M.20.20.15d  INIEKCJA RYS i PĘKNIĘĆ

WSTĘP

* + 1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z iniekcjami rys i pęknięć

Zakres stosowania SST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy przy zlecaniu i  realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1

* + 1. Zakres robót objętych SST

Roboty, których dotyczy Specyfikacja, obejmują czynności umożliwiające i mające na celu uszczelnienie konstrukcji betonowych metodą iniekcji.

Po oczyszczeniu podpór należy przeprowadzić oględziny podpór. Należy  wykonać iniekcję sklejającą (przywracającą  integralność)  stwierdzonych rys/szczelin o rozwartości większej lub równej 0,3  mm w  konstrukcji podpór

* + 1. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej Specyfikacji są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami oraz z określeniami podanymi w OST D-M-00. „Wymagania Ogólne”.

### *Uszczelnienie konstrukcji* – zabezpieczenie elementu konstrukcji przeciwwilgociowe lub przeciwwodne;

### *Iniekcja ciśnieniowa* - metoda wtłaczania kompozycji iniekcyjnej przez pakery w konstrukcję pod ciśnieniem większym niż ciśnienie atmosferyczne;

### Kompozycja iniekcyjna – ciekły preparat, który po wprowadzeniu w konstrukcję wiąże i uszczelnia strukturę materiału budowlanego;

### *Paker iniekcyjny* – końcówka umieszczana w otworze umożliwiająca transport kompozycji iniekcyjnej z pompy iniekcyjnej w konstrukcję;

### *Pompa iniekcyjna* – urządzenie umożliwiające podanie kompozycji iniekcyjnej pod odpowiednim ciśnieniem roboczym;

### *Ciśnienie robocze* – nominalna wartość ciśnienia, przy którym kompozycja iniekcyjna jest wtłaczana w konstrukcję.

### *Propagacja rys* –  zmiana rozwartości rys w czasie.

### *Atest* – wykaz parametrów technicznych produktu gwarantowanych w ramach kontroli wewnętrznej producenta. Zawiera on wyniki badań kontroli wewnętrznej producenta.

* + 1. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z projektem, specyfikacją i poleceniami Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w Specyfikacji DM.00.00.00. „Wymagania Ogólne”.

Materiały

* + 1. Wymagania ogólne

Doboru kompozycji iniekcyjnej dokonuje Wykonawca. Dobór ten musi być zgodny z dokumentacja projektową i podlega akceptacji Inżyniera.

Należy stosować materiały, objętego normą zharmonizowaną lub europejską oceną techniczną, lub krajowej deklaracji właściwości użytkowych dla materiału objętego Polską Normą lub krajową oceną techniczną.

Do iniekcji rys lub pęknięć może być użyta jedynie kompozycja przeznaczona do stosowania przy wilgotnym podłożu i o nie przeterminowanej przydatności do stosowania. „Wykonawca” obowiązany jest udokumentować źródło zakupu kompozycji iniekcyjnej lub jej składników i przedłożyć te dokumenty na piśmie.

* + 1. Wymagania szczegółowe

Według niniejszej SST do iniekcji siłowej (sklejającej) rys i pęknięć należy stosować kompozycję epoksydową.

Do iniekcji uszczelniającej, ciśnieniowej rys i pęknięć należy stosować kompozycję epoksydową.

Jeżeli dokumentacja projektowa ani SST nie przewidują inaczej, do iniektowania rys o rozwartości do 5 mm można stosować kompozycję epoksydową, która spełnia wymagania podane w tablicy 1.

Tablica 1. Wymagania dla kompozycji epoksydowej do iniektowania rys o rozwartości do 5 mm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Lp.*** | ***Właściwości*** | ***Jednostka*** | ***Wymagania*** | ***Metoda badania wg*** |
| *1* | *Wytrzymałość na odrywanie* | *MPa* | ≥  *4* | *PN‐EN 1542:2000* |
| *2* | *Przyczepność do stali* | *MPa* | ≥  *10* | *PN‐EN 1542:2000* |
| *3* | *Wytrzymałość na rozciąganie* | *MPa* | ≥  *25* | *PN-EN ISO 527-4:2000* |
| *4* | *Wytrzymałość na zginanie* | *MPa* | ≥  *50* | *PN-EN ISO 178:2011* |
| *5* | *Wytrzymałość na ściskanie czystej kompozycji* | *MPa* | ≥  *50* | *PN-EN ISO 604:2006* |
| *6* | *Czas żelowanie (w zależności od temperatury)* | *min* | *10 ÷ 75* | *PN-EN ISO 2535:2004* |
| *7* | *Współczynnik lepkości dynamicznej (w zależności od temp.)* | *MPas* | *250 ÷ 500* | *PN-EN ISO 2431:2013-09* |

Do iniektowania rys o rozwartości powyżej 5 mm można stosować kompozycje epoksydową, która spełnia wymagania podane w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagania dla kompozycji epoksydowej do iniektowania rys o rozwartości powyżej 5 mm

