

mgr inż. Sławomir Słonina^{1*)}
dr inż. Grzegorz Bajorek²⁾

Epoksydowe posadzki przemysłowe – uwagi praktyczne

Epoxy industrial floors – practical remarks

DOI: 10.15199/33.2019.10.03

Streszczenie. W artykule przedstawiono najistotniejsze aspekty praktyczne związane z wykonywaniem posadzek epoksydowych. Szczegółowo omówiono wymagania dotyczące podłoża betonowego i warunków temperaturowo-wilgotnościowych, które muszą być spełnione, aby możliwe było skuteczne aplikowanie żywic epoksydowych na powierzchnie betonowe. Zebrane informacje mogą być pomocne dla uczestników procesu inwestycyjnego przy prowadzeniu prac związanych z wykonywaniem posadzek epoksydowych.

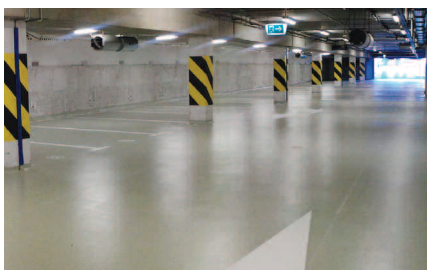
Słowa kluczowe: posadzki epoksydowe; posadzki przemysłowe; powłoki epoksydowe; błędy wykonawcze.

Abstract. The following paper presents the key aspects related to the application of epoxy coatings to concrete floors. What have been discussed in detail are the requirements for epoxy industrial floors as well as temperature and humidity conditions which have to be met to effectively apply epoxy resin to concrete surfaces. The collected information may be helpful for the participants of the investment process in performing of epoxy industrial floors.

Keywords: epoxy industrial floors; industrial floors; epoxy coatings; executive faults.

Zapewnienie trwałości posadzek przemysłowych nie jest łatwe i coraz częściej jest związane z zastosowaniem powłok z żywic epoksydowych. Na powszechną skalę są one wykorzystywane w przemyśle motoryzacyjnym, maszynowym, lotniczym, stoczniowym, elektronicznym, a także w budownictwie, gdzie najczęściej stosowane są jako powłoki nakładane na intensywnie eksploatowane betonowe posadzki przemysłowe. Obecnie ok. 25% nowo wykonywanych posadzek przemysłowych stanowią nawierzchnie żywiczne, które w przeważającej większości wykonywane są z żywic epoksydowych (fotografia 1).

W artykule omówiono najistotniejsze aspekty związane z wykonywaniem posadzek epoksydowych, mające kluczowy wpływ na ich jakość.



Fot. 1. Posadzka epoksydowa w garażu podziemnym

Photo 1. Epoxy floor in the underground garage

¹⁾ Centrum Technologiczne Budownictwa Instytut Badań i Certyfikacji Sp. z o.o.

²⁾ Politechnika Rzeszowska; Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury

^{*} Adres do korespondencji: sslonina@prz.edu.pl

Technologia wykonywania

W przeszło 95% przypadków powłoka polimerowa wykonywana jest z kompozytu składającego się z fazy ciekłej (spoiwa żywicznego) i fazy stałej (wypełniacza w postaci piasku kwarcowego, mielonej żywicy stałej itp.). Kompozyt ten może dodatkowo zawierać: rozpuszczalniki, plastyfikatory, stabilizatory i barwniki. Posadzki z żywic epoksydowych układane są warstwami o grubości od kilkuset mikrometrów do kilku milimetrów. Niezwykle rzadko spotyka się posadzki jednowarstwowe [6]. Ze względu na różne wymagania, w zależności od typu wykonywanej posadzki żywicznej, pomiędzy warstwą gruntującą a wierzchnią mogą być wykonywane warstwy pośrednie, pozwalające na spełnienie odpowiednich wymagań użytkowych, takich jak odporność na obciążenia mechaniczne i termiczne, antypoślizgowość, odprowadzanie ładunków elektrycznych i inne, a także estetycznych (barwa, faktura, połysk, zmatowienie). **Właściwie dobrana nawierzchnia epoksydowa:**

