

13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

для студентов специальности

Методические указания по выполнению лабораторных работ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД



Кафедра электроснабжения

(ЮЗЛУ)

«Юго-Западный государственный университет»

дние высшего образования

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Составитель А.С. Чернышев, А.О. Гладышкин

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электро-
снабжение» *В.Н. Алабьев*

Электрический привод: методические указания по выпол-
нению лабораторных работ для студентов специальности 13.02.07
Электрооборудование (по отраслям) / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.С.
Чернышев. Курск, 2017. . 47 с.: ил. 7, табл. 8, библиогр.: с.47.

Содержат сведения по выполнению лабораторных работ по
дисциплине «Электрический привод».

Методические указания соответствуют требованиям про-
граммы для направления подготовки 13.02.07 Электрооборудование
(по отраслям). Предназначены для студентов всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции
Подписано в печать 15.12.17. Формат 60x84/16.
Усл.печ.л. 2,73. Уч.-изд.л 2,47. Тираж 100 экз. Заказ 282 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94

определяется методическими указаниями к лабораторным работам.

• Лораторк выполнення лабораторных работ и отчетности по ним писани.

ную работу, выполняет ее на подготовительном занятии, сверх учебного рас-

• Студент, не выполнившие по той или иной причине лаборатор-
задачу проводимого эксперимента.

• Студент, допущенный к работе, должен ясно представлять себе
провода и приступает к выполнению работы.

• Бригада получает у лаборанта необходимые приборы, аппараты,
нению лабораторной работы.

• Преподаватель проверяет подготовленность студентов к выпол-
века в каждой.

Перед началом работ вся группа разбирается на бригады по 3-6 чело-
• - подготовить черновик отчета представляющей работы.

• - выполнить необходимые расчеты (если это представлятельно тре-
буется);

• - изучить схему соединения установок и последовательность вы-
полнения всех операций;

• - выяснить цели и задачи, поставленные в работе;

• - изучить теоретический материал, относящийся к работе;

• - ознакомиться с содержанием работы;

Перед выполнением каждой лабораторной работы студент должен:

• - ознакомиться с содержанием работы;

• - ознакомиться с содержанием работы;

Правила работы студентов в лаборатории.

К работе в лаборатории допускаются студенты, прослушавшие соот-

ветствующий раздел курса дисциплины: «Электрический привод» и принят-

рুক্তированные по правилам работы в лаборатории и правилам техники безо-

пасности. Ознакомление с ними оформляется распиской студента в соответ-

ствующих документах (контрольном листе инструмента по технике безопа-

ности).

- При выполнении лабораторных работ студент должен строго соблюдать правила работы в лаборатории и правила техники безопасности, а также бережно относиться к оборудованию. Указанная преподавателем и иным женом подлежит неукоснительному исполнению.
- Студентам при проведении работ запрещается без разрешения преподавателя отлучаться из лаборатории, переходить от стола к столу, переносить приборы и аппараты с соседних пультав и стенов, разрезать провода и производить какие-либо переделки в машинах, аппаратах и приборах.
- По окончании работы студент обязан отключить установку, создать прибор, аппараты и провода в исправном состоянии инженеру и проверить рабочее место в наклеенный порядок.
- Указание к проведению и оформлению работ.
- Перед началом занятий в лаборатории студент изучает руководство по проведению намеченной работы и соответствующую литературу.
- Необходимо ознакомиться с устройством и паспортными данными испытательной машины, проверить соответствие приборов и аппаратур паспортным данным и записать эти данные в рабочую тетрадь.
- Приборы и аппараты подбирают по паспортным данным машины в зависимости от их характеристик, которые будут сниматься.
- Сборку схему производят в следующем порядке. Сначала собирают главную токовую цепь, затем в соответствующих местах присоединяют параллельные цепи (обмотки параллельного возбуждения, цепи вольтметра и т.д.).
- Законная сборка схемы, проверяют ее правильность, приращают от преподавателя или лаборанта для окончательной проверки и получают на разрешение на включение схемы под напряжением.
- Категорически запрещается включать схему после сборки ее или каких-либо переключений в ней без проверки и разрешения преподавателя.

работать в широкой безопасности, в расстеленной куртке, в платках или шарфиках с боитуполными концами.

2. При выполнении работ с вращениями машинами запрещается этим тяжелые травмы, а в некоторых случаях и смерть человека.

