

УДК 625.144.5

*Інженер С.В. Удовікова
(ДП «ХЗТУ»)*

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ЧАСТКИ В КОВШІ З РУХОМИМ ДНИЩЕМ НАПІВКРУГЛОЇ ФОРМИ

Представив д-р техн. наук, професор Є.М. Лисіков

Вступ. Надійна робота вантажно-розвантажувальної техніки є однією з визначальних умов ефективного функціонування транспортуючої техніки.

Ефективність роботи транспортуючої техніки багато в чому визначається продуктивністю вантажно-розвантажувальних машин (ПРМ) [8].

Такі питання, як рух часток вантажу в ковшах елеваторів, поліпшення розвантаження ковшів за рахунок вибору

оптимальних параметрів; удосконалення елементів розвантажувальних голівок елеваторів та ін., досліджував цілий ряд учених.

Вирішення цих питань є однією з найактуальніших проблем сучасності, бо вони впливають на продуктивність елеваторів.

Тому виникає необхідність у розробленні нових конструкцій ковшів елеваторів [8-11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обсяг останніх досліджень показав, що ковшові елеватори продовжують удосконалюватися, зокрема, завдяки більш досконалому вивченню роботи ковшів спеціальних конструкцій з додатковими пристроями до них, які встановлені в конструкції даного елеватора. Це дозволяє усунути недоліки, властиві даному елеватору, наприклад, такі як: явище зворотного пересипання, яке призводить до здрибнювання часток матеріалу, що перевантажується, перелопачування його ковшами, додаткових перевитрат електроенергії, зниження об'єму матеріалу, який перевантажується, налипання матеріалу в його заглибленій частині, що призводить до неповного його висипання, та недоліки, притаманні процесам розвантаження матеріалу з ковшів елеватора.

На продуктивність елеваторних устаткувань також впливає коефіцієнт наповнення ковшів елеватора, який залежить від властивостей матеріалу, що знаходиться у ковшах.

При використанні нової конструкції ковша з рухомим днищем напівкруглої форми (НФ) і додаткового пристрою до нього, який розташований на привідному валі похилого елеватора можливе ефективно усунення наведених вище недоліків даного елеватора [1, 8-11].

Мета статті. Підвищення ефективності використання вантажно-розвантажувальних машин шляхом

застосування елеватора з ковшами з рухомими днищами напівкруглої форми.

Виклад основного матеріалу. Уведення рухомого днища в конструкцію ковша НФ може запобігти явищу зворотного пересипання матеріалу з останнього при його прямованні по висхідних ланцюгах елеватора, усунути налипання матеріалу в найглибшій частині ковша НФ, що у свою чергу підвищить коефіцієнт його наповнення, збільшити масу транспортованого ним вантажу, що підвищить продуктивність елеватора, а також покращить умови експлуатації всього елеватора [2-7].

Для підвищення продуктивності забірною пристрою елеваторного типу необхідно правильно вибрати форму самого ковша і відповідно змінити конструкцію елеватора, підібрати параметри елеватора, теоретично прорахувати коефіцієнт наповнення ковша та вид розвантаження, що забезпечить надійну роботу елеватора з ковшами НФ [9-11].

З метою припинення зворотного пересипання матеріалу з ковша, що може з'явитися при відтисканні днища в основну частину ковша, розраховано шлях частки матеріалу, що рухається по поверхні його рухомого днища (за час (t^e) руху днища й у мить набігу ковша ПФ на привідні зірки елеватора).

Дослідження явища зворотного пересипання потребувало деякого простішого розгляду існуючого механізму і створення аппроксимаційної моделі.

Рівняння руху часток має вигляд

$$\begin{cases} -F_R \cdot \sin i + \Delta m \cdot g \cdot \cos \gamma - \mu \cdot N = \Delta m \cdot \frac{d^2 x}{dt^{e2}}, \\ N + F_R \cdot \cos i + F_c - \Delta m \cdot g \cdot \sin \gamma = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Якщо за час руху днища ковша частка, що знаходиться на його днищі, не досягне крайки зубців ковша НФ, то буде відсутнє зворотне пересипання матеріалу з останнього (рис. 1).

Розраховано шлях часток, який вони проходять уздовж днища ковша НФ, з використанням експериментальних даних. Шлях часток уздовж рухомого днища

ковша НФ $x_1(t^e)$ простежено за час обертання його рухомого днища (рис. 1).

Наведено графіки, за допомогою яких порівняно шлях, який пройшла частка № 2 (покладена на днище ковша НФ), та шлях, який пройшла теоретична частка M_0 (уздовж криволінійної поверхні (всередині) ковша НФ) – рис. 2.

Порівняно експериментальні результати шляху, який пройшли окремі частки щєбінки, що були покладені на днище

ковша НФ (№ 1, № 2, № 3), та шляху, який пройшла теоретична частка M_0 – рис. 3.

