

Naprawa betonu poprzez iniekcję

Zjawisko rys w betonie

Występowanie rys w konstrukcjach betonowych (żelbetonowych i fibrobetonowych), aczkolwiek jest zjawiskiem normalnym, przewidywanym już na etapie projektowania, to należy je zawsze uznać za wadę. Jeśli rozwarcie rys mieści się w granicach dopuszczalnych normą (Eurokod 2 – PN-EN 1992 [1]) w odniesieniu do przewidywanej klasy ekspozycji, to z punktu widzenia projektowanej trwałości konstrukcji jest to wada nieistotna. Może co najwyżej wpływać niekorzystnie na względy estetycz-

ne. Jeśli jednak wartości te zostaną przekroczone, może mieć znaczący wpływ na przyspieszoną degradację materiału konstrukcyjnego. Problem staje się jeszcze bardziej znaczący, gdy wymaga się od konstrukcji szczelności (np. zbiorniki na ciecze, ściany i płyty fundamentowe w systemie białej wanny, stropy nad garażami podziemnymi itp.). Zarysowanie jest też niekorzystnym zjawiskiem estetycznym jak i użytkowym w przypadku betonów nawierzchniowych – w drogach, parkingach i posadzkach (fot. 1).

Tablica 1. Zasady oraz metody ochrony i naprawy konstrukcji betonowych wg PN-EN 1504-9 [2]

Zasada	Przykłady metod opartych na danej zasadzie	Odpowiednia część normy PN-EN 1504
Zasady i metody dotyczące wad betonu		
1. Ochrona przed wnikaniem	1.1. Impregnacja hydrofobizująca	PN-EN 1504-2
	1.2. Impregnacja	PN-EN 1504-2
	1.3. Nakładanie powłok	PN-EN 1504-2
	1.4. Powierzchniowe zamykanie rys	-
	1.5. Wypełnianie rys	PN-EN 1504-5
	1.6. Przenoszenie rys przez złącza	-
	1.7. Stosowanie zewnętrznych płyt	-
	1.8. Stosowanie membran	-
2. Ograniczenie zawilgocenia	2.1. Impregnacja hydrofobizująca	PN-EN 1504-2
	2.2. Impregnacja	PN-EN 1504-2
	2.3. Nakładanie powłok	PN-EN 1504-2
	2.4. Stosowanie zewnętrznych płyt	-
	2.5. Ochrona elektrochemiczna	-
3. Odbudowanie elementu betonowego	3.1. Ręczne nakładanie zaprawy naprawczej	PN-EN 1504-3
	3.2. Nadłożenie warstwy betonu lub zaprawy	PN-EN 1504-3
	3.3. Natryskiwanie betonu lub zaprawy	PN-EN 1504-3
	3.4. Wymiana elementów	-
4. Wzmacnianie konstrukcji	4.1. Uzupełnienie lub wymiana wewnętrznych lub zewnętrznych prętów zbrojeniowych	-
	4.2. Zakotwienie prętów w przygotowanych wcześniej lub wywierconych otworach w betonie	PN-EN 1504-6
	4.3. Doklejanie płyt wzmacniających	PN-EN 1504-4
	4.4. Nakład zaprawy lub betonu	PN-EN 1504-3 PN-EN 1504-4
	4.5. Iniekcja rys i pustek	PN-EN 1504-5
	4.6. Wypełnianie rys i pustek	PN-EN 1504-5
	4.7. Sprężanie (strunobeton lub kablobeton)	-
5. Zwiększanie odporności na czynniki fizyczne	5.1. Nakładanie powłok	PN-EN 1504-2
	5.2. Impregnacja	PN-EN 1504-2
	5.3. Nakład zaprawy lub betonu	PN-EN 1504-3
6. Odporność na czynniki chemiczne	6.1. Nakładanie powłok	PN-EN 1504-2
	6.2. Impregnacja	PN-EN 1504-2
	6.3. Nakład zaprawy lub betonu	PN-EN 1504-3
Zasady i metody dotyczące korozji zbrojenia		
7. Utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej	7.1. Zwiększenie grubości otuliny przez dodanie zaprawy lub betonu	PN-EN 1504-3
	7.2. Wymiana skażonego lub skarbonatyzowanego betonu	PN-EN 1504-3
	7.3. Elektrochemiczna realkalizacja skarbonatyzowanego betonu	-
	7.4. Realkalizacja skarbonatyzowanego betonu przez dyfuzję	-
	7.5. Elektrochemiczne usunięcie chlorków	-
8. Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej	8.1. Impregnacja hydrofobizująca	PN-EN 1504-2
	8.2. Impregnacja	PN-EN 1504-2
	8.3. Nakładanie powłok	PN-EN 1504-2
9. Kontrola obszarów katodowych	9.1. Ograniczenie dostępu tlenu (na katodzie) przez nasycenie lub zastosowanie powłoki	-
10. Ochrona katodowa	10.1. Przyłożenie napięcia elektrycznego	-
11. Kontrola obszarów anodowych	11.1. Nakładanie na zbrojenie powłoki zawierającej aktywne domieszki	PN-EN 1504-7
	11.2. Nakładanie na zbrojenie powłoki ochronnej	PN-EN 1504-7
	11.3. Stosowanie inhibitorów korozji w betonie	-

