

УДК 62. 83

Л. Г. Лимонов, канд. техн. наук

СРАВНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Аннотация. Приведены расчетные характеристики показателя, который определяется отношением номинального вращающего момента электродвигателя к его моменту инерции и характеризует динамичность асинхронных и синхронных двигателей переменного тока. Этот показатель – динамический коэффициент качества, он существенно влияет на быстродействие электропривода с конкретным двигателем.

Ключевые слова: динамический коэффициент качества, асинхронный двигатель, синхронный двигатель с постоянными магнитами, динамичность, электропривод, момент инерции, номинальный вращающий момент

L. G. Limonov, PhD.

COMPARISON OF DYNAMIC QUALITY FACTORS OF AC MOTORS

Abstract. This paper lists calculated characteristics of the value that is defined by the ratio of rotation moment of electric motor to its moment of inertia and determines the acceleration capacity of induction and synchronous AC motors. This value is a dynamic quality factor; it significantly influences the speed of electric motor that uses motor drive.

Keywords: dynamic quality factor, induction motor, synchronous motor, electric drive, dynamic quality, moment of inertia, rated rotation torque

Л. Г. Лимонов, канд. техн. наук

ПОРІВНЯННЯ ДІНАМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

Анотація. Наведено розрахункові характеристики показника, який визначається відношенням номінального обертового моменту електродвигуна до його моменту інерції і характеризує динамічність асинхронних і синхронних двигунів змінного струму. Цей показник – динамічний коефіцієнт якості, він суттєво впливає на швидкодію електропривода з конкретним двигуном.

Ключові слова: динамічний коефіцієнт якості, асинхронний двигун, синхронний двигун з постійними магнітами, динамічність, електропривод, момент інерції, номінальний обертовий момент

Введение. Выбор приводного электродвигателя и определение его основных параметров – важный этап работы при конструировании или модернизации электропривода промышленного механизма.

Как известно, основные номинальные параметры, чаще всего определяющие выбор приводного асинхронного электродвигателя для конкретного промышленного механизма, – это мощность P , скорость вращения n и напряжение статорной обмотки. Иногда при конструировании электропривода представляет интерес величина момента инерции ротора. Обобщенным интегральным показателем, характеризующим электродвигатель, очевидно, следует считать величину номинального вращающего момента. Этот параметр определяет, как правило, однозначно и массо-габаритные характеристики выбранного электродвигателя, и его пригодность для использования в качестве приводного данного механизма или машины.

© Лимонов Л.Г., 2013

Если же электродвигатель предназначен для привода механизма, который требует обеспечения определенных динамических показателей, чаще всего это проявляется при конструировании регулируемых электроприводов по схеме ПЧ-АД, то абсолютные значения вышеперечисленных номинальных параметров могут оказаться недостаточными при оценке применимости двигателя для конкретного электропривода.

Материалы анализа. Показателем динамических свойств электродвигателя может служить динамический коэффициент качества, предложенный в [1],

$$a = \frac{M}{J},$$

где M – номинальное значение вращающего момента; J – момент инерции ротора.

Этот коэффициент, как очевидно, имеет размерность ускорения ($1/c^2$) и представляет собой ускорение двигателя в режиме идеального холостого хода при действии номинального вращающего момента на валу.

Приведенные результаты расчета динамических коэффициентов качества, выполненные для асинхронных электродвигателей массовых серий [2–8], позволяют сравнить и оценить динамические характеристики этих двигателей и принять во внимание при их выборе для привода конкретных промышленных механизмов.

Так, в табл.1 приведены результаты расчетов коэффициента a для двигателей производства Владимирского (ВЭМЗ) и Ярославского (ЯЭМЗ) электромеханических заводов. Для сравнения: коэффициент a для асинхронных двигателей краново-металлургической серии МТК и МТКН при мощности от 3,5 до 200 кВт и скорости от 600 до 1000 об/мин оказывается в диапазоне значений от 223 до 50 1/с², т.е. намного ниже.

В табл. 2 приведены результаты расчетов коэффициента a для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором серий K20R, K21R, K22R, K25R фирмы VEM motors (Германия) и асинхронных двигателей фирмы Siemens (Германия) – серии Simotics SD 1LE1, с чугунным корпусом, серии Simotics SD 1LG6, с чугунным корпусом, серии Simotics SD 1LA6/1LG4, с чугунным корпусом и серии асинхронных двигателей повышенной мощности Simotics N-compact 1LA8 с чугунным корпусом.

Результаты расчетов коэффициента a для трех серий асинхронных короткозамкнутых двигателей фирмы АВВ (Швейцария): серии М3АА, станина алюминиевая, серии М2СА, станина стальная и серии М3РР рольганговых двигателей даны в табл. 3.

