

УДК 531.395

Гнатишин А. – ст. гр. РП-11

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ПІСОЧНИЙ ГОДИННИК І ПОВ'ЯЗАНІ З НИМ ЗАДАЧІ МЕХАНІКИ

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Скоренький Ю.Л.

Сипучі матеріали, з одного боку, важко описувати, прямо застосовуючи закони динаміки до кожної піщинки (кількість піщинок $\approx 10^{10}$), з іншого боку, їх статистичний опис утруднений тим, що кількість піщинок все ще не є макроскопічною і піщинки не є абсолютно однаковими. Нещодавно в роботах [1,2] було підняте питання про вплив стану руху сипучих тіл на вагу системи. Задачі динаміки сипучих матеріалів виникають, зокрема, в будівельній, харчовій, фармацевтичній промисловостях, сільському господарстві, проявляються в різноманітних природних явищах. На сьогодні для розв'язування цих задач застосовують методи механіки суцільного середовища, теорії пружності, які вимагають розв'язування диференціальних рівнянь в часткових похідних [3]. Проте деякі важливі і цікаві явища можна пояснити навіть застосовуючи прості методи гідродинаміки та механіки твердого тіла, які вивчаються в університетському курсі фізики.

В цій роботі ми розглянули деякі питання, пов'язані із рухом зернистого матеріалу (сухого піску) під дією гравітаційної сили та сил тертя у такому відомому із давнини приладі, як пісочний годинник. Нами теоретично та експериментально досліджено ефект зміни ваги годинника при витіканні піску, залежність тиску гранульованого матеріалу від висоти стовпа (ефект Янссена), нелінійну залежність швидкості витікання від діаметра вихідного отвору (ефект Хагена-Бeverлу) [4]. Нами було розв'язано механічну задачу про вагу годинника певної форми (циліндричної, конічної чи півсферичної), з якого висипається пісок, проведено ряд експериментів та оцінено зміни ваги, які можуть мати місце в реальних системах. Розрахунок та експеримент показують, що зміна ваги годинника, про яку говорилося в роботах [1, 2], для реальних систем є порядку 10^{-6} і на точність пісочного годинника впливатиме значно менше, ніж, наприклад, зміна діаметра вихідного отвору внаслідок абразивної дії піску. Результати проведеної серії експериментів та розраховані аналітичні залежності, та відмінності від подібних експериментів обговорено у доповіді.

1. K. Y. Shen and B. L. Scott, "The hourglass problem," Am. J. Phys. 53 (8), 787-788 (1985).
2. V. Becker and Th. Poschel Hourglass of constant weight, Препринт arXiv: cond- mat/0701776v1 31 2007
3. В.Н.Долгунин, В.Я.Борщев, Быстрые гравитационные течения зернистых материалов: техника измерения,закономерности, технологическое применение, Москва, «Машиностроение », 2005
4. B.P. Tighe, M. Sperl, Pressure and Motion of Dry Sand – Translation of Hagen's Paper from 1852, Препринт arXiv: physics/0610201, 2006
5. <http://www.physics.umd.edu/lecdem/services/demos/demosc5/c5-41.htm>