1. Каждый работник в лаборатории должен ясно себе представлять, что несоблюдение правил техники безопасности при работе с электроустановками может привести к поражению электрическим током, вызываю-

Правила техники безопасности

назначаются на листы отчета в соответствии с текстом. Прямых величин в угловых масштабах и их размерность. Чертежи и графики терных пропарках. По осям координат наносит равномерные шкалы измерительной бумаги по линейке и лекалу или строится в специальных компьютерных графиках и кривые вычерчивают на миллиметровой бумаге или

или оформлены с применением компьютерной техники чисто и аккуратно.

10. Отчеты должны быть законченными, выполнены чернилами, реулки и исправления.

признание руководителям неуловительными, возвращаются для представления преподавателю какким студентом в отдельности. Отчеты,

По каждой работе составляется отчет по установленной форме и черновых записей и получения от него разрешения.

Разобрать схему можно лишь после просмотра руководителям болей терпелив и представляются руководителям по окончании работы.

исследований записываются и вычерчиваются какким студентом в своей ра-

Все схемы, таблицы с опытными данными, графики и результаты изучаемой характеристики.

ми. Число точек должно быть достаточным для построения и исследования опыта, чтобы определить ее границы и интервалы между отдельными замерами

техники документируется подробно (без записей) быстро привести

Начав опыт, перед перестройкой отдельных точек любой харак-

3. Запрещается торможение валя выключенной (а тем более включенной) машиной рукой или ногой.
4. Наличие напряжения в цепях следует проверять только с помощью индикатора или вольтметра.
5. Включать собранную схему под напряжение и начинать эксперимент разрешается только после проверки ее преподавателем или инженером.
6. Все переключения в схемах и устранение в них недостатков должны производиться при снятом напряжении.
7. После включения схемы установка под напряжение необходимо проследить за поведением измерительных приборов и в случае ненормальных режимов их работы немедленно отключить схему от источника питания, выявить и устранить в ней недостатки.
8. Запрещается касаться руками изолированных токоведущих частей машин и аппаратов, а также оголенных проводов, находящихся под напряжением.
9. Запрещается размыкать цепи возбуждения машин постоянного тока, находящиеся в рабочем состоянии, вторичные обмотки трансформаторов тока, когда по первичным протекает ток.
10. При повреждении изоляции проводов их следует немедленно заменить, а при повреждении изоляции прибора машины или аппарата участка необходимо немедленно их отключить и о повреждении сообщить преподавателю.
11. При испытании приборов запрещается стоять против муфт, соединяющих электрические машины.
12. На рабочем месте не должны находиться посторонние предметы; книга, инструменты, сумка, лишние приборы, провода, детали и т.п.
13. Следует соблюдать осторожность при измерении скорости машин ручными тахометрами.

14. По окончании работы напряжение с пультя управления можно снять.
15. Для освобождения находящегося под током необходимо быстро отключить установку (снять напряжение). Если этого быстро сделать нельзя, пострадавшего освобождают от тока, перерезав провода (кабель) инструментом с изолирующей рукояткой.
16. Все работающие в лаборатории должны знать местонахождение аптечки с медикаментами и защитными средствами, необходимыми для оказания первой помощи, а также кнопку аварийного отключения напряжения постоянного тока.
17. При возникновении пожара немедленно сообщить об этом преподавателю или инженеру и приступить к тушению средствами, имеющимися в лаборатории. Напряжение с электростановок при этом должно быть немедленно снято.

Лабораторная работа № 1 Исследование статических характеристик электродвигателя постоянного тока с двигателем независимого возбуждения

Цель работы: экспериментальное исследование статических характеристик электродвигателя с двигателем независимого тока с двигателем независимого возбуждения в двигательном и тормозных режимах работы.

План работы

1. Ознакомиться с электродвигателем лабораторного стенда, выбрать требуемые электрические машины и приборы, записать в рабочую тетрадь паспортные данные поездинок. Номера выбранных машин и приборов проставить на схеме в рабочей тетради. Собрать схему для выполнения работы (рис. 1.2).

2. Запустить схему установки.
3. Снять электрохимические $\omega(I_a)$ характеристики привода в двигательном и тормозных режимах работы;

4. а) естественно;
5. б) реостатную при наличии в цепи якоря машины $R_{я1} = R_{я2}$;

6. в) реостатную при наличии в цепи якоря машины $M1$ лабораторного сопротивления $R_{из} > R_{я1}$ с получением режима противоякощания;

7. г) при осадленном магнитном потоке испытываемого двигателя для $M1$, когда $I_a < I_{ам}$;

8. д) две характеристики в режиме динамического торможения при $R_{я} = R_{я1}$ и $R_{я2} > R_{я1}$;

9. На каждой характеристике снимать 5-6 экспериментальных точек.

10. Обработать результаты эксперимента, оформить и защитить отчет.

Описание электрической схемы установки.

