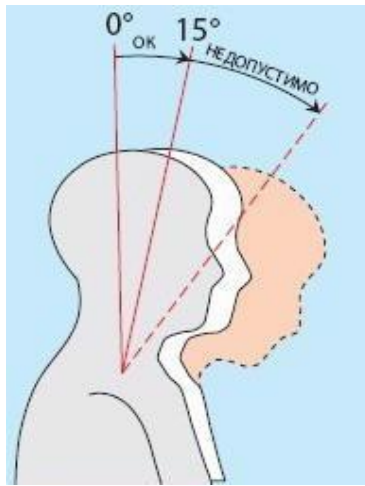


Рис. 4. Нейтральна позиція для ший: кут нахилу голови від 0 до 15 °; лінія від очей до галузі лікування повинна бути настільки близька до вертикального положення, наскільки це можливо. Уникайте нахилів голови надто далеко вперед або до однієї зі сторін.

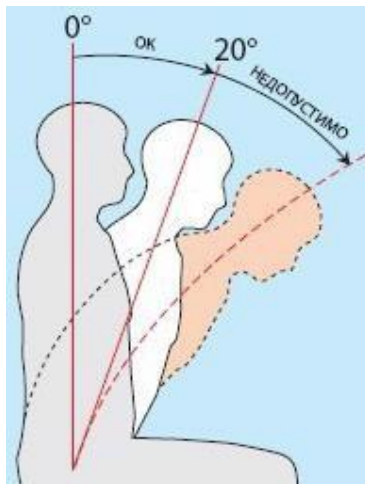


Рис. 5. Нейтральне положення для тулуба: нахилене трохи вперед від талії або стегон, кут нахилу від 0 ° до 20 °. Уникайте надлишкового згинання спини.

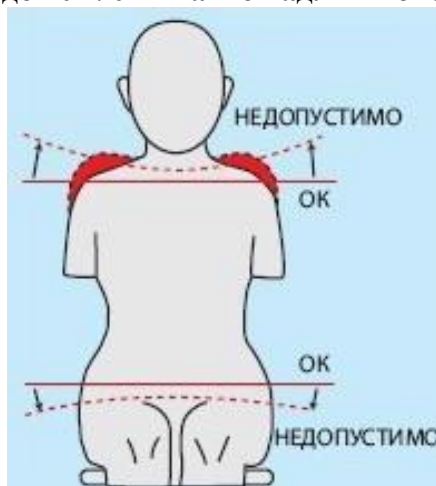


Рис. 6. Нейтральне положення для плечей і стегон: плечі і стегна розташовані горизонтально, вага рівномірно збалансований. Уникайте пози, при якій плечі підняті вгору і зрушені вперед, а також розподілу ваги тіла переважно на одне стегно.

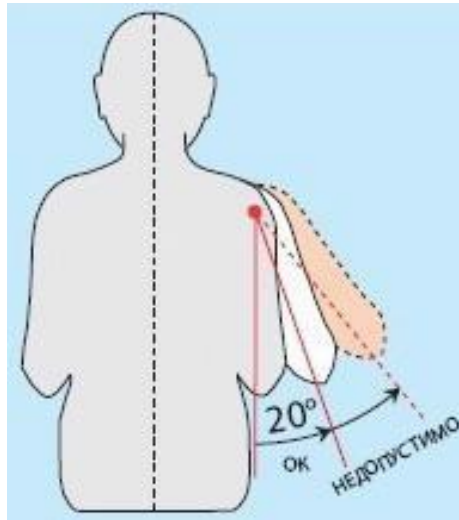


Рис. 7. Нейтральне положення для рук: руки розташовані паралельно довгій осі тулуба; лікті розташовані на рівні талії і підтримуються недалеко від тіла. Уникайте положення ліктів вище рівня талії і відхилення плечей від осі тіла більш ніж на 20° .

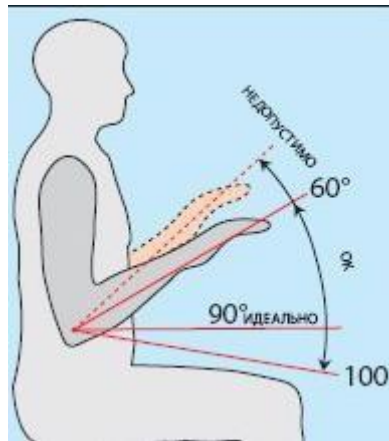


Рис. 8. Нейтральне положення для передпліч: передпліччя розташовані паралельно підлозі; підйом або опускання у разі необхідності проводиться при згинанні в ліктьовому суглобі. Уникайте згинання ліктьового суглоба, щоб кут між передпліччям і плечем становив менше ніж 60° .

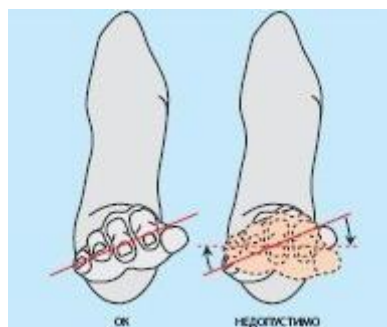


Рис. 9. Нейтральне положення для кистей: сторона мізинця кисті розташована трохи нижче боку великого пальця; зап'ясті розташоване по одній лінії з передпліччям. Уникайте опускання боку великого пальця так, щоб кисть лежала паралельно столу, а також щоб кисть і зап'ястя були зігнуті вниз.

