

РАСЧЕТ ГРАВИТАЦИОННЫХ СПУСКОВ-АТТРАКЦИОНОВ

Гуць В.С., д-р техн. наук, проф.,
Коваль О.А., канд. техн. наук, доц.
Национальный университет пищевых технологий

Для привлечения посетителей, увеличения количества услуг для них в развитых странах мира строят зоны отдыха, аттракционы, бассейны. Развлекательные комплексы с плавательными бассейнами, оборудованные гравитационными спусками, могут стать местом групповой активности, их посещение одновременно может быть и интересным проведением досуга, и лечебно-профилактическим мероприятием.

Задачей, стоящей перед разработчиками, конструкторами, является повышение надёжности, безопасности и получение экономически обоснованных эксплуатационных характеристик гравитационных спусков.

Цель работы – расчет режимов движения по гравитационному спуску, основываясь на исследовании скоростей и траекторий передвижения, повышение надежности и безопасности их эксплуатации в развлекательных комплексах, зонах отдыха, аквапарках.

Объект исследования – механизм движения материальной системы по гравитационному спуску.

Методы исследований – аналитические, математическое моделирование движения объекта по гравитационному спуску с применением методов символьной компьютерной математики.

Авторами предложен метод расчета гравитационных спусков-аттракционов и показана возможность его практического применения. Для получения данных, необходимых для проектирования спусков, построена математическая модель процесса в виде дифференциального уравнения движения. Применение методов символьной компьютерной математики дает возможность выполнить расчеты как отдельных элементов спуска, так и его конструкции в целом, построить графики многофакторных связей (3d). На основе анализа дифференциальных уравнений движения определяют траектории, скорости движения различных по размерам, форме и поверхностным свойствам объектов.

При эксплуатации гравитационных аттракционов с точки зрения безопасности важным является определение скорости движения в его финишной точке. Она не должна превышать граничные величины, которые зависят от условий приземления –

высоты концевой части спуска над поверхностью приземления, ее состояния (вода, мягкие маты, настилы и др.). Граничная скорость движения нормируется, она зависит от профиля трассы, желоба, наличия воды и ее количества, некоторых других факторов.

Дифференциальное уравнение движения посетителя по спуску будет иметь вид:

$$m \frac{d^2s}{dt^2} - mg \sin \alpha + fmg \cos \alpha = 0, \quad (1)$$

где $mg \sin \alpha$ – сила скатывающая; $m \frac{d^2s}{dt^2}$ – сила инерции Ньютона; $fmg \cos \alpha$ – сила трения; s – путь скольжения; f – коэффициент трения; m – масса.

Для случая, когда коэффициент трения не зависит от скорости передвижения ($f = const$), решение уравнения (1) при начальных условиях $t=0$, $s(t)=0$; $ds/dt=V_1$ имеет вид:

$$s(t) = \frac{1}{2}(g \sin \alpha - fg \cos \alpha)t^2 + V_1 t. \quad (2)$$

Выполнив его дифференцирование, найдем скорость скольжения (движения) объекта:

$$V = (g \sin \alpha - fg \cos \alpha)t + V_1. \quad (3)$$

Из уравнений (2), (3) можно найти две величины, задавшись одной из трех неизвестных – углом наклона спуска α , длиной трассы скольжения s , временем скольжения t , за которое объект массой m продвинется на расстояние s или остановится, или продолжит движение до остановки. Начальную скорость V_1 , с которой объект находится на конечном участке спуска, находим из анализа его движения на предшествующем участке трассы.

Как правило, конечная финишная часть спуска располагается горизонтально или под небольшим углом, и остановка произойдет в случае $V = 0$ или приближения к нулю. Тогда уравнение (3) перепишем в виде:

$$\sin \alpha = f \cos \alpha - \frac{V_1}{gt}. \quad (4)$$

Представленная методика расчета гравитационных спусков уточняет и дополняет существующие. Она дает возможность рассчитать размеры, комбинировать отдельные элементы спуска в любой последовательности, необходимой для проектирования безопасных гравитационных транспортных систем аттракционов.