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Lp.*** | ***Właściwości*** | ***Jednostka*** | ***Wymagania*** | ***Metoda badania wg*** |
| *1* | *Wytrzymałość na odrywanie* | *MPa* | *≥ 3* | *PN‐EN 1542:2000* |
| *2* | *Przyczepność do stali* | *MPa* | *≥ 8* | *PN‐EN 1542:2000* |
| *3* | *Wytrzymałość na rozciąganie* | *MPa* | *≥ 30* | *PN-EN ISO 527-4:2000* |
| *4* | *Wytrzymałość na zginanie* | *MPa* | *≥ 45* | *PN-EN ISO 178:2011* |
| *5* | *Wytrzymałość na ściskanie* | *MPa* | *≥ 90* | *PN-EN ISO 604:2006* |
| *6* | *Czas żelowania (w zależności od temperatury)* | *min* | *10 ÷ 75* | *PN-EN ISO 2535:2004* |
| *7* | *Lepkości dynamiczna* | *MPas* | *≤ 5800* | *PN-EN ISO 2431:2013-09* |

Do przyklejania wentyli iniekcyjnych można  stosować  szybkowiążący klej epoksydowy.

Do kompozycji mineralnej wypełniającej można stosować zaczyn cementowy do iniektowania, systemowy, tj zgodny z zasosowanym systemem do iniejekcji

Do uszczelniania rys można stosować gips (iniekcja niskociśnieniowa) lub kit epoksydowy (iniekcja nisko- i wysokociśnieniowa). Materiały do uszczelniania rys i przyklejania wentyli powinny być wskazane przez producenta kompozycji iniekcyjnej.

SPRZĘT

* + 1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”, pkt 3.

Wykonawca zobowiązany jest posiadać niezbędny sprzęt do wykonywania robót, zgodnie z przyjętą technologią i kartami technicznymi materiałów oraz konieczny, podstawowy sprzęt laboratoryjny do kontroli procesu technologicznego i wykonanych prac.

Wybór sprzętu i narzędzi do wykonania robót podlega akceptacji Inżyniera.

* + 1. Sprzęt do wykonania iniekcji
       1. Sprzęt do wykonania iniekcji średnio- i niskociśnieniowej

Do wykonania iniekcji średnio- i niskociśnieniowej Wykonawca powinien mieć w dyspozycji następujący sprzęt:

* syfon iniekcyjny o odpowiednim ciśnieniu,
* agregat sprężarkowy o małej wydajności lub pompkę nożną,
* powierzchniowe wentyle iniekcyjne (tarcze iniekcyjne),
* szczotki stalowe lub włosiane,
* pojemniki polietylenowe,
* naczynia do objętościowego dozowania składników kompozycji iniekcyjnej,
* łopatki drewniane do mieszania kompozycji,
* szpachlę stalową,
* odzież ochronną (rękawice, kombinezony, fartuchy),
* rozcieńczalniki do mycia syfonu i naczyń,
* szczotki lub pędzle do mycia syfonu,
* czyste szmaty.
  + - 1. Sprzęt do wykonania iniekcji wysokociśnieniowej

Do wykonania iniekcji  wysokociśnieniowej Wykonawca powinien mieć w dyspozycji następujący sprzęt:

* agregat wysokociśnieniowy,
* pistolet wysokociśnieniowy,
* agregat sprężarkowy,
* wentyle iniekcyjne wgłębne,
* wiertarkę,
* wiertło do betonu,
* strzykawki lub naczynia pomiarowe do objętościowego dozowania składników kompozycji epoksydowej,
* naczynie pomiarowe z podziałką pozwalającą ocenić objętość wtłoczonych kompozycji,
* syfon iniekcyjny do mechanicznego ładowania kompozycji iniekcyjnej do pistoletu,
* łopatki drewniane do mieszania kompozycji iniekcyjnej,
* szpachlę stalową do nakładania kitu uszczelniającego,
* odzież ochronną (rękawice, kombinezony , fartuchy),
* rozcieńczalniki do mycia urządzeń iniekcyjnych,
* szczotki lub pędzle do mycia syfonu i pistoletu,
* wycior do czyszczenia przewodu wysokociśnieniowego,
* czyste szmaty, odkurzacz przemysłowy.
  + 1. Sprzęt laboratoryjny

Podczas robót Wykonawca zobowiązany jest kontrolować warunki atmosferyczne, a podczas robót posiadać do dyspozycji:

* wilgotnościomierz,
* termometry do pomiaru temperatury powietrza i podłoża betonowego.

TRANSPORT

* + 1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”.

* + 1. Transport żywic do iniekcji

Składniki kompozycji iniekcyjnej powinny być dostarczane w oryginalnych opakowaniach producenta (zwykle w puszkach). Każde opakowanie powinno mieć etykietę zawierająca następując dane:

* nazwę i adres producenta,
* nazwę wyrobu,
* oznaczenie,
* datę produkcji i okres przydatności do stosowania,
* ogólne zasady przechowywania i stosowania,
* wymagane środki bezpieczeństwa,
* nr PN lub oceny/ aprobaty technicznej.

