

M.21.02.18. INIEKCJA RYS I PĘKNIĘĆ

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB)

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych są wymagania techniczne dotyczące wykonania i odbioru Robót związanych z wykonaniem iniekcji rys i pęknięć dla zadania **Rozbudowa i przebudowa drogi powiatowej nr 2814W Piaseczno – Chycie – Chyliczki – Etap III – „Projekt remontu obiektu mostowego w ciągu drogi powiatowej nr 2814 W w km 1+631 w Piasecznie”**.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB jest stosowana jako dokument Przetargowy i Kontraktowy przy zlecaniu i realizacji Robót wymienionych w pkt.1.1.

1.3. Zakres Robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania Robót wymienionych w p. 1.1., mających na celu wykonanie iniekcji rys i pęknięć konstrukcji żelbetowej ustroju nośnego oraz przyczółków obiektu mostowego.

1.4. Określenie podstawowe

Określenia podane w niniejszej specyfikacji są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami, wytycznymi i określeniami podanymi w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

1.4.1. Iniekcja rys - wypełnienie rys i pęknięć w betonie epoksydową kompozycją iniekcijną wtlaczaną w sposób nisko-, średnio- lub wysokociśnieniowy.

1.4.2. Atest - wykaz parametrów technicznych produktu gwarantowanych w ramach kontroli wewnętrznej producenta. Zawiera on wyniki badań kontroli wewnętrznej producenta.

1.4.3. Propagacja rys - zmiana rozwarłośc rys w czasie.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące Robót

Ogólne wymagania dotyczące Robót podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

Wykonawca Robót jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót i ich zgodność z Dokumentacją Projektową, STWiORB i poleceniami Kierownika Projektu.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakość wbudowania odpowiada Wykonawca. Przed przystąpieniem do wbudowania materiałów Wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia dla każdej dostawy deklaracji zgodności lub certyfikatu zgodności materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku z aprobatą techniczną IBDiM.

2.2. Materiały iniekcyjne

Według niniejszej STWiORB do iniekcji rys i pęknięć należy stosować kompozycję epoksydową.

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

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

L.p.	Właściwości	Jednostka	Wymagania	Metoda badania wg
1	Wytrzymałość na odrywanie	MPa	≥ 4	PN-B-01814:1992 [3]
2	Przyczepność do stali	MPa	≥ 10	PN-B-01814:1992 [3]
3	Wytrzymałość na rozciąganie	MPa	≥ 25	PN-C-89034:1981 [4]
4	Wytrzymałość na zginanie	MPa	≥ 50	PN-EN ISO 178:1998 [5]
5	Wytrzymałość na ściskanie czystej kompozycji	MPa	≥ 50	PN-EN ISO 604:2000 [6]
6	Czas żelowania (w zależności od temperatury)	min	$10 \div 75$	PN-EN ISO 2535:2002 (U) [7]
7	Współczynnik lepkości dyna-			PN-EN ISO 2431:1999

	micznej (w zależności od tempkt)	MPas	250 ÷ 500	[8]
--	----------------------------------	------	-----------	-----

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

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

L.p.	Właściwości	Jednostka	Wymagania	Metoda badania wg
1	Wytrzymałość na odrywanie	MPa	≥ 3	PN-B-01814:1992 [3]
2	Przyczepność do stali	MPa	≥ 8	PN-B-01814:1992 [3]
3	Wytrzymałość na rozciąganie	MPa	≥ 30	PN-C-89034:1981 [4]
4	Wytrzymałość na zginanie	MPa	≥ 45	PN-EN ISO 178:1998 [5]
5	Wytrzymałość na ściskanie	MPa	≥ 90	PN-EN ISO 604:2000 [6]
6	Czas żelowania (w zależności od temperatury)	min	10 ÷ 75	PN-EN ISO 2535:2002 (U) [7]
7	Lepkości dynamiczna	MPas	≤ 5800	PN-EN ISO 2431:1999 [8]

Do przyklejania wentyli iniekcyjnych można stosować szybkowiązący klej epoksydowy.

