

dr inż. Paweł Szymański*
mgr inż. Piotr Nowotarski*

Wyniki badań trwałości wierzchnich warstw podłóg przemysłowych

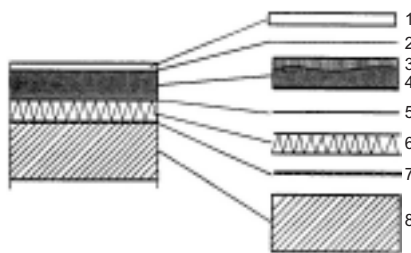
The durability testing results of upper layers of industrial floors

W dzisiejszym świecie, w którym rozwiązania logistyczne obrotu towarów oraz wymagania dotyczące magazynowania prowadzą do wznoszenia obiektów o ogromnych przestrzeniach przeznaczonych do przechowywania czy przeładunku, zwiększają się wymagania technologiczne i użytkowe posadzek przemysłowych. Ponadto w przypadku wielkich hal magazynowych ich rozmieszczenie nie zależy już w takim stopniu, jak to było np. 50 lat temu, od warunków i możliwości zabudowy terenu, lecz od dostępnej infrastruktury i w znacznej mierze od uwarunkowań ekonomicznych. Można zatem wyróżnić kilkadziesiąt wymiennych parametrów technicznych charakteryzujących podłogę przemysłową wraz z jej wierzchnią warstwą, zwaną posadzką. W praktyce jednak, do podjęcia podstawowych decyzji projektowych wystarczy kilka najważniejszych danych. W wielu krajach, takich jak USA, Anglia czy Niemcy, już na początku lat osiemdziesiątych XX wieku wprowadzono klasyfikację betonowych posadzek przemysłowych oraz określono szczegółowe warunki ich użytkowania, które decydują o przydatności i trwałości. Standardy te określone są m.in. przez: American Society for Testing and Materials (ASTM); American Concrete Institute (ACI); British Standards Institution (BS); Deutschland Institution für Normung (DIN) i wprowadzają dokładny podział posadzek betonowych na klasy, pozwalając na właściwy wybór w zależności od charakteru użytkowania i wartości obciążeń.

Podłogi można podzielić:

a) ze względu na wymagania techniczno-użytkowe:

- do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi (budynki mieszkalne, administracyjne itp.);



Rys. 1. Podłogi przemysłowe – układ warstw: 1 – posadzka; 2 – klej lub lepik; 3 – warstwa wygładzająca podkład; 4 – podkład; 5 – warstwa ochronna; 6 – izolacja termiczna lub akustyczna; 7 – izolacja przeciwwilgociowa lub paroszczelna; 8 – podłoże (strop lub podłoże na gruncie)

- do pomieszczeń o szczególnych warunkach eksploatacyjnych (np. podłogi chemooodporne, o podwyższonych właściwościach mechanicznych, antyelektrostatyczne, sprężyste itp.);

b) ze względu na położenie w budynku:

- leżące na gruncie – wymagają izolacji zabezpieczającej przed zawilgoceniem przez przenikającą wilgoć gruntową;
 - leżące na stropach nad piwnicami i pomieszczeniami nieogrzewanymi – mają za zadanie poprawić izolacyjność cieplną przegród, a w przypadku podłogi na stropie leżącym nad pomieszczeniami o znacznej wilgotności powietrza, zabezpieczyć przed przenikaniem pary wodnej, która może spowodować zawilgocenie izolacji termicznej i podkładu;
 - leżące na stropach międzypiętrowych – mają jednocześnie za zadanie poprawić właściwości akustyczne przegród;
 - w pomieszczeniach – zawierają w konstrukcji izolację wodoszczelną w postaci papy asfaltowej lub folii izolacyjnej z tworzywa sztucznego.
- Najczęściej stawiane wymagania, jakie powinny spełniać posadzki, to:**
- odporność na zwiększone obciążenia ruchowe i statyczne;
 - odporność na zwiększoną intensywność użytkowania;

- niedopuszczanie do uszkodzenia (pękanie, klawiszowanie) ze względu na stosowanie drogich warstw wierzchnich, powodują duże koszty związane z wyłączeniem budynku z eksploatacji oraz utrudnienia w wykonywaniu napraw w użytkowanych obiektach;

- właściwości akustyczne;
- długotrwały okres eksploatacji o wysokim standardzie użytkowym bez konieczności napraw.

