

ПРИЛОГ 1.

Методологија мјерења изложености радника вибрацијама које се преносе преко шаке и руке

1. Увод

У сврху процјене ризика изложености радника вибрацијама које се преносе преко шаке и руке, користи се параметар дневна изложеност вибрацијама $A(8)$. Овај параметар је величина која зависи од укупне вриједности вибрација и трајања изложености вибрацијама током дана. Детаљан опис процедура мјерења и процјене изложености људи вибрацијама које се преносе преко руку дат је у стандардима BAS EN ISO 5349-1 (Механичке вибрације - Мјерење и процјена изложености људи вибрацијама које се преносе преко руку - Дио 1: Општи захтјеви) и BAS EN ISO 5349-2 (Механичке вибрације - Мјерење и процјена изложености људи вибрацијама које се преносе преко руку - Дио 2: Практичне смјернице за мјерење на радном мјесту).

2. Дефиниције

2.1 Дневна изложеност вибрацијама

Дневна изложеност вибрацијама, $a_{hv}(eq,8h)$, представља укупну енергетски еквивалентну вриједност вибрација за 8-часовно вријеме, исказану у метрима у секунди за секунду (m/s^2). Често се користи и ознака $A(8)$. Дневна изложеност вибрацијама одређена је једначином:

(1)

$$A(8) = a_{hv}(eq,8h) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

При томе су:

a_{hv} - укупна вриједност вибрација, исказана у (m/s^2),

T - укупно дневно трајање изложености вибрацијама a_{hv} ,

T_0 - референтно трајање од 8 часова (8 h или 28800 s).

Ако је радни процес такав да се укупна дневна изложеност састоји од n операција које имају различит ниво вибрација, онда се дневна изложеност вибрацијама $A(8)$ израчунава из једначине:

(2)

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

При томе су:

a_{hvi} - укупна вриједност вибрација за i -ту операцију, исказана у (m/s^2),

n - број операција (тј. појединачних изложености вибрацијама),

T_i - трајање изложености вибрацијама за i -ту операцију.

Умјесто једначине (2), може се користити једначина:

(3)

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2(8)}$$

При томе $A_i(8)$ представља парцијалну изложеност, тј. дневну изложеност вибрацијама за i -ту операцију, исказану у (m/s^2), која се одређује из једначине:

(4)

$$A_i(8) = a_{hvi} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$$

2.2 Укупна вриједност вибрација

Укупна вриједност вибрација, a_{hv} , исказана у (m/s^2), израчунава се као квадратни коријен из збира квадрираних вриједности ефективних убрзања a_{hwi} , измјерених за три ортогонална правца x , y и z , из једначине:

(5)

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

При томе су:

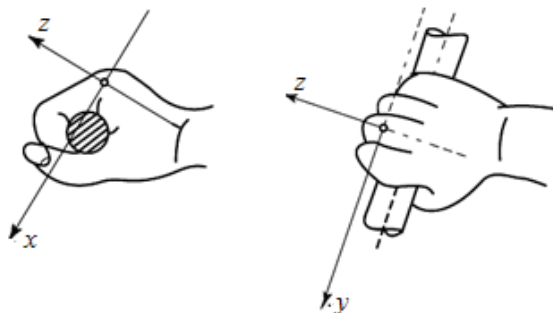
a_{hwx} - ефективна вриједност убрзања (rms - root mean square) једноосне вибрације мјерене у x правцу уз коришћење одговарајуће фреквенцијске карактеристике за вибрације руке/шаке, исказана у (m/s^2),

a_{hwy} - ефективна вриједност убрзања (rms - root mean square) једноосне вибрације мјерене у y правцу уз коришћење одговарајуће фреквенцијске карактеристике за вибрације руке/шаке, исказана у (m/s^2),

a_{hwz} - ефективна vrijednost ubrzanja (rms - root mean square) jednoosne vibracije mjerene u z pravcu uz korišćenje odgovarajuće frekvenцијске карактеристике за vibracije руке/шакe, iskazana u (m/s^2).