Podstawową przyczyną powstawania rys w betonie jest jego skurcz, zarówno już we wczesnej fazie wiązania (skurcz plastyczny), jak i później dojrzewania (skurcz twardnienia). Jeśli konstrukcja na etapie projektowania jest na te zjawiska przygotowana – poprzez odpowiednie zbrojenie i właściwy podział na elementy składowe – to zarysowania są mniejsze od dopuszczalnych, albo też powstają w miejscach oczekiwanych (dylatacje). Rysy mogą też być skutkiem innych oddziaływań, jak np. cykliczne zmiany temperatury, przeciążenie, osiadanie budowli, ograniczenie odkształceń czy też korozji betonu – mrozowej, siarczanowej, wewnętrznej.

W sytuacji gdy zarysowania (a czasem nawet pęknięcia) stanowią jakiegokolwiek zagrożenie dla konstrukcji (zarówno nośności i użyteczności, jak i trwałości), wymagają naprawy. Z uwagi na ich charakterystyczny kształt, najlepszą metodą jest ich wypełnienie materiałem naprawczym poprzez iniekcję. Jest ona jedną z metod naprawy (ochrony), zdefiniowanych w normie PN-EN 1504-9 [2], która zestawia wszystkie przypadki działań w odniesieniu do możliwych zagrożeń konstrukcji betonowej.

Zasady doboru metody naprawy (ochrony) betonu

Dobór odpowiedniej metody ochrony (lub naprawy) konstrukcji betonowej opiera się na wskazaniu właściwej zasady ochrony, ustalonej w odniesieniu do rodzaju konstrukcji, przyczyny lub kombinacji przyczyn oraz stopnia uszkodzenia, a to wszystko odpowiednio do przyszłych warunków użytkowania. W tablicy 1 przedstawione są propozycje metod dla poszczególnych zasad

Fot. 1. Rysy (pęknięcia) płyty betonowej posadzki w magazynie



ochrony wraz ze wskazaniem odpowiedniej normy z grupy PN-EN 1504 (od części 2 do części 7), według których określa się dla tych metod i materiałów odpowiednie właściwości użytkowe. Wśród metod wskazanych dla danej zasady ochrony wyszczególnione jest również wypełnienie i iniekcja rys. Zawarte w tablicy informacje wskazują, kiedy ta metoda może mieć zastosowanie – dla zasady 1: „ochrona przed wnikaniem i zabezpieczenie przed wodą” odpowiednia jest metoda 1.4 „wypełnienie rys”, natomiast dla zasady 4: „wzmacnianie konstrukcji” przewiduje się metodę 4.5 „iniekcję rys, pustek i szczelin” oraz metodę 4.6 „wypełnianie rys, pustek i szczelin”.