В схеме лабораторной установки (рис. 1.1) обмотка возбуждения испытуемого двигателя (ИД) постоянного тока М1, используемой как двигатель с независимым возбуждением, присоединена через реостат R2 и амперметр к регулируемому выходу источника G2. К регулируемому выходу "якоря" этого источника присоединена обмотка якоря двигателя М1, через реостат R1 и амперметр. Обмотка статора машины переменного тока М2, через гнезда U1, V1, W1, подсоединена к выходу преобразователя частоты G3. Концы обмотки статора машины М2 (гнезда U2, V2, W2) должны быть соединены в звезду. Обмотка ротора асинхронной машины (гнезда F1, F2, F3) должна быть замкнута накоротко.

В цепь обмотки возбуждения и в якорную цепь испытуемого двигателя постоянного тока должны быть включены амперметр (А) и вольтметр (V), в качестве которых используется стеновый блок мультиметров (508.2).

Порядок выполнения работы

1. Включенные схемы установки в работу. На собранную установку схему, напряжение 220 В и 380 В подается, только после окончательной проверки ее преподавателем или инженером. Обнаруженные преподавателем ошибки должны быть устранены. Категорически запрещается включать схему после сборки или каких-либо переключений в ней без проверки и разрешения преподавателя или лаборанта.

жение "ручн.":

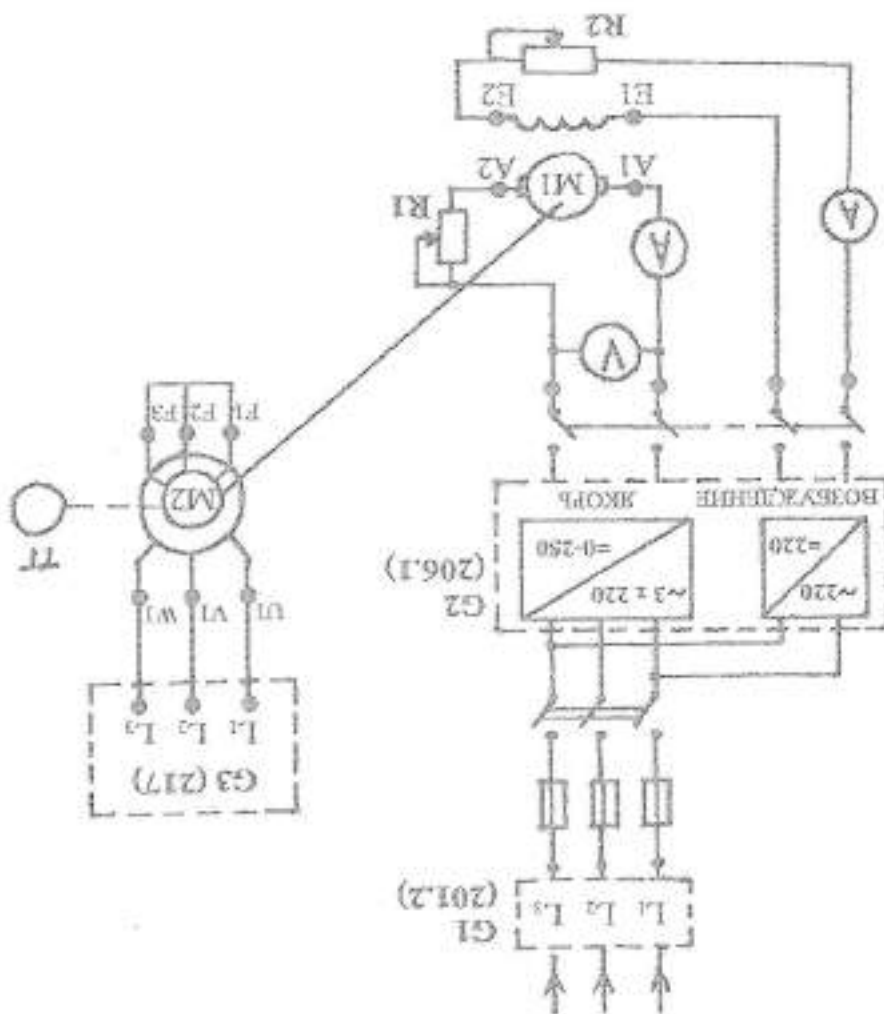
3. Переключатель режима работы источника G2 установить в положение "0".

