







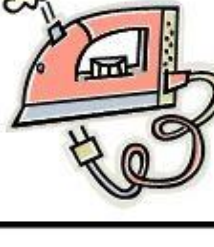



Drgania mechaniczne w środowisku pracy

Drgania mechaniczne są pewnym rodzajem ruchu odbywającego się wokół neutralnego położenia zwanego położeniem równowagi. Najprostszym przykładem takiego ruchu jest ruch wahadła lub huśtawki. W praktyce każde urządzenie mechaniczne wytwarza drgania mechaniczne (często nazywane także wibracjami lub oscylacjami), które najczęściej wywoływane są współpracą poruszających się elementów. Nie wszystkie drgania mają negatywny wpływ na organizm człowieka, jednak te pochodzące od maszyn i urządzeń stanowią uciążliwość dla pracowników, bardzo często są także szkodliwe dla ich zdrowia i zwiększają ryzyko wypadku. Podstawowymi parametrami charakteryzującymi drgania są: amplituda i częstotliwość. Najczęściej do określania amplitudy używane jest *przyspieszenie drgań* wyrażane w $[m/s^2]$, częstotliwość zaś wyrażana jest w hercach [Hz] i uogólniając, oznacza liczbę drgań w ciągu 1 sekundy. Odczuwanie drgań zależne jest nie tylko od wartości tych parametrów ale przede wszystkim od części ciała na którą działają. Rozróżnia się: drgania działające przez kończyny górne (nazywane czasami drganiami miejscowymi) oraz drgania działające na całe ciało poprzez stopy (w pozycji stojącej) lub poprzez pośladki i plecy (w pozycji siedzącej lub leżącej) - drgania działające w sposób ogólny (drgania ogólne).

Najmniejsze, wyczuwane przez człowieka drgania działające przez kończyny górne mają amplitudy (przyspieszenia drgań) $0.001 m/s^2$, a najmniejsze drgania działające w sposób ogólny są wyczuwane gdy przekroczą $0.01 m/s^2$. Drgania o dużych przyspieszeniach (powyżej $10 m/s^2$) mogą doprowadzić nawet do rozerwania części ciała człowieka i do śmierci. Szczególnie zaś niebezpieczne są drgania rezonansowe, które nawet przy stosunkowo małych amplitudach mogą wywołać wzbudzenie drgań poszczególnych narządów lub części ciała. Na rysunku 1. przedstawiono przykładowe wartości przyspieszenia drgań występujących w życiu codziennym.

Drgania miejscowe	100	Drgania ogólne
	10	
	5	
	1	
	0,1	
	0,01	
	m/s^2	

Rys. 1. Drgania mechaniczne i ich wartości w $[m/s^2]$

Informacje szczegółowe

Przyspieszenie drgań – wielkość wykorzystywana przy ocenie narażenia człowieka, często korygowane jest odpowiednimi filtrami, które mają za zadanie wyselekcjonować najbardziej niebezpieczne składowe drgań – po zastosowaniu filtrów korekcyjnych otrzymywane są skorygowane wartości przyspieszenia drgań.

Rezonans drgań – zjawisko fizyczne polegające na gwałtownym wzroście amplitudy drgań obiektu (bez dostarczania dodatkowej energii). Powstaje gdy częstotliwość pobudzenia jest taka sama jak częstotliwość tzw. drgań własnych.