Zgodnie z zapisami normy PN-EN 1504-5 [3] iniekcję stosuje się w celu „uniknięcia szkodliwych konsekwencji obecności pustek i rys w betonie”, to znaczy aby:

- osiągnąć nieprzepuszczalność i w ten sposób wodoszczelność
- uniknąć wnikania agresywnych czynników, które mogłyby spowodować korozję zbrojenia stalowego
- wzmocnić konstrukcję przez wzmocnienie betonu.

Podział i wymagania dla wyrobów do iniekcji w betonie

Przedstawiony na rys. 1 schemat dzieli wyroby iniekcyjne na trzy kategorie – **F**, **D** i **S**, dla których kryterium podziału to zamierzone zastosowanie (zdefiniowane na schemacie). W zależności właśnie od zamierzonego zastosowania, poszczególne wyroby używane do iniekcji muszą charakteryzować się odpowiednim zestawem właściwości użytkowych, które muszą być zagwarantowane przez producenta w Deklaracji Właściwości Użytkowych. Wymagania te zestawione są w postaci tablic w normie PN-EN 1504-5 [3]. Ostatecznym potwierdzeniem prawdziwości wprowadzenia tych wyrobów do obrotu i stosowania jest ich oznakowanie CE lub Znakiem Budowlanym [4].

Wyroby kategorii „**F**” przeznaczone są do przenoszącego siły wypełnienia rys, pustek i szczelin w betonie, przy czym mogą one tworzyć połączenie z powierzchnią betonu, ale nie muszą. Z kolei wyroby kategorii „**D**” przeznaczone są do elastycznego wypełnienia, czyli takie, które mogą dostosowywać się do późniejszych odkształceń. Trzecia kategoria „**S**” to wyroby dopasowujące się przez pęcznienie do wypełniania rys, pustek i szczelin, przy czym charakteryzują się tym, że w stanie utwardzonym mogą wielokrotnie pęcznieć na skutek adsorpcji wody (cząsteczki wody w tym przypadku są wiązane przez cząsteczki wyrobu iniekcyjnego).

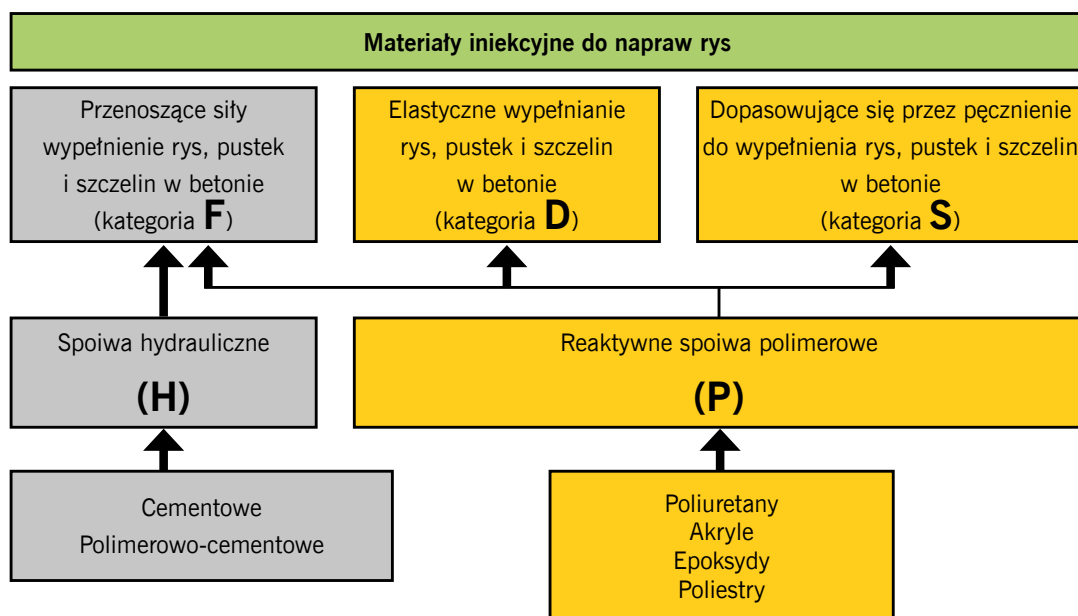
Wyroby iniekcyjne z uwagi na skład dzielą się na dwie zasadnicze grupy:



Fot. 2. Przykład zastosowania wyrobu iniekcyjnego zawierającego spoiwo polimerowe (żywica epoksydowa)

- zawierające spoiwo hydrauliczne (**H**) – dla których utwardzenie jest związane z hydratacją spoiwa hydraulicznego
 - zawierające spoiwo polimerowe (**P**) – dla których utwardzenie jest związane z reakcją chemiczną grupy funkcyjnej polimeru.
- Jak widać na schemacie (rys. 1) wyroby iniekcyjne zawierające spoiwo hydrauliczne nie są używane w kategorii elastycznego (D) lub pęczniącego (S) zamierzonego zastosowania, natomiast te zawierające spoiwo polimerowe odnajdują się w każdym zastosowaniu (fot. 2). Z kolei wyroby (S) określane są jako żele i są stosowane jedynie do uszczelniania przeciwwodnego rys i pustek w warunkach wilgotnych, mokrych lub płynącej wody. Z istotnych cech charakteryzujących materiały do iniekcji można wyróżnić (pozostałe zdefiniowane są w normie PN-EN 1504-5 [3]):
- **czas przydatności do użycia** – określane w badaniach identyfikacyjnych przeprowadzanych w znormalizowanych warunkach laboratoryjnych
 - **czas urabialności** – okres, w którym cały zarób zmieszanego wyrobu iniekcyjnego pozostaje urabialny, przy uwzględnieniu temperatury, wilgotności, objętości mieszanki iniekcyjnej, reaktywności wyrobu, techniki iniekcji (reaktywność wyrobu i objętość mieszanki powinny być dobrane z uwzględnieniem tych parametrów i przewidywanego czasu koniecznego do wykonania iniekcji konstrukcji)
 - **iniekwalność**, czyli zdolność wyrobu do wnikania w głąb rysy (fot. 3) – określa się ją jako minimalną szerokość rysy (mierzoną na powierzchni betonu), w stosunku do której wyrób jest przydatny; klasyfikacja normowa przewiduje następujące szerokości rysy: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; oraz 0,8 mm

Rys. 1. Ogólna klasyfikacja materiałów iniekcyjnych wg PN-EN 1504-5 [3]





Fot. 3. Pomiar szerokości rysy na powierzchni betonu

- **stopień zawilgocenia rysy** – czyli zawartość wody w rysie lub wpływającej z rysy, przy czym rozróżnia się następujące warunki:
 - **suche** – brak wody w rysie lub na jej ściankach; wykluczone jest przemieszczanie się wody w rysie w czasie iniekcji i utwardzania wyrobu iniekcyjnego; na suchy stan rysy wskazuje jednakowa barwa rysy i suchej powierzchni betonu
 - **wilgotne** – brak wody w rysie, obecność wody na ściankach bocznych rysy, ale bez warstwy wody na powierzchni ścianek; na wilgotny stan rysy wskazuje różnica barwy między powierzchnią rysy a suchą powierzchnią betonu
 - **mokre** – obecność stojącej wody w rysie; charakterystyczna dla mokrej rysy jest obecność kropelek wody na powierzchni rysy
 - **wypływ wody** – woda płynąca przez rysę

producent wyrobu na podstawie badań (między innymi iniekowalności) ma wskazać stopień lub stopnie zawilgocenia, przy których wyrób można stosować

- **ruch rysy** – czyli zmiana szerokości rysy w czasie powodowana oddziaływaniami mechanicznymi (np. ruch drogowy) lub innymi oddziaływaniami fizycznymi (codziennymi lub okresowymi – zmiany temperatury, działanie słońca); w zależności od stabilności rysy należy uwzględnić następujące wskazania:
 - ruch drogowy wywołujący ruchy rysy od 10 μm do 15 μm w czasie utwardzania nie wpływa na przyczepność wyrobów iniekcyjnych zawierających spoiwo polimerowe
 - nie stosuje się żeli do iniekcji rys ulegających codziennym ruchom, chyba że nadmiar wyrobu iniekcyjnego jest stosowany także na zewnątrz konstrukcji
 - nie stosuje się wyrobów iniekcyjnych zawierających spoiwo hydrauliczne do iniekcji rys ulegających zmianom o dużej częstotliwości podczas utwardzania – na ogół nie stosuje się tych wyrobów do iniekcji rys ulegających codziennym ruchom podczas utwardzania, chyba że można wykazać, iż przyczepność do betonu przekroczy 2 N/mm² w ciągu 10 h w minimalnej temperaturze stosowania.

