

КОМП'ЮТЕРНО-ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УКЛАДКИ І УЩІЛЬНЕННЯ ПОРИСТИХ ПРОНИКЛИВИХ МАТЕРІАЛІВ

Рудь В.Д., Сергєєв В.В., Панасюк С.С.

Луцький національний технічний університет, panasyuk@mail.com

Особливу роль в житті людини займає вода, від якості якої залежить здоров'я людини. Враховуючи екологічну ситуацію в Україні виникає необхідність в її очистці і доочистці кінцевими користувачами. Централізовані системи водопідготовки і водопостачання не забезпечують виконання вимог щодо якості води, оскільки більшість з них не тільки вичерпали свій ресурс, але й будучи обладнаними водопроводами у вигляді старих іржавих труб самостійно є джерелом забруднення. Створення нових та ремонт старих централізованих систем водопідготовки і водопостачання питної води вимагає величезних капіталовкладень. Більш раціональним у цьому плані є оснащення житлових будинків фільтрами для очищення питної води.

Перспективним напрямом у цьому плані є створення і використання фільтрів на основі керамічних пористих проникливих матеріалів [1]. За рахунок своїх структурних характеристик вони забезпечують більш тонку очистку води, володіють високою міцністю і корозійною стійкістю, відносно легко піддаються регенерації і при умові використання енергозберігаючих технологій (СВС процес) гарантують мінімальні витрати трудових ресурсів.

Натурні експериментальні дослідження технологій виготовлення та властивостей таких матеріалів і фільтрів на їх основі трудомісткі і вимагають великих капіталовкладень. Раціональним в цьому відношенні є використання методів математичного моделювання. З достатньою точністю методи моделювання дозволяють отримати важливі результати для оцінки початкових етапів засипки і ущільнення без затрат коштів, матеріалів і часу [2].

Так на сьогоднішній день в Луцькому національному технічному університеті розроблено і успішно використовуються різноманітні імітаційні моделі, що реалізовані як в середовищі Delphi так і Open GL і наочно відображають просторові процеси формування і ущільнення структури пористих проникливих матеріалів [3,4].

В програмах реалізовано методи імітаційно-комп'ютерного моделювання процесів формування заготовок з вільною засипкою (під впливом сили тяжіння) монодисперсних та полідисперсних пористих матеріалів.

Робоче вікно програми “Імітаційного моделювання процесів формування структури порошкових матеріалів (3D модель)” зображено на рис. 1.