Składniki kompozycji w oryginalnych opakowania powinny być przechowywane w pomieszczeniach suchych, posiadających sprawną wentylację i sprzęt ppoż. w temperaturach od +5°C do +30°C, w sposób zabezpieczający opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi, z dala od źródeł otwartego ognia, palenia papierosów oraz prowadzenia prac spawalniczych. Okres przydatności do stosowania w nie otwieranych pojemnikach wynosi zwykle 12 miesięcy od daty produkcji.

Składniki kompozycji iniekcyjnej należy transportować krytymi środkami transportu chroniąc opakowania przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz zgodnie z prawem przewozowym.

WYKONANIE ROBÓT

* + 1. Ogólne zasady wykonywania robót

Ogólne zasady wykonywania robót podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”,

* + 1. Diagnostyka konstrukcji mostowej

Przed przystąpieniem do wykonania naprawy należy wykonać diagnostykę konstrukcji określającą rodzaj i zakres uszkodzeń oraz przyczynę ich powstania. w zakresie poniższej SST diagnostyka powinna zawierać:

* szczegółową inwentaryzację rys z określeniem ich długości,  szerokości i przebiegu,
* określenie przyczyn powstania rys,
* określenie rodzaju rys (ruchome, nieruchome) , zmiany ich szerokości,
* stopień zawilgocenia rys (w tym występowanie przecieków wody).
  + 1. Wymagania w stosunku do personelu Wykonawcy

Dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań w stosunku do personelu Wykonawca zobowiązany jest dołączyć do oferty przetargowej. Żądanie dostarczenia wymienionych dokumentów przez Wykonawcę powinno być zawarte w warunkach kontraktu.  Szczegółowe wymagania w stosunku do personelu Wykonawcy wykonującego naprawy powierzchni betonowych zostały podane w SST Naprawy powierzchni betonowych zaprawami PCC.

* + 1. Wymagana dokumentacja robót

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Program Zapewnienia Jakości (PZJ).

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca i Inżynier dokonują ustaleń technologicznych. Podczas robót na bieżąco, na odpowiednich formularzach Wykonawca zobowiązany jest do sporządzania dokumentacji wykonawczej, w której zamieszcza m.in.:

* dane o obiekcie,
* informacje o stosowanych materiałach i technologii prac,
* dane dzienne o warunkach atmosferycznych podczas robót,
* informacje o ilości wykonanych prac i zużytych materiałów,
* wyniki wykonanych badań w ramach kontroli wykonywania i odbioru robót.

Oddzielna dokumentacja powinna być prowadzona dla prac iniekcyjnych. w dokumentacji tej powinny znaleźć się informacji dotyczące warunków, w których przeprowadzono iniekcję: dane dotyczące ruchu na obiekcie, obserwacje stanu pogody, a także informacje dotyczące liczby iniektowanych rys lub pęknięć, ilości zużytej kompozycji iniekcyjnej oraz ewentualne informacje o trudnościach, które wystąpiły podczas iniekcji. Przykład dokumentacji robót iniekcyjnych został zamieszczony w załączniku 3. Powyższa dokumentacja stanowi podstawę do rozliczenia robót. Dokumentację tę Wykonawca zobowiązany jest dołączyć jako element dokumentacji budowy.

* + 1. Zasady wykonywania robót

Podstawowe czynności przy wykonywaniu robót obejmują:

1.     roboty przygotowawcze,

2.     przygotowanie podłoża betonowego do wykonania iniekcji,

3.     wykonanie iniekcji,

4.     roboty wykończeniowe.

* + 1. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, SST lub wskazań Inżyniera:

* zlokalizować rysy do iniekcji,
* ustalić materiały niezbędne do wykonania robót,
* określić kolejność, sposób i termin wykonania robót.

Do Wykonawcy należy również wykonanie, zabezpieczenie, utrzymanie oraz rozbiórka rusztowań, pomostów roboczych i innych urządzeń pomocniczych niezbędnych do prowadzenia robót.

* + 1. Pole referencyjne

Przed przystąpieniem do prac naprawczych na obiekcie Wykonawca, w obecności przedstawiciela Inżyniera przygotowuje pole referencyjne naprawy powierzchniowej betonu.

Wykonanie pola referencyjnego ma na celu:

* określenie wszystkich parametrów naprawy powierzchniowej betonu,
* ocenę przydatności proponowanych materiałów, technologii,
* ocenę efektów wykonania prac naprawczych.

Pole referencyjne może stanowić podstawę do oceny, czy wykonana na danym elemencie naprawa wykazuje założone właściwości, czy jest zgodna z wymaganiami projektowymi i wymaganiami producenta materiałów.

Prace podczas wykonywania pola referencyjnego powinny przebiegać uzgodnionymi w protokole ustaleń materiałami i zgodnie z założoną technologią. Prace rozpoczynają się od przygotowania podłoża i prętów zbrojenia przez wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego zbrojenia, wykonanie iniekcji, warstwy sczepnej, uzupełnienia ubytku, a kończąc na ewentualnej powłoce ochronnej.

