

Torkretowanie

– skuteczna technologia napraw i wzmocnień konstrukcji budowlanych

tekst i zdjęcia: inż. **MICHAŁ PRZEDWOJEWSKI**, quick-mix Sp. z o.o.

Miejsce, w którym znajdujemy się dzisiaj, jest konsekwencją naszych działań wczoraj. Ambicja, ciekawość oraz nieodparta chęć ciągłego pokonywania ograniczeń były głównym motorem napędowym wynalazców.

W XIX w. nastąpił gwałtowny rozwój światowej inżynierii, a w konsekwencji rozwój cywilizacyjny na niespotykaną wcześniej skalę. Odkrycie klinkieru cementowego przez Francuza Louisa Vicata w 1817 r. oraz uzyskanie patentu na produkcję cementu portlandzkiego przez Anglika Josepha Aspena w 1824 r. pozwoliły znacznie rozszerzyć możliwości budownictwa. Dalszy rozwój techniki już w XX w. przyczynił się do wprowadzania nowej technologii stosowania zapraw i betonów na bazie spoiw hydraulicznych. W 1907 r. pochodzący z USA Carl Ethan Akeley opracował zasadę działania armatki ciśnieniowej do nakładania torkretu. W 1911 r. opatentowano ten sprzęt i metodę. Proces torkretowania bardzo szybko stał się popularnym rozwiązaniem stosowanym w przemyśle.

Torkret to dynamicznie nakładana mieszanka mineralna, składająca się z cementu i kruszywa (beton lub zaprawa) oraz ewentualnych dodatków. Rozróżniamy dwie metody natrysku torkretu: metodą suchą oraz metodą mokrą. Metoda sucha polega na dozowaniu suchej mieszanki mineralnej do leja zasypowego maszyny (torkretnicy). Doprowadzone sprężone powietrze do torkretnicy tłoczy mieszankę elastycznymi węzami do operatora, który dozując dodatek wody zarobowej w dyszy, bezpośrednio przed natryskiem na przygotowaną powierzchnię. Natrysk metodą mokrą polega na mechanicznym podawaniu przygotowanej mieszanki z wodą zarobową, gdzie trafia do operatora przy użyciu elastycznych węży, który wykorzystując doprowadzone do dyszy sprężone powietrze, nanosi torkret w miejsce przeznaczenia.

Metoda natrysku dobierana jest indywidualnie, w zależności od rodzaju przeprowadzanych prac. Technologia wykonania

torkretu może być bardzo szeroko stosowana w budownictwie ogólnym oraz specjalistycznym (m.in. w budownictwie przemysłowym, geotechnicznym, hydrotechnicznym oraz górnictwie). Szczególnie podczas napraw, wzmocnień i wznoszenia obiektów, a także w trudno dostępnych miejscach. Torkret można aplikować zarówno na powierzchnie pochyłe, jak i pionowe oraz stropowe. Podczas nakładania nie stosuje się mostka szepnego, ponieważ energia, z jaką mieszanka uderza w powierzchnię konstrukcji, powoduje doskonałą przyczepność oraz zagęszczenie uzyskanego torkretu. Korzystanie z usług doświadczonych firm wykonawczych oraz stosowanie konfekcjonowanych, sprawdzonych mieszanek mineralnych gwarantuje wysoką jakość wykonanego torkretu.

Firma Quick-Mix od przeszło 40 lat projektuje i wytwarza szeroki asortyment mineralnych materiałów budowlanych (zapraw i betonów). W ofercie posiada również mieszanki do wykonywania torkretu. Seria mieszanek SB 25 (C25/30), SB 35 (C30/37), SB45 (C35/45) o uziarnieniu kruszywa 0–8 mm rekomendowana jest do aplikacji w grubościach od 30 do 100 mm w jednym cyklu roboczym. Mieszanki te występują w wersji o wysokiej odporności na siarczany HS, charakteryzują się niskim skurczem podczas wiązania oraz twardnienia. Zalecane są do napraw, wzmocnień i wznoszenia konstrukcji betonowych oraz żelbetonowych. Drugą grupą mieszanek do wykonywania torkretu jest seria BN4 25/30 (C25/30), BN 30/37 (C30/37), BN4 35/45 (C35/45) o uziarnieniu kruszywa 0–4 mm. Jest rekomendowana do aplikacji w grubościach od 12 do 60 mm w jednym cyklu roboczym. Mieszanki tej serii występują w wersji o wysokiej odporności na siarczany HS, w wersji z dodatkiem aktywnej mikrokrzemionki M, trasy reńskiego T, migrujących inhibitorów korozji I oraz modyfikowanych dodatkiem polimeru P (wersja SPCC); występują również w wersji z dodatkiem włókien polipropylenowych. Dodatki i modyfikacje wymienionych mieszanek mineralnych wpływają na polepszenie właściwości podczas aplikacji (m.in. zmniejszenie odskoku podczas natrysku) oraz po wbudowaniu torkretu (m.in. zwiększenie wodoszczelności). Wybór mieszanki jest uzależniony od rodzaju konstrukcji, klasy wytrzymałości torkretu zgodnie z PN-EN 206-1, klasy ekspozycji oraz w zależności od grubości przewidywanych warstw torkretu.

