

## 1. Wstęp.

Reaktory projektowanej oczyszczalni są zbiornikami stalowymi z dnem żelbetowym. Warunki pracy, jakim poddane są zbiorniki oczyszczalni, narażają je na przyspieszone niszczenie. Korozja elementów stalowych w środowisku ścieków komunalnych i wilgotnej atmosfery, wywołana jest przez dwa sprzężone ze sobą procesy występujące na granicy **faz** metal - elektrolit:

- proces anodowy, w którym metal przechodzi do roztworu (utlenianie)
- proces katodowy, polegający na redukowaniu się na powierzchni metalu cząsteczek lub jonów występujących w roztworze.

W procesie katodowym w środowisku roztworów wodnych najbardziej istotna jest redukcja rozpuszczonego w wodzie tlenu, natomiast jony z procesu anodowego wytwarzają na powierzchni elementów metalowych warstwę uwodnionych tlenków np.  $Fe_2O_3$  lub  $Fe_3O_4$ .

Zabezpieczenia antykorozyjne ścian nie wystarczą do zapewnienia wystarczająco długiej żywotności kontenerów biologicznych. Konieczne jest stosowanie dodatkowej ochrony w postaci instalacji katodowej.

Założono zastosowanie instalacji produkcji NARODOWEJ FUNDACJI OCHRONY ŚRODOWISKA ze Szczecina.

## 2. Zabezpieczenie przeciwkorozyjne oczyszczalni CMM.

Agresywne środowisko ścieków komunalnych wymaga zastosowania zabezpieczenia przeciwkorozyjnego stalowych elementów w biologicznych oczyszczalniach ścieków typu CMM 600 składającego się z:

1. Powłoki malarskiej zgodnej z wymaganiami producenta
2. Ochrony katodowej czynnej z zewnętrznym źródłem prądu Należy stwierdzić, że chemoodporne powłoki malarskie nie zapewniają skutecznej i długotrwałej ochrony elementów stalowych oczyszczalni przez działaniem agresywnego środowiska ścieków. Dotyczy to szczególnie wewnętrznych powierzchni zbiorników, gdzie powłoka malarska jest narażona na uszkodzenia mechaniczne. Skuteczne zabezpieczenie przed korozją można osiągnąć przez odpowiednią zmianę potencjału elektrodowego stalowych elementów konstrukcyjnych przy pomocy ochrony katodowej. W przypadku oczyszczalni, ze względu na duże wahania parametrów fizykochemicznych ścieków, jak i trudności ze stosowaniem ochrony protektorowej (elektrody ze stopu wykazującego bardziej ujemny potencjał od stali), należy stosować czynną ochronę katodową z zewnętrznym źródłem prądu. Ujemny biegun źródła prądu musi być podłączony do konstrukcji; stalowej elementów oczyszczalni, natomiast dodatni - do anody wykonanej trudnoroztwarzalnego materiału, umieszczonej w elektrolicie (ściekach). Potencjał chronionych katodowo elementów konstrukcyjnych powinien być obniżony do takiej wartości, przy której będą zachodziły jedynie reakcje redukcji, lecz jeszcze nie będzie zachodził proces wydzielania wodoru z elektrolitu. Zmiana potencjału konstrukcji oczyszczalni od potencjału stacjonarnego przy zastosowaniu ochrony katodowej powinna wynieść 0.25 - 0,3 V w kierunku wartości ujemnych.

Utrzymanie odpowiedniego potencjału ochronnego jest tym łatwiejsze, im lepsze własności ochronne i izolacyjne posiadają zastosowane powłoki malarskie. Degradacja tych powłok polegająca na powiększaniu się mikropełnięć w poszczególnych warstwach wymaga zwiększenia natężenia prądu potrzebnego do utrzymania potencjału ochronnego, a więc zastosowania stacji ochrony katodowej o większej mocy. Doświadczenia eksploatacyjne stosowania ochrony katodowej wykazują, że poprawnie wykonana i nadzorowana instalacja gwarantuje co najmniej pięciokrotne przedłużenie żywotności elementów konstrukcyjnych oczyszczalni ścieków. Wyjątkiem są tutaj elementy znajdujące się ponad lustrem ścieków w zbiornikach oczyszczalni. Z tego względu należy corocznie uzupełnić powłokę malarską w tym zagrożonym przez korozję obszarze.

