

Nanowłókniste membrany węglowo-ceramiczne o budowie hierarchicznej CF-CNF-SiC do oczyszczania wody pitnej

Dostęp do czystej wody jest jednym z największych wyzwań stojących przed ludzkością w XXI wieku. Zanieczyszczenie spowodowane industrializacją, wzrostem populacji i zmianami klimatycznymi zagraża zasobom wodnym na całym świecie. Tradycyjne metody uzdatniania wody są często niewystarczające, zwłaszcza jeśli chodzi o usuwanie zanieczyszczeń biologicznych, takich jak bakterie i biofilmy, które tworzą się na membranach filtracyjnych. Te biofilmy nie tylko zmniejszają wydajność systemów filtracyjnych, ale także zwiększają zużycie energii i koszty konserwacji.

Ten projekt badawczy ma na celu opracowanie nowej generacji membran filtracyjnych, które łączą unikalne właściwości nanowłókien węglowych (CNF) i ceramiki węgla krzemowego (SiC). Innowacyjne podejście polega na tworzeniu membran hierarchicznych — materiałów o starannie zaprojektowanej strukturze zarówno w skali mikro, jak i nano. Membrany te są zaprojektowane tak, aby były odporne na wzrost i przywieranie mikroorganizmów, znacznie zmniejszając problem biofoulingu, który jest jedną z głównych przeszkód dla długoterminowego, wydajnego oczyszczania wody.

Podstawą projektu jest wykorzystanie elektroprzędzonych nanowłókien węglowych, pochodzących z poliakrylonitrylu (PAN), które są dalej modyfikowane prekursorami SiC. Wykorzystywane są dwa rodzaje źródeł SiC: syntetyczne (polisiloksan) i naturalne (łuska ryżowa), przy czym te drugie stanowią zrównoważone wykorzystanie odpadów rolniczych. Dzięki połączeniu fazy węglowej i ceramicznej powstałe membrany wykazują wyjątkową wytrzymałość mechaniczną, stabilność chemiczną i termiczną, a co najważniejsze, właściwości antybakteryjne i przeciwpoworostowe.

Główną zaletą tych nowych materiałów jest ich bezpieczeństwo środowiskowe. W przeciwieństwie do innych nanomateriałów węglowych, takich jak nanorurki węglowe lub grafen, CNF są mniej toksyczne i bardziej stabilne, co minimalizuje ryzyko wtórnego zanieczyszczenia. Dodatek SiC dodatkowo zwiększa trwałość membran, dzięki czemu nadają się one do stosowania w trudnych warunkach, takich jak wysokie temperatury lub agresywne środowiska chemiczne.

Plan badawczy obejmuje optymalizację procesu produkcyjnego tych membran kompozytowych, dokładną analizę ich struktury i właściwości oraz przetestowanie ich skuteczności w rzeczywistych scenariuszach filtracji wody. Szczególną uwagę poświęcono ich zdolności do zapobiegania tworzeniu się biofilmów bakteryjnych i ich ogólnemu wpływowi na środowisko.

Oczekiwanym rezultatem projektu jest stworzenie zaawansowanych membran filtracyjnych, które są nie tylko wysoce skuteczne w usuwaniu zanieczyszczeń biologicznych, ale także trwałe i przyjazne dla środowiska. To innowacyjne rozwiązanie zaspokaja pilną potrzebę niezawodnych, bezpiecznych i zrównoważonych technologii oczyszczania wody, przyczyniając się do globalnych wysiłków na rzecz zapewnienia dostępu do czystej wody dla wszystkich.