ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ШАРА, ПРИ ВОДОПАДНОМ РЕЖИМЕ ДВИЖЕНИЯ ЗАГРУЗКИ В ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Салимжонов К.А
АО «НКМК» «Навоийский машиностроительный завод» ПО молодежный лидер

При водопадном режиме движения загрузки в шаровой мельнице (рис.1) шар М, перемещавшийся вместе с барабаном, отделяется от стенки последнего в точке А, положение которой определяется центральным углом где ω-угловая скорость барабана, R-его радиус, g-ускорение свободного падения. Дальнейшее движение шара М по траектории АВС заканчивается ударом о стенку бара¬бана в точке С. Нахождение кинематическое параметры шара (траектория, скорость, ускорения) в осях Аху, является актуальной задачей для определение режима шаровой мельнице.

Движение шара после отделения от стенки ба¬рабана - это свободное падение с ускорением g и начальной

Рис.1. скоростью v0. Составляем уравнение этого движения в системе отсчета хАу, считая шар материальной точкой.

Проекции начальной скорости:

проекции ускорения:

Рис.1 Следовательно, проекция точки М на ось Ах движется рав-номерно, а проекция на ось Ау - равнозамедленно, т. е.

Для вывода уравнений движения используем зависимость проекций скорости от координат:

откуда

Подставляем в уравнения системы (2) x0 = 0 и y0 = 0 (по¬скольку начало траектории свободного падения шара расположе¬но в начале координат) и значения vx и vy из системы уравнений (1). Интегрируя, получаем уравнения движения точки М в па-раметрической форме:

Чтобы перейти к уравнению траектории в виде зависимости , исключаем из системы (3) время t. Для этого найден¬ное из первого уравнения этой системы время t подставляем во второе уравнение:

Или, учитывая, что по условию т.е. имеем

(4)

Поскольку всякое уравнение типа y=Ax2+Bx+C графиче¬ски изображается параболой, то и полученное уравнение (4) есть уравнение параболы при A= 1/(2R cos3α), B=tgα, C = 0.

Если перенести начало координат в вершину параболы (точ¬ка К на рис. 2), то в системе отсчета x2Ky2 уравнение тра¬ектории примет более простой вид.

Координаты вершины параболы находим из условия, что в этой точке при

t = tK вертикальная проекция скорости (шар перестает набирать высоту). Тогда из второго уравнения системы (1) получаем

Подставляем найденное значение tK в уравнение (3):

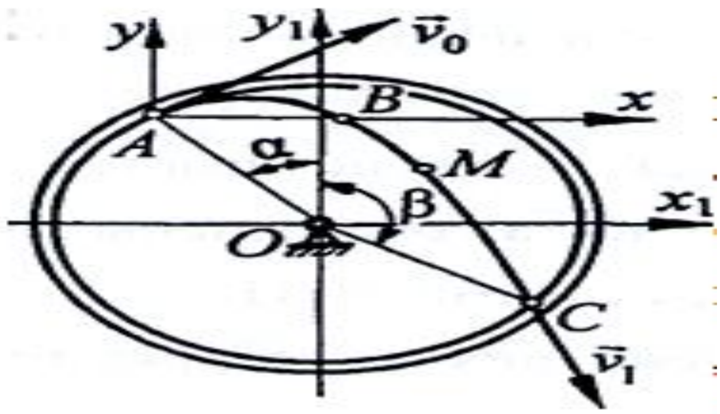

Рис.2,б.

Теперь после постановки в уравнение (4) и несложных преобразований уравнение траектории шара в системе отсчета x1Ky1 принимает вид

Вид траектории показан на рис. 2.

Модуль скорости шара

Полное ускорение a шара известно: a=g.

Касательное ускорение

Из этой формулы видно, что aτ =const, следовательно, хотя полное ускорение точки a =g=const, ее движение не является равнопеременным, так как условием равнопеременного движения является постоянство касательного, а не полного ускорения.

Нормальное ускорения шара

Радиус кривизны траектории

Положение точки С находим, вычислив сначала время движения t1 шара до момента падения на стенку барабана. Для этого представим у4равнения (3) в несколько ином виде, принимая во внимание, что

(6)

При t=t1 эти координаты определяют положение точки М на окружности барабана. Уравнение окружности в системе xAy:

(7)

После постановки (6) в (7), раскрытия скобок, приведения подобных и сокращения на получаем уравнение для определения времени движения t1:

из которого имеем

(7)

Координаты точки С в системе xAy опроеделяем из уравнений (6) при t=t1:

Координаты этой же точки в системе :

Угол, определяющий положение точки С на внутренней по¬верхности барабана,

Скорость шара в момент его падения на барабан определяем по формуле (5) при t=t1: