

калькуляторах клавиша «DRG», вызывающая единицу «grad», у большинства вызывает четкую ассоциацию с градусом, хотя это метрический градус (другие наименования гон или град). Типичная ошибка $\pi=180^0$. В свою очередь, в каждом разделе техники (в морском деле, в военном деле, в геодезии и проч.) имеются свои специфические единицы измерения углов. В этом случае также нужны подробные справочные таблицы перевода одних (внесистемных) единиц в другие. Что касается единиц измерения телесных углов, то с ними ситуация вообще практически безнадежна – квадратный градус и стерадиан слишком сложные понятия.

Хотелось бы обратить внимание еще на один аспект проблемы. Изучение единиц может стать для учащегося интересным, если вопрос рассмотреть в историческом и международном контексте. Соответствующая литература имеется [4] и может быть полезна для внеаудиторной работы

ЛИТЕРАТУРА

1. Сена, Л.А. Единицы физических величин и их размерности / Л.А. Сена. – Москва: Наука, Глав. ред. физ. – мат. лит., 1988.
2. Болсун, А.И. Единицы физических величин в школе / А.И. Болсун, С.Л. Вольштейн. – Минск: Народная асвета, 1983.
3. Руководство по обучению Doc 7192 AN/857, утверждено Генеральным секретарем Международной организации гражданской авиации. 2003 г.
4. Шабалин, С.А. Измерения для всех / С.А. Шабалин. – Москва: Изд-во стандартов, 1991. – 557 с.

УДК 531.231

Кириленко А.И., Филиппенко О.С.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ МАХОВОГО КОЛЕСА

БГАА, Минск

Измерение момента инерции махового колеса одна из самых распространенных лабораторных работ в физическом практикуме

[1–3]. При её описании используют закон изменения полной энергии системы, при этом вводят работу сил трения f в опоре по соотношению $A = f \cdot h$, h – высота центра инерции тела над нулевым уровнем. Нам представляется, что такое определение работы силы трения не вполне корректно. Гораздо конкретнее говорить о моменте силы трения в подшипниках N , поскольку в данном случае сила трения распределенная, а не сосредоточенная. Далее используется закон сохранения энергии для опускания груза и, затее, его подъема. При этом не учитывается, что в нижней точке на нить действуют значительные деформирующие силы и здесь потери энергии неизбежны. Потери энергии на такую деформацию можно оценить.

Таким образом, указанный метод, превалирующий во многих описаниях этой лабораторной работы по механике и физике нуждается в корректировке. На наш взгляд правильнее было бы определять момент инерции и другие характеристики системы, рассматривая только движение груза массой m вниз. Изучая падение груза можно точнее определить время его падения с высоты h , например, используя контактный электрический секундомер, использовать для фиксации электромагнит. Определение работы против сил трения по формуле $A = N \cdot \varphi$, где φ – угол поворота маховика за время прохождения грузом перепада высот h , на наш взгляд более корректно.

Напрямую определить эту величину трудно. Необходимо последовательно проанализировать все характеристики движения. Для поступательного движения груза в проекции оси Ox , направленной вниз, имеем

$$ma = mg - T, \quad (1)$$

где T – сила натяжения нити, на которой подвешен груз, его ускорение a направлено вниз, m – масса падающего груза. Для вращательного движения маховика запишем уравнение моментов

$$J\varepsilon = T \cdot R - N, \quad (2)$$

где ε – угловое ускорение маховика, J – его момент инерции, $T \cdot R$ – момент силы натяжения нити, которую мы считаем не весомой,

R – радиус блока, на который в один слой намотана нить, удерживающая груз.

Закон сохранения энергии запишем в виде

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} + A, \quad (3)$$

где ω – угловая скорость вращения маховика. Работу против сил трения определим через мощность P , развиваемую этими силами:

$$A = P \cdot t = N \cdot \omega \cdot t = N \cdot \varphi. \quad (4)$$

Используем вспомогательные соотношения:

$$v = \omega \cdot R = a \cdot t; h = \frac{at^2}{2}; \varepsilon = \frac{a}{R}.$$

Таким образом, измерив h и t , по известным m и R можем найти J , N , A и T :

$$a = \frac{2h}{t^2}, T = m(g - a); N = mgR \left(\frac{2h}{at^2} - 1 \right); J = mR^2 \left(\frac{2h}{gt^2} - 1 \right).$$

Из последнего равенства следует, что $t > \sqrt{\frac{2h}{g}}$, то есть время

падения груза, взаимодействующего с маховиком, должно быть больше времени свободного падения с той же высоты h .

В указанном подходе также, как в проанализированных работах, не учтены потери энергии на деформацию нити. Эти потери можно считать незначительными, поскольку груз не должен опускаться до нижней точки.

В заключение отметим, что метод падения или подъёма груза не единственный метод для измерения момента инерции махового колеса. Выбор между методами подъёма или спуска можно сделать только с помощью альтернативного метода, например, метода колебаний, в котором, однако, должно быть учтено и «колебательное» трение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общая физика: практикум / под общ. ред. В.А. Яковенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2008. – 572 с.

2. Лабораторный практикум по курсу «Физика». Раздел «Механика, колебания и волны» для студентов всех специальностей / В.И. Мурзов [и др.]. – Минск: БГУИР, 2003. – 67 с.

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физика»: работа 6, 61, 63 / под общей редакцией С.М. Кокина. – М.: МИИТ, 2004. – 25 с.

УДК 621.527.8

Комаровская В.М., Бусел Ю.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПАСТООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ

БНТУ, Минск

В какой только сфере деятельности сегодня не используется вакуум: пищевая промышленность, медицина, биотехнология, фармакология, аналитика, полупроводниковая промышленность. При производстве вакуумного оборудования используются новейшие технологии. До сих пор ведутся научные разработки и внедряются инновационные решения.

Любой товар, продукт или услуга должны отвечать определенному набору требований, которые к ним предъявляются. И при приготовлении пастообразных суспензий, в их состав входят компоненты с агрессивной средой либо компоненты которые реагируют в воздушной среде с другими, что в последствии влияет, как на качество приготовленного продукта, так и на аппаратчика приготовления суспензии.

Для решения данной проблемы предложена конструкция вакуумной камеры для приготовления пастообразных суспензий закрытого вида (рисунок 1).

В вакуумной камере сконструирована сверху открывающаяся крышка со смотровым стеклом для засыпания продуктов в вакуумную камеру и дальнейшим контролем технологического процесса.

Крышка открывается и закрывается с помощью пневмоцилиндра. На вакуумной камере установлена гребёнка с расходомерами и клапанами для подачи необходимых компонентов определённого количества.