- jest szczelna – zapobiega pyleniu, wchłanianiu zanieczyszczeń i chemikaliów;
- ma dużą odporność mechaniczną i chemiczną;
- zwiększa wytrzymałość na ściskanie wierzchniej warstwy betonu;
- nie wymaga zabiegów konserwacyjnych;

- poprawia jakość warunków pracy i estetykę pomieszczenia;

- jest łatwa w utrzymaniu czystości (nawierzchnia bezspoinowa – nie ma żadnych połączeń).

Pomieszczenia, w których wykonuje się powłoki epoksydowe, powinny mieć sprawną wentylację i być dobrze wentylowane. Szkodliwe substancje zawarte w żywicach mogą bowiem wnikać do organizmu człowieka przez usta, skórę, oczy lub drogi oddechowe i być przyczyną zatrucia, podrażnień dróg oddechowych, alergii, oparzeń, zawrotów głowy i nudności. Pracownicy powinni używać odpowiedniej odzieży, obuwia, masek, okularów i rękawic ochronnych, a także nie stosować w pobliżu stanowisk pracy otwartego ognia. Podczas chodzenia po świeżej żywicy muszą mieć specjalne nakładki (kolce) na butach, a w czasie szlifowania podłoża betonowego lub stwardniałej żywicy – maski z filtrem przeciwpylowym. Składniki żywic są toksyczne lub szkodliwe dla organizmów wodnych i mogą powodować długo utrzymujące się zmiany w środowisku wodnym, dlatego też żywice epoksydowe należy przewozić i przechowywać w szczelnie zamkniętym, oryginalnym opakowaniu w celu uniknięcia zanieczyszczenia środków transportowych i urządzeń magazynowych. Produkty oznaczone symbolem zagrożeń chemicznych i niebezpieczeństw dla środowiska muszą być pakowane zgodnie z wymaganiami przewozu towarów nie-

bezpiecznych. Resztki i pozostałości żywic należy dostarczyć na składowisko odpadów niebezpiecznych.

Podkład betonowy pod posadzki epoksydowe należy wykonać z betonu o klasie wytrzymałości na ściskanie co najmniej C20/25. Wytrzymałość można zmierzyć bezpośrednio przed wykonaniem powłoki metodą sklerometryczną za pomocą młotka Schmidta. W celu uzyskania optymalnego zespolenia systemu powłokowego z podłożem, odporność na odrywanie musi wynosić co najmniej 1,5 MPa. Parametr ten można określić metodą pull-off, w której nakleja się i w sposób kontrolowany odrywa stemple pomiarowe o dokładnie zdefiniowanej powierzchni (fotografia 2).



Fot. 2. Badanie wytrzymałości na rozciąganie podkładu betonowego metodą pull-off
Photo 2. Pull-off test of the floor screed

Ponadto podłoże betonowe musi być lekko chropowate i mieć otwartą strukturę porów, a także czyste, pozbawione ubytków, zanieczyszczeń w postaci pyłu, kurzu, luźnych fragmentów oraz oczyszczone z mleczka cementowego i pozostałości preparatów chemicznych pogarszających przyczepność, takich jak olej, smar, tłuszcze, nafta, środki antyadhezyjne [1]. Zaolejone fragmenty podłoża betonowego należy usunąć, a ubytki wypełnić odpowiednio dobranymi zaprawami. Najczęściej stosuje się takie zabiegi przygotowania podłoża, jak: szlifowanie, śrutowanie, frezowanie (fotografia 3).