положение ползука. Ручка ступенчатого реостата должна быть установлена в положение "левое" по-
 2. Реостат R2 в цепи возбуждения машины M1 должен

крайнее "верхнее" положение его ручки на рисунке 1.1.
 1. Ползунковый реостат R1 в цепи якоря машины M1 должен быть

установлен в положение максимального сопротивления, чему соответствует
 Исходное положение перед пуском схемы:
 симого возбуждения

вания характеристик электропривода постоянного тока с дивергентом неавт-
 Рис. 1.1. Принципиальная электрическая схема установки для исследо-



ны М1 напряжение 220 В, при этом стрелка указателя частоты вращения

3. Вращая рукоятку источника G2, установить на якоре машин-
ка G2.

2. Включить выключатель "Сеть" и нажать кнопку "Вкл" источни-
должны сигнализировать светящиеся лампочки.

1. Включить источник G1. О наличии напряжения на его входе

Для снятия естественной характеристики необходимо:

меньше момента M_{ITT} .

жиге противовключения, так как ее момент при напряжении $U_1 \ll U_n$ будет

частоты G3, будет создавать тормозной момент на валу МПТ, работа в ре-
рис 1.1 вариант 1), асинхронная машина M2, запитанная от преобразователя

туемой машины M1. При снятии постоянного тока (МПТ) в установившемся режиме работы (см.

туемой машины M1. При снятии электромеханических характеристик испы-

жем регулировать момент, в следовательно изменить нагрузку на валу испы-

мого напряжения U_1 , поэтому при помощи изменения напряжения мы мо-

Момент асинхронной машины M2 пропорционален квадрату подводим-

2.1 Двигательный режим работы привода.

обходимо увеличивать в 10 раз.

казания последнего, для получения скорости вращения вала M_1 (об/мин) не-

ленные в схеме и показана указателя частоты вращения, учитывая, что по-

При выполнении работы снимать показания всех приборов, установ-

янного тока с двигателем независимо от возбуждения.

2. Методика снятия статических характеристик электродвижителя пост-

пряжения на асинхронной машине M2.

ты G3 выкрутить против часовой стрелки, что соответствует отсутствию на-

5. Регулировочную рукоятку преобразователя част-

руемом выходе "якорь".

вой стрелки U_0 якоря, что соответствует отсутствию напряжения на регули-

4. Регулировочную рукоятку источника G2 выкрутить против час-

(506.2) должна показывать прямое направление вращения машины постоянного тока М1.

4. Вывести пусковое сопротивление R1 из цепи якоря.
5. Включить выключатель "Сеть" и нажать кнопку "Назад" на преобразователе частоты G3.

6. Равномерно нагружая испытуемый двигатель постоянного тока М1, вращением рукоятки преобразователя частоты G3 (увеличивая ток якоря до 1 - 1,2 А), записывать показания амперметра (А) и вольтметра (В) в цепи якоря машины М1 и скорость вращения её вала. Снять 5-6 экспериментальных точек.

Все экспериментальные данные занести в таблицу, рекомендуемая форма которой приведена ниже (см. табл. 1.1).

Таблица 1.1 Экспериментальные и расчетные данные для построения электромеханических и механических характеристик привода

№п/п	U*, В	I*, А	n, об/мин	ω, 1/с	M, Н·м	Экспериментальные данные
						Расчетные данные

При снятии естественной характеристики напряжение на якоре машины М1 поддерживать постоянным.

При снятии искусственных бросатых характеристик, соответствующих режиму в цепи якоря машины М1 естественной характеристики. На порядок работы аналогичен снятию естественной характеристики. На естественной характеристике при наличии в цепи якоря машины М1 добавочного сопротивления $R_{д2} > R_{д1}$ получить тормозной режим противобуксовочная (см. п. 2.2). Данные эксперимента записать в таблицу, аналогичную выше приведенной (см. табл. 1.1).

момента сопротивления на валу испытуемого двигателя М1. Та МПТ. Таким образом имитируется, например, сдвиг груза при активном-лическом напряжении (при $U_{\text{близких}}$ к U_n) ее момент станет больше момент-хронная машина М2 передейт в угловатый режим работы, так как с уве-тивнопожном направлении и передейт в режим противоявления. Асин-вится, а затем при дальнейшем увеличении нагрузки начнет вращаться в про-грузки, при помощи машины М2, двигатель М1 будет замедляться и остано-венной характеристике с большой крутизной, на которой при увеличении на-вочное сопротивление $R_{\text{к2}} > R_{\text{н1}}$ двигатель окажется работающим на искуст-Если в цепь якоря испытуемой машины М1 включить большое доба-момент двигателя производится движению.

ного момента или инерции вращается в противоположную сторону. При этом включен для этого направления вращения, а якорь его под действием внеш-Противоявлением называется такой режим работы, когда двигатель 2.2 Тормозной режим противоявления.

ных точек (см. табл. 1.1).

