

закріпити в положенні, що відповідає координаті x_2 . Значення цієї координати знайдемо при підстановці виразу $v = x_2 - \frac{\ell}{2}$ у другу нерівність системи (8). Таким чином, координата x_2 повинна задовольняти умові

$$\ell \leq x_2 \leq L. \quad (11)$$

У лабораторній роботі з оборотним фізичним маятником на кафедрі фізики Криворізького національного університету використовується стандартний «Маятник універсальний» із такими технічними даними: довжина стержня $L=1,22$ м; маса стержня $m=10,65$ кг; маса рухомих вантажів (чечевиць) $m_1=m_2=2,3$ кг.

Розрахунки за формулою (10) показують, що опорні призми треба розташувати на відстані $\ell=0,76$ м. Даний результат добре узгоджується із наведеною в технічному описанні до цього маятника відстанню між опорними призмами, яка становить $\ell_{\text{max}}=0,73$ м. Відносна похибка нашого теоретичного дослідження склала 4,1%, яка на рахунок якої слід віднести наші спрощення щодо нехтування масами призм і точкових вантажів.

Згідно нерівності (11) фіксований вантаж m_2 слід закріпити в межах $0,76 \text{ м} \leq x_2 \leq 1,22 \text{ м}$, тобто між призмою P_2 і ближчим до неї кінцем стержня.

Якщо в роботі використовується маятник із іншими технічними даними, то за формулами (10) і (11) нескладно розрахувати відстань між опорними призмами і положення одного із фіксованих вантажів.

Висновок. Дослідження показало, що методику лабораторної роботи з оборотним фізичним маятником можна вдосконалити, якщо внести такі пункти:

вантаж m_2 зафіксувати між призмою P_2 і ближчим до неї кінцем стержня (див. рис. 1);

опорні призми P_1 і P_2 розмістити на відстані $\ell=\ell_{\text{зв}}$, що відповідає зведеній довжині маятника. Відстань ℓ визначити за формулою (10).

У цьому випадку відпадає потреба багато разів експериментально визначати періоди коливань маятника, підвишеного по чергово за обидві призми, при різних положеннях рухомих вантажів, і будувати графік для визначення зведеної довжини маятника. Це дозволяє студентам зекономити достатньо часу, щоб виконати дану лабораторну роботу за відведені для неї програмою академічні години.

Список літератури

1. В.А. Базакуца и др. Лабораторный практикум по физике. Часть первая / Под общей редакцией В.А. Базакуцы. – Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1969. – 243 с.
2. Бандрівчак І.В. та ін. Лабораторний практикум з фізики. Ч.I. Лабораторія механіки та молекулярної фізики. Навч. посіб.– Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 188 с.
3. А.Г. Белянкин и др. Физический практикум. Механика и молекулярная физика: Учебное пособие / Под ред. В.И. Иверновой. - М.: Наука. Главн. редакция физ.-мат. лит-ры, 1967. – 352 с.
4. Евграфова Н.Н., Каган В.Л. Руководство к лабораторным работам по физике. - М.: Высшая школа, 1970. – 383 с.
5. Гольдин Л.Л. и др. Лабораторные занятия по физике: Учебное пособие / Под ред. Гольдина Л.Л. - М.: Наука. Главн. редакция физ.-мат. лит-ры, 1983. – 704 с.
6. Кортнев А.В., Рублев Ю.В., Куценко А.Н. Практикум по физике: Рукопись поступила в редакцию 26.03.2012

Рукопис подано до редакції 07.03.12

УДК 658.562.64: 622.3

В.Ю. ЗУБКЕВИЧ, ст. преподаватель, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПЕРЕМЕННОЙ СМЕСИ

Пусть состав конкретной физической смеси задан конечным массивом содержаний компонент

$$\{M_1; M_2; \dots M_i; M_N\} \in M, \quad (1)$$

где M_i - относительное содержание i -й компоненты смеси; N - число компонент в смеси.

Значения M_i могут изменяться, но при этом должно выполняться условие (2)

$$\sum_{i=1}^N M_i = 1. \tag{2}$$

Кроме того, заданы массивы некоторых базовых содержаний этой смеси, которые являются постоянными

$$\{B_1; B_2; \dots B_i; B_N\} \in B, \tag{3}$$

$$\{H_1; H_2; \dots H_i; H_N\} \in H, \tag{4}$$

Для массивов (6) соответственно

$$\sum_{i=1}^N B_i = 1. \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^N H_i = 1. \tag{6}$$

Представим массивы содержаний (1), (3) и (4) как соответствующие отражающие радиус- векторы в N -мерном пространстве

Радиус-вектор отражения текущего содержания физической смеси

$$\bar{m} = \{m_1; m_2; \dots m_i; \dots m_N\} \tag{7}$$

Радиус- вектора отражения базовых содержаний физической смеси

$$\bar{b} = \{b_1; b_2; \dots b_i; \dots b_N\} \tag{8}$$

$$\bar{h} = \{h_1; h_2; \dots h_i; \dots h_N\}, \tag{9}$$

где $m_i = \sqrt{M_i}$, $b_i = \sqrt{B_i}$, $h_i = \sqrt{H_i}$ соответственно.

Для отображения вектора отражения текущего содержания физической смеси (7) в трехмерном пространстве необходимо выбрать трехмерную систему координат. Трехмерная система координат может быть определена на основе радиус-векторов отражения базовых содержаний физической смеси (8), (9) следующим образом:

Направление оси Z трехмерной системы координат выбираем совпадающим с радиус-вектором (9) отражения базового содержания H физической смеси, а направление оси X трехмерной системы координат выбираем ортогонально к оси Z в плоскости задаваемой двумя радиус-векторами отражения базовых содержаний физической смеси (8), (9). Направление оси Y , в этом случае, определяется однозначно и представляет собой линию оси Y ортогонально расположенную к уже заданной плоскости XOZ (рис. 1).

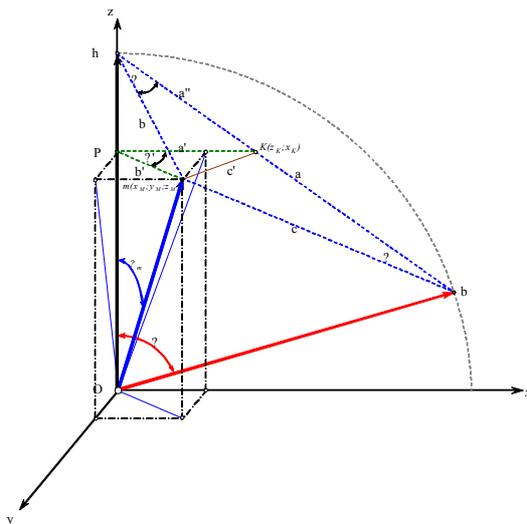


Рис. 1. Отображения вектора отражения текущего содержания физической смеси

Так как координаты концов отражающих радиус-векторов представляют собой корни квадратные от соответствующих содержаний, то в силу условий (2), (5) и (6) их длины будут равны единице, а их концы будут располагаться на поверхности N -мерного единичного шара. В трехмерном пространстве отображение отражающих радиус-векторов, очевидно, так же должно быть представлено соответствующими отображающими радиус-векторами единичной длины, с концами, располагающимися на поверхности трехмерного единичного шара. Очевидно и то, что взаимное расположение отражающих радиус-векторов в N -мерном пространстве и отображающие радиус-векторами в отображающем трехмерном пространстве должно быть одинаковым, откуда вытекает, что расстояния между концами отражающих радиус-векторов в N -мерном и расстояния между концами отображающих радиус-векторов в трехмерном пространстве должны быть соответственно равны.

Для отображения отражающих радиус-векторов (7), (8) и (9) в трехмерном пространстве необходимо определить трехмерные координаты концов соответствующих отображающих

радиус-векторов в трехмерном отображающем пространстве.

Учитывая выше приведенные предположения и допущения, трехмерные координаты отображения концов отражающих радиус-векторов можно определить следующим образом.

Координаты отображения конца радиус- вектора \bar{h} отражения базового содержания физической смеси очевидны (см. Рис. 1) и равны

$$X_h=0; Y_h=0; Z_h=1. \quad (10)$$

Для определения координаты отображения конца радиус-вектора \bar{b} отражения базового содержания физической смеси необходимо определить плоский угол β между векторами \bar{h} и \bar{b} (см. Рис. 1)

$$\beta = 2 \arcsin(a/2) \quad (11)$$

где

$$a = \sqrt{2 \left(1 - \sum_{i=1}^N \sqrt{h_i \cdot b_i} \right)} \quad (12)$$

Тогда координаты отображения конца радиус- вектора \bar{b} отражения базового содержания физической смеси будут

$$X_b = \sin \beta; Y_b = 0; Z_b = \cos \beta. \quad (13)$$

Координаты отображения конца радиус- вектора \bar{m} отражения текущего содержания физической смеси (см. Рис. 1) могут быть определены

$$X_m = \sin \beta_m \cdot \cos \varphi' \quad (14)$$

$$Y_m = \sin \beta_m \cdot \sin \varphi' \quad (15)$$

$$Z_m = \cos \beta_m \quad (16)$$

где

$$\beta = 2 \arcsin(b/2) \quad (17)$$

$$b = \sqrt{2 \left(1 - \sum_{i=1}^N \sqrt{h_i \cdot m_i} \right)}. \quad (18)$$

Угол между проекцией радиус- вектора \bar{m} отражения текущего содержания физической смеси (см. Рис. 1) на плоскость XOY и осью OX

