

M.20.20.16 WZMACNIANIE USTROJÓW NOŚNYCH TAŚMAMI I MATAMI Z WŁÓKNA WĘGLOWEGO

1. WSTĘP.

1.1. Przedmiot STWIORB.

Przedmiotem niniejszej szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót polegających na wzmocnieniu ustrojów nośnych taśmami i matami z włókna węglowego.

1.2. Zakres stosowania STWIORB.

Specyfikacja techniczna (STWIORB) jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót jak w pkt. 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWIORB.

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót wzmacniających związanych z klejeniem taśmy oraz maty zbrojeniowej oraz odbiorowych procedur kontrolnych.

1.4. Określenia podstawowe.

1.4.1. Taśma zbrojeniowa z włókien węglowych – płaski wyrób syntetyczny zbudowany z włókien węglowych zatopionych w matrycy z żywicy epoksydowej tworzących taśmę o szerokości od 10 do 150 mm i grubości od 1,2 do 1,4 mm. Klej systemowy – dwukomponentowy klej na bazie modyfikowanej żywicy epoksydowej.

1.4.2. Mata zbrojeniowa z włókien węglowych na osnowie poliestrowej – płaski wyrób syntetyczny zbudowany z włókien węglowych ułożonych w kierunku podłużnym tworzących wstęgę o szerokości 300 mm. Klej systemowy – dwukomponentowy klej na bazie modyfikowanej żywicy epoksydowej.

1.4.3. Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i wytycznymi stosowanymi w budownictwie (w przypadku obiektów mostowych z definicjami podanymi w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”).

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, STWIORB i poleceniami nadzoru (ogólne wymagania dotyczące robót na obiektach mostowych podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 1.5.).

2. MATERIAŁY.

Materiały stosowane do wykonania prac przewidzianych dokumentacją techniczną muszą posiadać aktualne świadectwo dopuszczenia do stosowania.

Wykonawca zobowiązany jest do sprawdzenia:

- numeru produktu (nadruk lub naklejka na opakowaniu),
- stanu opakowań,
- warunków przechowywania materiału,
- daty produkcji i daty przydatności do stosowania.

Za jakość wbudowanych materiałów odpowiada Wykonawca.

2.1. Zbrojeniowa taśma węglowa.

Do wykonania robót należy zastosować gotowe taśmy wykonane z włókien węglowych - S&P Lamellen CFK 100/1,4-200/2000:

- moduł sprężystości taśm: $E = 210 \text{ GPa}$,
- wytrzymałość na rozciąganie przy zerwaniu: $\geq 2,5 \text{ GPa}$,
- tolerancja szerokości taśmy: $\leq 2\%$,
- tolerancja grubości taśmy: $\leq 0,1 \text{ mm}$.

2.2. Klej do taśm węglowych.

Do wykonania robót należy zastosować systemowy, bezrozpuszczalnikowy klej na bazie modyfikowanej żywicy epoksydowej. Wymagania dla kleju:

- moduł sprężystości wzdłużnej: od 9900 do 12100 MPa,
- wytrzymałość na ścinanie: $\geq 10 \text{ MPa}$,
- wytrzymałość na ściskanie: od 65 do 80 MPa,
- wytrzymałość na rozciąganie: $\geq 30 \text{ MPa}$,
- przyczepność do betonu: $\geq 4,2 \text{ MPa}$

Należy stosować klej epoksydowy Resin 220.

