

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПУСК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ФУНКЦИИ ВРЕМЕНИ

I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение особенностей автоматического пуска асинхронного двигателя с фазным ротором в функции времени; получение практического навыка по расчету режима автоматического пуска.

II. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация процесса пуска двигателя значительно облегчает управление, устраняет возможные ошибки при пуске и ведет к повышению производительности механизмов (особенно при повторно-кратковременном режиме работы).

Асинхронный двигатель с фазным ротором нашёл широкое распространение для привода механизмов металлургических установок в тех случаях, когда нет необходимости регулирования скорости (поточно-транспортная система загрузки шихты в доменной печи, привод распределителя шихты, привод сталевозов и т.д.).

Для пуска асинхронного двигателя с фазным ротором включают в цепь ротора пусковые сопротивления (рис. 2.1), что обеспечивает уменьшение пускового тока ротора и увеличение вращающего момента.

Для обеспечения плавного пуска двигателя предусматривают постепенное (по мере разгона двигателя) выведение отдельных секций пусковых сопротивлений.

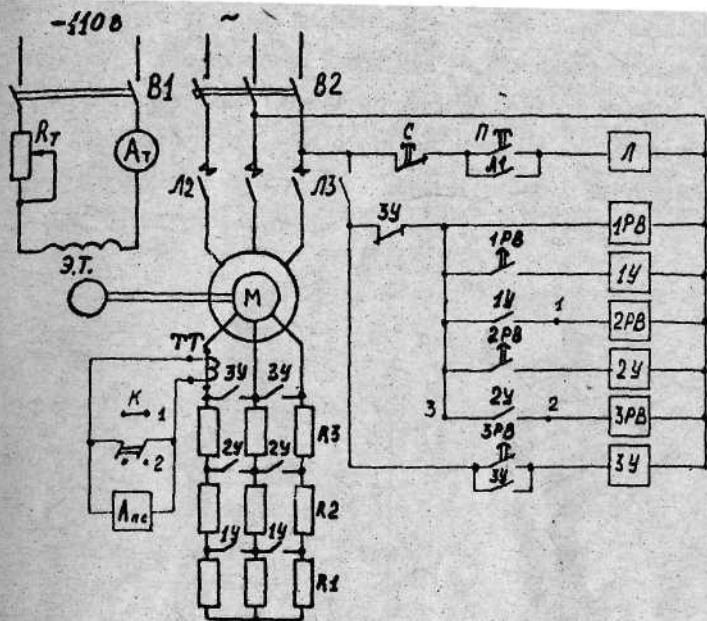


Рис. 2.1. Принципиальная схема пуска асинхронного двигателя с фазным ротором в функции времени

Выключение пусковых сопротивлений производят при определенных скорости движения, величине тока ротора и через заданные промежутки времени. Следовательно, автоматизация пуска асинхронного двигателя может быть осуществлена в функции: а) скорости; б) тока; в) времени. В данной работе автоматизация пуска асинхронного двигателя осуществлена в функции времени.

При проектировании схем управления асинхронным двигателем с фазным ротором исходят из заданных условий пуска. На

ротора первую секцию R1, то двигатель перейдет на работу, которой соответствует характеристика 2, и т.д. Когда будет закорочена последняя секция R3, двигатель перейдет на работу, которой соответствует естественная характеристика 4.

Для расчета пускового реостата выбирают определенное соотношение между наибольшим пусковым моментом M_1 и наименьшим моментом M_2 [1].

По паспортным данным двигателя определяют номинальный момент

$$M_H = \frac{9550 \cdot P_H}{n_H}, \text{ Нм}, \quad (2.1)$$

где P_H — номинальная мощность, кВт;

n_H — номинальная частота вращения, об/мин.

Максимальный момент двигателя

$$M_{\max} = M_H \cdot \lambda, \text{ Нм}, \quad (2.2)$$

где λ — кратность максимального момента.

Задают наибольший пусковой момент

$$M_1 = 0,9 M_{\max}, \text{ Нм} \quad (2.3)$$

Тогда пусковой момент M_2 определяют по формуле

$$M_2 = 1,1 M_H, \text{ Нм} \quad (2.4)$$

На основании заданных условий пуска строят график для расчета пускового реостата. На графике (рис. 2.2) отрезок δ_2 пропорционален номинальному скольжению двигателя и, следовательно, величине активного сопротивления одной фазы ротора

$$R_{2H} = \frac{E_{2H} \cdot S_H}{\sqrt{3} \cdot I_{2H}}, \text{ Ом}, \quad (2.5)$$

где E_{2H} - э.д.с., наводимая в обмотках неподвижного ротора;

I_{2H} - номинальный ток ротора;

$S_H = \frac{n_o - n_H}{n_o}$ номинальное скольжение.