Większość obecnie wykonywanych podłóg przemysłowych stanowią warstwowe podłogi betonowe oraz żywiczne układane na podłożu betonowym. Za warstwową strukturą przemawiają względy:

- technologiczne, np. w przypadku posadzek żywicznych warstwa gruntuja powinna być wykonana z żywicy o małej lepkości, aby zapewnić głęboką penetrację w podłoże, natomiast sąsiadująca z nią warstwa nośna z materiału będącego mieszkanką żywicy o wysokiej lepkości i wypełniacza mineralnego;
- ekonomiczne;
- konstrukcyjno-użytkowe – materiałem o właściwościach wystarczających ze względu na konstrukcję posadzki jest beton klasy C20/25, jednak warstwa wierzchnia powinna być wykonana z materiału bardziej odpornego m.in. na ścieranie;
- estetyczne – pokrywanie podłoża betonowego powłokami żywicznymi umożliwia uzyskiwanie posadzek barwnych, łatwo zmywalnych i niepyłających.

W celu powierzchniowego zwiększenia szczelności i chemooodporności tradycyjnych posadzek betonowych impregnowano je żywicami epoksydowymi lub akrylowymi. Początek dały żywice poliestrowe, potem wprowadzono żywice epoksydowe, poliuretanowe, akrylowe, winylowo-estrowe i poliestrowe, a ostatnio epoksydowo-poliuretanowe. Każdy rodzaj żywicy charakteryzuje się innym mechanizmem utwar-

* Politechnika Poznańska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

dzania i innymi cechami fizykomechanicznymi.

Na rynku dostępnych jest wielu producentów materiałów do wykonywania podłóg przemysłowych. W artykule przedstawiono badania czterech typów posadzek przemysłowych: na bazie cementu z dodatkiem wypełniaczy syntetycznych (posadzka nr 1), na bazie cementu z dodatkiem wypełniaczy metalicznych (posadzka nr 2), cementowej samozagładzającej przeznaczanej pod duże obciążenia (posadzka nr 3) oraz wodnej wylewki podłogowej na bazie żywicy poliuretanowej (posadzka nr 4).

Próbki do badań zostały przygotowane w warunkach laboratoryjnych zgodnie ze specyfikacją producenta. Jako podkład do badań służył beton klasy C20/25, na który nakładano posadzki. Został on dodatkowo poddany tym samym testom w celach porównawczych. Podstawowym parametrem była ścieralność badana na tarczy Boehmego. Badanie przeprowadzono zgodnie PN-B-04111-1984, natomiast do analizy wyników użyto kryterium utraty masy M obliczonej ze wzoru:

$$S = \frac{M}{F} \cdot \frac{1}{G_p}$$

gdzie:

F – powierzchnia próbki;

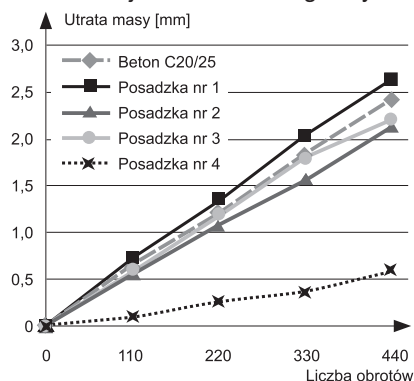
G_p – gęstość próbki.

Wyniki badań przedstawiono w tabeli 1, natomiast wielkość utraty masy w kolejnych etapach testu na rysunku 2. Najmniejszą utratę masy wykazuje produkt nr 4, który wyraźnie deklasuje pozostałe powłoki nieznacznie różniące się od próbki porównawczej betonu C20/25. Okazało się, że posadzka nr 1 jest słabsza od próbki czystego betonu. W kolejnym badaniu określono wytrzymałość na ściskanie posadzek metodą nieniszczącą (młotek Schmidta). Oprócz produktu nr 3 jest ona bardzo podobna do wytrzymałości na ściskanie podkładu.

