

Technologie powierzchniowej ochrony betonu infrastruktury wodno-ściekowej

Technologie do powierzchniowej ochrony konstrukcji betonowych zbiorników w oczyszczalniach ścieków zmieniały się wraz z rozwojem wiedzy dotyczącej agresywności tego środowiska i jego korozyjnego wpływu.

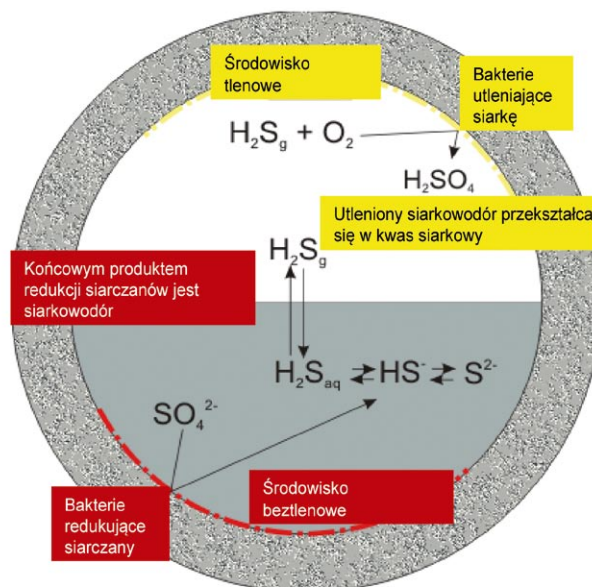
W latach 80. XX wieku uważano, że ścieki bytowo-gospodarcze nie wykazują wysokiej agresywności w stosunku do betonu. Zgodnie z normą PN EN 206-1 środowisko panujące w kanalizacji ściekowej sklasyfikowano jako XA1. Podstawą takiego założenia były zarówno wskaźniki pH , które w ściekach bytowo-gospodarczych według pomiarów wahały się w przedziale od 6,5 do 7,5 jak i zawartość szkodliwych soli (siarczanów, chlorków i azotanów) nie przekraczała zwykle 0,05%, co można było uznać za poziom poniżej wartości, które mogą być agresywne w stosunku do betonu.

Preferowane było stosowanie powłok paroprzepuszczalnych celem wyeliminowania efektu pęcherzenia i delaminacji w wyniku dyfuzji pary wodnej w wilgotnym betonie, zwłaszcza w zbiornikach posadowionych poniżej poziomu gruntu.

Jednak w latach 90. z powodu statystycznie niskiej oceny skuteczności technologii do ochrony powierzchniowej przeprowadzono szereg badań, które zmieniły to podejście. Przede wszystkim ustalono, że wcześniejsze założenia były obciążone błędem polegającym na analizowaniu poziomu agresywności ścieków na etapie ich wejścia do oczyszczalni. Ówczesne badania wykazały bowiem, że środowisko ścieków staje się dużo bardziej agresywne chemicznie w fazie biologicznych procesów ich oczyszczania. Proces rozkładu substancji organicznych w ściekach przez różne typy bakterii prowadzi do wytrącania się biogenego kwasu siarkowego (rys. 1), co skutkuje mikrobiologiczną korozją betonu. W pierwszej fazie bakterie beztlenowe żyjące pod powierzchnią ścieków (oddychające beztlenowo) rozkładają substancje organiczne, jako produkt uboczny przemiany materii produkują duże ilości siarkowodoru, a gdy ten przedostaje się do strefy napowietrznej, bakterie tlenowe utleniają siarkę, przekształcając siarkowodor w biogeny kwas siarkowy, który osiadając na ścianach kanału lub zbiornika, wywołuje korozję betonu oraz degradację powłok ochronnych o zbyt niskiej odporności chemicznej [1].

W publikacji z 1994 roku przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych z zasymulowaniem środowiska podobnego pod względem agresji chemicznej do środowiska ścieków. Analiza wyników wykazała, że na badane 71 różnych materiałów, test ten przeszło pomyślnie tylko 21.

