

УДК 621.13

ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ С ШИМ - МОДУЛЯЦИЕЙ

О. Н. ПАРФЕНОВИЧ, О. А. КАПИТОНОВ, А. С. ТРЕТЬЯКОВ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Могилев, Беларусь

В настоящее время практически все многочисленные дилерские структуры в Республике Беларусь, представляющие те или иные зарубежные электротехнические компании, предлагают к использованию в качестве энергосберегающих импортные частотные электроприводы (система ЭП-ПЧ-АД). Это новые разработки последних лет и, по рекламным данным фирм производителей и отдельных потребителей этой продукции, они весьма эффективны в эксплуатации. Частотные электроприводы конкурентоспособны с электроприводами постоянного тока и электроприводами на базе тиристорных регуляторов напряжения со стандартными асинхронными электродвигателями. Их основные преимущественные достоинства: сверхширокий диапазон регулирования частоты вращения электродвигателя (до 10000), многофункциональность (до 240 технологических операций), относительная бесшумность работы, отсутствие особых ограничений в применении.

Однако следует указать и на основные недостатки такого электропривода, которые в настоящее время ограничивают его применение. Это, как уже было отмечено, прежде всего – высокая стоимость преобразования частоты (ПЧ). Существенны и другие недостатки. К ним можно отнести:

1) двукратное преобразование силовой энергии в преобразователе, что снижает его КПД;

2) высокочастотная (до 15 кГц) модуляция силового тока в транзисторном инверторе, что увеличивает потери в транзисторах, снижает КПД преобразователя, снижает его надёжность;

3) наличие цепей сквозного короткого замыкания в транзисторном инверторе, что также снижает надёжность силового блока преобразователя;

4) высокочастотная составляющая модулируемого силового тока (до 15 кГц) в определённой степени ускоряет разрушение изоляции статорной обмотки электродвигателя, чем также снижается его надёжность. По этой же причине фирмы ограничивают использование приводного электродвигателя по среднему току (моменту) коэффициентом $K_c = 0,85$, что указывает на снижение КПД электродвигателя при его работе от ПЧ, даже на естественной характеристике;

5) если управляемый от ПЧ электродвигатель не имеет вентилятора-наездника, его допустимый по условиям нагрева момент на нулевой частоте вращения ротора снижается до 0,4 Мн, с вентилятором до 0,7 Мн;

б) весьма существенна проблема данного преобразователя с электромагнитной совместимостью.

Здесь, как указывается в [1]: «поскольку неуправляемый выпрямитель для сети электроснабжения является нелинейной нагрузкой и потребляет из сети помимо основной гармоники тока (50 Гц) высшие гармоники: пятую (250 Гц), седьмую (350 Гц), одиннадцатую (550 Гц) и выше, что приводит к засорению сети электроснабжения высшими гармониками, которые, протекая по линиям электропередач, трансформаторам, электродвигателям, батареям статических конденсаторов, создают дополнительные потери мощности и приводят к сокращению срока службы электрооборудования». Кроме того, ухудшаются экономические показатели системы ПЧ – АД, а именно: снижается ее коэффициент мощности. Это приводит к повышению потребления системой ПЧ – АД реактивной мощности, что снижает энергосберегающий эффект от внедрения ПЧ, и как следствие – увеличивается срок окупаемости ПЧ. Для подавления высших гармоник используется сетевая дроссель или дроссель в звене постоянного тока. Сетевые дроссели защищают ПЧ от всплесков напряжения и перекоса фаз напряжения на его входе.

Транзисторы автономного инвертора переключаются с высокой частотой, генерируя широкий спектр помех. Помехи следует разделять на помехи, распространяемые по проводам, и помехи, распространяемые по эфиру.

Помехи, распространяемые по проводам, лежат в частотном диапазоне от 150 кГц до 30 МГц. Для борьбы с этим видом помех применяется полное экранирование и оснащение схемы фильтром радиопомех – ЕМІ – фильтром. Корпус преобразователя частоты, экран кабеля двигателя, корпус двигателя должны составлять единое целое. Каждый элемент схемы должен иметь хорошее высокочастотное соединение с другими, образуя так называемую «клетку Фарадея». Экран должен быть соединен с фильтром радиопомех (ЕМІ).

Помехи, распространяемые по эфиру, лежат в диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц. Предотвращение проникновения электромагнитных помех должно осуществляться экранированием всех элементов схемы, где используется ПЧ.

До настоящего времени не исследовано влияние мощного электромагнитного излучения электроприводов с ПЧ, работающих на модулируемой частоте силовых токов 4–15 кГц, на окружающую среду, в частности, на обслуживающий персонал, что может со временем оказаться опреде-

ляющим фактором, резко ограничивающим применение электроприводов подобного типа.

Предлагаем альтернативу электроприводам с ПЧ – электроприводами с разработанными нами электродвигателями [2–4], специально предназначенными для работы с тиристорными регуляторами напряжения (схема на рис. 1), которая во многом лишена приведённых выше недостатков (система ЭП-ТРН-АД).

Предлагаемая система ЭП-ТРН-АД обеспечивает 5 основных функциональных режимов работы электродвигателя:

- 1) управляемый пуск;
- 2) управляемое торможение;
- 3) регулирование частоты вращения в диапазоне 10;
- 4) режим энергосбережения;
- 5) момент электродвигателя по условиям нагрева в заторможенном режиме ротора $M_d=(0,3...0,4) M_n$.