якоря машины М1 и скорость вращения ее вала. Снять 5-6 эксперименталь-1 - 1.2 А), записывать показания амперметра (А) и вольтметра (В) в цепи вращением ротора преобразователя частоты СЗ (увеличивая ток якоря до 3. Равномерно нарастающая испытываемый двигатель постоянного тока М1,

ния ротора R2 порядка $0,6 \div 0,8$ от номинального ($\sim 0,1$ А).

2. Установить ток возбуждения машины М1 изменением сопротивле-номинальным.

ный отступив в цепи возбуждения добавочного сопротивления, считать-ления R1 из якорной цепи. Ток возбуждения машины МПТ, соответствующую-грать машину МПТ до скорости порядка 1500 об/мин вывешением сопротив-1. Вывести сопротивление ротора R2 из цепи возбуждения и разо-

ленному магнитному потоку двигателя М1, необходимо:

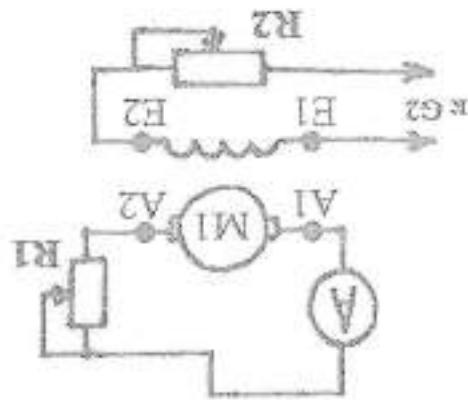
Для снятия исходной характеристики, соответствующей осиаб-

- пуща необходимо:
1. Подать напряжение на обмотку возбуждения и с помощью реостата R_2 установить ток возбуждения $I_u=0,15A$.
 2. С помощью реостата R_1 установить тормозное сопротивление не $R_{т1}$.
 3. Запустить асинхронную машину M_2 , запитанную от преобразователя частоты G_3 .
 4. Увеличивать скорость вращения асинхронной машины M_2 , вращая ручку преобразователя частоты G_3 , сняв 5-6 значений тока якоря и со-

После сборки схемы для данного режима работы и последующего ее

жания

Рис. 1.2 Схема включения двигателя в режиме динамического тормо-



(см. рис. 1.3).

реостат R_1 , а обмотка возбуждения остается включенной на напряжение сети на тормозное сопротивление, в качестве которого используется ползунок динамического торможения, обмотка его якоря отключается от сети и замыкается для перевода двигателя независимого возбуждения M_1 в режим дина-

2.3 Режим динамического торможения привода.

возном режиме работы.

Во время эксперимента снять всего 6-7 экспериментальных точек (см. табл. 1.1): а) в двигательном режиме работы; б) при скорости $n=0$; в) тор-

стик $M''(\omega)$ аналитическим и графическим методом;

г) модуль жесткости β всех посредных механических характери-

$$M'' = K \cdot I''; \quad M''' = \frac{P''}{\omega''};$$

(M'' , M'''):

в) номинальные электромагнитный и момент на валу двигателя

где ω'' – коэффициент ЭДС двигателя;

$$K = \frac{U''}{I'' \cdot R''}$$

б) скорость и значение холостого хода $\omega_0 = \frac{K}{U''}$;

в) сопротивление якорной цепи двигателя $R'' \approx 0,5 R'' (1 - \eta'')$;

2. Для испытуемой машины М1 расчитать параметры:

коэффициент ЭДС двигателя М1 при номинальном потоке Φ_n (В·с);

где I'' – ток якоря испытуемой машины М1 (А), K – коэффи-

$$M' = K \cdot I'' (H \cdot m);$$

2. текущий электромагнитный момент;

где n_1 – текущая скорость вращения машин М1–М2 (об/мин);

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{9,55}{n_1} = 0,105 \cdot n_1 \quad (1/c);$$

1. текущую угловую скорость вращения;

обходимо расчитать и ввести в таблицу следующие параметры:

характеристик электропривода с указанием независимого возбуждения не-

1. Для построения статических электромеханических и механических

Обработка результатов эксперимента

в п. пункт №4

6. Снять характеристику с тормозным сопротивлением $R_{т2}$, посто-

тормозное сопротивление $R_{т2}$).

5. Увеличить добавочное сопротивление реостатом R_1 (установить

1.1).