Далее определяют сопротивление каждой ступени реостата:

$$R_1 = \frac{\alpha \delta}{\delta^2} \cdot R_{2H}, \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{\delta \delta}{\delta^2} \cdot R_{2H}, \text{ Ом}$$

$$R_3 = \frac{\delta \delta}{\delta^2} \cdot R_{2H}, \text{ Ом}$$

(2.6)

Ступени реостата выключают с помощью реле времени: первую ступень по истечении времени t_1 (рис. 2.3); вторую ступень по истечении времени t_2 и т.д.

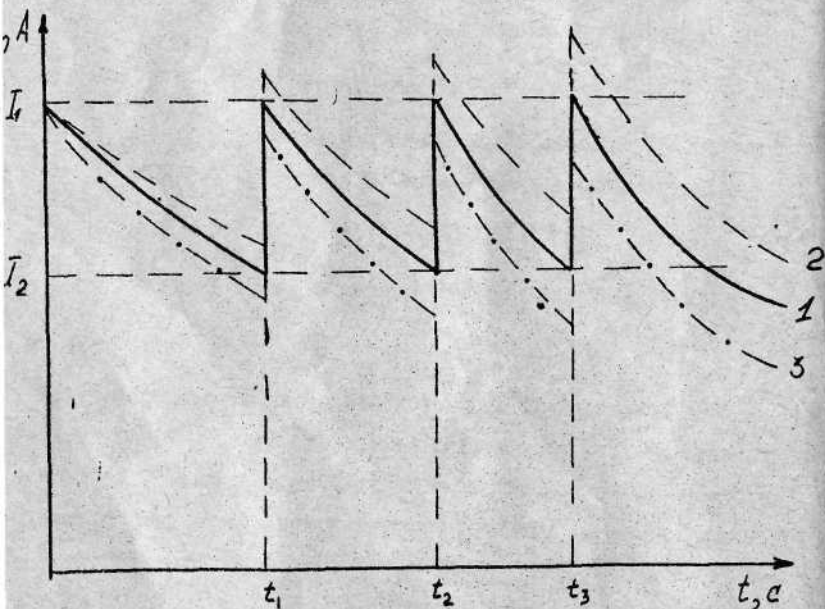


Рис. 2.3. Пусковые характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором

Для определения времени разгона двигателя на каждой ступени пускового реостата рассчитывают общий маховой момент двигателя с маховиком

$$G\mathcal{D}_0^2 = G\mathcal{D}_{gb}^2 + G\mathcal{D}_M^2, \text{ Нм}^2 \quad (2.7)$$

Динамические моменты

$$M_{g1} = M_1 - M_H, \text{ Нм} \quad (2.8)$$

$$M_{g2} = M_2 - M_H, \text{ Нм}$$

Электрохимические постоянные времени двигателя при пуске

$$T_{M1} = \frac{G\mathcal{D}_0^2 \cdot n_{жс}}{375 \cdot (M_{g1} - M_{g2})}, \text{ с}, \quad (2.9)$$

где $n_{жс}$ — скорость двигателя в точке жс, (рис. 2.2).

$$T_{M2} = \frac{G\mathcal{D}_0^2 \cdot (n_3 - n_{жс})}{375 \cdot (M_{g1} - M_{g2})}, \text{ с} \quad (2.10)$$

$$T_{M3} = \frac{G\mathcal{D}_0^2 \cdot (n_H - n_3)}{375 \cdot (M_{g1} - M_{g2})}, \text{ с} \quad (2.11)$$

Время разгона двигателя на первой ступени пускового реостата

$$t_1 = T_{M1} \cdot \ln \frac{M_{g1}}{M_{g2}}, \text{ с} \quad (2.12)$$

Время разгона двигателя на второй ступени пускового реостата

$$t_2 = T_{M2} \cdot \ln \frac{M_{g1}}{M_{g2}}, \text{ с} \quad (2.13)$$

Время разгона двигателя на третьей ступени пускового реостата

$$t_3 = T_{M3} \cdot \ln \frac{M_{g1}}{M_{g2}}, \text{ с} \quad (2.14)$$

III. ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Схема автоматического пуска асинхронного двигателя в функции времени представлена на рис. 2.1. В схеме маятниковые реле времени (I+3 РВ) отсчитывают выдержку по ступеням пуска и подают команду на переключение секций пускового реостата.

Нажимая кнопку "Пуск", включают линейный контактор "Л". Двигатель начинает работать с полным сопротивлением пускового реостата в цепи ротора. Одновременно замыкающим контактом Л1 контактор "Л" блокирует кнопку "П" и замыкает контактом Л3 цепь катушки реле времени IPB. Через время t_1 контакт реле IPB замыкает цепь катушки контактора ускорения IV. Последний включается, шунтирует первую секцию пускового реостата и замыкает цепь катушки реле времени 2PB. Через время t_2 замкнется контакт 2PB и включит контактор 2У, который, зашунтировав вторую секцию R2 пускового реостата, приводит в действие реле 3PB с последующим включением контактора 3У. Контактор 3У шунтирует третью секцию пускового реостата.