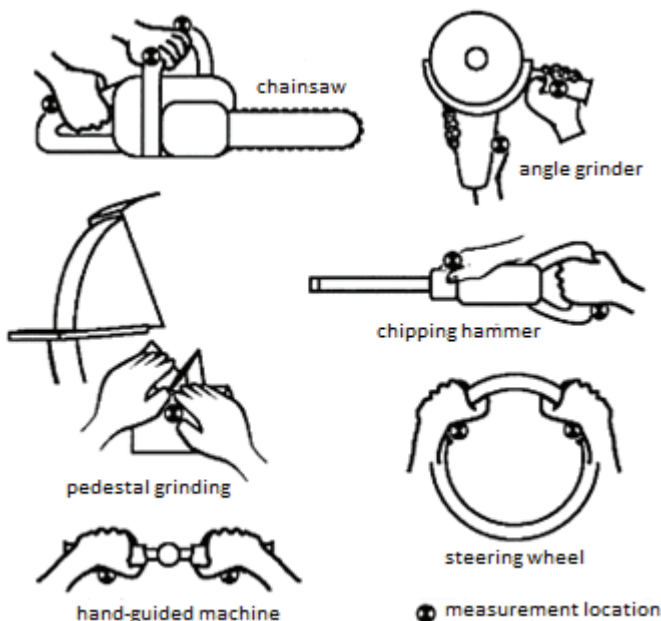
3. Координатни систем у односу на који се мјере vibracije које се преносе преко шакe и руке

Vibracije које се преносе преко руке мјере се симултано у три ортогонална правца, према базицентричном ортогоналном координатном систему приказаном на слици 1, чије је исходиште смјештено на позицији на којој се vibracija преноси са извора vibracija на шаку.



Слика 1: Базицентрични координатни систем

4.3 Мјерне позиције и постављање акцелерометра



Слика 2: Примјери мјерних локација

Vibraciju треба мјерити на оном дијелу површине шакe преко које се vibracija преноси са машине (алата) на шаку/руку. Прије извођења мјерења важно је уочити како се машина (алат) или радни комад придржава у току извођења радне операције, те акцелерометар поставити у средини зоне хватања ручке машине (алата) или радног предмета, како показује слика 2. Како би се машина (алат) користила неометано и безбједно, најбоља позиција за акцелерометар је у близини команди за укључивање/искључивање машине (алата). Акцелерометар треба да буде монтиран на начин да је обезбијењено чврсто налијегање акцелерометра на мјерну површину, а то се остварује помоћу вијака, цемента или лепила, траке за везивање или адаптера. Да би се обезбиједило правилно налијегање акцелерометра на мјерну површину, препоручује се коришћење специјалних мјерних адаптера за акцелерометре (L или T облика, кубних адаптера), који се постављају између шакe и ручке машине или између прстију (слика 3). Детаљне упуте о избору локације и постављању акцелерометара дате су у стандардима BAS ISO 5348 (Механичке vibracije

4. Мјерна опрема за мјерење vibracija које се преносе преко шакe и руке

4.1 Увод

Мјерна опрема за мјерење изложености радника vibrацијама састоји се од мјерног уређаја за мјерење vibracija и акцелерометра. Мјерни уређаји морају имати интегрисане фреквенцијске карактеристике за мјерење vibracija рука/шакa и капацитете за процесирање мјерних параметара. Мјерни уређаји и опрема треба да задовољавају захтјеве стандарда BAS EN ISO 8041 (Реакција људи на vibracije - Мјерни инструменти), којим је специфициран минимум захтјева које мора задовољити мјерна опрема. Карактеристике мјерног система треба да буду верификоване у одређеним временским интервалима, које може прописати одговарајуће државно тијело одговорно за подручје у којем се користе мјерни инструменти. Овом верификацијом обезбјеђује се да мјерни инструменти функционишу унутар толеранцијских граница дефинисаних стандардом BAS EN ISO 8041. Прије и након сваке употребе мјерних уређаја, потребно је проверити да ли исправно функционишу.

4.2 Акцелерометри

Избор типа акцелерометра треба извршити у зависности од очекиване амплитуде vibracija, захтијеваног фреквенцијског опсега, физичких карактеристика површине на којој се изводи мјерење и услова средине у којој се користи. Препоручује се коришћење троосних акцелерометара помоћу којих се симултано мјере vibracije (a_{hwz} , a_{hw} , a_{hwz}) у три ортогонална правца (x, y, z) базицентричног координатног система.



