

Płuca, szklanka cukru, dno morza – czy coś łączy je wszystkie? Różnią się od siebie zarówno funkcją, jak i materiałem, z którego są wykonane. Wspólna dla nich jest porowatość - cecha obiektów zbudowanych z sieci połączonych kanałów, pęknięć i porów. Przez te puste przestrzenie mogą przepływać ciecze lub gazy penetrując porowaty materiał. Materiały porowate są wszechobecne: układ tętnic, gleba, skały, gąbka, piaski itp.. (M. Schlösser, What sponges, beards and the lung have in common, Max Planck Institute for Marine Microbiology, 2009).. Ponadto ośrodki porowate odgrywają istotną rolę w kontekście nowoczesnych materiałów, komputerów, a także znajdują zastosowanie w niezliczonych procesach technologicznych związanych z filtracją, chłodzeniem itp...

Transport płynów w ośrodkach porowatych jest ważny zarówno dla nauki, jak i przemysłu. Pierwszym przykładem może być przemysł wydobywczy, gdzie opracowywane są metody mające na celu zwiększenie efektywności pozyskiwania surowców ze złóż porowatych. Najważniejszą wielkością opisującą te układy jest przepuszczalność, charakteryzująca zdolność układu do transportu płynu przy przyłożonej sile zewnętrznej. Zależy ona od wielu czynników strukturalnych ośrodka, w tym porowatości i powierzchni porów. W celu opisu nieregularności dróg przepływu płynu wprowadzono pojęcie krętości. Zawiera ona informacje o wydłużeniu toru ruchu transportowanych cząsteczek cieczy. To wydłużenie jest konsekwencją istnienia przeszkód i formowania się kanałów preferowanych dla transportu w mediach porowatych. Jednym z podstawowych wyzwań w fizyce ośrodków porowatych jest połączenie skali mikroskopowej i makroskopowej. Badane są zarówno struktury rzeczywiste, jak i wygenerowane komputerowo. Szczególne wyzwanie dla nauki stanowią układy złożone o skomplikowanej budowie kanałów. Przykładem takich układów są fraktale - samopodobne figury, obiekty, które od lat fascynują (nie tylko) naukowców.

Co ciekawe, fraktale nie są jedynie wymyślonymi tworam - a występują licznie w przyrodzie, np. płuca, obiekt o niezwykle rozwiniętej powierzchni w stosunku do objętości (podobna cecha do fraktali).

W tym projekcie zbadamy krętość i właściwości hydrodynamiczne układów złożonych (tj. fraktali Sierpińskiego, ośrodków randomizowanych i rzeczywistych próbek ziarnistych). Po raz pierwszy zostanie przeprowadzona kompleksowa analiza tego typu mediów pod kątem krętości hydrodynamicznej w szerokim zakresie fizycznych prędkości przepływu. Podejmiemy się symulacji w obiektach o różnej złożoności. Wykorzystamy nasze doświadczenia zdobyte wcześniej w badaniach ośrodków porowatych o strukturze losowej i poszukamy wpływu fizycznych warunków przepływu na wyniki krętości i przepuszczalności. W projekcie podejmiemy również próbę modyfikacji klasycznych równań empirycznych za pomocą nowej krętości hydrodynamicznej uwzględniającej efekty bezwładności.

Główną motywacją projektu jest zbadanie efektów inercyjnych w przepływie przez złożone media o niskiej porowatości. Pozwoli to rozszerzyć naszą podstawową wiedzę w zakresie dynamiki płynów w takich układach. Innym istotnym efektem projektu będzie opracowanie nowych, bezsiatkowych metod symulacji przepływów w ośrodkach złożonych. Stwarza to możliwość ich wykorzystania przez społeczeństwo, ponieważ planujemy otwarty dostęp do kodów źródłowych i wyników projektu. Powstałe metody mogą być wykorzystane w innych dziedzinach związanych z przepływem płynów, w tym (ale nie tylko) w biofizyce i medycznych zastosowaniach przepływu w układach tętniczych.