dr inż. Anna Szymczak-Graczyk[1)]

Zmiana sposobu użytkowania i renowacja żelbetowego osadnika popłuczyn

Change in the use and renovation of a washings sedimentation tank

DOI: 10.15199/33.2015.09.32

(Studium przypadku)

Streszczenie. W artykule przedstawiono istniejący prostopadłościenny żelbetowy zbiornik służący jako osadnik popłuczyn, zlokalizowany na terenie stacji uzdatniania wody. Został on poddany modernizacji polegającej na zmniejszeniu obiektu, dobudowaniu nowych komór oraz renowacji powierzchni betonowych. W artykule zaprezentowano zaprojektowane rozwiązania konstrukcyjne oraz naprawę powierzchni betonowej.

Słowa kluczowe: zbiornik żelbetowy, renowacja zbiornika, środki naprawcze do betonu.

Abstract. The article presents an existing reinforced concrete rectangular tank which functions as a washings sedimentation tank located within the water treatment plant. The tank underwent modernisation, which consisted in making the object smaller, attaching new chambers and renovating concrete surface. The article shows designed construction solutions as well as it proposes to repair the concrete surface using recognized company's products.

Keywords: reinforced concrete tank, tank renovation, concrete repair products.

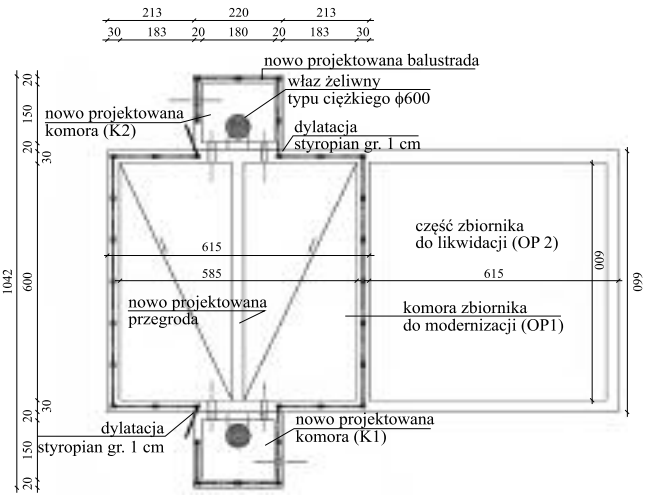
Żelbetowy otwarty zbiornik prostopadłościenny, służący jako osadnik wód popłucznych w stacji uzdatniania wody, wykonany został na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Przeznaczony jest do gromadzenia nieczystości powstających po płukaniu filtrów w stacji uzdatniania wody. Zbierają się w nim także wody opadowe. Istniejący osadnik popłuczyn składał się z dwóch komór, każda o wymiarze wewnętrznym 5,85 x 6,0 m i głębokości 1,6 m. Zbiornik zagłębiono w gruncie, a górne krawędzie ścian grubości 30 cm znajdują się 20 cm powyżej poziomu terenu. Na podstawie archiwalnej dokumentacji wiadomo, że wykonany on został z betonu klasy B20 (C16/20), co potwierdzono badaniami sklerometrycznymi. Zbrojenie ścian zbiornika to dwie siatki z prętów Ø12 ze stali A-IIIN, w rozstawie co 15 cm, znajdujące się od wewnętrznej i zewnętrznej strony ściany. Modernizacja technologii w stacji uzdatniania w budynku polegająca na likwidacji jednej z komór oraz podzieleniu drugiej komory na dwie części za pomocą nowo projektowanej ścianki spowodowała zmianę sposobu wykorzystania istniejącego osadnika popłuczyn. Dodatkowo należało zaprojektować dwie komory rewizyjne po każdej ze stron zbiornika oraz naprawić uszkodzenia jego ścian i dna powstałych przez lata użytkowania.

Inwentaryzacja uszkodzeń zbiornika

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej stwierdzono, że w każdej ścianie zbiornika występują liczne uszkodzenia w postaci rys, pęknięć i ubytków betonu. Także elementy jego wyposażenia, takie jak balustrada stalowa, są silnie skorodowane i muszą być wymienione. Po planowanej modernizacji jedna z komór zostanie zlikwidowana, a obciążenia działające na ścianę środkową ulegną zmianie, gdyż będzie to ściana zewnętrzna zbiornika.

