

Bezwykopowa renowacja zbiorników żelbetowych w gospodarce wodno-ściekowej na przykładzie zbiornika wody pitnej o pojemności 8200 m³ w Siestrzechowicach

Trenchless renovation of reinforced concrete tanks by example of drinking water tank with a capacity of 8200 m³ in Siestrzechowice

Karolina
Mazurkiewicz

Streszczenie

Praca przedstawia bezwykopową metodę odnowy zbiorników żelbetowych z wykorzystaniem chemii budowlanej. Na wstępie wymieniono najczęstsze przyczyny uszkodzeń zbiorników żelbetowych oraz metody ich odnowy. Na przykładzie zbiornika żelbetowego na wodę czystą o pojemności 8200 m³ zlokalizowanego na terenie Stacji Uzdatniania Wody w Siestrzechowicach (gm. Nysa), opisano technologię odnowy wnętrza zbiornika z wykorzystaniem powłok elastomerowych na bazie polimoczników. Odnowa zbiornika przebiegała w kilku etapach: wizja lokalna oraz badania wytrzymałościowe, piaskowanie, natrysk szpachlówki, nakładanie warstwy szepnej oraz polimocznikowej. Proces renowacji zbiornika trwał jedynie trzy miesiące.

Słowa kluczowe: technologie bezwykopowe, renowacja, chemia budowlana, powłoki polimocznikowe

Abstract

The paper presents the trenchless method of reinforced concrete tanks renovation with the use of building chemistry. At the beginning, the most common damage causes of reinforced concrete tanks and the methods of their renovation are described. A renovation technology of water tank inner surface with the use of polyurea coatings is shown. Described water tank has capacity of 8200 m³ and is located in Water Treatment Plant in Siestrzechowice (the Nysa Region County). The renovation of the tank was proceeded in several stages: local vision and strength tests, sandblasting, surface mudding, application of primer and polyurea coating. The process of the water tank renovation lasted only three months.

Keywords: trenchless technologies, renovation, building chemistry, polyurea coatings

1. Wstęp

Z uwagi na swoje parametry techniczne, zbiorniki żelbetowe są szeroko stosowane w gospodarce wodno-ściekowej i przemysłowej. Do ich głównych zalet należą: odporność na obciążenia statyczne i dynamiczne, ognioodporność, uniwersalność konstrukcji (szeroka gama kształtów i parametrów geometrycznych) oraz ciężar (brak konieczności stosowania płyt dociążających przy wysokim poziomie wód gruntowych w przypadku zbiorników podziemnych). W gospodarce wodno-ściekowej często te zbiorniki są eksploatowane w agresywnym środowisku wewnętrznym, a także zewnętrznym. Dodatkowo może dochodzić do ścierania powierzchni betonu przez przepływające ciecze (głównie przez zawiesiny w nich zawarte). Trudne warunki eksploatacyjne wpływają ne-

gatywnie na trwałość konstrukcji żelbetowych, czego efektem są jej uszkodzenia i konieczność odnowy zbiornika.

2. Uszkodzenia zbiorników żelbetowych

Uszkodzenia zbiorników żelbetowych przeważnie zostają wykryte dzięki zdiagnozowanym przeciekom. Przecieki pojawiające się w czasie eksploatacji zbiorników żelbetowych najczęściej wynikają z naturalnych procesów korozyjnych, ale nierzadko są związane z popełnionymi błędami projektowymi i wykonawczymi [2].

Do błędów projektowych zalicza się między innymi zaprojektowanie niedostatecznie grubych ścian i zbyt małej ilości zbrojenia oraz błędne rozwiązanie lub brak dylatacji [2].

Wśród błędów wykonawczych należy wymienić zmiany grubości ścian lub dna oraz zbyt niską wytrzymałość betonu w stosunku do wartości projektowanych, niejednorodną strukturę betonu oraz jego złe zagęszczenie (głównie przy przerwach technologicznych), zbyt dużą ilość cementu w użytym betonie, brak odpowiedniej ochrony antykorozyjnej, czy też wadliwe przygotowanie podłoża gruntowego [2].

