Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова, 1983, т. 97

УДК 622.673

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИВЕДЕННОЙ МАССЫ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

В.А.КАБАНОВ

В теории и практике инженерных расчетов, в частности в расчетах шахтных подъемных установок, применяется понятие приведенной массы движущихся частей. Для двухсосудной шахтной подъемной установки как одномассовой системы общее динамическое уравнение [7]:

$$F = g\left[kQ - (n_x p_x - np)(H - 2x)\right] \pm M\frac{d^2x}{dt^2}, \qquad (I)$$

где F – движущее усилие на окружности органа навивки, Н; g – ускорение свободного падения, м/с^2; k – коэффициент, учитывающий шахтные сопротивления; Q – масса полезного груза, кг; n и n_x – число подъемных и уравновешивающих канатов; p и p_x – линейная масса подъемных и уравновешивающих канатов, кг/м; H – высота подъема, м; x – путь от начала подъема, м; M – приведенная масса движущихся частей системы, кг; d^2x/dt^2 – ускорение системы, м/с^2.

При расчетах с использованием системы единиц МКГСС приведенная масса, как правило, определялась через маховые моменты отдельных вращающихся частей (органов навивки, направляющих шкивов, зубчатых передач редуктора и роторов двигателей).

Напомним, что маховой момент GD^2 – произведение веса G материальной точки и квадрата диаметра окружности D, на котором расположена эта точка. Введение служебного понятия – маховой момент – в инженерные дисциплины было оправдано, так как в единицах МКГСС одной из основных была единица веса (килограмм-сила).

В настоящее время, со вступлением в действие Международной системы единиц (СИ), надобность в понятии маховой момент отпала. Более того, теперь это понятие может вводить в заблуждение из-за неточного понимания его физического смысла или неправильного наименования и обозначения единицы этой величины. Приходится констатировать, что даже в справочных изданиях Госстандарта [I, с.152] маховой момент ошибочно определяется через массу mD^2, а его единица – через единицу массы [5].

В перечне производных единиц СИ фигурирует только динамический момент инерции (определяющее уравнение $J = mr^2$, где m – масса материальной точки; r – расстояние от нее до оси инерции). Единицей J является килограмм-метр в квадрате. Следует иметь в виду, что в теорети-

Приведенная масса в единицах СИ и МКГСС

Исходная величина	Единица измерения	Приведенная масса в системе единиц		Литературный источник
		СИ	МКГСС	
		кг	кгс·м$^{-1}$·с^2	
Маховой момент GD^2	кгс·м^2	GD^2/D^2	GD^2/gD^2	[2, 6]
	кг·м^2	GD^2/D^2	GD^2/gD^2	[1, 5]^x
	Н·м^2	GD^2/gD^2	GD^2/g^2D^2	Чертежи заводов-изготовителей
Приведенный вес G_i	кгс	G_i	G_i/g	[5]
	Н	G_i/g	G_i/g^2	Чертежи заводов-изготовителей
Приведенная масса M_i	кг	M_i	M_i/g	[3]
Момент инерции (динамический) J	кгс·м·с^2	gJ/R^2	J/R^2	[6]
	кг·м^2	J/R^2	J/gR^2	[7]

^{x} Указана как ошибочная.

ческих разделах механики всегда оперировали понятием динамического мом
та инерции и тем более обоснованным является полный отказ от понятия м
ховой момент. В то же время, стремясь оставить в силе это устаревшее п
нятие, ряд создателей современной технической документации (например, н
электродвигатели), приводит данные о маховом моменте с правильным обоз
чением единиц его измерения (ньютон-метр в квадрате), что следует при
знать нецелесообразным, так как при расчетах необходимо совершать двух
кратный переход от исходной массы к весу и обратно, повышающий вероят
ность появления ошибок.

Сегодня приведенную массу определяют с помощью восьми исходных ве
чин. Для исключения возможных и довольно распространенных ошибок приво
таблицу, в которой фигурируют различные варианты определения приведенн
массы в основных системах единиц. При переходе от одной системы единиц
другой следует иметь в виду, что численное значение единицы веса в МКГ
равно численному значению единицы массы в СИ.

Приведенная масса движущихся частей шахтной подъемной установки с
двумя сосудами^x в единицах СИ [7]:

^{x} Для системы „сосуд с противовесом" вместо второго слагаемого в формулу (2) сл
дует подставить выражение $Q' + G_{пр}$, где $G_{пр}$ - масса противовеса.

$$M = Q + 2Q' + npL + n_x p_x L_x + n_ш \frac{J_ш}{R_ш^2} + \frac{J_б}{R_б^2} + \frac{J_р}{R_б^2} + n_{дв} \frac{J_{рот}}{R_б^2} i_р^2, \qquad (2)$$

где Q' – масса подъемного сосуда, кг; L и L_x – полная длина соответственно подъемного и уравновешивающего каната, м; $n_ш$ – число направляющих (отклоняющих) шкивов; $J_ш$ – момент инерции отклоняющего шкива, кг·м^2; $R_ш$ – радиус отклоняющего шкива, м; $J_б$ – момент инерции органа навивки, кг·м^2; $R_б$ – радиус органа навивки, м; $J_р$ – момент инерции редуктора относительно тихоходного вала, кг·м^2; $n_{дв}$ – число подъемных двигателей; $J_{рот}$ – момент инерции ротора двигателя, кг·м^2; $i_р$ – передаточное число редуктора.

Поскольку в литературных источниках и справочниках на оборудование широко представлены технические характеристики в системе МКГСС, в том числе маховой момент $[GD_i^2]_{МКГСС}$, возникает необходимость определять момент инерции $[J_i]_{СИ}$ по соотношению

$$[J_i]_{СИ} = \frac{[GD_i^2]_{МКГСС}}{4}, \qquad (3)$$

где i – наименование какого-либо вращающегося элемента установки (ротора двигателя, органов навивки и т.д.).

В СССР основные положения применения Международной системы единиц регламентированы стандартом Совета экономической взаимопомощи [4] и Методическими указаниями РД50-160-79 [3] по внедрению и применению этого стандарта как общесоюзного. Строго придерживаясь указанных рекомендаций, следует впредь использовать в научной, технической и справочной литературе стандартные термины и единицы физических величин, в частности, целесообразно отказаться от понятия махового момента и перейти к понятию динамического момента инерции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдун Г.Д. Справочник по Международной системе единиц. М., Изд-во стандартов, 1980.

2. ГОСТ 18115-72. Машины подъемные шахтные барабанные с диаметрами барабана 4 м и более. М., Изд-во стандартов, 1972.

3. Димашко А.Д., Гершиков И.Я., Кревневич А.А. Шахтные электрические лебедки и подъемные машины. М., Недра, 1973.

4. Кабанов В.А. Расчет и конструирование шахтных подъемных машин многоканатного подъема. Л., изд. ЛГИ, 1979.

5. Методические указания РД50-160-79. Внедрение и применение СТ СЭВ 1052-78. М., Изд-во стандартов, 1979.

6. СТ СЭВ 1052-78. Метрология. Единицы физических величин. М., Изд-во стандартов, 1978.

7. Федорова З.М., Лукин И.Ф., Нестеров А.П. Подъемники. Киев, Вища школа, 1976.