

Sposób na poprawę akustyki pomieszczeń

Celulozowe tynki dźwiękochłonne

Tynki dźwiękochłonne to rodzaj materiału o szczególnych właściwościach pochłaniania dźwięku. O ich własnościach akustycznych decydują składniki oraz struktura. Wśród materiałów stosowanych do tego celu można wymienić m.in. włókno celulozowe, które z łatwością daje się rozdrabniać i rozwarstwiać, i które przy scaleniu ma zaburzoną strukturę wytlumiającą docierające do niej fale dźwiękowe.

Dźwiękochłonny tynk celulozowy umożliwia „oczyszczanie” obrazu dźwięku w pomieszczeniach przez redukcję pogłosu i innych zakłóceń, szczególnie w zakresie średnich i wysokich częstotliwości charakterystycznych dla mowy ludzkiej (500-4000 Hz). Nasycenie włókien celulozy mineralnymi substancjami ogniochronnymi powoduje uzyskanie pożądanych cech niepalności. W skład takiego tynku wchodzi rozdrobnione włókna celulozowe, które po wymieszaniu ze specjalnym klejem są nanoszone metodą natrysku na tynkowane powierzchnie. Klej zapewnia odporność na czynniki biologiczne, niezapalność i znakomitą przyczepność do większości materiałów stosowanych w budownictwie (drewno, blacha, beton, podłoża tynkarskie, płyta gipsowo-kartonowa, styropian, wełna mineralna, tworzywa sztuczne, szkło itp.). Tynk można nanosić na płaszczyzny o skomplikowanych kształtach (np. kasetony, kopuły, sklepienia, łuki itp.), na których zachowuje ich formę. Produktem finalnym jest bezspoinowa war-

stwa o określonej grubości (brak fug połączeniowych) charakteryzująca się znaczną trwałością mechaniczną, ognioodpornością i odpornością na wilgoć. Tynk taki można porównać do warstwy ochronnego filmu o utwardzonej konsystencji i powierzchni przypominającej skórkę pomarańczy, choć istnieje również możliwość uzyskania gładkiej powierzchni dla specjalnej odmiany tynku.

Efektywna gęstość tynku w stanie wysuszonym (a więc gęstość końcowa, przy której materiał wykazuje najlepszą charakterystykę absorpcji dźwięku) wynosi 60-70 kg/m³.¹⁾ Jego grubość (od kilkunastu do kilkudziesięciu milimetrów) ma bezpośredni wpływ na absorpcję akustyczną określoną przez wartość współczynnika pochłaniania dźwięku α_s (różną dla różnych częstotliwości) lub – w praktyce częściej – przez tzw. średni stopień absorpcji NRC [Noise Reduction Coefficient] (tabela

¹⁾ np. dla tynku SonaSpray K-13 jest to 60 kg/m³, a dla SonaSpray K-13fc – 68 kg/m³

1), dlatego też przy wyborze tynku i jego grubości konieczne jest dokładne określenie wymagań projektowych dotyczących pochłaniania dźwięków w pomieszczeniach. Celulozowe tynki dźwiękochłonne zaleca się stosować we wnętrzach obiektów, na powierzchniach sufitów i ścian. Ich wytrzymałość użytkowa w porównaniu do tynków klasycznych (powszechnie stosowanych) jest niższa. Tynki dźwiękochłonne mają zwiększoną wrażliwość na warunki atmosferyczne, dlatego nie powinny być narażone na działanie deszczu lub wody z przecieków (np. wody przedostającej się przez nieszczelności w dachu itp.). Można je z powodzeniem stosować na lodowiskach, odkrytych basenach oraz otwartych garażach podziemnych.

Niektóre odmiany takich tynków po okresie tężenia zapewniają gwarantującą zwiększoną odporność na uderzenia i ścieranie powierzchni, nie tracąc przy tym unikalnych właściwości pochłaniania dźwięku. Niektóre podłoża przed położeniem natrysku wymagają zagruntowania. W pomieszczeniach obiektów przemysłowych, gdzie zastosowano tynki dźwiękochłonne, uzyskiwano redukcję hałasu rzędu 8-10 dB.

Użycie drobniejszych włókien celulozowych zapewnia uzyskanie dokładniejszej powierzchni. Przy pojedynczym natrysku grubość warstwy może wynosić od 6 do 25 mm. Tynki takie zwykle są stosowane w pomieszczeniach biurowych, salach konferencyjnych, restauracyjnych, hotelowych, sakralnych, szkolnych, aulach i salach wy-

Tabela I Wartości współczynników pochłaniania dźwięku alfas i NRC dla niektórych grubości tynków celulozowych (na przykładzie tynków SonaSpray firmy ICC [International Cellulose Corporation])