Таким чином, нейтральна поза – це ідеальне розташування тіла, при якому виконання робочих дій пов'язане зі зменшеним ризиком розладів опорно-рухової системи. Оскільки тіло є єдиною сукупністю своїх частин, то нейтральна поза являє собою сукупність нейтральних позицій, що

характеризують оптимальне положення частин тіла. Взагалі вважається, що чим більше суглоб відхиляється від нейтральної позиції і чим більше час знаходження кінцівки в такому положенні, тим вище ризик розвитку професійних захворювань відповідної області тіла.

. ВІЛЬНИЙ РУХ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ У СТВОРЕННІ ЕРГОНОМІЧНОГО РОБОЧОГО МІСЦЯ

1. РОБОЧІ РУХИ

У кожному робочому русі виділяються чотири форми: механічна, фізіологічна, психічна і функціональна. Механічна форма робочих рухів визначається наступними параметрами: просторовими (завдовжки, формою, напрямом); часовими (швидкістю, прискоренням, темпом); силовими (напрямом і величиною зусиль) і точними (у часі, просторі і т. п.).

Фізіологічні робочі рухи забезпечуються двома простими формами м'язової активності: динамічної (власне рух) і статичної (підтримка робочої пози). У конкретних робочих ситуаціях рухова діяльність складніша, оскільки вона включає елементи статички і динаміки в різних якісних і кількісних співвідношеннях і координатях руху.

Психічні форми робочих рухів класифікуються по функціях в трудовому процесі, по вирішуваних в русі задачі, по ступеню контролю за виконанням рухів.

Максимальний темп рухів залежить від типу руху: обертального (об./с); такого, що тисне, для провідної і непровідної руки (нат./с); ударного для середнього і оптимального темпу (уд./с) і від зусиль, що розвиваються при різних рухах; точності рухів рук.

Фізіологічні особливості рухового апарату людини:

- швидкість руху рук більше при русі у напрямі до «себе», менше – при русі «від себе»;
- швидкість руху правої руки більше при русі зліва направо, лівої руки – справа наліво;
- лінійна швидкість обертальних рухів рук більше швидкості поступальної ходи;
- швидкість плавних криволінійних рухів рук більше швидкості прямолінійних рухів рук з різкою зміною напрямку;
- точність руху рук більше при роботі в положенні сидячи, менше – при роботі в положенні стоячи;
- точність рухів рук більше при невеликих (до 10 Н) навантаженнях;
- точність рухів пальців рук більше точності рухів кистю;
- найбільша точність рухів пальців рук досягається в горизонтальній площині при положенні рук, зігнутих в ліктьовому суглобі на 50...60° і в плечовому суглобі – на 30...40°;
- зусилля м'язових груп чоловіків: великого пальця руки – 119; зап'ястку – 234...279; передпліччя – 279; плеча – 386; корпусу – 1 231 Н;
- максимальне зусилля, що розвивається правою (робочою) рукою, на 10–15% більше максимального зусилля, що розвивається лівою рукою;
- зусилля тиску і тяги, що розвиваються руками при русі їх перед корпусом,

більше, ніж при русі рук в сторони;

- максимальне зусилля, що розвивається стопою ноги в положенні сидячи, досягається, якщо кут між гомілкою і стегном складає 95.. 120°;
- максимальне зусилля при русі ноги досягається в положенні сидячи за наявності упору для спини;
- швидкість і частота рухів стопи ноги більше в положенні сидячи, ніж в положенні стоячи.

2. ВІЛЬНИЙ РУХ

В координації з нейтральною позою вільний рух працює над підтриманням тіла в рівновазі з самим собою і з оточенням. Це відноситься до рухів нашого тіла, які виникають ненавмисно, але з важливою метою: запобігти напрузі і втомі. Такий вид дискомфорту може бути локалізованим за короткий час, але тривалий або повторний вплив може призвести до більш серйозних пошкоджень.

Вільний рух – це різні довільні (*произвольные*) рухи нашого тіла, які ми здійснюємо, щоб запобігти напрузі і втомі. Метою вільного руху є підтримання рівноваги і балансу нашого тіла і усунення застійних явищ, які провокують статичні пози.

На першому етапі засіб праці розташовується таким чином, щоб забезпечити оптимальну взаємодію з оптимальною нейтральною позою тіла працюючого. Метою другого етапу є забезпечення такого положення, що не вимагає зусиль вільного руху, необхідного нашому тілу для підтримки балансу і запобігання утворення токсинів, що виникають внаслідок статичної пози.

Ви коли-небудь зосереджували свою увагу на екрані комп'ютера до такої міри, що переставали помічати те, що робиться навколо вас? Те ж відбувається і з вашим тілом: стислі щелепи, зімкнуті лікті, схрещені коліна і немигаючі очі – це першопричина безлічі станів, яких ми сподіваємося уникнути. Якщо наші інструменти або опорні структури перешкоджають вільному руху (наприклад, затікають ноги, бо стілець обмежує кровообіг; викривлена шия, щоб бачити екран комп'ютера, тому що підставка комп'ютера не регулюється, дуже нестійка клавіатура, тощо), ми тільки робимо погану ситуацію ще гірше.

