



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра мехатроніки, безпеки життєдіяльності та
управління якістю**

Основи охорони праці

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
за темою «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи
боротьби з вібрацією»**

для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

**Харків
2025**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет мехатроніки та інжинірингу
Кафедра мехатроніки, безпеки життєдіяльності
та управління якістю

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт «Дослідження виробничої вібрації.
Нормування і методи боротьби з вібрацією»

для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Затверджено рішенням
рішенням методичної комісії
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол № 5
від _27 березня 2025 р.

Харків
2025

УДК 621.741:564
З 40

Схвалено
на засіданні кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності
та управління якістю
Протокол № 10 від 11 червня 2024 р.

Рецензенти:

Ф. В. Новіков, професор кафедри здорового способу життя, технологій і безпеки життєдіяльності Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, доктор технічних наук.

Т. Е. Стиценко, завідувачка кафедри охорони праці Харківського національного університету радіоелектроніки, кандидат технічних наук.

З 40 Основи охорони праці : метод. вказівки до виконання практичних робіт за темою «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи боротьби з вібрацією» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»/ авт.-уклад.: С. О. Ляшенко, А.М. Фесенко: ДБТУ.– Харків : [б. в.], 2025. – 51 с.

Методичні вказівки підготовлено відповідно до навчальної програми з дисципліни «Основи охорони праці». Мета проведення – оволодіння компетентностями у сфері визначення рівня виробничої вібрації на робочому місці та вибору способів протидії впливу вібрації при атестації робочих місць.

Навчальне видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми здобуття освіти зі спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка», 073 «Менеджмент», 281 «Публічне управління та адміністрування», 163 «Біомедична інженерія», 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 208 «Агроінженерія», 205 «Лісове господарство», 081 «Право», 101 «Екологія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

УДК 621.741:564

Відповідальний за випуск: С. О. Ляшенко, д. т. н, професор

© Ляшенко С. О., Фесенко А.М., 2025

© ДБТУ, 2025

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Загальні уявлення про виробничу вібрацію	6
1.1 Виробнича вібрація. Терміни та визначення	6
1.2 Джерела виробничої вібрації	7
1.3 Класифікація виробничої вібрації	9
1.4 Вплив вібрації на організм	15
1.5 Параметри виробничої вібрації, що нормуються, та методи її гігієнічної оцінки	16
1.6 Методи вимірювання виробничої вібрації	19
1.7 Оцінка умов праці за показниками вібрації	20
1.8 Прилади для вимірювання вібрації	25
1.9 Методи зниження виробничої вібрації	29
Розділ 2. Виконання практичного завдання	38
Завдання 1. Вимірювання рівнів виробничої вібрації	38
Завдання 2. Оцінка рівнів виробничої вібрації на робочому місці	40
Контрольні питання для перевірки знань з практичного заняття	48
Література	49
Електронні адреси бібліотек	50

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» на тему «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи боротьби з вібрацією» складені відповідно до вимог навчальної програми, затвердженої Міністерством освіти і науки України, при написанні використані державні, міжгалузеві і галузеві нормативні акти у сфері охорони праці.

Мета практичної роботи на тему «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи боротьби з вібрацією» - набуття компетентностей щодо вимірювання та оцінки рівня вібрації на робочому місці та вибору методів протидії виробничій вібрації при атестації робочих місць.

Завдання практичної роботи:

1. Закріпити знання щодо впливу виробничої вібрації на здоров'я та рівень працездатності персоналу, способи зниження рівнів виробничої вібрації на робочому місці.
2. Набути навички вимірювання рівнів виробничої вібрації.
3. Оцінити небезпеку рівнів виробничої вібрації для людського організму, використовуючи нормативну базу у сфері вібраційної оцінки робочої зони та гігієнічної оцінки умов праці.
4. Обрати оптимальні варіанти організації боротьби з вібрацією на виробництві.
5. Скласти експертний висновок про рівень відповідності умов праці встановленим вимогам та запропонувати практичні механізми оптимізації ситуації.

Для практичної роботи розроблені завдання, що моделюють реальні виробничі ситуації, для яких студент самостійно має розробити експертні висновки щодо рівнів виробничої вібрації, ступеня небезпеки і дати пропозиції щодо поліпшення виробничих умов, усунення впливу шкідливого фактора - підвищених рівнів виробничої вібрації.

Обладнання:

1. *Вимірювач шуму та вібрації ВШВ 003-М2*
2. *Вібростенд*
3. *Змінні віброізолятори*

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ВИРОБНИЧУ ВІБРАЦІЮ

1.1 Виробнича вібрація. Терміни та визначення

Вібрацію називають механічні коливання твердого тіла [1]. Вібрація описується досить специфічним термінологічним полем як наслідок фізичної природи формування, розповсюдження та впливу.

Її можна охарактеризувати наступними термінами:

Вібрація загальна. - вібрація, яка передається людині через опорні поверхні тіла. [1].

Вібрація локальна - вібрація, яка передається через руки працюючих при контакті з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами і обладнанням, деталями, які обробляються та ін. [1].

Обладнання, що вібрує - обладнання, під час роботи з яким виникає вібрація, рівень якої становить не менше 20% від гігієнічного нормативу. [1].

Період вібрації - найменший інтервал часу, через який під час періодичної вібрації повторюється кожне значення величини, яка характеризує вібрацію [1].

Частота вібрації - величина, обернена до періоду вібрації [1].

Пікове значення - найбільше абсолютне значення коливної (коливної величини) величини в певному інтервалі часу [1].

Вібропереміщення - миттєве значення кожної з координат, які описують положення тіла, чи матеріальної точки під час вібрації [1].

Віброшвидкість (V) - кінематичний параметр, що дорівнює швидкості переміщення (перша похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою [1].

Віброприскорення (a) - кінематичний параметр, що дорівнює прискоренню переміщення (друга похідна вібропереміщення) точки, яка коливається з певною частотою [1].

Спектр частот ($1-n$) - діапазон середньгеометричних частот октавних або третинооктавних смуг ($n-i$), в якому вимірюється даний кінематичний параметр (V, a) [1].

Ваговий коефіцієнт - числова поправка до абсолютного або (K_i) логарифмічного значення кінематичного параметра, що відображає вібраційну чутливість організму в i -тій смузі частот. [1].

Коректований рівень вібрації ($L_{кор.}$) - інтегральна оцінка вимірюваних по спектру значень кінематичного параметра (V, a), з урахуванням вагових коефіцієнтів K_i [1].

Еквівалентний коректований рівень вібрації ($L_{кор.екв.}$) - 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 [1].

1.2 Джерела виробничої вібрації

Вібрацію людина відчуває при контакті з твердими предметами, що коливаються: інструментом, обладнанням, будівельними чи технічними конструкціями, які мають невідновжені і незбалансовані частини, чи обертаються або здійснюють зворотно-поступальний рух.

Джерелом вібрації є самохідні механізми (рис.1.зліва), транспорт при його роботі або русі. Так на водіїв самохідних машин діє вібрація, джерелом якої є ходова частина і двигун (рис.1 праворуч). Ходова частина, колеса взаємодіють з нерівностями дороги, ґрунту, поля і передає через раму і систему кріплень у кабінку або на робочий майданчик агрегату.

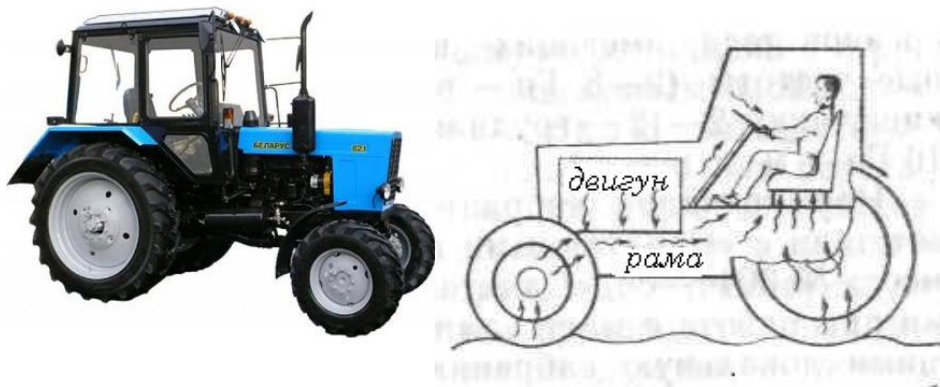


Рис. 1 - При роботі на тракторі виникає вібрація. Справа схема – формування вібрації при роботі на тракторі



Рис. 2 - Електропривод насоса (зліва); деревообробний верстат (праворуч)

Джерелом вібрації можуть бути двигуни стаціонарних машин і обладнання, а також робочі органи, які формують коливання: електроприводи (рис. 2 зліва), компресори, насосні установки, металообробні і деревооброблювальні верстати (рис. 2 праворуч), картоплесортувальні агрегати, транспортери (рис. 3 праворуч), преси, бурильні установки, вентилятори, будівельне обладнання (бетономішалки (рис. 3 зліва), крани, бетоноукладчики і ін.), кормопідготівельні машини (дробарки, коренебульборізки та ін.).



Рис. 3 - Бетономішалка і конвеєр - джерела вібрації

Вібрацію можна відчувати і через коливання конструкцій мостів і переходів, підвісних доріг, а також від інструментів: рихтувальний молоток, пила, зубило, сокира і ін. (рис.4).



Рис. 4 - При роботі з ручним інструментом людина відчуває вібрацію

На робочих місцях можуть застосовуватися механізовані інструменти: віброелектродрель, відбійний молот (рис.5 зліва), електричні пилки (рис.5 праворуч), електрозмішувачі, електроножі і ін., Від їх роботи людина теж відчуває вібрацію.



Рис. 5 - При роботі з механізованим інструментом виникає вібрація

1.3 Класифікація виробничої вібрації

За способом передачі на тіло людини розрізняють **загальну та локальну вібрацію** [1].

- а) **загальна вібрація** передається тілу людини через опорні поверхні, коли вона знаходиться в стоячому (рис.6 а) або сидячому положенні (рис.6 б);
- б) **локальна вібрація** передається тільки через руки працюючих при контакті з ручним механізованим інструментом, органом управління машини або обладнання, деталями, які він обробляє і ін. (рис.6 в).



а)



б)

Рис. 6 - Схема дії вібрації за способом передачі на тіло людини: а - загальна при роботі стоячи; б - загальна вібрація при роботі сидячи;



в)

в - локальна вібрація передається через руки.

Працівник може відчувати вплив локальної вібрації через такі інструменти: відбійні молотки, гірничі свердла, шліфувальні машини, рубальні молотки, гайковерти, бетоноломи, утрамбовувачі, клепальні молотки і ін.

Можлива також одночасна дія двох видів вібрації - загальної та локальної. Наприклад, при роботі дорожньо-будівельних і сільськогосподарських машин на руки передається локальна вібрація від органів управління (рис.7 зліва), а на все тіло загальна вібрація - від машини через сидіння (рис.7 праворуч).



Рис. 7- Вібрація передається через кермо і важіль перемикавання передач - локальна; і через сидіння - загальна

Загальну вібрацію за джерелом виникнення поділяють на такі категорії:

Категорія 1 – транспортна вібрація, яка впливає на людину на робочих місцях самохідних, причіпних машин, транспортних засобів (рис.8 зліва) під час руху по місцевості, дорогах і агрофонах (полях, лугах). Це комбайни (рис.8 - в центрі), вантажні, легкові автомобілі, тягачі, скрепери, грейдери, котки (рис.8 праворуч), снігоприбирачі, самохідний гірничо-шахтний рейковий транспорт.



Рис. 8- Категорія 1 - Транспортна вібрація під час роботи вантажівки, комбайна, дорожнього катка

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.

До джерел транспортно-технологічної вібрації відносять, наприклад, екскаватори (рис.9. а), (в тому числі роторні), крани промислові та будівельні (рис.9 б), машини для завантаження мартенівських печей (завалочні), гірничі комбайни, самохідні бурильні каретки, шляхові машини, бетоноукладчики, транспорт виробничих приміщень.