Koncepcja modernizacji zbiornika

Modernizacja istniejącego zbiornika polegała na dostosowaniu go do potrzeb wynikających ze zmian technologicznych. Likwidacji uległa komora (opisana na rysunku nr 1 jako OP2). Drugą komorę opisaną jako OP1 pozostawiono, projektując jej remont oraz przebudowę. Do istniejącego zbiornika OP1 dodano dwie małe komory K1 i K2 oraz zaprojektowano w nim ścianę wewnętrzną dzielącą istniejącą komorę na dwie mniejsze. Przed przystąpieniem do robót budowlanych należało przeprowadzić prace renowacyjne istniejących ścian i dna komory.



Rys. 1. Rzut istniejącego zbiornika z projektowanymi zmianami
Fig. 1. Building plan of the existing tank with the proposed changes

Koncepcja naprawy zbiornika

Uszkodzenia ścian i dna zbiornika wymagały naprawy. Nacieki o białej barwie są charakterystycznymi objawami wypłukiwania przez miękką wodę deszczową związków wapnia. Przyjęta koncepcja naprawy polegała na nałożeniu na istniejącą powierzchnię betonu warstw wypraw. Po opróżnieniu zbiornika w pierwszej kolejności należało oczyścić wnętrze z osadów. Skorodowane i silnie spękane odcinki betonu o bardzo słabej przyczepności należało usunąć i oczyścić aż do osiągnięcia zdrowego podłoża. Najskuteczniejszą metodą przygotowania powierzchni betonu do naprawy jest piaskowanie mechaniczne. Ostatnią warstwą była wodosz-

[1)] Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Budownictwa i Geoinżynierii; e-mail: anna.szymczak-graczyk@up.poznan.pl

czelna, cienkowarstwowa wyprawa mineralna przeznaczona do uszczelniania powierzchni zbiorników. W przypadku zaproponowanej koncepcji naprawy niezwykle istotne było zachowanie wymaganych przerw technologicznych między nakładaniem poszczególnych warstw oraz bardzo staranne wykonawstwo.

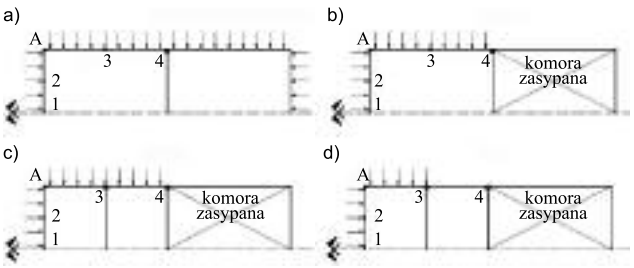
Zmiana sposobu użytkowania zbiornika

Istniejący zbiornik to konstrukcja żelbetowa zbrojona prętami stalowymi, więc nie można było zlikwidować jego komory przez rozbiórkę. Pręty zbrojeniowe przechodzą w ścianach oraz dnie z jednej komory do drugiej i ich wycięcie mogłoby spowodować awarię komory, która miała pozostać. Komorę więc należało zasypać. Wcześniej trzeba ją było opróżnić (rozpoczynając od neutralizacji osadów znajdujących się wewnątrz). Komorę OP2 należało uszczelnić przez nałożenie powłoki bitumicznej, a następnie zasypać mieszanką żwirowo-piaskową lub pospółką, warstwami grubości maks. 30 cm. Komorę, która ma pozostać, podzielono przegrodą żelbetową na dwie mniejsze. Ścianę wewnętrzną grubości 30 cm zaprojektowano z betonu C25/30. Zbrojenie stanowiła siatka z prętów średnicy 12 mm ze stali A-IIIN, w rozstawie co 15 cm. Powierzchnia zaprojektowanego zbrojenia jest większa od minimalnego, wymaganego ze względów przeciwskurczowych. Nowo projektowaną ścianę z istniejącymi ścianami i dnem zbiornika połączono za pomocą prętów średnicy 16 mm wklejonych przy użyciu żywicy iniekcyjnej. Względy użytkowe i technologiczne spowodowały konieczność dobudowania do komory zbiornika dwóch mniejszych komór rewizyjnych (grubość płyty dennej wynosiła 30 cm, natomiast ścian – 20 cm). Wewnętrzne wymiary komór: szerokość – 1,80 m, długość – 1,50 m i wysokość – 2,10 m. Komory rewizyjne stanowiły konstrukcje niezależne od istniejącego zbiornika (nie były z nim połączone). W ścianach zbiornika i komór należało wykonać szczelne przejścia na rurociągi. Zbiornik został zaopatrzony w nowe elementy wyposażenia, takie jak: stalowa ocynkowana balustrada i żeliwne włazy technologiczne.

