

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО ГОРИЗОНТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО РОБОТА

В.А. Шурыгин, Д.Н. Покровский, г. Волгоград, Россия

In this paper, we discuss the problem of choice of efficient parameters for automatic horizontality gear of special robot. The robot intended for detection and designation of anti-personnel mines. The numerical modeling results, which were made in “Simulink”, are cited.

Система автоматического горизонтирования специализированного робота реализована на основе трехпозиционного жидкостного датчика горизонта, имеющего зоны нечувствительности, характеризующие его точность. Сигнал датчика принимает постоянные дискретные значения в зависимости от отклонения оси датчика от горизонтального положения. Если установить такие датчики в двух взаимно перпендикулярных плоскостях робота — один вдоль продольной оси, другой вдоль поперечной оси, то их показания характеризуют углы крена θ и дифферента ψ корпуса робота.

Математическая модель динамики вращательного движения корпуса робота вокруг центра масс в проекциях на оси подвижной системы координат $CXYZ$, жестко связанной с корпусом робота и при использовании корабельных углов Эйлера имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} I_x \cdot \ddot{\theta} - (I_z - I_y) \dot{\psi}^2 \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta &= M_x, \\ I_y \dot{\psi} \cdot \cos\theta - (I_x + I_y - I_z) \dot{\psi} \cdot \dot{\theta} \cdot \sin\theta &= M_y, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь I_x, I_y, I_z — главные центральные моменты инерции робота; M_x, M_y — моменты сил от приводов опорных стоек относительно подвижных осей координат.

В модели, описываемой уравнениями (1), принято, что угол рыскания φ равен нулю. Для конструкции рассматриваемого робота моменты сил от приводов относительно подвижной оси Z равны нулю.

Используя динамическую характеристику приводного двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, зависимость сил приводов опорных стоек имеет вид:

$$\tau \cdot \dot{F}_k + F_k = a \cdot u_k - b \cdot (\dot{\theta} \cdot y_k - \dot{\psi} \cdot \cos\theta \cdot x_k) \quad (2)$$

где a, b — постоянные, характеризующие параметры двигателя и привода; x_k, y_k — координаты точек крепления опорных стоек к корпусу робота в подвижной системе $CXYZ$; $u_k = u_{\psi k} + u_{\theta k}$ — входной параметр, управляющий напряжением, подводимым к якорю электродвигателя ($u_{\psi k} = \Phi(\psi) \cdot \mu \cdot \psi_0 \cdot \text{sign}(\psi_0 \cdot x_k)$, $u_{\theta k} = -\Phi(\theta) \cdot \mu \cdot \theta_0 \cdot \text{sign}(\theta_0 \cdot y_k)$); τ — электромагнитная постоянная времени.

Тогда правые части уравнений системы (1) равны:

$$M_x = \sum_{k=1}^4 F_k \cdot y_k, \quad M_y = -\sum_{k=1}^4 F_k \cdot x_k \quad (3)$$

В соответствии с поставленной задачей, необходимо минимизировать углы крена и дифферента. В момент времени $t_0 = 0$ начала горизонтирования робот находится в покое и опирается на грунт в четырех точках, углы крена и дифферента имеют значения θ_0 и ψ_0 и находятся вне зоны нечувствительности датчиков.

На рис. 1 приведены графики переходных процессов в замкнутой системе. В данном примере начальные значения углов крена и дифферента равны 0,07 рад, и датчики одинаковой точности. Значения параметров привода соответствуют минимальному времени горизонтирования, при условии ограничения максимальных значений мощности двигателей.

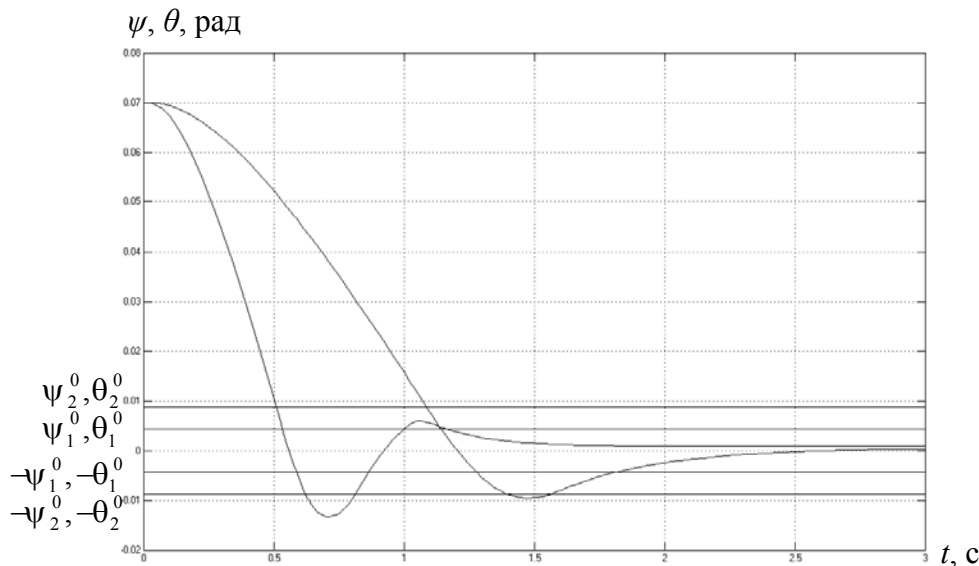


Рис. 1. Переходные процессы углов крена θ и дифферента ψ в замкнутой системе.

$\psi_1^0, \psi_2^0, \theta_1^0, \theta_2^0$ — пределы зоны нечувствительности датчика

Численное моделирование, проведенное для различных значений углов крена и дифферента, и различных значений параметров двигателя и привода, подтвердило возможность выбора рациональных параметров привода автоматического горизонтирования специализированного робота.