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.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

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 Kierownika Projektu.

3.2. Sprzęt do wykonania iniekcji

3.2.1. 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,
- łopatkę drewnianą do mieszania kompozycji,
- szpachlę stalową,
- odzież ochronną (rękawice, kombinezony, fartuchy),
- rozcieńczalniki do mycia syfonu i naczyń,
- szczotki lub pędzle do mycia syfonu,
- czyste szmaty.

3.2.2. 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 13 mm 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,
- łopatkę drewnianą 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.

3.3. 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.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

4.1.1. Transport żywic do iniekcji

Składniki kompozycji iniekcyjnej powinny być dostarczane w oryginalnych opakowaniach producenta (zwykle w puszkach). Każde opakowanie powinno mieć etykietę zawierającą następujące 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 aprobaty technicznej.

Składniki kompozycji w oryginalnych opakowaniach 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.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

5.2. Diagnostyka konstrukcji mostowej

Przed przystąpieniem do wykonania naprawy należy wykonać diagnostykę konstrukcji określającą rodzaj i zakres uszkodzeń oraz przyczynę ich powstania.

W zakresie poniższej STWiORB 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 zawiłocenia rys (w tym występowanie przecieków wody).

Roboty polegają na wyznaczeniu osi i krawędzi obiektu.

5.3. Projekt naprawy powierzchniowej betonu

Przed przystąpieniem do wykonania naprawy powierzchni betonu powinien być wykonany projekt naprawy powierzchniowej betonu.

W zakresie poniższej STWiORB projekt naprawy powierzchni betonu powinien określać:

- rodzaj zastosowanej iniekcji,
- dobór sprzętu do wykonania iniekcji,
- dobór materiałów do iniekcji wraz z charakterystyką materiałów i podaniem uzasadnień ich zastosowania,
- opracowanie szczegółowych założeń technologicznych iniekcji (m.in. określenie liczby i lokalizacji wentyli iniekcyjnych, przewidywanej ilości materiału iniekcyjnego, określenie długości otworów iniekcyjnych, ich średnicy i odległości pomiędzy nimi).

5.4. Wymagania w stosunku do personelu Wykonawcy

Dokumenty potwierdzające spełnienie wymagań w stosunku do personelu Wykonawcy zobowiązany jest dołączyć do oferty przetargowej. Żądanie dostarczenia wymienionych dokumentów przez Wykonawcę powinno być zawarte w warunkach kontraktu.

5.5. Wymagana dokumentacja robót

Przed przystąpieniem do prac Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Program Zapewnienia Jakości (PZJ). Przed przystąpieniem do robót Wykonawca i Kierownik Projektu 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. Powyższa dokumentacja stanowi podstawę do rozliczenia robót. Dokumentację tę Wykonawca zobowiązany jest dołączyć jako element dokumentacji budowy.

5.6. 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.

5.7. Roboty przygotowawcze

Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej, STWiORB lub wskazań Kierownika Projektu:

- 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.

5.8. Pole referencyjne

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

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 szczepnej, uzupełnienia ubytku, a kończąc na ewentualnej powłoce ochronnej.

5.9. Przygotowanie podłoża

Powierzchnie ograniczające miejsce uszczelnienia iniekcją powinny odznaczać się wystarczającą 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.

Z przygotowania podłoża Wykonawca powinien przygotować protokół.

5.10. Iniekcja rys

5.10.1. Warunki ogólne

W przypadku, gdy w przygotowanym podłożu występują rysy nie uwzględnione w dokumentacji projektowej to Wykonawca powinien je zinventaryzować. W elementach betonowych i żelbetowych dopuszczalne jest pozostawienie rys, gdy ich rozwarłość nie przekracza 0,2 mm, są one suche, a ich propagacja jest już zakończona.

W przypadku rys o rozwarości powyżej 0,2 mm lub nadal propagujących należy wykonać ich iniekcję. Iniekcję można stosować do naprawy rys wilgotnych, bez czynnych 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.

