

Застосування електронних таблиць для розрахунку кута нахилу самопливного транспорту

Харченко Є.І., кандидат технічних наук, Супрун-Крестова О.Ю., кандидат технічних наук, Листопад В.В., кандидат фізико-математичних наук
Національний університет харчових технологій

В статті наведено математичний апарат розрахунку фактичного кута нахилу самопливного транспорту та приклад його застосування для програмного забезпечення MS Excel.

Ключові слова: самопливний транспорт, кут нахилу, проектування

В статье приведен математический аппарат расчёта фактического угла наклона самотёчного транспорта и пример его использования для программного обеспечения MS Excel.

Ключевые слова: самотёчный транспорт, угол наклона, проектирование

The article presents a mathematical device for calculating the actual angle of inclination of a self-powered vehicle and an example of its use for MS Excel software.

Key words: self-propelled transport, tilt angle, design

Метою технологічного проектування є не тільки розроблення об'ємно-планувальних рішень (планів та розрізів), а і з'єднання технологічного і транспортного обладнання в одну послідовну систему за допомогою самопливного транспорту, який ще називають комунікаціями.

Розроблення комунікацій є трудомісткою операцією технологічного проектування, що пов'язано із великою кількістю самопливного транспорту в технологічному процесі, низьким рівнем застосування сучасного загальноживаного програмного забезпечення, як наприклад електронні таблиці MS Excel тощо. Раніше були розроблені номограми [2, 4, 5] для визначення фактичного кута нахилу самоплива, але при великій кількості самопливів в технологічному процесі розрахунок фактичного кута кожного самоплива із використанням номограм займає значну кількість часу. Алгоритмів та методик для розрахунку кута нахилу самопливного транспорту із застосуванням сучасного програмного забезпечення не розроблено.

Складність застосування електронних таблиць MS Excel полягає в наступному: Левятінін Г.М. [4] запропонована формула для розрахунку фактичного кута нахилу самоплива:

$$ctg\gamma = \sqrt{ctg^2\alpha + ctg^2\beta} \quad (1)$$

де, γ – фактичний кут нахилу самоплива, град.; α , β – відповідно кути нахилу самоплива у повздовжньому та поперечному розрізах, град.

У формулу 1 входять котангенси кутів, стандартна функція розрахунку котангенсів кутів в середовищі MS Excel відсутня. Для розрахунку фактичного кута нахилу самоплива використовуються натуральні значення котангенсів кутів, які можна знайти із таблиць Брадїса В.М. [1], що призводить до труднощів переведення натуральних значень котангенсів у градуси, які необхідно розрахувати за формулою 1, це в свою чергу займає значну кількість часу для розроблення відомості руху продуктів. Під час проектування борошномельних та круп'яних підприємств потужністю більше 200 т/добу кількість самопливних труб може досягати до п'ятисот і більше труб.

Для вирішення вказаних недоліків в середовищі MS Excel, котангенси кутів можна виразити через наступну формулу:

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1 \text{ звідки } \operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (2)$$

Натуральні значення тангесів кутів можна отримати скориставшись стандартними функціями РАДИАНЫ та ГРАДУСЫ. Радіанну міру кута можна також розрахувати за формулою:

$$A^{\circ} = \frac{\pi \alpha}{180} \quad (3)$$

де, A° - радіанна міра кута; α – кут нахилу, град.

Тоді формула 1 набуде наступного виду, який можна використати для електронних таблиць MS Excel:

$$\operatorname{ctg} \gamma = \sqrt{\left(\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}\right)^2 + \left(\frac{1}{\operatorname{tg} \beta}\right)^2} \quad (4)$$

Натуральне значення котангенса кута нахилу, яке розраховане за формулою 4 необхідно перевести в градуси, що також викликає складнощі в середовищі MS Excel оскільки стандартної функції перерахунку із натуральних значень в градуси для котангесів кутів немає.