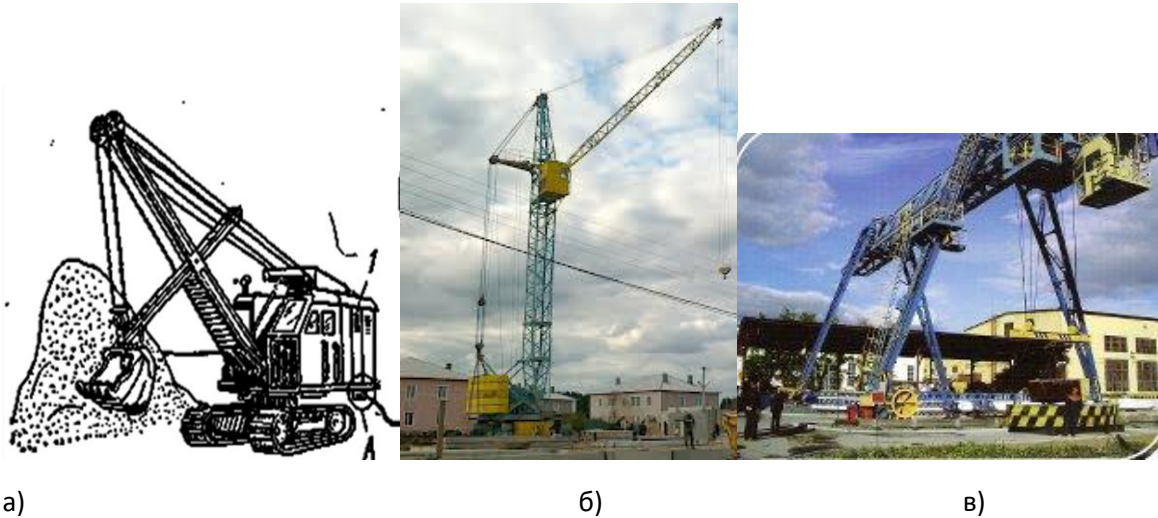


Рис. 9 - Категорія 2 - Транспортно-технологічна вібрація виникає при роботі будівельних і навантажувальних машин - а) екскаватора, б) крана, в) кран-балки

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 тваринництва, очищення та сортування зерна (у тому числі, сушарні), установки хімічної та нафтохімічної промисловості та ін.



Рис. 10- Категорія 3а – оператор верстата

Загальну технологічну вібрацію за місцем дії поділяють на такі типи:

3 «а» - на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств (наприклад, оператор верстата в цеху заводу, рис.10.);

3 «б» - на робочих місцях складів, їдалень, побутових, чергових та інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації (рис.11);

3 «в» - на робочих місцях заводууправлінь, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат та інших приміщень для працівників розумової праці (рис.12).



Рис. 11- Категорія 3б - робота диспетчерської служби, в їдальнях

Рис.12- Категорія 3в - робота в комп'ютерному центрі



За джерелом виникнення **локальну вібрацію** поділяють на ту що:

- передається від ручних машин або ручного механізованого інструменту, (рис.13 праворуч);
- передається від ручних інструментів без двигунів (наприклад, рихтувальні молотки) та деталей, які оброблюються (рис.13 зліва).



Рис. 13 - Джерело виникнення локальної вібрації - ручний інструмент і механізований інструмент

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 (рис.14 зліва).

За напрямком дії **локальну вібрацію** характеризують з урахуванням осей ортогональної системи координат (X_L , Y_L , Z_L): як діючу вздовж осі X_L , що паралельна осі місця захвату джерела вібрації (держака, кермового колеса, важелів керування, які тримають у руках та ін.), як діючу вздовж осі Z_L (паралельна передпліччю руки працюючого) та осі Y_L , що перпендикулярна по відношенню до осей X_L та Z_L (рис 14 справа).

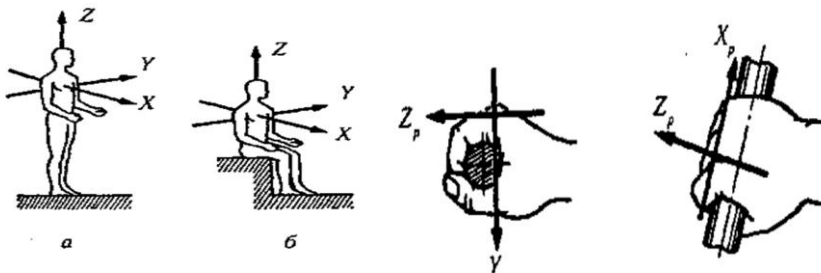


Рис. 14 - Схема дії вібрації по осях координат

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.

Загальна схема класифікації виробничої вібрації різних типів наведена на рис. 15

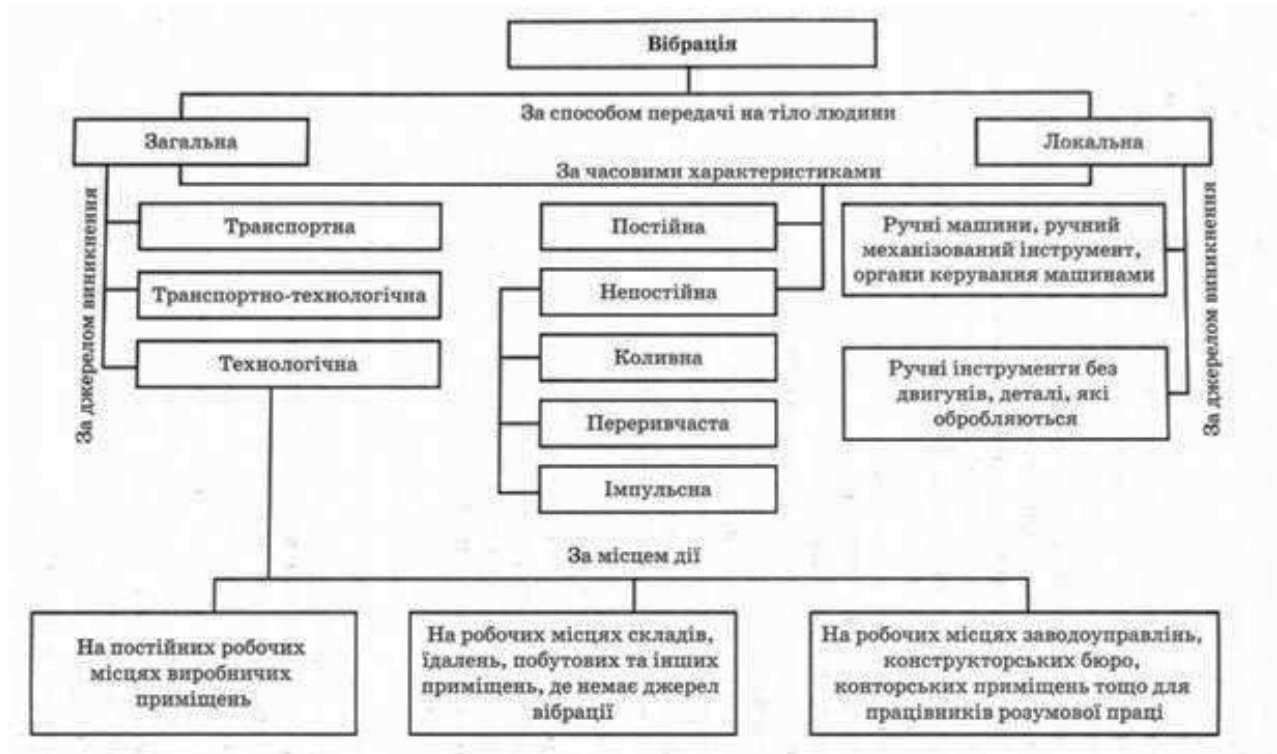


Рис. 15 - Класифікація виробничої вібрації

1.4 Вплив вібрації на організм

Вібрація залежно від її параметрів (частоти, амплітуди) може здійснювати як *позитивний*, так і *негативний вплив* на окремі тканини і організм в цілому. Лікарі використовують вібрацію для поліпшення трофіки, кровообігу в тканинах при лікуванні деяких захворювань.



Рис. 16- Вібромасажер для тіла (зліва) і вібромасажер для ніг (праворуч) - використовують у медичних цілях

Однак **виробнича вібрація**, передаючись здоровим тканинам і органам та маючи значну амплітуду і тривалість дії, є **шкідливим чинником**.



Чим менша частота і більша амплітуда коливань, тим на більші відстані поширюється вібрація по тілу від точки її застосування. Наприклад, при роботі з ручним інструментом вібрація через руки може поширюватися на область голови, хребта, внутрішніх органів (рис.17).

Рис. 17- При роботі з віброінструментом вібрація може розповсюджуватися на область голови і хребта

Вібрація викликає, перш за все, захворювання в дрібних кровоносних судинах, зростає їх проникність, порушується нервова регуляція, змінюється вібраційна, температурна і больова чутливість.

При роботі з ручним віброінструментом може виникнути симптом «мертвого пальця»: втрата чутливості, побіління пальців (рис.18.), Кистей рук.

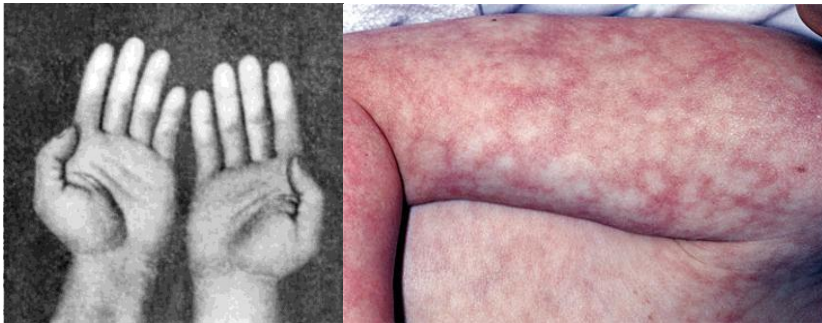


Рис. 18 - Ознаки вібраційної хвороби: зліва - побіління пальців рук, «мармуровий» вид шкіри

Робітники скаржаться на мерзлякуватість рук, ниючі болі в них після роботи вночі. Шкіра набуває мармурового вигляду (рис.18 праворуч), з набряком.

Вібрація викликає зміни в структурі кісток, атрофію м'язів, порушує опорно-рухового функцію (рис 19). Зміни в хребті (рис.20) зменшують рухливість його і сприяють розвитку радикулітів, невритів.

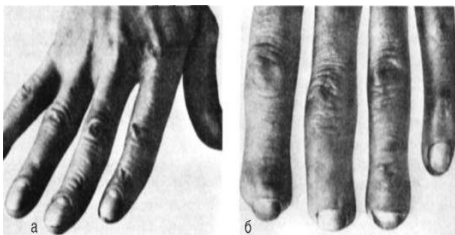


Рис. 19- Вібрація руйнує суглоби

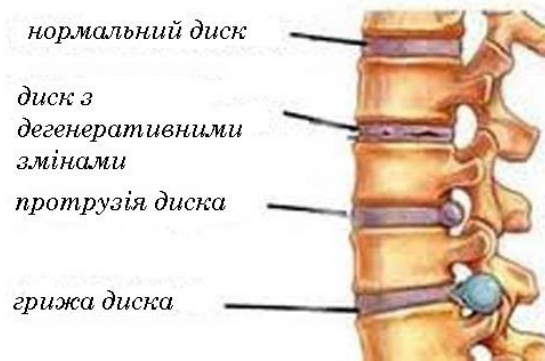


Рис. 20 - Вібрація руйнує хребет

подальшому веде до окостеніння м'язів і сухожилів.

Іноді виявляються зорові розлади: зміни в кольору, меж поля зору, зниження гостроти зору.

Вібрація з амплітудами більше 0,2 м може викликати опущення внутрішніх органів, патологічні зміни в органах малого тазу, у чоловіків це супроводжується імпотенцією, а у жінок хворобами внутрішніх статевих органів.

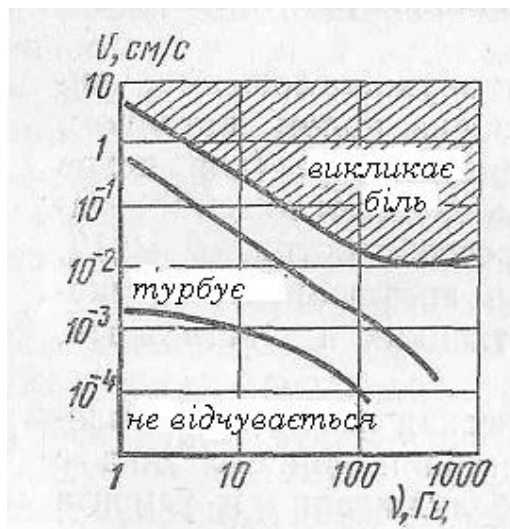


Рис. 21 - Графічне зображення зон дії вібрації (за віброшвидкістю і частотою коливань)

1.5 Параметри виробничої вібрації, що нормуються, та методи її гігієнічної оцінки

Гігієнічна оцінка вібрації, яка діє на людину у виробничих умовах, здійснюється за допомогою наступних методів [1]:

- частотного (спектрального) аналізу її параметрів;
- інтегральної оцінки по спектру частот параметрів, що нормуються;

Тривала і інтенсивна загальна вібрація позначається на загальному стані організму: підвищується стомлюваність, головні болі, запаморочення, спостерігається підвищена збудливість, скарги на болі в області серця і шлунка, підвищена спрага, схуднення, безсоння, нудота, може з'явитися тремор рук, мови, вік, розлад вестибулярного апарату - це ознаки вібраційної хвороби, яка в

У осіб, що піддаються впливу низькочастотної вібрації протягом 4 років і більше, захворювання шлунку набувають хронічного характеру.

