

Zastosowania adsorpcji w odzyskiwaniu wody z atmosfery

Coraz lepiej rozumiemy zmiany klimatu i ich wpływ na możliwe braki wody. Globalny problem niedoboru wody wpłynie na większość światowej populacji, z których połowa będzie żyła na obszarach bez potrzebnej ilości wody po 2030 r. Odzyskiwanie wody z atmosfery jest jednym z przewidywanych rozwiązań, które można zastosować w wielu sytuacjach: jest to obiecująca strategia zdecentralizowanej produkcji wody, bez transportu na duże odległości, dostarczania wody pitnej na obszarach wiejskich i, oczywiście, w przypadku braku wody w regionach suchych. Dalszy postęp w metodach generowania słodkiej wody jest niezbędny do skutecznego rozwiązania możliwego globalnego kryzysu niedoboru wody. W związku z tym ekstrakcja wszechobecnej wilgoci atmosferycznej jest ważną strategią umożliwiającą zdecentralizowany dostęp do wody pitnej. Wymagania energetyczne, a także ograniczenia czasowe i przestrzenne tego podejścia mogą być znacznie zmniejszone, jeśli odpowiedni sorbent zostanie zastosowany w tym rozwiązaniu.

Istnieją pewne technologie, odpowiednie do scentralizowanej produkcji na dużą skalę, takie jak membrany i odsalanie termiczne, które już zapewniają wodę w wielu obszarach globu. Jednak zdecentralizowana produkcja wody jest ważną strategią dla populacji wiejskich lub na obszarach, w których gospodarki nie faworyzują podejścia do sieci scentralizowanych. Zbieranie wody z atmosfery przedstawia potencjalne rozwiązanie w obszarach, gdzie jest brak naturalnych źródeł wody. Może również oferować rozwiązanie i zastosowania, w którym woda pitna musi być fizycznie wyizolowana z zanieczyszczonych zasobów wody.

Niniejszy projekt ma na celu fundamentalne zrozumienie mechanizmu adsorpcji wody w nano-porowatych materiałach z perspektywy zastosowań w odzyskiwaniu wody z atmosfery. Wybór porowatych struktur ma kluczowe znaczenie. Zastosowania zeolitów i żeli krzemionkowych pozwalają na stosunkowo niską efektywność adsorpcji, co naturalnie eliminuje je z możliwości wydajnego wykorzystania. Uporządkowane struktury porowate, takie jak związki metalo-organiczne (MOFs) to nowe materiały krystaliczne, których właściwości czynią je potencjalnie interesującymi dla przyszłych zastosowań. Ich kombinatoryczna architektura, która składa się z węzłów nieorganicznych (jonów metali, klastrów lub łańcuchów) i organicznych łączników, pozwala na projektowanie i syntezę prawie nieograniczonej liczby struktur. Pamiętając, że istnieją już setki tysięcy struktur MOF, kluczowe jest precyzyjne zdefiniowanie, które właściwości strukturalne są niezbędne do skutecznej adsorpcji wody. Aby osiągnąć ten cel, mechanizm adsorpcji musi być bardzo dobrze zrozumiany.

Obecnie istnieją trzy oddzielne kategorie metod odzyskiwania wody z atmosfery: poprzez skraplanie mgły, wykorzystując punkt rosy i sorpcja. Skraplanie mgły wykorzystuje duże sieci do przechwytywania małych kropeł wody zawieszonych w powietrzu. Z kolei ochładzanie powietrza poniżej punktu rosy pozwala skondensowanie pary wodnej. Obie metody używają tradycyjnych technologii, zazwyczaj bardzo energochłonnych. Podejścia oparte na sorpcji wykorzystują nano-porowate systemy do pozyskiwania wody poprzez jej adsorpcje z atmosfery.

W tym projekcie koncentrujemy się na nano-porowatych adsorbentach do pozyskiwania wody. Zbadane zostaną porowate systemy krystaliczne, metalo-organiczne (MOFS), w szczególności możliwość wykorzystania strukturalnych zmian MOFs. Zastosowana metodologia jest zarówno oparta na modelowaniu numerycznym, jak i eksperymencie, gdzie mechanizm adsorpcji wody będzie modelowany i symulowany numerycznie, a pomiary eksperymentalne będą służyć jako narzędzia weryfikacyjne. Celem projektu jest zdefiniowanie idealnego adsorbentu do efektywnej adsorpcji i pozyskiwania wody z atmosfery.