

УДК 621.311.004

АНАЛИЗ НЕСТАБИЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ДВИЖЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ КВАЗИЧАСТОТНОМ УПРАВЛЕНИИ

Каваре Ясер Хуссейн, аспирант

(Сумской государственной университет, г.Сумы, Украина)

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений решения задач энергосбережения в технологических системах средствами электропривода является применение регулируемого асинхронного электропривода в установках, традиционно оснащаемых нерегулируемым электроприводом (например, для привода турбомеханизмов). Существует широкий класс технологических агрегатов (насосы, вентиляторы, компрессоры, воздуходувки, дымососы и др.), не требующих глубокого и плавного регулирования скорости вращения двигателя, однако требующих, в связи с большой инерционностью механической части и наличием зазоров в кинематической цепи, осуществления процедур плавного пуска и торможения. Для таких технологических машин общепризнанно перспективным считается применение асинхронного электропривода с квазичастотным комбинированным управлением по системе тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель (ТРН-АД), на базе АД с короткозамкнутым ротором [1-3]. Однако при таком способе регулирования скорости АД наблюдается негативное явление, заключающееся в колебаниях электромагнитного момента и скорости вращения АД при работе электропривода в установившихся режимах на всех ступенях регулирования. Этим обстоятельством ограничивается сфера целесообразного применения таких электроприводов. В настоящем докладе обсуждаются полученные автором (под научным руководством канд. техн. наук Волкова А.И.) результаты исследования неустойчивости момента и скорости вращения АД при квазичастотном комбинированном управлении с целью получения инженерной методики оценки допустимости, по условию допуска на неустойчивость механических координат движения электропривода, применения электропривода в конкретных приложениях.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ неустойчивости установившихся режимов электропривода производился методом математического моделирования в среде MATLAB. При этом использовалась разработанная автором усовершенствованная модель асинхронного электропривода с квазичастотным управлением, учитывающая все возможные режимы работы АД при питании цепи статора от ТРН [4] и эффект вытеснения тока в стержнях короткозамкнутой обмотки ротора АД [5].

МАТЕРИАЛЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Комбинированное управление электроприводом по системе ТРН-АД сочетает в себе квазичастотный алгоритм ступенчатого регулирования скорости вращения двигателя и фазового управления для плавного перехода с одной ступени регулирования на другую. Кратность квазичастотного регулирования $n = 3k + 1$, где $k = 1, 2, 3, \dots$ - номер ступени регулирования (по смыслу параметр n представляет собой кратность снижения скорости идеального холостого хода по сравнению с таковой на естественной механической характеристике).

Моделирование статических режимов электроприводов АД ряда мощностей серии А4 при разных значениях k и приведенного момента инерции подтвердило известный факт, заключающийся в том, что электромагнитный момент, развиваемый двигателем, имеет пульсирующую составляющую, которая вызывает колебания скорости. Уровни пульсации момента и скорости зависят от мощности двигателя, числа пар полюсов (p) его статора и приведенного к скорости двигателя момента инерции механической части электропривода (J). Иллюстративные материалы одного из таких модельных экспериментов приведены на рис. 1.

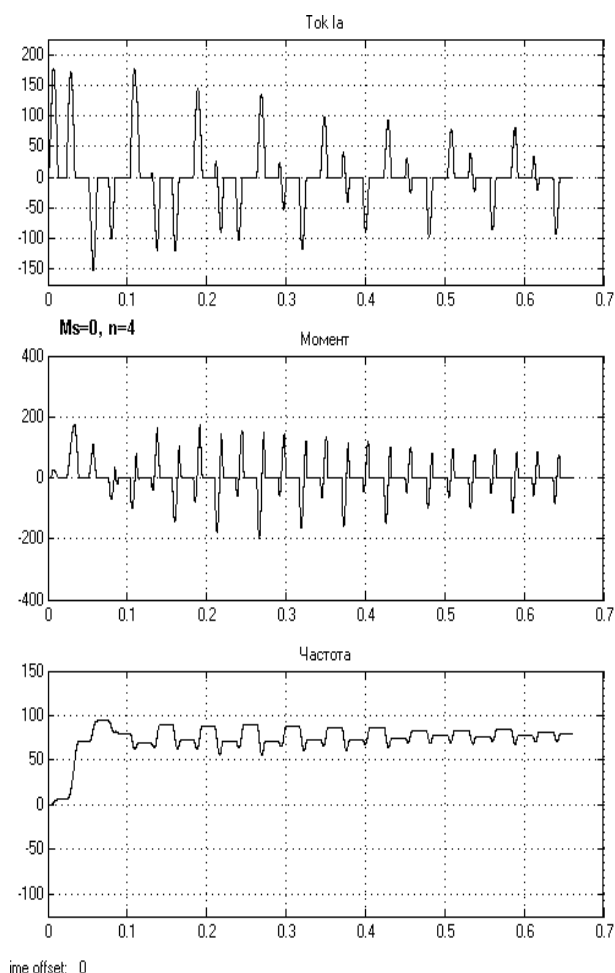
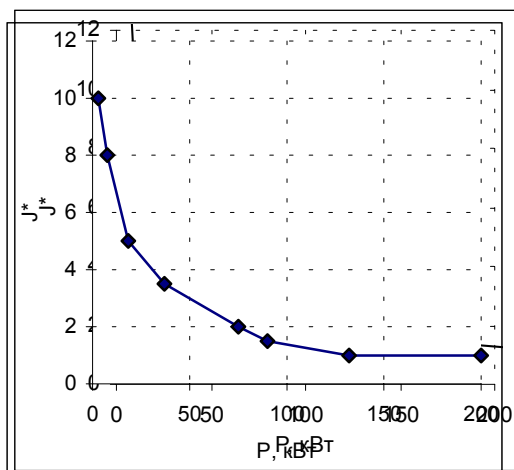