Початкове граничне значення віброшвидкості, яке людина починає відчувати $5 \cdot 10^{-8}$ м/с, а граничне значення віброприскорення - $3 \cdot 10^{-4}$ м/с² (рис.21).

- дози вібрації.

При дії постійної локальної та загальної вібрації параметром, що нормується, є **середньоквадратичні значення віброшвидкості (v) та віброприскорення (a)** або їх **логарифмічні рівні у дБ** в діапазоні октавних смуг із середньгеометричними частотами: 8,0; 16,0; 31,5; 63,0; 125,0; 250,0; 500,0; 1000,0 Гц – для локальної вібрації, та 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.

Логарифмічні рівні віброшвидкості (L_v) в дБ визначають за формулою:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0}, \quad (1)$$

де v – середнє квадратичне значення віброшвидкості, м/с; v_0 – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює $5 \cdot 10^{-8}$ м/с (для локальної та загальної вібрації).

Логарифмічні рівні віброприскорення (L_a) в дБ визначають за формулою:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \quad (2)$$

де a – середнє квадратичне значення віброприскорення, м/с²; a_0 – опорне значення віброприскорення, що дорівнює $3 \cdot 10^{-4}$ м/с (для локальної та загальної вібрації).

Середнє значення рівнів віброшвидкості або віброприскорення обчислюють шляхом попарного енергетичного додавання добавки ΔL до більшого рівня, як визначається за табл. 1.

Таблиця 1 – Додаток ΔL при різниці рівнів, що додаються

Різниця рівнів, що додаються $L_i - L_{i+1}$, дБ ($L_i \geq L_{i+1}$)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Додаток, ΔL , до більшого з рівнів L_i , дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4

Параметром, що нормується, при *інтегральній оцінці по спектру частот* є **коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення (U)**, або їх логарифмічні рівні ($L_{U_{\text{кор}}}$), які вимірюються за допомогою коректуючих фільтрів або обчислюються.

Коректоване значення віброшвидкості або віброприскорення визначається за формулою:

$$U_{\text{кор}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2}, \quad (3)$$

де U_i - середньоквадратичне значення віброшвидкості або віброприскорення в i -й частотній смузі;

n - кількість частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у частотному діапазоні, що нормується;

K_i - ваговий коефіцієнт для i -ї частотної смуги відповідно до абсолютних значень віброшвидкості та віброприскорення локальної та загальної вібрації.

Коректоване значення логарифмічних рівнів віброшвидкості або віброприскорення $L_{U_{\text{кор}}}$, дБ, визначається за формулою

$$L_{U_{\text{кор}}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{U_i} - L_{K_i})}, \quad (4)$$

де U_i - середньоквадратичне значення віброшвидкості v_i , м/с або віброприскорення a_i , м/с² в i -тій частоті смуги;

L_{U_i} - відповідно їх логарифмічні рівні в i -тій частоті смуги, дБ;

n - кількість частотних смуг (1/3 або 1/1 октавних) у частотному діапазоні, що нормується; K_i ,

L_{K_i} - ваговий коефіцієнт для i -тої частотної смуги абсолютних значень віброшвидкості або віброприскорення і відповідно їх логарифмічні рівні $L_{K_{vi}}$ та $L_{K_{ai}}$, локальної та загальної вібрацій. Передбачена корекція як в октавних смугах частот, так і в третино октавних частотах.

Вагові коефіцієнти враховують чутливість людини до вібрації на різних частотах.

При дії непостійної вібрації (крім імпульсної) параметром, що нормується, є **вібраційне навантаження (еквівалентний коректований рівень, доза вібрації)**, одержане робітником протягом зміни та зафіксоване спеціальним приладом або обчислене для кожного напрямку дії вібрації (X, Y, Z) за формулою:

$$L_{\text{кор.екв}} = L_{\text{кор}} + 10 \lg \frac{t}{t_{\text{зм}}}, \quad (5)$$

де $L_{\text{кор}}$ - коректований рівень віброшвидкості або віброприскорення;

t - час дії вібрації, год;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, год.

Еквівалентний коректований рівень віброшвидкості або віброприскорення розраховується шляхом енергетичного додавання рівнів з урахуванням тривалості дії кожного з них за табл. 2.

Таблиця 2 – Поправка на час дії кожного коректованого рівня

Час	год	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 хв	5 хв
	%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Наприклад, коректований рівень віброшвидкості дорівнює 118 дБ. Час дії вібрації за 8-годинну зміну дорівнює 4 години. В табл. 2 величина поправки за 4 години дорівнює (–3) дБ. $L_{\text{кор.екв}} = 118 + (-3) = 115$ дБ.

Другий приклад. При 8-годинній зміні виконуються роботи двома ручними пристроями. Коректований рівень віброшвидкості для першого пристрою дорівнює 113 дБ, час роботи – 2 години; для другого – 115 дБ, час роботи – 1 година. Запишемо показники та послідовність розрахунку $L_{\text{кор.екв}}$ у вигляді табл. 3.

Таблиця 3 – Показники та послідовність розрахунку $L_{\text{кор.екв}}$

Показники	Ручна машина	
	I	II
$L_{\text{кор}}$, дБ	113	115
t , год	2	1
Поправка на час дії, дБ	–6	–9
$L_{\text{кор}}$ за урахуванням поправки, дБ	107	106
Різниця рівнів $L_{\text{кор}1} - L_{\text{кор}2}$	1	
Добавка ΔL , дБ	2,5	
$L_{\text{max}} + \Delta L$	109,5	
$L_{\text{корекв}}$, дБ	≈ 110	

1.6 Методи вимірювання виробничої вібрації

Апаратура для вимірювання має відповідати нормам чинного законодавства. Можна виділити наступні головні принципи вимірювання виробничої вібрації:

1. З самого початку вимірювання та в кінці здійснюють електричне чи механічне калібрування апаратури для вимірювання. Отримана різниця між ними не повинна бути вищою за 1 дБ.
2. Виробничу вібрацію потрібно вимірювати в реальних виробничих умовах під час застосування обладнання. Для оцінювання нового устаткування вимірювання проводять на налагодженому активному обладнанні, що працює у технологічному чи паспортному режимах.
3. Процес вимірювань здійснюють через рівні часові проміжки або без перерв.
4. Має бути проведено не менше 3-х вимірювань.

При вимірюванні спектрів та коректованого за частотою значення параметрів вібрації, якщо розбіжність значень перевищує 3 дБ (у 1,5 рази), проводять два додаткових вимірювання.

Вимірювання проводять безперервно або через рівні проміжки часу (дискретно). При безперервному вимірі спектрів та коректованих по частоті значень час виміру повинен бути не менше 3 с.

При безперервному вимірі вібраційного навантаження час спостереження повинен бути не менш 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. 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.

Вимірювання загальної вібрації. Точки вимірювання загальної вібрації повинні знаходитись у місцях контакту опорних поверхонь тіла людини з вібруючою площиною:

- 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).

При вимірюванні постійної вібрації протягом робочої зміни проводиться не менш ніж 3 дослідження з розрахунком середнього логарифмічного значення рівнів віброшвидкості або віброприскорення. Для вимірювань непостійної вібрації проводиться не менш ніж 5 досліджень на кожному робочому місці з інтервалами не менш ніж 30 хвилин.

1.7 Оцінка умов праці за показниками вібрації

Оцінка умов праці за показниками вібрації виконується шляхом порівняння фактичних значень з гранично допустимими.

Гранично допустимі величини постійної та непостійної локальної вібрації (крім імпульсної) при тривалості дії протягом 8 годин наведені у табл. 4.

Таблиця 4 – Гранично допустимі рівні локальної вібрації [1]

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	*Гранично допустимі рівні по осях X_L , Y_L , Z_L			
	віброприскорення		віброшвидкості	
	м/с ²	дБ	м/с 10 ⁻²	дБ
1	2	3	4	5
8	1,4	73	2,8	115
16	1,4	73	1,4	109
31,5	2,7	79	1,4	109
63	5,4	85	1,4	109
125	11,7	91	1,4	109

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5
250	21,3	97	1,4	109
500	42,5	103	1,4	109
1000	85,0	109	1,4	109
Коректований, еквівалентний коректований рівень	2,0	76	2,0	112
Примітка:* Робота в умовах дії локальної вібрації, що перевищує гранично допустиму більш ніж на 12 дБ, не дозволяється.				

При тривалості зміни 7 годин гранично допустимі коректовані та еквівалентні коректовані рівні локальної вібрації дорівнюють значенням для 8-годинної тривалості зміни.

При 6-годинній тривалості зміни ці показники дорівнюють для віброшвидкості 113 дБ ($2,3 \cdot 10^{-2}$ м/с), а віброприскорення – 78 дБ ($2,3$ м/с²).

При дії імпульсної вібрації з піковим рівнем віброприскорення від 120 до 160 дБ, параметром, що нормується, є кількість вібраційних імпульсів за зміну (годину) в залежності від тривалості імпульсу [1].

Гранично допустимі параметри імпульсної локальної вібрації наведені у табл. 5.

Таблиця 5 – Гранично допустимі параметри імпульсної локальної вібрації [1]

Діапазон тривалості вібраційних імпульсів, мс	Виміряні пікові рівні віброприскорення, дБ								
	120	125	130	135	140	145	150	155	160
	Допустима кількість імпульсів								
1–30*	160000**	160000**	50000	16000	5000	1600	500	160	50
	(2000)**	(2000)**	(6250)	(2000)	(625)	(200)	(62)	(20)	(6)
31–1000	160000**	50000**	16000	5000	1600	500	160	50	–
	(20000)**	(6250)	(2000)	(625)	(200)	(62)	(20)	(6)	–

* Вібраційні імпульси 1–30 мс мають місце на механізованому інструменті.

** Значення відповідає максимально можливій кількості за 8-годинну зміну при частоті проходження 5,6 Гц. В дужках – допустима кількість імпульсів за 1 годину

Гранично допустимі рівні постійної та непостійної загальної вібрації при тривалості дії протягом 8 годин наведеш у таблицях 6, 7, 8, 9.