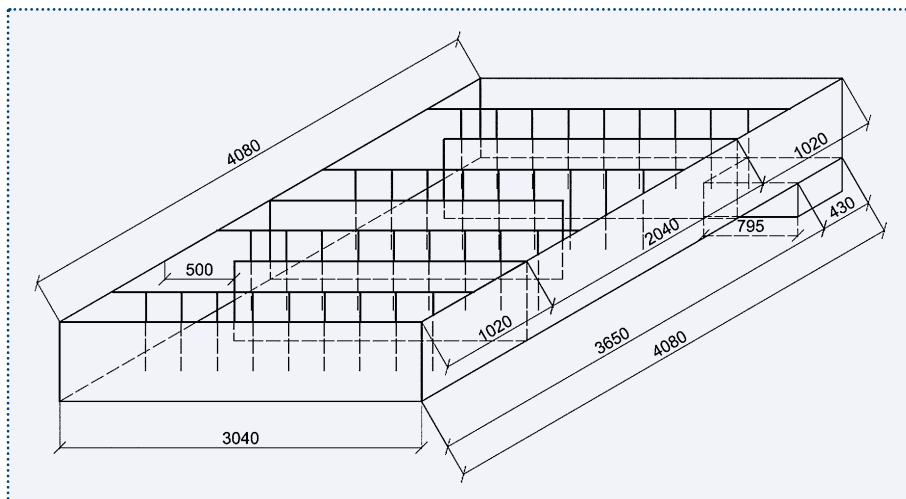
Uszkodzenia zbiorników powstające w czasie ich eksploatacji mogą wynikać ze zbyt dużych ciśnień gazu nieprzewidzianych w procesach technologicznych (np. nadmierne ciśnienie gazu w komorach fermentacyjnych), korozji betonu wynikającej z agresywnego środowiska panującego w zbiorniku, ścierania powierzchni ścian i dna, jak i eksploatacji zbiorników nieszczelnych [2].

Ocena stanu technicznego zbiornika dokonywana jest *in situ*, jednak pełna diagnostyka zbiorników powinna uwzględniać wpływy mechaniczne, termiczne i chemiczne pojawiające się zarówno przed, jak i podczas eksploatacji [2].

Do metod odnowy zbiorników zaliczamy między innymi [2]:

- wykonanie wewnętrznego lub zewnętrznego płaszczu żelbetowego;
- wykonanie wewnętrznego płaszczu stalowego (ze stali kwasoodpornej);
- ułożenie warstwy ochronnej z betonu zbrojonego włóknem szklanym lub materiałów typu PCC;
- wzmacnianie konstrukcji poprzez zastosowanie belek obwodowych, stalowych ściągów lub przypór;
- iniekcje żywiczne lub mineralne;
- układanie powłok antykorozyjnych – mineralnych lub organicznych.

Do ostatniej z wymienionych metod zaliczamy nakładanie na wewnętrzną powierzchnię zbiornika powłok elastomerowych na bazie polimoczników. Metoda ta została wykorzystana do odnowy podziemnego zbiornika wody czystej o pojemności 8 200 m³, zlokalizowanego na Stacji



Rys. 1. Odnawiany zbiornik żelbetowy

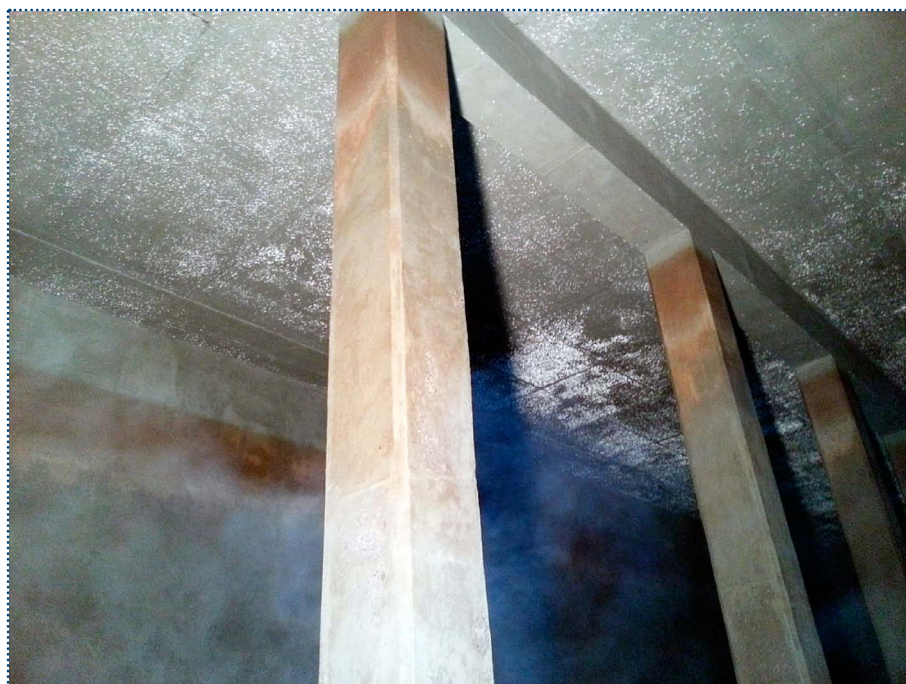
Uzdatniania Wody w Siostrzechowicach (gm. Nysa).