Із курсу тригонометрії [3] відомо, що протилежною функцією котангенса кута є арккотангенс кута, але і цієї стандартної функції в середовищі MS Excel також немає. Для здійснення операції переведення натурального значення котангенса кута в градуси можна скористатися наступною формулою [3]:

$$\operatorname{arcctg} \alpha + \operatorname{arctg} \alpha = \frac{\pi}{2} \text{ звідки } \operatorname{arcctg} \alpha = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} \alpha \quad (5)$$

де, α – натуральне (безрозмірне) значення кута нахилу самоплива, розраховане за формулою 4.

Розраховане за формулою 5 натуральне значення арккотангенса кута переводиться в градуси за допомогою стандартної функції ГРАДУСЫ, яке і є фактичним кутом нахилу самоплива в градусах.

Розглянемо приклад розрахунку фактичного кута нахилу самоплива за наведеною методикою в середовищі MS Excel. Необхідно розрахувати кут нахилу самоплива, який з'єднує зерноочисний сепаратор із каєневідбірником (рис. 1).

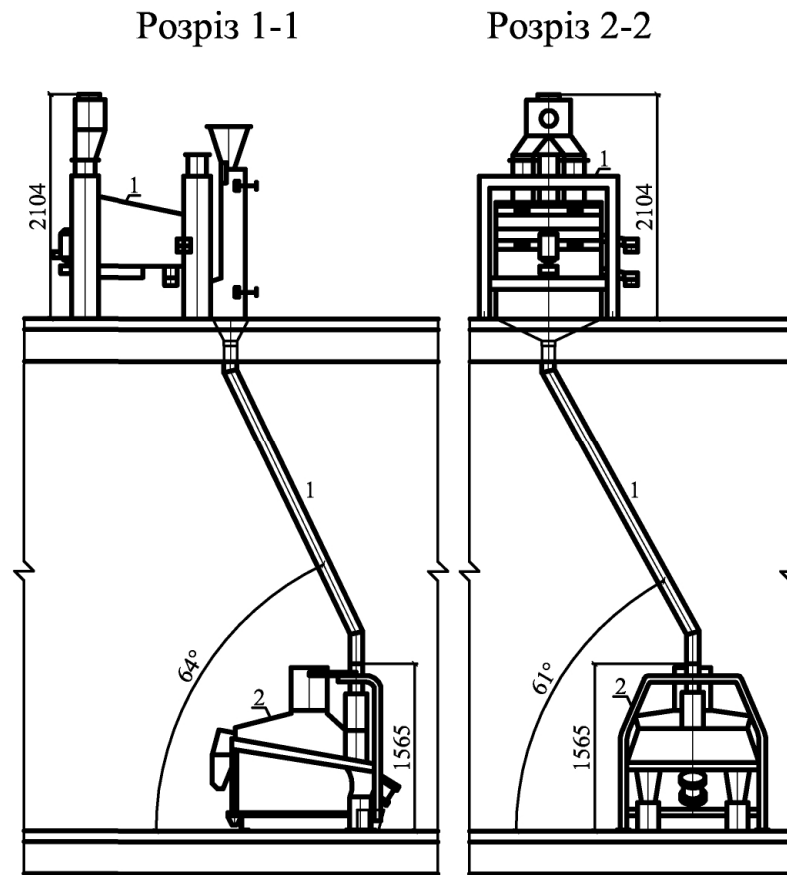


Рис. 1. Розрізи будівлі із розташованим на поверхнях обладнанням, яке з'єднане самопливним транспортом: 1 – зерноочисний сепаратор; 2 - каменевідбірник

В розрізі 1-1 кут нахилу самоплива становить 64° , а в розрізі 2-2 – 61° . Переведемо ці значення в радіани скориставшись формулою 3, в середовищі MS Excel можна скористатися стандартною функцією РАДІАНЫ.

$$A_{1-1}^\circ = \frac{3,14 \cdot 64}{180} = 1,1170$$

$$A_{2-2}^\circ = \frac{3,14 \cdot 61}{180} = 1,0646$$

Середовище MS Excel для розрахунків використовує радіанну міру кутів, тому підставимо отримані значення в формулу 4.

$$ctg\gamma = \sqrt{\left(\frac{1}{tg1,1170}\right)^2 + \left(\frac{1}{tg1,0646}\right)^2} = \sqrt{0,4877^2 + 0,5543^2} = 0,73833$$

Отримане значення є натуральним значенням котангенса фактичного кута нахилу самоплива.