Висновок. Розроблена й експериментально підтверджена математична модель, яка враховує рух окремих часток по днищу при його повороті, а розвантаження матеріалу з ковша НФ – відцентрове, тобто відбувається через зовнішню крайку зубців ковша НФ.

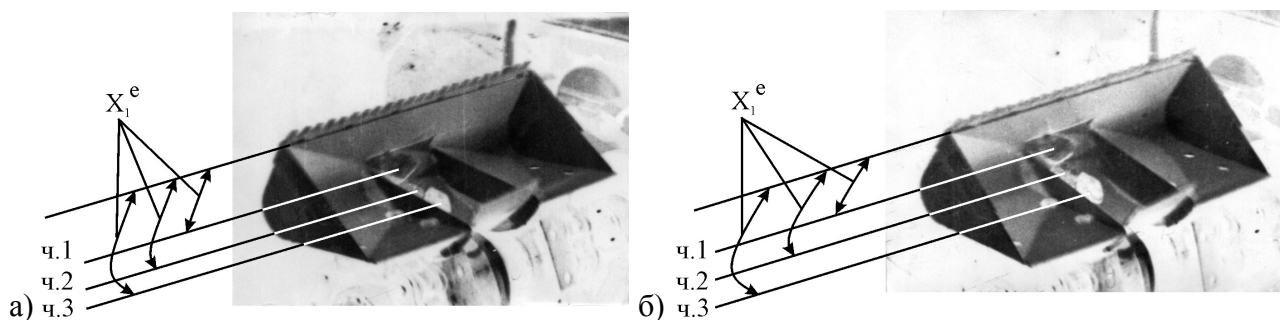


Рис. 1. Координати x_1^e часток щєбінки № 1, № 2, № 3:
а – кадр № 3, б – кадр № 4

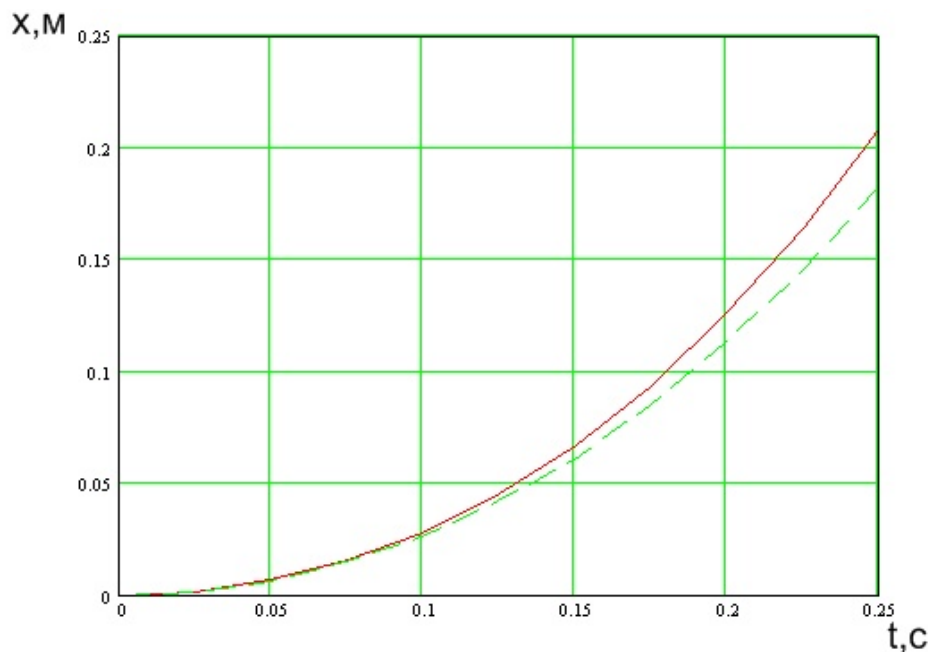


Рис. 2. Залежності $x(t)$ для часток – № 2 та (M_0):
_____ теоретична крива, ----- експериментальна крива
(червона крива – $x_1^e = 0, 135$ м, зелена крива – $x_1^e = 0, 250$ м)