Слика 3: Примјери мјерних адаптера

и удари - Механичка монтажа акцелерометра) и BAS EN ISO 5349-2 (Механичке vibracije - Мјерење и процјена изложености људи vibrацијама које се преносе преко руку - Дио 2: Практичне смјернице за мјерење на радном мјесту).

5. Припрема мјерне процедуре

5.1 Увод

Радник током дана може изводити различите радне операције, а изложеност радника vibrацијама може варирати у зависности од операције коју изводи, коришћене машине (алата) или радног режима за дату машину (алат). Да би се извршила процјена дневне изложености радника vibrацијама, потребно је извршити детаљну анализу процеса рада и активности радника, те идентификовати операције за које постоји изложеност vibrацијама.

5.2 Избор операција за које је потребно извршити мјерење

Да би се добила добра процјена дневне изложености vibrацијама, потребно је идентификовати сљедеће:

а) изворе изложености вибрацијама, тј. машине или алата које радник користи различите режиме рада машина и алата, на примјер:

- моторна пила може радити у празном ходу, под пуним оптерећењем при резању трупца, или под малим оптерећењем при одсијецању бочних грана,

- бушилица може радити у ударном или неударном режиму рада и може имати различите бројеве обртаја итд.;

б) промјене у условима рада који могу утицати на изложеност вибрацијама, на примјер:

- чекићи који се користе за разбијање бетона иницијално раде на тврдој бетонској површини, а потом на мекшим слојевима испод,

- брусилица која се иницијално користи на грубо уклањање главнине метала, а потом се користи за фино чишћење и обликовање;

в) уметнуте алате који могу узроковати вибрације, на примјер:

- брусилице код којих се користе брусни папири различите финоће,

- моторна дијетла која могу радити различитим фреквенцијама удараца, итд.

У зависности од уочених карактеристика извора вибрација, режима рада, промјена у условима рада, за сваку операцију потребно је одредити вријеме трајања изложености вибрацијама T_i и извршити мјерење укупне вриједности вибрација a_{hv} према одговарајућој методологији мјерења.

6. Методологија мјерења

6.3 Организација мјерења

Мјерење вибрација може бити организовано на четири основна начина:

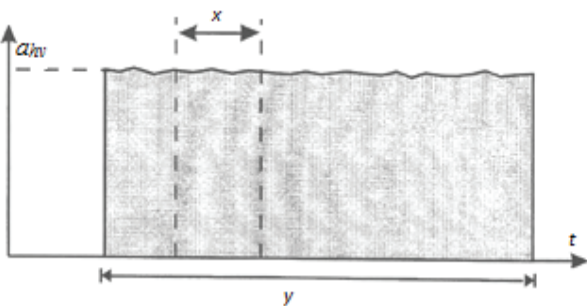
а) Дуготрајно мјерење - континуирана радна операција

Радна операција траје дуго и континуирано, а радник је све вријеме у контакту са извором вибрација (нпр. употреба брусилице за паркет, машине за чишћење и полирање подова, косилице и сл.), тј. руке радника су стално у контакту са ручком машине (алата). Укупна вриједност вибрација a_{hv} мјери се током дужег периода, а вријеме T_i изложености радника вибрацијама за дату операцију јесте укупно вријеме током којег радник користи дату машину (алат). Одговарајући узорак оваквих вибрација приказан је амплитудно - временским дијаграмом на слици 3,

при томе:

- x је трајање мјерења вибрација,

- y је укупно трајање радне операције, које је уједно и вријеме изложености радника вибрацијама T_i за ову операцију.