Для переведення розрахованого натурального значення кута в градуси скористаємося формулою 5.

$$arcctg\alpha = \frac{3,14}{2} - arctg0,73833 = 0,9348$$

Використовуючи стандартну функцію ГРАДУСЫ переведемо отримане значення із натуральної розмірності в градуси:

$$ГРАДУСЫ(0,9348) = 53,6^\circ.$$

Для підтвердження правильності наведеної методики проведемо розрахунок фактичного кута нахилу самоплива використовуючи формулу 1 та табличні натуральні значення котангенсів кутів [1].

$$ctg64^\circ = 0,4877$$

$$\operatorname{ctg} 61^{\circ} = 0,5543$$

Підставляємо отримані натуральні значення в формулу 1:

$$\operatorname{ctg} \gamma = \sqrt{0,4877^2 + 0,5543^2} = \sqrt{0,237851 + 0,307248} = \sqrt{0,545099} = 0,738308$$

За табличними даними [1] натуральне значення 0,738308 відповідає котангенсу кута 53° . Отримане значення відповідає тому, що отримано за наведеною методикою для середовища MS Excel, і це підтверджує правильність методики для розрахунку фактичного кута нахилу самоплива.

Після розрахунку фактичного кута нахилу самоплива отримане значення заноситься до відомості руху продуктів, яка є невід'ємною складовою будь-якого технологічного проекту (таблиця 1).

Таблиця 1 – Приклад оформлення відомості руху продуктів

Система	Продукт	Переміщення продуктів		Переміщення				Кут нахилу самопливної труби, градус		Поверх перевірки
		з якої системи	на яку систему	самопливом	ПТ	норією	шнеком, тр-ром	допустимий кут	фактичний кут	
Очищення зерна	Зерно	Зерноочисний сепаратор	Каменевідбірник	1				33	53	4

Висновки. Застосування наведеної методики розрахунку фактичного кута нахилу самопливного транспорту дає можливість значно прискорити розрахунок фактичних кутів нахилу гравітаційного транспорту під час проектування комунікацій зернопереробних підприємств та елеваторів без застосування номограм. Для цього достатньо використати наведену методику розрахунку в середовищі MS Excel та ввести значення кутів нахилу самопливів із повздовжніх та поперечних розрізів.

Література:

- 1.Брадїс, В.М. Чотиризначні математичні таблиці. Вид. 41-е / В.М. Брадїс. – К.: Радянська школа, 1984. – 92 с.
- 2.Золотарев, С.М. Проектирование мукомольных, крупяных и комбикормовых заводов. Изд. 2-е, доп. и перераб. / С.М. Золотарев. – М.: Колос, 1976. – 288 с.
- 3.Кожеуров, П.Я. Тригонометрия. Изд. 7-е / П.Я. Кожеуров. – М.: Физматгиз, 1962. – 336 с.
- 4.Левятин, Г.М. Самотечный транспорт на мельницах и элеваторах / Г.М. Левятин – М.: Заготиздат, 1947. – 175 с.
- 5.Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР / И.Т. Мерко, Н.Е. Погирной, Б.В. Касьянов, А.П. Чакар. – М.: Агропромиздат, 1989. – 367 с.
- 6.Харченко, Є.І. На замітку проектувальнику зернопереробних підприємств / Є.І. Харченко, В.Б. Ільчук // Хранение и переработка зерна, №3, 2013. – С. 35-36.