

## ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПО ТЕПЛОВЫМ ПОТЕРЯМ ДИАГРАММ ПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ЗАДАНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ РЫВКА

Полинский С.В., магистрант; Розкаряка П.И., аспирант; Толочко О.И.,  
доцент, д.т.н.

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

С целью уменьшения ударов в кинематических передачах в системах управления электроприводами предусматривают ограничение не только скорости и ускорения, но и рывка.

Одним из способов ограничения рывка является установка на входе системы автоматического управления задающего устройства, формирующего эталонные сигналы задания на изменение основных координат электропривода. Для позиционных электроприводов такими координатами являются положение  $\varphi$ , скорость  $\omega$ , ускорение  $\varepsilon$  и рывок  $\rho$ .

Рассмотрим методику формирования оптимальных по тепловым потерям диаграмм обработки заданного перемещения  $\Delta\varphi_{\gamma}$  за заданное время  $t_{\Omega}$ , с учетом ограничений на скорость  $\omega_{\Omega}$ , ускорение  $\varepsilon_{\Omega}$  и рывок  $\rho_{\Omega}$ .

В зависимости от соотношения перечисленных выше параметров исследуемые диаграммы могут иметь одну из четырех форм, представленных на рис. 1: а) диаграмма с ограничением рывка, б) с ограничением рывка и скорости, в) с ограничением рывка и ускорения, г) с ограничением рывка, скорости и ускорения.

При реализации приведенных диаграмм достаточно сформировать сигнал задания на ускорение  $\varepsilon(t)$ , а оставшиеся координаты (скорость  $\omega(t)$  и перемещение  $\Delta\varphi(t)$ ) получить его последовательным интегрированием.

Приведем пример расчета характерных точек сигналов задания на ускорение. Для начала проанализируем самую простую диаграмму (рис. 1 а). Для определения времени  $t_1$  запишем выражение для перемещения  $\Delta\varphi_{\gamma}$  в виде суммы площадей, ограниченных кривой скорости  $\omega(t)$  (см. рисунок):

$$\Delta\varphi_{\gamma} = 2 \frac{\rho_{\Omega} t_1^3}{6} + \frac{\rho_{\Omega} t_1^2}{2} (t_{\Omega} - 2t_1) + \frac{\rho_{\Omega} t_1}{6} (t_{\Omega} - 2t_1)^2.$$

После математических преобразований получаем уравнение второй степени относительно  $t_1$ :

$$t_1^2 \left( -\frac{t_{\Omega}}{6} \right) + t_1 \frac{t_{\Omega}^2}{6} - \frac{\Delta\varphi_{\gamma}}{\rho_{\Omega}} = 0,$$

откуда находим время работы привода с заданным значением рывка при разгоне и торможении:

$$t_1 = \frac{t_0}{2} - \sqrt{\frac{t_0^2}{4} - \frac{6\varphi}{t_0\rho_0}}$$

После этого достаточно легко определить максимальные значения ускорения  $\varepsilon_{\max}$  и скорости  $\omega_{\max}$ :

$$\varepsilon_{\max} = \rho_0 t_1; \quad \omega_{\max} = \frac{1}{4} \rho_0 t_1 t_0.$$