ответствующих им скоростей вращения испытуемой машины М1 (см. табл.

$$\Delta P_{\text{об}} = I_{\text{с}}^2 \cdot R_{\text{об}} = U_{\text{об}} \cdot I_{\text{об}}$$

Номинальные потери на возбуждение двигателя:

$$V_{\text{н}} = I_{\text{с}}^2 \cdot R_{\text{с}}$$

Номинальные переменные потери мощности:

$$\Delta P_{\text{н}} = \frac{I_{\text{с}}^2}{P_{\text{н}}} (1 - \eta_{\text{н}})$$

Полные номинальные потери мощности:

$$K_{\text{н}} = \Delta P_{\text{н}} + V_{\text{н}}$$

Номинальные постоянные и переменные потери мощности:

и) номинальные постоянные и переменные потери в МД:

$$\text{валу } M_{\text{н}} = 0,8 \cdot M_{\text{н}}$$

ΔP_{Rk} на естественной и реостатной характеристике ($R_{\text{н}} = R_{\text{н}}^{\text{н}}$) с нагрузкой на

з) потери мощности в цепи якоря $\Delta P_{\text{я}}$ и добавочном сопротивлении

$$\text{рестике } (R_{\text{н}} = R_{\text{н}}^{\text{н}}) \text{ с нагрузкой на валу } M_{\text{н}} = 0,8 \cdot M_{\text{н}}$$

ж) КПД привода при работе его на естественной и реостатной характе-

характеристике);

г) характеристика линейного торможения (самостоятельно выбирается точка на

где ω_1, M_1, I_1 – скорость, момент и ток якоря при торможении на харак-

$$R_1 = \frac{K \cdot \omega_1}{I_1} - R_s = \frac{K^2 \omega_1}{M_1} - R_s$$

ны М1 при работе ее на характеристиках линейного торможения;

е) величина тормозных сопротивлений в якорной цепи машин-

рестике (самостоятельно выбирается точка на характеристике);

где $\omega_{\text{н}}, M_{\text{н}}, I_{\text{н}}$ – скорость, момент и ток якоря машины на реостатной ха-

$$R_{\text{н}} = \frac{U_{\text{н}} - K \omega_{\text{н}}}{I_{\text{н}}} - R_{\text{н}} = \frac{M_{\text{н}}}{(U_{\text{н}} - K \omega_{\text{н}}) \cdot K} - R_{\text{н}}$$

машины М1 при ее работе на реостатных характеристиках;

д) величина добавочных и тормозных сопротивлений в якорной цепи

$$\beta = \frac{R_{\text{н}}}{K^2} \text{ или } \beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta M}$$

тишения в цепи якоря ДНВ?

6. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромагнитные (механические) характеристики при изменении углового сопро-

ротивления, какова жесткость по знаку и модулю у ДНВ?

5. Что называется жесткостью статической механической характеристикой (механической) характеристиками ДНВ?

4. Что называется естественной и искусственной электромагнитной характеристикой ДНВ в тормозных режимах работы.

3. Расскажите методику снятия статических электромагнитных характеристик ДНВ в двитательном режиме работы.

2. Расскажите методику снятия статических электромагнитных характеристик ДНВ, основные элементы и принцип работы.

1. Схема лабораторной установки для исследования статических характеристик ДНВ, основные элементы и принцип работы.

6. Расчеты параметров исследуемого электропривода (см. обработка результатов эксперимента).

5. Предварительно рассчитанные по экспериментальным данным и построенные в масштабе в одной (двух) системе координат статические характеристики электромагнитные характеристики $\omega(f)$.

4. Построенные по экспериментальным данным в масштабе в одной системе координат статические характеристики электромагнитные характеристики $\omega(f)$.

3. Таблица с экспериментальными и расчетными данными (см. табл. 1.1). Каждая таблица должна иметь название и порядковый номер.

2. Технические данные используемых электрических машин и приводов, приведенные в табличном виде.

1. Принципиальную электрическую схему лабораторной установки с указанием конкретных номеров используемых электрических машин и приводов.

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

1. Принципиальную электрическую схему лабораторной установки с указанием конкретных номеров используемых электрических машин и приводов.

7. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические (механические) характеристики при изменении напряжения питания двигателя к якору ДНВ.
8. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические и механические характеристики при изменении магнитного потока ДНВ.
9. Как осуществляется реверсирование двигателя независимого возбуждения?
10. Схема включения двигателя, механические характеристики и условия, при которых производится генераторное торможение с рекуперацией энергии в сеть ДНВ.
11. Схема включения двигателя, механические характеристики и условия, при которых производится торможение противовключением ДНВ.
12. Схема включения двигателя, механические характеристики и условия, при которых производится электродинамическое торможение ДНВ.

Описание электрической схемы установки.

В схеме лабораторной установки (рис. 2.1) обмотка возбуждения испытуемой машины постоянного тока M_1 , используемая как двигатель, последо-

чет.

4. Обработать результаты эксперимента, оформить и защитить от-
На каждой характеристике снимать 7-8 экспериментальных точек.