Одновременно размыкающий контакт 3У обесточивает катушки IPB, IV, 2PB, 2У, 3PB, выполнивших свою работу, а замыкающий контакт 3У шунтирует контакт 3PB.

Реле времени управляют контакторами ускорения независимо от величины тока в цепи ротора двигателя и скорости вращения. Кривая I (рис. 2.3) дает представление об изменении тока при пуске двигателя и номинальной нагрузке на валу.

Если пуск происходит с увеличенной нагрузкой при неизменных пусковых реостатах и уставках реле времени, то двигатель не успевает разогнаться до расчетной частоты вращения,

а ток не снизится до значения I_2 . Поэтому бросок тока после спунтирования первой ступени реостата окажется больше расчетного. То же произойдет и на следующих ступенях ускорения. В результате зависимость тока $I_n = f(t)$ в период пуска получит вид, представленный кривой 2 (рис. 2.3). В этом случае время пуска останется прежним, а средний пусковой момент увеличивается.

Уменьшение нагрузки по сравнению с расчетной приводит к снижению среднего пускового момента при неизменном времени пуска. Пусковая диаграмма в этом случае представлена кривой 3 (рис. 2.3).

График изменения тока при пуске двигателя записывают на диаграмму самопишущего амперметра $A_{пс}$ (рис. 2.1); самопишущий амперметр включен в цепь ротора через трансформатор тока ТТ. Амперметр включают при помощи ключа К; в положении 1 амперметр выключен, в положении 2 — включен.

IV. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

I. Выполнить домашнее задание по расчету режима пуска двигателя при заданных его параметрах (табл. 2.1):

Таблица 2.1

Данные двигателя

$U_{н}, В$	$P_{н}, кВт$	$n_{об}, мин$	$f, Гц$	$n_{об}, мин$	λ	$E_{2н}, В$	$I_{2н}, А$	$G \Phi_{н}^2, 98$	$G \Phi_{н}^2, 98$
220/380	2,8	1370	50	1500	2,2	84	22,5	2	8

- рассчитать пусковые моменты M_1 и M_2 ;
- построить естественную и искусственную механические

характеристики двигателя (характеристики строить на миллиметровой бумаге);

- в) рассчитать величину сопротивлений каждой ступени пускового реостата;
- г) рассчитать время разгона двигателя на каждой ступени пускового реостата.

2. Во время работы на установке следует соблюдать следующие правила техники безопасности:

- не прикасаться к вращающимся частям двигателя;
- быть внимательным при работе с резистором R_T ;
- выключить схему при снятии диаграммы с амперметра A_{ac} .

3. Проверить результаты режима пуска двигателя на лабораторном стенде:

а) включить схему. В цепи катушки электромагнитного тормоза установить реостатом R_T ток $I_{T1} = 0,7 A$. Запустить двигатель нажатием кнопки "П", с помощью миллисекундомера ЭС определить время разгона двигателя на каждой ступени пускового реостата и суммарное время пуска, сопоставить его с расчетным временем разгона двигателя; миллисекундомер включать при помощи переключателя П в положения I (I-я точка), 2 (2-я точка), 3 (3-я точка), 4 (суммарное время); для этого повторить пуск двигателя четыре раза;

б) выключить двигатель. В цепи катушки электромагнитного тормоза установить ток $I_{T2} = 0,8 A$; запустить двигатель и с помощью секундомера определить время разгона двигателя; наблюдать по самопишущему амперметру диаграмму изменения тока ротора при пуске;

в) выключить двигатель. В цепи катушки электромагнитного

тормоза установить ток $I_{T3} = 0,9 \text{ А}$; запустить двигатель; наблюдать по самопишущему амперметру диаграмму изменения тока ротора при пуске.

4. Записать тип и параметры всех реле и контакторов, находящихся на стенде.

У. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Построить график $I_n = f(t)$ при различных значениях нагрузки на валу двигателя, определив значения пускового тока по диаграмме самопишущего амперметра.

Оценить точность определения параметров.

УІ. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО РАБОТЕ

Отчет по проведенной работе должен включать принципиальную схему и описание установки, механическую характеристику $n = f(M)$, результаты расчета по пункту І, диаграммы изменения тока при пуске $I_n = f(t)$ на миллиметровой бумаге.

Примечание: Студенты, не выполнившие расчет по пункту І, к работе не допускаются.

УІІ. ЛИТЕРАТУРА

І. Афанасьев В.Д. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве. -М.: Металлургия, 1977, с. 54+6І.

УІІІ. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

І. Как осуществляется пуск асинхронного двигателя с фазным ротором?

2. Как определить номинальный момент по паспортным данным двигателя?
3. С какой целью строят механические характеристики двигателя?
4. Назначение реле времени в схеме автоматического пуска двигателя?
5. Какое назначение размыкающих контактов ЗУ контактора ускорения ЗУ?
6. Назовите назначение пусковых сопротивлений в цепи ротора?
7. От каких параметров зависит время разгона двигателя?
8. Чем ограничен бросок тока ротора при пуске двигателя?