Narażenie na drgania o dużych wartościach (skorygowanego) przyspieszenia prowadzi do zaburzeń funkcjonowania narządów i układów człowieka. Niektóre z tych zaburzeń mają nieodwracalne skutki i mogą występować w postaci tzw. choroby wibracyjnej (zespołu wibracyjnego) lub zespołu bólowego kręgosłupa. Oprócz wartości przyspieszenia drgań zasadniczy wpływ na powstawanie i rozwój tych zaburzeń ma czas narażenia - im dłuższy tym prawdopodobieństwo zachorowania większe. Aby powiązać obie te wielkości, przy ocenie narażenia na drgania stosowana jest tzw. ekspozycja na drgania. Wielkość ta pozwala na „sumowanie różnych narażeń” na drgania pracownika w ciągu dnia pracy (np. wynikającego z obsługi młotka pneumatycznego przez 1 godzinę i z obsługi szlifierki kątovej przez 3 godziny) i odniesienie ich do czasu trwania całej, 8-godzinnej zmiany roboczej. Dzięki temu, narażenie na różnych stanowiskach pracy może być oceniane w ten sam sposób. Po obliczeniu ekspozycji na drgania można ją porównać z odpowiednią wartością dopuszczalną (NDN) ze względu na ochronę zdrowia, określoną w przepisach prawnych. Pozwala to na stwierdzenie czy pracownik ma zapewnione bezpieczne dla zdrowia warunki pracy. Wartości dopuszczalne są różne dla drgań działających przez kończyny górne i w sposób ogólny. Inne są także dla młodocianych i inne dla kobiet w ciąży.

Informacje szczegółowe

Gdy czas wszystkich narażeń na drgania w ciągu 8-godzinnej zmiany roboczej jest dłuższy niż 30 min, wyznaczana jest ekspozycja dzienna $A(8)$, gdy czas ten jest krótszy niż 30 min wyznaczana jest tzw. **ekspozycja krótkotrwała**.

			Wartość dopuszczalna, m/s ²		
			NDN	Kobiety w ciąży	Młodociani
Drgania ogólne	Ekspozycja dzienna	$A(8)_{dop}$	0,8	praca wzbroniona	0,19
	Ekspozycja krótkotrwała	$a_{w,dop,30\ min}$	3,2		0,76
Drgania działające przez kończyny górne	Ekspozycja dzienna	$A(8)_{dop}$	2,8	1,0	1,0
	Ekspozycja krótkotrwała	$a_{hv,dop,30\ min}$	11,2	4,0	4,0

Aby zapobiec narażeniu na niebezpieczne drgania (powyżej wartości dopuszczalnych) ważne jest wykonanie precyzyjnych pomiarów na stanowiskach pracy. Pomiary pozwolą nie tylko na stwierdzenie stopnia narażenia, ale także pomagają w wyborze odpowiednich rozwiązań zmniejszających to narażenie.

Polskie przepisy prawne zobowiązują pracodawcę do wykonania takich pomiarów, a ponadto do przeprowadzenia analizy ich wyników, oceny ryzyka zawodowego związanego z zagrożeniem drganiami oraz eliminowania ryzyka zawodowego związanego z drganiami u źródła lub ograniczanie go do możliwie najniższego poziomu. Eliminacja lub ograniczanie ryzyka zawodowego powinny być przeprowadzane w zakresie dostępnych rozwiązań technicznych oraz uwzględniać postęp naukowo-techniczny. Dopiero gdy nie można uniknąć lub wyeliminować ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na drgania poprzez zastosowanie rozwiązań technicznych, należy użyć środków ochrony zbiorowej/indywidualnej lub/i odpowiednio dostosować organizację pracy. Pracodawca jest wtedy zobowiązany do udostępnienia pracownikom poprawnie dobranych środków ochrony

zbiorowej/indywidualnej. Przykładem środka zbiorowej ochrony przed drganiami są wibroizolowane platformy izolujące całą grupę pracowników od drgań działających w sposób ogólny. Jako środek ochrony indywidualnej przed drganiami najczęściej stosowane są odpowiednio dobrane rękawice antywibracyjne. Gdy ekspozycje na drgania osiągają lub przekraczają wartości dopuszczalne, pracodawca powinien dodatkowo nadzorować prawidłowość ich stosowania.