Зайняті люди, які користуються одним комп'ютером спільно з іншими користувачами, особливо схильні до ризику, якщо у них немає часу або можливості відрегулювати комп'ютер для зручності своєї роботи. З цих причин вкрай важливо вибрати опорні системи (столи, стільці, підставки для комп'ютерів, важелі, візки тощо).

З усіх трьох етапів ергономічного рівняння значення етапу «Вільний рух» найчастіше недооцінюється і, можливо, ігнорується при виконанні останнього етапу «Час для відновлення сил», що набагато більш критично.

3. ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ

Трудова активність людини багато в чому визначається умовами, в яких він працює. До них, перш за все, відносяться робочий простір і робоче місце.

Згадаємо, що:

- Під робочим простором розуміється певний обсяг, призначений в робочій системі для трудової діяльності однієї людини або більшої кількості людей і дозволяє виконати робочу задачу.
- Робочим місцем називається та частина робочого простору, де розташовується виробниче обладнання, з яким взаємодіє людина в робочому середовищі.
- Робоче завдання – це мета, яка повинна бути досягнута в певних умовах, і необхідні дії для виконання завдання людиною або більшою кількістю людей.

Все це показує, що робочий простір і організація робочого місця, досяжність і величина зусиль на органи управління, а також характеристики оглядовості обумовлюються, насамперед, положенням тіла працюючого. Найбільш поширені робочі положення: стоячи і сидячи. Кожне з положень характеризується певними умовами рівноваги, ступенем напруги м'язів, станом кровоносної та дихальної систем, розташуванням внутрішніх органів і, отже, витратою енергії.

Вибір робочого положення пов'язаний з розмірами простору рухів людини, величиною і характером (статична, динамічна) робочого навантаження, об'ємом і темпом робочих рухів, необхідної ступенем точності виконання операцій, особливостями предметно–просторового оточення.

3.1. Методика аналізу просторового компонування робочого місця

Параметри виробничого обладнання та робочого місця умовно ділять на три групи: габаритні, вільні і компонувальні (зв'язані).

Серед габаритних слід розрізняти габаритні параметри в цілому і габаритні параметри окремих елементів.

Габаритні параметри робочого місця в цілому (обсяг, висота, ширина, глибина, площа) характеризують граничні розміри зовнішніх його границь, якщо робоче місце не має огорожень (верстат, пульт, конвеєр і т.п.), або розміри його внутрішніх границь, якщо робоче місце має огорожу (кабіна).

Габаритні параметри окремих елементів визначають об'єм робочого простору в цілому і його планування.

У межах габаритних параметрів розглядаються вільні і компонувальні параметри.

Вільні параметри – це параметри окремих елементів робочого місця, які не мають спільних баз відліку, а отже не пов'язані один з одним. Вільні параметри можуть бути регульованими (змінними, наприклад, робоче крісло) і нерегульованими (постійними, наприклад, висота робочої площини конвеєру).

Компонувальні параметри – характеризують положення окремих елементів робочого місця відносно один одного і працюючої людини. До них відносяться відстані між елементами робочого місця, межі досяжності в моторному просторі, зони оптимального бачення, висотні співвідношення між робочою поверхнею, сидінням і підставкою для ніг, розмах рухів приводних елементів органів управління і т.д.

Компонувальні параметри можуть бути постійними і змінними (регульованими). Регулювання можлива за рахунок регулювання вільних параметрів і за рахунок рухливості елементів робочого місця.

Аналіз просторового компонування робочого місця складається з двох етапів: підготовчого і основного.

Схема проведення підготовчого етапу:

- Визначити тип робочого місця згідно запропонованої ДСТУ класифікації. Виділити особливості робочого місця, якщо такі є.
- Скласти номенклатуру засобів праці на робочому місці. Виділити основні і допоміжні засоби праці.

(Класифікація засобів праці:

- Основні засоби праці – безпосередньо виконують операції технологічного процесу.
- Допоміжні засоби праці – мають підсобне значення і призначені для забезпечення умов роботи основного обладнання. За характером призначення допоміжне устаткування ділиться на технологічну і організаційну оснастку.
 - ✓ Технологічне оснащення – забезпечує більш ефективну експлуатацію основного виробничого обладнання.
 - ✓ Організаційна оснастка – забезпечує ефективнішу організацію людини шляхом створення зручності та безпеки в експлуатації і обслуговуванні виробничого обладнання.)
- Скласти перелік всіх органів управління в порядку важливості і частоти використання.
- Розділити органи управління на групи згідно запропонованої класифікації:
 - органи ручного і ногоного управління;
 - органи управління постійної, періодичної або епізодичної дії;
- Скласти перелік засобів контролю.
- Скласти перелік технологічного та організаційного оснащення, визначивши їх з технічної документації.
- Визначити зони сенсорної і моторної активності, виділивши серед них постійні, періодичні та епізодичні.