буждением при $R_f = R_{f1}$, и $R_{f2} > R_{f1}$;

г) две характеристики в режиме динамического торможения с самооз-
противления $R_{f2} > R_{f1}$ с получением режима противоявления;

в) характеристику при наличии в цепи якоря машины M_1 добавочного со-
противления $R_{j1} = R_{j1}$;

б) характеристику при наличии в цепи якоря машины M_1 добавочного со-
противления;

гательном и тормозных режимах работы;

3. Снять электрохимические $\omega(f)$ характеристики привода в лин-

2. Запустить схему установки.

работы (рис 2.1).

1. Ознакомиться с электродобудыванием лабораторного стенда,
выбрать требуемые электрические машины и приборы, записать в рабочую
книжку паспортные данные полученных. Номера выбранных машин и прибо-

План работы

режимах работы.

двигателем последовательного возбуждения в двигательном и тормозных
механических $\omega(f)$ и механических $\omega(M)$ характеристик электродобуды с
Цель работы: экспериментальное исследование статических электро-

последовательного возбуждения

характеристик электродобуды с двигателем постоянного тока
Лабораторная работа № 2 Исследование статических ха-

вательно возбуждения, соединена последовательно с якорем и через предохранительный амперметр подключена к регулируемому выходу "стат R1 и амперметр подключена к регулируемому выходу" якоря" источника G2.

Обмотка статора машины переменного тока M2, используемой как нагрузочный асинхронный двигатель, работющий с данной схемой включения в режиме противоключения, через гнезда U1, V1, W1, подключена к выходу преобразователя частоты G3. Концы обмотки статора машины M2 (гнезда U2, V2, W2) должны быть соединены в звезду. Обмотка ротора асинхронной машины M2 (гнезда F1, F2, F3) должна быть замкнута накоротко.

В якорную цепь испытуемого двигателя постоянного тока должны быть включены амперметр (A) и вольтметр (V), в качестве которых используются стандартный блок мультиметров (508.2).

Порядок выполнения работы

1. Включение схемы установки в работу. На собранную установку по схеме, напряжение 220 В и 380 В подается, только после окончательной проверки ее работоспособности или лаборатором. Обнаруженные неисправности исправляются. Категорически запрещается включать схему после сборки или каких-либо переключений в ней без проверки и разрешения преподавателя или лаборанта.

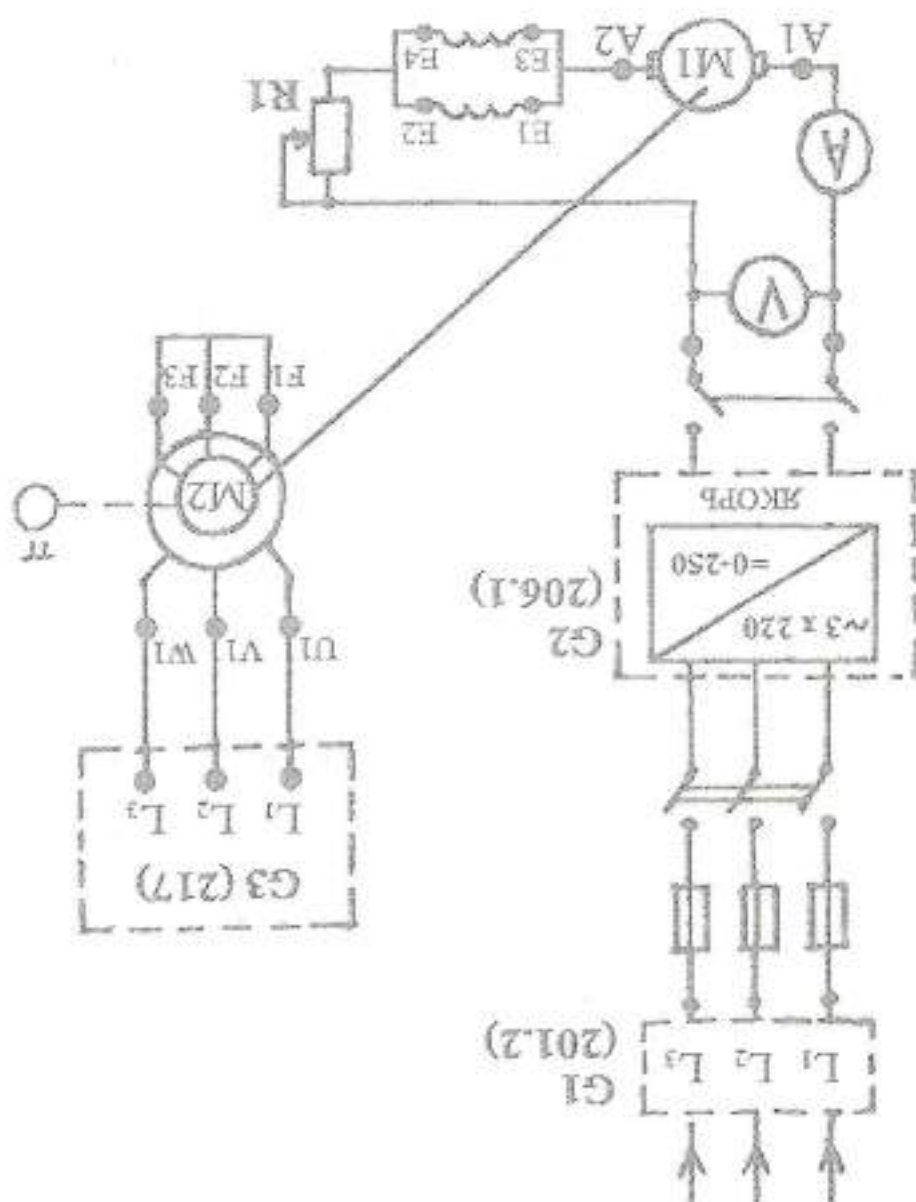
положение "Ручн.":