Рисунок 1 - Осциллограммы процесса пуска АД типа 4А132М4У3 на первой ступени квазичастотного регулирования



Результаты массовых экспериментов предоставили возможность поставить и решить задачу определения значения J , при котором амплитуда пульсаций скорости находится в пределах допустимой величины Δ (в % от установившейся скорости на k -й ступени регулирования). Некоторые из полученных зависимостей нижней границы J^* области значений J (в относительных единицах по отношению к значению момента инерции двигателя) в зависимости от мощности P двигателя приведены на рис. 2 и 3 (при $k=2$). Если относительные значения J не меньше требуемого J^* , то пульсации скорости не будут выходить за пределы значения Δ .

Рисунок 2 - Зависимость требуемого относительного момента инерции АЭП от мощности АД ($p=1$) для $\Delta = 10\%$

Рисунок 3 - Зависимость требуемого относительного момента инерции АЭП от мощности АД ($p=2$) для $\Delta = 20\%$

Практическим результатом исследования является предлагаемая методика оценки целесообразности использования квазичастотного способа регулирования скорости АД для привода конкретного механизма:

- 1) определить относительный приведенный момент инерции J электропривода (за базовое значение принимается момент инерции ротора АД);
- 2) определить допустимый уровень $\Delta_{дон}$ пульсаций скорости, исходя из технологических ограничений;
- 3) по графику зависимости $J^*(P)$ (см. рис 2 и 3) для ближайшего большего значения $\Delta \geq \Delta_{дон}$ определить значение J^* для известной мощности P двигателя;
- 4) если $J \geq J^*$, то использование асинхронного электропривода с квазичастотным регулированием скорости для данного механизма допустимо, в противном случае от этого способа регулирования следует отказаться, либо снизить требования к нестабильности скорости вращения двигателя.

ВЫВОДЫ

По результатам исследования можно сделать следующий вывод: исходя из технологического ограничения на допустимую неравномерность скорости вращения вала механизма область целесообразного применения электроприводов по системе ТРН_АД с квазичастотным управлением ограничена технологическими машинами средней и большой мощности со значительным моментом инерции, а изложенная методика позволяет уточнить допустимость использования такого электропривода для конкретного механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.И., Каваре Ясер Хусейн. Асинхронный энергосберегающий электропривод с тиристорным регулятором напряжения // Вісник Сумського державного університету. Науковий журнал . Серія “Технічні науки”. – Суми: Вид-во СумДУ. - 2002. - №12(45). - С.42-45.
2. Браславский И.Я., Костылев А.В., Степанюк В.Д. Оптимизация энергопотребления при реализации пусковых режимов в системах ТПН-АД // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. Збірник наук. праць. Тематичний випуск “Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика”.- Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. - №10.-С.222-223.
3. Энштейн И.И., Коваленко И.Т., Карпинский Ю.Г., Балтер Я.С. Система управления электропривода переменного тока с тиристорным регулятором напряжения с квазичастотным формированием тока в режимах плавного пуска // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. Збірник наук. праць. Тематичний випуск “Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика”.- Харків: НТУ “ХПІ”, 2003. - №10.-С.146-147.
4. Волков А.И., Каваре Я.Х. Математическая модель тиристорного асинхронного электропривода в среде MATLAB // Вісник Сумського державного університету. Науковий журнал. Серія “Технічні науки”. – Суми: Вид-во СумДУ, 2003. - №11(57). – С.56-62.
5. Каваре Ясер Хусейн. Учет вытеснения токов в стержнях ротора асинхронного электродвигателя при его моделировании в среде MATLAB // Наукові праці Донецького національного технічного університету . Серія “Електротехніка і енергетика “. – Донецьк: ДонНТУ. – 2003. - № 67. – С. 160-162.