

W ramach realizowanego przez miesięcznik „Builder” programu „Wspieramy młodych inżynierów budownictwa” dajemy możliwość pierwszych publikacji naukowych młodym doktorantom.



mgr inż.
Agnieszka Chowaniec
ORCID – 0000-0003-4833-044X
Wydział Budownictwa
Lądowego i Wodnego,
Politechnika Wrocławska



Opiekun naukowy:
dr hab. inż.
Łukasz Sadowski
prof. PWR
Politechnika Wrocławska

POWŁOKI Z ŻYWIC EPOKSYDOWYCH

W artykule przedstawione zostały wyniki badań powłok z żywic epoksydowych modyfikowanych dodatkiem odpadowej mączki szklanej. Na podstawie przeprowadzonych badań uzyskano wymagane parametry powłoki z żywicy epoksydowej bez konieczności mechanicznego przygotowania podkładu cementowego i bez zastosowania środka szepnego.

Jednym z popularnych sposobów wykończenia posadzek przemysłowych jest zastosowanie powłoki z żywicy epoksydowych. Można ją stosować w strefach o średnich i dużych obciążeniach mechanicznych. Po utwardzeniu żywicy otrzymuje się warstwę odporną na działanie paliw, środków smarujących, olei mineralnych, rozcieńczonych kwasów oraz ługów, wody morskiej i ścieków. Powłoka ta daje możliwość pigmentowania oraz uzyskania zarówno gładkiej, jak i antypoślizgowej powierzchni.

Aby powłoka z żywicy epoksydowej uzyskała deklarowaną przez producenta wartość wytrzymałości przy odrywaniu, podkład cementowy musi zostać odpowiednio przygotowany [1, 2, 3]. Zalecany wstępnym zabiegiem technologicznym jest wykonanie obróbki strumieniowej w postaci np. piaskowania lub śrutowania, dokładne oczyszczenie i odkurzenie powierzchni oraz naniesienie środka szepnego.

Cel i opis badań

Celem przeprowadzonych badań było stwierdzenie, czy możliwe jest uzyskanie wymaganych parametrów powłoki z żywicy epoksydowej bez mechanicznego przygotowania podkładu cementowego i naniesienia środka szepnego. Pozwoliłoby to ograniczyć koszty i pracochłonność, a także ryzyko popełnienia błędu. Jako dodatek zastosowano mączkę szklaną, będącą materiałem odpadowym z produkcji mikrokulek szklanych. Celem analizy było również ustalenie opty-

malnej proporcji pomiędzy materiałem bazowym a dodatkiem mączki szklanej.

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem powłoki z żywicy epoksydowej, składającej się z dwóch komponentów: A i B, mieszanych w proporcjach wagowych: komponent A : komponent B = 100 : 25.

Dodatek stanowiła odpadowa mączka szklana pochodząca z produkcji mikrokulek szklanych. Mączka szklana jest materiałem szeroko stosowanym w produkcji przemysłowej. Wykorzystywana jest m.in. jako topnik, spulchniacz oraz jako bardzo dobry wypełniacz, np. dla materiałów ceramicznych. Skład chemiczny oraz drobne uziarnienie mączki szklanej sprawia, że jest ona potencjalnym materiałem mogącym poprawić właściwości mechaniczne i estetyczne powłok z żywicy epoksydowej.

Przygotowano 11 podkładów cementowych o wymiarach około 200 x 300 mm. Literą R oznaczono próbkę kontrolną (tab. 1.), która została pokryta powłoką z żywicy epoksydowej bez dodatku mączki szklanej, a liczby od 10 do 100 oznaczają proporcje wagowe zawartości mączki szklanej X w stosunku wagowym do komponentów powłoki (A : B : X).

Jedyną czynnością przygotowującą powierzchnie próbek było usunięcie z nich luźnych i kruchych fragmentów podkładu cementowego. Nie wykonano obróbki mechanicznej.

