

Это точно совпадает с известными исследованиями уравнения Релея [2].

Методом компенсации был проведен анализ обобщенного уравнения автоколебательного движения АД и определены условия возникновения, устойчивости и бифуркаций автоколебаний в однофазном и трехфазном электродвигателе с упругостью на валу [3]. Результаты совпали с результатами анализа общеизвестным методом Ван дер Поля.

Преимущество используемой нами идеи компенсации при решении уравнения движения перед методом Ван дер Поля, заключается в том, что в критерийные соотношения удается ввести кроме уравнений связи параметров нагрузки, АД и его электропитания еще и начальные условия пуска, которые существенно влияют на получение устойчивого автоколебательного режима.

Литература. 1. Луковников В.И., Веплер Л.В. Исследование автоколебательного движения однофазного асинхронного электродвигателя с линейной пружинной на валу // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. — 2001. — N 2. — с.33-42. 2. Власов Н.П. Автоколебательная схема с однофазным асинхронным мотором // Журнал технической физики. — 1935. — Т.5, №4. — с.641-653. 3. Луковников В.И., Рудченко Ю.А. Анализ электромеханической автоколебательной системы «Асинхронный электродвигатель — упругий элемент» // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. — 2003. — №1. — с.61-66.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРН-АД С ФАЗОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ И УПРАВЛЕНИЕМ ПО УГЛУ БЕСТОКОВОЙ ПАУЗЫ

Шваяков А.В., Белорусско - Российский университет, Могилев

В статье рассматривается анализ и моделирование нелинейной динамической системы ТРН-АД с фазовым управлением и управлением по углу бестоковой паузы тиристорами. Все характеристики рассчитаны для асинхронного двигателя 4А100L4 (номинальная мощность — 4 кВт) в математическом пакете MATLAB фирмы The Math Works Inc..

На рисунке 1 представлена разработанная в Simulink блок-схема (модель) системы ТРН-АД с фазовым управлением.

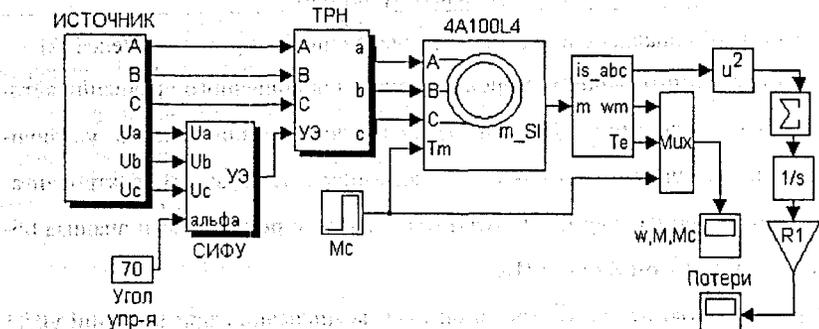


Рисунок 1. Блок-схема системы ТРН-АД с фазовым управлением.

Данная модель позволяет исследовать динамические характеристики привода по системе ТРН-АД, а так же определить потери энергии в статорной цепи двигателя за время переходного процесса.

Потери энергии в обмотках статора, за время переходного процесса определяются выражением:

$$\Delta P_1 = R_1 \cdot \int_0^{t_{\text{пр}}} (i_A^2 + i_B^2 + i_C^2) dt \quad (1)$$

где R_1 – активное сопротивление обмотки статора АД; i_A , i_B , i_C – токи фаз статора АД.

На рисунке 2 приведена блок-схема системы ТРН-АД с управлением тиристорами по углу бестоковой паузы.

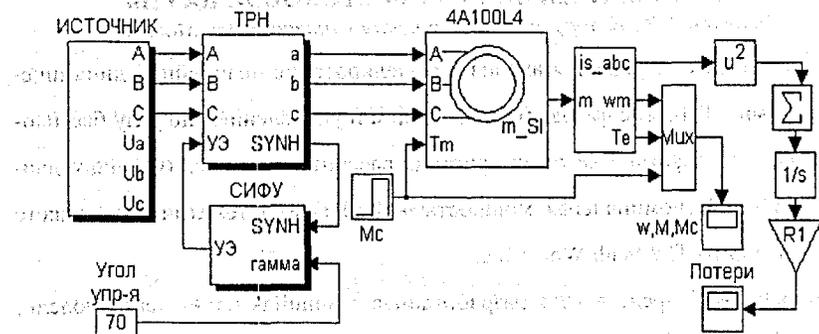


Рисунок 2. Блок-схема ТРН-АД с управлением по углу бестоковой паузы

Отличие ТРН с управлением по углу бестоковой паузы от модели ТРН с фазовым управлением состоит в способе синхронизации управляющих импульсов и в наличии в каждой фазе параллельно встречно-параллельно включенным тиристорам подсоединенного предвключенного элемента;

Использование предвключенных элементов позволяет обеспечить протекание тока в каждой фазе независимо от состояния тиристоров. Это обеспечивает непрерывную синхронизацию по току блока формирования управляющего напряжения во всех режимах работы устройства управления и исключает необходимость использования конструктивных средств для первоначального включения силовых тиристоров, и для обеспечения его работоспособности при пропуске включения очередного силового тиристора.