Analiza pracy statycznej zbiornika podlegającego modernizacji

Modernizacja istniejącego zbiornika spowodowała zmianę schematu statycznego konstrukcji. Wykonano obliczenia dla czterech wariantów. W pierwszym przyjęto schemat statyczny zbiornika przed modernizacją, tj. zbiornik dwukomorowy z przegrodą wewnętrzną obciążony parciem gruntu na całym obwodzie zbiornika (rysunek 2a). Wariant drugi obejmował zbiornik dwukomorowy z przegrodą wewnętrzną obciążony parciem gruntu tylko w przypadku jednej komory (komora druga ulega likwidacji przez zasypanie) (rysunek 2b). W wariancie trzecim wprowadzono przegrodę w komorze lewej zbiornika, zmieniając jej schemat statyczny. Obciążenie przyjęto w postaci parcia gruntu na obwodzie komory, która uległa podziałowi (rysunek 2c). Wariant czwarty stanowi zbiornik z wprowadzoną przegrodą w komorze lewej oraz zasypaną komorą prawą, obciążenie zaś to parcie gruntu działające na połowę komory lewej (rysunek 2d).

Analizowany otwarty zbiornik prostopadłościenny to złożona konstrukcja płytowa, która charakteryzuje się przestrzenną pracą statyczną pod wpływem działających oddziaływań. Obciążenie jednego fragmentu konstrukcji wywołuje siły i przemieszczenia w całym ustroju. W celu sprawdzenia, jaki wpływ na wielkość momentów zginających w całej konstrukcji będą miały wprowadzone zmiany konstrukcyjne, wykonano stosowne obliczenia statyczne przy użyciu metody różnic skończonych w ujęciu energetycznym [1, 2].



Rys. 2. Schematy obliczeniowe konstrukcji (rzut z góry); opis w artykule

Fig. 2. Schemes of computational structures (top view); details in article

W celu analizy wpływu zmiany schematu statycznego istniejącego zbiornika w wyniku przeprowadzonych obliczeń MRS obliczono momenty zginające na swobodnej krawędzi zbiornika w punktach pokazanych na rysunku 2, a w tabeli zestawiono wyliczone wartości momentów dla czterech wariantów konstrukcji.

Zestawienie momentów zginających dla czterech wariantów schematów statycznych zbiornika

Summary of the bending moments in the four variants of the tank static schemes

Analizowana wielkość	Mnożnik	Wariant 1 (rys. 2a)	Wariant 2 (rys. 2b)	Wariant 3 (rys. 2c)	Wariant 4 (rys. 2d)
M_1	qs^2	1,2117	1,2263	0,9858	0,9963
M_2		0,9197	0,9259	0,8217	0,8246
M_A		-4,8783	-4,7949	-3,1168	-3,2632
M_3		1,1516	1,1367	-1,7311	-0,7580
M_4		-4,6091	-2,2762	-0,7840	0,1201

Z przedstawionych w tabeli danych wynika, że w żadnym wariancie nie została przekroczona wartość momentu zginającego, który obliczony został dla pierwotnego schematu statycznego. Zatem modernizacja zbiornika nie spowodowała zwiększenia momentów zginających, co mogłoby skutkować np. awarią zbiornika. W miejscu wstawienia nowo projektowanej ściany nastąpiło wprawdzie zwiększenie momentu zginającego oraz zmiana znaku, lecz nie przekracza on wartości maksymalnej, na jaką zaprojektowano zbrojenie zbiornika, zaś przy zbrojeniu obustronnie siatką zmiana znaku nie powoduje niebezpieczeństwa dla konstrukcji.

Podsumowanie

W wyniku modernizacji dwukomorowego zbiornika otwartego zlikwidowana została jedna komora. Część, która pozostała, uległa przebudowie i rozbudowie. Wprowadzenie ścianki spowodowało zmianę schematu statycznego konstrukcji. Porównano wartości momentów zginających istniejącego zbiornika oraz konstrukcji powstającej po modernizacji. Analiza statyczna wykazała, że przebudowa jest możliwa, a wartości momentów zginających powstałych po modernizacji nie przewyższają osiągniętych podczas projektowania pierwotnej konstrukcji. Niewątpliwie ważnym elementem inwestycji była renowacja zbiornika, który przez około 30-letni okres eksploatacji nie był remontowany. Przeprowadzenie napraw było niezbędne, gdyż do ścian i dna zbiornika należało podłączyć nową konstrukcję ściany wewnętrznej.

Literatura

[1] Gołaś J.: Wstęp do teorii płyt. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Opolu, 1972.

[2] Kączkowski Z.: Płyty. Obliczenia statyczne. Arkady, Warszawa, 2000.

Przyjęto do druku: 10.08.2015 r.