Слика 3. Дуготрајно мјерење - континуирана радна операција

б) Дуготрајно мјерење - радна операција са кратким прекидима

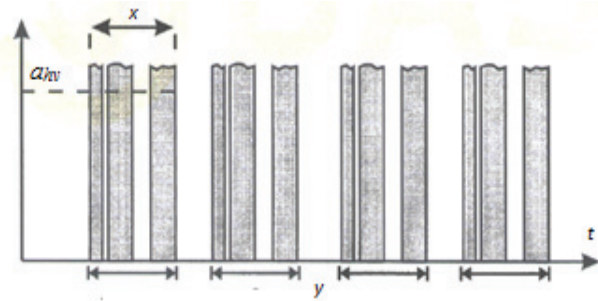
Радна операција траје дуго и укључује кратке прекиде током којих радник није изложен вибрацијама, али руке радника све вријеме остају у контакту са извором вибрација, тј. површином ручке алата или радним комадом (нпр. употреба брусилица, моторних пила, пнеуматских чекића и сл.). У овом случају укупна вриједност вибрација a_{hv} мјери се током дужег периода током којег се машина (алат) нормално користи, укључујући и кратке периоде прекида рада, и то обично одговара једном циклусу рада (нпр. обрада једне радне површине или обрада једног радног комада). Вријеме изложености радника вибрацијама T_i представља укупно вријеме током којег се дати алат користи у датој операцији. Одговарајући узорак оваквих вибрација приказан је амплитудно - временским дијаграмом на слици 4,

при томе:

- x је трајање мјерења вибрација (укључени су и кратки прекиди током рада),

- $y = \sum x$ је укупно вријеме употребе дате машине (алата), које уједно представља вријеме изложености вибрацијама T_i за дату радну операцију.

Предност овог начина мјерења је у томе што измјерена вриједност вибрација репрезентује стварни задатак - операцију, укључујући процес почетка и завршетка рада алата, а укупна вриједност вибрације је доминантно зависна од времена током којег радник стварно употребљава алат за рад.



Слика 4. Дуготрајно мјерење - радна операција са кратким прекидима

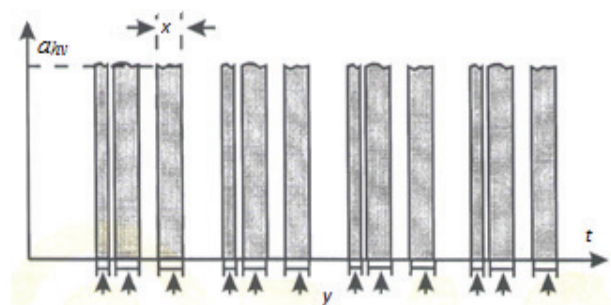
в) Краткотрајно мјерење - радна операција са кратким прекидима

У операцијама током којих руке радника нису у сталном контакту са вибрирајућом површином, на примјер када се машина (алат) или радни комад често одлаже или се врши краткотрајна измјена на алату (измјена брусног папира или уметнутог алата), могуће је извести само краткотрајно мјерење током сваке фазе радне операције (ово је чест случај код употребе ручних брусилица, брусилица са постољем, моторних пила, пнеуматских чекића и сл.). Ако стварна фаза рада траје прекратко да би се извело поуздано мјерење, могуће је извршити симулацију радне операције на начин да се изводи нешто дуже вријеме без прекида рада алата, у условима који су што сличнији стварним. Одговарајући узорак оваквих вибрација приказан је амплитудно - временским дијаграмом на слици 5,

при томе:

- x је трајање мјерења вибрација (нису укључени кратки прекиди рада),

- $y = \sum x$ је укупно вријеме трајања операције, које уједно представља вријеме изложености радника вибрацијама T_i за дату радну операцију.



Слика 5. Краткотрајно мјерење - радна операција са кратким прекидима

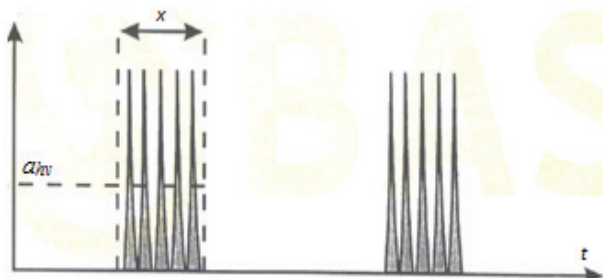
г) Мјерење за операције у којима се јављају ударни импулси

За радне операције у којима је радник изложен краткотрајним ударним импулсима (нпр. употреба чекића и пиштоља за закивање нитни, ексера и сл.), мјерење вриједности вибрација изводи се током неког коначног (фиксног) времена које укључује једну или више комплетних операција датим алатом. Мјерење укључује кратки период прије почињања операције, између појединих импулса у циклусу и нешто након завршетка циклуса - операције. Типичан узорак оваквих вибрација приказан је амплитудно - временским дијаграмом на слици 6, а при томе x представља трајање мјерења вибрација.