Odpowiednie przygotowanie podłoża ma na celu wielokrotne zwiększenie tzw. powierzchni czynnej, dzięki czemu poprawia się zdolność zakotwienia powłoki epoksydowej w podkładzie. Podłoże ponadto powinno być suche, wysezonowane przez co najmniej 28 dni, pozbawione wykwitów, rys i spękań. Powłoki epoksydowe są wodo- i paroszczelne, dlatego kluczowy wpływ na ich



Fot. 3. Szlifowanie podkładu betonowego pod posadzkę epoksydową

Photo 3. Grinding the concrete surface of epoxy industrial floor

trwałość ma wysuszenie i zabezpieczenie podkładu betonowego przed wnikaniem wilgoci od spodu (sprawna izolacja pozioma) oraz przygotowanie go z odpowiednią tolerancją co do równości powierzchni, najczęściej mierzoną za pomocą dwumetrowej łaty kontrolnej, a w razie konieczności ukształtowanie z wymaganym spadkiem. Zgodnie z [5] odchylenie powierzchni podkładu od płaszczyzny poziomej nie powinno przekraczać 5 mm na całej długości łaty w każdym badanym miejscu i kierunku. Żywice, mimo że są określane jako samopoziomujące, nie są niestety w stanie wygładzić nierównej powierzchni podłoża. Nie jest również możliwe wykonanie nawierzchni epoksydowej ze spadkiem na poziomym podłożu. Dopuszczalna wilgotność podłoża betonowego nie może być większa niż 4 – 5%. Wykonywanie powłoki na podłożu o większej wilgotności wymaga zastosowania specjalnych preparatów gruntujących, które mają za zadanie zabezpieczenie powłoki przed odspojeniem. Niektóre bezrozpuszczalnikowe odmiany żywic utwardzają się nawet przy wilgotności 6 ÷ 7%, a niektóre dyspersje wodne można układać jako impregnat na beton w dowolnym czasie, z impregnacją świeżej mieszanki włącznie [6]. Wilgotność można określić metodami niszczącymi, takimi jak suszarkowo-wagowa i karbidowa (CM) oraz nieniszczącymi, m.in. elektrycznymi i radiowymi. Wadą metod niszczących jest duża pracochłonność i miejscowe zniszczenie podkładu związane z koniecznością pobrania próbek. Aby metody te uznać za miarodajne, konieczne jest wykonanie kilku pomiarów w różnych miejscach podkładu. Ponadto metody są wrażliwe na obecność pyłu powstałego podczas nawier-

cania, który może zafałszować wyniki, ponieważ podczas nawiercania materiał nagrzewa się i odparowuje z niego wilgoć. Metody nieniszczące, mimo że są mniej dokładne niż niszczące, są coraz powszechniej stosowane, ponieważ umożliwiają szybkie, wyrównowe bezinwazyjne badanie zawilgocenia materiałów w wielu miejscach podkładu. Dzięki temu pozwalają na podjęcie błyskawicznych decyzji dotyczących rozpoczęcia, kontynuacji lub przerwania prac. Lekko wilgotne podłoże jest najczęściej przyczyną tzw. zmleczenia żywic już w kilkadziesiąt minut po ich ułożeniu. W takim przypadku ułożoną żywicę należy usunąć w całości i wykonywanie powłoki rozpocząć od nowa.