Rodzaj tynku	Metoda wykonania	Częstotliwości [Hz]						NRC
		125	250	500	1000	2000	4000	
K-13fc	natrysk na twardym podłożu: – grubość 13 mm	0,06	0,16	0,46	0,87	1,07	1,12	0,65
	– grubość 25 mm	0,12	0,38	0,88	1,16	1,15	1,15	0,90
	natrysk na płycie g-k – grubość 19 mm	0,26	0,38	0,74	0,99	0,99	0,99	0,75
	natrysk na powierzchni metalowej – grubość 19 mm	0,17	0,58	0,91	0,99	0,87	0,84	0,80
K-13	natrysk na twardym podłożu – grubość 16 mm	0,05	0,16	0,44	0,79	0,90	0,91	0,55
	– grubość 25 mm	0,08	0,29	0,75	0,98	0,93	0,96	0,75
	– grubość 76 mm	0,57	0,99	1,04	1,03	1,00	1,00	1,00
	natrysk na powierzchni metalowej uźebrowanej – grubość 38 mm	0,36	0,89	1,26	1,07	1,01	1,00	1,05
	– grubość 76 mm	0,97	1,04	1,13	0,99	0,95	0,88	1,05
	natrysk na powierzchni z blachy trapezowej – grubość 38 mm	0,55	0,92	1,11	1,02	0,95	0,99	1,00
– grubość 70 mm	0,69	0,98	1,17	1,03	0,97	1,04	1,05	

kładowych, studiach nagrań, widowniach teatralnych itp. Dają się barwić. Można je zamalowywać farbami lateksowymi lub akrylowymi na bazie wody, bez znaczącego uszczerbku dla wartości współczynnika NRC.

Włókna celulozowe o grubszej strukturze pozwalają nakładać tynki o grubości od 19 do 80 mm bez potrzeby stosowania dodatkowych wzmacniających mechanicznych konstrukcji nośnych. Można je kłaść na ściany i sklepienia hal sportowych, przemysłowych, pływalni, studiów radiowo-telewizyjnych, nagraniowych, dworców kolejowych i lotniczych itp.

Technologia wykonania

Tynk natryskuje się za pomocą agregatu wyposażonego w dmuchawę, przez nią sypki materiał celulozowy dochodzi do dyszy,

do której w tym samym czasie drugim przewodem podawana jest wodna dyspersja specjalnego kleju wiążącego włókna celulozy. Miksowanie materiału celulozowego z klejem odbywa się pod ciśnieniem, podczas nakładania tynku na powierzchnię. Produktem końcowym jest trwała warstwa o określonej grubości, nie tylko pochłaniająca fale dźwiękowe, ale także ognioodporna, niezapalna i posiadająca wysokie właściwości termoizolacyjne – współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Niewielkie gabaryty większości agregatów umożliwiają wnoszenie ich do pomieszczeń przez drzwi o typowych rozmiarach. Obsługa tych urządzeń nie narządza większych kłopotów. Agregaty podczas pracy wymagają zasilania (zwykle 230 V) oraz ujęcia wody wodociągowej słu-

żącej do rozcieńczenia koncentratu kleju. Natrysk wykonuje się stosunkowo szybko – w ciągu jednego dnia można nanieść tynk o średniej grubości 20 mm nawet na powierzchni 300 m². Pod pewnymi warunkami tynk można nanosić, prowadząc w tym samym pomieszczeniu równolegle inne prace wykończeniowe. Odpowiednia twardość tynku, pozwalająca na oddanie pomieszczenia do eksploatacji, przy pogodzie letniej jest osiągnięta już po tygodniu od chwili zakończenia prac, a w sezonie jesienno-zimowym – maksymalnie po upływie 2 tygodni. Okres twardnienia powłoki jest uzależniony od tempa odparowania wody – 70% wilgoci z tynku emitowana jest w okresie pierwszych kilku dni po jego nałożeniu, później proces ulega spowolnieniu.

Fot. 1 Powierzchnie ścian i sufitu sal gimnastyczna jednej ze szkół w Konstancinie-Jeziornej otynkowane gruboziarnistym tynkiem akustycznym (SonaSpray K-13)



