

I.22. Человек на скамье Жуковского с гантелями в руках

I - скамья Жуковского. Она представляет собой горизонтальную поверхность, которая свободно без трения может вращаться вокруг вертикальной оси OO' (рис.48). 2 - две пятикилограммовые гантели.



Рис. 40.

Выполнить опыт приглашается какой-нибудь студент. Он становится на скамью Жуковского так, чтобы его центр инерции находился на оси вращения OO' . Он берет в каждую руку пятикилограммовую гантель и вытягивает руки горизонтально. При этом скамья не вращается.

Затем лаборант или лектор, держась за горизонтальную поверхность скамьи, немного закручивает

ее. Направление вращения при этом безразлично. Вся система: скамья и демонстратор на ней, практически не замедляясь, совершает вращательное движение с небольшой угловой скоростью. По сигналу лектора демонстратор прижимает руки к телу на любой высоте. После этого угловая скорость вращения заметно возрастает.

Примечание. Чтобы у демонстратора не закружилась голова, ему необходимо немедленно вытянуть руки в стороны и сразу скорость системы уменьшится. Желательно несколько раз вытягивать и прижимать руки к телу, пока все слушатели не убедятся в изменениях угловой скорости после манипуляций демонстратора.

В начале опыта, когда демонстратор вытягивает руки в сторону, суммарный момент импульса равен нулю и система не вращается. Поэтому скамью Жуковского закручивают, т.е. придают ей внешний момент импульса $L_{\text{внешн.}} \neq 0$, и система начинает вращаться с небольшой угловой скоростью ω . Для этого состояния системы уравнение (2) принимает вид:

$$L_{\text{внешн.}} = (J_0 + 2mR^2)\omega, \text{ где } J_0 - \text{ момент инерции скамьи и человека, } 2mR^2 - \text{ момент инерции обеих гантелей, } m - \text{ масса одной гантели, } R - \text{ расстояние от оси вращения до гантели в вытянутом ее положении.}$$

Прижимая гантели к телу, демонстратор уменьшает полный момент инерции системы до $(J_0 + 2mR_1^2)$, где $2mR_1^2 -$

момент инерции обеих гантелей, R_2 - новое расстояние от оси вращения до гантели ($R_2 < R_1$). Из закона сохранения момента импульса следует, что:

$$(J_0 + 2mR_1^2)\vec{\omega}_1 = (J_0 + 2mR_2^2)\vec{\omega}_2 = \vec{L}_{\text{внешн.}} = \text{const.}$$

Поэтому, если момент инерции системы уменьшается, возрастает ее угловая скорость до $\vec{\omega}_2$ или наоборот, вытягивая руки, демонстратор увеличивает момент инерции, но при этом уменьшается угловая скорость вращения системы.

Закон сохранения момента импульса часто применяют в практике. Например, артисты цирка, солисты балета и фигурного катания вращаются с большими угловыми скоростями, выполняя фигуры с вращением, сначала увеличивают момент инерции, вытягивая руки, а потом их быстро прижимают плотно к телу и приобретают головокружительные угловые скорости вращения.

Даже прыгуны в высоту в момент преодоления планки стгибаются, чтобы уменьшить момент инерции тела и быстро пролететь через планку, т.е. в минимально короткое время.