

УДК 621.866.12
УЧЕТ ПЕРЕМЕННОЙ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВЕДУЩЕГО ЗВЕНА
ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА

А. В. ДЕМОКРИТОВА, В. Н. ДЕМОКРИТОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Ульяновск, Россия

В предыдущей статье [1] выводы были сделаны в предположении постоянства угловой скорости ведущего звена. В настоящей публикации введен учет переменной угловой скорости ω_i на примере шарнирного четырехзвенника.

Однако из уравнения движения машины в интегральной форме [2]

$$\frac{I_{np}\omega_1^2}{2} - \frac{I_{np0}\omega_0^2}{2} = \int_0^{\varphi_1} M_{np} d\varphi,$$

можно выразить при $\omega_0 = 0$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2}{I_{np}} \int_0^{\varphi_1} M_{np} d\varphi_1},$$

где φ_1 – текущий угол поворота ведущего звена (звена приведения);

$$M_{np} = \sum F_i \frac{v_i}{\omega_1} \cos \alpha_i + \sum M_i \frac{\omega_i}{\omega_1}$$

приведенный момент внешних сил.

Внешний момент, нагружающий кривошип $M_1 = M_n$, более точный учет механической характеристики электродвигателя – на стадии проверочных расчетов. Здесь M_n – номинальный момент электродвигателя.

Приведенный момент инерции механизма

$$I_{np} = \sum m_i \left(\frac{v_{si}}{\omega_1} \right)^2 + \sum I_{0i} \left(\frac{\omega_i}{\omega_1} \right)^2,$$

где i – номер силового фактора; F_i – внешняя сила; v_i – скорость точки приложения силы; α_i – угол между векторами силы и скорости точки ее приложения; M_i – внешний момент силы; m_i – масса звена; v_{si} – скорость центра масс звена; I_{0i} – момент инерции звена относительно оси вращения; ω_i – угловая скорость звена.

После расшифровки M_{np} , I_{np} и ω_1 для конкретного механизма они принимают вид

$$M_{np} = f_1(\varphi_1); I_{np} = f_2(\varphi_1) \text{ и } \omega_1 = f_3(\varphi_1).$$

При этом отношения $\frac{v_i}{\omega_1}$ и $\frac{\omega_i}{\omega_1}$ не зависят от искомого закона движения и остаются постоянными – определяемыми по плану скоростей. Выражение

$\int_0^\varphi M_{np} d\varphi$ вычисляется аналитическим или численным способом.

Так как $M = I\varepsilon$

$$\varepsilon_1 = M_{np}/I_{np} .$$

Для динамической модели угловое ускорение ведущего звена

$$\varepsilon_1 = \frac{M_{np}}{I_{np}} = f_5(\varphi_1) .$$

Для проверки прочности требуется определить силы инерции, а для них – ускорения центра масс звена и угловое ускорение звена.

Оба фактора – из плана ускорений для каждого положения механизма.

Известность ε_1 упрощает аналитический расчет по плану ускорений, так как касательное ускорение точки А (конец кривошипа)

$$a^t = \varepsilon_1 l_{OA} ,$$

где l_{OA} – длина кривошипа.

Итерации прекращаются при достижении прочности всех звеньев при любом положении механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демокритова, А. В. Разработка общего алгоритма оптимизации рычажного механизма / А. В. Демокритова // Материалы 46-й науч.-техн. конф. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – С. 188.
2. Теория механизмов и машин / Под ред. К. В. Фролова. – М. : Высш. шк., 1987. – 496 с.