Wymierne efekty akustyczne

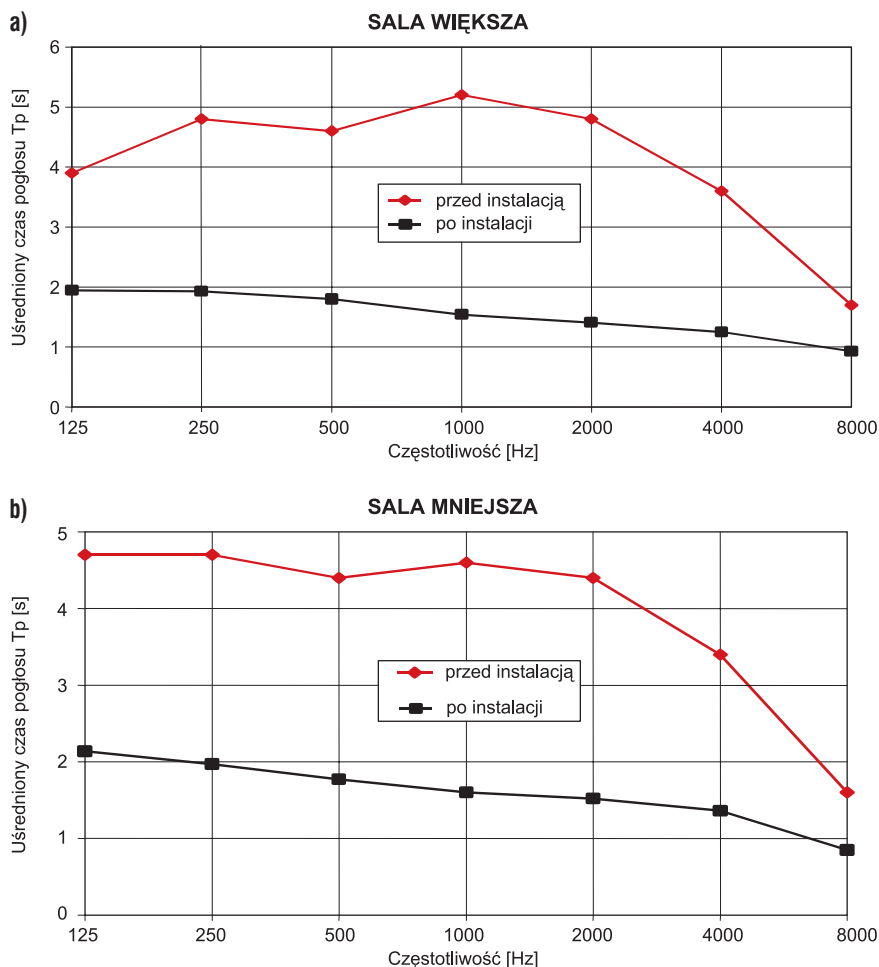
W prezentowanym przykładzie wykonano wyciszenie dwóch sal gimnastycznych jednej z placówek szkolnych w Konstancji-Jeziornej, stosując tynk celulozowy SonaSpray w odmianie K-13 o grubszej strukturze (fot. 1).

Wyciszeniu poddano sąsiadujące ze sobą sale gimnastyczne – dużą (858 m²) i małą (442 m²), oddzielone przegrodą o wysokości 4 m. Sale mają wspólny sufit oraz oddzielającą je półścianę o wysokości 4 m, co zazwyczaj potęguje zjawisko pogłosu podczas gier i zawodów sportowych. Nałożenie warstwy tynku celulozowego znacząco zredukowało niepożądany pogłos. W celu poprawienia komfortu akustycznego sal zdecydowano się na nałożenie tynku na powierzchnie sufitów oraz ściany szczytowe. Konstrukcję nośną dachu sal gimnastycznych tworzyły łukowe belki z drewna



Fot. 2 Przykład sali otynkowanej drobnozianistym tynkiem akustycznym (SonaSpray K-13fc)

Rys. 1 Porównanie czasów pogłosu przed i po wykonaniu prac adaptacyjnych: a) w sali dużej (kubatura 5500 m³), b) – w sali małej (kubatura 2200 m³)



klejonego, a przestrzeń między nimi wypełniała powlekana blacha trapezowa. Pokrywając blachę trapezową tynkiem dźwiękochłonnym, zachowano jej wyprofilowanie, co zwiększyło wprawdzie powierzchnię natrysku o ok. 1,6 razy i podniosło koszty, ale za to przyczyniło się do znacznej redukcji pogłosu (fale dźwiękowe dodatkowo ulegają załamaniu na krzywiznach, co zostało uwzględnione w obliczeniach akustycznych) i pozwoliło utrzymać efekt architektoniczny. Inwestor wymagał precyzyjnego ustalenia efektów wyciszenia, więc przed naniesieniem powłoki dźwiękochłonnej wykonano dokładne pomiary czasu pogłosu i na tej podstawie konsultanci akustyczni określili wymagane współczynniki pochłaniania dźwięku, dla których – biorąc pod uwagę parametry geometryczne pomieszczeń – dobrano odpowiednio grubości natryskiwanego materiału.

Tynk na powierzchni 2000 m² położono w czasie 2 tygodni. Jego struktura doskonale harmonizuje z konstrukcją nośną sufitu i decyduje o interesującym wyglądzie całości. Porównanie czasów pogłosu zmierzonych dla obu sal przed i po nałożeniu tynku przedstawiono na rys. 1 i 2. Charakterystyki potwierdzają wysoką efektywność pochłaniania dźwięku przez tynki celulozowe, ich elastyczna powłoka jest odporna na uderzenia piłką (wykonano testy odporności, aby uniknąć trwałych wgnieceń na powierzchni tynku).

Wiesław Fiebig (PHU Wibro-Akustyka)

Jacek Sawicki

²⁾ W literaturze dane określają czas pogłosu dla pomieszczeń sportowych na poziomie 1,9 s dla częstotliwości 250 i 500 Hz i poniżej 1,6 s dla 1000 i 2000 Hz.