Dodatkowo, podczas wykonywania pola referencyjnego, dla materiałów z grupy zapraw, należy wykonać kontrolę wykonywania prac obejmującą sprawdzenie, na min. 3 próbkach, beleczkach 4×4×16 cm, gęstości objętościowej oraz wytrzymałości na ściskanie zgodnie z normą PN-EN 196-1:2016-07. Uzyskane wyniki powinny spełniać wymagania zgodnie z przedmiotowymi normami lub ocenami technicznymi. Gęstość objętościową należy określić również na próbkach o grubości min. 15 mm, pobranych z odwiertów, uzyskanych podczas badania wytrzymałości na odrywanie (metoda „pull-off”), przy czym należy wykonać min. 3 pomiary gęstości objętościowej i obliczyć wartość średnią.

W trakcie wykonywania pola referencyjnego Wykonawca przeprowadza kontrolę wykonania robót, a Inżynier badania odbiorcze naprawy powierzchniowej betonu.

Pole referencyjne należy przygotować oddzielnie dla każdego rodzaju stosowanej naprawy powierzchniowej. Miejsca, liczbę i wielkość powierzchni referencyjnych oraz sposób ich oznaczenia powinien określić Inżynier.

Wszystkie uzgodnienia, wynikające z wykonania pola referencyjnego na każdym etapie robót, powinny zostać zapisane w protokole wykonania naprawy betonu, a wyniki badań załączone do dokumentacji budowy.

* + 1. Przygotowanie podłoża

Powierzchnie ograniczające miejsce uszczelnienia iniekcją powinny odznaczać się wystarczająca wytrzymałością, a także być wolne od kurzu, starych powłok, olejów i mleczka cementowego oraz innych substancji zmniejszających przyczepność. Przed wykonaniem robót iniekcyjnych należy usunąć skorodowany beton do tzw. „zdrowego betonu” i  oczyścić powierzchnię naprawianą z wszelkich zanieczyszczeń, zgodnie z SSTNaprawy powierzchni betonowych zaprawami PCC.

Z przygotowania podłoża Wykonawca powinien przygotować protokół.

* + 1. Iniekcja rys
       1. Warunki ogólne

W przypadku, gdy w przygotowanym podłożu występują rysy nie uwzględnione w dokumentacji projektowej to Wykonawca powinien je zinwentaryzować. w elementach betonowych i żelbetowych dopuszczalne jest pozostawienie rys, gdy ich rozwartość nie przekracza 0,3 mm, są one suche, a ich propagacja jest już zakończona.

W przypadku rys o rozwartości powyżej 0,3 mm lub nadal propagujących należy wykonać ich iniekcję. Iniekcję można stosować do naprawy rys wilgotnych, bezczynnych wycieków wody (podczas iniekcji). w przypadku stałego wycieku wody najpierw należy zatamować wypływ wody, a dopiero później przystąpić do prac iniekcyjnych.

Iniekcję rys lub pęknięć należy prowadzić w temperaturze wskazanej przez producenta utwardzacza (zwykle nie niższej niż +15°C i nie wyższej niż 30°C ). w porze deszczowej iniekcję można prowadzić tylko pod warunkiem zabezpieczenia miejsca pracy na okres robót prowizorycznym zadaszeniem.

* + - 1. Zasady obowiązujące pracowników podczas wykonywania iniekcji

Kompozycje na bazie żywic epoksydowych należą do środków łatwopalnych i toksycznych. w związku z tym konieczne jest przestrzeganie następujących zasad:

* wszelkie operacje z żywicami należy wykonywać w rękawicach ochronnych,
* skórę zanieczyszczoną żywicą lub gotową kompozycją z utwardzaczem należy zmyć tamponem zwilżonym acetonem i umyć wodą z mydłem, a następnie posmarować kremem,
* nie wolno używać toksycznych rozpuszczalników do czyszczenia sprzętu i naczyń (np. benzolu),
* należy przestrzegać przepisów przeciwpożarowych, m.in. obowiązuje zakaz palenia papierosów podczas pracy oraz wykluczenie prac spawalniczych i jakichkolwiek źródeł otwartego ognia.

W przypadku prowadzenia iniekcji wysokociśnieniowej zabrania się:

* kierowania końcówki węża iniekcyjnego na siebie lub inne osoby,
* pozostawiania agregatu pod ciśnieniem,
* przekraczania dopuszczalnego ciśnienia roboczego powietrza zasilającego pistolet (powyżej 150 atm).

W przypadku stwierdzenia nieprawidłowej pracy agregatu, np. gdy agregat pracuje, a pompa nie zasysa, lub gdy agregat pracuje przy zamkniętym pistolecie to należy natychmiast odłączyć agregat sprężarkowy od agregatu wysokociśnieniowego.

* + - 1. Przygotowanie sprzętu do iniekcji

Przygotowanie sprzętu do iniekcji zwykle wymaga przeprowadzenia czynności przedstawionych w dalszym ciągu.