Szczegółowa klasyfikacja wyrobów iniekcyjnych

Wyroby iniekcyjne klasyfikuje się zgodnie z odpowiednimi wymaganiami, dotyczącymi właściwości użytkowych, stosując system klasyfikacji UW opisany w normatywnym załączniku „A” do normy PN-EN 1504-5 [3], a przedstawiono go w tablicy 2.

Przykładowa klasyfikacja: U(F1) W(1)(1/2)(5/30)(1) oznacza wyrób iniekcyjny o następującej charakterystyce:

- przeznaczony do przenoszącego siły wypełnienia rys
- iniekowalny do rys o szerokości 0,1 mm, suchych lub wilgotnych

Tablica 2. System klasyfikacji wyrobów do iniekcji betonu wg PN-EN 1504-5 [3]

System klasyfikacji wyrobów do iniekcji – oznaczenie UW		
U Po literze U, oznaczającej zamierzone zastosowanie, następuje w nawiasie jedna litera i jedna cyfra, wskazujące zamierzone zastosowanie	W Po literze W, oznaczającej urabialność, następują w nawiasie 3 lub 4 grupy cyfr	
Wyrób iniekcyjny F do przenoszącego siły wypełnienia rys *) Wartość w nawiasie jest najmniejszą dopuszczalną wartością pojedynczego pomiaru	Zgodnie z zasadą 4 wg tabl. 1, w odniesieniu do iniekcji rys, pustek i szczelin: F1: Adhezja określona przez wytrzymałość połączenia na rozciąganie > 3,0 N/mm ² (2,5 N/mm ² *) (H, P)	pierwsza grupa (jedna cyfra): dopuszczalna minimalna szerokość rysy, mierzona w dziesiątych częściach milimetra (1 – 2 – 3 – 5 – 8); wynika z badań iniekowalności
	Zgodnie z zasadą 4 wg tabl. 1, w odniesieniu do iniekcji rys, pustek i szczelin: F2: Adhezja określona przez wytrzymałość połączenia na rozciąganie > 2,0 N/mm ² (1,5 N/mm ² *) (H, P)	druga grupa (jedna lub więcej cyfr): stopień zawilgocenia rysy (1 oznacza rysę suchą, 2 wilgotną, 3 mokrą, 4 wypływ wody) klasyfikacja wynika z badań iniekowalności i odpowiednich badań właściwości użytkowych (przyczepność i trwałość w przypadku wyrobów typu F, wydłużenie i wodoszczelność w przypadku wyrobów typu D, wodoszczelność w przypadku wyrobów typu S)
	Zgodnie z zasadą 1 w odniesieniu do rys (wg tabl. 1) i przy ograniczeniu do wypełnienia pustek i szczelin: F3: Adhezja określona przez wytrzymałość połączenia na rozciąganie: wartość deklarowana oraz wytrzymałość na ściskanie > 20 N/mm ² po 7 dniach (H)	trzecia grupa (dwie cyfry): minimalna i maksymalna temperatura stosowania
Wyrób D	Wyrób iniekcyjny do elastycznego wypełnienia rys D1: Wodoszczelny pod ciśnieniem 2 × 10 ⁵ Pa	czwarta grupa (jedna cyfra): stosowana tylko w odniesieniu do wyrobów typu F: (1) stosowane do rys o dziennej ruchomości w czasie utwardzania większej niż 10% lub 0,03 mm (0) stosowane do rys bez dziennej ruchomości w czasie utwardzania lub o ruchomości mniejszej niż 10% lub 0,03 mm
Wyrób S	Wyrób iniekcyjny do wypełnienia rys dopasowujący się przez pęcznienie S1: Wodoszczelny pod ciśnieniem 2 × 10 ⁵ Pa	

Pozostałe symbole wg rys. 1

- nadający się do stosowania w temperaturze od 5°C do 30°C
- nadający się do stosowania w przypadku rys o dziennej ruchomości w czasie utwardzania większej niż 10 % lub 0,03 mm.