У овом начину мјерења потребно је утврдити укупан број циклуса изложености ударним вибрацијама током радног дана. Вријеме изложености вибрацијама T_i за овакву радну операцију израчунава се из једначине:

(6)

$$T_i = \frac{\text{број импулса (удара) током дана}}{\text{број импулса (удара) у мјерном времену}} \times x \text{ трајање мјерења}$$



Слика 6. Мјерење коначног трајања за операције у којима се јављају ударни импулси

6.4 Трајање мјерења вибрација

Вибрације се мјере током периода који је репрезентативан за типичну употребу дате машине (алата) и за дати процес. Препоручује се да мјерење почне у тренутку када радник стави руке на вибрирајућу површину и заврши када се тај контакт прекине. Могуће је да током мјерења дође до варирања амплитуде вибрација, као и да постоје кратки прекиди током којих нема изложености вибрацијама. Минимално вријеме трајања мјерења зависи од сигнала вибрације, коришћеног инструмента и карактеристика операције, а не треба да буде краће од 1 (једног) минута.

6.5 Оцјена трајања дневне изложености вибрацијама

За сваки извор вибрација потребно је одредити трајање изложености вибрацијама. Одређивање времена излагања вибрацијама може бити базирано на:

- мјерењу стварног времена изложености радника вибрацијама током периода нормалне употребе дате машине (алата), а то се може извести коришћењем штопернице или прегледањем видео-записа типичног радног процеса,

- информацијама о радном процесу и трајању радних операција, када се од радника или њихових непосредних руководилаца прикупљају информације о трајању и карактеристикама радних операција.

Као најпоузданији извор информација о трајању типичног радног процеса препоручује се коришћење видео-записа, из којег се тачно може утврдити трајање радне операције са свим њеним карактеристикама, као и број радних комада које радник обради током једне операције или укупног радног дана, уколико радник изводи више различитих операција током радног дана.

7. Прорачун дневне изложености вибрацијама

Ако радник током радног дана изводи n радних операција, прорачун дневне изложености вибрацијама $A(8)$ врши се према следећем:

- за сваку i -ту операцију мјери се (коришћењем троосног акцелерометра) укупна вриједност вибрација a_{hvi} и одређује се трајање дневне изложености вибрацијама T_i за дату операцију, према одабраној методологији описаној у тачки 6. овог прилога,

- дневна изложеност вибрацијама $A(8)$ прорачунава се из једначине (2), тј.:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

гдје је n укупан број операција током радног дана, а T_0 је референтно трајање радног дана од 8 часова.

Алтернативни начин прорачуна је да се за сваку i -ту операцију израчуна парцијална изложеност вибрацијама $A_i(8)$ према једначини (4), тј.:

$$A_i(8) = a_{hvi} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$$

а потом одреди дневна изложеност вибрацијама $A(8)$ према једначини (3), тј.:

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2(8)}$$

Методологија мјерења изложености радника вибрацијама цијелог тијела

1. Увод

У сврху процјене ризика изложености радника вибрацијама цијелог тијела користи се параметар дневна изложеност вибрацијама $A(8)$. Овај параметар је величина која зависи од ефективне вриједности убрзања вибрација и трајања изложености вибрацијама током дана. Детаљан опис процедура мјерења и процјене изложености људи вибрацијама цијелог тијела дат је у стандардима BAS EN ISO 14253+A1 (Механичке вибрације - Мјерење и прорачун професионалне изложености цијелог тијела вибрацијама у односу на здравље - Практичне смјернице) и BAS ISO 2631-1 (Механичке вибрације и удари - Процјена изложености људи вибрацијама цијелог тијела - Дио 1: Општи захтјеви).

