



**ЗРГИМ**  
Здружение на  
рударски и  
геолошки инженери  
на Р. Македонија

**VI TO СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:**  
Технологија на подземна и површинска експлоатација на  
минерални сировини

**ПОДЕКС – ПОВЕКС '12**

Штип  
23 – 24. 11. 2012 год.

## **ПРЕВЕНЦИЈА НА РИЗИЦИТЕ ОД МЕХАНИЧКИ ВИБРАЦИИ ВО РУДАРСТВОТО**

### **PREVENTION OF MECHANICAL VIBRATION RISKS IN MINING**

**Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>, Дејан Мираковски<sup>1</sup>, Николинка Донева<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки, Институт  
за рударство, Штип, Р. Македонија*

**Апстракт:** Вработените во рударството често се изложени на механички вибрации на работното место. Сите машини и уреди кои имаат подвижни делови низ кои струјат флуиди вибрираат додека работат. Вибрации настануваат и кај машините и уредите како резултат на неурамнотежената маса на ротирачките делови, поради триење помеѓу деловите на машината и носачите и др. Вибрациите се пренесуваат на работниците преку нозете ако работникот стои на подлогата која вибрира, преку долниот дел од телото кога работникот седи и преку рацете кога работникот држи во раката алат што вибрира. Во овој труд е даден преглед на граничните вредности на изложеност на механичките вибрации согласно Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од механички вибрации (Сл.весник на РМ бр.26/08) и минималните барања за заштита на вработените од ризиците по нивното здравје и безбедност, кои настануваат или за кои постои можност да настанат од изложеност на механички вибрации.

**Клучни зборови:** *вибрации, безбедност, ризик, заштита.*

## **1. ВОВЕД**

Механичките вибрации на кои работникот е изложен при извршувањето на работните задачи предизвикуваат чувство на непријатност кај работникот, ја намалуваат неговата работоспособност и го загрозуваат неговото здравје. Сите органи во човечкото тело имаат сопствени вибрации. Ако вибрациите при работа на вибрационите машини се сложат со сопствените вибрации на поедини органи тогаш може да дојде до оштетување на поедини органи кај човекот. Вибрациите може да предизвикаат кобни последици по капацитетот за работа на работниците бидејќи организмот изложен на механички вибрации дава помал отпор.

Вибрациите се карактеризираат со одредена зачестеност, амплитуда, брзина и забрзување. Зависно од фреквенцијата на вибрирање на машината човекот може без некои посебни последици да поднесе одредена амплитуда, брзина и забрзување, а штетноста на механичките вибрации се оценува врз основа на

забрзувањето. Согласно член 3 од Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од механички вибрации, вибрациите се поделени на вибрации дланка-рака и вибрации на целото тело.

## **2. ВИБРАЦИИ ДЛАНКА – РАКА**

Кај машини кои се држат со рака или кои се управуваат рачно, вибрацијата дланка-рака се пренесува преку рачките или површината на работниот дел, преку шаките и прстите во дланките и рацете. Примери на машини кои може да предизвикаат вибрација дланка-рака се електропневматски чекани, дупчалки, пневматски дупчалки-чекани, аголни брусилки и рачни моторни пили. Вработените кои редовно се изложени на овој вид механички вибрации може да страдаат од синдром на вибрација дланка-рака кој предизвикува невролошки и моторни нарушувања во дланките и прстите, како и нарушувања на циркулацијата во прстите и нарушувања на мускулно-скелетниот систем. Васкуларните нарушувања може да настапат во форма на бел прст, што се јавува како резултат на несоодветна циркулација. Овој феномен почесто се јавува во зимскиот период од годината. Во зависност од траењето и интензитетот на изложеноста на вибрациите, може да влијае само врз врвовите на прстите или по целата должина на прстите. Невролошките нарушувања се јавуваат во облик на треперење или отрпнатост во прстите и при поголема изложеност може да бидат далеку посериозни.

