

ARBETSMILJÖ FONDENS SAMMANFATTNINGAR

1037

Transienta vibrationer från slående handverktyg

Deras inverkan på människor

För innehållet i denna sammanfattning svarar Ronnie Lundström, Roger Ekström, Jörgen Svensson och Kjell Spång, Ingemansson Mekanik, Box 53169, 400 15 Göteborg, tel. 031-81 09 60.

Pnr 85-0910 Vibrationer (33)

Mars 1987

Olika slags vibrationer

Det är känt att vibrationer i handhållna verktyg kan medföra skador som har ett direkt samband med vibrationsexponeringen. Skadesymtomen härrör sig främst från en påverkan på perifera nerver och blodkärl samt ben, leder och muskulatur. Dessa skadesymtom sammanfattas i begreppet vibrationsskadesyndromet. Det mest uppmärksammade skadesymtomet i detta avseende är sk vita fingrar.

Uppskattningar gjorda av Arbetarskyddsverket visar att det enbart i Sverige finns över 800 000 el-, bensen- eller luftdrivna handverktyg. Antalet nya verktyg samt nya tillämpningsområden tenderar också att öka. Verktygen kan huvudsakligen indelas i två huvudgrupper: roterande och slående.

På senare tid har intresset för hand-arm

vibrationer med frekvenser över 1000 Hz tilltagit markant. En anledning till detta är undersökningsresultat som antyder att även dessa kan ha en negativ inverkan på människor. Transienta vibrationer genererade av slående verktyg har visat sig ge upphov till en hög frekvens av vibrationsskador. Antalet skadefall för till exempel skruvnings- och nitningsmaskiner har visat sig vara fem à sex gånger så högt som för någon annan maskin-grupp (Arbetsmiljöfondens rapport 84:3).

Idag råder stor kunskapsbrist vad beträffar de medicinska effekterna som orsakas av mycket högvarviga eller slående verktyg. Vi vet också att mätningar på slående handverktyg medför stora tekniska svårigheter. Detta beror främst på att verktygen i varje slag alstrar en transient med ofta mycket höga toppvärden vid höga frekvenser.

Mot denna bakgrund har föreliggande projekt utgjort en inledande förstudie riktad mot transienta vibrationer inom arbetsmiljön. Förstudien består av två delmoment:

1. Probleminventering vad beträffar medicinska effekter orsakade av högfrekventa och transienta vibrationsförlopp.
2. Inventering och utvärdering vad beträffar nu kända och provade tekniska metoder för mätning och utvärdering av högfrekventa och transienta vibrationsförlopp.

Transienta vibrationers inverkan på människor

Antalet litteraturreferenser förknippade med just denna typ av vibrationsexposition är inte speciellt omfattande. Detta kan vara förorsakat av att vibrationer med högre frekvenser än 1000–2000 Hz ligger utanför människans taktila område. Med andra ord har vi svårt att med vårt känselsinne uppfatta att det vibrerar. Vibrationsskaderisken har därför blivit betraktad som låg. Vidare har mätningar av högfrekventa och transienta vibrationer ansetts vara förknippade med stora tekniska svårigheter. Av dessa anledningar har de flesta utredningarna rörande mätningar och hygieniska bedömningar begränsats till att omfatta frekvenser upp till cirka 1500 Hz. I många av dessa utredningar har emellertid en biologisk påverkan noterats, orsakad av slående handverktyg, dvs verktyg som även innehåller vibrationer med mycket höga frekvenskomponenter.

Det är känt att större delen av den mekaniska energin som överförs till handen vid höga frekvenser absorberas av de ytliga vävnaderna i kontakt med själva vibrationskällan. Perifera blodkärl och nerver kan därför komma att påverkas och därmed bidra till utvecklandet av mer allvarliga skadesymtom såsom "vita fingrar". Förstadierna till "vita fingrar", dvs stickningar, domningar och känselbortfall i fingrarna är också symptom tydande på en påverkan på det perifera nervsystemet.

Mekaniska system, hur komplexa de än är, kan beskrivas som mekaniska element

bestående av ett mer eller mindre stort antal delmassor sammanbundna av fjädrar och viskösa dämpare. Människans hand/arm-system består av ett mycket stort antal serie- och parallellkopplade masa-fjädersystem. Hand/armssystemet som helhet samt huden på handens insida har visats sig ha resonansfrekvenser som ligger väl under 1000 Hz.

Det finns med all säkerhet även andra resonansfrekvenser för mindre strukturer och områden inom systemet, till exempel mellan känselkroppar och omkringliggande vävnader eller inom känselkropparna själva. Resonansfrekvenserna för så här små element torde ligga relativt högt upp i frekvens, väl över 1000 Hz. En transient, som i frekvensdomän är bredbandig till sin natur, kan på så sätt komma att excitera både större och mindre vävnadsstrukturer vid dessas resonansfrekvenser.