3. Przykład odnowy zbiornika żelbetowego

Podziemny zbiornik na wodę przeznaczoną do spożycia, zlokalizowany na Stacji Uzdatniania Wody w Siostrzechowicach, miał kształt prostokąta o wymiarach 40,8 × 30,4 × 6,65 m (rys. 1) i był jednym z dwóch identycznych zbiorników, przy czym oba zbiorniki pracowały przez cały rok. Czas jego renowacji wynosił jedynie trzy miesiące (od początku kwietnia do końca

czerwca), co było związane – w przypadku początku okresu naprawczego – z wymaganą przez wykonawcę średnią dobową temperaturą powietrza zewnętrznego powyżej 10°C konieczną do prawidłowego przebiegu procesu nakładania powierzchni polimocznikowej, a także – w przypadku końca okresu naprawczego – z koniecznością pokrycia przez zbiornik zapotrzebowania na wodę w okresie letnim.

Podczas wizji lokalnej stwierdzono na dolnej powierzchni stropu liczne naloty węgla wapnia (fot. 1), również lokalnie występujące małe stalaktyty powstałe z CaCO₃



Fot. 1. Biały nalot węgla wapnia na dolnej powierzchni stropu oraz brunatno-brązowy osad na ścianach i słupach odnawianego zbiornika [1]



Fot. 2. Znaczna korozja metalowych instalacji rurowych w odnawianym zbiorniku [1]

oraz rozpuszczony w kroplach wody biały wodorotlenek wapnia. Na powierzchniach ścian zanurzonych w wodzie zaobserwowano proces lekkiej korozji ługującej beton, a także brunatno-brązowy osad na ścianach i słupach zbiornika, wskazujący poziom lustra wody (fot. 1). Ponadto, metalowe instalacje rurowe w zbiorniku, które zostały źle zabezpieczone lub niezabezpieczone przed korozją, uległy znacznemu zniszczeniu na skutek korozji metalu (fot. 2)

Po przeprowadzonych badaniach i oględzinach zbiornika określono stan konstrukcji jako zadowalający. Z uwagi na spodziewane pogorszenie stanu powierzchni istniejącego zbiornika związane z brakiem ochrony powierzchniowej oraz upływem czasu, wskazano na konieczność powierzchniowego zabezpieczenia konstrukcji wewnątrz zbiornika [4].

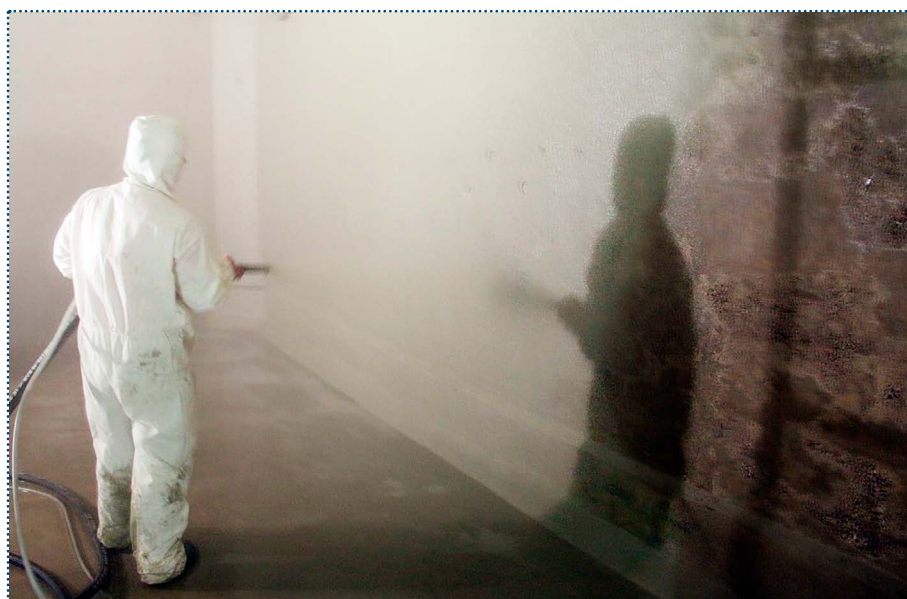
Proces renowacji zbiornika rozpoczął się od przygotowania powierzchni istniejącego betonu, tak, aby stanowił podłoże umożliwiające odpowiednie połączenie z materiałem naprawczym – powierzchnia zbiornika została pozbawiona warstwy uszkodzonego betonu oraz zanieczyszczeń. W tym celu, z uwagi na krótki okres naprawy oraz duże wymiary zbiornika, wykorzystano metodę piaskowania bez czyszczenia hydrodynamicznego. W przypadku nakładania warstwy ochronnej z po-

limoczników wilgotność powietrza nie może przekraczać 80%. Przy zastosowaniu czyszczenia hydrodynamicznego, uzyskanie wymaganej wilgotności wewnątrz zbiornika oznaczałoby znaczne przedłużenie okresu naprawczego, związane z koniecznością suszenia wnętrza zbiornika. Czyszczenie wewnętrznej powierzchni odnawianego zbiornika wykonano do momentu uzyskania powierzchni pozbawionej warstwy skorodowanego betonu – zmierzone pH betonu wynosiło co najmniej 11 (pomiar metodą *Rainbow Test*). Przy pomiarze wytrzymałości betonu na rozciąganie z wykorzystaniem me-