Najskuteczniejszym sposobem ograniczenia drgań na stanowisku pracy jest eliminacja lub ograniczenie emisji drgań samego źródła. Główną przyczyną powstawania drgań w maszynach i urządzeniach są niewyrównoważone ich ruchome elementy (np. niewyważone przednie koła samochodu wywołują drgania kierownicy), nieprawidłowa współpraca elementów (nadmierne luzy, nieprawidłowe dopasowanie, uszkodzenia itd.), uderzenia współpracujących elementów itp.; zjawiska te są przede wszystkim wynikiem konstrukcji i wykonania urządzenia. Jednak poprzez dbałość o stan techniczny maszyn i urządzeń (remonty, konserwacja, właściwa eksploatacja) użytkownik także może wpływać na obniżenie emisji drgań samego źródła. W przypadku zaś projektowania nowych stanowisk pracy przy wyborze nowych urządzeń należy brać pod uwagę także generowane przez nie drgania. Wartości przyspieszeń drgań podawane są często przez producentów w DTR (dokumentacji techniczno - ruchowej urządzenia).



Ważną metodą redukcji drgań docierających do pracownika jest ograniczanie ich na drogach rozchodzenia się. Stosowane układy wibroizolacji (m.in. wibroizolowane fundamenty, wibroizolowane siedziska pojazdów), maty i okładziny wibroizolacyjne, wibroizolatory, rękawice antywibracyjne izolują pracownika od drgań wytwarzanych przez maszyny, urządzenia i narzędzia.

Innym sposobem ograniczania narażenia na drgania jest zdalne sterowanie urządzeniami wytwarzającymi drgania. W wyniku zastosowania takiego rozwiązania pracownik jest odsunięty od źródła na bezpieczną odległość.



Do skutecznych metod eliminacji drgań należy stosowanie dodatkowych układów takich jak dynamiczne eliminatory drgań (stosowane dla urządzeń stacjonarnych) lub też nowoczesnych rozwiązań semi-aktywnych i aktywnych, które automatycznie „dostrajają się” do zmieniających się drgań.



Pracodawca może także ograniczać ekspozycję na drgania pracowników poprzez odpowiednie działania organizacyjne, które najczęściej mają na celu zmniejszenie czasu narażenia na poszczególnych stanowiskach pracy w ciągu zmiany roboczej. Gdy prace odbywają się przy niskiej temperaturze i dużej wilgotności powietrza (np. praca drwala w okresie zimowym) pracownicy powinni mieć zapewnione ogrzewane miejsca na przerwę w pracy.

Obowiązkiem pracodawcy jest także przeszkolenie pracownika narażonego na działanie drgań w zakresie prawidłowego i bezpiecznego wykonywania pracy na jego stanowisku, przyczyn powstawania chorób zawodowych powodowanych drganiami oraz ich objawów i sposobów wykrywania jak również środków profilaktyki medycznej. Ponadto, pracownik powinien mieć dostęp do informacji dotyczących wyników badań i oceny ryzyka zawodowego ze względu na działania drgań. Powinien także zostać przeszkolony w zakresie sposobu prawidłowego stosowania środków ograniczających ryzyko zawodowe na jego stanowisku pracy i konsekwencji ich niestosowania lub niewłaściwego stosowania.

Dla pracowników narażonych na działanie drgań mechanicznych ważne jest zapewnienie wstępnych i okresowych badań lekarskich. Na podstawie badań wstępnych (obejmujących m.in. badania palestезjometryczne) lekarz może zakwalifikować osobę do prac w narażeniu na drgania lub zalecić inny rodzaj pracy ze względu na zwiększone prawdopodobieństwo powstania dolegliwości wywołanych drganiami (np. zespół wibracyjny).



W przypadku narażenia na drgania oddziałujące na kończyny górne pierwsze badanie okresowe pracownika wykonywane jest po roku pracy, a następne co 3 lata; zaś w przypadku narażenia na drgania o oddziaływaniu ogólnym co 4 lata.

Literatura uzupełniająca:

Koradecka Danuta (red.), Bezpieczeństwo i higiena pracy, Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB; Warszawa 2008

Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas i drgania mechaniczne, Dz. U. 2005, nr. 157, poz. 1318.