Temperatura i wilgotność powietrza oraz temperatura podłoża i materiału mają wpływ na końcową jakość powłoki epoksydowej. Temperatura podkładu podczas wykonywania oraz utwardzania powłoki powinna być wyższa niż 15°C, natomiast żywica bezpośrednio przed aplikacją musi mieć temperaturę równą lub zbliżoną do temperatury podkładu. Temperatura zbliżona do 8°C lub niższa bardzo opóźnia czas twardnienia, zwiększa lepkość i utrudnia właściwe rozprowadzenie materiału, co w rezultacie może prowadzić do zwiększonego zużycia materiału, a także problemów z jego odpowietrzeniem. Natomiast temperatura 25 ÷ 30°C wydatnie przyspiesza twardnienie i skraca czas obróbki, ale przez to utrudnia uzyskanie powłoki o optymalnej jakości [3], gdyż może zabraknąć czasu na odpowietrzenie rozlanej żywicy za pomocą wałka. Przygotowywanie żywic do stosowania i ich aplikowanie powinno odbywać się w miejscu suchym, zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi, o temperaturze powietrza nie niższej niż 15°C i nie wyższej niż 25°C oraz wilgotności względnej nieprzekraczającej 70%. Okres letni nie sprzyja więc realizacji powłok epoksydowych, ponieważ często występujące opady deszczu oraz wysoka temperatura powietrza powodują intensywne parowanie wody, w efekcie czego wilgotność powietrza utrzymuje się na poziomie 80 – 95% [2]. Bardzo niebezpieczne podczas wykonywania powłok epoksydowych są przeciągi, które przyczyniają się do tzw. naskórkowania, w rezul-

tacie którego po utwardzeniu zostają nierówności na powierzchni. Po wykonaniu powłoki należy zapewnić podane w karcie technicznej produktu warunki pielęgnacji i utwardzania. Czas, po upływie którego powłoka uzyska optymalne parametry umożliwiające jej eksploatację, powinien być zgodny z podanym przez producenta. Pomieszczenie, w którym wykonywana jest powłoka, należy dobrze wentylować zarówno podczas jej wykonywania, jak i w czasie utwardzania się. Jeżeli warunki ciepło-wilgotnościowe są niekorzystne, wymagane jest stosowanie grzejników. W przypadku, gdy podłoże betonowe jest suche, a wilgotność powietrza zbyt duża, na powierzchni żywicy po kilku godzinach od jej położenia tworzy się biały nalot. Najczęściej stosowaną wówczas metodą naprawy jest usunięcie nalotu przez szlifowanie i ponowne nałożenie żywicy w tym samym kolorze. Wilgoć podczas wykonywania kolejnych powłok żywicznych może przyczynić się do ich rozwarstwienia lub pojawienia się pęcherzy. Z tego też powodu należy unikać rozpoczynania prac w czasie, gdy migracja wilgoci jeszcze trwa, np. w okresie letnim w godzinach porannych i przedpołudniowych.

Jednym z krytycznych aspektów związanych z wykonywaniem powłok epoksydowych jest **punkt rosy**. Może

być on przyczyną złej przyczepności, zmniejszenia trwałości oraz pogorszenia właściwości położonej powłoki. W temperaturze punktu rosy para wodna zawarta w powietrzu staje się nasycona (przy zastanym składzie i ciśnieniu powietrza), a poniżej tej temperatury przesycona i skrapla się lub resublimuje [4]. Szczególnie w okresie zimowym para wodna w zetknięciu z chłodną powierzchnią podkładu betonowego ulega wykropleniu i powoduje powierzchniowe chwilowe zawilgocenie podłoża. Aby zapobiec tworzeniu się wilgoci kondensacyjnej, temperatura podłoża musi być o co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy. Zwykle w miarę postępu robót warunki ciepło-wilgotnościowe zmieniają się, dlatego też konieczne jest stałe monitorowanie parametrów wpływających na punkt rosy, czyli temperatury i wilgotności względnej powietrza. Temperaturę punktu rosy można obliczyć za pomocą tabeli punktów rosy lub coraz powszechniej stosowanych elektronicznych termohigrometrów.

Podsumowanie

O końcowej jakości posadzki epoksydowej decyduje przede wszystkim warstwa stykowa „żywica – beton” oraz przestrzeganie odpowiednich uwarunkowań ciepło-wilgotnościowych podczas wykonywania robót posadzkar-

skich. Należy mieć nadzieję, że dzięki przedstawionej w artykule problematyce wielu wykonawców znacznie podchodzić do posadzek epoksydowych z należytą starannością. Wadliwie wykonaną powłokę epoksydową można wprawdzie dość łatwo usunąć i wykonać na nowo, ale jest to uciążliwe i kosztowne w już funkcjonującym obiekcie przemysłowym. Często przestoje linii produkcyjnej, czy wyłączenie z eksploatacji całego lub części obiektu generuje znacznie większe koszty niż koszty naprawy powłoki epoksydowej.