-
- 2.3. Zbrojeniowa mata węglowa.
Do wykonania robót należy zastosować gotowe maty wykonane z włókien węglowych - S&P C Sheet 640/400, S&P C Sheet 240/400 oraz S&P C Sheet 240/300 (zgodnie z dokumentacją rysunkową):
- moduł sprężystości mat S&P C Sheet 640/400: $E = 640 \text{ GPa}$,
 - moduł sprężystości mat S&P C Sheet 240/400 i 240/300: $E = 240 \text{ GPa}$,
 - wytrzymałość na rozciąganie przy zerwaniu mat S&P C Sheet 640/400: $\geq 2,65 \text{ GPa}$,
 - wytrzymałość na rozciąganie przy zerwaniu S&P C Sheet 240/400 i 240/300: $\geq 3,8 \text{ GPa}$,
- 2.4. Klej do mat węglowych.
Do wykonania robót należy zastosować systemowy, bezrozpuszczalnikowy klej na bazie modyfikowanej żywicy epoksydowej. Wymagania dla kleju:
- moduł sprężystości: od 2000 do 2500 MPa,
 - wytrzymałość na ścinanie: od 16 do 18 MPa,
 - wytrzymałość na ściskanie: od 50 do 60 MPa,
 - wytrzymałość na rozciąganie: $\geq 30 \text{ MPa}$,
 - przyczepność do betonu: $\geq 4,0 \text{ MPa}$
- Należy stosować klej epoksydowy Resin 55.
3. **SPRZĘT.**
Roboty należy wykonywać przy użyciu sprawnego technicznie sprzętu mechanicznego, przeznaczonego do realizacji robót zgodnie z założoną technologią oraz zaakceptowanego przez Kierownika Projektu oraz nadzór. Powinien on spełniać wymagania obowiązujące w budownictwie ogólnym (ogólne wymagania dotyczące sprzętu stosowanego w robotach realizowanych na obiektach mostowych podano w STWIORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne").
Do wykonania przewidzianych technologiom prac należy przygotować następujący sprzęt pomocniczy:
- wiertarki z nałożonym mieszadłem,
 - szpachelki,
 - pędzle,
 - wałki dociskowe.
- Podczas wykonywania robót plac budowy powinien być zaopatrzony w odpowiednie środki zgodnie z zasadami BHP.
4. **TRANSPORT.**
Transport materiałów dowolnymi środkami transportu przydatnymi dla danego asortymentu pod względem możliwości właściwego ułożenia i umocowania ładunku. Ogólne warunki dotyczące transportu podano w STWIORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" punkt 4. Taśmy należy transportować w rolkach opakowanych fabrycznie w sposób zabezpieczający przed mechanicznymi uszkodzeniami. Kleje przechowywać w zamkniętych, oryginalnych pojemnikach w dodatniej temperaturze.
5. **WYKONANIE ROBÓT.**
- 5.1. Wymagania ogólne.
Wykonawca powinien uzgodnić z nadzorem harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki w jakich będą wykonywane prace wzmacniające oraz sposób i tryb prowadzenia niezbędnych czynności badawczych w ramach kontroli jakości prowadzonych prac. Ogólne zasady wykonania robót na konstrukcjach mostowych podano w STWIORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".
- 5.2. Wymagania co do sposobu aplikacji taśm i mat kompozytowych.
- 5.2.1. Przygotowanie podłoża pod taśmy.
Z powierzchni należy usunąć wszelkie elementy utrudniające przyczepność (stwardniały zaczyn cementowy, materiały obce w rodzaju brudu, olejów i tłuszczu itp.) Idealnymi metodami usuwania są piaskowanie, śrutowanie względnie frezowanie. Należy unikać nawilżania powierzchni.
Minimalna wytrzymałość na odrywanie właściwie oczyszczonego podłoża wynosi 1,5 MPa.
Płaskość powierzchni betonowej należy sprawdzić przy pomocy łaty metalowej. Na odcinku o długości 2 m mogą występować nierówności nie przekraczające 5 mm (na odcinku 1 m mogą występować nierówności nie przekraczające 3 mm). Większe nierówności należy wyrównać zaprawą PCC II lub ewentualnie zaprawą wyrównawczą z żywicy epoksydowej Resin 220 zmieszanej z piaskiem kwarcowym (około 20 - 30 % wag. piasku). Wilgotność podłoża na głębokości do 2 cm powinna być mniejsza od 4%.
- Bezpośrednio przed doklejaniem taśm należy oczyścić powierzchnię przy użyciu szczotki lub odkurzacza, tak by podłoże nie było zakurzone. Powierzchnię taśmy (od strony klejenia) przeciera się białą szmatką i środkiem, zawierającym rozpuszczalnik. Umożliwia to usunięcie zabrudzeń i pyłu
-