2. Дефиниције

2.1 Дневна изложеност вибрацијама

Дневна изложеност вибрацијама $A(8)$ за правце $l = x, y, z$ представља укупну енергетски еквивалентну вриједност вибрација за 8-часовно вријеме, исказану у метрима у секунди за секунду (m/s^2), и одређена је једначином:

(1)

$$A_l(8) = k_l \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_i a_{wli}^2 T_i}$$

При томе су:

a_{wli} - ефективна вриједност убрзања (rms - root mean square) измјерена током времена T_i уз коришћење одговарајуће фреквенцијске карактеристике за вибрације цијелог тијела, исказана у (m/s^2),

T_0 - референтно трајање од 8 часова,

T_i - трајање изложености вибрацијама за i -ту операцију или радни циклус,

$l = x, y, z$ - правац мјерења вибрације,

k_l - константа која зависи од правца мјерења вибрација ($k_x = k_y = 1,4; k_z = 1$).

Индивидуално учешће i -те операције у дневној изложеност за правце $l = x, y, z$ израчунава се из једначине:

(2)

$$A_{li}(8) = k_l a_{wli} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$$

2.2 Средња вриједност вибрације

Средња вриједност вибрације за правце $l = x, y, z$ исказана у (m/s^2), за серију мјерења коју чини N узорака, израчунава се из једначине:

(3)

$$a_{wl} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{j=1}^N a_{wlj}^2 t_j}$$

При томе су:

a_{wlj} - измјерена ефективна вриједност убрзања за j -ти узорак мјерења,

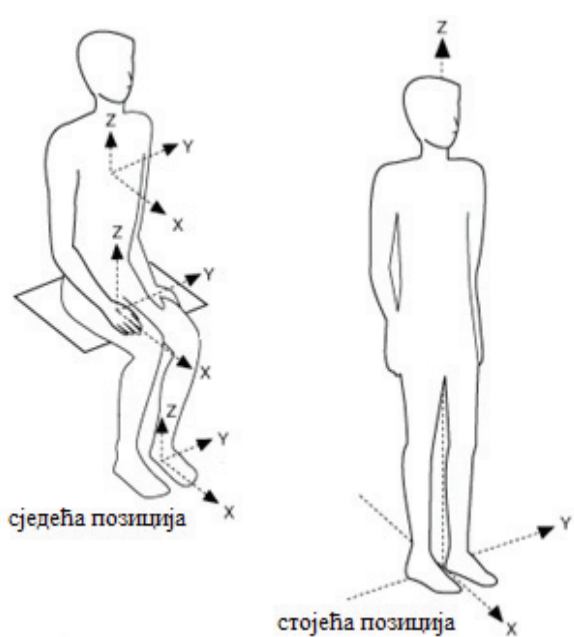
N - број узорака мјерења,

t_j - трајање мјерења j -тог узорка,

$T = \sum_{j=1}^N t_j$ - укупно трајање мјерења.

3. Координатни систем у односу на који се мјере вибрације цијелог тијела

Вибрације цијелог тијела мјере се симултано у три ортогонална правца x, y, z према базицентричном координатном систему приказаном на слици 1, чије је исходиште смјештено на позицији на којој се вибрације преносе са извора вибрација на тијело.



Слика 1: Базицентрични координатни систем

4. Мјерна опрема за мјерење вибрација које се преносе преко руке и шакве

4.1 Увод

Мјерна опрема за мјерење изложености радника вибрацијама састоји се од мјерног уређаја за мјерење вибрација и акцелерометра. Мјерни уређаји морају имати интегрисане фреквенцијске карактеристике за мјерење вибрација цијелог тијела и кондензаторе за процесуирање мјерних параметара. Мјерни уређаји и опрема треба да задовољавају захтјеве стандарда BAS EN ISO 8041 (Реакција људи на вибрације - Мјерни инструменти), којим су специфицирани минимални захтјиви које мора задовољити мјерна опрема. Карактеристике мјерног система треба да буду верификоване у одређеним временским интервалима које може прописати одговарајуће државно тијело одговорно за подручје у којем се користе мјерни инструменти. Овом верификацијом обезбјеђује се да мјерни инструменти функционишу унутар толеранцијских граница дефинисаних стандардом ISO 8041. Прије и након сваке употребе мјерних уређаја, потребно је проверити да ли исправно функционишу.

4.2 Акцелерометри

Избор типа акцелерометра треба извршити у зависности од очекиване амплитуде вибрација, захтијеваног фреквенцијског опсега, физичких карактеристика површине на којој се изводи мјерење и услова средине у којој се користи. Препоручује се коришћење троосних акцелерометара помоћу којих се симултано мјере вибрације (aw_x , aw_y , aw_z) у три ортогонална правца x , y и z .