## **3. ВИБРАЦИИ НА ЦЕЛО ТЕЛО**

Вибрациите низ целото тело се јавуваат како резултат на употребата на машини или моторни возила кои пренесуваат механички вибрации преку нозете на управувачот, долниот дел од телото и грбот до неговото тело. Во оваа група машини се вбројуваат утоварно-транспортната опрема во рудниците, која се кориси на нерамен терен. Вработените кои редовно се изложени на механички вибрации низ целото тело може да страдаат од болки во долниот дел од грбот, како и од нарушувања на сензорните функции или фини нарушувања на моторната координација. Факторите како што се свиткување на телото во напрегната седечка положба или изложувањето на грбетот на шокови или оптоварување додека се користи вибрирачка машина предизвикуваат дополнително оптоварување на грбетот.

## **4. ПРАВНА ЛЕГИСЛАТИВА ЗА ПРЕВЕНЦИЈА ОД МЕХАНИЧКИ ВИБРАЦИИ**

Директивата 89/391/ЕЕЗ на Советот за воведување мерки за поттикнување на подобрувањата во областа на безбедност и здравје на работниците при работа е од голема важност за контролата на ризиците од механички вибрации. Оваа Директива ги дефинира општите начела за заштита и елиминација на професионалните ризици, информирањето, консултирањето и учеството на работниците и нивните претставници и општите насоки за имплементација на тие начела. Оваа директива ги покрива општите обврски на работодавачите и работниците кои може директно да се применат за превенција на ризиците од механички вибрации.

На 25 јуни 2002 година, ЕУ ја усвоила Директивата 2002/44/ЕЗ за заштита на вработените од вибрации. Целта на директивата била да се утврдат минимум одредби за заштита на вработените од опасностите кои произлегуваат од употребата на вибрирачка опрема. Оваа Директива била транспонирана во Република Македонија со донесување на Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од механички вибрации (Сл.весник на РМ бр.26/08).

Работодавачите се обврзуваат да ги идентификуваат и да ги проценат опасностите во однос на изложеноста на работниците на механички вибрации. Директивата 2002/44/ЕЗ за заштита на вработените од вибрации содржи одредби за вредности на изложеност при работа и гранични вредности на изложеноста. Нарушувањето на овие вредности му наметнува на работодавачот да преземе технички, организациони мерки и мерки за лична заштита во согласност со постојната добра практика. Вработените мора да бидат известени за секоја идентификација и проценка на ризик и за последователните заштитни мерки кои треба да се преземат. Исто така, треба да добијат соодветни упатства. Вработените кои се изложени на механички вибрации во тек на извршувањето на работните задачи подлежат на редовни превентивни лекарски прегледи.

## **5. ВРЕДНОСТИ НА ИЗЛОЖЕНОСТ И ГРАНИЧНИ ВРЕДНОСТИ НА ИЗЛОЖЕНОСТ НА МЕХАНИЧКИ ВИБРАЦИИ ПРИ РАБОТА**

Во член 4 од Правилникот за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од механички вибрации (Сл.весник на РМ бр.26/08) се дефинирани вредностите на изложеност и граничните вредности на изложеност на механички вибрации и тоа:

### **1. За вибрациите дланка-рака:**

- граничната вредност на дневната изложеност при работа земена како стандард за период од 8 часа, изнесува  $5 \text{ m/s}^2$ ;
- вредноста на дневна изложеност при работа земена како стандард за период од 8 часа, изнесува  $2,5 \text{ m/s}^2$ ;

### **2. За вибрации на цело – тело:**

- граничната вредност на дневната изложеност земено како стандард за период од 8 часа изнесува  $1,15 \text{ m/s}^2$ ;
- вредноста на дневна изложеност при вршење на работи земена како стандард за период од 8 часа, изнесува  $0,5 \text{ m/s}^2$ ;