Схема проведення основного етапу:

- Викреслити ескіз робочого місця в трьох проекціях (вид зверху, спереду, збоку).
- На ескізах зобразити всі елементи робочого місця, з якими працює і взаємодіє робітник в процесі праці.
- Визначити бази відліку, від яких слід вимірювати компонувальні параметри робочого місця, в кожній виділеній зоні сенсорної активності і зобразити їх на кожному ескізі.
- Скласти перелік компонувальних параметрів робочого місця, що підлягають вимірам та аналізу. Нанести на ескіз габаритні і компонувальні параметри робочого місця.
- На основі ескізів виконати креслення робочого місця.

3.2. Особливості застосування антропометричних даних

При розрахунку компонувальних і вільних параметрів використовують антропометричні дані. Антропометричні дані по способам вимірювань і залежно від сфери використання поділяють на статичні та динамічні.

Статичні антропометричні дані

Статичні антропометричні дані – це розміри тіла, вимірювані одноразово в статичному положенні людини. Ці дані використовуються для розрахунку вільних параметрів елементів робочого місця та для визначення діапазону регулювання змінних параметрів. У свою чергу вони поділяються на габаритні розміри і розміри окремих частин тіла.

Габаритні розміри – найбільші розміри тіла в різних його положеннях і позах, орієнтовані в різних площинах (розмах рук, найбільший поперечний діаметр тіла, горизонтальна і вертикальна досяжність рук і т.п.). Вони вимірюються за найбільш віддаленими точками тіла і використовуються для розрахунків параметрів простору, займаного тілом людини в різних положеннях і позах, проходів, прорізів, сходів, люків, лазів, безпечних відстаней і т. п., а також для розрахунків максимальних і мінімальних меж досяжності рук і ніг.

Серед розмірів окремих частин тіла розрізняють розміри кінцівок і корпусу, розміри кисті, стопи і голови. Вони необхідні для розрахунків габаритних і вільних параметрів елементів робочого місця.

І габаритні розміри, і розміри окремих частин тіла діляться на подовжні, поперечні та передньозадні, а також на проекційні і прями.

Ергономічні антропометричні ознаки за біологічними законами мінливості не виділяються в особливу групу, відмінну від класичних. Від останніх вони відрізняються в основному по орієнтації в просторі.

Розрахунки та вимірювання компоновальних параметрів робочого місця слід проводити в ортогональній системі координат із зовнішньою відносно тіла людини базою відліку.

Бази відліку для вимірювання параметрів робочих місць

Для розрахунків ергономічних параметрів робочих місць і виробничого устаткування на основі антропометричних даних при проектуванні, а також для їх вимірювань на робочому місці з метою проведення ергономічного аналізу та оцінки, слід використовувати уніфіковані бази відліку, які не вимагали б при їх знаходженні складних перерахунків або застосування спеціальних пристроїв. Бази відліку для вимірювань і розрахунків габаритних, вільних і компоновальних параметрів робочих місць різні.

Для розрахунків і вимірювань внутрішніх габаритних параметрів робочого місця за бази відліку приймаються уявні обмежувальні площини, дотичні до найбільш виступаючим усередину робочого простору точок елементів робочого місця, що обмежують розмах рухів і проходження працюючого (приводні елементи органів управління, щиток, обігрівач, плафон, огорожувальний пристрій, тощо). Наприклад, ширина кабіни екскаватора вимірюється як проекційна відстань між виступаючими всередину елементами, розташованими на правій і лівій її стінках на рівні плечового пояса машиніста в положенні сидячи.

Базами відліку для розрахунків і вимірювань габаритних параметрів окремих елементів робочого місця (сидіння, щитка, кнопки і т.п.) будуть найбільш виступаючі по висоті, ширині і глибині точки краю і т.п. вимірюваного елемента робочого місця. Наприклад, загальна висота робочого

сидіння розглядається як висота над підлогою верхнього краю спинки в самому її високому становищі (при найбільшій висоті сидіння).

Бази відліку вільних параметрів робочого місця знаходять в межах вимірюваного елемента робочого місця. Для кожного параметра вони будуть різні. Наприклад, ширина сидіння вимірюється як пряме відстань між його правим і лівим краями. Довжина педалі – відстань між центральними точками переднього і заднього краю і т.п. Часто розміри, які є для робочого місця в цілому вільними, для вимірюваного елемента є габаритними.

Бази відліку для розрахунків компоновальних параметрів різні, і вибір їх залежить від вибору параметра, але, як правило, ними є обмежувальні площини.

Так як в сучасній науковій і довідковій літературі представлені в основному статичні антропометричні ознаки, то і пропонується система відліку кордонів моторного простору вибрана з умовою використання тільки цієї групи ознак.

Вимірювання і розрахунки кордонів досяжності на робочому місці виробляють в основних ортогональних площинах: горизонтальній, фронтальній і сагітальній (профільній), – використовуючи зовнішню систему відліку (поза тілом).

Нульові точки відліку розташовуються на наступних площинах (рис.1).