Таблиця 6 – Гранично допустимі рівні віброприскорення загальної вібрації категорії 1 (транспортна) [1]

Середньо геометричні частоти октавних смуг	Гранично допустимі рівні віброприскорення							
	м/с ²				дБ			
	у 1/3 окт		у 1/1 окт		у 1/3 окт		у 1/1 окт	
	Z ₃	X ₃ Y ₃	Z ₃	X ₃ Y ₃	Z ₃	X ₃ Y ₃	Z ₃	X ₃ Y ₃
1,0	0,63	0,224	1,12	0,4	66	57	71	62
2,0	0,45	0,224	0,8	0,4	63	57	68	62
4,0	0,315	0,450	0,56	0,8	60	63	65	68
8,0	0,315	0,900	0,56	1,6	60	69	65	74
16,0	0,63	1,80	1,12	3,15	66	75	71	80
31,5	1,25	3,55	2,24	6,3	72	81	77	86
63,0	2,5	7,10	4,50	12,5	78	87	83	92
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні			0,56	0,4			65	62

Таблиця 7 – Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 2 (транспортно-технологічна) [1]

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X ₃ , Y ₃ , Z ₃							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	м/с ²		дБ		м/с 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
2,0	0,224	0,4	57	62	1,8	3,5	111	117
4,0	0,16	0,28	54	59	0,63	1,3	102	108
8,0	0,16	0,28	54	59	0,32	0,63	96	102
16,0	0,315	0,56	60	65	0,32	0,56	96	101
31,5	0,63	1,12	66	71	0,32	0,56	96	101
63,0	1,15	2,25	72	77	0,32	0,56	96	101
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні		0,28		59		0,56		101

Таблиця 8 – Гранично допустимі рівні загальної вібрації категорії 3
(технологічна типу «а») [1]

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X_3 , Y_3 , Z_3							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	м/с ²		дБ		м/с 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
2,0	0,08	0,14	48	53	0,63	1,3	102	108
4,0	0,056	0,1	45	50	0,22	0,45	93	99
8,0	0,056	0,1	45	50	0,11	0,22	87	93
16,0	0,112	0,20	51	56	0,11	0,20	87	92
31,5	0,224	0,40	57	62	0,11	0,20	87	92
63,0	0,45	80	63		0,11	0,20	87	92
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні		0,1		50		0,20		92

Таблиця 9 - Гранично допустимі рівні виробничої вібрації категорії 3
(технологічна типу «б») [1]

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X_3 , Y_3 , Z_3							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	м/с ²		дБ		м/с 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
2,0	0,0315	0,056	40	45	0,25	0,50	94	100
4,0								
8,0								
16,0								
31,5								
63,0								
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні								

Таблиця 10 - Гранично допустимі рівні виробничої вібрації категорії 3 (технологічна типу «в») [1]

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	Гранично допустимі рівні по осях X_z , Y_z , Z_z							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	м/с ²		дБ		м/с 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
2,0	0,0112	0,02	31	36	0,089	0,18	85	91
4,0	0,008	0,014	28	33	0,032	0,063	76	82
8,0	0,008	0,014	28	33	0,016	0,032	70	76
16,0	0,016	0,028	34	39	0,016	0,028	70	75
31,5	0,0315	0,056	40	45	0,016	0,028	70	75
63,0	0,063	0,112	46	51	0,016	0,028	70	75
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні		0,014		33		0,028		75

Визначення класу умов праці при дії виробничої вібрації проводиться відповідно до ГН 3.3.5-8.6.6.1-2014 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпеки факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [4] по табл.11.

Таблиця 11 – Класи умов праці залежно від рівнів вібрації на робочому місці

Назва чинника, показник, одиниця вимірювання	Клас умов праці					
	Допустимий	Шкідливий				Небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1	2	3	4	5	6	7
Вібрація локальна: еквівалентний скоригований рівень віброшвидкості/ віброприскорення дБекв/разів	Перевищення ГДР, до (включно)					
	≤ГДР***	3/1,4	6/2	9/2,8	12/4	>12/4
Вібрація загальна: еквівалентний скоригований рівень віброшвидкості/ віброприскорення, дБекв/разів	≤ГДР***	6/2	12/4	18/6	24/8	>24/8

Продовження табл. 11

1	2	3	4	5	6	7
Вібрація імпульсна: сумарна кількість імпульсів для пікового значення віброприскорення	Перевищення ГДР, до (включно)					
	$\leq$ ГДР****	1,3	2,0	3,2	5,0	> 5
пікове значення віброприскорення, дБ						> 160

Примітка: *** Відповідно до [ДСН 3.3.6.039-99](#).

**** Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 (таблиця 4) визначається перевищення кількості вимірних імпульсів за робочу зміну/годину відносно допустимої кількості імпульсів (ГДР) для цього вимірюваного пікового значення віброприскорення в діапазоні 120–160 дБ. Визначення вібраційного навантаження від імпульсної вібрації при послідовній роботі кількома інструментами наведено в додатку 11 до ДСН 3.3.6.039-99.

При комбінованій дії вібрації різних видів (локальна, загальна, імпульсна) загальна оцінка здійснюється за найвищим класом та ступенем шкідливості фактора.

Рациональний режим праці робітників вібронебезпечних професій встановлюється для конкретного робочого місця або виконання конкретних технологічних операцій, якщо вібрація перевищує гранично допустимі рівні не більше ніж на 12 дБ.

1.8 Прилади для вимірювання вібрації

Для вимірювання вібрації широко використовуються електричні вібровимірники прилади - вібровимірювачі (віброметри).



Віброметр FLUKE 805 (рис.22) - це багатофункціональний прилад для перевірки вібрації, який забезпечує кількісну оцінку стану підшипників, загального рівня вібрації, температури.

Віброаналізатор Вібран-2.0 (рис.23 а) призначений для низькочастотної вібродіагностики конструкцій, фундаментів, мостових споруд, вібраційного устаткування, компресорних станцій, а також дефектоскопії керамічних, абразивних і

Рис. 22- Віброметр FLUKE 805

ін. виробів методом зіставлення спектру їх реакції на ударну дію з еталонним спектром. Віброметр AR 63B - професійний інструмент для вимірювання рівня вібрації (рис.23 б). Вимірювання параметрів здійснюється за допомогою виносного п'єзоелектричного керамічного перетворювача прискорення, передає вхідний аналоговий сигнал до АЦП, що перетворює його в сигнал електричний, аналізує і виводить на дисплей виміряні дані.



Рис. 23 - а) - Віброаналізатор ВІБРАН-2.0; б) – віброметр

Віброметри VIAna-1 (рис.24 а) призначений для проведення вимірювань та аналізу вібраційних сигналів обертового обладнання, для аналізу «на місці» і діагностики технічного стану механізмів і підшипників. Віброметр через вимірювальний CV 65A (Рис.24 б) проводить вимірювання вібрації підшипників і механізмів.

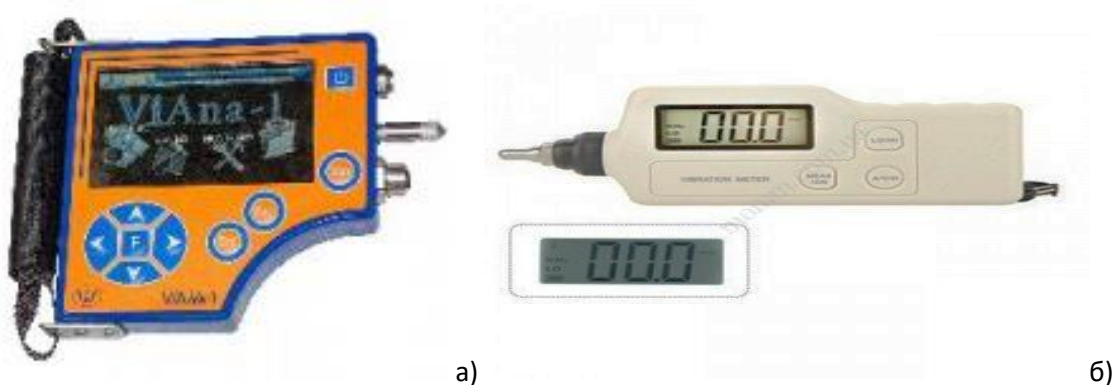


Рис. 24 - Віброметри: а) VIAna-1; б) портативний віброметр CV 65A

Вимірювач шуму та вібрації ВШВ 003-М2 (рис.25) має вбудовані фільтри із частотними характеристиками А, В, С, а також смугові фільтри:

октавні й третьоктавні, що дозволяють проводити класифікацію, вимір і визначення нормованих параметрів і характеристик вібрації відповідно до вимог санітарних норм і стандартів безпеки праці.

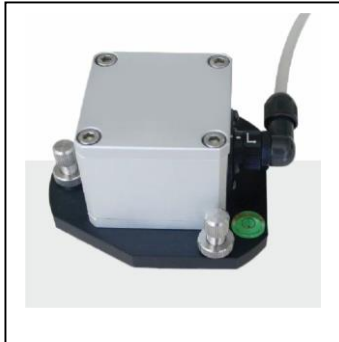
Прилад ВШВ-003 поставляється в зручній для переносу сумці. Укомплектований п'єзоелектричними вібровимірювальної перетворювачами ДН-3-М1 і ДН-4-М1, що мають коефіцієнт перетворення відповідно $10\text{мВ}\cdot\text{с}^2/\text{м}$ і $1\text{мВ}\cdot\text{с}^2/\text{м}$, і конденсаторним мікрофоном з капсулем М-101, які мають чутливість $50\text{мВ}/\text{Па}$.



Прилад може використовуватися для вимірювання і аналізу шуму і вібрації при дослідженнях і випробуваннях машин і механізмів, при розробці та контролі якості виробів, при оцінці житлових і виробничих приміщень, при атестації робочих місць і т. д.

Рис. 25 - Вимірювач шуму та вібрації ВШВ 003-М2, зовнішній вигляд

Принцип дії приладів для вимірювання вібрації заснований на перетворенні механічної енергії коливального руху в електричну, яку після посилення можна виміряти і зареєструвати за допомогою електричних пристроїв.



Основними елементами цих приладів є датчики. Датчики-перетворювачі бувають ємнісні, індукційні, п'єзоелектричні*, вони служать для сприйняття коливань і перетворення їх в електричну енергію. Найчастіше використовуються п'єзоелектричні перетворювачі віброприскорення - акселерометри.

Рис. 26 - Датчик вібровимірювача

Шкали вібровимірювальних приладів можуть бути проградуйовані в абсолютних одиницях ($\text{м}/\text{с}^2$), а також у відносних одиницях – децибелах (дБ).

***П'єзоелектричні перетворювачі** - це пристрої, що використовують п'єзоелектричний (від грец. Píézō - тисну, стискаю) ефект в кристалах, кераміці або плівках і перетворюють механічну енергію в електричну і навпаки.

При вимірюванні загальної вібрації, що передається через сидіння, датчик вібрації встановлюють на напівжорсткому диску, який розміщують на поверхні сидіння таким чином, щоб датчик знаходився посередині між сидничними горбами сидячої людини. З метою комфорту допускається, щоб

центр диска знаходився трохи попереду (до 5 см) від сидничних горбів (рис.27).

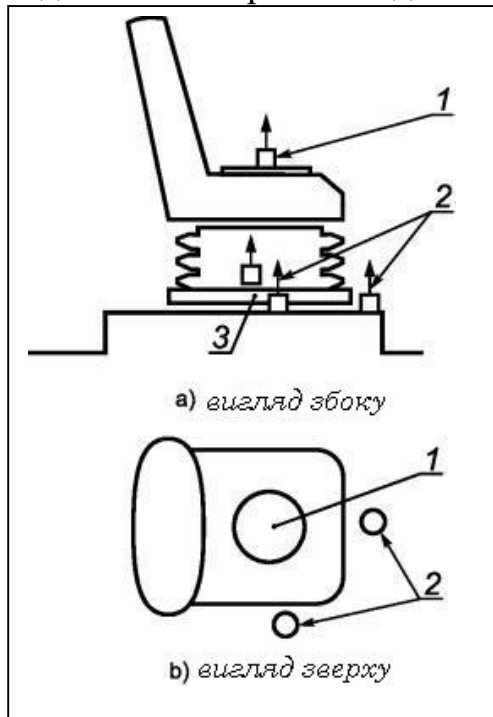


Рис.27- Точки і напрямки вимірювань загальної вібрації при роботі сидячи: 1 - подушка сидіння; 2 - альтернативні місця розміщення датчика вібрації; 3 - рекомендоване місце розміщення датчика вібрації

Якщо установка на сидінні неможлива, то датчик закріплюють поруч з ним на жорсткому елементі конструкції. При цьому датчик повинен бути встановлений на рівні сидіння, по можливості ближче до центру сидіння і в напрямку від нього, перпендикулярному до напрямку руху машини (рис.27).

При дослідженні локальної вібрації вимірювання проводять на основній рукоятці (кермі), за яку оператор утримує машину при її нормальній роботі і до якої прикладає зусилля натискання (рис.28). Датчик вібрації зазвичай встановлюють внизу рукоятки посередині її довжини.

