

П8 РАСЧЕТ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Существенной задачей расчета переходных процессов различных систем электропривода является оценка интегральных показателей работы конкретного электропривода за цикл (мгновенные и цикловые значения КПД η и коэффициента мощности $\cos \varphi$ или k_M , среднеквадратичный ток двигателя I_{CPKB} , время переходного процесса t , пройденный путь α и др.) и сравнение его показателей с показателями других систем электропривода.

Для расчета интегральных показателей (например, системы ПЧ-АД – см. рис. П20 Приложения П7) в программах рассчитываются интегральные показатели переходных процессов:

- время пуска tk , время торможения tt ;
- механическая энергия на валу двигателя Pv ;
- активная энергия двигателя Pd , потери в преобразователе dPd , активная энергия из сети Pc ;
- реактивная энергия из сети Qc ;
- среднеквадратичный ток двигателя $I_{kV} = I_{k\bar{v}}$;
- угол поворота вала двигателя $al = L$.

Расчет показателей выполнен только за времена пуска и торможения. Для расчета интегральных показателей за время установившегося режима в конце пуска выводятся значения параметров установившегося режима:

- синхронная скорость $\omega o/\omega on$;
- скорость вала двигателя $\omega = \omega_{уст}$;
- момент $M = M_{уст}$;
- ток статора $I = I_{уст}$;
- мгновенный коэффициент полезного действия kpd ;
- мгновенный коэффициент мощности km .

Пример расчета интегральных показателей показан в таблице П.9.

Время установившегося режима $t_{уст}$ определяется остатком пути $L_{уст}$ после пути переходных процессов пуска и торможения и скоростью установившегося режима.

Интегральные показатели электропривода в результате расчета нагрузочных диаграмм рис. П20:

- путь в установившемся режиме $L_{уст} = 356,11$ рад;
- время установившегося режима $t_{уст} = 2,97$ с ;
- цикловой КПД $\eta = 0,6$;
- цикловой коэффициент мощности $k_M = 0.81$;
- среднеквадратичный ток статора $I_{CPKB} = 47,12$ А;

Максимальный ток статора $2,2 \cdot I_{н} = 2,2 \cdot 51 = 112,2$ А нужно сравнить с предельным выходным током преобразователя частоты ($1,5 \cdot I_{пч ном}$).

Максимальный момент двигателя $1,8 \cdot M_H = 1,8 \cdot 247,4 = 445$ Нм нужно сравнить с критическим моментом M_K .