Man kan således inte utesluta att transienta och/eller högfrekventa vibrationer på grund av resonanseffekter kan ha en negativ inverkan på mikrostrukturer såsom perifera kärl och känselorgan. Kanske är detta en av de mest bidragande orsakerna till den höga förekomsten av vibrationsskador (ex vita fingrar) inom denna yrkeskategori.

Historiskt sett har vibrerande handverktyg funnits sedan åtminstone mitten av 1800-talet. Trots detta var det först runt sekelskiftet som man på allvar började misstänka att vibrationerna kunde påverka människan på ett negativt sätt. Det arbete som först sägs ha kopplat ihop en exposition för vibrationer med skador utfördes av italienaren Loriga år 1911. Detta arbete är ofta citerat i vibrationslitteraturen och handlar om luftdrivna hammare och deras eventuella effekter på människan. Det kan således vara av visst intresse att konstatera att det är just arbete med slående handverktyg som ur historisk synvinkel först beskrivits som ett problemområde. Sedan dess har ett flertal rapporter publicerats som behandlar vibrationsskador bland användare av luftdrivna hammare, mejslar och hackor. Som en konsekvens av detta har termen "lufthammarsjuka" ("pneumatic hammer disease") använts i stor omfattning.

En hög förekomst av vita fingrar har kunnat påvisas bland personal som använt nit- och mejselhammare. Det tycks inte vara alltför ovanligt att 70–80 % inom dessa yrkesgrupper har drabbats av detta skadesymtom. Arbete med pelarslipmaskiner ger också upphov till en exponering för högfrekventa vibrationer och höga besvärshänsfrekvenser av vita fingrar har även här redovisats.

Det är känt att i varje fall äldre typer av motorsågar föranlett vibrations-skador. Moderna sågar är förhållandevis väl avisolerade och besvärshänsfrekvensen har också sjunkit markant. En intressant iakttagelse i detta sammanhang är att de äldre sågarna hade förhållandevis höga accelerationsnivåer även utanför det frekvensområde som omfattas av ISO 5349. Accelerationsnivåer i storleksordningen 300 m/s^2 vid 6 kHz har exempelvis uppmätts. De moderna sågarna är väl avisolerade vad beträffar höga frekvenser. Det är kanske avisoleringen av dessa som varit mest effektiv vid förebyggandet av vibrations-skadorna inom skogsbruket.

För en grupp tandläkare och en grupp ultraljudsterapeuter har en nedsättning av den taktila känslan i fingrarna på "arbets-handen" kunnat påvisas. Dessa grupper har yrkesmässigt blivit exponerade för högfrekventa vibrationer från sina arbetsverktyg. För terapeuternas del handlar det om så höga frekvenser som 1 MHz.

Ovan refererade fynd stöder således misstanken att även transienta och högfrekventa vibrationer kan ha en skadlig inverkan på människan.

Mätningar och utvärderingar

Det finns för närvarande goda möjligheter att mäta transienta och icke-stationära vibrationer med relativt hygglig tillförlitlighet. Eftersom mycket höga accelerationsnivåer ibland förekommer, upp till $100\,000 \text{ m/s}^2$, förutsätter detta i många fall att speciella chockaccelerometrar måste användas. Vidare måste det finnas en möjlighet att montera dessa enligt de anvisningar som specificeras av givarleverantörerna. Stor uppmärksamhet måste också fästas på

fasriktigheten i efterföljande apparatur (förstärkare, filter, bandspelare etc) för annars kan avsevärda mätfel uppstå.

Riktlinjer för hur transienterna skall analyseras och utvärderas saknas till stor del för närvarande. Traditionella metoder såsom frekvensanalys i oktav-, ters- eller smalband kan ifrågasättas när det gäller transienta signaler. Man kan emellertid låta vibrationsförloppets tidsfunktion utgöra grunden för olika former av analys, till exempel transientens toppvärde, tidsderivata och varaktighet eller momentanvärdets amplitudfördelning.

Sådana studier kan göras med relativt god noggrannhet men frågan är hur resultatet därefter skall tolkas med hänsyn till människans känslighet. Responsanalys (stötspektrum) är möjligen en annan framkomlig väg. Denna metod ger en viss uppfattning om hur människan kan tänkas svara på ett vibrationsstimuli oberoende av dess karaktär. Tekniken är vanlig inom materiel-miljöområdet men är ännu så länge relativt outprovad på människan. Uppskattningar av den överförda vibrationsintensiteten kan också tänkas bli en användbar metod i framtiden.