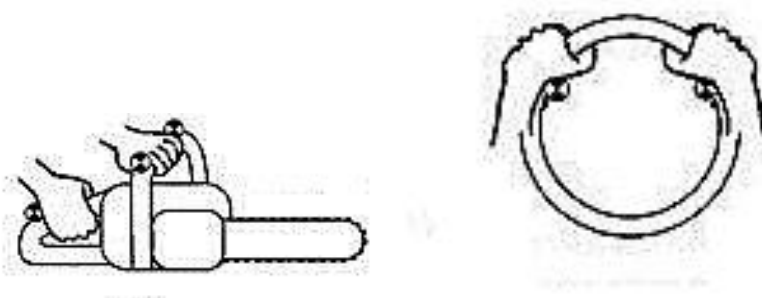
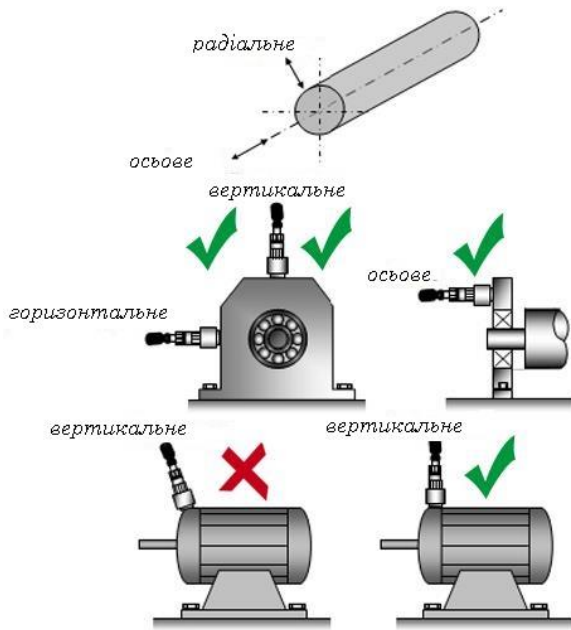


Рис.28 - Напрямок вимірювання локальної вібрації

Якщо такому розміщенню датчика заважає пусковий пристрій, то датчик встановлюють якомога ближче до кисті оператора між його вказівним і середнім пальцями.

При вимірюванні вібрації датчик встановлюють різними методами, розташовуючи його: горизонтально, по осі, вертикально (рис.29).



При вимірюванні загальної вібрації, що впливає на оператора при роботі стоячи, датчик вібрації розміщують на опорній поверхні (платформі) посередині між склепіннями ступней оператора. Якщо результат вимірювань залежить від місця знаходження оператора на платформі, то місце вимірювань повинно бути визначено і вказано в протоколі випробувань.

Рис. 29 - Приклади розташування датчика при вимірюванні вібрації обладнання

Для вимірювання загального рівня віброприскорення необхідно програти прилад протягом 1-2 хв, перемикач «**Рід роботи**» встановити в положення F (якщо стрілка приладу коливається, то переключити в положення S), перемикач «**Фільтри**» перевести в положення ЛН, виставити Дільник I встановити в положення 80, а Дільник II в положення 50. Датчик ДН-3 встановити на джерелі вібрації. При дослідженні загальної та локальної вібрації вібродатчики встановити на кожному з напрямків впливу вібрації X, Y, Z. Перемикачем Дільника I добитися відхилення стрілки вимірювальної головки в секторі від 0 до 10, (зашкалювання не допускається). При необхідності використовують Дільник II.

Для вимірювання віброприскорення в октавних смугах частот Дільник I і Дільник II залишаються в тому ж положенні. Натиснути кнопку Hz, яка знаходиться під перемикачем «**Фільтри**» октавні, змінювати частоту на приладі і проводити вимірювання, користуючись тільки перемикачем Дільник II.

1.9 Методи зниження виробничої вібрації

У профілактиці і зменшенні вібрації використовують:

- **технічні заходи:** Раціонально і ефективно зменшують вібрацію в джерелі її виникнення. Це забезпечується зміною технологічного процесу, заміною обладнання на більш сучасне з низьким рівнем вібрації.

На рис.30 представлена класифікація засобів і методів захисту від вібрації.

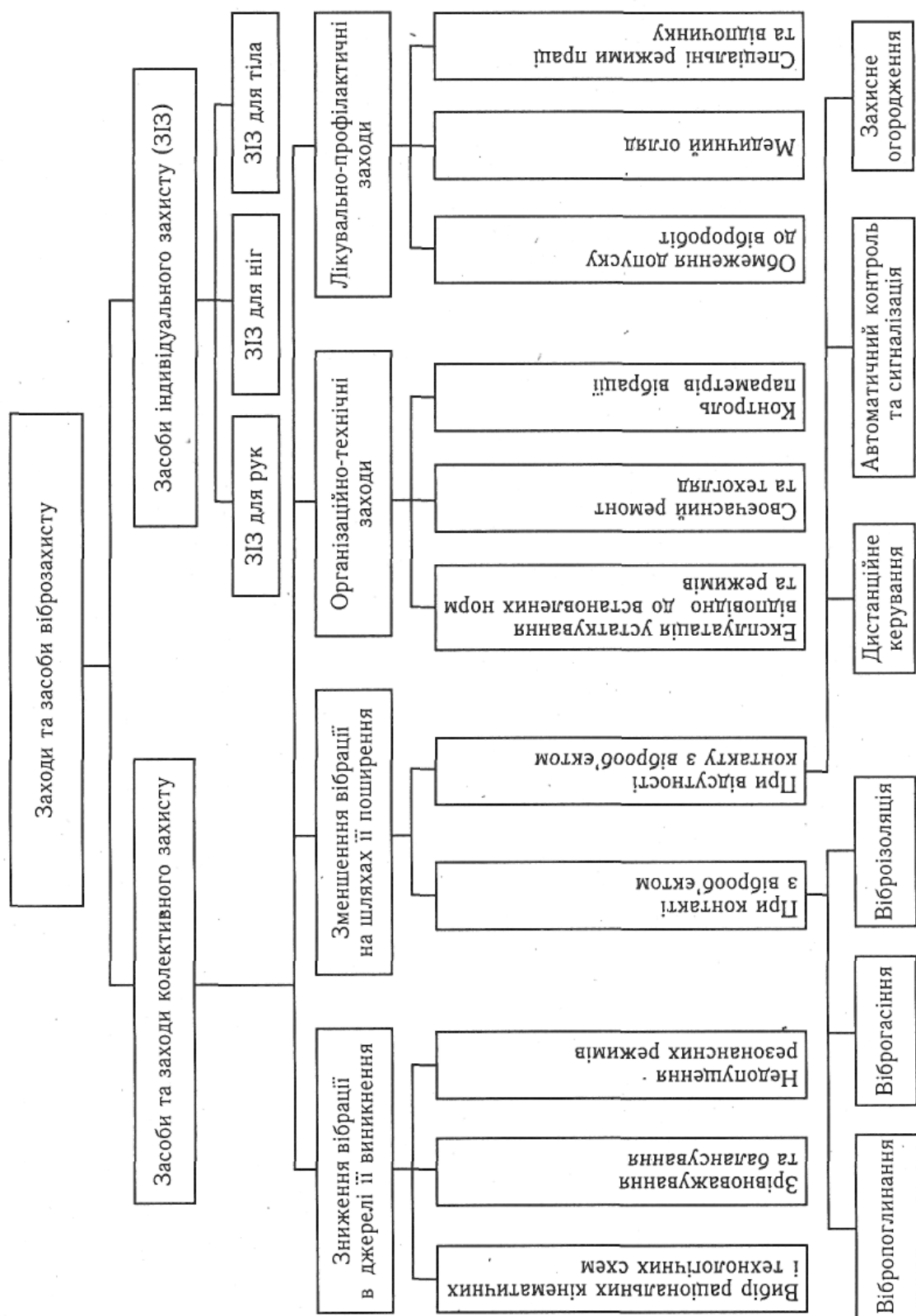


Рис. 30 - Класифікація методів і засобів захисту від вібрації

Одним з методів боротьби з вібрацією є впровадження самохідного транспорту з дистанційним управлінням з метою виключити контакт людини з вібрацією.



Рис. 31- Самохідна механізована торкрет-установка для буріння

На рис. 31 представлена самохідна механізована торкрет-установка SPM 500 Wetkret. Оптимально підходить для використання при будівництві тунелів великого і середнього розміру, а також при зміцненні укосів. Установка має великий дорожній просвіт і завдяки цьому може використовуватися на ухилах з нерівною поверхнею.

Один з методів віброзахисту - **своєчасно проводити центрування і балансування деталей вібруючого обладнання**. Часто причиною неспіввісності є неправильна збірка, нерівний фундамент, неправильний монтаж зчеплень і ін. (рис 32).

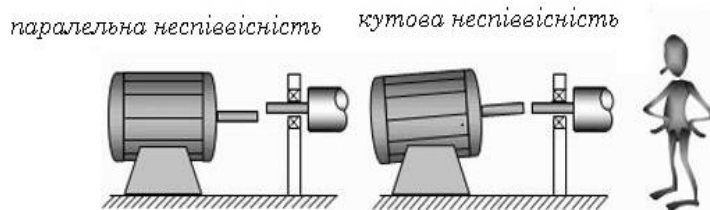


Рис. 32 - Неспіввісність деталей обладнання можна змінити балансуванням і центруванням деталей обладнання



Рис. 33 - Балансування коліс автомобіля

Балансувати варто також колеса машин. Через погіршення зчеплення коліс з дорогою при вібрації відбувається зменшення рівня безпеки для водія і пасажирів, а саме керуваність автомобілем стає набагато гіршою, гальмівний шлях збільшується.

Засоби віброізоляції і вибrogасіння. Зниження локальної вібрації і передачі вібрації через підлогу і сидіння досягається засобами віброізоляції та вібропоглинання. Використання автоматизації виробництва виключає застосування ручного віброінструменту. Віброізоляція у вигляді облицювання рукояток, органів управління м'якими, пружними матеріалами дозволяє знизити вплив вібрації.



На кутовій шліфувальній машині (рис.34) трьохпозиційна додаткова рукоятка оснащена антивібраційною системою Metabo Вібро Тесh, яка забезпечує контроль і безпеку роботи.

Рис. 34- Антивібраційна рукоятка на віброприладі

Гумовий килимок на підлозі кабіни (рис.35) транспортного засобу також служить для зменшення високочастотної вібрації. З цією ж метою педалі управління мають гумове покриття. Кермо управління також облицюють м'якими матеріалами, що поглинають вібрацію.

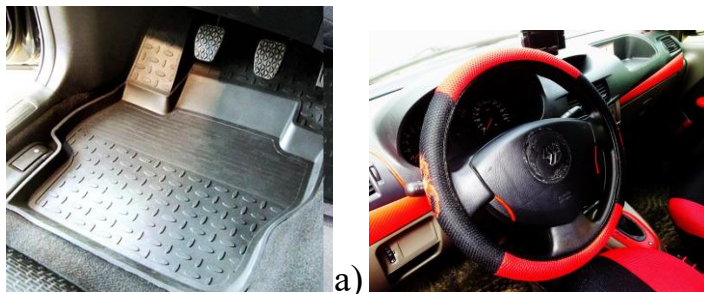


Рис. 35- Гумовий килимок на підлозі кабіни автомобіля, педалі з гумовим покриттям і чохол на кермо служать також для гасіння вібрації

Віброізоляція здійснюється установкою вібруючого обладнання на амортизуючі пристрої (рис.36-38). Найбільшого поширення в даний час отримали пружинні і гумові амортизатори (рис.36).

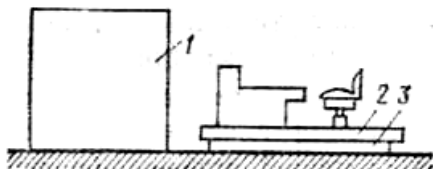


Рис. 36 - Віброізоляція поста управління: 1 машина, що вібрує; 2 - масивна плита; 3 - шар пористої гуми



Рис. 37 - Установка верстата на гумові амортизатори для захисту від вібрації

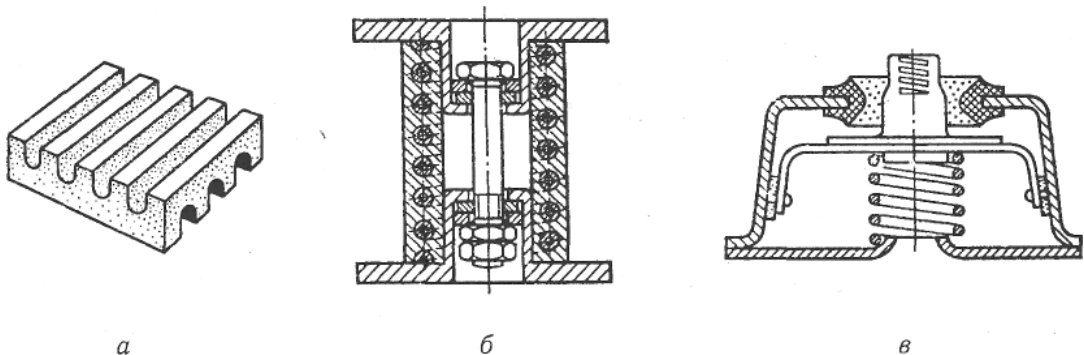


Рис. 38- Віброізоляційні амортизатори: а) ребриста гума; б) пружинний амортизатор запресований у гумові масу; в) комбінований (пружинно-гумовий) амортизатор

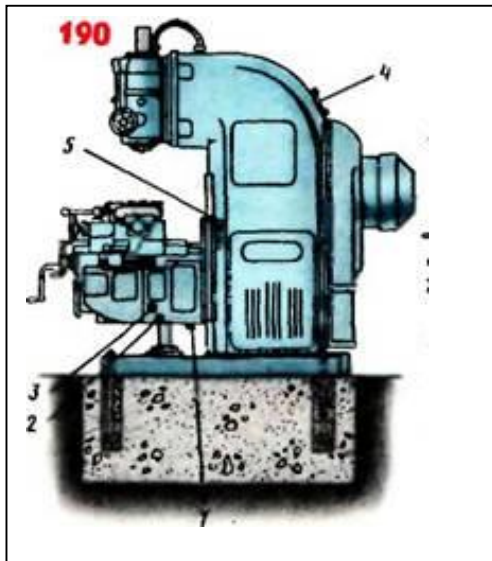
Установка машин на пружинні амортизатори більш ефективна, ніж на гумові, тому що забезпечує більш низькі власні частоти коливань віброуючого механізму. Гумові амортизатори, крім того, недовговічні.