5.10.2. Rodzaje iniekcji

W robotach naprawczych można stosować:

- iniekcję niskociśnieniową ($< 0,8$ MPa) w przypadku rys o rozwarości $s \geq 0,2$ mm, znajdujących się w elementach konstrukcji betonowych, żelbetowych i sprężonych grubości 30 cm,
- iniekcję średnociśnieniową (od 0,8 do 8,0 MPa) w przypadku rys o rozwarości nie mniejszej niż 0,5 mm. Znajduje ona zastosowanie wszędzie tam, gdzie nie wskazane jest wiercenie otworów pod wentyle iniekcyjne używane do iniekcji wysokociśnieniowej (np. w konstrukcjach z betonu sprężonego lub zbrojonego zagęszczonymi prętami uzwojenia). Metodę tę należy również stosować w każdym przypadku, w którym nie jest wymagane ciśnienie iniektu wyższe niż 8 MPa,
- iniekcję wysokociśnieniową (> 8 atm) do wypełniania rys o rozwarości $s < 0,2$ mm lub niezależnie od rozwarości rysy w przypadku elementów konstrukcji grubości > 30 cm. Ze względu na konieczność wiercenia w betonie otworów do osadzania wentyli iniekcyjnych, metoda ta może być stosowana do naprawy zarysowanych elementów sprężonych pod warunkiem dokładnego poznania trasy przebiegu kabli sprężających lub cięgien.

5.10.3. 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 epoksydową 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.

5.10.4. Przygotowanie rysy lub pęknięcia do iniekcji

Po przygotowaniu powierzchni betonu wg pkt. 5.9 powierzchnię rysy należy wyczyścić mechanicznie przy użyciu szlifierek. Następnie rysę należy: 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.

Przygotowanie do iniekcji średnio - i niskociśnieniowej obejmuje poniższe zalecenia (chyba, że technologia zaproponowana przez Wykonawcę i zatwierdzona przez Kierownika Projektu przewiduje inaczej).

Po przygotowaniu rysy jak wyżej należy przykleić tarcze iniekcyjne. Tarcze należy przykleić za pomocą szybkowiążącego kleju epoksydowego. W przypadku rys krótszych niż 15 cm należy osadzić dwie tarcze: wlotową w najniższym punkcie oraz tarczę z rurką odpowietrzającą w najwyższym punkcie rysy. W przypadku rys dłuższych stosuje się dodatkowo wentyle pośrednie rozstawione wg zasady:

- co 15 cm gdy $s = 0,2$ mm,
- co 20÷25 cm gdy $0,2 < s < 0,5$ mm,
- co 40 cm gdy $0,5 < s < 1,0$ mm,
- co 50 cm gdy $s > 1,0$ mm.

W celu uniemożliwienia wyciekania kompozycji, powierzchnię rysy należy uszczelnić gipsem (zaspachlować pas szerokości około 10 cm) lub kitem epoksydowym. Po 1 godzinie należy sprawdzić drożność rurek podających i odpowietrzających w tarczach iniekcyjnych, przedmuchując rysę sprężonym powietrzem lub tłocząc rozpuszczalnik (nitro lub aceton) pod ciśnieniem równym projektowanemu ciśnieniu wtłaczania kompozycji iniekcyjnej. Próba ta jest jednocześnie sprawdzianem przyczepności tarcz iniekcyjnych do betonowego podłoża. W przypadku odpadania tarcz np. przy słabym betonie, należy oczyścić warstwę słabego betonu i ponownie przykleić tarcze. Jeżeli tarcze odpadną to iniekcję należy prowadzić pod niższym ciśnieniem.

Przygotowanie do iniekcji wysokociśnieniowej obejmuje poniższe zalecenia (chyba, że technologia zaproponowana przez Wykonawcę i zatwierdzona przez Kierownika Projektu przewiduje inaczej).