Firma Quick-Mix z sukcesem uczestniczyła w wielu ciekawych realizacjach infrastrukturalnych oraz związanych z budownictwem kubaturowym. W latach 2014–2015 była partnerem i dostawcą mieszanek mineralnych do wykonywania torkretu w ramach naprawy i wzmocnienia konstrukcji podpór pośred-



Most Lisewski w Tczewie widok od strony miasta



Wieżyczka nad filarem mostu od strony Lisewa



Westybul wraz z klatką schodową we wnętrzu gmachu głównym Politechniki Warszawskiej



Strop nad korytarzem piwnicy po naprawie

nich mostu drogowego w Tczewie. Podczas natrysku zastosowano mieszankę BN4 25/30 oraz SB 25. W 2014 r. torkret wykonała firma Wabar z Pruszcza Gdańskiego, natomiast w tym roku prace przy kolejnych wieżyczkach prowadziła firma Mosty Kujawy z miejscowości Mostki. Warto podkreślić, że most Lisewski został oddany do użytkowania w 1857 r. jako najdłuższy most ówczesnej Europy (837,3 m; dzisiaj długość mostu wynosi 1052 m i składa się on z 12 przęseł).

Następnym doskonałym przykładem zastosowania torkretu był zrealizowany w 2014 r. projekt wzmocnienia konstrukcji żelbetowego mostu drogowego leżącego na DW nr 515 w Dziergoniu koło Gdańska. Zadanie polegało na zwiększeniu nośności i przepustowości konstrukcyjnego układu belkowo-płytowego obiektu. Zrealizowano je, montując dodatkowe zbrojenie konstrukcyjne oraz wykonując torkretowanie metodą suchą z zastosowaniem mieszanki Quick-Mix BN4 35/45 MT. Zwiększeniu uległa szerokość i wysokość użyteczna przekroju dźwigarów. Generalnym wykonawcą prac była firma Want z Tczewa, prace podwykonawcze podczas wykonywania torkretu prowadziła firma Poziom z Gdańska, a projekt wykonało biuro Maxprojekt z Gdyni.

Torkret doskonale nadaje się również do wykonywania wzmocnień konstrukcji obiektów budowlanych jako element konstrukcji zespolonej (konstrukcja stalowa oraz żelbetowa). Przykładem takiego projektu jest wzmocnienie stropu Kleina z płytami typu ciężkiego nad piwnicami znajdującymi się w gmachu głównym budynku administracyjnym Politechniki Warszawskiej. Ten piękny zabytkowy obiekt, wzniesiony w latach 1899–1901, jest popisem kunsztu architektonicznego Stefana Szyllera oraz Bronisława Brochwicza-Rogoyńskiego.

Zastosowane rozwiązanie techniczne dotyczące naprawy i wzmocnienia stropu nad korytarzami piwnicy polegało na wprowadzeniu żeber stalowych belek dwuteowych HEB 140, HEB 160, IPN 120, osadzonych w gniazdach ścian korytarzowych, oraz żelbetowych płyt, w których wykorzystano zbrojowaną stal zbrojeniową oraz torkret. Podczas wykonywania torkretu natryskiem metodą suchą zastosowano mieszankę SB 25. Zaletą tego rozwiązania technicznego był brak konieczności wyłączenia z użytkowania remontowanej części obiektu oraz zachowanie oryginalnej posadzki parteru (nad stropem piwn-



Most w Dziergoniu

nicy). Generalnym wykonawcą prac była firma Amat z Warszawy, torkret wykonała firma Dekor Service z Trzylatkowa Dużego. Projekt wykonała pracownia Studio Arch+ z Warszawy.

Torkretowanie z wykorzystaniem opisywanych mieszanek Quick-Mix jest doskonałą metodą naprawy lub wzmocnienia konstrukcji budowlanych – obiektów kubaturowych i infrastrukturalnych. Wzmacnianie konstrukcji przez torkretowanie jest skutecznym rozwiązaniem technicznym, które z powodzeniem można stosować również w trudno dostępnych miejscach. Zabezpieczenie przeciwpożarowe konstrukcji oraz klasy ekspozycji są zgodne z Eurokodem nr 2 oraz normą betonową PN EN 206-1. Do torkretu stosują się przepisy: PN-EN 206-1 *Beton. Cz. 1. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*; PN-EN 1992-1-1:2018 *Eurokod 2*; PN-EN 14487-1 *Beton natryskowy. Cz. 1. Definicje, wymagania i zgodność*; PN-EN 14487-2 *Beton natryskowy. Cz. 2. Wykonywanie*; PN-EN 14488-1 *Badanie betonu natryskowego. Cz. 1. Pobieranie próbek mieszanki betonowej i stwardniałego betonu*; PN-EN 14488-2 *Badanie betonu natryskowego. Cz. 2. Wytrzymałość na ściskanie młodego betonu natryskowego*; PN-EN 14488-3 *Badanie betonu natryskowego. Cz. 3. Wytrzymałość na zginanie (przy pierwszym piku, maksymalna i reszkowa) próbek beleczkowych zbrojonych włókniami*; PN-EN 14488-4 *Badanie betonu natryskowego. Cz. 4. Wytrzymałość złącza w odwiertach przy bezpośrednim rozciąganiu*; PN-EN 14488-5 *Badanie betonu natryskowego. Cz. 5. Oznaczanie zdolności pochłaniania energii przez próbki płyt zbrojonych włókniami*; PN-EN 14488-6 *Badanie betonu natryskowego. Cz. 6. Grubość warstwy betonu na podłożu*; PN-EN 1504 *Wyroby i systemy do ochrony i naprawy konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Cz. 10. Stosowanie wyrobów i systemów na placu budowy oraz sterowanie jakością prac*.



Układ konstrukcyjny mostu po wzmocnieniu (widok od spodu)