

dr inż. Maciej Yan Minch^{1*)}dr inż. Andrzej Kmita¹⁾

Degradacja żelbetowej komory syfonowej kolektora na ścieki po wielu latach eksploatacji

Degradation of reinforced concrete sewer trap chamber collector after long operating period

DOI: 10.15199/33.2015.09.27

(Studium przypadku)

Streszczenie. W artykule omówiono degradację betonu i uszkodzenia konstrukcji komory syfonowej kolektora na ścieki po wieloletniej eksploatacji. Wykonano badania betonu i oceniono stan zagrożenia konstrukcji. Przedstawiono sposób renowacji komory kolektora na ścieki umożliwiającą jego dalsze, bezawaryjne użytkowanie.

Słowa kluczowe: kolektor na ścieki, komora pośrednia kolektora, badania betonu, wzmocnienie konstrukcji.

Abstract. This article discusses the degradation of concrete and structural damage of a sewer trap chamber sewage collector after long operating period. Research of concrete and assessment of the structural safety was made. The process for strengthening the chamber of sewage collector to allow further trouble-free operation was shown.

Keywords: sewage collector, the collector intermediate chamber, testing of concrete, strengthening of the structure.

Kilkudziesięcioletnie użytkowanie żelbetowych przewodów kanalizacyjnych w agresywnym środowisku gazowym (szczególnie kolektorów zbiorczych) sprzyja korozji betonu i zbrojenia. W związku z tym utrzymanie należytego stanu technicznego tak ważnego obiektu przez konserwację bieżącą i renowację pochłania znaczne nakłady finansowe. Rzetelna diagnostyka stanu technicznego kolektora, oceniająca jego stopień zużycia, może stanowić źródło istotnych oszczędności przy podejmowaniu decyzji o remoncie przez firmy administrujące siecią kanalizacyjną.

Po pozyskaniu środków finansowych na renowację 30-letniego kolektora zbiorczego dla 800 tys. miasta bez poprzedzającej ekspertyzy, określającej stan techniczny obiektu w aspekcie trwałości i niezawodności konstrukcji, zdecydowano się na wykonanie projektu renowacji komory syfonowej z jego odcinkiem dopływowym. Na podstawie tego projektu prowadzono prace, stosując metodę reliningu. Odcinek kolektora przed rzeką kończył się na komorze syfonowej. Projektant przewidział wzmocnienie ścian tej komory przez wykonanie od wewnątrz dodatkowego płaszcza żelbetowego (fotografia 1). Natomiast przed wykonaniem projektu renowacji dokonano oceny technicznej komory syfonowej



Fot. 1. Wzmocnienia ścian komory syfonowej przed rzeką przez betonowanie dodatkowego płaszcza żelbetowego

Photo 1. Strengthening of wall sewer trap chamber under the river made by concreting additional wall

po drugiej stronie rzeki i przeprowadzono badania materiałów konstrukcyjnych. Wyniki badań okazały się zaskakujące dla zarządcy sieci w zakresie oceny stopnia degradacji betonu i zasadności wykonania wzmocnienia ścian komory syfonowej.

Prognozowanie dalszego czasu eksploatacji obiektu wiązało się z koniecznością określenia stanu wytrzymałości poszczególnych elementów konstrukcyjnych z uwzględnieniem degradacji betonu i stali w wyniku agresywnego oddziaływania środowiska chemicznego. Na tej podstawie zdefiniowano zakres prac naprawczych, gwarantujących dalszą bezawaryjną eksploatację.

Uszkodzenia żelbetowej komory syfonowej

Na podstawie dokumentacji archiwalnej obiektu przyjęto wymiary komory i zweryfikowano je w naturze, a następnie określono właściwości materiałów, z których wy-