И в заключение приведены аналогичные результаты расчетов для синхронных двигателей с постоянными магнитами возбуждения, такие двигатели находят широкое применение в регулируемых электроприводах промышленных механизмов, так как не требуют специальных источников питания для возбуждения и могут работать с преобразователями частоты обычного исполнения.

Расчеты выполнены для синхронных двигателей с постоянными магнитами серии NT-direct 1FW4 фирмы Siemens (Германия) и серии M3_J, AMZ фирмы АВВ (Швейцария), результаты их приведены в табл. 4.

Выводы. Приведенные расчетные кривые коэффициентов динамичности позволяют произвести сравнение и оценку динамических характеристик двигателей при выборе их для создания быстродействующих регулируемых и нерегулируемых электроприводов переменного тока. Как видно из данных, приведенных в таблицах 1–4, и построенных на их основе графиков (пример приведен на рисунке) изменения коэффициента a , динамические свойства двигателей переменного тока в большинстве имеют явно выраженный гиперболический характер, т.е. коэффициент a существенно снижается при увеличении мощности двигателя. Это является еще одним аргументом в пользу конструирования быстродействующих электроприводов на базе двухдвигательных систем с применением двигателей меньшей мощности вместо однодвигательных, с двигателями большей мощности.

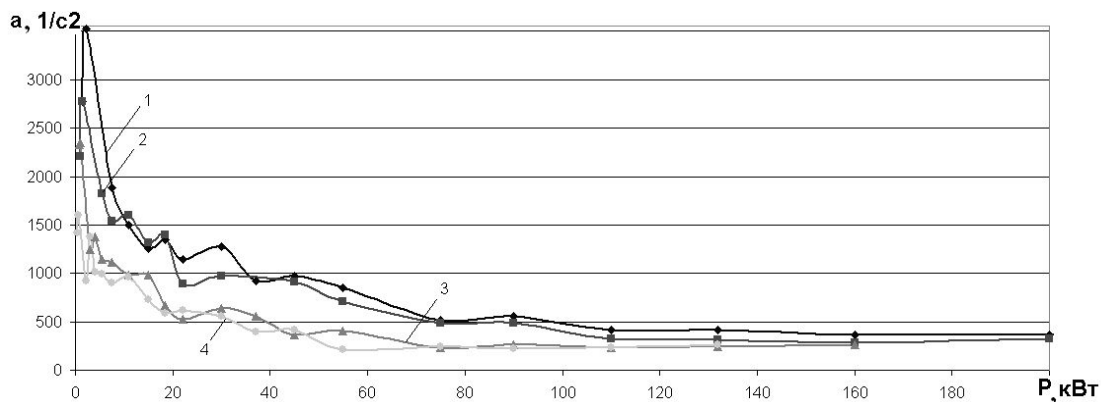


Рис. 1. Изменение коэффициента динамичности электродвигателей завода ВЭМЗ:
 1 – 3000 об/мин, 2 – 1500 об/мин, 3 – 1000 об/мин, 4 – 750 об/мин

1. Показатели динамичности электродвигателей заводов ВЭМЗ и ЯЭМЗ

Производитель, серия	Мощность, кВт	Скорость, об/мин	Коэффициент a , 1/с ²	
			Диапазон	Средний
ВЭМЗ (Россия), 5А, АИР, 5АМ	1,5 – 250	3000	3524 – 361	1137
	1,1 – 200	1500	2778 – 288	1081
	0,75 – 160	1000	2354 – 233	839
	0,37 – 132	750	1596 – 223	643
ЯЭМЗ (Россия) АМТК-Ф	5,5 – 500	1500	2815 – 287	980
	3 – 355	1000	3947 – 200	846
	7,5 - 250	750	1960 – 234	693
	6 – 193	600	1710 – 232	648
	5,5 – 132	500	1211 – 226	529

2. Показатели динамичности электродвигателей фирм VEM motors и Siemen

Производитель, серия	Мощность, кВт	Скорость, об/мин	Коэффициент a 1/с ²	
			Диапазон	Средний
VEM motors (Германия), K20R, K21R, K22R, , K25R	0,09 – 500	3000	5918 – 203	1904
	0,06 – 500	1500	5269 – 269	1986
	0,09 – 355	1000	4826 – 212	1222
	0,09 – 280	750	2852 - 221	1059
Siemens (Германия), Simotics SD 1LE1	3 – 200	3000	2243 – 200	756
	2,2 – 200	1500	1870 – 353	910
	1,5 – 160	1000	1556 – 296	772
	0,75 – 7,5	750	1422 - 805	1096
Siemens (Германия) Simotics SD 1LG6	22 – 315	3000	827 – 264	386
	18,5 – 315	1500	1021 – 352	549
	15 – 200	1000	735 - 265	395
Siemens (Германия), Simotics SD 1LA6 (1LG4)	3 – 200	3000	2829 – 293	915
	2,2 – 200	1500	3636 – 354	1272
	1,5 – 160	1000	3191 – 319	1115
	0,75 – 132	750	2381 - 330	1038
Siemens (Германия), Simotics N-compact 1LA8	250 – 1000	3000	297 – 128	224
	250 – 1000	1500	459 – 222	323
	200 – 800	1000	330 – 173	226