Materiały do wykonywania iniekcji [5]

Spoiwem polimerowym w materiałach do iniekcji najczęściej bywają żywice epoksydowe, poliuretanowe oraz akrylowe i akryloamidowe.

Produkty **epoksydowe** są systemami dwuskładnikowymi składającymi się z zestawu żywica + utwardzacz. Niewłaściwa proporcja lub obecność wody mogą obniżyć końcowe parametry tworzywa, choć dostępne są odmiany żywic epoksydowych tolerujących wilgoć, a nawet mogących wiązać wodę w ilości nawet do 15% swojej masy. Minimalna temperatura wiązania to 5-8°C. Ze wzrostem temperatury rośnie szybkość reakcji, a czas urabialności w 20°C wynosi od 20 do 120 minut.

Lepkość żywic epoksydowych zależy od temperatury. Można wyróżnić niskolepkie, które przy 20°C charakteryzują się lepkością od ok. 15-400 mPas, zdolne do wypełniania rys o rozwarości 0,1 do 0,2 mm. Żywice o lepkości 500-6000 mPas stosowane są do wypełniania rys szerszych – powyżej 0,5 mm.

Epoksydy charakteryzują się wysoką przyczepnością do betonu, dużą wytrzymałością na zginanie (3-60 MPa), ściskanie (30-85 MPa) i rozciąganie (do 40 MPa), przy module sprężystości 1-6 GPa. Przy takich właściwościach są najskuteczniejszymi materiałami do wypełniania rys przenoszących obciążenia (F). Przykłady rys wypełnionych żywicą epoksydową przedstawiono na fot. 4÷7.

Poliuretany mają zdolność wiązania także w obecności wody, co pozwala na wykonywanie iniekcji w rysach z wodą (także pod ciśnieniem). Rozróżnia się materiały jednokomponentowe (szybkospienialne pod wpływem wody) oraz dwukomponentowe (wolnospienialne, o małym przyroście objętości). Charakteryzują się niską lepkością (50-400 mPas). Czas wiązania wynosi 30-120 min. i może być regulowany aktywatorami w celu skrócenia lub w celu przyspieszenia reakcji w obniżonych temperaturach (5°C). W przypadku żywic tworzących z wodą pianę czas zaini-



Fot. 4. Rysy (pęknięcia) podkładu z fibrobetonowego pod płytki wypełnione żywicą epoksydową

cowania reakcji wynosi zwykle poniżej 1 min, a reakcja trwa przez kolejne 2-3 min. Wartość współczynnika spieniania może przekroczyć nawet 50. Utwardzone produkty o niskiej spienialności (1,05-1,3), w obecności wody mogą wykazywać wysoką elastyczność – wydłużenie do 100% przy zerwaniu, przy dość wysokiej wytrzymałości na ściskanie (20-60 MPa) i zginanie (40-80 MPa). Stanowią więc efektywne, elastyczne i trwałe uszczelnienie struktury. Żywice poliuretanowe mogą być stosowane do iniekcji rys o bardzo małej rozwarości – poniżej 0,1 mm, a także do rys ruchomych.


Akrylowe materiały iniekcyjne charakteryzują się bardzo małą lepkością – rzędu 5-30 MPa. W zależności od ilości i szybkości rozpadu inicjatora, reakcja rozpoczyna się po 1-10 s i przebiega bardzo szybko (1-10 min). Zalecana minimalna temperatura to 1°C, ale możliwe są też prace w ujemnych temperaturach. Także w obecności wody. Bardzo dobra przyczepność do betonu, łatwość penetracji i mały wpływ temperatury na lepkość pozwala na wykorzystywanie ich przy iniekcjach uszczelniających mikro-rysy. Nie nadają się do rys ruchomych.

Akryloamidy mają zdolność do pęcznienia w sposób odwracalny pod wpływem wody, z utworzeniem zwartego elastycznego hydrożelu. Niektóre produkty zawierają mikrowypełniacze (np.