Пуск АД характеризуется наличием переходного момента, имеющего знакопеременный характер. Основная задача управления заключается в максимальном их ограничении. Экспоненциальный закон нарастания приложенного напряжения, в соответствии с формулой (2), позволяет добиться подавлении знакопеременных моментов, согласно [1].

$$U = U_{уст} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \quad (2)$$

где $U_{уст}$ – установившееся значение приложенного напряжения; T – постоянная времени.

В [1] указано, что пусковые характеристики привода «ТРН-АД» при изменении угла α по закону (3) практически не отличаются от характеристик, получаемых при изменении напряжения приложенного к двигателю по закону (2) в случае равенства постоянных времени T .

$$\alpha = \alpha_0 \cdot e^{-\frac{t}{T}} \quad (3)$$

где α_0 – начальное значение угла открытия тиристоров ТРН; T – постоянная времени.

Что же касается ТРН с управлением по углу бестоковой паузы, то такие исследования не проводились и, следовательно, наиболее оптимальные законы изменения угла γ для пуска привода на сегодняшний день не определены.

Проведенные исследования показали, что ограничение знакопеременных переходных моментов наблюдается при изменении угла бестоковой паузы γ по линейному закону в соответствии с выражением:

$$\gamma = \gamma_0 - k \cdot \gamma_0 \quad (4)$$

где γ_0 – начальное значение угла управления; k – коэффициент наклона характеристики.

На основании разработанных моделей приводов «ТРН-АД» с различными способами синхронизации тиристоров проведен расчет динамических характеристик при пуске АД. Характеристики представлены ниже в относительных единицах. За базовые величины приняты: для скорости – скорость идеального холостого хода АД; для момента – критический момент АД; для потерь – потери энергии в статорной цепи за время прямого пуска АД.

Анализ характеристик на рисунках 3 и 5 показывает, что ограничение знакопеременных переходных моментов происходит в системе «ТРН-АД» с фазовым управлением при изменении угла α по закону (3), а в системе «ТРН-АД» с управлением тиристорами по углу бестоковой паузы при изменении угла γ по закону (4). В обоих случаях ограничение знакопеременных переходных моментов происходит без снижения быстродействия привода и с уменьшением потерь энергии в статорной цепи двигателя.

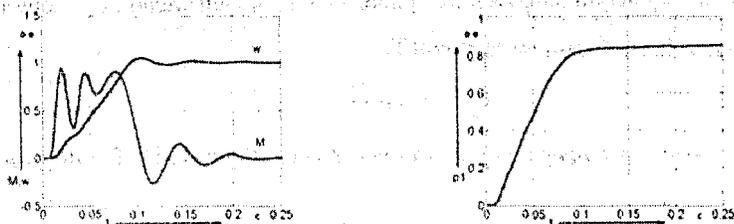


Рисунок 3. Графики переходных процессов при экспоненциальном законе изменения угла управления тиристорами α

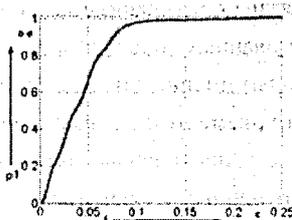
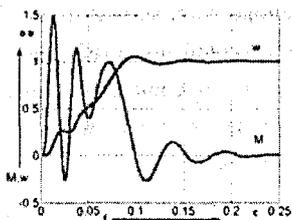


Рисунок 4. Графики переходных процессов при прямом пуске АД

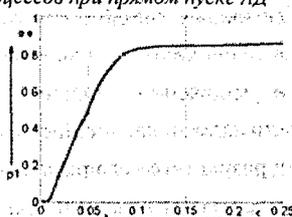
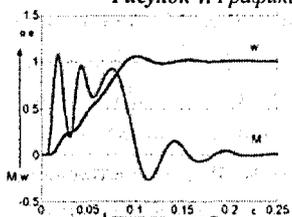


Рисунок 5. Графики переходных процессов при линейном законе изменения угла управления тиристорами γ

Литература. 1. Петров Л.П. Тиристорные преобразователи напряжения для асинхронного электропривода / Л.П. Петров, О.А. Андрищенко, В.И. Капинос и др. - М.: Энергоатомиздат, 1986.-200 с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУД ПАРЦИАЛЬНЫХ МОД РАСПРОСТРАНЕНИЯ КВ-РАДИОСИГНАЛА МЕТОДАМИ БИСПЕКТРАЛЬНОГО И КЕПСТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Щирый А.О, Марийский ГТУ, Йошкар-Ола (Россия)

Как известно, под действием постоянного магнитного поля Земли ионосфера приобретает свойства двоякопреломляющей среды. В условиях распространения коротких радиоволн это свойство проявляется в том, что одна волна с линейной поляризацией расщепляется на две – так называемые обыкновенную (O) и необыкновенную (X). Каждая составляющая при этом распространяется в ионосфере со своей групповой скоростью и отражается от различных уровней (высот) ионосферы, испытывает разное поглощение в ионосфере. Очевидно, что различно время распространения O и X лучей от передатчика к приемнику. Разность их времени группового запаздывания – $\Delta\tau$.

Описанные эффекты, т.н. магнитоионные расщепления (МИР) – не единственная причина многолучевости в диапазоне КВ. Вообще, дискретная многолучевость может быть вызвана приходом в точку приема нескольких скачковых и/или волноводных мод распространения радиосигнала. Диффузная многолуче-