4.3 Мјерне позиције и постављање акцелерометра

Акцелерометар треба да буде постављен на мјесто на којем се вибрација преноси са извора вибрације на људско тијело, тј. на сједало за особу у сједећој позицији или на под за особу у стојећој позицији. Приликом постављања акцелерометра на мјерну позицију потребно је водити рачуна да су координатне осе назначене на тијелу акцелерометра усмјерене у одговарајућим правцима базицентричног координатног система приказаног на слици 1.

Сједећа позиција: Вибрација се мјери на површини за сједење и наслону за леђа. Ако површина за сједење није крута или је израђена од еластичног материјала, акцелерометар треба да буде монтиран у специјални полукрутни диск (тзв. Seat Pad), који се постави на сједало и на којем човјек сједи током мјерења.

Стојећа позиција: Вибрација се мјери на вибрирајућој површини (радној платформи) на којој је стопало најчешће ослоњено. Акцелерометар треба да буде круто причвршћен за површину ослањања (помоћу магнета, лепила, двострано лепљиве траке и сл.) и постављен што ближе мјесту контакта стопала са радном платформом (обично унутар 100 mm од центра ослањања). Ако је радна платформа прекривена еластичним материјалом, може се користити крута плоча (димензија око 300 mm x 400 mm) на коју човјек стане, а акцелерометар се постави у центар плоче.

5. Припрема мјерне процедуре

5.1 Увод

Радник током дана може користити различите радне машине и изводити различите радне операције, а изложеност радника

вибрацијама може варирати у зависности од операције коју изводи, коришћене машине или радног режима за дату машину. Да би се извршила процјена дневне изложености радника вибрацијама, потребно је извршити детаљну анализу процеса рада и активности радника, те идентификовати операције за које постоји изложеност вибрацијама.

5.2 Избор операција за које је потребно извршити мјерење

Да би се добила добра процјена дневне изложености вибрацијама, тј. да би се установио профил изложености, потребно је за типични (репрезентативни) радни дан идентификовати сљедеће:

а) изворе изложености вибрацијама, тј. радне машине које радник користи при извођењу различитих задатака и радних операција;

б) различите режиме рада машина током радне операције, на примјер:

- моторни виљушкар може бити у режиму кретања, подизања терета или радити у стационарном положају,

- багер може бити у режиму кретања или копања или у комбинацији та два процеса итд.;

в) промјене у условима рада који могу утицати на изложеност вибрацијама, на примјер промјена брзине кретања мобилне машине, кретање машине без оптерећења или под пуним оптерећењем, коришћење различитих алата на машинама током рада;

г) карактеристике тла по којем се врши кретање радне машине;

д) карактеристике сједишта возача у радној машини;

ђ) број циклуса неке операције коју радник изведе током дана;

е) просјечно вријеме трајања операције;

и) ако је могуће, природу вибрација (на примјер да ли су континуиране или са импулсима, постоје ли удари, који су главни правци вибрација, извори и сл.).

Потребно је прибавити што више информација од радника и њихових непосредних руководиоца.

У зависности од уочених карактеристика извора вибрација, режима рада, промјена у условима рада, за сваку операцију или радни циклус потребно је одредити вријеме трајања изложености вибрацијама T_i и извршити мјерење ефективне вриједности вибрација aw_l према одговарајућој методологији мјерења.

6. Методологија мјерења

6.1 Организација мјерења

Организација мјерења зависи од типа изложености вибрацијама за изабране релевантне операције. У сврху оцјене дневне изложености вибрацијама могу се разликовати два карактеристична типа радног процеса:

- Радни дан се састоји од дуготрајних непрекидних операција (нпр. возња камиона). У овом случају, вибрације се могу мјерити дуже вријеме током цијеле операције или једног дијела операције, а то може укључивати и кратке прекиде који су саставни дио операције (нпр. заустављање на семафору). За прорачун дневне изложености, уз информацију о вриједности вибрација, неопходно је одредити и вријеме изложености вибрацијама током радног дана;

- Радни дан се састоји од радних операција или радних циклуса који су окарактерисани различитим вриједностима вибрација током крајних периода трајања у односу на укупно трајање радног дана (нпр. копање и кретање багера по неравној површини, утоварање и кретање виљушкара, промјена режима возње камиона у градским условима и сл.). У овом случају мјерења се изводе одвојено за сваку различиту операцију или циклус рада, а резултати мјерења се потом комбинују. За прорачун дневне изложености, уз информацију о вриједности вибрација, неопходно је одредити и вријеме изложености вибрацијама за сваку радну операцију.