Fot.: S. Stolina

Literatura

- [1] Grzegorek Tomasz. 2008. „Przygotowanie podłoża pod posadzki”. *Materiały Budowlane* 433 (9): 45 i 114.
- [2] Jasiczak Józef. 2001. *Posadzki przemysłowe. Materiały, technologie, projektowanie, naprawy*. Poznań. Addiment Polska Sp. z o.o.
- [3] Rokieli Maciej. 2009. „Wykończenie podłogi przemysłowej”. *Inżynier Budownictwa* (11): 50 – 55.
- [4] Stolina Sławomir, Grzegorz Bajorek. 2018. „Epoksydowe posadzki przemysłowe – problemy wykonawcze”. *Materiały Budowlane* 553 (9): 34 – 36. DOI: 10.15199/33.2018.09.09.
- [5] Sokalska Anna, Zbigniew Ściślewski, Marian Suchan. 2013. *Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, część B. Roboty Wykończeniowe. Zeszyt 3. Posadzki mineralne i żywiczne*. Warszawa. Instytut Techniki Budowlanej.
- [6] Tejchman Jacek, Andrzej Małasiewicz. 2006. *Posadzki przemysłowe*. Gdańsk. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.

Przyjęto do druku: 28.08.2019 r.

XX Jubileuszowa Konferencja Polskiego Stowarzyszenia Menedżerów Budownictwa

22 listopada 2019 r. w Mazurskim Centrum Kongresowym w Hotelu „Gołębiwski” w Mikołajkach odbędzie się **XX Jubileuszowa Konferencja z cyklu Edukacja Menedżerska Budowlanych, organizowana przez Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa, we współpracy z Wydziałem Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej i pod patronatem medialnym m.in. miesięcznika „Materiały Budowlane”**. Tematyka wydarzenia tradycyjnie już dotyczy zagadnień istotnych dla środowiska menedżerów budownictwa. W tym roku jest to *Partnerstwo publiczno-prywatne szansą na finansowanie rozwoju regionalnego. Przedsiębiorstwo budowlane – inwestor – samorząd*. Temat ten został wybrany nieprzypadkowo, gdyż w obliczu kończących się dotacji z Unii Europejskiej, znowelizowana *Ustawa o partnerstwie publiczno-prywatnym* może być dla samorządów istotnym instrumentem finansowania inwestycji.

Organizatorzy zaplanowali dwie sesje tematyczne *Porozmawiajmy o prawie* oraz *Prawa i obowiązki stron w ramach*

procesu wdrażania przedsięwzięcia PPP, podczas których prezentacje wygłoszą przedstawiciele m.in. Polskiego Związku Pracodawców Budownictwa, Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju, Urzędu Zamówień Publicznych czy Banku Gospodarstwa Krajowego. Konferencję zakończy samorządowy panel dyskusyjny pt. *Potrzeby inwestycyjne samorządu – na ile PPP może być rozwiązaniem*, w którym udział wezmą reprezentanci liczących się na rynku firm budowlanych (m.in. Hochtief Polska SA, Warbud SA, Erbud SA, Unibep SA), władz samorządowych oraz Związku Miast Polskich, Związku Powiatów Polskich, Związku Gmin Wiejskich RP i Unii Metropolii Polskich. W trakcie konferencji zaprezentowane zostaną ponadto projekty unijne Erasmus+: IPCIC; URBAN BIM; DIAGNOSIS oraz CODESMA, realizowane przez Polskie Stowarzyszenie Menedżerów Budownictwa i Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.

Szczegółowe informacje o konferencji dostępne są na stronie: **www.psmb.pl**.