

ЦИФРОВОЙ ИНВАРИАНТНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР ТАНКОВОЙ ПУШКИ

Александрова Т.Е., Александрова И.Е., Лазаренко А.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Известна схема стабилизатора танковой пушки, обладающего свойствами инвариантности к действию внешних возмущений, уводящих ось канала ствола от линий прицеливания. Схема содержит помимо традиционных гироскопических датчиков угла и угловой скорости также два датчика давления рабочей жидкости в полостях исполнительного гидроцилиндра канала вертикального наведения. Алгоритм стабилизации, формируемый электронным блоком стабилизации в этом случае записывается в виде:

$$U(t) = k_{\varphi} \varphi(t) + k_{\dot{\varphi}} \dot{\varphi}(t) + k_p \Delta p(t), \quad (1)$$

где $j(t)$ - угол отклонения оси канала ствола танковой пушки относительно линии прицеливания; $\dot{j}(t)$ - угловая скорость поворота пушки; $\Delta p(t)$ - разность давления рабочей жидкости в полостях гидроцилиндра.

Однако нелинейная характеристика предохранительного клапана электро-гидравлического усилителя стабилизатора канала вертикального наведения является причиной возникновения автоколебаний давления рабочей жидкости в гидросистеме. Амплитуда автоколебаний рабочей жидкости не превышает 0,01% от величины номинального давления, поэтому указанные автоколебания практически не оказывают влияния на точность аналогового стабилизатора, реализующего алгоритм стабилизации (1). Частота автоколебаний достигает величины $w = 0.5 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$ или $f \approx 80 \text{ Гц}$. Эта частота достаточно велика, что приводит к значительным помехам при использовании первой разности решетчатой функции $\Delta p[nT]$ в цифровом стабилизаторе танковой пушки, реализующем алгоритм стабилизации:

$$U[nT] = k_j j[nT] + k_{\dot{j}} \frac{j[nT] - j[(n-1)T]}{T} + k_p \Delta p[nT] + k_{\dot{\Delta p}} \frac{\Delta p[nT] - \Delta p[(n-1)T]}{T}. \quad (2)$$

Для фильтрации зашумленных высокочастотными помехами сигналов наиболее эффективными являются рекурсивные фильтры Баттеруорта, а для получения разностей решетчатых функций - фильтры Ланцоша. Выражение для дискретной передаточной функции вновь введенного контура стабилизации:

$$W_p(z) = k_p W_a(z) + k_{\dot{\Delta p}} W_a(z) W_e(z) = W_a(z) [k_p + k_{\dot{\Delta p}} W_e(z)], \quad (3)$$

где $W_a(z), W_e(z)$ - дискретные передаточные функции фильтров Баттеруорта и Ланцоша соответственно.