Do bazy A dodawano utwardzacz B i dokładnie mieszano oba składniki aż do uzyskania jednolitej substancji. Następnie do-

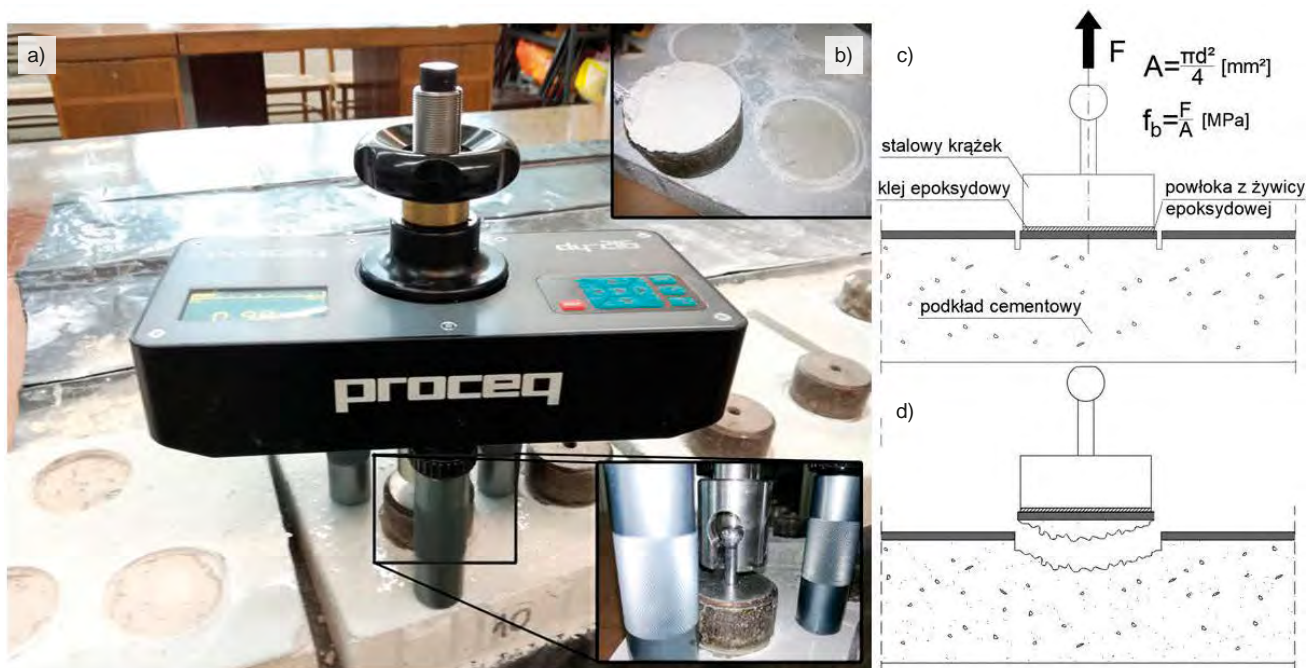
dawano ustaloną ilość mączki szklanej i ponownie mieszano do chwili osiągnięcia jednorodnej masy.

Gotową mieszaninę rozprowadzano na powierzchni podkładów cementowych przy pomocy pacy ząbkowanej, a następnie powłokę odpowietrzano przy użyciu wałka malarskiego. Obie czynności wykonywano ruchami na krzyż. Aplikacja i utwardzanie powłoki z żywicy epoksydowej odbywały się w temperaturze pokojowej. Środek do wykonania powłoki został zgłoszony do ochrony patentowej [4].