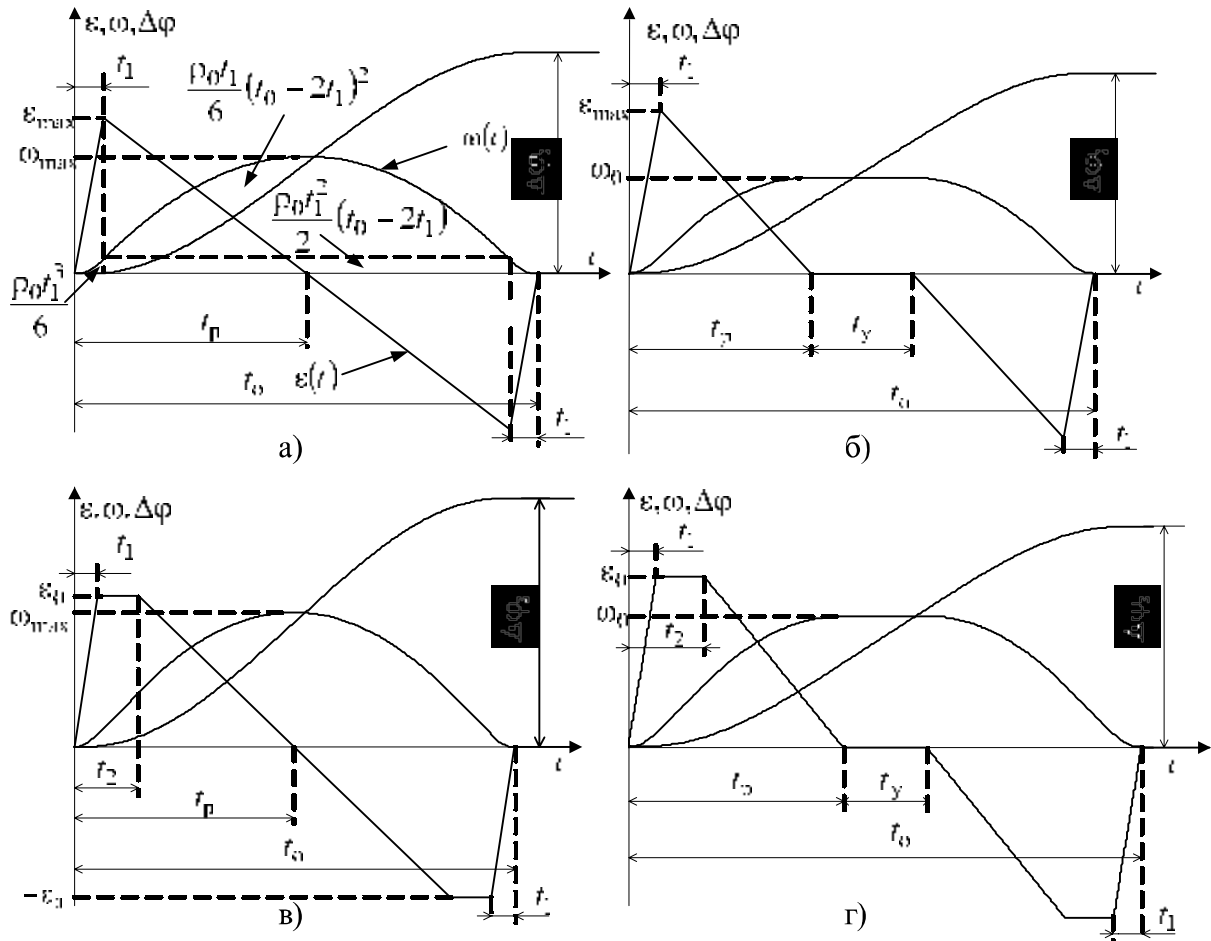


Рисунок 1 – Оптимальные по тепловым потерям диаграммы перемещения, сформированные с учетом ограничений на скорость, ускорение и рывок

Параметры остальных диаграмм определены по той же методике и сведены в табл. 1.

При известных выражениях для расчета максимальных значений ускорения  $\varepsilon_{\max}$  и скорости  $\omega_{\max}$ , можно составить алгоритм выбора необходимой диаграммы обработки заданного перемещения, обеспечивающей оптимальные тепловые потери двигателя и заданные значения рывка. В работе [1] представлена блок-схема алгоритма, который можно использовать для решения и данной задачи, но для этого необходимо предварительно заменить формулы для  $\varepsilon_{\max}$  и

$\omega_{\max}$  соответствующими формулами, учитывающими ограничение на рынок, а также применить приведенные в табл. 1 формулы для расчета абсцисс точек излома графиков  $\varepsilon(t)$ .

Таблица 1 – Формулы для расчета оптимальных по тепловым потерям диаграмм с заданным значением рынка

Р ис.	$t$	$\omega_{\max}$	$\varepsilon_{\text{п-д}}$
а	$t_1 = \frac{t_0}{2} - \sqrt{\frac{t_0^2}{4} - \frac{6\varphi}{t_0\rho_0}}$	$\frac{1}{4}\rho_0 t_1 t_0$	$\rho_0 t_1$
б	$t_p = \frac{2\omega_0}{\rho_0 t_1} \quad t_y = t_0 - 2t_p$ $t_1 = \frac{3}{4} \left( t_0 - \frac{\varphi}{\omega_0} - \frac{\sqrt{\omega_0^2 t_0^2 - 2\omega_0 t_0 \varphi + \varphi^2 - \frac{32\omega_0^3}{9\rho_0}}}{\omega_0} \right)$	$\omega_0$	$\rho_0 t_1$
в	$t_1 = \frac{\varepsilon_0}{\rho_0}$ $t_2 = \frac{t_0}{2} - \frac{\sqrt{3t_0^2 - \frac{12\varphi}{\varepsilon_0} - \frac{6t_0\varepsilon_0}{\rho_0} + \frac{4\varepsilon_0^2}{\rho_0^2}}}{2}$	$\frac{\varepsilon_0}{2} \left( \frac{t_0}{2} + t_2 - t_1 \right)$	$\varepsilon_0$
г	$t_1 = \frac{\varepsilon_0}{\rho_0}$ $t_2 = \sqrt{t_1^2 + 12 \left( \frac{\omega_0}{\varepsilon_0} \left( t_0 - \frac{\varepsilon_0}{\rho_0} - \frac{\omega_0}{\varepsilon_0} \right) - \frac{\varphi}{\varepsilon_0} \right)}$ $t_p = \frac{\omega_0}{\varepsilon_0} + \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2} \quad t_y = t_0 - 2t_p$	$\omega_0$	$\varepsilon_0$

#### Перечень ссылок

1. Мазин А.Ю., Розкаряка П.И. Алгоритм формирования оптимальных по нагреву диаграмм с различными видами ограничений // Автоматизация технологических объектов та процесів. Пошук молодих. Збірник наукових праць II Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та студентів в м. Донецьку 25-26 квітня 2002 р. – Донецьк: ДонНТУ. – 2002. – С. 168-170.