CENTRUM TECHNOLOGICZNE BUDOWNICTWA INSTYTUT BADAŃ I CERTYFIKACJI

Akredytowane laboratorium badawcze - AB 535
Jednostka notyfikowana - NB 2039
Jednostka certyfikująca wyroby - AC 205

 ul. Przemysłowa 23
35-105 Rzeszów

 +48 17 864 04 50

 ctb@ctb-ibc.pl

www.ctb-ibc.pl

Oferta:

certyfikacja zakładowej kontroli produkcji betonu towarowego
badania wstępne betonu towarowego
kompleksowa obsługa laboratoryjna producenta betonu towarowego
kompleksowa obsługa laboratoryjna producenta kruszyw
badania typu wyrobów budowlanych, w tym liniowych elementów odwodnień
obsługa laboratoryjna wykonawcy robót i nadzoru
ekspertyzy i opinie budowlane
szkolenia otwarte w zakresie budownictwa



Fot. 5. Rysy (pęknięcia) posadzki w technologii DST wypełnione żywicą epoksydową



Fot. 6. Naprawa pęknięć posadzki betonowej za pomocą żywicy epoksydowej

krzemionkę koloidalną) w celu dodatkowej stabilizacji żelu po związaniu. Stosowane są do uszczelniania rys mokrych i zawilgoconych.

Iniekcje stosujące spoiwo hydrauliczne (cementowe) wykonuje się w przypadku napraw rys nieruchomych, wilgotnych lub wypełnionych wodą. Do przygotowania zaczynów cementowych stosowane są głównie cementy portlandzkie o drobnym uziarnieniu. Mieszanki charakteryzują się szybkim narastaniem wytrzymałości na ściskanie (ok. 20 MPa po 1 dniu, ok. 40 MPa po 28

dniach) i zginanie (ok. 2-3 MPa po 1 dniu, ok. 4-7 MPa po 28 dniach), przy module sprężystości 9-20 GPa. Czas aplikacji ok. 60 min. Materiały cementowe stosowane są do zarysowań od 3 mm, ale przy użyciu mikrocementów umożliwiają iniekcję rys drobniejszych, już od 0,1 mm. Tradycyjnie iniekcje cementowe stosuje się do wypełniania większych zarysowań, pęknięć i ubytków w elementach konstrukcji betonowych.

W charakterystyce przedstawionych materiałów bazowych stosowanych do metody iniekcji jedną z podstawowych charakterystyk jest określenie minimalnej rozwartości rysy, przy której użycie danego materiału jest możliwe. Nie jest natomiast określona maksymalna szerokość rysy, a ten czynnik może okazać się bardzo ważny zwłaszcza w iniekcjach scalających i wzmacniających konstrukcję. Przy doborze materiału do wypełnienia rys o dużej rozwartości (>10 mm) należy dodatkowo przeanalizować wpływ skurczu materiału na jakość wypełnienia oraz możliwości technologiczne prawidłowego przeprowadzenia procesu szczelnego wypełnienia iniecyjnego, albo dobrać inną zasadę naprawy takiego uszkodzenia elementu konstrukcyjnego (metoda 3.1 lub 4.4. z tablicy 1).

dr inż. Grzegorz Bajorek
Politechnika Rzeszowska
Centrum Technologiczne Budownictwa
Instytut Badań i Certyfikacji
mgr inż. Sławomir Słonina
Centrum Technologiczne Budownictwa
Instytut Badań i Certyfikacji

Piśmiennictwo

- 1 PN-EN 1992 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu (wszystkie części)
- 2 PN-EN 1504-9:2010 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 9: Ogólne zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów
- 3 PN-EN 1504-5:2013 Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 5: Iniekcja betonu
- 4 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG + krajowe przepisy wykonawcze.
- 5 Chmielewska B., Koper J., Konstrukcje żelbetowe – naprawa rys metodą iniekcji cz.1. Powstawanie rys i metody ich naprawy, Izolacje 5/2014.



Fot. 7. Iniekcja pęknięć płyty zbiornika