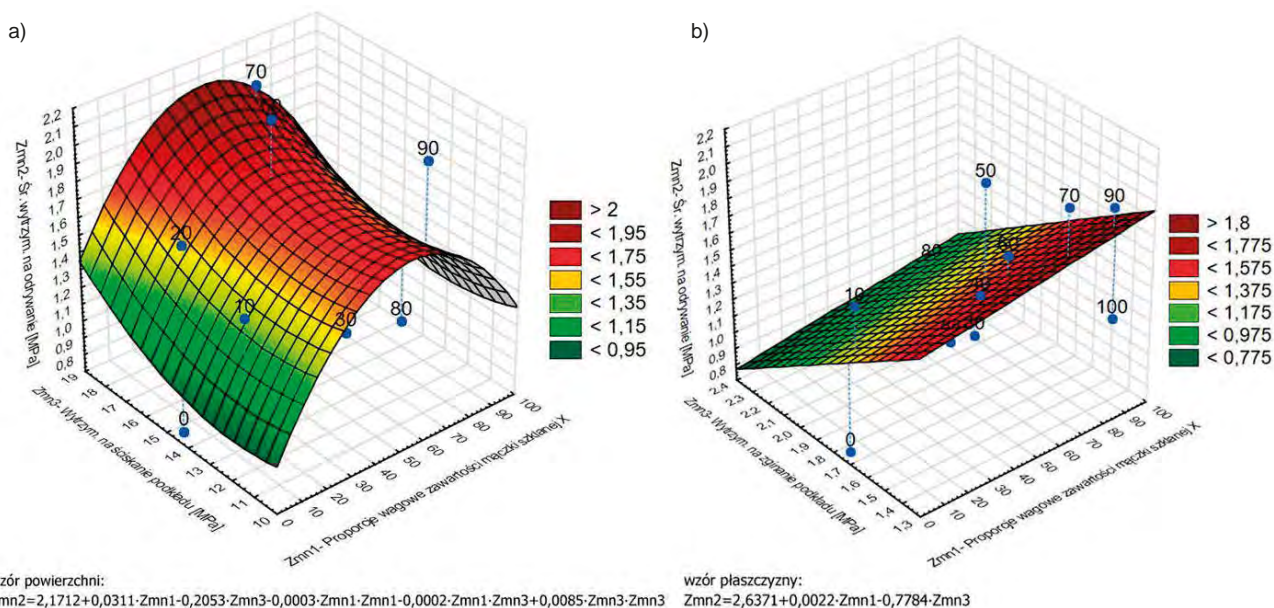
Badania wytrzymałościowe

Pomiary wytrzymałościowe wykonano po 7 dniach, czyli po uzyskaniu pełnej obciążalności mechanicznej dla powłoki z żywicy epoksydowej. Badanie wytrzymałości przy odrywaniu powłoki z żywicy epoksydowej do podkładu cementowego wykonano metodą odrywania, w trzech punktach dla każdej próbki (rys. 1.).

W tabeli 1. zestawiono uzyskane pojedyncze wyniki oraz wartości średniej wytrzymałości przy odrywaniu dla poszczególnych podkładów cementowych. Dla próbki kontrolnej R w dwóch z trzech miejsc pomiarowych uzyskano pojedynczy wynik poniżej 1,0 MPa, a średnia wartość wytrzymałości przy odrywaniu wyniosła zaledwie 0,78 MPa. Dla próbki 10 wartość średniej wytrzymałości przy odrywaniu wyniosła 1,51 MPa. Dla pozostałych podkładów cementowych, z wyjątkiem 80 i 100, uzyskano wartości zbliżone lub większe. Największą średnią wy-



Rys. 1. a, c) Widok stanowiska do badań metodą odrywania, b, d) stalowy krążek po oderwaniu



Rys. 2. Wykres zależności średniej wytrzymałości przy odrywaniu od zawartości mączki szklanej i od wytrzymałości podkładu cementowego na: a) ściskanie, b) zginanie (rysunki autorów)

trzymałość przy odrywaniu o wartości 2,11 MPa otrzymano dla próbki 50. Współczynnik zmienności dla uzyskanych wyników wynosi od 0,13 aż do 0,63. Duże wartości współczynnika zmienności są najprawdopodobniej spowodowane położeniem krążków pomiarowych w mniejszej lub większej odległości od krawędzi próbki. W przyszłości należałoby wykonać badania na próbkach o dużo większych wymiarach.

