

SPOKOJNIE i bez hałasu

Bez względu na nazwę czy też przeznaczenie wielkich hal, występuje w nich niekorzystne zjawisko zwane pogłosem.

Można powiedzieć, że pogłos to dźwięk, który pozostaje w pomieszczeniu po tym, jak źródło dźwięku przestało go już wytwarzać. Zbyt duża wartość tej „wybrzmiewającej” energii, tworzy hałas pogłosowy.

Znowelizowane w 2009 roku *Prawo budowlane* rozszerza nakaz stosowania ochrony przed hałasami w budynku o ochronę przed tzw. hałasem pogłosowym. Tym bardziej na znaczeniu zyskuje inteligentne projektowanie dużych hal, które uwzględniają zarówno potrzeby eliminacji wytwarzanego wewnątrz hałasu, jak również komfortu użytkownika takich obiektów. O hałasie była mowa w numerze 2/2012 „Nowoczesnych Hal”. Żeby jednak nie poprzestawać na narzekaniu, spróbujmy coś z nim zrobić.

W hałaśliwych halach produkcyjnych

Wszędzie, gdzie pracują ludzie, rządzą przepisy BHP i normy dotyczące ochrony słuchu. W halach o dużym pogłosie pracodawcy, dla spełnienia tych wymagań, zamiast zredukować hałas najczęściej stosują „rozwiązania” w postaci nakazu używania przez pracowników ochronników słuchu (nauszniki lub zatyczki). Nie zawsze jest to rozwiązanie praktyczne, szczególnie gdy w grę wchodzi konieczność porozumiewania się między sobą. Nie bez znaczenia jest też to, że 8-godzinne noszenie ochronników wcale nie sprzyja higienie uszu. Stosowanie tych rozwiązań nie ma wpływu na fakt, że hałaśliwa hala generuje dodatkowy hałas do środowiska i to, że dla takiej przestrzeni nie będą się zgadzać żadne wyliczenia projektowe dotyczące wyznaczonego w dokumentacji poziomu hałasu generowanego przez maszyny.

Trochę inaczej w hali sportowej

Podczas gdy w przemysłowych halach produkcyjnych i dużych magazynach redukcja hałasu związana jest bezpośrednio z wymaganiami BHP (ochrona słuchu pracowników), to w przypadku hal sportowych i widowiskowych dochodzi jeszcze konieczność zapewnienia odpowiedniego stopnia „zrozumiałości mowy” – najczęściej przy użyciu systemu głośnikowego. Jest to także wymogiem nowych regulacji przeciwpożarowych w zakresie wspomaganie ewakuacji z wykorzystaniem komunikatów słownych.

Niestety, współczesne zdobycze techniki umacniają projektantów i inwestorów w całkowicie błędnym przeświadczeniu, że problemy złej akustyki hali sportowej rozwiąże zastosowanie „odpowiedniej” aparatury dźwiękowej. W technice upatrują zatem złotego sposobu na przywracanie utraconej zrozumiałości mowy. I tu wypada przywołać przypadek telewizora w dużym salonie. Ci, którzy znaleźli szczęścia przeprowadzki z małego M-3 do swojego wymarzonego domu z dużym salonem (z gładkimi sufitem i ścianami), w którym swoje miejsce znalazł także telewizor, z pewnością potwierdzą fakt, że zrozumienie słów lektora płynących z telewizora często następuje z pewnych trudności. Co wtedy robimy? Najczęściej pada komenda „daj głośniej”!

Zwiększenie głośności może spowodować kłopot związany z hałasem pogłosowym. Dlaczego tak się dzieje? Ano dla- ▶

► tego, że zwiększenie głośności oznacza nic innego tylko dołożenie dodatkowej energii dźwiękowej do tej, która już i tak nie może wydostać się z zamkniętego pomieszczenia.

Niestety, ogromna większość właścicieli hal sportowych szuka rozwiązania w zastosowaniu wielkocdecybelowych głośników. Zamiast więc tworzyć warunki do komfortowego uczestnictwa, próbuje się zabić hałas jeszcze większym hałasem!

Jak wyeliminować hałas pogłosowy?

Eliminowanie hałasu pogłosowego z wielkokubaturowych hal nie jest wcale takie łatwe. Myli się ten, kto uważa, że do tego wystarczy postawienie gdzieś w kącie hali jakiegoś „kosmicznego pochłaniacza”, no chyba żeby jakimś cudem skierować naraz do niego całe drgające w hali powietrze.

Jak wiemy, źródłem hałasu pogłosowego jest pomieszczenie, którego gładkie i twarde płaszczyzny miliony razy odbijają energię dźwiękową. To właśnie tu w powierzchniach ścian, sufitu oraz przedmiotów leży rozwiązanie problemu z hałasem pogłosowym. Energia dźwiękowa najszybciej wytrącana jest w grubych materiałach o silnie porowatej strukturze, które nazywamy dźwiękochłonnymi.