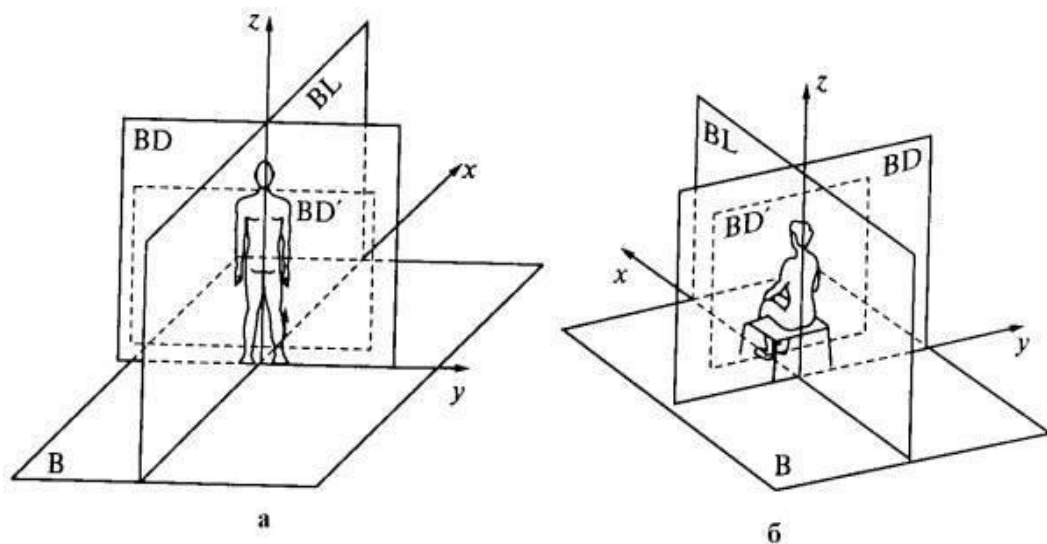


Рис. 1. Системи координат, що використовуються при розрахунках ергономічних параметрів робочих місць: а – в положенні стоячи; б – в положенні сидячи

У положенні стоячи:

- на горизонтальній площині В (підлога або інша опорна поверхня для стоп, наприклад підставка для ніг, педаль і т.п.);
- на фронтальній площині BD' (уявна площину, дотична до переднього краю обладнання);
- на серединно–сагітальній площині (профільній) VL, що збігається з однойменною площиною тіла.

У положенні сидячи:

- на горизонтальній площині В (підлога або інша опорна поверхня для стоп);
- на фронтальній площині:

а) дотичній до переднього краю обладнання (BD), якщо сидіння вільно-рухомий;

б) дотичній до найбільш виступаючої точки спини або спинки сидіння (BD') при закріпленому сидінні або за наявності його рухливості по направляючої вперед-назад;

- на серединно-сагітальній площині VL, що проходить через середину сидіння (профільна) і збігається з однойменною площиною тіла при випрямленій корпусі.

Слід зауважити, що багато з цих площин, крім фронтальної площини, паралельній передньому краю обладнання, були використані як бази відліку при вимірах антропометричних ознак. Тому в якості кінцевих точок розрахунків будуть найбільш віддалені від цих площин точки тіла (верхівкова; III пальцева точка витягнутої вперед руки; надколінна чашечка; кінцева точка стопи і т. п.) і, відповідно, ті елементи обладнання, які працююча людина може (або не може) вільно, без напруги, дістати, не змінюючи положення тіла і пози. На кожному робочому місці в кожній ділянці моторного простору кінцеві точки будуть різні (центр кнопки, лобове скло і т.п.).

Опорні поверхні можуть бути первинними – базовими (рівень підлоги), і вторинними – обумовленими щодо рівня підлоги (підставка для ніг, педаль, сидіння, підлокітник, робоча поверхня). Висота органів управління і засобів індикації може вимірюватися як щодо первинної, так і щодо вторинних поверхонь. Вибір поверхні відліку проводиться виходячи з конкретних умов. Висота вторинної поверхні завжди повинна бути визначена щодо базової.

Переднім краєм обладнання слід вважати передній (ближній до працюючого) край стільниці, панелі пульта, станини верстата або виступаючі за ці краї приводні елементи органів управління (важелі, маховики, педалі і т.п.), тобто ті елементи обладнання, положення яких не дозволяє робітнику підійти ближче до обладнання.

Для розрахунків співвідношень між висотою робочої поверхні, висотою сидіння і висотою підставки для ніг основною базою відліку служить підлогу.

Базами відліку для розрахунків оптимальних відстаней або оцінки вже розрахованих відстаней між приводними елементами органів управління (параметри групування органів управління) слід вважати найбільш виступаючі точки країв двох сусідніх приводних елементів при їх нейтральному положенні. Прийняті в техдокументації відстані між осями (центрами) приводних елементів не є ергономічними параметрами, так як не розраховуються на основі розмірів пальців і кисті, а є похідними: спочатку розраховують діаметр або ширину і довжину приводного елемента, потім відстань між краями сусідніх елементів, в результаті чого отримують відстань між поздовжніми осями. Відстані між поздовжніми осями кнопок і клавіш вимірюють і оцінюють в тих випадках, коли їхні краї замикаються.

4. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО МІСЦЯ ТА ЙОГО ЕЛЕМЕНТІВ

4.1. Правила обліку антропометричних даних при розрахунках ергономічних параметрів робочих місць

Дані про будову тіла людини, його форму, розміри, їх варіабельності і розходження в залежності від статі, віку, етнотериторіальних особливостей, роду занять, приналежності місту чи селу та інших факторів необхідні для:

- конструювання технічних засобів діяльності (верстатів, підйомно–транспортних машин, медичного обладнання, меблів, виробів культурно–побутового призначення, спортивного інвентарю тощо);
- засобів колективного та індивідуального захисту;
- одягу і взуття;
- атестації та паспортизації робочих місць;
- ергономічної експертизи готової продукції.

Обов'язковий і коректний облік розмірів тіла дозволяє створити в значній мірі оптимальні умови для підтримки раціональної робочої пози і виконання робочих рухів. А саме: розрахувати кордони досяжності для рук і ніг; розрахувати параметри безпечних робочих просторів і доступів до вузлів монтажу, налагодження і ремонту; безпечних відстаней, проходів, аварійних виходів, сходів; огорожувальних пристроїв, майданчиків, тимчасових допоміжних споруд і т. п.

Ергономічні розміри тіла – це насамперед інструмент проектування (організації) робочої пози шляхом розрахунку на їх основі ергономічних параметрів елементів робочих місць та їх просторової організації. Серед останніх особливу увагу заслуговують опорні поверхні (поверхня сидіння, спинки, підлокітників; робоча поверхня і підставка для ніг), які постійно і безпосередньо стикаються з тілом працюючого і є вихідними при розрахунках інших параметрів робочого місця.

Стосовно завдань ергономіки і конструювання виділяються ергономічні антропометричні ознаки або ергономічні розміри тіла. Вони відрізняються від класичних розмірів тіла тим, що зовні орієнтовані в просторі так само, як і робочі рухи і пози, а отже, відповідають орієнтації параметрів виробничого устаткування (висота, ширина, глибина). Крім того, ергономічні розміри тіла відмінні за структурою, базами відліку, способам вимірювань і т. п. Параметри робочих місць вимірюються в різних положеннях тіла (стоячи, сидячи, лежачи) і позах (руки витягнуті в сторони, вгору, корпус випростаний, нахилений вперед, відкинутий назад). При вимірі цих ознак як баз відліку найчастіше використовуються обмежувальні площини. Ергономічні антропометричні ознаки за способами вимірювань і залежно від сфери використання поділяються на статичні і динамічні. Ті й інші, в свою чергу, діляться на габаритні розміри і розміри окремих частин тіла (лінійні, периметрові та кутові). Лінійні розміри, в свою чергу, діляться на периметрові, поперечні, передньо–задні і т. п.

Статичні антропометричні ознаки – це розміри тіла, що виміряні одноразово в статичному положенні випробуваного. Умовність і збереження сталості пози забезпечують ідентичність вимірювань. Ці ознаки використовуються для розрахунку вільних параметрів елементів робочих місць,

для визначення діапазону регулювання змінних параметрів, конструювання манекенів, створення математичних моделей тіла людини.

До динамічних антропометричних ознак належать розміри тіла, що змінюють свою величину при кутових та лінійних переміщеннях вимірюваної частини тіла в просторі. Лінійні зміни можуть виражатися в абсолютних величинах і у вигляді приростів (ефект руху тіла). Динамічні антропометричні ознаки використовуються для визначення: амплітуди робочих рухів; величини робочих переміщень приводних елементів органів управління; розмірів зон моторного простору.

Крім цього, у відповідності до ергономічного рівняння, обов'язковим елементом у створенні ергономічного робочого місця є вільний рух, який оптимізує зусилля, що необхідні нашому тілу для підтримки балансу і запобігання утворення токсинів, що виникають внаслідок статичної пози.

Оскільки метою вільного руху є підтримання рівноваги і балансу нашого тіла і усунення застійних явищ, які провокують статичні пози, то визначення вільного руху також базується на антропометричних даних тих, хто буде працювати на робочому місці.

При розрахунках параметрів робочого місця на основі антропометричних даних *необхідно враховувати*:

- обрану систему координат і відповідні бази відліку;
- робоче положення працюючого;
- можливість зміни положення тіла;
- величину розмаху робочих рухів;
- кількість елементів робочого місця;
- параметри оглядовості;
- вимоги обмеження робочого простору (кабіни, площадки, відсіки і т. п.);
- можливість регулювання параметрів елементів робочого місця;
- можливість рухливості елементів робочого місця (сидіння, підставки для ніг, педалі).

При використанні числових значень антропометричних ознак слід враховувати їх особливості, обумовлені статтю, віком, національністю та іншими факторами. Особливу увагу потрібно звертати на значні статеві відмінності здебільшого антропометричних ознак, оскільки багато елементів виробничого обладнання призначені одночасно і для чоловіків, і для жінок. Ці відмінності в розмірах досить значні для становища як стоячи, так і сидячи. Так, поздовжні розміри в положенні стоячи (висота над підлогою) у чоловіків більше, ніж у жінок на 7–12 см, а в положенні сидячи (висота крапок над сидінням) – на 3–6 см; поперечні, передньо–задні і розміри за периметром по відношенню до верхньої частини тіла у чоловіків більше, ніж у жінок, на 1–3 см, але по відношенню до нижньої частини тіла (таз і стегна) – у жінок більше, ніж у чоловіків на 2–4 см; габаритні розміри у чоловіків також більше: довжина руки на 7–15 см, а довжина ноги – на 6–19 см.