Przed wykonaniem iniekcji niskociśnieniowej należy sprawdzić szczelność syfonu iniekcyjnego i jego działanie. Sprawdzenia syfonu dokonuje się po napełnieniu go rozpuszczalnikiem lub wodą i po podłączeniu do agregatu sprężarkowego lub pompki (przy max. ciśnieniu 0,5 m). Przygotowanie sprzętu do iniekcji wysokociśnieniowej polega na wykonaniu następujących czynności:

* zmontowaniu zestawu wysokociśnieniowego przez podłączenie:
* sprężarki do pompy,
* pistoletu wraz z iniekcyjnym przewodem wysokociśnieniowym do pompy,
* węża doprowadzającego sprężone powietrze do syfonu iniekcyjnego,
* przygotowaniu zestawu wysokociśnieniowego do pracy przez:
* przygotowanie 0,5% roztworu wodnego sody o objętości 2 litrów
* napełnienie naczynia pomiarowego przygotowanym roztworem wodnym soli,
* połączenie końcówki iniekcyjnego węża wysokociśnieniowego z syfonem  iniekcyjnym, dokręcając szczelnie wieczko syfonu,
* odkręcenie zaworu odpowietrzającego w pompie, przy zamkniętym zaworze pistoletu,
* zanurzenie wężyka polietylenowego zaworu odpowietrzającego w naczyniu pomiarowym.
* uruchomieniu sprężarki przy odłączonym szybkozłączu pompy, ustalając ciśnienie zasilania pompy przez pokręcenie zaworu regulacyjnego przy manometrze pompy,
* uruchomieniu pompy przez założenie szybkozłącza i obserwowanie przepływu wody przez wężyk polietylenowy, aż do momentu przepływu wody bez pęcherzyków powietrza (pompa odpowietrzona),
* zakręceniu zaworu odpowietrzającego pompę z jednoczesnym odkręceniem zaworu odpowietrzającego pistoletu,
* naciśnięciu zaworu pistoletu i obserwowaniu wypływu wody z zaworu odpowietrzającego, aż do momentu, gdy strumień wypływającej wody będzie pozbawiony pęcherzyków powietrza,
* zakręceniu zaworu odpowietrzającego pistoletu i wtłoczeniu do cylindra pistoletu roztworu wodnego sody aż do momentu całkowitego przesunięcia tłoka (ciśnienie na manometrze powinno być równe maksymalnemu ciśnieniu, na jakie została ustawiona pompa),
* zamknięciu zaworu pistoletu i ustawieniu wskaźnika poziomu cieczy w naczyniu pomiarowym, wyłączeniu pompy przez odłączenie szybkozłącza,
* zamknięciu zaworu przy syfonie iniekcyjnym.

Cały zestaw wysokociśnieniowy jest przygotowany do załadowania pistoletu kompozycją iniekcyjną oraz do pracy.

* + - 1. Przygotowanie kompozycji iniekcyjnej

Materiał iniekcyjny zwykle jest kompozycją dwuskładnikową. Składnik A stanowi żywica modyfikowana, składnik B stanowi modyfikowany utwardzacz.

Tuż przed wykonaniem iniekcji składnik A należy połączyć ze składnikiem B w stosunku określonym przez producenta (zwykle 2:1) i dokładnie wymieszać. Mieszanie powinno odbywać się powoli, aby nie dopuścić do napowietrzenia kompozycji iniekcyjnej. Po wymieszaniu kompozycja jest gotowa do użycia. Wskazane jest przygotowanie porcji kompozycji iniekcyjnej o maksymalnej objętości 0,5 l. Następnie odmierzoną objętość kompozycji należy wlać do syfonu iniekcyjnego i zamknąć wieczko.

W przypadku iniekcji wysokociśnieniowej należy załadować kompozycję iniekcyjną do pistoletu. w tym celu po wlaniu kompozycji do syfonu, zamknięciu wieczka należy dokładnie dokręcić śrubę. Następnie, jeśli producent sprzętu nie przewiduje inaczej,  należy:

* otworzyć zawór odpowietrzający w pompie, zawór w pistolecie i zawór w syfonie iniekcyjnym. w tym momencie sprężone powietrze wtłacza kompozycję do cylindra pistoletu,
* w czasie wtłaczania kompozycji do pistoletu, obserwować poziom cieczy w naczyniu -  przyrost objętości cieczy powinien być równy objętości wlanej do syfonu kompozycji iniekcyjnej,
* podczas wtłaczania kompozycji iniekcyjnej do pistoletu, obserwować przepływ iniektu przez przezroczysty przewód polietylenowy wychodzący z syfonu iniekcyjnego. w momencie nie pojawiania się już kompozycji w przezroczystym przewodzie należy zamknąć zawór doprowadzający sprężone powietrze do syfonu, aby nie wprowadzać do przewodu wysokociśnieniowego sprężonego powietrza. Zamknięcie zaworu powoduje jednocześnie dekompresję w syfonie iniekcyjnym,
* odkręcić przewód wysokociśnieniowy pistoletu i założyć końcówkę węża na wentyl iniekcyjny,
* ustawić drugi wskaźnik poziomu cieczy w naczyniu pomiarowym,
* zakręcić zawór odpowietrzający pompy,
* uruchomić pompę (za pomocą szybkozłącza).
  + - 1. Przygotowanie rysy lub pęknięcia do iniekcji i wykonanie iniekcji