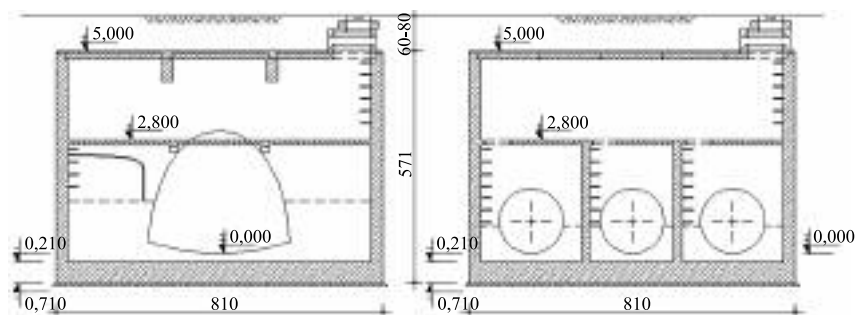
konano konstrukcję komory. Zbrojenie konstrukcyjne komory stanowi stal 18G2 oraz stal pomocnicza St0 (zbrojenie rozdzielcze i strzemiona itp.). Beton konstrukcyjny komór oznaczony w czasie powstawania projektu konstrukcji jako wodoszczelny marki $R_w = 170 \text{ KG/cm}^2$ (obecna klasa C12,5/15) wykonano z zastosowaniem cementu hutniczego, do którego dodano 1,5% hydrobetu (w stosunku wagowym do masy cementu). Pręty żebrowane zastosowane do zbrojenia komór mają średnice $12 \div 18 \text{ mm}$, a zbrojenie gładkie St0 to pręty średnicy $6 \div 10 \text{ mm}$. Na rysunkach konstrukcyjnych nie określono stopnia wodoszczelności betonu (w opisie podano W4). Ponadto w opisie zawarto, że wskaźnik w/c nie powinien być większy niż 0,5. Przed rozpoczęciem renowacji komory syfonowej zdemontowano górny strop żelbetowy. Szkicowy przekrój komory z widokiem wlotu kolektora oraz wylotu rur syfonowych pokazano na rysunku.

Wygląd powierzchni wewnętrznej komory syfonowej po zdemontowaniu stropu budził spore zastrzeżenia (fotografia 2). Powłoki ochronne na powierzchni betonu w znacznym stopniu zostały zniszczone. Armatura wyposażenia komór była całkowicie skorodowana. Nie było możliwości regulacji klap za pomocą kołowrotów z napędem łańcuchowym. Stopnie włączowe do komory nie nadawały się do użytku (groziły upadkiem z wysokości). Uszkodzenia te spowodowane były agresywnym środowiskiem gazowym, powstałym w wyniku

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

^{*)} Adres do korespondencji:

e-mail: maciej.minch@pwr.edu.pl



Szkicowy rysunek przekroju komory z widokiem na wlot kolektora i wylot rur syfonowych
Frame formwork drawing of cross-section chamber – input of sewer pipe and output of trap pipes view



Fot. 2. Powierzchniowa korozja betonu oraz elementów wyposażenia w komorze syfonowej

Photo 2. Surface concrete corrosion as well as equipment elements of sewer trap chamber

procesów gnilnych ścieków bytowych. Zgodnie z badaniami, wskaźnik pH osadu zalegającego na dnie komory był niski i wynosił ok. 3, natomiast zawartość siarczanów – bardzo wysoka i oscylowała wokół wartości 6%. Środowisko o takich parametrach uznaje się za silnie agresywne w stosunku do betonu (odpowiada klasie ekspozycji XA3 zgodnie [6]). Oczywiście zakres zjawisk chemicznych oddziałujących na beton w takim środowisku jest złożony i dlatego w artykule nie odniesiono się do tych zagadnień, a zainteresowanych tym tematem można odesłać do literatury technicznej (np. [1 ÷ 3]).

Badania materiałowe ścian komory

W celu określenia rzeczywistego stanu technicznego konstrukcji żelbetowej komór konieczne było wykonanie laboratoryjnych badań betonu. W tym celu wykonano 4 odwierty rdzeniowe średnicy 100 mm (fotografia 3) i dokonano normowych badań betonu [4 ÷ 6]. Uzyskane z badań laboratoryjnych wyniki: średnia wytrzymałość betonu na ściskanie $f_{cm} = 37,19$ MPa, charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie $f_{ck, cube} = 33,19$ MPa oraz $f_{ck, cube} = 32,28$ MPa. Pozwoliło to oszacować klasę badanego betonu na C25/30, a po uwzględnieniu współczynnika korekcyjnego $\gamma = 0,85$ jako



Fot. 3. Dobry stan betonu i zbrojenia (bez śladów korozji) w odwiercie rdzeniowym ściany komory

Photo 3. Core well of chamber wall – good condition of the concrete and reinforced bars (without sign of corrosion)

C30/37. Beton spełniał warunki betonu W10 (ciśnienie, przy którym nie stwierdzono oznak przesiąkania wody, wynosiło 1,0 MPa).