Tabela 1. Wyniki badania ścieralności na tarczy Boehmego

Próbka	Utrata masy [mm]
Beton C20/25	2,43
Posadzka nr 1	2,64
Posadzka nr 2	2,14
Posadzka nr 3	2,22
Posadzka nr 4	0,58

Badanie wodoprzepuszczalności posadzek przeprowadzono na próbkach sześciennych o boku 15 cm. Wyniki przedstawiono w tabeli 3. Okazało się, że produkt nr 4 jest odporny na penetrację wody, natomiast wynik posadzki nr 3 to jedynie 17 mm, a ponadto posadzka ta jako jedyna z badanych odspoila się od podłoża podczas przełamywania próbek. Pozostałe wyniki są zbliżone do betonu C20/25, przy czym wynik posadzki nr 1 jest nieznacznie gorszy.



Rys. 2. Utrata masy próbek w kolejnych etapach testu ścieralności na tarczy Boehmego

Tabela 2. Wyniki badania wytrzymałości na ściskanie

Próbka	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
Beton C20/25	32,75
Posadzka nr 1	34,20
Posadzka nr 2	31,39
Posadzka nr 3	17,21
Posadzka nr 4	33,18

Tabela 3. Głębokość penetracji próbek po badaniu wodoprzepuszczalności

Próbka	Głębokość penetracji próbki [mm]
Beton C20/25	51
Posadzka nr 1	53
Posadzka nr 2	45
Posadzka nr 3	17
Posadzka nr 4	0

Wnioski

Posadzka na bazie cementu z dodatkiem wypełniaczy metalicznych (nr 2) wykazała lepsze wyniki ścieralności i wodoprzepuszczalności niż czysty beton. Podczas badania wytrzymałości na ściskanie młotkiem Schmidta otrzymano wyniki porównywalne z betonem podkładowym.

Posadzka na bazie cementu z dodatkiem wypełniaczy syntetycznych (nr 1) okazała się najmniej odporna na ściera-

nie (słabsza nawet od betonu C20/25). Głębokość penetracji wody podczas badań wodoprzepuszczalności oraz wyniki wytrzymałości na ściskanie nie odbiegają od rezultatów czystego betonu. Ścieralność posadzki cementowej samozagładzającej (nr 3) okazała się podobna do próbki porównawczej, jednak wynik badania młotkiem Schmidta wykazał, że powłoka jest najsłabsza. Wierzchnia warstwa posadzki tego typu znacznie osłabiła całą testowaną próbkę. Dodatkowo odspojenie się warstwy posadzki przy bezpośrednim nacisku na próbkę podczas jej przełamywania negatywnie świadczy o jej odporności mechanicznej i znacznej podatności na uszkodzenia w warunkach zawilgocenia.

Najlepszą z badanych posadzek okazała się wodna wylewka posadzkowa na bazie żywicy poliuretanowej (nr 4). Wynik wytrzymałości na ściskanie nie odbiega od betonu C20/25, ale ścieralność posadzki jest na poziomie 0,58 mm przy ścieralności porównawczej betonu 2,43 mm. Ponadto brak oznak jakiegokolwiek wodoprzepuszczalności sprawia, że posadzka nadaje się do miejsc narażonych na duże ścieranie i wpływ zawilgocenia.

Streszczenie

Artykuł przedstawia wymagania, jakie obecnie są stawiane przy wykonywaniu posadzek przemysłowych oraz wybrane wyniki badań wierzchnich warstw posadzek przemysłowych w aspekcie ich trwałości. Badania polegały na porównaniu górnych warstw posadzek przemysłowych pod względem ścieralności, wodoprzepuszczalności oraz wytrzymałości na ściskanie oraz wskazaniu, który rodzaj posadzki wykazuje się najlepszymi właściwościami.

Słowa kluczowe: posadzki przemysłowe, klasyfikacja posadzek, odporność na ścieranie, odporność na penetrację wody, wytrzymałość na ściskanie.

Abstract

This article presents the requirements that are currently placed on the performance of industrial flooring and selected results of the research on upper layers of industrial floors in terms of their sustainability. The study involved comparing the upper layers of the industrial flooring in terms of abrasion, permeability and compressive strength and deciding which type of flooring has the best properties.

Keywords: concrete, sustainability, industrial flooring, attrition.