## **6. ВРЕМЕТРАЕЊЕ НА ИЗЛОЖЕНОСТ НА МЕХАНИЧКИ ВИБРАЦИИ**

Степенот на изложување на механички вибрации може да се утврди преку мерење или преку проценка врз основа на податоците на производителот или со надгледување на соодветните работни постапки. Времетраењето на изложеноста треба да го опфати само периодот кога вработениот е во контакт со вибрирачката површина. Во периодите на изложеност не треба да се опфатат прекини и паузи. Производителите на машините и опремата во упатството за корисникот се обврзуваат да пријават вредности за вибрациите низ цело тело кои надминуваат  $0,5 \text{ m/s}^2$  и вредности за вибрации дланка-рака кои надминуваат  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

Доколку проценката на изложеноста на вибрации дланка-рака ги зема предвид вредностите на производителот, стандардизираните услови под кои истите се мерат, мора да се споредат со оние кои всушност произлегуваат од работните услови во рудникот. Доколку овие услови се разликуваат или доколку вибрациите не се мерат на рачката или оската на мерење не одговара на оската на максималната вредност на вибрации, вредноста на производителот треба да се удвои како предупредување. Вредностите на вибрациите кои одговараат на условите во конкретната примена може да ги побараат од производителот.

## **7. МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА МЕХАНИЧКИТЕ ВИБРАЦИИ**

### **7.1. Намалување на вибрациите низ цело тело**

При набавка на нови машини треба да се изберат модели со соодветни карактеристики. Треба да се претпочитаат машини со најмали механички вибрации за дадена карактеристика.

Квалитетот на површината на патиштата е важен фактор во намалувањето на вибрациите. Нерамните површини треба да се израмнат, онаму каде постои можност за тоа.

#### **Седишта со пневматско амортизирање**

Машините мора да бидат опремени со седиште со пневматско амортизирање кое мора да се приспособи според тежината на возачот за вибрациите да се намалат на минимум. Овој систем на седиште со пневматско амортизирање мора да биде лесно достапен и приспособлив.

Не секое седиште со пневматско амортизирање е соодветно за секоја машина. Информации за соодветни седишта може да се добијат од страна на производителот пред да се монтира седиштето. Лош избор на седиште може дури и да ги зголеми вибрациите.

Сите седишта си имаат посебен опсег на фреквенции кои ги зголемуваат. Доколку инхерентните фреквенции на ова возило се во оваа граница, резултатот е штетен по изложеноста на работникот на механички вибрации. Стандардите EN ISO 7096:2000, EN ISO 5007 и EN 13490:2001 содржат карактеристики за вибрации за утоварно-транспортните машини.

### **7.2. Намалување на вибрациите дланка-рака**

Секогаш треба да се разгледа замената на тековната постапка на работа со алтернатива која создава помали вибрации. Опремата секогаш треба да биде во согласност со односната задача и да има соодветни карактеристики доколку времетраењето на изложеноста за вработениот треба да биде колку што е можно помало.

#### **Рачки против вибрација**

Една можност за намалување на вибрациите дланка-рака е примената на изолирани рачки за намалување на вибрациите. Таквите рачки се одвоени колку што е можно повеќе од изворот на вибрации, т.е. машината. Во зависност од производителот на машината, механизмот на одвојување може да биде во

форма на федери, амортизери или системи кои ја балансираат вибрацијата. Онаму каде што рачките се надградени, важно е да се следат информациите на производителот бидејќи несоодветните рачки може да ги зголемат вибрациите.

### **Автоматски балансери**

Некои машини се опремени со автоматски балансери кои ги компензираат небалансираните маси. Тоа се постигнува со лабави челични топки поставени во кутија на ротационото вратило. Доколку дојде до дебаланс, топките автоматски го израмнуваат и понекогаш и го откажуваат. Вибрациите може да се намалат со користење на рачки против вибрации.

### **Соодветни додатоци за алати**

Изборот на соодветни додатоци за алати, исто така, влијае врз изложеноста на механички вибрации. Треба да се обрати внимание на концентричноста и можните небалансирани маси на топките за мелење. Тапите сечила треба навремено да се заменат или да се наострат. Материјалот и геометријата на работниот орган на дупчалката може да влијае врз намалувањето на вибрациите.