### **3. Założenia techniczne ochrony katodowej.**

Elementy stalowe oczyszczalni pracujące w środowisku ścieków mogą być skutecznie zabezpieczone przed korozją poprzez zastosowanie:

1. Powłoki malarskiej stosowanej przez producenta i starannej, okresowej jej renowacji, szczególnie w elementach konstrukcji znajdujących się nad lustrem ścieków.
2. Zainstalowanie systemu ochrony katodowej eliminującej nieuchronną degradacją powłoki malarskiej pod lustrem ścieków.

#### **3.1. Zakres potencjału ochronnego.**

Wartości potencjału stacjonarnego elementów stalowych pokrytych powłoką ochronną (malowanie) mieszczą się w zakresie od - 0,54 do -0,70 V względem elektrody Cu-CuSO<sub>4</sub>. Przyjmując dla ochrony katodowej elementów oczyszczalni typu CMM zmianę potencjału 0,2 - 0,3 V, otrzymuje się potencjał ochrony o wartości - 0,84 - 1,0 V względem elektrody Cu/CUSO<sub>4</sub>. Ze względu na praktyczne możliwości i ograniczenia konstrukcyjne w rozmieszczeniu elektrod wewnątrz zbiorników oczyszczalni, należy spodziewać się, że niektóre elementy mogą lokalnie wykazywać wartości bardziej ujemne. Dopuszczalna wartość ujemnego potencjału katodowego dla oczyszczalni CMM nie powinna przekraczać - 1,30 V.

#### **3.2. Napięcie wyjściowe stacji katodowych**

Napięcie wyjściowe stacji katodowej jest uzależnione od rezystancji zastępczej układu anodowego, rezystancji odprowadzeń prądowych do elektrod anodowych, rezystancji konstrukcji oczyszczalni względem drenażu - przyłącza katodowego, różnicy potencjałów - anoda w stanie statycznym, polaryzacji konstrukcji i polaryzacji anody. Ze względu na wartości o rząd wielkości mniejsze, w obliczeniach mogą być pominięte:

- rezystancja konstrukcji (zasilanie z kilku niezależnych stacji ochrony katodowej)
- różnica potencjałów układu katoda (konstrukcja) - anoda (ze względu na materiał elektrody anodowej). Stąd :

$$u = E_k + E_a + I \cdot R_{na}$$

gdzie:  $E_k$  - polaryzacja konstrukcji [V]

$E_a$  - polaryzacja anody [V]

$I$  - natężenie ochrony katodowej [A]

Ze względu na zastosowany średni potencjał ochronny polaryzacja konstrukcji oczyszczalni nie przekroczy 0,8 V. Polaryzacja anody z żeliwa w typowych ściekach miejskich wynosi

około 2,6 V przy przepływie prądu ochronnego rzędu 15.0 mA/m<sup>2</sup>. Wobec tego napięcie wyjściowe stacji ochrony katodowej wyniesie:

- dla osadnika wtórnego

$$U = 0,8 + 2,6 + (2,4A \times 6,2) = 18,3 \text{ V}$$

- dla komory napowietrzania

$$U = 0,5 + 2,6 + (2,25A \times 6,2) = 6,1 \text{ V}$$

- dla komory stabilizacji osadu

$$U = 3,4 + 2,18A \times 3,6 = 11,2 \text{ V}$$

Wartości napięcia pozwalają na zastosowanie stacji ochrony katodowej o bezpiecznym napięciu stałym poniżej 20V.

