

Streszczenie popularnonaukowe

Obecność farmaceutyków w środowisku stała się problemem globalnym. Do głównych źródeł zanieczyszczeń należą przemysł farmaceutyczny, szpitale, gospodarstwa domowe i gospodarstwa rolne. Łatwy dostęp do farmaceutyków niewątpliwie przyczynia się do wzrostu ich konsumpcji oraz, w efekcie, wzrostu ich ilości w środowisku. W roku 2017 wartość polskiego rynku farmaceutycznego osiągnęła ponad 31 mld zł, z czego ponad 10 mld zł związanych było ze sprzedażą leków i produktów dostępnych bez recepty (33%). Statystyki pokazują, że wciąż wielu ludzi wyrzuca przeterminowane leki do śmieci lub spłukuje je w toalecie, zamiast przekazać aptecę do utylizacji. Uwzględniając ponadto, że wiele leków jest wydalanych w postaci niezmięnionej albo jako rozpuszczalne w wodzie metabolity, łatwo wyobrazić sobie, jak duży ładunek tych zanieczyszczeń trafia do oczyszczalni ścieków. Niestety konwencjonalne metody oczyszczania wody i ścieków nie są wystarczająco skuteczne w usuwaniu większości substancji farmaceutycznych. W efekcie, nie zatrzymane na etapie oczyszczania farmaceutyki i ich metabolity są wprowadzane wraz ze ściekami wypływającymi z oczyszczalni do wód powierzchniowych. Prowadzi to do coraz bardziej powszechnej obecności tych zanieczyszczeń w rzekach, jeziorach, morzach, czy nawet wodzie pitnej. Stężenie farmaceutyków w wodach naturalnych może sięgać nawet kilkudziesięciu $\mu\text{g}/\text{dm}^3$. Substancje te stanowią zagrożenie zarówno dla organizmów wodnych, jak i dla człowieka. Na przykład obecność antybiotyków w środowisku prowadzi do wzrostu oporności bakterii, tym samym zmniejszając skuteczność tych leków.

Z uwagi na powyższe, istnieje konieczność opracowania nowych, skutecznych metod usuwania zanieczyszczeń farmaceutycznych z wody i ścieków. Atrakcyjnym rozwiązaniem są układy hybrydowe, łączące fotokatalizę, będącą jednym z zaawansowanych procesów utleniania, z technikami membranowymi. Takie układy nazywane są fotokatalitycznymi reaktorami membranowymi. Dzięki zastosowaniu fotokatalizy możliwy jest rozkład zanieczyszczeń do CO_2 , H_2O i soli mineralnych, natomiast membrana służy jako selektywna bariera dla cząstek fotokatalizatora, a także, w niektórych przypadkach, dla zanieczyszczeń obecnych w wodzie i ściekach. Aby proces mógł być przeprowadzony, konieczne jest wzbudzenie fotokatalizatora promieniowaniem o odpowiedniej energii. Najczęściej jest to promieniowanie UV pochodzące ze sztucznych źródeł światła, jednak w wielu laboratoriach trwają intensywne prace nad rozwojem fotokatalizatorów o wysokiej aktywności w zakresie promieniowania widzialnego lub słonecznego. Wśród zalet fotokatalitycznych reaktorów membranowych wymienić należy m.in.: (i) zatrzymanie fotokatalizatora w środowisku reakcji i możliwość jego odzysku, (ii) kontrolę czasu przebywania zanieczyszczeń w reaktorze, (iii) możliwość selektywnej separacji produktów oraz (iv) prowadzenie procesu w sposób ciągły, z równoczesnym oddzieleniem produktów z mieszaniny reakcyjnej.

Celem projektu jest określenie wpływu parametrów procesu, w tym rodzaju użytego promieniowania (UV lub słonecznego) na (i) efektywność usuwania farmaceutyków z wody o różnym zasoleniu, a także ze ścieków oraz (ii) odporność membran na warunki panujące w dwóch różnych fotokatalitycznych reaktorach membranowych wyposażonych w membrany zanurzeniowe. W pierwszym z reaktorów wykorzystane będą ciśnieniowe procesy mikro-/ultrafiltracji (MF/UF), w których w oparciu o efekt sitowy następuje separacja składników roztworu zasilającego pod wpływem ciśnienia, natomiast w drugim – proces destylacji membranowej (MD), wykorzystujący różnicę prężności par jako siłę napędową dla transportu substancji lotnych przez membranę. W obu rodzajach reaktorów zastosowany będzie fotokatalizator na bazie ditlenku tytanu (TiO_2), aktywny w obecności promieniowania słonecznego, opracowany w ramach projektu.

Realizacja projektu przyczyni się do lepszego poznania i zrozumienia procesów zachodzących w fotokatalitycznych reaktorach membranowych, zarówno w odniesieniu do usuwania zanieczyszczeń (farmaceutyków), jak i stabilności membran w tych układach. Badania układów łączących procesy zaawansowanego utleniania, takie jak fotokataliza, z membranowymi technikami separacji są istotne w kontekście rozwoju nowych, efektywnych technologii oczyszczania wody i ścieków. Ich wprowadzenie do eksploatacji przyczyni się do poprawy zdrowia i standardu życia ludzi, a także będzie mieć korzystny wpływ na środowisko.