### **Намалување на силите на акција и реакција**

Доколку се намалат силите на акција и реакција кои делуваат на раката при користењето на машината, се намалува и изложеноста на вработениот на механички вибрации. За таа цел треба да се предвидат средства за измена на работните постапки за да се намали или да се спречи контактот помеѓу вработениот и вибрирачката машина. Ова, на пример, може да се постигне со различни положби во текот на дупчењето.

### **Ракавици за заштита од вибрација**

Ракавиците за заштита од механички вибрации може да ги намалат високофреквентните вибрации. Сепак, со носење на ракавиците може да се зголемат силите на акција и до одреден степен да влијаат на заштитата. Може да се најде листа со одобрени ракавици за заштита од вибрации, на пример, од Институтот за заштита на работно место во Бон (BGIA) на [www.bgia-handbuchdigital.de/450110](http://www.bgia-handbuchdigital.de/450110).

## **7.3. Мерки за намалување на механичките вибрации во рударството**

Голем напредок во заштитата на рударите кои работат на дупчење од опасните вибрации при дупчењето е постигнат со снабдување на дупчечките чекани со пневматска потпорна нога за држење на чеканот и со воведување на далечинско управување.

Кај утоварно-транспортната опрема во рудниците и на површинските копови, со зголемување на капацитетот постои опасност од вибрации и заболувања кај возачите, кај кои се јавуваат мускулно-скелетни заболувања. Со воведувањето на опрема со поголем капацитет треба да се работи и на уредување на транспортните патишта, бидејќи од квалитетот на патиштата многу зависи векот на траење на возилото и намалувањето на оштетувањето на здравјето на луѓето поради изложеноста на механички вибрации.

Одредувањето на брзината на движење на утоварно-транспортната опрема во подземните рудници е многу важна мерка за заштита на работниците и машините од опасни вибрации. Брзината на движење на возилата зависи од условите на транспортните патишта во рударските простории.

Во погоните за подготовка на минерална суровина заштитата од опасни вибрации се постигнува преку механизација и автоматизација на процесот на ПМС, така што луѓето директно не се изложуваат на опасни вибрации.

## 8. ЗАКЛУЧОК

Дејството на механичките вибрации врз човечкиот организам е многу штетно. Вибрациите со фреквенција помала од 1Hz се разгледуваат како специјален проблем чии симптоми се исти со симптомите на морска болест.

Заболувањата на мускулите и зглобовите како резултат на работа со алат на компримиран воздух, за прв пат биле забележани кај рударите. Имајќи го ова во предвид треба да се преземат соодветни мерки на заштитата од опасни вибрации преку:

- адекватно конструирање на машините и уредите како и со изолирање, одвојување на човекот од вибрационите машини,
- преку вградување на соодветни седишта,
- обложување на командите и рачките за командување со машините со мек еластичен материјал,
- усогласување на брзината на движење на машината со цел да не дојде до појава на опасни вибрации,
- воведување на далечинско управување со машините и
- отстранување на човекот од работата со вибрационите машини.

## КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Директива 2002/44/ЕЗ за минималните услови за здравје и безбедност за изложеноста на работниците на ризикот кој произлегува од физички сили (вибрации) (16-та посебна директива во смисла на член 16(1) од Директивата 89/391/ЕЕЗ).
- [2] Правилник за безбедност и здравје при работа на вработените изложени на ризик од механички вибрации (Сл.весник на РМ бр.26/08).
- [3] European Commission: 'Hand-arm vibration guide to good practice, Luxembourg', Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
- [4] European Commission: 'Whole-body vibration guide to good practice, Luxembourg', Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
- [5] Health and Safety Executive: 'Control the risks from hand-arm vibration – advice for employers on the control of Vibration at Work Regulations 2005', free leaflet, HSE Books, Sudbury, 06/2005.
- [6] Health and Safety Executive: 'Control the risks from whole-body vibration – advice for employers on the control of Vibration at Work Regulations 2005', free leaflet, HSE Books, Sudbury, 06/2005.
- [7] Health and Safety Executive: 'Hand-arm vibration – advice for employees', pocket card INDG296, HSE Books, Sudbury, 06/2005.