Po przygotowaniu powierzchni betonu wg pktu 5.8 powierzchnie rys (pas do 20 cm) należy opiaskować. Następnie rysę należy przepłukać rozpuszczalnikiem, przedmuchać suchym, sprężonym powietrzem i osuszyć. Iniektowany beton nie może być zimny lub zmarznięty.  Temperatura betonu powinna odpowiadać zaleceniom podanym przez producenta żywicy iniekcyjnej. Jeżeli jest niższa to beton należy ogrzać powierzchniowo np. za pomocą promienników podczerwieni lub nagrzewnicami gazowymi.

Rysy i pęknięcia o rozwartości ≤5mm - iniekcja sklejająca, kompozycją iniekcyjną na bazie żywic epoksydowych. Przed przystąpieniem do wykonania iniekcji należy oczyścić powierzchnię betonu. Powierzchnia powinna być czysta, wolna od części luźnych i o słabej nośności, wolna od pyłów i olejów. Rysy należy przedmuchać sprężonym powietrzem.

Przed przystąpieniem do iniekcji należy wzdłuż rysy wykuć bruzdę i wypełnić ją zaprawą wchodzącą w skład systemu iniekcji. w celu wykonania iniekcji (mniejszych rys) należy wzdłuż rysy, po obu jej stronach wywiercić otwory Ø14 mm oraz otwory Ø16 mm. Zakładana odległość między otworami to 40 cm (po jednej stronie rysy) z przesunięciem o 20 cm (po obu stronach rysy). Otwory wiercone są pod kątem około 45° na przemian po obu stronach spękania.

Przed wtłaczaniem preparatu zaleca się sprawdzenie spękań, pod kątem przydatności do iniekcji. w tym celu pakery są przedmuchiwane sprężonym powietrzem wolnym od oleju i wody. w trakcie tej czynności wszystkie pakery, oprócz pakera przez który wtłacza się powietrze i pakera sąsiedniego mają być zamknięte. Projektuje się wykonanie iniekcji za pomocą specjalnych materiałów przeznaczonych do iniekcji w betonie na bazie żywicy epoksydowej o właściwych parametrach technicznych. Iniektować należy w taki sposób, że tłoczy się iniekt do wentyla tak długo, aż osiągnie się ciśnienie maksymalne iniekcji (zakładane maksymalne ciśnienie to 0,5 MPa), albo gdy iniekt zacznie wypływać sąsiednim wentylem. Wówczas na pierwszym wentylu zakręcamy zawór zwrotny (kalamitkę) i tłoczymy iniekt przez sąsiedni wentyl, aż ciśnienie się ustabilizuje lub iniekt zacznie wyciekać w następnym otworze. Na tym otworze zakręcamy kalamitkę i przenosimy tłoczenie do wentyla z którego wyciekał iniekt. Zaleca się dokonanie wtórnego wtłaczania po 15 do 30 minut od zakończenia wtłaczania pierwotnego. w ten sposób unika się pozostawienia pustych, niewypełnionych przestrzeni. Następnie, po stwardnieniu należy zdemontować pakery iniekcyjne. Materiały użyte do iniekcji powinny pochodzić z jednego systemu.

Rysy i pęknięcia o rozwartości >5mm - iniekcja wypełniająca, kompozycją iniekcyjną na bazie mineralnej + iniekcja sklejająca kompozycją na bazie żywic epoksydowych. Iniekcję większych rys należy przeprowadzić w dwóch etapach. Pierwszy etap zakłada wykonanie iniekcji kompozycją iniekcyjną na bazie mineralnej. Wymiar kruszywa powinien być dostosowany do rozwartości rys oraz możliwości sprzętowych Wykonawcy.

Przed przystąpieniem do prac iniekcyjnych należy oczyścić powierzchnię betonu. Powierzchnia powinna być czysta, wolna od części luźnych i o słabej nośności, wolna od pyłów i olejów. Rysy należy przedmuchać sprężonym powietrzem i przepłukać wodą pod ciśnieniem.

Przed przystąpieniem do iniekcji należy wzdłuż rysy wykuć bruzdę i wypełnić ją zaprawą wchodzącą w skład systemu iniekcji. Do iniekcji stosować pakery naklejane, wbijane lub wkręcane. Odstęp między pakerami uzależniony jest od grubości naprawianego elementu, głębokości iniektowanej rysy oraz jej szerokości. Zakładany rozstaw między pakerami to ok. 40 cm. Materiał iniekcyjny należy wtłaczać pod ciśnieniem do momentu ukazania się iniektu w kolejnym otworze iniekcyjnym. Wtedy należy zamknąć iniektowany paker i rozpocząć iniekcję w kolejnym pakerze. Ciśnienie należy kontrolować, aby nie doprowadzić do rozsadzenia naprawianego elementu.