tody *pull-off*, stwierdzono, że około 30% wewnętrznej powierzchni zbiornika musi zostać wymieniona. Do odnowy wewnętrznej warstwy betonu wykorzystano natrysk szpachłówek (fot. 3). Po około dwóch tygodniach od natrysku dokonano pomiaru wytrzymałości betonu na rozciąganie metodą *pull-off* i uzyskano wartości nie mniejsze niż 1,5 MPa.

W kolejnym etapie odnowy zbiornika, aby uzyskać wymagane parametry powietrza wewnątrz zbiornika, konieczne do prawidłowego przebiegu procesu nakładania warstwy szczepnej, nastąpiło suszenie wnętrza zbiornika z wykorzystaniem nagrzewnic elektrycznych oraz pochłaniaczy wilgoci. Po uzyskaniu odpowiednich parametrów powietrza, w kolejnych komorach zbiornika nastąpiło nałożenie warstwy szczepnej (primera) na ściany zbiornika. Poszczególne komory zbiornika suszono i odnawiano etapowo (np. gdy w drugiej komorze następowało suszenie, w pierwszej komorze nakładano warstwę szczepną oraz powłokę z polimoczników). Jako warstwę szczepną użyto dwuskładnikowej żywicy, która twardniała po kilku godzinach od nałożenia. Na tak przygotowane podłoże nakładano ostatnią powłokę, składającą się ze 100% polimocznika (fot. 4).

Z uwagi na fakt, że odnawiany zbiornik przeznaczony był do gro-



Fot. 3. Natrysk szpachłówki [1]



Fot. 4. Nakładanie warstwy polimocznika [1]

- [2] Halicka A., Franczak D.: *Projektowanie zbiorników żelbetowych. Zbiorniki na ciecz*, tom 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
- [3] Morris K.: *The role linings play in man-hole rehabilitation*, Journal of Protective Coatings and Linings, September 2013, p. 30-39.
- [4] Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T., Szwe-da Z.: *Badania zagrożenia korozją żelbetowego zbiornika nr 1 zagłębionego w gruncie na wodę przeznaczoną do spożycia zlokalizowanego w Siestrzechowicach*, nr pracy NB-37/RB-2/2012, Politechnika Śląska, Katedra Konstrukcji Budowlanych 2012.

mgr inż. Karolina Mazurkiewicz

Politechnika Poznańska,
Instytut Inżynierii Środowiska

madzenia wody pitnej, po nałożeniu ostatniej warstwy nastąpiło jego ponowne czyszczenie (aby usunąć np. zanieczyszczenia wniesione przez ekipę wykonawczą) oraz dezynfekcja. Tak przygotowany zbiornik, po odbiorze Sanepidu oraz kontroli parametrów wody, był gotowy do ponownego użycia.

4. Wnioski

Renowacja zbiorników żelbetowych z wykorzystaniem powłok elastomerowych na bazie polimoczników stanowi przykład ochrony materiałowo-strukturalnej i powierzchniowej, całkowicie odcinającej dostęp środowiska do konstrukcji. Wśród chemii budowlanej stosowanej do odnowy zbiorników żelbetowych, elastomery na bazie polimoczników charakteryzują się największą wytrzymałością (na rozciąganie) i elastycznością [3]. Krótki czas ich wiązania (nawet kilka sekund) pozwala na szybkie przeprowadzenie procesu renowacji obiektu. Koszty renowacji zbiorników żelbetowych z wykorzystaniem powłok elastomerowych na bazie polimoczników są porównywalne od innych metod odnowy zbiorników wykorzystujących chemię budowlaną.

5. Literatura

- [1] DUKO Engineering: materiały informacyjne.



DUKO
ENGINEERING

Inżynieria Środowiska | Renowacje Injekty | Zabezpieczenia antykorozyjne

Firma DUKO Engineering Sp. z o.o. od roku 2007 oferuje kompleksową realizacją inwestycji z zakresu Inżynierii Środowiska. Podstawowym profilem działalności Spółki DUKO Engineering są renowacje i wykonawstwo instalacji sieci zewnętrznych oraz specjalistycznych robót inżynierskich, np. wypełniacze betonowe – injekty, renowacje studni oraz rurociągów, odwodnienia obiektów mostowych.

Specjalizujemy się również w wykonawstwie oraz dostawach materiałów kanalizacji sanitarnej, wodociągów, zbiorników, odwodnień liniowych, separatorów, instalacji sanitarnych oraz chemii budowlanej.

www.duko.com.pl