Гумові килимки для гасіння вібрації використовують біля стаціонарного обладнання (рис.39).

Рис.39- Гумовий килимок біля стаціонарного обладнання знижує дію вібрації

Технологічну вібрацію гасять за допомогою установки стаціонарного устаткування або конструкцій на масивний фундамент. Якість роботи верстата залежить від правильної його установки на фундаменті. Без фундаменту дозволяється установка верстата тільки на бетонованій підлозі достатньої товщини (200 - 300 мм). В інших випадках для забезпечення



спокійної і точної роботи необхідно підготувати бетонний фундамент. На рис.40 показаний фундамент консольно-фрезерного верстата. Установку верстата на фундаменті здійснюють після повного затвердіння розчину.

Рис. 40- Установка верстата на потужний фундамент

Застосування пружинних і гумових амортизаторів та прокладок знижує вібрацію на транспорті. Віброізолятори пружинні (рис.41 а) призначені для запобігання поширенню вібрації від вентиляторів по

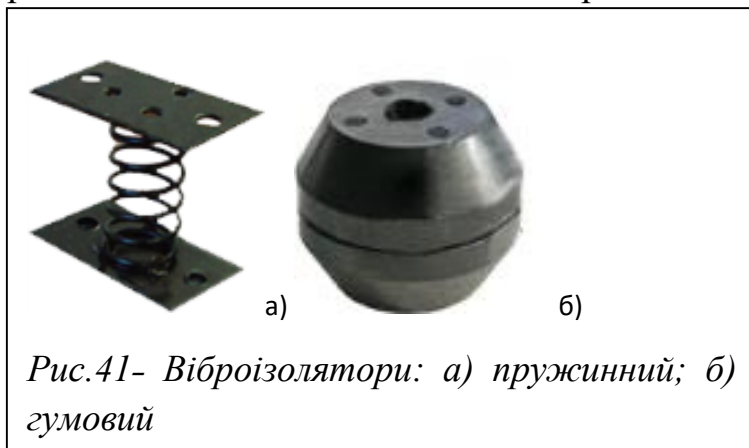


Рис.41- Віброізолятори: а) пружинний; б) гумовий

будівельним конструкціям. Віброізолятори гумові (рис.41 б) призначені для роботи в якості основних пружних зв'язків між частинами машин, що хитаються, і нерухомими частинами, а також для віброізоляції машин.

Засоби індивідуального захисту від вібрації застосовують у разі, коли розглянуті вище технічні засоби не дозволяють знизити рівень вібрації до нормативних значень. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від вібрації бувають:

- ЗІЗ рук оператора (рукавиці, рукавички, вкладиші, прокладки).

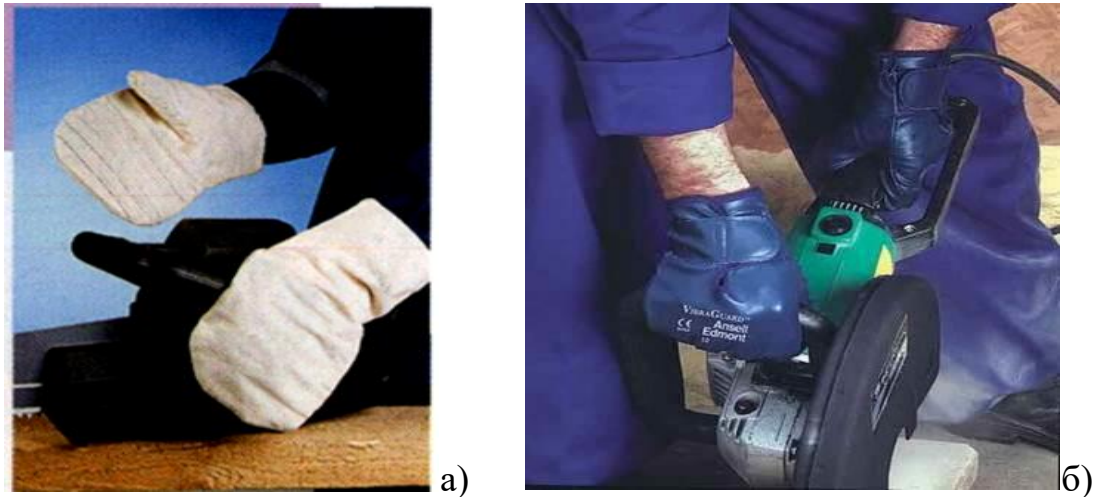


Рис. 42- Засоби захисту рук від локальної вібрації: а) - віброрукавиці з поролоновими прокладками; б) віброрукавиці

Рукавиці віброзахисні (антивібраційні рукавиці), рис 42, забезпечують захист від шкідливого впливу вібрації. Подібний захист особливо актуальний для дорожніх робітників та працівників будівельних спеціальностей, хто постійно працює з віброінструментом. До числа таких інструментів відносять різноманітні відбійні молотки, свердлильні машини, потужні перфоратори, віброплити, гайковерти тощо. Зазвичай рукавиці віброзахисні виготовляються з бавовняної тканини, а висока ефективність захисту від травматичних впливів досягається за рахунок застосування пружних і демпфуючих елементів з вібропоглиначем. Найчастіше віброзахисний шар виготовляється з поролону, можливе додаткове посилення долонної частини спеціальною накладкою з брезенту.

Рукавиці віброзахисні виготовляються з тканини, стійкої до стирання і підкладки, між якими розташовуються 13 демпфуючих елементів прокладки. У якості демпфуючої прокладки використовується пориста гума товщиною 3-4 мм, щільністю 0,5-0,7 г/см³.

Рукавиці антивібраційні: матеріал верху виконується з товстої шкіри з водовідштовхувальним просоченням; антивібраційний пакет забезпечує захист всієї кисті руки, включаючи кінчики пальців; додаткова шкіряна накладка захищає суглоби пальців від механічних впливів; жорстка манжета шириною 10 см дозволяє фіксувати рукавицю в нейтральному положенні. Манжета закріплюється еластичною стрічкою, перешкоджаючи поширенню залишкової вібрації вище по руці. Внутрішня гігієнічна тканина продубльована спіненим поліуретаном.

- ЗІЗ ніг оператора поділяють на: взуття, підметки, наколінники (рис.43 а, б). Взуття має спеціальну підошву для гасіння вібрації.

- *ЗІЗ тіла оператора* за формою виконання поділяють: пояси та спеціальні костюми (рис.43 в).



Рис. 43 - а) взуття для гасіння вібрації; б) наколінники віброзахисні

Організаційні методи боротьби з впливом вібрації:

- впровадження раціонального режиму праці та відпочинку;
- організація комплексних бригад, де має місце суміщення професій на операціях, пов'язаних з впливом вібрації, що скорочує час контакту з нею до 20-30% за зміну;
- регламентовані перерви, якщо вібрація перевищує граничний рівень більш ніж на 12 дБ;
- організація роботи на постійних робочих місцях з амортизованими сидіннями.

Лікувально-профілактичні заходи щодо зниження вібрації:

- 1) професійні та профілактичні огляди;
- 2) вітамінізація (вітамін С, В1, нікотинова кислота);
- 3) організація профілактичного відпочинку;
- 4) лікувальна гімнастика і масаж рук в струменях теплого повітря або сухий обігрів, тому що дія вібрації посилюється в холодних умовах роботи при знижених температурах.

Профілактика вібраційної хвороби. Вібраційна хвороба – професійне захворювання, яке розвивається за умови тривалого впливу високих рівнів вібрації. Щоб звести до мінімуму ризик розвитку цієї недуги, слід виконувати такі профілактичні заходи:

- За можливістю віддавати перевагу обладнанню з більш низькою вібрацією.
- У робочий час постійно користуватися амортизаційними рукавичками і колодками.
- За можливості не стискати рукоятку віброуючого інструменту.
- Після кожної години роботи розслабляти руки і відпочивати десять хвилин.
- Завжди носити теплі рукавички.

- Уникати алкоголю, наркотиків і тютюну, бо вони порушують приплив крові до верхніх і нижніх кінцівок, що викликає не тільки синдром Рейно, а й інші не менш важкі хвороби (рис.44).

У разі хвороби Рейно відбувається спазм кровоносних судин верхніх



Рис. 4 4- Вид долонь при вібраційної хвороби

кінцівок. Поверхня долоні набуває мармурового вигляду (рис.44 праворуч) і біліє (рис.44 зліва). У медицині виділяють хворобу Рейно і синдром Рейно. Порушення кровообігу при синдромі може призводити навіть до некрозів тканин верхніх кінцівок. Може виникати гангрена.

РОЗДІЛ 2. ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Вимірювання рівнів виробничої вібрації

Виконанню практичного завдання з теми «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи боротьби з вібрацією» має передувати опрацювання теоретичного матеріалу, наведеного у розділі 1 вказівок, лекційних матеріалів, підручників з «Основ охорони праці» (див. Література).

Порядок виконання завдання:

1. Ознайомитися з лабораторною установкою (рис. 45) і вимірювачем шуму та вібрації ВШВ 003-М2. Увімкнути прилад.

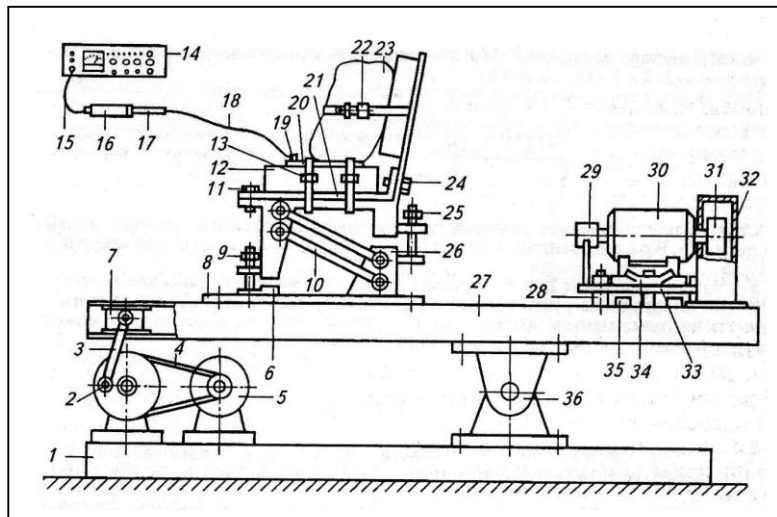


Рис. 45 - Схема лабораторної установки для дослідження вібрації:

1- нижня нерухома рама 2 - кривошип; 3 - шатун; 4 - ремінь; 5 і 30 - електродвигун постійного струму; 6, 26, 35 - опори; 7 - повзунок; 8 - плита; 9, 25 і 34 - гвинти; 10 - підвіска сидіння; 11, 24 - болти; 12 - сидіння; 13 - ремінь кріплення диска; 14 - вимірювач шуму та вібрації ВШВ-003; 15 - з'єднувальний кабель; 16 - підсилювач; 17 - еквівалент віброперетворювача; 18 - кабель; 19 - вібродатчик; 20 - диск; 21 - сидіння оператора; 22 - ремінь кріплення вантажу; 23 - вантаж; 27 - верхня рухома рама 28 - віброізолятор; 29 - тахометр; 31 - вібратор; 32 - кожух; 33 опорна плита; 34 шарнір

2. Провести вимірювання рівнів вібрації при жорсткому зв'язку на сидінні оператора і робочій площадці лабораторної установки або в кабіні с.-г. машини у вертикальному і горизонтальному напрямках.

