



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Электротехника и электроника»

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННО- ВЕНТИЛЬНОГО КАСКАДНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

методические указания по выполнению лабора-
торно-практической работы № 2 по дисци-
плине

«Электрический привод»

Авторы

Лаврентьев А.А.; Тринц Д.В.

Ростов-на-Дону, 2012



Аннотация

Методические указания к лабораторно-практической работе № 2 по дисциплине «Электрический привод» предназначены для студентов направления 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» профиля «Электрооборудование автомобилей и тракторов»

Авторы

доктор ф.-м. н. Лаврентьев А.А.;
ст. преп. Тринц Д.В.





Оглавление

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.....	4
3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	10



1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить принцип действия асинхронно- вентильных каскадов, освоить методы моделирования таких каскадов в программной среде MATLAB.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Каскадные электроприводы в зависимости от того, как реализуется энергия скольжения, разделяются на электрические и электромеханические. В электрических каскадах энергия скольжения за вычетом потерь возвращается в питающую сеть.

В настоящее время электромеханический агрегат постоянной скорости в электрическом каскаде заменяется инвертором. Принципиальная схема такого каскада, называемого асинхронно-вентильным (АВК) приведена на рис. 1. Здесь асинхронный двигатель «М» подключен со стороны статора к сети переменного тока, его роторная цепь через выпрямитель «В», инвертор «И» и согласующий трансформатор «Т» присоединяется к той же питающей сети. Для сглаживания выпрямленного тока и нормальной работы инвертора включен реактор «L». Принцип действия этого каскада аналогичен действию вентильно-машинного каскада и состоит в том, что в цепь выпрямленного тока ротора вводится добавочная ЭДС, получаемая регулированием угла β опережения включения тиристорov инвертора.

Ток в роторной цепи

$$I_d = (E_{do} s - E_{do} \cos \beta - \Sigma \Delta U) / R_{\Sigma} , \quad (1)$$

где $E_{do} = 1,35E_{2к}$; E_{do} - ЭДС холостого хода инвертора при $\beta=0$,



Электрический привод

$E_{доИ}=2,34E_{2ф,Т}$; $E_{2ф,Т}$ — ЭДС фазы трансформатора; $\Sigma\Delta U$ — суммарное падение напряжения в вентилях роторной и инверторной групп преобразователя; $R_э$ — эквивалентное сопротивление, приведенное к роторной цепи;

$$R_э=3x_d s/\pi+3x_T/\pi+2R_d+R_L+2R_T;$$

x_T, R_T — соответственно индуктивное и активное сопротивления фазы трансформатора, приведенные к цепи ротора; R_L — активное сопротивление реактора.

Ток ротора равен:

$$I_d = E_{до}(s-\varepsilon \cos\beta+\lambda)/R_э, \quad (2)$$

здесь $\varepsilon=E_{доИ}/E_{до}$; $\lambda=\Sigma\Delta U/E_{до}$.

Из (2) при $I_d = 0$, пренебрегая ΔU , находим:

$$s_0=E_{доИ}\cos\beta/E_{до}, \quad (3)$$

Мощность скольжения, проходящая через роторную цепь, воспринимается, за исключением потерь, инвертором и равна:

$$M\omega_0 s=E_{до} s I_d - m x_d s I_d^2/2\pi, \quad (4)$$

здесь m — число фаз выпрямителя (для мостовой схемы $m=6$);

x_d — приведенное к цепи ротора индуктивное сопротивление фазы асинхронного двигателя.

Из (4) момент двигателя

$$M = \frac{(E_{до} - m x_d I_d / 2\pi) I_d}{\omega_0}. \quad (5)$$

После соответствующих преобразований получим:

$$M=E_{до}^2(s-s_0)[R_э-mx_d(s-s_0)/2\pi]/\omega_0 R_э^2, \quad (6)$$

Пренебрегая в (6) слагаемым $m x_d (s-s_0)/2\pi$ по сравнению с $R_э$ (при значениях s , близких к s_0), получаем:

$$M= E_{до}^2(s-s_0) / \omega_0 R_э. \quad (7)$$



Электрический привод

Формула не учитывает высших гармоник тока, искажений механических характеристик в области прерывистых токов, а также различных режимов работы выпрямителя, в которых внешняя характеристика выпрямителя резко падает.

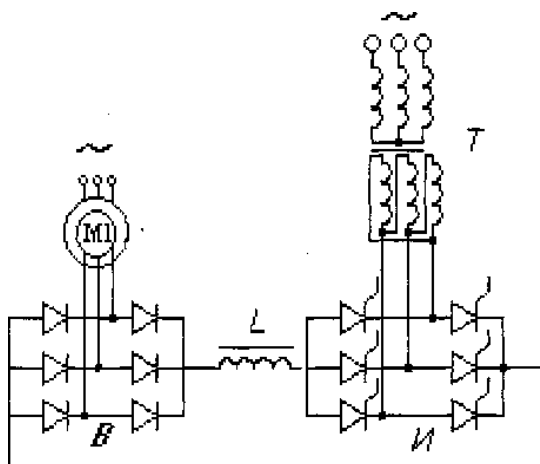


Рис. 1 Принципиальная схема асинхронно-вентильного каскада.



Рис. 2 Примерные механические характеристики асинхронно-вентильного каскада.