Część pierwotnej otuliny betonowej zbrojenia wewnątrz komory uległa powierzchniowej destrukcji na grubości do 10 mm. Zasięg karbonatyzacji powierzchniowej pozostałej warstwy otuliny betonowej oceniono przez spryskanie powierzchni świeżego przełomu betonu alkoholowym roztworem fenoloftaleiny. Średnia głębokość karbonatyzacji betonu tej warstwy po 30-letnim okresie eksploatacji wynosi ok. 5 mm. Pozostała grubość – 20 mm otuliny zbrojenia pozwala założyć jeszcze 20-letni okres eksploatacji konstrukcji (zakładając liniowy postęp karbonatyzacji betonu w czasie).

Wnioski

Wykonywanie jedynie wizualnych oględzin konstrukcji bez badań laboratoryjnych materiałów użytych w obiekcie prowadzi często do niewłaściwych wniosków, które skutkują podejmowaniem nierozważnych decyzji dotyczących zakresu prac remontowych. W przypadku komory syfonowej kolektora ściekowego od strony dopływu ścieków wykonano jedynie wizualne oględziny, które określiły stan techniczny konstrukcji jako zły, wymagający wykonania remontu kapitalnego. Przeprowadzone

przez nas badania oraz analiza wytrzymałościowa konstrukcji komory syfonowej po drugiej stronie rzeki wykazały, że faktyczny stan techniczny komory (pomimo stwierdzonych uszkodzeń powierzchniowych betonu) jest dostateczny, a może być ona eksploatowana jeszcze przez 20 lat, nawet bez renowacji otuliny zbrojenia, gdyż agresywna korozja siarczanowa betonu nie spowodowała jego głębokich uszkodzeń. W świetle wykonanych badań i przeprowadzonych analiz nie wydawało się więc celowe wzmocnienie ścian komór (które wykonano w komorze przed rzeką). Stan techniczny komory za rzeką wykazał, że renowacja konstrukcji komory może być sprowadzona do oczyszczenia powierzchni betonu, wykonania warstw ochronnych i wymiany skorodowanej armatury wyposażenia komory.

Brak w przedsiębiorstwach zarządzających sieciami kanalizacyjnymi odpowiednich kompetencji decyzyjnych w zakresie planowania remontów powoduje często istotne straty ekonomiczne w następstwie błędnej oceny stopnia zużycia obiektu. Prace badawcze i dokumentacyjne oceniające stopień zużycia takiego obiektu, jakim jest zbiorczy kolektor ściekowy, powinny być poprzedzone ekspertyzą techniczną wraz z badaniami materiałowymi określającymi stopień destrukcji korozyjnej i podającą wnioski oraz zalecenia dotyczące zakresu prac remontowych. Na tej podstawie powinien być opracowany projekt renowacji lub remontu. Diagnostyka konstrukcji opisana w artykule pokazała, jak istotne są kompleksowe badania eksperckie, wymagane do określenia właściwego stanu technicznego obiektu.

Literatura

- [1] Madryas C., Przybyła B., Wysocki L.: Badania i ocena stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych, DWE, Wrocław 2010.
- [2] Czarnecki L., Broniewski T., Henning O.: Chemia w budownictwie, Arkady, Warszawa 1995.
- [3] Kmita A., Minch M.: Korozja żelbetowego kolektora ściekowego, Materiały Budowlane, 6/2014.
- [4] PN-EN 12504-1:2001 Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.
- [5] PN-EN 13791:2008 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach budowlanych.
- [6] Czarnecki L. i inni: Beton według normy PN-EN 206-1 – komentarz, Polski Cement i Polski Komitet Normalizacyjny, Kraków 2004.

Przyjęto do druku: 28.07.2015 r.