Національні відмінності по групах розмірів дещо менше, ніж статеві, але також значні, особливо по поздовжніх розмірах в положенні стоячи. Виняток становлять такі ознаки: висота над сидінням (плеча, шийної точки, нижнього

кута лопатки, лінії талії, ліктя, стегна); спинка сидіння – коліно; передня досяжність для руки; ширина двох колін; ширина двох стоп.

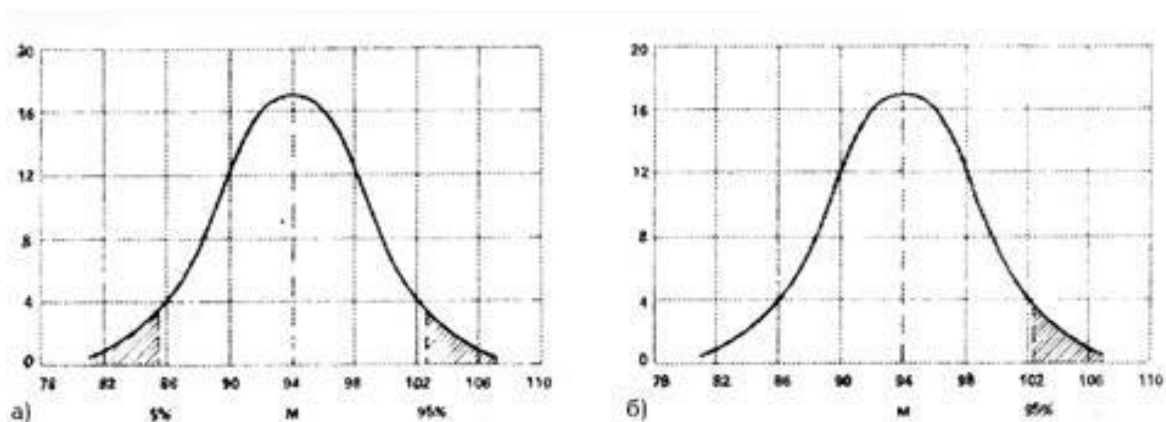
Вікові відмінності антропометричних ознак дорослого населення виражені нерізко. Є тенденція до збільшення (на 5 см) всіх поздовжніх розмірів у осіб молодого віку (20–29 років) і поперечних, передньо–задніх і обхоплювальних розмірів в осіб старшого віку (30–50 років).

При розрахунку параметрів обладнання по висоті слід враховувати, що найбільші статеві, національні та вікові відмінності спостерігаються в поздовжніх розмірах тіла в положенні стоячи. У положенні сидячи ці відмінності зменшуються або зовсім зникають. Це пояснюється тим, що в першому випадку до складу розмірів входить довжина ноги – ознака сильно варіююча, що збільшилася за останні 100 років на 7–8 см. У другому випадку до складу розмірів входить довжина тулуба – ознака слабоваріюча, що мало змінилася в процесі акселерації (всього на 1 см).

В основу загальних правил використання антропометричних даних при розрахунку параметрів робочих місць і виробничого устаткування покладено метод перцентилів.

Перцентиль (відсоток) – значення антропометричної ознаки для соті частки сукупності виміряних людей.

Якщо криву розподілу всієї сукупності виміряних людей розділити на 100 рівних частин, то отримаємо 99 площ, у кожній з яких буде своє значення ознаки і частота її зустрічальності.



(Розмах рук, зігнутих у ліктях (чоловіки, росіяни, 18-21 рік, $M = 91,18$ см; $G = 4,61$ см)

**Рис. 2. Площа під нормальною кривою:
а) - 90% кількості споживачів; б) - 95%**

Кожен перцентиль має свій порядковий номер; 1–й перцентиль відсікає у розподілі частоти найменших значень антропометричної ознаки, що становлять 1% від суми всіх частин; 2–й перцентиль – значення, що становлять 2%, і т. д.; 50–й перцентиль в нормальному розподілі відповідає середньої арифметичної величини. Середня величина ознаки – це та, нижче якої виявляється близько половини населення. Якщо б розміри дверей відповідали лише середнім розмірам тіла людини, то 50% відвідувачів громадських будівель розбивали б свої лоби про прітолку.

Числові значення антропометричної ознаки, що відповідають верхній або нижній межі обраного обсягу працюючих, називаються пороговими. Вони є антропологічними критеріями при розрахунку параметрів робочих місць на основі методу перцентилів.

4.2. Правила розрахунку вільних і компоновальних параметрів робочого місця

При розрахунках ергономічних параметрів робочих місць на основі антропометричних даних необхідно враховувати:

- положення тіла працюючого (стоячи, сидячи, лежачи), а також можливість його зміни;
- величину розмаху робочих рухів; необхідність (або її відсутність) обмеження робочого простору (кабіни, відсіки, майданчики тощо);
- можливість регулювання параметрів робочого місця;
- можливість пересування сидіння, педалі, підставки для ніг;
- параметри оглядовості та ін.