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 2. w postaci wykresów funkcji trzech zmiennych. Wartość wytrzymałości przy odrywaniu zależy głównie od wytrzymałości podkładu

cementowego na zginanie i w mniejszym stopniu od wytrzymałości podkładu na ściskanie (rys. 2.). Na rysunku 2a) zauważalny jest wzrost wytrzymałości przy odrywaniu wraz ze wzrostem zawartości mączki szklanej dla próbek od 10 do 70.

Obserwacje

W trakcie prowadzenia badań zaobserwowano, że wraz ze wzrostem ilości dodawanej mączki szklanej należało wydłużyć czas mieszania oraz zwiększyć jego staranność w celu uzyskania jednolitej masy. Większa ilość mączki powodowała wzrost gęstości miesz-

ni, a tym samym wzrost siły potrzebnej do mieszania, szczególnie w przypadku próbek 80, 90 i 100.

Wzrost zawartości mączki szklanej skutkował zmniejszeniem zdolności do samopoziomowania się powłoki z żywicy epoksydowej. Dla próbek od 10 do 40 żywica nadal bardzo dobrze rozprowadzała się po powierzchni podkładu cementowego i ulegała samopoziomowaniu. Natomiast przy kolejnych próbkach następowało stopniowe zwiększenie nierówności powierzchni. Równe pokrycie podkładów cementowych powłoką oznaczoną 80, 90 i 100 było niewykonalne.

Tabela 1. Zestawienie uzyskanych wyników badań

Oznaczenie podkładu	Wytrzymałość na ściskanie podkładu cementowego (MPa)	Wytrzymałość na zginanie podkładu cementowego (MPa)	X zawartość mączki szklanej	Pojedynczy wynik wytrzymałości przy odrywaniu (MPa)			Średnia wartość wytrzymałości przy odrywaniu (MPa)	Odchylenie standardowe (MPa)	Współczynnik Zmienności (-)
I 47	14,2	1,7	R-0	0,84	0,51	1,00	0,78	0,25	0,32
I 50	12,5	1,8	10	1,89	1,41	1,23	1,51	0,34	0,23
I 53	16,5	1,4	20	1,06	2,11	1,39	1,52	0,54	0,36
I 54	10,3	1,4	30	1,27	1,36	1,84	1,50	0,31	0,21
I 24/1	14,0	1,5	40	2,02	1,03	1,72	1,59	0,51	0,32
I 34/3	15,7	1,6	50	2,58	1,97	1,79	2,11	0,41	0,19
I 52	16,3	1,6	60	1,87	1,32	1,69	1,63	0,28	0,17
I 34/2	18,6	1,4	70	2,19	1,69	2,05	1,98	0,26	0,13
II 143/1	13,0	2,3	80	0,48	1,70	0,83	1,00	0,63	0,63
I 35	13,0	1,4	90	2,03	1,55	1,99	1,86	0,27	0,15
I 026	16,1	1,5	100	0,85	1,30	1,06	1,07	0,23	0,21

Podczas badania wytrzymałości przy odrywaniu powłoki z żywicy epoksydowej do podkładu cementowego metodą odrywania oderwanie krążka pomiarowego następowo najczęściej na styku powłoki z podkładem, ewentualnie częściowo lub całkowicie na niewielkiej głębokości w podkładzie cementowym (rys. 1.).

Wnioski

Według zaleceń producenta średnia wytrzymałość przy odrywaniu żywicy epoksydowej, badana metodą odrywania, powinna wynosić min. 1,5 MPa. Natomiast pojedyncze wyniki powinny być nie mniejsze niż 1,0 MPa.

Dla próbki kontrolnej R brak wyszlifowania powierzchni uniemożliwił uzyskanie wyników zgodnych z wymaganiami. Dodatek mączki szklanej znacząco poprawił wytrzymałość przy odrywaniu powłoki z żywicy epoksydowej w prawie wszystkich przypadkach i pozwolił uzyskać wymagane wartości wytrzymałości przy odrywaniu. Poprawę zaobserwowano już w próbce z najmniejszą ilością dodatku.