W każdym przypadku, zarówno hal przemysłowych, jak też sportowych i widowiskowych, najskuteczniejszym sposobem jest zwiększenie akustycznej chłonności wnętrza poprzez zainstalowanie w nim materiałów dźwiękochłonnych, które potrafią zredukować znaczną część przeszkadzającej energii do poziomu, przy którym nie będzie miała już większego znaczenia.

Nieprzypadkowo wspominałem o powierzchni. Działanie dźwiękochłonne odnosi się bowiem do dużej powierzchni, jaką muszą zająć te materiały w hałaśliwej hali. Parametrem, który wyznacza ilość potrzebnych materiałów dźwiękochłonnych jest tzw. równoważna powierzchnia pochłaniania. W przeciwieństwie do materiałów o silnie porowatej strukturze materiały gładkie i twarde mają bardzo małą równoważną powierzchnię pochłaniania. Polski Komitet Normalizacyjny już wkrótce opublikuje antyhałasową normę techniczną, która będzie określać dopuszczalne wartości pogłosu w pomieszczeniach (w tym halach przemysłowych i sportowych). Norma będzie także drogowskazem na drodze do określania ilości materiałów dźwiękochłonnych – o różnych równoważnych powierzchniach pochłaniania – potrzebnych do zredukowania hałasu w wybranych pomieszczeniach.

Jakie materiały stosować?

Różnorodność dostępnych materiałów budowlanych, wykończeniowych i technologii oferuje architektom rozwiązania dla rozmaitych wyzwań. Brak wiedzy, co planować i jak stosować, stanowi tu największą przeszkodę.

W obiektach o skomplikowanej architekturze (np. słynne „kopyły” hal studia filmowego *Alvernia Studios* w Alverni pod Krakowem) zastosowanie może mieć specjalny „tynek akustyczny” w postaci piany celulozowej, choć jest to technologia dosyć kosztowna. Surowe, betonowe i płaskie ściany można obłożyć akustyczną płytą ze słomy drewnianej, nasączonej niepalnym magnezylem, która dobrze rozprasza i tłumi dźwięki, a przy okazji jest bardzo odporna

na uderzenia i nie wymaga specjalnych zabiegów przy montażu.

Jednakże najbardziej popularnym materiałem dźwiękochłonnym (głównie za sprawą ceny) jest wełna mineralna o odpowiedniej gęstości. Jest lekka i stosunkowo niedroga. Wełna musi być zabezpieczona przed obsypywaniem, ale niczym nie zasłonięta, aby niezliczone pory, które ma w swojej strukturze, mogły być bezpośrednio wystawione na działanie fal dźwiękowych. Można nią osłaniać twarde i gładkie powierzchnie sufitu lub ścian, zachowując pewną odległość od powierzchni (fot. 2). Najbardziej popularnym materiałem tego typu są płaskie panele z wełny o grubości 50 mm, z których zbudowane są podsufitki w salach konferencyjnych, biurach, hotelowych korytarzach. W tych miejscach ich główna rola polega na estetycznym zasłonięciu wszystkich instalacji prowadzonych pod sufitem. Dodatkowo regulują one komfort akustyczny takich sal.

Budowanie z nich podsufitki w halach produkcyjnych, gdzie dostęp do instalacji technicznych nie może być ograniczony, nie jest najbardziej praktycznym rozwiązaniem. Tutaj bardziej popularne są przestrzenne bloki o zróżnicowanych kształtach geometrycznych (fot. 1) lub płaskie płyty (tzw. baffle) zwieszane z sufitu, rozmieszczone w odpowiedniej gęstości (fot. 5).

W hali sportowej największą nieużytkowaną i niezabudowaną powierzchnią jest jej dach. Z reguły inwestor decyduje się najpierw zbudować dach, a następnie przymocować do niego panele dźwiękochłonne. Miękkie panele sufitowe z wełny mineralnej znakomicie tłumią nadmiarową energię dźwiękową, ale nie



Przestrzenne materiały dźwiękochłonne w hali



Panele dźwiękochłonne w hali fabrycznej

▷ są odporne na uderzenia. Zwieszone pod sufitem baffle mogą być dodatkowo łatwo strącone przez kopniętą piłkę. Jest jednak coś, o czym warto wiedzieć. Otóż, oprócz niewątpliwych zalet, jak mały ciężar i niewielka cena, wszystkie wymienione do tej pory materiały dźwiękochłonne mają jedną wspólną wadę: nie pochłaniają niskich częstotliwości! Tak więc po ich zainstalowaniu hala już nie syczy (jak głoska S) i nie szumi (jak zgłoska SZ), ale nadal „huczy”! Jeśli znajdujące się w hali źródła generują dźwięk o niskich częstotliwościach (maszyny czy choćby wentylacja), to może być z tym problem.