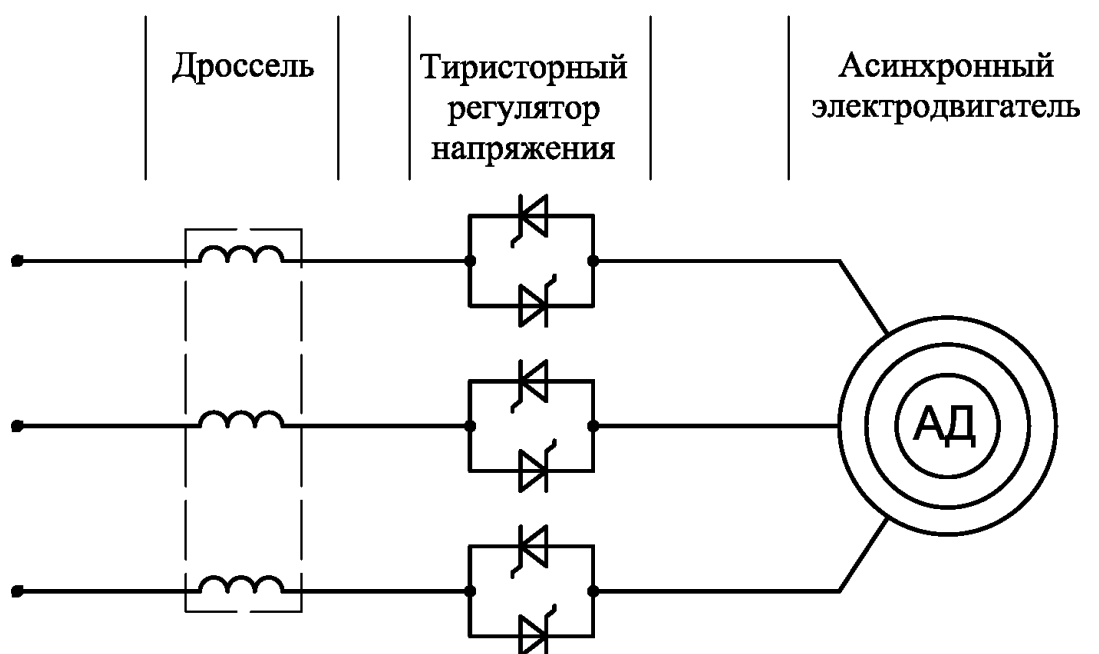


Рис. 1. Типовая схема системы ЭП ТРН – АД

Указанные режимы работы достаточны для 90–95 % электродвигателей, используемых в народно-хозяйственном комплексе страны.

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики электроприводов по системам ЭП-ТРН-АД и ЭП-ПЧ-АД.

Табл. 1. Характеристики электроприводов по системам ЭП-ТРН-АД и ЭП-ПЧ-АД

Технические характеристики	Система ЭП-ТРН-АД	Система ЭП-ПЧ-АД
1. Допустимый по условиям нагрева электродвигателя момент нагрузки при $n=n_{ном}$, Н·м	26,7	26,7
2. Потребляемая полная мощность электропривода при $n=n_{ном}$, ВА	5673	6779
3. КПД системы при $n=n_{ном}$	0,84	0,72
4. $\cos(\varphi)$ системы при $n=n_{ном}$	0,84	0,82
5. Допустимый по условиям нагрева электродвигателя момент нагрузки при $n_2=0$, Н·м	8	10,6
6. Диапазон регулирования	10	10000
7. Пуск	управляемый	управляемый
8. Торможение	управляемое	управляемое
9. Габариты электродвигателя	100S4	100L4
10. Габариты преобразователя (без фильтров), мм	Встроен в электродвигатель	369x125x212
11. Масса электродвигателя, кг	28,8	33,4
12. Цена преобразователя, у.е.	200–300	1000–1200
13. Энергосбережение при работе электродвигателя 15 кВт на насосы системы водоснабжения (эксперимент), %	20–30	30–35

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Морозов, И. М.** Энергосберегающие преобразователи частоты серии L300P HITACHI / И. М. Морозов // Электромагазин. – 2006. – №9 – с. 29–31.

2. **Пат. 4647 РБ, НО2К9/06.** Асинхронный электродвигатель, регулируемый, О. Парфеновича / О. Н. Парфенович; заявитель и патентообладатель Могилёвский машиностроит. ин-т. – N2474; заявл. 10.10.94; опубл. 25.04.06, Бюл. N 4. – 3 с.

3. **Пат. 12180 РБ, МПК(2006) НО2К9/04.** Асинхронный электродвигатель для регулируемого электропривода машин и механизмов / О. Н. Парфенович, А. С. Третьяков; заявитель и патентообладатель Беларус.-Рос. ун-т. – N20071410; заявл. 21.11.07; опубл. 30.06.09. Бюл. N12 (II ч). – 18с.

4. **Пат. 11861 РБ, МПК(2006) НО2К17/02.** Асинхронный электродвигатель энергосберегающий / О.Н. Парфенович, И. В. Соколов; заявитель и патентообладатель Беларус.-Рос. ун-т. – N20071284; заявл. 24.10.07; опубл. 30.04.09; Бюл. N 2. – с.4.