Po przygotowaniu rysy jak wyżej należy zaznaczyć punkty, w których rozmieszczone będą wentyle iniekcyjne wg zasady, że odległość osi otworu od osi rysy musi wynosić nie mniej niż 10 cm, przy kącie wiercenia otworu 45° i głębokości otworu min. 15 cm. Średnica otworów do osadzania wentyli jest zależna od wymiarów wentyla i powinna być zgodna z zaleceniami producenta wentyli (zwykle powinna wynosić min. 13 mm). Należy przyjąć rozstaw otworów iniekcyjnych wzdłuż osi rysy nie

rzadziej niż 15 cm i nie rzadziej niż połowa grubości elementu. Średnio na długości jednowymiarowej rysy powinno być około 7 otworów. Po wywierceniu otworów rysę lub pęknięcie należy oczyścić z pyłów i zanieczyszczeń przez odessanie odkurzaczem przemysłowym wyposażonym w odpowiednią końcówkę. Następnie należy sprawdzić, czy przy wierceniu otworów pod wentyle iniekcyjne nastąpiło przecięcie powierzchni rysy. Sprawdzenie to polega na przedmuchaniu otworu sprężonym powietrzem i badaniu ewentualnego przepływu powietrza na zewnątrz przez rysę (w tym obszarze). Następnie należy osadzić wentyle iniekcyjne tak głęboko, aby górna część gumki uszczelniającej była zagłębiona nieco poniżej powierzchni betonu (aby dobrze uszczelnić otwór). Po osadzeniu wszystkich wentyli iniekcyjnych należy bardzo dokładnie zaszpachlować rysę lub pęknięcie epoksydowym kitem uszczelniającym (w postaci pasa szerokości około 10 cm). Prace te należy wykonać na 24 h przed projektowaną iniekcją. Bezpośrednio przed wykonaniem iniekcji należy sprawdzić drożność całego układu wentyli. Sprawdzenia dokonuje się metodą przepłukiwania rysy lub pęknięcia rozpuszczalnikiem szybko ulatniającym się, np. acetonem. Miara drożności jest wypływ cieczy z kolejnych otworów. Jest to również wstępny test na określenie objętości potrzebnego iniektu do naprawy rysy. Poza tym zwilżenie powierzchni rysy rozpuszczalnikiem wpływa dodatnio na przyczepność żywicy do betonu.

5.10.5. 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 8 atm). 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,
- węży 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 wężyka 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.

5.10.6. 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 wymieszeniu 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 wleciu 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 wtlaczania 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).

5.10.7. Przeprowadzenie iniekcji

Sposób przeprowadzenia iniekcji należy dostosować do wymagań producenta sprzętu iniekcyjnego i zastosowanego materiału iniekcyjnego. Zwykle przebieg iniekcji powinien odbywać się zgodnie z poniższymi zasadami.

Iniekcję średnio- i niskociśnieniową należy rozpocząć bezpośrednio po przygotowaniu kompozycji iniekcyjnej. Iniekcję należy rozpocząć - w przypadku rys pionowych - od najniższej osadzonej tarczy iniekcyjnej, natomiast w przypadku rys poziomych - od jednej ze skrajnych tarcz. Przewód polietylenowy podający kompozycję iniekcyjną z syfonu należy nasunąć na rurkę tarczy iniekcyjnej i zamocować zaciskiem.

Podczas iniekcji niskociśnieniowej należy wykonać następujące czynności:

- zamknąć zawór doprowadzający powietrze do syfonu iniekcyjnego,
- uruchomić sprężarkę i wyregulować ciśnienie do żądanej wartości,
- otworzyć zawór obserwując manometr, przy jakim ciśnieniu wtlaczany jest iniekt; jeżeli ciśnienie na manometrze syfonu jest w przybliżeniu równe ciśnieniu powietrza podawanego przez sprężarkę to należy zamknąć zawór doprowadzający powietrze do syfonu i obserwować spadek ciśnienia w syfonie; szybki spadek ciśnienia w syfonie przy zamkniętym zaworze, świadczy o wtlaczaniu iniektu w rysę, natomiast brak spadku ciśnienia świadczy o niedrożności rysy w tym punkcie,
- kompozycję iniekcyjną tłoczyć aż do momentu pojawienia się jej w otworze sąsiednim; brak pojawienia się kompozycji w otworze wymaga powtórzenia iniekcji przez otwór poprzedni lub naklejenia nowej tarczy iniekcyjnej. Następnie zatkać otwór, przez który tłoczono kompozycję (za pomocą nakrętki typu kołpakowego) i rozpocząć iniekcję od kolejnego punktu; w przypadku rys pionowych lub pochyłych iniektowanie należy prowadzić od dołu do góry,
- w czasie prowadzenia iniekcji stale obserwować przezroczysty przewód elastyczny doprowadzający iniekt z syfonu do rysy i w odpowiednim momencie odciąć dopływ sprężonego powietrza do rysy,
- po pokazaniu się kompozycji w ostatnim otworze wprowadzić do tarczy iniekcyjnej cienką rurkę polietylenową, którą po wypełnieniu kompozycją iniekcyjną należy wyprowadzić do góry i przykleić plastrem technicznym; w ten sposób iniekcja rysy lub pęknięcia zostaje zakończona,
- po stwardnieniu kompozycji usunąć tarcze iniekcyjne oraz materiał uszczelniający rysę,
- w czasie prowadzonych prac iniekcyjnych na bieżąco wypełniać formularze dokumentacji dla każdej rysy
- Iniekcję wysokociśnieniową należy rozpocząć po otwarciu zaworu pistoletu wysokociśnieniowego. Iniekcję należy prowadzić od najniższego punktu (w przypadku rys pionowych lub pochyłych). Podczas iniekcji należy obserwować ciśnienie i poziom cieczy w naczyniu pomiarowym. Wielkość ubytku cieczy w naczyniu oznacza objętość iniektu wtlóconego w rysę. Dane te należy odnotować w formularzu dokumentacji iniekcji. Gdy żywica zaczyna wypływać przez następny wentyl, należy zdjąć końcówkę węża wysokociśnieniowego, przerywając wtlaczanie iniektu i przelożyć ją do wyższego wentyla. W przypadku wentyli z końcówką nagwintowaną (bez zaworu zwrotnego) należy nakręcić nakrętkę kołpakową na wentyl, w którym zakończono iniekcję (aby nie dopuścić do wypływania iniektu). Następnie należy kontynuować iniekcję aż do zużycia całej porcji kompozycji. Ponowne napełnienie cylindra pistoletu należy przeprowadzić zgodnie z pkt 5.10.6. Jeżeli nie uzyskuje się wypływu żywicy przez kolejny wyższy wentyl to należy przystąpić do wtlaczania żywicy przez ostatni, z którego wypływała. W przypadku negatywnego wyniku (świadczącego o niedrożności tego otworu) iniekcję należy przerwać i osadzić dodatkowy wentyl. Po zakończeniu iniekcji, aby uzyskać warunki do długotrwałego działania ciśnienia iniektu, co sprzyja jego kapilarnemu przenikaniu w beton, należy zastosować następujący sposób podawania kompozycji iniekcyjnej: na najwyższy wentyl (bez zaworu zwrotnego) należy założyć rurkę o średnicy 0,6 cm z polietylenu i po zakończeniu iniekcji wypełnić kompozycją iniekcyjną. Następnie rurkę należy wyprowadzić pionowo do góry przyklejając plastrem technicznym. Kompozycja w rurce stanowi rezerwę, która wpływa do rysy, jeżeli następują w niej ubytki betonu. Jeżeli w trakcie prowadzenia prac iniekcyjnych pojawi się przeciek przez jej uszczelnienie to należy prace przerwać, a nieuszczelnność usunąć, stosując szybkowiążący klej epoksydowy z użyciem utwardzacza. Iniekcję można wznowić po upływie 1,5 h od założenia uszczelnienia. Po wykonaniu iniekcji należy usunąć masę uszczelniającą rysę i wypełnić otwory po wentylach iniekcyjnych kompozycją epoksydową z dodatkiem cementu.

5.10.8. 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 skrócić cały pistolet.