Bardziej skuteczne metody

Znakomitym rozwiązaniem dla efektywnej redukcji hałasu pogłosowego w pełnym zakresie częstotliwości jest wykorzystanie dźwiękochłonnego materiału hybrydowego. To jest najnowsze opatentowane rozwiązanie, które wykorzystuje zjawisko pochłaniania przez porowatą strukturę i jednocześnie wygasza fale za pomocą rezonansu. W ten sposób, oprócz pochłaniania wysokiego i średniego zakresu częstotliwości, wygaszana jest także energia częstotliwości niskich.

Materiał ten jest lekki i wyróżnia się specyficzną budową. Ma postać walca z wełny mineralnej, nafaszerowanej specjalnie ukształtowanymi rezonatorami (fot. 4). Takie rezonatory są rodzajem tłumików, nastrojonych na częstotliwości niskie (ok. 150 Hz), których nie sposób wytłumić żadnymi innymi materiałami dźwiękochłonnymi. W niektórych „huczących” halach jest to jedyne dostępne rozwiązanie.

Wydaje się, że jest to aktualnie najbardziej efektywny materiał pochłaniający dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości i przy tym stosunkowo niedrogi. Znajduje uniwersalne zastosowanie zarówno w halach przemysłowych, szkolnych salach gimnastycznych, jak również sportowych. Odporny na uderzenia, śmiało może być zawieszany pod sufitem (jak baffle), pojedynczo lub w kiściach, a także bezpośrednio na ścianach (jeden pod drugim) bez obawy o mostki termiczne. Ponadto nie wymaga żadnych stelaży ani rusztów (fot. 3) i można go łatwo zdemontować.

Czy to się opłaca?

Walka z hałasem w hali nie oznacza całkowitego wytłumienia energii dźwiękowej, lecz jedynie zredukowanie jej nadmiaru do poziomu, w którym już nie przeszkadza! Projektanci, którzy nie do końca to rozumieją, popadają w skrajność i wszelkimi sposobami próbują maksymalnie zdławić dźwięk w hali, doprowadzając niejednokrotnie do ruiny finanse inwestora. Antyhałasowa adaptacja akustyczna hali nie polega na zabijaniu akustyki!

Znając parametry dźwiękochłonne materiałów wykończeniowych, można precyzyjnie wyznaczyć ich liczbę, stosownie do wielkości redukcji hałasu. W wielu przypadkach stosuje się do tego wirtualne modelowanie akustyki hal w komputerze z oprogramowaniem do symulowania akustyki i zrozumiałości mowy. Często działania zmierzające do zredukowania hałasu pogłosowego mają bardzo wymierny skutek finansowy.

Zła akustyka w hali sportowej wymaga stosowania systemu audio, który będzie bardziej złożony i bardzo kosztowny. Hala sportowo-widowiskowa warszawskiego Torwaru niech będzie przykładem. Dzięki adaptacji akustycznej w hali zmniejszono hałas pogłosowy co najmniej o 6 dB, co oznacza, że wymagany poziom dźwięku z aparatury głośnikowej może być teraz również o 6 dB mniejszy. Tak więc – zgodnie z prawami elektroakustyki – można było ograniczyć wielkość aparatury wzmacniającej aż o 75 proc.

Zamiast czterdziestu drogich wzmacniaczy jest ich tylko dziesięć, nie mówiąc już o zredukowaniu wielkości użytych głośników. Pokrycie sufitu płytami dźwiękochłonnymi stanowiło niemały wydatek, nie mniej oszczędności na aparaturze nagłośnieniowej znakomicie zbilansowały koszty adaptacji akustyki – z pożytkiem dla inwestora i publicz-

ności. Wyjątkowy komfort akustyczny w hali Torwar przyciąga teraz wielu organizatorów imprez, od kongresów i zawodów sportowych po wystawy i widowiska rozrywkowe.

Dlatego, budowniczy nowoczesnych hal, starajcie się prawidłowo projektować przestrzeń dźwiękową w hali, a owocem poniesionych nakładów i waszej pracy będą zamówienia. Klienci bowiem z łatwością pozbędą się złych i przestarzałych rozwiązań. □

Autor jest członkiem Stowarzyszenia BELLSONIC, grupy akustyków i inżynierów dźwięku, którym zależy na wdrażaniu nowoczesnych technik dźwiękowych, służących do wspomagania bezpieczeństwa i ochrony zdrowia ludzi w budynkach publicznych, szkolącym architektów i inwestorów, udzielającym porad, konsultacji dotyczących sposobów walki z hałasem pogłosowym i przywracania zrozumiałości mowy.
www.bellsonic.org.pl



Fot. 3. Hybrydowe „walce” pod dachem w hali sportowej



Fot. 4. Hybrydowy „walec” w dużym hallu



Fot. 5. Baffle pod sufitem hali autoserwisu