3. Показатели динамичности электродвигателей фирмы АВВ

Производитель, серия	Мощность, кВт	Скорость, об/мин	Коэффициент a , 1/с ²	
			Диапазон	Средний
АВВ (Швейцария), М3АА	0,18 – 90	3000	5313 – 342	1944
	0,12 – 90	1500	4793 – 456	1661
	0,09 – 55	1000	4725 – 309	1520
	0,09 – 37	750	1771 – 276	1015
АВВ (Швейцария), М2СА	75 – 560	3000	332 – 203	280
	75 – 630	1500	420 – 239	319
	45 – 500	1000	266 – 190	228
	37 – 160	750	264 – 223	249
АВВ (Швейцария), М3РР	7 – 55	1000	340 – 70	149
	5,5 – 45	750	360 – 75	160
	3,3 – 160	345	219 – 107	151

4. Показатели динамичности электродвигателей различных фирм

Производитель, серия	Мощность, кВт	Скорость, об/мин	Коэффициент $a, 1/c^2$	
			Диапазон	Средний
Siemens (Германия), HT-direct 1FW4	502 – 1181	800	317 – 272	297
	402 – 1256	600	338 – 193	289
	284 – 900	400	359 – 207	307
	150 – 481	200	380 – 222	326
ABB (Швейцария), M3_J, AMZ	45 – 333	430	445 – 180	302
	30 – 220	300	434 – 170	286
	20 – 150	220	395 – 150	270
	11 – 81	127	372 – 148	254

Сравнение динамичности двигателей одинаковой мощности и скорости различных фирм-производителей показывает существенное преимущество двигателей серии Simotics SD 1LA6 (1LG4) фирмы Siemens, а также преимущество синхронных двигателей с постоянными магнитами той же фирмы по сравнению с аналогичными двигателями фирмы ABB.

Список использованной литературы

1. Гейлер, Л. Б. Основы электропривода/ Л. Б. Гейлер – Минск : Высшейша школа, 1972. – 608с.
2. Вешеневский, С. Н. Характеристики двигателей в электроприводе/ С. Н. Вешеневский. – М. :Энергия, 1977. – 432 с.
3. ВЭМЗ. Владимирский электромоторный завод. Технический каталог. – 2003. – Часть 1.
4. Крановые электродвигатели для применения с преобразователями частоты. Технический каталог. Серия АМТК-F. – 2008. – Вып. 5.
5. SIMOTICS Low-Voltage Motors. Type series 1LE, 1PC, 1LA, 1LG, 1LP, 1MA, 1MJ, 1PP, 1PQ. Frame sizes 65 to 450. Power range 0,09 to 1250kW/Catalog D81.1, January 2012.
6. ABB. Низковольтные электродвигатели промышленного назначения. Каталог. Апрель 2009.
7. SIEMENS. Three-phase synchronous motors based on permanent magnet technology. HT-direct 1FW4. Catalog D86.2 – 2007.
8. ABB. Drive Permanent Magnet Motors. Sizes 280 to 450. Catalogue BU, GB 05-2004.

References

1. Geiler, L. B. Basics of electric drives, Minsk: Visheisha shkola. – 1972. –608 p. [in Russian].
2. Veshenevskiy, S N. Motors characteristics in electric drive. – Moscow : Energiya, 1977. – 432 p. [in Russian].
3. VEMZ. Vladimir electric motor factory. Technical catalogue. – 2003. – Part 1 [in Russian]
4. Crane electric motors to be used with frequency converters. Technical catalogue. Serie АМТК-F – 2008.–Vipusk 5 [in Russian].
5. SIMOTICS Low-Voltage Motors. Type series 1LE, 1PC, 1LA, 1LG, 1LP, 1MA, 1MJ, 1PP, 1PQ. Frame sizes 65 to 450. Power range 0,09 to 1250kW/Catalog D81.1, January 2012 [in English].
6. ABB. Low-voltage electric motors for industry purpose. Catalog. April 2009 [in Russian].
7. SIEMENS. Three-phase synchronous motors based on permanent magnet technology. HT-direct 1FW4. Catalog D86.2 – 2007 [in English].
8. ABB. Drive Permanent Magnet Motors. Sizes 280 to 450. Catalogue BU, GB 05-2004 [in English].



Лимонов
 Леонид Григорьевич,
 канд. техн. наук,
 ЧАО «Тяжпромавтоматика»,
 главный специалист отдела,
 тел.: (057)758 64 88.
 E-mail:
 mail@tpa5.com.ua

Получено 09.04.2013