3. Провести вимірювання рівнів вібрації (віброприскорення).

4. Встановити віброізолятори типу АКСС під сидіння.

5. Виміряти віброприскорення на сидінні оператора і площадці.

6. Результати всіх вимірювань (середньоарифметичне) параметрів вібрації занести до таблиці А. Нормативні значення виробничої вібрації наведені у табл. 4-10.

7. Побудувати графіки залежності нормованих і виміряних рівнів вібраційних характеристик (рис 46).

8. Визначити ефективність засобів захисту (віброізоляції).

9. Зробити висновки щодо безпечності виміряних рівнів виробничої вібрації, наслідків впливу таких рівнів на працездатність і здоров'я персоналу та ефективність віброізоляції. Визначити за табл. 11 клас умов праці за шкідливістю виробничої вібрації.

Таблиця А - Результати вимірювань рівнів вібрації

Середньо геометричні частоти октавних смуг, Гц	Місце вимірювання			
	Нормовані значення віброприскорення, м/с^2		Виміряні значення віброприскорення, м/с^2	
	Х	У	Х	У
2,0				
4,0				
8,0				
16,0				
31,5				
63,0				
Коректовані, еквівалентні коректовані рівні				

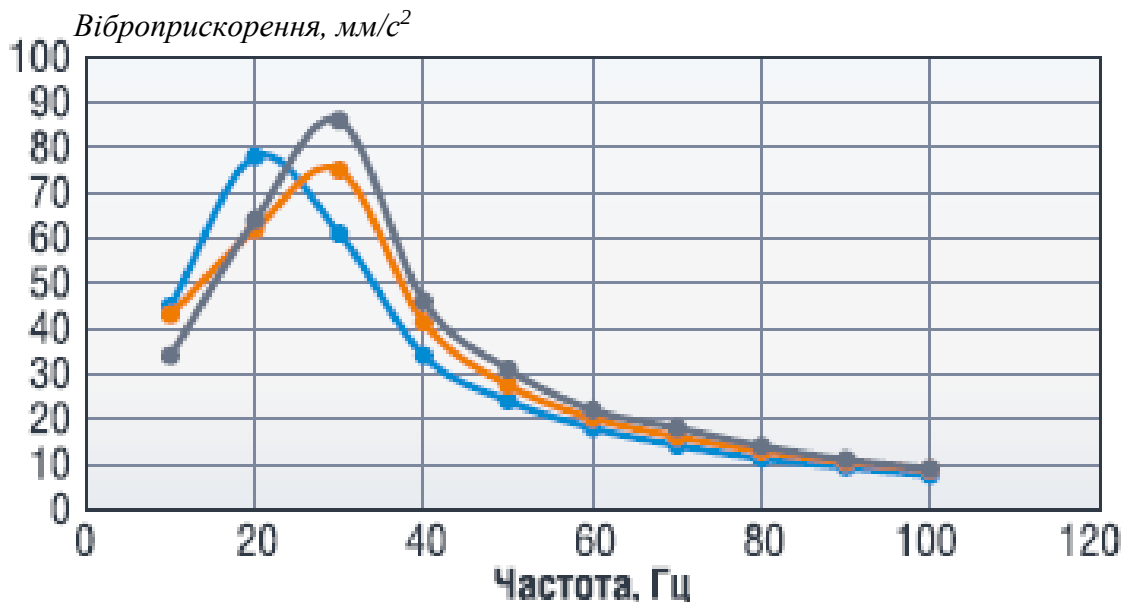


Рис. 46- Приклад побудови графіку рівнів виміряних значень виробничої вібрації в октавних смугах частот та нормованих значень, за категорією вібрації

Завдання 2. Оцінка рівнів виробничої вібрації на робочому місці

Порядок виконання завдання:

1. *Ознайомтесь із ситуаційною задачею за завданням викладача.*

Ситуаційні задачі

Задача 1. Проводиться атестація по чиннику «вібрація» робочих місць водія автомобіля транспортного цеху підприємства.

Робоче місце: кабіна мікроавтобуса вантажного ГАЗ-2705 «Газель». Мікроавтобус використовується для перевезення штучних і малогабаритних вантажів сумарною масою до 500 кг. Типовий технологічний робочий цикл складається з руху по асфальтованих дорогах з середньою швидкістю 60 км/год протягом не більше чотирьох годин за зміну. Решта часу не пов'язана з дією вібрації (оформлення документів, технічна підготовка мікроавтобуса до рейсів, очікування в процесі завантаження і вивантаження вантажів і т.п.).

Водій автомобіля при русі по асфальтованих дорогах з вантажем піддається дії транспортної вібрації (категорія 1). Типовий цикл характеризується непостійною по рівню вібрацією.

Під час роботи водій сидить в автомобільному кріслі з м'яким сидінням. Точка вимірювання вибирається на подушці сидіння, датчик кріпиться у напівжорсткому диску. Водій сидить на диску.

Датчик орієнтований вертикально для вимірювання у напрямі вертикальної осі Z_z , який за даними попереднього досвіду і літературних джерел відповідає максимальній вібрації.

Вимірювання проводилося в умовах імітації типового режиму при русі із швидкістю 60 км/год протягом 15 хв по асфальтованій дорозі поблизу підприємства в міських умовах (з перетином вулиць, за наявності регульованих перехресть і тощо). Прилад для вимірювань – шумомір інтегруючий – віброметр ШП-01В з цифровою індексацією.

Зміряне протягом 15 хв еквівалентне коректоване віброприскорення складає $0,9 \text{ м/с}^2$. Це число відповідає рівню еквівалентного коректованого віброприскорення 69 дБ. Знаходимо рівень еквівалентного коректованого віброприскорення по табл. 6 шляхом екстраполяції, тобто між значеннями $0,8 \text{ м/с}^2$, що відповідає 68 дБ і $1,12 \text{ м/с}^2$ – 71 дБ, знаходимо для заміряного значення $0,9 \text{ м/с}^2$ число, що дорівнює 69 дБ.

За табл. 2 знаходимо поправку на час дії вібрації, яка для чотирьох годин складає (-3) дБ. Знаходимо еквівалентний коректований рівень віброприскорення за зміну шляхом додавання $69 + (-3) = 66$ дБ. Нормування транспортної вібрації (категорії 1) проводиться по таблиці 6. В даному

прикладі фактичне значення 66 дБ перевищує норму, яка відповідає 65 дБ, в 1,015 разів. Результати вимірювання на робочому місці водія автомобіля та оцінка його умов праці надані в табл. Б.

Таблиця Б – Результати вимірювання виробничої вібрації на робочому місці водія та оцінка умов праці

Місто заміру	Умови заміру та інші додаткові дані	Від вібрації	Виміряне значення $\alpha_{\text{кор.екв}}, \text{м/с}^2$	Рівень $L_{\text{корекв}}, \text{дБ}$
Сидіння – робоче місце водія	Дія вібрації у напрямку Z_3 при руху по асфальтному шляху на протязі 4 годин за типовим циклом виміру протягом 15 хв	Загальна транспортна категорії 1	0,9	69
	Поправка на час (табл. 2)			–3
	Еквівалентний коректований рівень віброприскорення за зміну			66
	Нормативне значення (табл. 6)			65
	Перевищення (рази)			1,015

Таким чином рівень вібрації на робочому місці водія автомобіля може бути атестоване як шкідливі умови праці ступеня 3.1. Запропонуйте заходи для нормалізації умов праці на робочому місці водія автомобіля транспортного цеху підприємства.

Задача 2. Проводиться атестація по чиннику «вібрація» робочого місця машиніста крана, яке знаходиться у механічному цеху підприємства.

Робоче місце: кабіна мостового крана. Мостовий кран вантажопідйомністю до п'яти тонн, з одним візком.

Кран використовується для подачі важких заготовок масою до 1 тонни від місця їх доставки в цех до верстатів для обробки і потім доставки оброблених виробів до місць їх складування в цеху. У цеху розміщено п'ять фрезерних і координатно-розточувальних верстатів.

Типовий технологічний робочий цикл складається з наступних операцій:

- рух крана до місця узяття вантажу;
- пересування візка у точку над знаходженням вантажу;
- опускання крюка для захоплення строп з вантажем;
- підйом вантажу;
- переміщення крана з вантажем уздовж цеху до зони доставки вантажу;
- пересування візка з вантажем в положення над точкою доставки вантажу;

- опускання вантажу в точку доставки;
- підйом крюка в транспортне положення.

Умови праці характеризуються транспортно-технологічною вібрацією (категорія 2), яка створюється механізмами крана при його русі уздовж цеху, переміщенні візка по крану і механізмом підйому – опускання вантажу. Всі операції циклу характеризуються різною за рівнем вібрацією, тобто непостійною.

В проміжках між циклами і в період строповки вантажу кран знаходиться в режимі очікування із замороженими приводами рухів. Вібрація на кранівника в цей час не діє.

За даними експертних оцінок і нормам вироблення визначено наступне:

- найпоширеніша маса переміщуваного вантажу – 1 т;
- середня за зміну тривалість кожної з операцій типового циклу – 6 хв;
- середнє за зміну число циклів 60 (подача до кожного верстата 12 деталей за зміну).

Сумарна тривалість робіт при дії вібрації протягом зміни складає: 6 хв · 60 деталей = 360 хв (6 год).

Під час роботи кранівник сидить на кріслі (напівжорстке дерев'яне сидіння), яке прикріплено до жорсткої металевої рами, що виготовлена із сталевих кутів.

Точки вимірювання вибираються на сталевій рамі сидіння. Кріплення датчика до поверхні рами здійснюється на магніті поперемінно у напрямках вертикальної осі Z_3 і горизонтальної осі X_3 (у напрямку спина – груди).

Вимірювання проводилися в умовах імітації типового режиму роботи крана. Протягом імітаційного циклу тривалістю 5 хв вимірювалося еквівалентне коректоване віброприскорення $\alpha_{\text{кор.екв}}$, м/с². Вимірювання здійснювалися при повторенні циклу три рази.

Прилад для вимірювань: шумомір інтегруючий – віброметр ШІ-01 В з цифровою індикацією.

За результатами попередніх вимірювань для внесення в протокол і оцінки класу умов праці були вибрані вимірювання тільки у вертикальному напрямі уздовж осі Z_3 .

Середнє по трьох вимірюваннях еквівалентне коректоване значення віброприскорення одного типового циклу тривалістю 6 хв складає 0,28 м/с². Для заміряного значення $\alpha_{\text{кор.екв}}$ 0,28 м/с² за табл. 7 знаходиться рівень еквівалентного коректованого віброприскорення 59 дБ. За табл. 2 визначається поправка на час дії, яка дорівнює (–1,2) дБ.

Еквівалентний коректований рівень віброприскорення за зміну складає $59 + (-1,2) = 57,8 \approx 58$ дБ. Гранично допустимий рівень $L_{\text{кор.екв}}$, який має числове значення 59 дБ знаходиться за табл. 7. Таким чином отримане значення 58 дБ не перевищує норму. По табл. 11 за відсутності

перевищення нормативних значень умови праці відносять до допустимих, клас 2. Результати вимірювання на робочому місці машиніста крану та оцінка його умов праці надані в табл. В.

Зазначте, які технологічні заходи дозволяють забезпечувати рівень виробничої вібрації в межах нормативних показників.

Таблиця В – Результати вимірювання виробничої вібрації на робочому місці машиніста крану та оцінка умов праці

Місто заміру	Умови заміру та інші додаткові дані	Вид вібрації	Виміряне значення $a_{кор.екв}$, m/s^2	Рівень $L_{кор.екв}$, дБ
Сидіння – робоче місце машиніста крану	Дія вібрації у напрямку максимальної вібрації (вісь Z_3) при типовому циклі підйому та переміщення вантажу протягом 6 хв.	Загальна транспортна технологічна категорії 2	0,28	59
	Кількість циклів – 60.			
	Поправка на час (табл. 2)			-1,2
	Еквівалентний коректований рівень віброприскорення за зміну			58
	Норматив (табл. 7)			59
	Перевищення (рази)			Нема

Задача 3. Проводиться атестація по чиннику «вібрація» робочих місць слюсаря – електромонтажника ділянки збірки низьковольтного устаткування електромонтажного цеху підприємства.