Электрический привод

Примерные механические характеристики АВК показаны на рис.2 (момент выражен в долях максимального момента двигателя в естественной схеме включения). Из них видно, что при некотором угле β перегрузочная способность АВК падает. Регулировочные свойства АВК при уменьшении угловой скорости ограничены минимальным углом β , допустимым по условиям устойчивой работы инвертора, и током инвертирования. Максимальная угловая скорость АВК при номинальном моменте составляет примерно $0,9\omega_0$; минимальная угловая скорость практически принимается равной $0,5\omega_0$. Дальнейшее снижение угловой скорости приводит к увеличению установленной мощности всех силовых элементов, включенных в роторную цепь, точно так же, как и в электрическом вентильно-машинном каскаде. Регулирование угловой скорости в АВК однозонное (вниз от основной), плавное бесступенчатое, экономичное. КПД асинхронно-вентильного каскада достигает $0,82—0,9$ при максимальной угловой скорости и тем выше, чем больше его мощность. При снижении угловой скорости КПД падает. Если КПД сравнительно высок, то коэффициент мощности АВК оказывается низким, что обуславливается значительным суммарным потреблением реактивной мощности двигателем и инвертором и искажением тока инвертором. Коэффициент мощности зависит не только от нагрузки, но и от угловой скорости асинхронного двигателя. Примерная зависимость $\cos \varphi_k$ от скольжения и момента $M_* = M/M_{ном}$ для АВК небольшой мощности дана на рис. 3.



Электрический привод

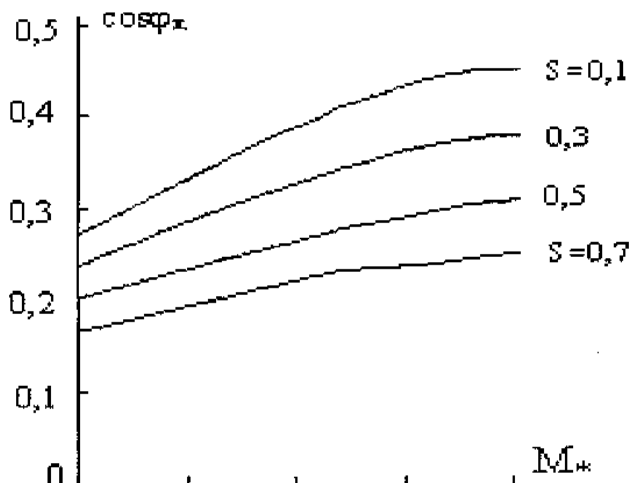


Рис. 3. Примерная зависимость коэффициента мощности от скольжения для асинхронно-вентильного каскада небольшой мощности.

Стабильность угловой скорости АВК хуже, чем у вентильно-машинного электрического каскада. Регулирование осуществляется при независимой вентиляции с постоянным (номинальным) моментом нагрузки.

Следует отметить, что в рассмотренных схемах каскадов двигатель может работать в двигательном режиме при скорости ниже синхронной, в режимах противовключения, динамического торможения и генераторном параллельно с сетью при скорости выше синхронной. При этом энергия скольжения рекуперируется в сеть. Двигатель не может работать в генераторном режиме при скорости ниже синхронной и двигательном режиме при



Электрический привод

сверхсинхронной скорости, когда энергия должна поступать из сети в ротор, что невозможно при нереверсивном неуправляемом выпрямителе в роторной цепи. Эти режимы могут быть реализованы в машине двойного питания.

Модель асинхронно- вентильного каскада показана на рис.4.

МОДЕЛЬ АВК

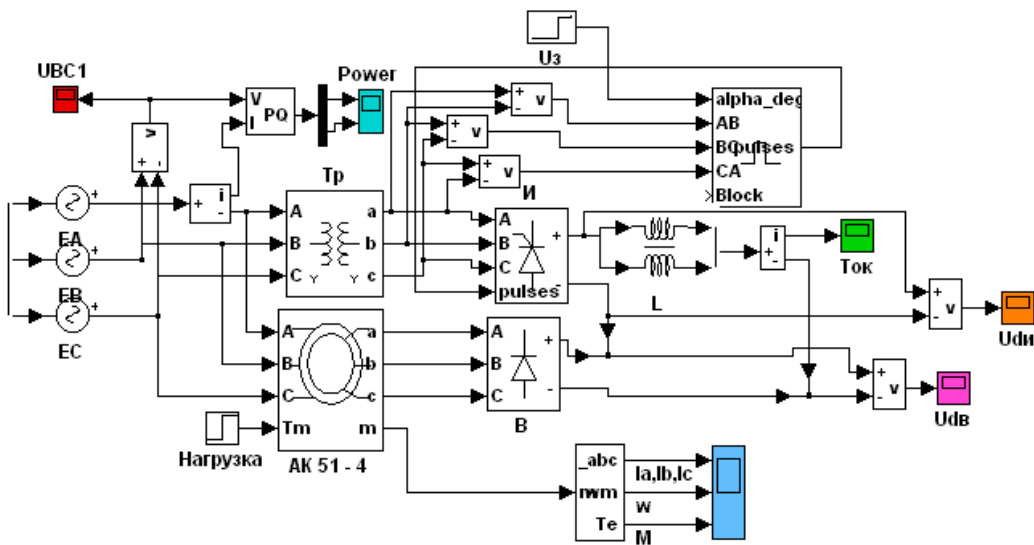


Рис.4

Модель содержит трехфазную сеть, асинхронный двигатель с фазным ротором АК51-4, трехфазный выпрямительный мост В, трехфазный управляемый инвертор И с задатчиком U_z угла отсрывания β , трехфазный трансформатор Тр, соединенный с сетью; индуктивный реактор L, нагрузочное устройство, измерительные элементы и приборы.



3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить принцип действия и математическое описание асинхронно вентильного каскада.
2. По заданию преподавателя рассчитать параметры элементов модели (рис.4).
3. Исследовать статические и динамические характеристики системы электропривода на модели при изменении управляющих и возмущающих воздействий. Проанализировать полученные результаты.