

УДК 678

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ДИСКРЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ В БУНКЕРНИХ ПРИСТРОЯХ

О.П. Бурмістенков, доктор технічних наук, професор
Київський національний університет технологій та дизайну
В.В. Стаценко, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: бункер, сипкий матеріал, метод дискретних елементів, швидкість руху.

Одним із важливих етапів виготовлення виробів з полімерних матеріалів є створення композицій (сумішей) з компонентів, які постачаються у вигляді гранул циліндричної або овальної форми. Оскільки основними параметрами, що визначають якість суміші, є її однорідність за відсотковим складом, актуальною є задача контролю руху частинок сипких матеріалів у змішувальних комплексах. Розв'язок цієї задачі суттєво ускладнює змінна природа руху сипких матеріалів, що залежить від їх фізико-механічних властивостей та параметрів зовнішнього середовища.

У роботі розглядається процес витікання частинок сипкого матеріалу із бункерів, які є першою складовою ланкою змішувальних комплексів [1]. Сучасні методи дослідження цього процесу засновані на використанні теорії суцільних середовищ та дозволяють отримати коректну математичну модель, але за умови забезпечення безперервного руху матеріалу. Але у реальному обладнанні можуть виникати розриви у потоці матеріалу, наприклад, внаслідок скліпоутворення. У роботі запропоновано використати метод дискретних елементів (МДЕ), за яким кожна частинка розглядається як окремий об'єкт, що взаємодіє із іншими частинками та внутрішньою поверхнею бункера. Загальна математична модель складається з сукупності моделей взаємодії окремих елементів на основі законів Ньютона та контактної механіки. Таким чином, МДЕ дозволяє отримати інформацію про положення, швидкість, напрям руху як кожної окремої частинки, так і матеріалу в цілому.

Узагальнено рух частинки можна описати за допомогою законів класичної механіки:

$$m \frac{d^2 x_i}{dt^2} = F_i$$
$$I_i \frac{d^2 \theta_i}{dt^2} = M_i$$

де t – час, m_i – маса частинки, I_i – момент інерції, F_i – сума сил, що діють на i -у частинку сипкого матеріалу.

У роботі проведено дослідження руху частинок сферичної форми із радіусом 2 мм, що мають фізико-механічні властивості поліетилену, у

циліндричному бункері із кутом нахилу бічних стінок 45° . Результати моделювання витікання частинок з кроком 3 с показані на рисунку 1.

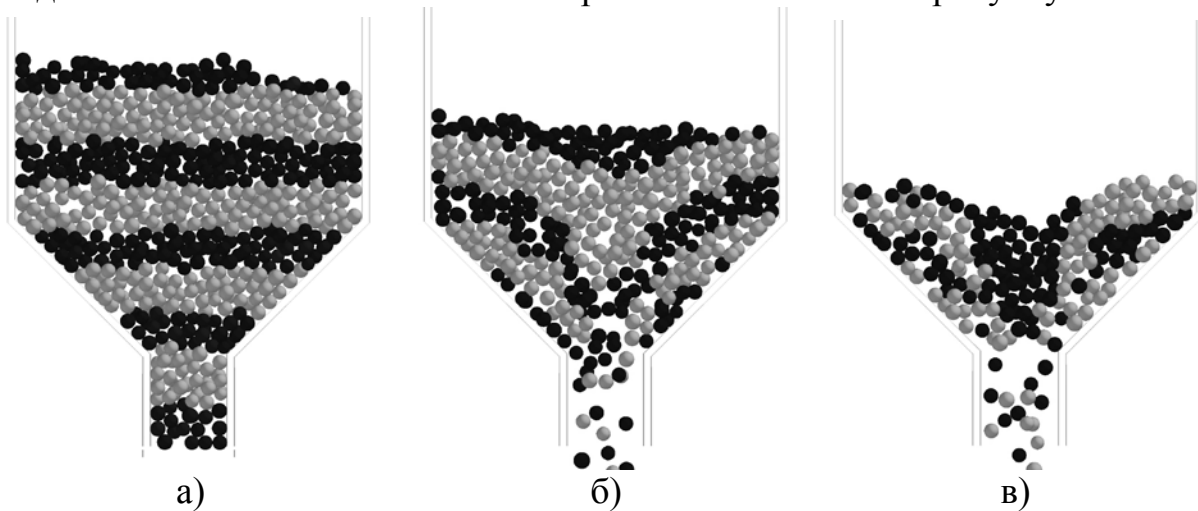


Рисунок 1 – Результати моделювання руху частинок в конічному бункері: а – початковий момент часу ($t = 0$); б – $t = 3$ с; в – $t = 6$ с.

Також отримані дані про швидкість руху частинок трьох типів матеріалів із різним гранулометричним складом в різних зонах бункеру та його продуктивність (Рис. 2).

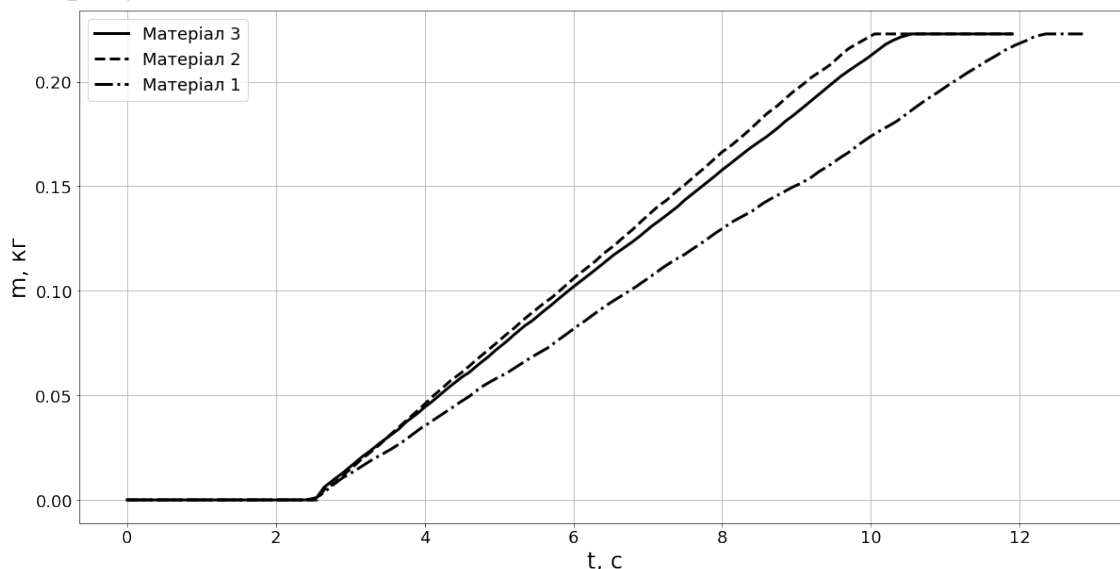


Рисунок 2 – Швидкість витікання частинок із бункеру для різних типів матеріалів

Аналіз результатів свідчить, що характер витікання частинок матеріалу є нормальним, тобто матеріал, розташований вздовж центральної вісі бункера, витікає з нього швидше, ніж матеріал, розташований вздовж бічних стінок.

Моделювання руху сипкого матеріалу у бункерах за допомогою МДЕ дозволяє з високою точністю визначати як характер руху матеріалу, так і продуктивність обладнання.

Список використаних джерел

1. Автоматизовані комплекси безперервного приготування композицій сипких матеріалів: монографія / В. В. Стаценко, О. П. Бурмістенков, Т. Я. Біла. — Київ : КНУТД, 2017. — 220 с.