### **3.3. Obciążenie stacji katodowych.**

Moc zainstalowana stacji ochrony katodowej powinna być większa od:

- dla każdego zbiornika osadnika wtórnego  $P = 2,4 \text{ A} \times 18,3 \text{ V} = 43,9 \text{ W}$

- dla komory napowietrzania  $P = 13,7 \text{ W}$

- dla komory stabilizacji osadu  $P = 24,4 \text{ W}$

Do zastosowania na obiekcie przewiduje się źródła prądu ochronnego o mocy przekraczającej 100 W.

### **3.4. Trwałość elektrod anodowych**

Okres trwałości elektrod szacuje się na ok. 30 lat

## **4. Rozwiązanie techniczne instalacji ochrony katodowej.**

Do ochrony katodowej oczyszczalni ścieków typu CMM 600 stosuje się system złożony z dwóch niezależnych regulowanych źródeł prądu stałego SOK produkowanych przez firmę NFOS ZTUK Szczecin. Źródła te w pełni pokrywają zapotrzebowania prądowe ochrony katodowej poszczególnych wewnętrznych ścian zbiorników oczyszczalni. Napięcia wyjściowe jak i wielkość prądu polaryzacyjnego można w każdej chwili kontrolować przez odczytanie wartości napięć w odpowiednich punktach układu elektronicznego. Regulację wartości prądu polaryzacyjnego można przeprowadzić za pomocą odpowiedniego precyzyjnego potencjometru. Układ elektryczny każdego ze źródeł jest umieszczony w skrzynce kroploszczelnej IP 54 zapewniającej ochronę elementów urządzenia przed wilgocią. Przewody zasilające, przewody anodowe i przewody katodowe są wyprowadzone z obudowy poprzez dławice znajdujące się w dolnych ściankach skrzynek. Dokładną instrukcję obsługi zapewnia producent urządzenia.

### **4.1. Zasilanie systemu ochrony katodowej**

Zasilanie stacji należy poprowadzić z przyłącza kablowego znajdującego się w pobliżu skrzynki sterowniczej. Z przyłącza kablowego przewód zasilający (OWY 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>) należy doprowadzić do skrzynek SOK. Przewodami są kable typu (YDY 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> lub OWY 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>) ułożone w korytach kablowych wzdłuż konstrukcji nośnej pomostu powyżej pokrycia zbiorników.

Pionowe odcinki kabli powinny być zainstalowane w korytkach kablowych. Przejścia przewodów elektrycznych przez kształtowniki konstrukcji należy wykonać przez wywiercenie otworów o średnicy 12 mm. Krawędzie wszystkich otworów należy stępić. Skrzynki sterujące SOK należy zainstalować na barierze pomostu. Podczas montażu przewodów zasilających i połączeń należy zwrócić szczególną uwagę na dobre uszczelnienie

dławic przewodów wychodzących z obudowy, dodatkowo uszczelniając je od wnętrza skrzynki przy pomocy gumy samowulkanizującej. Przyłączenie kabla zasilającego system ochrony katodowej do przyłącza kablowego powinien wykonać etatowy elektryk oczyszczalni. Pozostałe prace podłączeniowe winien wykonać technik elektryk przy bezwzględnym zachowaniu przepisów BHP.

#### **4.2. Podłączenie katodowe**

W przypadku oczyszczalni ścieków CMM 600, podłączenie katodowe należy wykonać wspólnie dla wszystkich sekcji stacji ochrony katodowej. Podłączenie należy wykonać na konstrukcji przyspawanej do barierki pomostu w pobliżu zamocowania skrzynek SOK. Na oczyszczonej powierzchni kątownika konstrukcji nośnej należy wywiercić otwór  $\varnothing 8$  i przykręcić śrubę M 8 wraz z nakrętką. Zaleca się dopasowanie łba śruby do cewnika. Z bloku sterowania BSSM należy wyprowadzić przewód lub przewody katodowe nie dłuższe niż 0,5 m ( $DY/750V/i \times 4 \text{ mm}^2$ ) zakończone oczkiem kablowym  $\varnothing 8$ . Oczko kablowe należy założyć na trzpień śruby i mocno zakontrować nakrętką. Podłączenie przewodu elektrycznego do konstrukcji bardzo dokładnie zaizolować kilkoma warstwami zalewy bitumicznej (lub silikonowej).