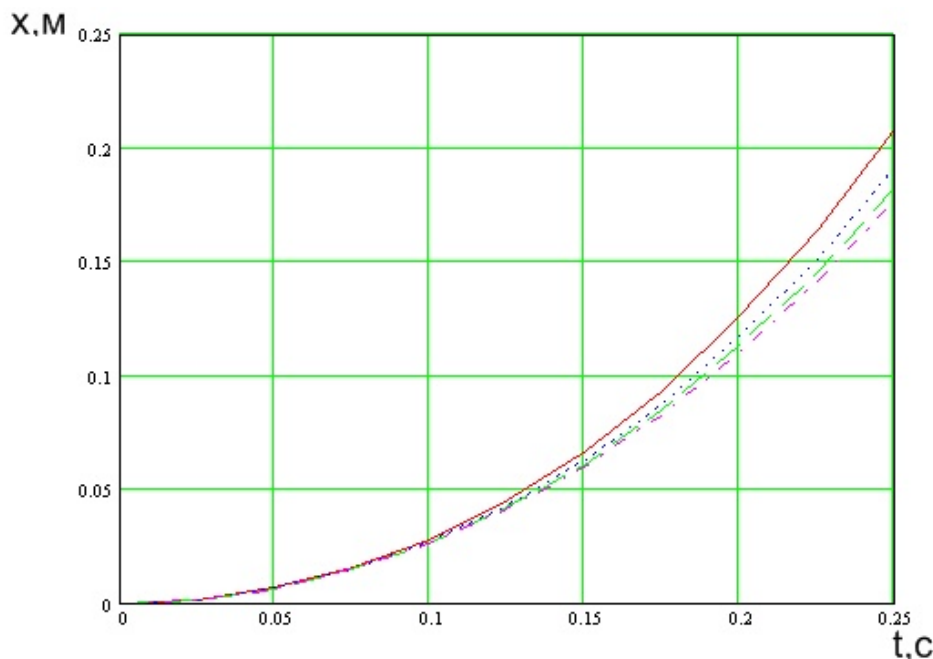


Рис. 3. Залежності $x(t)$ для часток M_0 та для часток щебілки № 1, № 2, № 3:

— теоретична крива для часток M_0 ,
 - експериментальні - для часток щебілки № 1, № 2, № 3
 (червона крива - $x_1^e = 0,135$ м, синя крива - $x_1^e = 0,195$ м,
 зелена крива - $x_1^e = 0,250$ м, фіолетова крива - $x_1^e = 0,310$ м)

Список літератури

1. Пат. 10729А, Україна, МКИ⁵В65G17/36. Ковшовий елеватор [Текст] / Б.М. Стефанов, С.В. Удовікова. - № 95010320; заявл. 23.01.95; опубл. 25.12.96, Бюл. № 4. - 4 с.
2. Іванченко, Ф.К. Підйомно-транспортні машини [Текст]: підручник / Ф.К. Іванченко. - К.: Вищ. шк., 1993. - 416 с.
3. Мачульский, И.И. Подъёмно-транспортные и погрузочно - разгрузочные машины на ж.-д. транспорте [Текст]: учеб. для студ. вузов ж.-д. тр-та / И.И. Мачульский, В.С. Киреев. - М.: Транпорт, 1989. - 319 с.
4. Кузьмин, А.В. Справочник по расчётам механизмов подъёмно-транспортных машин [Текст] / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон. - М.: Высш. шк., 1989. - 352 с.
5. Козьмин, П.С. Машины непрерывного транспорта [Текст]. Ч.2 / П.С. Козьмин. - М.: Госуд. науч.-техн. изд-во машиностроительной лит-ры, 1935. - 300 с.
6. Козьмин, П.С. Машины непрерывного транспорта [Текст]. Ч.2 / П.С. Козьмин. - М.: Госуд. науч.-техн. изд-во машиностроительной лит-ры, 1948. - 300 с.
7. Долголенко, А.А. Машины непрерывного транспорта [Текст] / А.А. Долголенко. - Л.: Госуд. науч. - техн. изд-во машиностроительной литературы, 1938. - 189 с.
8. Стефанов, Б.М. Математична модель руху частки в ковші з рухомим днищем напівкруглої форми [Текст] / Б.М. Стефанов, С.В. Удовікова: зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2006. - Вип. 77. - С. 214 - 218.
9. Удовікова, С.В. Рух матеріалу в середині ковша з рухомим днищем півкруглої форми [Текст] / С.В. Удовікова: зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2008. - Вип. 99. - С. 202 - 207.

10. Удовикова, С.В. Улучшенные условия разгрузки материала из ковшей с подвижными днищами полукруглой формы наклонного элеватора [Текст] / С.В. Удовикова: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 198 - 202.

11. Удовикова, С.В. Определённое расположение ковша, с подвижным днищем полукруглой формы, на различных участках наклонного элеватора [Текст] / С.В. Удовикова: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 305 - 309.

Ключові слова: ковшовий елеватор, ківш з рухомим днищем напівкруглої форми (НФ).

Анотації

Пропонується математична модель руху частки в ковші з рухомим днищем напівкруглої форми, яка дозволяє після експериментального підтвердження теоретично розрахувати шлях частки по днищу ковша, у результаті чого можна установити наявність (або відсутність) зворотного пересипання матеріалу з ковша при його переміщенні та розвантаженні.

Предлагается математическая модель движения частицы материала в ковше с подвижным днищем полукруглой формы, которая позволяет после экспериментального подтверждения теоретически рассчитать путь частиц по днищу ковша, в результате чего можно установить наличие (или отсутствие) обратной сыпи материала из ковша при его перемещении и разгрузке.

A mathematical model of material particle movement in a bucket with moving bottom of half-round shape which permits (after experimental confirmation) to calculate theoretically the rout of particles about the bucket bottom is offered. As a result we can fix the presense (or absense) of reverse rash of the material from the bucket while removing or unloading it.