

Корисна модель належить до галузі приладобудування та може бути використана в сільському господарстві, харчовій, гірничорудній та інших галузях, а також в навчальному процесі школярів та студентів.

Широко відомий спосіб та прилад визначення коефіцієнтів тертя спокою, або статичного коефіцієнта тертя за допомогою похилої площини [1], в якому коефіцієнт тертя знаходять через визначення кута нахилу площини, під яким починається рух частинок по похилій площині за допомогою формули $f = \tan \varphi$, яка свідчить про те, що коефіцієнт тертя дорівнює тангенсу кута нахилу похилої площини, при якому починається рух частинки. Цей же спосіб описано в патенті США [2]. Недоліком цього способу є низька продуктивність визначення коефіцієнтів тертя, наприклад сипкої сільськогосподарської сировини. Цей недолік пояснюється тим, що коефіцієнт тертя кожної з частинок одного й того ж виду сировини має відмінності, тому визначення середньої статистичної величини коефіцієнта тертя, або для побудови варіаційних кривих потрібно визначити коефіцієнт тертя для великої кількості частинок, як правило до 300 шт., і кожного разу визначення кута нахилу похилої площини потрібно починати з мінімального, при якому частинка знаходиться в спокої, поступово підвищувати його, поки вона не почне рухатись. Отже, на це витрачається велика кількість часу. Тобто, недоліком способу є низька продуктивність.

Частково це недолік усунуто в приладі для визначення статичних коефіцієнтів зовнішнього тертя, що описано в [3]. У цьому приладі похила площа поділена на похилі ділянки, вкриті різним фрикційним матеріалом, по якому визначаються величини коефіцієнта тертя. Спосіб визначення коефіцієнтів тертя є таким, як описано вище, але за рахунок того, що похила площа має декілька похилих ділянок, час визначення коефіцієнтів тертя можна дещо скоротити.

Для визначення кутів тертя спокою для великої кількості поодиноких частинок запропоновано прилад, в якому механізм підйому похилої площини кінематично зв'язаний з механізмом для переміщення приймачів продуктів дослідження при скочуванні їх з похилої площини, на величину вибраного класового інтервалу, як правило одного градуса [4]. Цей прилад дозволяє набагато прискорити час визначення статичних кутів тертя.

Усі розглянуті вище прилади призначені для визначення коефіцієнтів тертя спокою, визначити коефіцієнти тертя ковзання за допомогою цих приладів неможливо, що можна віднести до одного з основних їх недоліків.

Відомий також прилад для визначення кутів ковзання, в якому похила поверхня виконана рухомою і має змінний кут, що збільшується в напрямку її руху [3]. Недоліком цього приладу є складність конструкції, а також низька точність визначення коефіцієнта із-за мікроколивань рухомої криволінійної поверхні.

Найближчим аналогом до корисної моделі є прилад для визначення коефіцієнтів тертя ковзання, описаний в [3], в якому пропонується похилу площину встановлювати під кутом β , більшим за кут тертя ковзання φ , визначати дослідним шляхом час руху t частинки на відрізку S похилої площини, а коефіцієнт тертя ковзання визначити за формулою:

$$f = \tan \beta - \frac{2S}{t^2 g \cos \beta},$$

де: g - прискорення сили тяжіння.

Недоліком цього приладу визначення коефіцієнтів тертя ковзання є складність вимірювань часу руху частинки по похилій площині, бо потребує відеофіксації руху з вимірюванням часу.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищити продуктивність та спрощення визначення коефіцієнтів тертя ковзання.

Поставлена задача вирішується тим, що прилад Богомоллова для визначення коефіцієнтів тертя ковзання, що містить поверхню тертя, виконану з можливістю зміни кута нахилу та його фіксації, згідно з корисною моделлю, поверхня тертя містить в нижній частині горизонтальну площину та облаштована вимірювальним пристроєм довжини ковзання по ній дослідної частинки, причому коефіцієнт тертя ковзання визначають за формулою:

$$f = l \frac{\sin \alpha}{S + l \cos \alpha},$$

де: l - довжина похилої поверхні;

α - кут нахилу похилої поверхні;

S - довжина ковзання частинки по горизонтальній площині.

З похилої площини 1 довжиною l , яка встановлюється під кутом α більшим за кут тертя зсковзує частинка масою m і далі проходить деяку відстань S по горизонтальній площині. Коефіцієнт тертя f обох поверхонь однаковий.

Частинка, що знаходиться на висоті $l \sin \alpha$, має потенціальну енергію $mg l \sin \alpha$, яка переходить при ковзанні частинки донизу в кінетичну енергію і роботу супротиву сил тертя.

В кінці похилої площини

$$mgl \sin \alpha = \frac{mV^2}{2} + F_{\text{тр}} l, \quad (1)$$

де $F_{\text{тр}}$ - сила тертя.

Але $F_{\text{тр}} = fmg \cos \alpha$, тоді кінетична енергія частинки

$$W_k = \frac{mV^2}{2} = mgl(\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (2)$$

Швидкість при цьому:

$$V = \sqrt{2gl(\sin \alpha - f \cos \alpha)}. \quad (3)$$

Довжина S , яку проходить частинка по горизонтальній площині визначається роботою проти сил тертя, тобто

$$W = fmgS \quad (4)$$

Але

$$S = \frac{W_k}{fmg} = \frac{l}{f}(\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (5)$$

З (5) отримаємо:

$$f = l \frac{\sin \alpha}{S + l \cos \alpha}. \quad (6)$$

Таким чином, знаючи довжину l , кут нахилу α , задані заздалегідь, після вимірювання довжини S , яку частинка пройде по горизонтальній площині, коефіцієнт тертя визначають за формулою (6). Тобто процедура визначення коефіцієнта тертя ковзання спрощується до вимірювання відстані S заздалегідь покладеною поруч лінійкою, без складних процедур вимірювання часу, що зменшує час на його визначення та підвищує продуктивність.

Список використаних джерел

1. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3-х т. под. ред. Ландсберга Г.С., Т. 1. - М.: Изд-во Наука, 1985. - 608 с.
2. Патент США № 3020744, кл. 73-9, МПК G01N 19/02, 1962.
3. П.М. Заика, Г.Е. Мазнев. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. М.: Колос, - 1978. - 287 с.
4. Патент 158522 Україна МПК G01N 19/02. Прилад для визначення коефіцієнтів тертя сипких матеріалів. О.В. Богомолів, В.М. Михайлов, О.О. Богомолів та ін. № u202401911 Заявл. 11.04.2024; Опубл. 19.02.2025. - 4 с.