W przypadku mycia przewodu wysokociśnieniowego należy go dokładnie przemyć rozpuszczalnikiem i przeczyszczyć 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 benzylovym i wytrzeć do sucha.

6. KONTROLA JAKOŚCI

6.1. Ogólne wymagania dotyczące jakości

Ogólne wymagania dotyczące jakości Robót podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego. Kontrolę w zakresie odnośnych wymagań, w ramach nadzoru zewnętrznego, prowadzi IBDiM lub upoważniona przez IBDiM instytucja.

6.2. 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, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców i.t.p.), potwierdzające zgodność materiałów z wymaganiami pkt. 2 niniejszej specyfikacji,
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone w pkt 2 lub przez Kierownika Projektu.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawi Kierownikowi Projektu 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.

6.3. Kontrola jakości materiałów

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

Akceptacja materiałów następuje na podstawie Polskich Norm lub, w wypadku ich braku, aprobat technicznych i sprawdzeniu ich na zgodność z wymaganiami specyfikacji technicznej. Wykonawca przedstawi Kierownikowi Projektu certyfikat zgodności lub deklarację zgodności lub znak budowlany świadczący o zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub aprobatą techniczną IBDiM, a także kartę techniczną materiału. Na żądanie Kierownika Projektu Wykonawca przedstawi aktualne wyniki badań materiałów wykonanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

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.

6.4. Kontrola przygotowania podłoża

Wykonawca zobowiązany jest przedstawić Kierownikowi Projektu do akceptacji wyniki badań podłoża, które powinny odpowiadać wymaganiom podanym w pkt 5.9.

Z przygotowania podłoża sporządzony protokół.

6.5. 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. Próbkę należy poddać oględzinom w celu oceny wgłębnej penetracji kompozycji. Po oględzinach próbki należy pociąć na wałce 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 sklepie świadczy o prawidłowo wykonanej iniekcji.

Jeżeli Kierownik Projektu tak zadecyduje w sytuacji, gdy podczas iniekcji i utwardzania kompozycji nastąpiła nagła zmiana pogody, np. spadek temperatury, należy wykonać specjalne próbki. Połówki kostek betonowych $10 \times 10 \times 10$ 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 zsiękania kompozycji iniekcyjnej, a tym samym posłużyć do oceny jakości iniekcji rysy.

7. OBMIAR

7.1. Ogólne zasady obmiaru Robót

Ogólne zasady obmiaru Robót podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m (metr) zainiektowanej rysy.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ogólne zasady odbioru Robót

Ogólne zasady odbioru Robót podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

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

8.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

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 STWiORB M.00.00.00. „Wymagania ogólne” [1] oraz niniejszej STWiORB.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne zasady dotyczące płatności podano w STWiORB M.00.00.00. "Wymagania Ogólne".

Płatność za metr zainiektowanej rysy należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości robót na podstawie wyników pomiarów i badań laboratoryjnych, z ewentualnymi potrąceniami.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa obejmuje:

- roboty przygotowawcze i pomiarowe,
- wykonanie diagnostyki konstrukcji (inventaryzacji 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.

9.3. Sposób rozliczania robót tymczasowych i prac towarzyszących

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.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1. DM.00.00.00. | Wymagania ogólne. |
|-----------------|-------------------|

10.2. Inne dokumenty

- | | |
|----------------------------|---|
| 2. PN-B-0814:1992 | Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Metoda badania przyczepności powłok ochronnych |
| 3. PN-C-89034:1981 | Tworzywa sztuczne. Oznaczenie cech wytrzymałościowych przy statycznym rozciąganiu. |
| 4. PN-EN ISO 178:1998 | Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości podczas zginania |
| 5. PN-EN ISO 604:2000 | Tworzywa sztuczne. Oznaczenie właściwości podczas zginania |
| 6. PN-EN ISO 2535:2002 (U) | Nienasycone żywice poliestrowe. Metody badań. Oznaczenie czasu żelowania w temperaturze 25°C |
| 7. PN-EN ISO 2431:1999 | Farby i lakiery. Oznaczenie czasu wypływu za pomocą kubków wypływowych. |