Po wykonaniu iniekcji należy usunąć masę uszczelniającą   rysę i wypełnić otwory po wentylach iniekcyjnych kompozycją epoksydową z dodatkiem cementu, w miejscach zgodnie z dokumentacja projektową.

* + - 1. Mycie i konserwacja sprzętu iniekcyjnego

Bezpośrednio po użyciu (przed stwardnieniem kompozycji) sprzęt i narzędzi do iniekcji należy umyć. Do mycia sprzętu należy stosować rozpuszczalniki organiczne. Mycie urządzeń iniekcyjnych należy podzielić na dwa etapy:

* podczas prowadzenia prac - co dwie godziny, a w temperaturze powyżej 20°C co godzinę oraz bezpośrednio po zakończeniu iniekcji, obowiązuje dokładne mycie wszystkich urządzeń i przewodów mających bezpośredni styk z kompozycją iniekcyjną,
* w okresie 12 godzin od zakończenia prac iniekcyjnych konieczne jest ponowne dokładne mycie pistoletu iniekcyjnego i przewodu wysokociśnieniowego.

W trakcie mycia wysokociśnieniowego pistoletu iniekcyjnego należy odkręcić pokrywę czołową, wyjąć tłok i zdjąć pierścienie uszczelniające. Wszystkie te elementy należy dokładnie umyć i wysuszyć, po czym nasmarować cylinder smarem i skręcić cały pistolet.

W przypadku mycia przewodu wysokociśnieniowego należy go dokładnie przemyć rozpuszczalnikiem i przeczyścić wyciorem, a na koniec należy usunąć wodny roztwór z przewodu zasilającego pistolet i z pompy i przemyć cały układ rozpuszczalnikiem. Należy również  dokładnie umyć odzyskiwane wentyle iniekcyjne bezpośrednio po zżelowaniu kompozycji iniekcyjnej. w przypadku wentyli wgłębnych należy rozebrać je na części i dokładnie umyć rozpuszczalnikiem. Gumek uszczelniających nie należy myć rozpuszczalnikiem nitro. Należy je tylko lekko przemyć alkoholem benzylowym i wytrzeć do sucha.

KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

* + 1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”.

* + 1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

* uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, oceny techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.), potwierdzające zgodność materiałów z wymaganiami pktu 2 niniejszej specyfikacji,
* ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone w pkcie 2 lub przez Inżyniera.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji.

Podczas robót Wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac iniekcyjnych, w którym podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów.

* + 1. Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego. Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania odpowiada Wykonawca.

Przed zastosowaniem materiałów Wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

* nr produktu,
* stan opakowań materiału,
* warunki przechowywania materiału,
* datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika z materiałem Wykonawca powinien  ocenić jego wygląd i klarowność.

Z przeprowadzonych badań Wykonawca sporządzi protokół.

* + 1. Kontrola przygotowania podłoża

Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Inżynierowi do akceptacji wyniki badań podłoża, które powinny odpowiadać wymaganiom podanym w pkcie 5.9.

Z przygotowania podłoża  sporządzony protokół.

* + 1. Kontrola wykonania prac iniekcyjnych

Kontrola jakości wykonania iniekcji rys lub pęknięć polega na:

* ocenie przebiegu iniekcji (ocenie objętości zużytej kompozycji iniekcyjnej, wartości ciśnienia, warunków atmosferycznych, ewentualnych trudności w przeprowadzaniu iniekcji),
* ocenie wypełnienia rys (po usunięciu masy uszczelniającej),
* ocenie wypełnienia rys po wprowadzeniu wody pod ciśnieniem w próbne otwory,
* wykonaniu odwiertów i pobraniu próbek.

W przypadku, gdy prace iniekcyjne przebiegają bez żadnych zakłóceń (pełna drożność otworów, brak przerw w iniekcji, stabilność temperatury) jako podstawę do oceny jakości prac iniekcyjnych należy przyjąć wyniki z analizy oceny przebiegu iniekcji i oceny wypełnienia rys po usunięciu masy uszczelniającej lub wprowadzenia wody pod ciśnieniem w próbne otwory.

W przypadku zauważalnych uchybień w przeprowadzaniu iniekcji, jak:

* zbyt mała objętość zużytej kompozycji do iniekcji (np. w porównaniu do objętości użytego rozpuszczalnika w czasie badania drożności otworów),
* widoczne niewypełnienie rys,
* niepojawienie się kompozycji w otworach odpowietrzających,
* przerwy w iniektowaniu,
* złe warunki atmosferyczne - niska temperatura otoczenia, deszcz,
* szybkie obniżanie się poziomu kompozycji iniekcyjnej w rurce osadzonej na ostatnim wentylu po zakończeniu iniekcji.