При використанні антропометричних даних слід (рекомендується):

- передбачати якомога більшу кількість регульованих параметрів виробничого обладнання та робочих місць;
- розглядати всю безліч антропометричних ознак як однаково необхідну, вишукуючи їх значимість при аналізі конкретних об'єктів виробничого обладнання;
- враховувати, що бази відліку при розрахунках параметрів машини не повинні суперечити тим, які використовуються при вимірюванні розмірів тіла;
- допускати округлення цифрових значень антропометричних ознак, що використовуються, тільки в межах 1 см і 1 °;
- знати, що не існує людини, всіх розмірів тіла якого відповідали б тільки середнім арифметичним значенням або тільки 5–му чи 95–му перцентилію; це лише умовне припущення.

Не рекомендується:

- розраховувати параметри машини на основі середніх арифметичних значень антропометричних ознак;
- використовувати антропометричні дані значної давності (20–25 років);
- використовувати антропометричні дані, наведені в довідниках, монографіях тощо, якщо не вказані рік збирання матеріалу, стать, вік і національність контингенту досліджуваних, чисельність обстеженої групи населення;
- орієнтуватися на розміри тіла, що взяті в положенні стоячи, для розрахунків параметрів робочих місць, які призначені для роботи сидячи;
- отримувати основні ергономічні розміри шляхом складання окремих класичних розмірів;
- застосовувати закордонні дані.

Процес використання розмірів тіла при розрахунках ергономічних параметрів робочих місць і виробничого устаткування можна згрупувати в декілька правил, основу яких становить метод перцентилія.

Основні правила розрахунку:

Правило 1. Визначити характер контингенту споживачів, для якого призначене обладнання (стать, вік, національність, рід занять, однорідність або змішаність групи за вказаними вище ознаками). Наприклад, промислові робочі України – це чоловіки і жінки різного віку, різної етнічної приналежності, що проживають у різних регіонах країни. Усередині когорти промислових робітників є групи, що різко відрізняються по роду діяльності, а отже, розділяються за тими технічними засобами, які вони використовують. Так, на конвеєрах (крім конвеєрів для складання важких деталей) працюють в основному жінки різного віку, у верстатобудуванні – чоловіки (більшість) і жінки, в текстильній і харчовій промисловості – в основному жінки, в електронній промисловості – молоді жінки, на підйомно-транспортних машинах – в основному чоловіки і т.д.

Слід враховувати стрімке збільшення розмірів тіла у молодого покоління в порівнянні із старшим.

Знання процентного співвідношення споживачів за статтю, віком, національністю, приналежності місту чи селу і т.п. важливо для підвищення ступеня задоволеності працюючих з технікою.

Правило 2. Скласти перелік конкретних ергономічних параметрів робочого місця, які будуть розраховані на основі розмірів тіла працюючого. При цьому слід визначити:

тип робочого місця відповідно до запропонованої класифікації; приналежність параметра до групи габаритних, вільних або компонувальних;

орієнтацію параметра в просторі (ширина, висота, глибина);

можливість регулювання параметра або відсутність цього;

можливість пересування елементів робочого місця (рухливість сидіння, переміщення педалей, висунення робочих поверхонь, пересування пультів на гнучких шлангах, рухливість всього поста управління і т. п.);

можливість пересування працюючого або відсутність цього.

Правило 3. Вибрати антропометричну ознаку, яка необхідний для розрахунку того чи іншого параметра машини. При виборі ознаки слід враховувати:

- робоче положення тіла працюючого;
- особливості робочої пози (корпус нахилений, випростаний, руки на вазі або на підлокітниках, ноги на підлозі або на підставці, на педалях і т.п.);
- особливості антропометричної ознаки, обумовлені статтю, віком, національністю, родом занять і т.п.

Правило 4. Вибрати крайні перцентильні значення ознаки і цим визначити обсяг задоволених споживачів. Цей вибір в першу чергу пов'язаний з наявністю або відсутністю регулювання параметру, який розраховується.

Питання до самоконтролю

- Чим пояснюється обмеженість використання робочого положення лежачи?
- Яким чином людина мінімізує енергетичні витрати під час роботи?
- Від чого залежить робоче положення тіла? Чим визначаються різні типи робочого положення?
- Чим відрізняються терміни «робоче положення» та «робоча поза»?
- Яким чином забезпечується оптимальний (раціональний) баланс положення тіла? Як це пов'язано з визначенням «нейтральна поза»?
- Які професійні захворювання є наслідком невірної організації робочого місця?
- Чи можна розглядати нейтральну позу як сукупність нейтральних позицій окремих частин тіла? Якщо так (чи ні), то що це дає для практичної діяльності?
- Яким чином досягається нейтральна позиція:
 - для тулуба?
 - для тулуба в положенні сидячи?
 - для шиї?
 - для плечей і стегон у положенні сидячи?
 - для рук?
 - для передпліччя в положенні сидячи?
 - для кистей рук?
- Фізіологічні особливості рухового апарату людини
- Чим характеризується вільний рух?
- Яким чином аналізується просторове компонування робочого місця?
- Особливості застосування антропометричних даних
- Правила обліку антропометричних даних
- Що уявляє собою метод перцентилів?
- Основні правила розрахунку параметрів робочого місця