Пример расчета интегральных показателей системы ПЧ – АД

| | Показатели | Единица измерения | Пуск | Установившийся режим | Торможение | Σ |
|--|--------------------------|-------------------|--------|--------------------------------|------------|--|
| 1 | $\omega_0 / \omega_{0п}$ | - | | 1,194 | | |
| 2 | $\omega_{уст}$ | рад/с | | 119,86 | | |
| 3 | $M_{уст}$ | Н·м | | 122,68 | | |
| 4 | $I_{уст}$ | А | | 36,56 | | |
| 5 | L | рад | 109,79 | Угол поворота вала двигателя | 34,1 | 500 |
| $L_{уст} = L_c - L_{п} - L_{т} =$ $= 500 - 109,79 - 34,1 =$ $= 356,11$ | | | | | | |
| 6 | t | с | 1,2 | Время работы в уст. режиме | 0,65 | 4,83 |
| $t_{уст} = L_{уст} / \omega_{уст} = 356,11 / 119,86 =$ $= 2,97$ | | | | | | |
| 7 | Pv | Вт·с | 19679 | Энергия на валу | -5248 | 58103 |
| $P_{vуст} = M_{уст} \cdot \omega_{уст} \cdot t_{уст} =$ $= 122,68 \cdot 119,86 \cdot 2,97 =$ $= 43672$ | | | | | | |
| 8 | Pd | Вт·с | 31838 | Активная энергия на статоре | -3413 | 97500 |
| $P_{dуст} = P_{суст} - dP_{руст} =$ $= 72545 - 3470 =$ $= 69075$ | | | | | | |
| 9 | dPp | Вт·с | 839,8 | Энергия потерь в ПЧ | 189,3 | 4500 |
| $dP_{руст} = 0,5 \cdot dP_{pn} \cdot t_{уст} \cdot$ $\cdot (1 + (\Pi / I_{pn})^2) =$ $= 0,5 \cdot 1407 \cdot 2,97 \cdot$ $\cdot (1 + (36,56/45)^2) =$ $= 3470$ | | | | | | |
| 10 | Pc | Вт·с | 32678 | Активная энергия из сети | -3223 | 102000 |
| $P_{суст} = P_{vуст} / \eta =$ $= 43672 / 0,602 =$ $= 72545$ | | | | | | |
| 11 | Sc | Вар·с | | Полная энергия из сети | - | - |
| $S_{суст} = P_{суст} / \text{km} =$ $= 72545 / 0,953 = 76122$ | | | | | | |
| 12 | Ic | А | - | Ток сети | - | - |
| $I_{с} = S_{суст} / (3 \cdot U_1 \phi \cdot t_{уст}) =$ $= 76122 / (3 \cdot 220 \cdot 2,97) =$ $= 38,8$ | | | | | | |
| 13 | $I_{кв}$ | А | 69,7 | Среднеквадратичный ток статора | 37,77 | $((\Sigma I_i^2 \cdot t_i) / \Sigma t_i)^{0,5} =$ $= ((69,7^2 \cdot 1,2 +$ $+ 36,56^2 \cdot 2,97 +$ $+ 37,77^2 \cdot 0,65) /$ $/(1,2 + 2,97 + 0,65))^{0,5} =$ $= 47,12$ |
| $I_{кв} = 36,56$ | | | | | | |

Продолжение таблицы П9

| | | | | | | |
|----|-------------------|-------|--|---|--|---|
| 14 | η | - | $P_v / P_c =$ $=19679/$ $/32678 =$ $= 0,6$ | Мгновенный КПД системы 0,602 | $P_c / P_v =$ $=(-3223)/$ $/(-5248) =$ $= 0,614$ | $\Sigma P_v / \Sigma P_c =$ $= 58103/102000=0,57$ $\Sigma \eta_i \cdot t_i / \Sigma t_i$ $= (0,6 \cdot 1,2 + 0,602 \cdot 2,97 +$ $+ 0,614 \cdot 0,65) / 4,83 =$ $= 0,601$ |
| 15 | Q_c | Вар·с | 10389 | Реактивная энергия из сети $Q_c = P_{\text{СУСТ}} \cdot (1 - \text{km}^2)^{0,5} / \text{km} =$ $= 72545 \cdot (1 - 0,953^2)^{0,5} / 0,953 =$ $= 20945$ | -33674 | - 2339 |
| 16 | km | - | $P_c /$ $/(P_c^2 + Q_c^2)^{0,5}$ $= 32678 /$ $/(32678^2 +$ $+ 10389^2)^{0,5} =$ $= 0,952$ | Мгновенный коэффициент мощности системы 0,953 | $P_c /$ $/(P_c^2 + Q_c^2)^{0,5} =$ $= -3223 /$ $/(-3223^2 +$ $+ (-33674)^2)^{0,5} =$ $= -0,095$ | $102000 / (102000^2 + (-$ $2339)^2)^{0,5} = 0,999$ $\Sigma \cos \varphi_i \cdot t_i / \Sigma t_i =$ $= (0,952 \cdot 1,2 +$ $+ 0,953 \cdot 2,97 -$ $- 0,095 \cdot 0,65) /$ $/ 4,83 = 0,81$ |
| 17 | $M_{\text{МАКС}}$ | о.е. | 1,8 | | | |
| 18 | $I_{\text{МАКС}}$ | о.е. | 2,2 | | | |