Należy wykonać odwierty za pomocą wiertnicy z koronką diamentową. w zależności od wielkości iniektowanego elementu, należy pobrać próbki o średnicy 50 ÷ 100 mm. Próbki należy poddać oględzinom w celu oceny wgłębnej penetracji kompozycji. Po oględzinach próbki należy pociąć na walce wysokości równej średnicy próbki i zgnieść w maszynie wytrzymałościowej. o jakości iniekcji decyduje postać zniszczenia próbki. Zniszczenie próbki w betonie (jak w przypadku materiału jednorodnego), a nie w skleinie świadczy o prawidłowo wykonanej iniekcji.

Jeżeli Inżynier tak zadecyduje w sytuacji, gdy podczas iniekcji i utwardzania kompozycji nastąpiła nagła zmiana pogody, np. spadek temperatury, należy wykonać specjalne próbki. Połówki kostek betonowych 10×10×10 cm należy skleić kompozycją używaną do iniekcji. Tak przygotowane próbki należy pozostawić w warunkach otoczenia iniektowanego obiektu, aż do uzyskania pełnej wytrzymałości (tj. około 7 dni). Następnie należy próbki poddać oględzinom i badaniom wytrzymałościowym. Próba ta pozwoli ocenić stopień zsieciowania kompozycji iniekcyjnej, a tym samym posłuży do oceny jakości iniekcji rysy.

OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”.

Jednostką obmiarową jest  mb zainiektowanej powierzchni.

ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”.

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, SST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

Odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu podlegają:

* przygotowanie podłoża do wykonania iniekcji,
* przygotowanie rysy do wykonania iniekcji,
* wykonanie iniekcji.

Odbiór tych robót powinien być zgodny z wymaganiami OST D-M-00 00 „Wymagania ogólne” oraz niniejszej SST.

PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w OST D-M-00 „Wymagania ogólne”.

Cena jednostkowa obejmuje:

* roboty przygotowawcze i pomiarowe,
* wykonanie diagnostyki konstrukcji (inwentaryzacji rys),
* wykonanie projektu technologicznego iniekcji,
* zakup, dostawę i magazynowanie materiałów i pozostałych środków produkcji potrzebnych do wykonania robót,
* wykonanie projektu konstrukcji pomocniczych do wykonania robót,
* wykonanie i rozbiórkę konstrukcji pomocniczych do wykonania robót,
* przygotowanie podłoża betonowego do wykonania iniekcji,
* przygotowanie poszczególnych rys do iniektowania (w tym usunięcie słabego betonu wokół rysy, przedmuchanie rysy sprężonym powietrzem, naklejenie tarcz iniekcyjnych lub wywiercenie otworów pod wentyle iniekcyjne i osadzenie wentyli, uszczelnienie rysy, sprawdzenie drożności rurek, odpowietrzających tarczy iniekcyjnych  lub układu wentyli) ,
* przygotowanie sprzętu i materiałów do wykonania iniekcji,
* wykonanie iniekcji,
* usunięcie sprzętu iniekcyjnego oraz masy uszczelniającej rysę, wypełnienie otworów po wentylach iniekcyjnych,
* zapewnienie bezpieczeństwa robót i ochrony środowiska,
* wykonanie badań i prowadzenie dokumentacji prac iniekcyjnych,
* umycie i konserwację sprzętu iniekcyjnego,
* uporządkowanie miejsca robót.

Cena wykonania robót określonych niniejszą STWiORB obejmuje:

* roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
* prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych.

PRZEPISY ZWIĄZANE

1. PN-EN ISO 527-4:2000 Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu - Warunki badań kompozytów tworzywowych izotropowych i ortotropowych wzmocnionych włóknami
2. PN-EN ISO 527-5:2010 Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu - Część 5: Warunki badań kompozytów tworzywowych wzmocnionych włóknami jednokierunkowo
3. PN-EN ISO 527-2:2012 Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu - Część 2: Warunki badań tworzyw sztucznych przeznaczonych do różnych technik formowania
4. PN-EN ISO 527-1:2012 Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu -- Część 1: Zasady ogólne
5. PN-EN ISO 527-3:1998 Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu - Warunki badań folii i płyt
6. PN-EN ISO 178:2011 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości podczas zginania
7. PN-EN ISO 604:2006 Tworzywa sztuczne — Oznaczanie właściwości przy ściskaniu
8. PN-EN ISO 2535:2004 Nienasycone żywice poliestrowe. Metody badań. Oznaczenie czasu żelowania w temperaturze 25°C
9. PN-EN ISO 2431:2013-09 Farby i lakiery. Oznaczanie czasu wypływu za pomocą kubków wypływowych
10. PN-EN 1504-5 „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 5: Iniekcja betonu”;
11. Instrukcja WTA E 5-20-05/D „Iniekcja żelowa w uszczelnianiu budowli”;
12. Instrukcja WTA 4-6-05/D Uszczelnianie istniejących budowli, stykających się z gruntem.
13. Instrukcja ABI „Uszczelnianie budowli poprzez iniekcję”’ październik 2007