

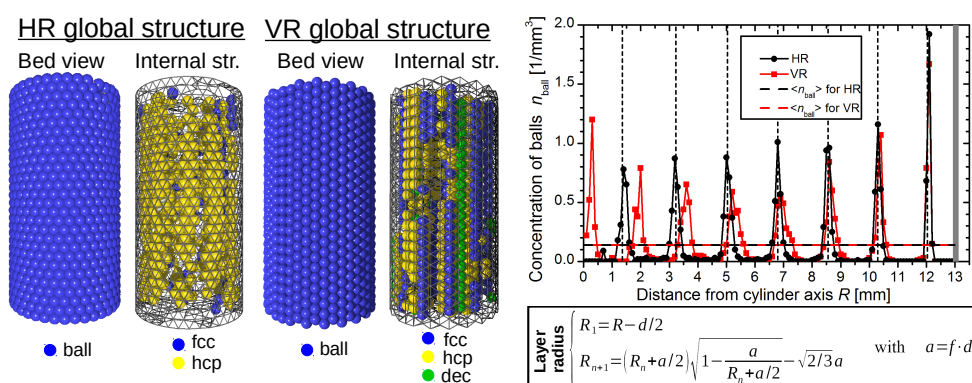
Dwie wysoko uporządkowane struktury globalne zaobserwowane w złożach kul upakowanych wewnątrz wibrującego cylindra: eksperyment, struktury lokalne i modelowanie położenia warstw

Zawartość

Wykonano łącznie 142 próby utrząsania niemal 4000 jednakowych plastikowych kulek o rozmiarach 2, 3 lub 4 mm, umieszczonych w przezroczystym cylindrze (nagrania dostępne w bazie Zenodo [1]). Na powierzchni bocznej cylindra zaobserwowano przejście od początkowego, losowego luźnego upakowania (ozn. RLP) do płaszczyznowej struktury heksagonalnej, którą zakwalifikowano do dwóch różnych globalnych upakowań/struktur. Pierwszą z nich jest struktura heksagonalna z poziomymi rzędami kul (ozn. HR) - od dawna znana w literaturze. Całkowicie odmienna i zaobserwowana tu po raz pierwszy w układach cylindrycznych jest druga struktura z pionowymi rzędami kul (ozn. VR).

Obie struktury globalne zostały szczegółowo przebadane po ustaleniu współrzędnych wszystkich kulek przy pomocy rentgenowskiej mikrotomografii komputerowej. Analiza strukturalna, oparta na metodzie wielościanu koordynacyjnego [2], została wykorzystana do znalezienia wszystkich regularnych lokalnych jednostek strukturalnych obecnych w złożu: regularnej ściennie centrowanej (fcc), heksagonalnej gęsto upakowanej (hcp) oraz dwóch struktur o symetrii pięciokrotnej - ikosaedrycznej (ico) i dekaedrycznej (dec). Analiza strukturalna upakowania HR potwierdziła istnienie znanych z literatury pionowych nieregularnych kolumn kul typu hcp, o szerokości od 1 do 2 takich kul, obok licznych też kul typu fcc. Analiza struktury VR ujawniła istnienie liniowych, pionowych łańcuchów dekaedrycznych oraz licznych kul fcc i hcp. Animowane wizualizacje uzyskanych w eksperymencie upakowań RLP, HR i VR są dostępne w bazie Figshare [3].

Przebadano wygląd i położenie wewnętrznych warstw kul w obu strukturach, także w obrazie rzutu kul na podstawę walca. Rzuty kul z warstw struktury HR tworzą równomiernie wypełnione pierścienie, których promienie dobrze przewiduje zaproponowany model analityczny. Struktura wewnętrzna VR jest odmiennie uporządkowana, bo składa się z regularnie rozmieszczonych pionowych kolumn kulek. Choć takie uporządkowanie skutkuje brakiem kontaktu co drugiej kulki z podłożem, struktura globalna VR przetrwała wielominutowe intensywne drgania cylindra. W pracy [4], zbierającej wszystkie wyniki badań, postawiono hipotezę, że powstawanie struktury VR można przypisać procesowi kinetycznemu w postaci formowania się rzędów kulek podczas zapadania się początkowej struktury RLP.



Literatura

- [1] W. Z. Polak, Ł. Guz, *Observation of a regular structure formation on the surface of vibrated ball beds started from random loose packing*, Zenodo, 2024.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.11570859>.
- [2] W. Polak, A. Patrykiewicz, *Local structures in medium-sized Lennard-Jones clusters: Monte Carlo simulations*, Phys. Rev. B 67 (2003) 115402.

- [3] W. Polak, K. Pałka, *Positions of balls in vibrated cylinder as identified by nanotomography*, Figshare, 2024. <https://figshare.com/s/091f546fc362dc15922e>
- [4] W. Z. Polak, K. Pałka, Ł. Guz, *Two highly-ordered global structures observed in packed beds of balls inside vibrated cylinder: Experiment and modelling of layers*, Powder Technology 451 (2025) 120453.

Główny autor: Prof. POLAK, Wiesław Z. (Politechnika Lubelska)

Współautor: Prof. PAŁKA, Krzysztof (Politechnika Lubelska)

Współautor: Dr GUZ, Łukasz (Politechnika Lubelska)

Prezenter: Prof. POLAK, Wiesław Z. (Politechnika Lubelska)

Klasyfikacja toru: Fizyka materii skondensowanej // Condensed matter physics; Układy złożone // Complex systems

Rodzaj wkładu: Wystąpienie ustne // Talk

Zgłoszony przez **POLAK, Wiesław Z.** dnia **poniedziałek, 30 czerwca 2025 – środa, 2 lipca 2025**