Ustalono wówczas, że statystycznie w Europie poziom stężenia siarkowodoru w oczyszczalniach ścieków wynosi 10



Rys. 1. Biogeniczne tworzenie kwasu siarkowego w warunkach beztlenowych rozkładu masy organicznej w ściekach

ppm, co po utlenieniu go do postaci biogenego kwasu siarkowego skutkuje obniżeniem wskaźników pH ścieków do znacząco kwaśnego środowiska na poziomie 3.

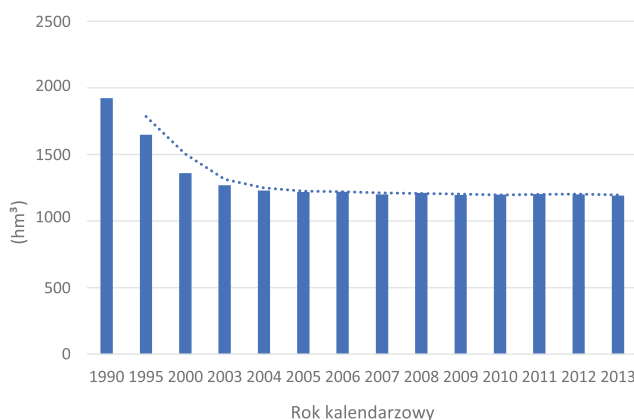
Wobec powyższego uznano, że celem uzyskania oczekiwanej trwałości powłok ochronnych (odpowiednio długiego okresu użytkowania zbiorników pomiędzy kolejnymi cyklami renowacji) należy wyeliminować z rynku te technologie o zbyt niskiej odporności chemicznej.

Kolejny zwrot na początku lat 2000 z powodu ponownych problemów z obniżoną trwałością materiałów powłokowych w różnych krajach Europy pozwolił zaktualizować stan wiedzy na temat poziomu agresywności środowiska ścieków i wymagań dla właściwości użytkowych skutecznych materiałów do ochrony betonu.

W publikacji z 2001 roku [2] przedstawiającej wyniki nowych badań laboratoryjnych konkluzja mówi, że warunki środowiskowe (biogenne reakcje chemiczne) w ściekach prowadzą do utraty elastyczności różnych materiałów, co podobnie jak przy zastosowaniu sztywnych materiałów powoduje powstawanie w powłoce mikrorys i pęknięć umożliwiających przenikanie substancjom korozyjnym pod powłokę i degradację konstrukcji betonowej pod powłoką.

Ustalono, że w wyniku rozdzielania kanalizacji ścieków od instalacji wody deszczowej i ograniczonego zużycia wody czystej w gospodarstwach domowych przez wprowadzenie wodoszczędnych zmywarek i pralek, kranowych perlatorów napowietrzających itd. ścieki uległy znacznemu zagęszczeniu, czyli zwiększyła się istotnie procentowa zawartość masy organicznej w ściekach. W Polsce w okresie 1990–2013 zanotowano spadki poboru wody z wodociągów na potrzeby bytowe w gospodarstwach domowych (rys. 2) sięgające aż 38%.

Skutkiem tego poziom stężenia siarkowodoru w ściekach z 10 ppm w początku lat 90. wzrósł do drastycznie wysokiego w przedziale 100–300 ppm, a w przypadkach hermetyzowanych bioreaktorów nawet do poziomu 1000 ppm. Wartość wskaźnika *pH* z notowanego wcześniej 3 obniżyła się do 1. Niestety wiele spośród materiałów, które wcześniej były stosowane w oczyszczalniach ścieków, z powodzeniem przy wielokrotnie zwiększonym poziomie stężeń agresywnych chemicznie biogenych kwasów ulega destrukcji w stosunkowo krótkim czasie.