-
- węglowego. Czyszczenie musi być prowadzone tak długo, aż na białej szmatce nie będą widoczne czarne ślady pyłu węglowego.
- 5.2.2. Przygotowanie kleju do taśm.
Resin 220 żywica i utwardzacz są dostarczone w odpowiednich proporcjach mieszania. Resin 220 utwardzacz jest dodawany do Resin 220 żywica i mieszany za pomocą wolnoobrotowego mieszadła z prędkością obrotową max. 300 obrotów/min. Należy zwrócić uwagę na to, aby dokładnie mieszać także przy ścianach i dnie pojemnika, dzięki czemu mieszanina staje się całkowicie jednorodna. Unikać dostawiania się powietrza do mieszanki.
- 5.2.3. Aplikacja taśm.
Na oczyszczoną i całkowicie suchą taśmę S&P Lamellen CFK nanosi się przy pomocy szpachelki, kielni lub specjalnego przyrządu klej Resin 220 nadając mu kształt dachu dwuspadowego. Następnie taśmę S&P Lamellen CFK dokleja się na odkurzone podłoże.
Usytuowanie taśmy na powierzchni betonu ustala się przez lekkie dociśnięcie taśmy. Dzięki bardzo dobrej stabilności kleju nie jest konieczne stosowanie żadnych pomocniczych podpór. Następnie taśmę S&P Lamellen CFK dociska się wałkiem z utwardzonej gumy w taki sposób, aby świeży jeszcze klej wyciskany był z obu stron taśmy. Zapewnia to wykonanie spoiny bez pustek. Wyciśnięty spod taśmy klej usuwany jest szpachelką jęczyzkową. Powierzchnie taśmy zabrudzone pozostałościami kleju można oczyścić rozpuszczalnikami.
- 5.2.4. Przygotowanie podłoża pod maty.
Z powierzchni należy usunąć wszelkie elementy utrudniające przyczepność (stwardniały zaczyn cementowy, materiały obce w rodzaju brudu, olejów i tłuszczu itp.) Idealnymi metodami usuwania są piaskowanie, śrutowanie względnie frezowanie. Należy unikać nawilżania powierzchni.
Minimalna wytrzymałość na odrywanie właściwie oczyszczonego podłoża wynosi 1,0 MPa.
Płaskość powierzchni betonowej należy sprawdzić przy pomocy łaty metalowej. Na odcinku 1 m mogą występować nierówności nie przekraczające 3 mm, natomiast nierówności w formie uskoku nie powinny być większe od 1 mm. Większe nierówności należy wyrównać zaprawą PCC II lub ewentualnie zaprawą wyrównawczą z żywicy epoksydowej Resin 220 zmieszanej z piaskiem kwarcowym (około 20 - 30 % wag. piasku). Wilgotność podłoża na głębokości do 2 cm powinna być mniejsza od 4%.
Bezpośrednio przed doklejaniem mat należy oczyścić powierzchnię przy użyciu szczotki lub odkurzacza, tak by podłoże nie było zakurzone.
- 5.2.5. Przygotowanie kleju do mat.
Składniki produktu Resin 55 dostarczane są w ustalonych proporcjach mieszania. Utwardzacz (skład. II) jest przelewany do żywicy (skład. I). Należy zwracać uwagę, aby przelać całą ilość utwardzacza. Wskazany jest mieszanie obu składników przy użyciu wolnoobrotowej wiertarki z mieszadłem przy prędkości obrotowej max. 300 obrotów/min. Mieszanie powinno odbywać się bardzo dokładnie, również przy bokach i dnie pojemnika tak, aby nastąpiło równomierne rozprowadzenie utwardzacza również w kierunku pionowym. Mieszanka po wymieszaniu musi być jednorodna.
- 5.2.6. Aplikacja mat.
W obszarze spoiny klejowej tiksotropowa żywica laminująca Resin 55 наносzona jest pędzlem lub wałkiem. Mata S&P Sheet jest ręcznie układana na żywicy. Żywica laminująca jest zaciągana szpachelką z utwardzonej gumy lub wałkiem wyłącznie w kierunku włókien.
Na matę S&P C Sheet nakłada się dodatkową warstwę laminatu z Resin 55. Poprawność impregnacji całej powierzchni maty S&P C Sheet oceniana jest wizualnie.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT.

