

М. Е. Семенов (Воронеж, ВГАСУ). **Стабилизация верхнего положения физического маятника в условиях гистерезисного управления.**

Классическая задача удержания обратного маятника в верхнем положении была рассмотрена П.Л. Капицей в статье [1]. В ней маятник представляет собой невесомый жесткий стержень, на верхнем конце которого находится груз, а нижний его конец шарнирно закреплен на горизонтально движущейся платформе.

В работе, представленной данным докладом, рассматривается случай, когда нижний конец стержня шарнирно закреплен на цилиндре, движение которого вызывается движением поршня.

Для построения математической модели использовалась операторная трактовка гистерезисных нелинейностей [2], поскольку управляющее воздействие на систему совпадает с выходом гистерезисного преобразователя — обобщенного люфта.

Основное внимание в работе уделялось вопросу: при каких соотношениях между линейным размером поршня и максимальной скоростью возможна стабилизация верхнего положения маятника.

Теорема. Пусть дан обратный маятник в начальный момент времени t_0 с начальным углом отклонения от вертикальной оси φ_0 и начальной угловой скоростью ω_0 , который управляется движением поршня, ускорение которого постоянно и равно по модулю k , в цилиндре длиной h . Пусть в начальный момент времени поршень находится на расстоянии S_0 от левой границы цилиндра. Тогда для того чтобы удерживать маятник в верхнем положении, необходимо, чтобы выполнялось соотношение

$$\ln \left[\left\{ (-\text{sign } \varphi(T))k - \sqrt{\omega^2(T)gl - \varphi^2(T)g^2 + 2\text{sign}(\varphi(T))gke^{t+\Delta t\sqrt{g/l}}} \right\} \times \left\{ \omega(T)\sqrt{gl} + \varphi(T)g - \text{sign}(\varphi(T))k \right\}^{-1} \right] > 0,$$

где

$$T = t_0 + \Delta t, \quad \Delta t = \begin{cases} \sqrt{2S_0/k}, & \text{если } \varphi_0 \geq 0, \\ \sqrt{(h - S_0)/k}, & \text{если } \varphi_0 < 0, \end{cases}$$

если выполнено соотношение

$$\ln \left\{ - \left(-\omega_0\sqrt{l} + \varphi_0\sqrt{g} \right) / \left(\omega_0\sqrt{l} + \varphi_0\sqrt{g} \right) \right\} > 0,$$

иначе

$$\Delta t = \begin{cases} \sqrt{(h - S_0)/k}, & \text{если } \varphi_0 \geq 0, \\ \sqrt{2S_0/k}, & \text{если } \varphi_0 < 0, \end{cases}$$

и $A\ddot{\varphi} = mgl\varphi$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капица П. Л. Маятник с вибрирующим подвесом. — Успехи физических наук, 1951, т. 64, с. 7–20.
2. Красносельский М. А., Покровский А. В. Системы с гистерезисом. М: Наука, 1983.