W artykule [5] zaprezentowano rezultaty podobnych badań sprawdzających wartość wytrzymałości przy odrywaniu pomiędzy podkładem cementowym a powłoką z żywicy epoksydowej modyfikowaną krzemionką, ale w postaci nanoprozszku. Dodatek nanokrzemionki również pozytywnie oddziaływał na wytrzymałość przy odrywaniu powłoki z żywicy epoksydowej.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że mączka szklana korzystnie wpływa na wartość wytrzymałości przy odrywaniu pomiędzy powłoką z żywicy epoksydowej a pod-

kładem cementowym. Dodanie mączki szklanej umożliwia uzyskanie wymaganych parametrów wytrzymałościowych bez wcześniejszego szlifowania powierzchni podkładu cementowego, a więc może być alternatywą dla mechanicznego przygotowania powierzchni.

Na podstawie uzyskanych wyników i obserwacji ustalono, że optymalną proporcją wagową pomiędzy składnikami powłoki z żywicy epoksydowej A i B a zawartością mączki szklanej X jest (A : B : X = 100 : 25 : 40). Większa zawartość dodatku powoduje powstawanie niewielkich nierówności na powierzchni powłoki z żywicy epoksydowej oraz zwiększa jej lepkość, co utrudnia wnikanie powłoki w pory podkładu i tym samym zmniejsza pozytywny wpływ na jej wytrzymałość przy odrywaniu. ■

DOI: 10.5604/01.3001.0013.2852

Bibliografia

- [1] Sadowski Ł. (2017), Multi-Scale Evaluation of the Interphase Zone between the Overlay and Concrete Substrate: Methods and Descriptors, "Applied Sciences", 7(9), 893.
- [2] Chmielewska B.G., Czarnecki L.E. (2012), Wymagania norm dotyczące posadzek przemysłowych. „Materiały Budowlane”, (2). 5-9.
- [3] Krzywiński K., Sadowski Ł. (2019), The effect of texturing of the surface of concrete substrate on the pull-off strength of epoxy resin coating, "Coatings", 9(2), 143.
- [4] Sadowski Ł., Chowaniec A., Środek do wykonywania powłok na bazie żywicy epoksydowej oraz jego zastosowanie. Zgłoszenie patentowe nr PL.425183 z dnia 11.04.2018.
- [5] Chowaniec, A. (2018), W kierunku modyfikacji posadzek żywicznych nanododatkiem. Nowoczesne hale, (2).

Streszczenie: W artykule przedstawione zostały wyniki badań powłok z żywicy epoksydowych modyfikowanych dodatkiem odpadowej mączki szklanej. Na podstawie przeprowadzonych badań uzyskano wymagane parametry powłoki z żywicy epoksydowej bez konieczności mechanicznego przygotowania podkładu cementowego i bez zastosowania środka szepnego. Zdaniem autorki jest to możliwe dzięki dodaniu mączki szklanej będącej materiałem odpadowym z produkcji mikrokulek szklanych. Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono optymalną proporcję pomiędzy żywicą epoksydową a dodatkiem odpadowej mączki szklanej.

Słowa kluczowe: powłoka z żywicy epoksydowej, mączka szklana

Abstract: EPOXY RESIN COATINGS WITH THE ADDITION OF WASTE GLASS POWDER

The paper presents the results of investigations of coatings made of epoxy resins modified with the addition of waste glass powder. On the basis of the conducted tests, the required parameters of the epoxy resin coating were obtained without the mechanical treatment of the cement substrate and without the use of a bonding agent. According to the author, this is possible due to the addition of glass powder, which is a waste material from the production of glass microspheres. On the basis of the conducted tests, the optimal ratio between the epoxy resin and the addition of waste glass powder was found.

Keywords: epoxy resin coating, glass powder