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent, natomiast kontrolę przydatności materiałów do zastosowania prowadzi wykonawca robót. Wykonawca zobowiązany jest do sprawdzenia:

- numeru produktu (nadruk lub naklejka na opakowaniu),
- stanu opakowań,
- warunków przechowywania materiału,
- daty produkcji i daty przydatności do stosowania.

W czasie wykonywania robót powinny być prowadzone odpowiednie badania i kontrole:

- bieżące sprawdzanie warunków atmosferycznych,
- bieżące sprawdzanie stanu i parametrów podłoża,
- bieżące sprawdzanie wytrzymałości kleju,
- kontrola stosowania materiałów zgodnie z warunkami technologicznymi producenta,
- kontrola zużycia materiałów zgodnie z dokumentacją techniczną i wytycznymi producenta,
- sprawdzanie poprawności wykonania poszczególnych etapów robót.

Nośne podłoże stanowi warunek prawidłowego wykonania wzmocnienia przy użyciu taśm i mat. Minimalna wytrzymałość podłoża na odrywanie wynosi 1.5 MPa dla taśm oraz 1,0 MPa dla mat. Wytrzymałość na odrywanie należy kontrolować metodą „pull-off”.

Płaskość powierzchni betonowej należy sprawdzić przy pomocy łaty metalowej. Na odcinku o długości 1 m mogą występować zagłębienia o głębokości nie przekraczającej 3 mm, dla mat nierówności w formie uskoku nie powinny być większe od 1 mm.

Podłoże musi posiadać temperaturę wyższą od temperatury punktu rosy o przynajmniej 3°C. Zawartość wilgoci w podłożu nie powinna przekraczać wagowo 4% na głębokości do 20 mm (ustalenie za pomocą przyrządu CM).

Przy doklejaniu taśm kompozytowych temperatura podłoża oraz powietrza atmosferycznego musi wynosić nie mniej niż 8°C i nie więcej niż 35°C.

Minimalna wytrzymałość na odrywanie kleju zastosowanego do wzmocnienia wynosi 1.5 MPa. Wytrzymałość na odrywanie kleju należy kontrolować na specjalnie przygotowanych próbkach wykonywanych podczas klejenia taśm.

Ogólne zasady kontroli jakości robót w zakresie naprawy mostów podano w STWIORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne".

7. **OBMIAR ROBÓT.**

Jednostką obmiaru jest mb przyklejonej taśmy oraz m² przyklejonej maty. Ogólne zasady obmiaru robót w budownictwie mostowym podano w STWIORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 7.

8. **ODBIÓR ROBÓT.**

Odbiory należy dokonywać sprawdzając przytoczone w p. 6 kryteria oceny. Czynność odbioru winna być dokumentowana odpowiednim protokołem. Podstawą odbioru jest pisemne stwierdzenie Kierownika Budowy i Inspektora Nadzoru w Dzienniku Budowy o wykonaniu robót zgodnie z projektem i STWIORB. Ogólne zasady Odbioru Robót w budownictwie mostowym podano w STWIORB D-M.00.00.00. "Wymagania ogólne" pkt. 8.

9. **PODSTAWA PŁATNOŚCI**

9.1. **Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1], pkt 9.

9.2. **Cena jednostki obmiarowej**

Cena jednostki obmiarowej obejmuje:

- zakup, załadunek, transport i składowanie na budowie niezbędnych materiałów,
- zakup i dostarczenie pozostałych czynników produkcji,
- budowa i rozbiórka rusztowań i pomostów roboczych,
- prace pomiarowe,
- przygotowanie (oczyszczenie) podłoża,
- wykonanie wzmocnienia matami węglowymi,
- wykonanie badań kontrolnych wg pktu 6,
- oczyszczenie terenu robót.

10. **PRZEPISY ZWIĄZANE.**

- Zalecenia producenta taśm i mat dotyczące technologii aplikacji.
- Karty informacji technicznej taśmy S&P CFK Lamellen oraz kleju Resin 220.
- Karty informacji technicznej maty S&P C Sheet oraz kleju Resin 55.
- Aprobata IBDiM Nr AT/2005-03-0822.