Rys. 2. Redukcja zużycia wody z wodociągów w gospodarstwach domowych w Polsce w latach 1990–2013

R. Nixon na podstawie wniosków z przeprowadzonych badań opracował zestaw niezbędnych właściwości materiałów powłokowych mających zapewnić długotrwałą ochronę betonu zbiorników na ścieki, z podziałem na właściwości użytkowe i właściwości robocze (aplikacyjne).

Spośród materiałów na bazie chemicznej (epoksyd, poliuretan, polimocznik, xolutec, winyloester) najbardziej zbliżone, a w zasadzie analogiczne właściwości do tych powyżej mają materiały na bazie żywicy Xolutec.

Przykładem konkretnego systemu ochrony powierzchniowej na bazie żywicy Xolutec jest SikaGard 7000 CR. Zarówno testy laboratoryjne, jak i zastosowania praktyczne dowodzą wieloletniej trwałości takich materiałów w środowisku biogenych reakcji chemicznych.

Testy laboratoryjne tych materiałów były przeprowadzane w specjalnej komorze do badania przyspieszonego postarzenia w wyniku biogenych reakcji chemicznych w Instytucie

Kryteria dotyczące właściwości użytkowych:

- podwyższona długoterminowa odporność w środowisku kwaśnym (odporność chemiczna);
- niska nasiąkliwość (zahamowanie zjawiska osmozy):
 - wysoki opór dyfuzji pary wodnej,
 - niska kapilarna absorpcja wody;
- odporność na działanie bakterii (biogeny kwas siarkowy);
- optymalna przyczepność do podłoża (beton suchy i beton wilgotny);
- przyczepność do podłoża metalowego;
- zdolność mostkowania rys;
- wysoka odporność mechaniczna (ścieranie i uderzenia).

Kryteria dotyczące właściwości stosowania:

- tolerancja na wilgoć podłoża przy nakładaniu i utwardzaniu;
- łatwość uzyskania ciągłej warstwy powłoki pozbawionej porów i perforacji;
- możliwie krótki czas utwardzania i do nakładania kolejnej warstwy i do napełniania zbiornika wodą po aplikacji;
- możliwość nakładania produktu na powierzchniach pionowych i poziomych ponad głowę bez zacieków za pomocą natrysku.

Fraunhofera Uniwersytetu Duisburg-Essen w Niemczech. Zastosowana komora testowa zoptymalizowała produkcję bakterii poprzez kontrolę stężenia H₂S, zawartości składników odżywczych, wilgotności i temperatury. W oparciu o doświadczenia instytutu Fraunhofera warunki te przyspieszają starzenie się próbek betonu od 8- do 10-krotnie. Oznacza to, że okres 17 miesięcy (72 tygodni) w komorze jest porównywalny z okresem od 136 do 170 miesięcy w prawdziwej kanalizacji sanitarnej (ponad 11 do 14 lat). Po przeprowadzeniu zgodnie z powyższym opisem procesu sztucznego postarzenia próbek przeprowadzono testy adhezji, przepuszczalności i wydłużenia, a wyniki porównano z próbkami kontrolnymi tego samego materiału i nie zaobserwowano zmniejszenia siły przyczepności do podłoża, przepuszczalności ani wydłużenia, co wskazuje, że beton pod membraną był cały czas chroniony.

To samo potwierdzają praktyczne zastosowania tej technologii. SikaGard 7000 CR po raz pierwszy został zastosowany w 2016 roku w oczyszczalni ścieków w Poznaniu. Dziś technologia ta jest znana i z powodzeniem stosowana w oczyszczalniach ścieków i komorach fermentacyjnych do produkcji biogazu na wszystkich kontynentach.

Janusz Banera
Kierownik ds. Techniczno-Marketingowych
Sika Poland Sp. z o.o.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Redner J. A., Hsi R.P., Esfandi E. J., Evaluating coatings for concrete in wastewater facilities: An update, JPCL, 1994
- [2] Nixon R., Wastewater treatment plants: Coating selection guidelines for changing exposure conditions JPCL, 2001