#### **4.3. Układ anodowy.**

W celu ochrony katodowej zbiorników oczyszczalni ścieków zastosowano elektrody anodowe z żeliwa Fe-Si-Cr o wymiarach  $l = 1000 \text{ mm}$  i  $\varnothing 50$  produkowane przez Zakłady Chemiczne „Chemia - Organika” w Sarzynie. Elektrody te posiadają centrycznie wtopiony pręt stalowy  $\varnothing 10$ , wystający z elektrody na około 70 mm. Pręt ten służy do podłączenia elektrycznego przewodu anodowego. Schematycznie rozmieszczenie elektrod anodowych oraz tras prowadzenia przewodów anodowych i zasilających przedstawiono na rys. 2 i 3.

Elektrody anodowe są zawieszane pionowo na specjalnej konstrukcji zapewniającej odpowiednią sztywność. Elektroda wraz z konstrukcją wsporczą jest zamocowana do ceownika i przytwierdzona do niego. Ceowniki są przyspawane do konstrukcji pomostu i poziomych górnych części zbiornika. Wymagane jest szczególnie staranne zabezpieczenie i zaizolowanie połączenia elektrycznego pomiędzy przewodem anodowym, a elektrodą. Ze względu na różnice w długości trasy przebiegu przewodów anodowych z puszkami rozdzielczymi wymagane jest przyłączenie do odpowiednich elektrod przewodów o różnej długości. Długości poszczególnych przewodów anodowych powinny być dobrane i oznakowane przed pracami instalacyjnymi na obiekcie. Wszystkie połączenia śrubowe oraz spawy w konstrukcji zawieszenia należy zabezpieczyć przy pomocy BITEX-u. Połączenie przewodów anodowych z puszkami rozdzielczymi należy poprowadzić wykorzystując kabel typu YKO  $i \times 4 \text{ mm}^2$  lub OWY  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ . Przewody anodowe na pokryciu zbiorników należy poprowadzić w rurkach osłonowych przyspawanych do elementów pokrycia. W przejściach nad pomostami należy wykorzystywać korytka kablowe. Ponieważ największa długość przewodu anodowego wynosi 30 m natomiast maksymalna długość przewodu łączącego blok zasilania anod z puszką rozdzielczą wynosi 10 m, spadek napięcia na tym odcinku dla największego obciążenia prądowego jest pomijalnie mały.

#### **4.4. Układ kontroli potencjału ochronnego**

Do kontroli potencjału ochronnego oraz jego regulacji stosuje się okresowe pomiary potencjału ścian zbiorników oczyszczalni. Pomiar wykonuje się przy pomocy elektrody cynkowej oraz woltomierza o odpowiednio dużej rezystancji wejściowej. Wskazane jest użycie mierników typu V-640 lub DT-830. Przyrząd pomiarowy powinien znajdować się u

użytkownika oczyszczalni. Cynkowe elektrody odniesienia produkuje SPZP „Corpol” Gdańsk ul. Mazurska 6.

## **5. Rozruch instalacji.**

Po zainstalowaniu systemu stacji ochrony katodowej wraz z połączeniami anodowymi oraz sprawdzeniu wszystkich połączeń elektrycznych można przystąpić do wstępnego rozruchu układu. Uruchomienie instalacji jest zastrzeżone dla autorów opracowania. Rozruch instalacji trwa około 40 dni. Jest to czas potrzebny na wykonanie potencjałów polaryzujących oraz ewentualną korektę nastawionych parametrów. Po okresie rozruchu obowiązuje robocza instrukcja eksploatacji układu ochrony katodowej. Eksploatacja instalacji polega na okresowej kontroli potencjałów ochronnych zbiorników i ewentualnej korekcie parametrów wyjściowych odpowiednich źródeł ochrony katodowej 24V/5A przez przeszkolonego pracownika lub służby serwisowe Wykonawcy.