Приликом идентификације репрезентативних радних операција, важно је уочити и активности које се дешавају изван главног дијела радног процеса. На примјер, возња пољопривредног трактора до и од поља на којем врши рад може изазвати више вриједности вибрација него извођење радне операције у пољу.

6.2 Трајање мјерења вибрација

Вибрације се мјере током периода који је репрезентативан за типичну употребу дате радне машине и за дату операцију. Трајање мјерења и број потребних мјерења треба изабрати тако да се може израчунати репрезентативна 8-часовна дневна изложеност вибрацијама:

- Ако се радни дан састоји од дуготрајних непрекидних операција, потребно је измјерити више вибрацијских узорака мјерења током различитих периода дана, при чему мјерење сваког узорка треба да траје најмање 3 (три) минута. Да би се добила просјечна вриједност вибрација за дату радну операцију, користи се једначина (3). Ова процедура осредњавања вриједности вибрација

спроводи се појединачно за сваку координатну осу, тј. посебно се рачунају просјечне вриједности aw_x , aw_y , и aw_z ;

- Ако се радни дан састоји од операција краћег трајања које се циклично понављају током дана, мјерење вриједности вибрације врши се током једног цијелог радног циклуса операције. Могуће је измјерити вриједност вибрације и за више циклуса, а потом израчунати средњу вриједност вибрације за дату радну операцију;

- Ако нема понављајућих циклуса у краткотрајној операцији и она траје краће од 3 (три) минута, операција се може понављати одређени број пута како би се продужило вријеме трајања операције на минимално 3 (три) минута. Након што је измјерен низ вриједности вибрација за сваку од кратких понављајућих операција, одређује се средња вриједност вибрације из једначине (3). Алтернативно, умјесто мјерења при реалној операцији, може се извршити мјерење при симулираној операцији која траје 3 (три) минута.

6.3 Оцјена трајања дневне изложености вибрацијама

За сваку радну операцију или радни циклус потребно је одредити трајање изложености вибрацијама. Одређивање времена излагања вибрацијама може бити базирано на:

- мјерењу стварног времена изложености радника вибрацијама током периода нормалне употребе дате машине, што се може извести коришћењем штоперице или прегледањем видео-записа типичног радног процеса,

- информацијама о радном процесу и трајању радних операција, када се од радника или њихових непосредних руководилаца прикупљају информације о трајању и карактеристикама радних операција.

Као најпоузданији извор информација о трајању типичног радног процеса препоручује се коришћење видео-записа, из којег се тачно може утврдити трајање радне операције са свим њеним карактеристикама, на примјер број утовара и истовара терета при раду виљушкара, и слично.

7. Прорачун дневне изложености вибрацијама

Дневна изложеност вибрацијама $A_l(8)$ за сваки координатни правац $l = x, y, z$ израчунава се из измјерених вриједности вибрација и трајања дневне изложености вибрацијама, према следећем:

- за сваку i -ту радну операцију или радни циклус мјери се ефективна вриједност убрзања aw_x , aw_y , и aw_z (коришћењем троосног акцелерометра) и одређује се трајање дневне изложености вибрацијама T_i за дату операцију, према методологији описаној у тачки 6. овог прилога,

- дневна изложеност вибрацијама $A_l(8)$ прорачунава се за сваки координатни правац из једначине (2), тј.:

$$A_x(8) = 1,4 \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wxi}^2 T_i}$$

$$A_y(8) = 1,4 \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wyi}^2 T_i}$$

$$A_z(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{wzi}^2 T_i}$$

При томе је n укупан број операција или радних циклуса током радног дана, а T_0 је референтно трајање радног дана од 8 часова.

Дневна изложеност вибрацијама $A(8)$ је максимална вриједност од прорачунатих $A_l(8)$, тј.:

$$A(8) = \max \{ A_x(8), A_y(8), A_z(8) \}$$