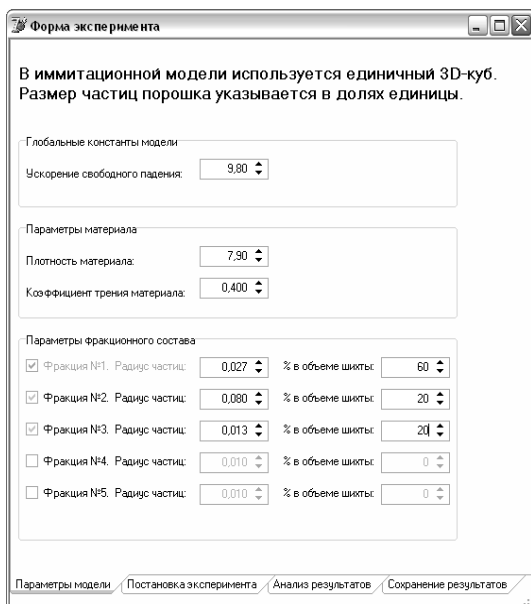


Рис. 1. Робоче вікно програми

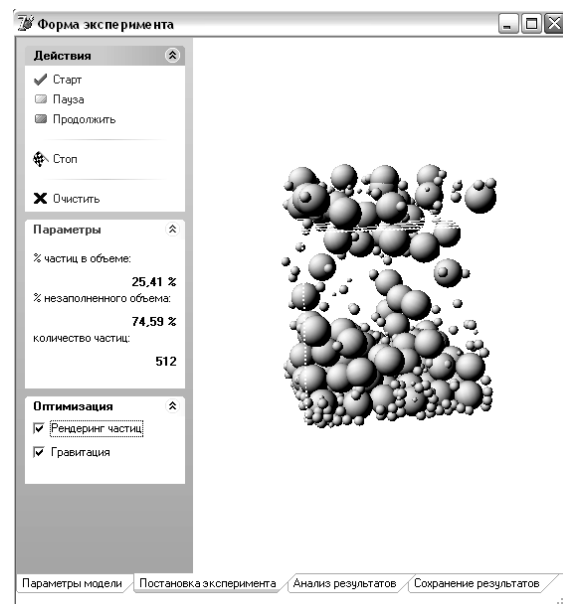


Рис. 2. Модельний експеримент

Для проведення обчислювального експерименту слід спочатку задати певні параметри моделі, а саме: пришвидшення вільного падіння, густину матеріалу, коефіцієнт тертя між частинками, а також визначитись з кількістю фракцій, радіусами частинок (в долях від одиничного куба) та їх процентним співвідношенням в об'ємі шихти. Перейшовши на наступну вкладку та натиснувши на піктограму “Старт” можна спостерігати наочно за моделюванням процесу упаковки частинок, при цьому робоче вікно програми матиме вигляд, фрагмент якого показано на рис. 2.

Для зручності передбачена можливість в будь-який час зупинити програму, натиснувши на піктограму “Пауза”, а також відновити процес засипки за допомогою піктограми “Продовжити”.

Для упаковки кожної чергової сфери розігруються дві випадкові координати її центру, після чого сфера займає положення з мінімальним значенням третьої координати, не перетинаючи ні граней контейнера, ні раніше упакованих сфер. Якщо поблизу цих координат немає сфери, з якою могла б стикатися пакована, не міняючи розіграних координат центру, вона приймає значення третьої координати, рівне радіусу. В подальшому сфера може дотикатися з однією раніше упакованих. Серед упакованих сфер відшукуються дві найближчі сфери за умови, що центр пакованої сфери знаходиться від граней контейнера на відстані величини діаметра.

Після цього розраховують координати пакованої сфери виходячи з умови дотикання її з двома відібраними раніше. При розміщенні центру пакованої сфери ближче до грані контейнеру ближче за діаметр відшукують координати пакованої сфери, при цьому їх розраховують з умови додаткового дотикання з баковою гранню і відібраною сферою. Якщо центр пакованої сфери знаходиться ближче за діаметр до двох граней контейнера, координати її відшукують з умови додаткового стикання з цими гранями. Якщо пакована сфера з розрахованими координатами центру не перетинає раніше упакованих сфер, координати центру записують в масив пам'яті ЕВМ, де зберігаються координати всіх упакованих сфер. У разі перетину сфер координати пакованої сфери відкидають і процес упаковки її повторюють, починаючи з розіграшем двох випадкових координат її центру.

Для аналізу отриманих результатів необхідно перейти на наступну вкладку програми (“Аналіз результатів”), де можна отримати дані про щільність заповнення, пористість, а також дисперсію частинок відповідно по осям OX, OY, OZ.

Аналіз можна проводити як після завершення експерименту, так і у реальному часі – під час засипки часток, атриману інформацію можна зберегти в форматі придатному для роботи в редакторі електронних таблиць.

Висновки. Керамічні пористі проникливі матеріали, володіючи рядом важливих характеристик, знаходять все більше застосування в народному господарстві. Однак складність і різноманітність їх структури, обмеженість і велика вартість натурних експериментів вимагають використання нових – прогресивних методів їх дослідження, одним з яких є метод математично-імітаційного моделювання структури. Використання даного методу дозволяє отримати інформацію про процеси, що відбуваються при їх виготовленні та експлуатації і тим самим полегшувати контроль та здійснювати оптимізацію процесів виготовлення.

1. Реут О.П., Багинский Л.С., Петюшик Е.Е. Сухое изостатическое прессование уплотняемых метериалов. – Мн.: Дэбор, 1998. – 258 с.;
2. Рудь В.Д., Лотиш В.В., Гуменюк Л.О., Про комп'ютерне моделювання пакування частинок // Порошковая металлургия, 2002, №5-6;
3. Сергеев В.В., Рудь В.Д., Панасюк С.С. Комп'ютерна програма “Дослідження частинок. Полідисперсний випадок. З використанням віброколивань”/ Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 24091 від 26.03.2008;
4. Сергеев В.В., Рудь В.Д., Панасюк С.С. Комп'ютерна програма “Імітаційне моделювання процесів формування структури порошкових матеріалів (3D модель)”/ Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 24426 від 13.07.2009.