$$\varphi' = 2 \arctg(r' / p' - c'), \quad (19)$$

где

$$r' = \sqrt{(p' - a') \cdot (p' - b') \cdot (p' - c') / p'}, \quad (20)$$

где

$$p' = (a' + b' + c') / 2 \quad (21)$$

$$c' = \frac{a'' \cdot \sin \varphi}{\sin \left[\frac{\pi - \varphi}{2} + \arctg(a'' - b/a'' + b) \cdot \tg(\varphi/2) \right]}; \quad (22)$$

$$b' = \sin \beta_m \quad (23)$$

$$a' = \sin \beta (\cos \beta_m - 1) / \cos \beta - 1 \quad (24)$$

где

$$a'' = \frac{\sqrt{2(1 - \cos \beta)} \cdot (\cos \beta_m - 1)}{\cos \beta - 1}; \quad (25)$$

$$\varphi = 2 \arctg(r / p - c), \quad (26)$$

где

$$r = \sqrt{\frac{(p - a)(p - b)(p - c)}{p}}. \quad (27)$$

$$p = \frac{a + b + c}{2}; \quad (28)$$

$$c = \sqrt{2 \left(1 - \sum_{i=1}^N \sqrt{b_i \cdot m_i} \right)}. \quad (29)$$

Таким образом, все необходимые зависимости для расчета координат отображения радиус-вектора отражения текущего вещественного состава смеси получены.

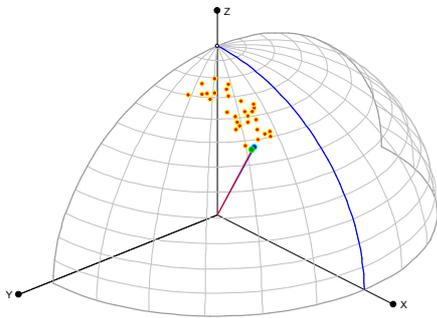


Рис. 1. Отображение относительного изменения вещественного состава

Следует отметить, что выбор базисных содержаний для отображения вектора отражения вещественного состава смеси может производиться на основании дополнительных требований и условий, предъявляемых к векторному отображению вещественного состава.

Пример отображения относительного изменения вещественного состава переменной смеси представлен на Рис. 1.

Рукопись поступила в редакцию 26.03.2012

УДК 622.233

Л.А. БУГАЙ, старший преподаватель, ГВУЗ "Криворожский национальный университет"

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЕЛИКОИДАЛЬНЫХ ПАР ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПЕРФОРАТОРОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Изложены проблемы влияющие на эксплуатационные свойства геликоидальных пар пневматических перфораторов и поставлены задачи для решения этих проблем.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время на горнорудных предприятиях Украины преобладают отечественные и импортные переносные и телескопные пневматические перфораторы с зависимым поворотом бурового инструмента с помощью геликоидальной пары и храпового механизма [1]. Технические характеристики наиболее применяемых на шахтах Украины в 2012 г. переносных перфораторов ПП50В (Украина), ПП63В, ПП54В (Россия), УТ24, УТ28 (Китай) приведены в табл. 1, а телескопных ПТ48А, ПТ38Б (Украина), УБ2В-С, ПТ54 (Россия), YSP45 (Китай) - в табл.2.

Таблица 1

Технические характеристики переносных перфораторов

Наименование параметров	Переносной пневматический перфоратор				
	ПП50В1	ПП54В	ПП63В	УТ24	УТ28
Энергия удара, Дж, не менее	50	54	63	45	60
Частота ударов, Гц, не менее	34	38	30	27	37
Крутящий момент, Нм, не менее	20,8	26,5	26,5	28	28
Масса, кг, не более	30	32	35	29	31

Таблица 2

Технические характеристики телескопных перфораторов

Наименование параметров	Телескопный пневматический перфоратор				
	ПТ48А	ПТ38Б	УБ2В-С	ПТ54	YSP45
Энергия удара, Дж, не менее	78	55	59	55	70
Частота ударов, Гц, не менее	38	38	29	40	47
Крутящий момент, Нм, не менее	20,8	20,8	18	29,4	28
Масса, кг, не более	48	38	51	42	44

Согласно данным плана по изготовлению запасных частей горношахтного оборудования криворожского предприятия-изготовителя перфораторов ПП50В и ПТ48А (ОАО "Криворожгормаш"), детали геликоидальной пары (поворотный винт и поворотная гайка), наряду с бойком, крылаткой, клапаном, поршнем, как видно из табл. 3, являются одними из наиболее быстро выходящими из строя деталями перфораторов.