Робоча зона: ділянка збірки низьковольтного устаткування.

Вібруюче устаткування, що використовується – ручні пристрої:

- пневматичні дріль і гайковерт при роботі на стапелі;
- електричний кутовий шліфувальний пристрій для доведення деталей.

Умови праці характеризуються локальною вібрацією, що створюється всіма перерахованими ручними пристроями і впливає на кожного з п'яти електромонтажників, що працюють з цими пристроями поперемінно протягом зміни.

Загальна вібрація підлоги у верстатів для гнуття, рубочно-пробивально-обрізного, заточного і свердлувального при великій масі і жорсткості покриття (на другому поверсі) створює на слюсарів незначну вібраційну дію. Тому загальна вібрація на цих робочих місцях слюсаря - електромонтажника не розглядається.

За даними експертних оцінок і нормам вироблення визначена тривалість кожної з операцій для одного працюючого і робіт інших електромонтажників з ручними пристроями і на верстатах.

Сумарна тривалість контакту з локальною вібрацією протягом зміни для працюючого складає:

- кутовим шліфувальним пристроєм, пневмо – і електрогайковертами – по 0,25 години на кожній операції;
- пневмо – і електродрилем – по 0,5 години на кожній операції.

Решту часу робочої зміни дія локальної вібрації відсутня.

Гайковерти і дрилі мають пістолетну рукоятку для правої руки, яка і створює зусилля подачі. Шліфувальна машина має дві горизонтально розташовані рукоятки. Всі машини в основному використовуються у горизонтальному положенні: при загортанні гайковертом болтів і гайок уздовж горизонтальної осі, свердлуванні дрилем отворів у вертикальних поверхнях і відрізуванні кутовим шліфувальним пристроєм частин деталі, що затиснена у лещата при горизонтальній подачі.

Точки вимірювання у кожного пристрою вибираються на правій рукоятці уздовж осі Z_L (по напрямку передпліччя, подачі і уздовж поздовжньої осі пристрою), де з досвіду і за літературними даними вібрація максимальна.

Для кутового шліфувального пристрою додатково приймається точка на лівій рукоятці уздовж тієї ж осі Z_L .

Вимірювання проводилися в умовах безперервної роботи ручних пристроїв протягом 1 хв при імітації робочих операцій: завертання гайок і болтів протягом часу значно більшого, ніж потрібен для їх затягування, свердлування отворів в декількох бракованих деталях, відрізування від бракованих деталей такого числа елементів, яке необхідне для виконання вимірювань.

Прилад для вимірювань – шумомір інтегруючий – віброметр ШІ-01В з цифровою індикацією.

Вимірюється еквівалентне коректоване значення віброприскорення $a_{\text{кор.екв}}$, м/с^2 , протягом не менше ніж трьох імітаційних циклів роботи кожного ручного пристрою.

У таблиці Г приведені отримані значення еквівалентних коректованих значень віброприскорення за період вимірювання в кожній точці і час дії цих значень у вказаних точках. По отриманих еквівалентних коректованих значеннях віброприскорення у табл. 5 знаходимо відповідні їм рівні віброприскорення. Проміжні значення одержуємо шляхом екстраполяції.

Таблиця Г – Результати вимірювання локальної вібрації (ось Z_L) на робочому місці слюсаря - електромонтажника

Точки заміру, назва ручних пристроїв	Час дії, год	Виміряне значення $a_{\text{кор.екв}}$, м/с^2	Рівень $L_{\text{кор.екв}}$, дБ	Поправка на час дії, дБ	Рівень за зміну $L_{\text{кор.екв}}$, дБ
т. 1 – кутовий шліфувальний пристрій	0,25	2,2	77	–15	62
т. 2 – кутовий шліфувальний пристрій	0,25	2,6	79	–15	64
т. 3 – пневматична дріль	0,50	1,8	75	–12	63
т. 4 – пневматичний гайковерт	0,25	3,2	80	–15	65
т.5 – електрична дріль	0,50	1,4	73	–12	61
6 – електричний гайковерт	0,25	3,5	81	–15	66

Використовуючи табл. 1, підсумовуємо отримані значення рівнів $L_{\text{кор.екв}}$ за зміну попарно.

Перші два рівні 62 і 64 дБ. Їх різниці $(64 - 62) = 2$ дБ відповідає добавка, що дорівнює 2,0 дБ. Тоді їх сума дорівнює $64 + 2,0 = 66$ дБА.

Наступні 63 і 65 дБ. Їх різниці $(65 - 63) = 2$ дБ відповідає добавка, що також дорівнює 2,0 дБ. Сума дорівнює $65 + 2,0 = 67$ дБА.

Остання пара – 61 та 66 дБ. Їх різниці $(66 - 61) = 5$ дБ відповідає добавка, що дорівнює 1,2 дБ. Сума дорівнює $66 + 1,2 \approx 67$ дБА.

Попарно складаємо 67 і 67 дБ. З урахуванням добавки отримаємо 70 дБ. Далі к 70 дБ додаємо 66 дБ. Їх різниці 4 дБ відповідає добавка 1,5 дБ. Сумарне значення – 71,5 дБ. Округляємо та одержуємо 72 дБ.

Таким чином, значення еквівалентного коректованого рівня віброприскорення за зміну складає 72 дБ. Нормування локальної вібрації проводиться за табл. 5 і складає 76 дБ. Відповідно до табл. 11 за відсутності перевищення нормативних значень умови праці по чиннику вібрації є допустимими, клас 2.

Завдання для самостійного виконання

Задача 4. У ткацькому цеху вимірювалися рівні віброприскорення підлоги робочого місця в точці А (у напрямку осі Z_3) спектральним методом в октавних смугах частот 2; 4; 8; 16; 31,5 і 63 Гц. Результати вимірів надані в табл. Д. Розрахувати середнє значення рівнів віброприскорення на кожній

частоті. Надати оцінку умов праці на робочому місці. Запропонувати напрямки зменшення впливу виробничої вібрації.

Таблиця Д – Результати вимірів рівнів віброприскорення

Середньо геометричні частоти смуг, Гц	Рівні віброприскорення, дБ
2	84, 90, 92
4	82, 88, 86
8	88, 85, 93
16	88, 92, 97
31,5	87, 85, 94
63	85, 90, 92

Задача 5. Робітник обробляє деталі рубочно-пробивальним молотком М12 і знаходиться під дією локальної вібрації впродовж 8 годин. Результати вимірів рівнів віброприскорення надані в табл. Е. Визначити коректоване значення рівнів віброприскорення та надати оцінку умова праці робітника. Запропонувати напрямки зменшення впливу виробничої вібрації.

Таблиця Е – Результати вимірів рівнів віброприскорення

Середньо геометричні частоти смуг, Гц	Рівні віброприскорення, дБ
8	120
16	120
31,5	107
63	106
125	97
250	97
500	115
1000	100

Задача 6. Обробка чавунного лиття здійснювалася рубочним молотком М-3. Проводилися виміри локальної вібрації на рукоятці молотка (по осі Z) спектральним методом. Були проведені три відліки і розраховані середні рівні віброприскорення в октавних смугах частот. Час роботи рубочним молотком склав 5 годин. Результати вимірів рівнів віброприскорення надані в табл. Ж. Визначити еквівалентне коректоване значення рівнів віброприскорення та надати оцінку умов праці. Запропонувати напрямки зменшення впливу виробничої вібрації.

Таблиця Ж – Результати вимірів рівнів віброприскорення

Середньо геометричні частоти смуг, Гц	Рівні віброприскорення, дБ
8	108
16	115
31,5	121
63	118
125	112
250	107
500	104
1000	102

Задача 7. Вивчались умови праці тракториста за показниками вібрації. Робота тракториста здійснюється у вимушеній робочій позі сидячи, вимагає напруження м'язів верхніх і нижніх кінцівок у зв'язку з необхідністю перемикає важелі управління. Коректовані значення (і відповідні їм рівні) віброприскорення на робочому місці склали: при русі по асфальтовій дорозі 120 дБ, по ґрунтовій дорозі – 127 дБ, при роботах, що пов'язанні з оранкою землі, – 126 дБ. Хронометраж робочого часу показав, що впродовж робочої зміни рух по асфальтовій дорозі складає 1 год, по ґрунтовій – 2 год, а орні роботи займають 5 год.

Визначити еквівалентний коригований рівень вібрації на робочому місці тракториста. Надати оцінку умов праці та запропонувати напрямки зменшення впливу виробничої вібрації.

**Контрольні питання для перевірки знань з практичного заняття
на тему «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи
боротьби з вібрацією»**

1. Як класифікується вібрація за способом її передачі на тіло людини?
2. Як класифікується загальна вібрація за джерелом її виникнення?
3. Як поділяють вібрацію за часовою характеристикою?
4. Як характеризують вібрацію за напрямком дії?
5. За допомогою яких методів здійснюється гігієнічна оцінка вібрації, яка діє на людину у виробничих умовах?
6. Які показники нормуються при дії постійної вібрації?
7. Яку вібрацію слід віднести до непостійної?
8. Для визначення якого показника використовують вагові коефіцієнти?
9. Як чином визначається середнє значення рівнів віброшвидкості або віброприскорення? Дати пояснення.
10. Що потрібно знати для розрахунку вібрації, що змінюється у часі в продовж зміни?
11. Який параметр нормується при інтегральній оцінці вібрації по спектру частот?
12. Яка може бути непостійна вібрація з урахуванням часу дії?
13. Який параметр нормується при дії непостійної вібрації (за винятком імпульсної)?
14. Як вибирають точки виміру локальної та загальної вібрації?
15. Яку вібрацію відносимо до переривчастої?
16. Як здійснюється оцінка умов праці за показниками вібрації?
17. Яка нормативна документація використовується для оцінювання результатів дії вібрації на робочому місці?
18. До якого класу умов праці слід віднести дію загальної вібрації, якщо еквівалентний скоригований рівень віброприскорення перевищує ГДР в 1,5 разів?
19. В яких одиницях вимірюється рівень еквівалентного коректованого віброприскорення?
20. Яку вібрацію відносять до технологічної (категорія 3)?

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99. Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 р. N 39 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>
2. Основи охорони праці: Навч. посіб./ Березуцький В.В. та ін.; За заг. ред. В.В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. - Х.: Факт, 2007. – 480 с.
3. Основи охорони праці: навч. посібник. / Запорожець О. І. та інші.; Вид-во: Центр учбової літератури, 2009. 264 с.
4. ГН 3.3.5-8.6.6.1-2014 Державні санітарні норми і правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Затверджено МОЗ України 08.04.2014 № 248. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>
5. Сафонов В.В., Діденко Л.М., Мелашевич В.В., Стрежекуров Е.Є., Абракітов В.Е., Піліпенко А.В., Гасило Ю.А., Бровченко К.А., Папірник Р.В. Охорона праці під час виготовлення та монтажу будівель і споруд з металевих конструкцій / (За ред. В.В. Сафонова). К.: Основа, 2004. – 384 с.
6. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. та інші. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.
7. Лекції «Основи охорони праці». [Електронний ресурс] - Режим доступу moodle.btu.kharkiv.ua (дата звернення 19.01.2025).

ЕЛЕКТРОННІ АДРЕСИ БІБЛІОТЕК:

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського
<http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Національна парламентська бібліотека України
<https://nlu.org.ua/>
3. Бібліотека Верховної Ради України <http://lib.rada.gov.ua/>
4. Харківська державна наукова бібліотека імені В.Г. Короленка
<https://korolenko.kharkov.com/>
5. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
<https://sci.ldubgd.edu.ua/>
6. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
<https://lib.npu.edu.ua/>
7. Державна науково-технічна бібліотека України
<http://www.gntb.gov.ua/ua/>
8. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В.О. Сухомлинського <http://dnrb.gov.ua/ua/>
9. Львівська національна наукова бібліотека ім. В. Стефаника
<http://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/golovna2/>
10. Наукова бібліотека Національного університету "Києво-Могилянська академія" <https://www.ukma.edu.ua/>
11. Науково - технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенко Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"
<http://library.ntu-kpi.kiev.ua/>
12. Київський національний торговельно-економічний університет
<https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=7240&uk>

Навчальне видання

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Методичні вказівки
до виконання практичних занять
за темою «Дослідження виробничої вібрації. Нормування і методи боротьби
з вібрацією»

Автори-укладачі:

ЛЯШЕНКО Сергій Олексійович
ФЕСЕНКО Алла Михайлівна

Формат 60x84/16 Гарнітура Time New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 1,5
Наклад 100 пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44