Riskbedömning

Den internationella standarden ISO 5349 (1985) ger riktlinjer för mätning och bedömning av vibrationer som överförs till handen för frekvenser upp till cirka 1500 Hz. ISO 5349 kan tillämpas vid bedömning av periodiska, icke-periodiska samt brusformade vibrationer. Standarden kan endast provisoriskt användas vid bedömning av upprepade vibrationer av stöt-karaktär.

Standarden med dess bihang ger således inte gränser för riskfri exposition. Riktlinjerna anses avspegla människans känslighet för vibrationer baserad på praktisk erfarenhet samt vetenskapliga undersökningar. Allmänna riktlinjer ges för att mäta och redovisa vibrationer i handverktyg med frekvenser från cirka 5 till 1400 Hz. Detta kan göras dels i 1/3 oktavband med mittfrekvenser från 6.3 till 1250 Hz, dels i oktavband med mittfrekvenser från 8 till 1000

Hz och dels som ett bredbandigt och frekvensvägt värde.

Bestämningen av den frekvensvägda accelerationsnivån utförs lämpligen med hjälp av ett specificerat vägningsfilter eller genom logaritmisk summering av frekvensvägda 1/3-oktavbandsnivåer. Den nominella dämpningen skall vara 0 dB från cirka 6 till 16 Hz. För högre frekvenser, upp till 1250 Hz, skall accelerationssignalerna dämpas med 6 dB per oktav. Dämpningen vid ännu högre frekvenser skall minst uppgå till 12 dB per oktav. Vid summering av 1/3-oktavbands nivåer är det relativt vanligt att bidrag från band med högre centerfrekvenser utesluts helt.

Risken att få vibrationsskador utifrån denna standard bedöms således att avta med frekvensen under antagandet att människan är mindre känslig för höga frekvenser. Mot bakgrunden att ISO 5349 kanske underskattar effekterna av högfrekventa och transienta vibrationer kommer denna fråga att tas med i det framtida revisionsarbetet med standarden.

Arbetskyddsstyrelsens kungörelse om vibrationer i handverktyg trädde i kraft den 1 januari 1987. I denna anges inte några gränser för maximal daglig vibrationsexponering utan den hänvisar till de riktlinjer för mätning och bedömning som ges i ISO 5349.

Slutsatser

Föreliggande förstudie har visat att stora yrkeshygieniska problem föreligger i samband med användandet av slående verktyg. Detta gäller i viss mån även bland andra typer av verktyg som genererar högfrekventa vibrationer. Vi vet idag förhållandevis lite om vilken betydelse dessa högfrekventa vibrationskomponenter har vid skadegenereringen. I de allra flesta fallen har man sökt ett dos-effekt-samband i vilket man endast tagit hänsyn till vibrationer med frekvenser upp till cirka 1500 Hz. Resultaten har inte heller varit särskilt entydiga. Vår kunskap rörande akuta effekter orsakade av högfrekventa och transienta vibrationer är också ytterst begränsad.

Nedan ges några sammanfattande konklusioner utifrån resultatet av denna förstudie;

- Med nuvarande kunskapsnivå synes det möjligt att mäta högfrekventa och transienta vibrationer, åtminstone upp till cirka 50 kHz.
- Mycket höga accelerationsnivåer med höga frekvenser har kunnat registreras ifrån verktyg av slående karaktär, i vissa fall upp till 100 000 m/s² vid frekvenser väl över 1000 Hz.
- Vilka metoder som är mest adekvata för analys av högfrekventa eller transienta vibrationsförlopp med hänsyn till människans känslighet kan ej anges. Frekvensanalyser, tidsfunktionsanalyser, responspektrumanalyser och vibrationsintensitetsuppskattningar är exempel på hittills provade metoder.
- Det finns klara indikationer på att skadliga effekter kan uppstå vid arbete med slående verktyg. Hög förekomst av vita fingrar, upp till 70–80 %, har exempelvis påvisats bland användare av nit- och mejselhammare.
- Huruvida akuta effekter uppstår i samband med exponering för vibrationer med högfrekvent innehåll förefaller vara så gott som outrett.
- Den internationella standarden ISO 5349 kan endast provisoriskt användas på slående verktyg. I det kommande revisionsarbetet med standarden kommer transienta och högfrekventa vibrationer att tas med i diskussionerna.
- Svenska föreskrifter tillämpbara på slående verktyg saknas helt.
- Ytterligare forskningsinsatser rörande både tekniska och medicinska aspekter är nödvändiga, inte minst för att vi skall kunna skriva acceptabla normer.

Rapporten

Lundström R., Ekström R., Svensson J. & Spång K., **Transienta vibrationer från slående handverktyg och dess inverkan på människor** kan beställas från Ingemansson Mekanik, Box 53169, 400 15 Göteborg. Tel. 031-81 09 60. Pris cirka 100 kr.