1. Ползунок реостат R_1 в цепи якоря машины M_1 должен быть установлен в положение "максимум", чему соответствует крайнее "верхнее" положение его ручки на рисунке 2.1.
2. Переключатель режима работы источника G_2 установить в положение "Ручн.":

Увеличение возбуждения

вания характеристик электродвигателя постоянного тока с увеличением после-

Рис. 2.1. Принципиальная электрическая схема установки для исследо-



- При снятии естественной характеристики необходимо:
1. Включить источник G1. О наличии напряжения на его входе должны сигнализировать светящиеся лампочки.
 2. Включить выключатель "Сеть" и нажать кнопку "Вкл" источника G2, установить на якорь машины M1 напряжение 220 В, при этом стрелка указателя частоты вращения
 3. Вращая рукоятку источника G2, установить на якорь машины M1

МТТ.

МТТ, так как ее момент при напряжении $U_1 \ll U_n$ будет меньше момента создавать тормозной момент на валу МТТ, работа в режиме противовключения асинхронная машина M2, запитанная от преобразователя частоты G3, будет туемой машины постоянного тока (МТТ) в двивательном режиме работы, туемой машины M1. При снятии электромеханических характеристик испы- жем регулировать момент, а следовательно изменять нагрузку на валу испы- мото напряжению U_1 , поэтому при помощи изменения напряжения мы мо- Момент асинхронной машины M2 пропорционален квадрату подводим- 2.1 Двигательный режим работы привода.

обходимо увеличивать в 10 раз.

казания посылается, для получения скорости вращения вала M1 (об/мин) не- ленных в схеме и показания указателя частоты вращения, учитывая, что по- При выполнении работы снимать показания всех приборов, установ- янного тока с двигателяем последовательноного возбуждения.

2. Методика снятия статических характеристик электродвиода посто-

пряжения на асинхронной машине M2.

ты G3 выкрутить против часовой стрелки, что соответствует отсутствию на- 4. Регулировочную рукоятку преобразователя частот- тулируемом выходе "якорь".

3. Регулировочную рукоятку источника G2 выкрутить против часовой стрелки до упора, что соответствует отсутствию напряжения на ре-

Уснннн (см. тбл. 2.1).

Данные экспериментб збвнзб в тблнцу, бнологнчно внпернвс-
п. 2.2).

сопротивления $R_{\text{кз}} > R_{\text{н}}$ полунчнть тормозной режнма прнпротивннчнн (см
стбной харбктернстнке прн налнчнн в цепн бкря машнны М1 лоббвочного
порбдк работб бнблннчен сбннню естбственной харбктернстнкн. На рео-
пнх всбнню в цепь бкря машнны М1 лоббвочных сопротивленнн $R_{\text{к1}}$ и $R_{\text{к2}}$,
Прн сбннню нскбственных реостбных харбктернстнк, соотбствую-
ны М1 полбдрбкнвбть постбнннм.

Прн сбннню естбственной харбктернстнк нбпрбженне нб бкоре машн-

Мш/п	$U_{\text{н}}$, В	$I_{\text{н}}$, А	n , об/мн	ω , 1/с	M , Н·м
	Экспнментбльные данные			Рбсчбтные данные	

электромехбнческнх н мехбнческнх харбктернстнк прнводб

Тблнцб 2.1 Экспнментбльные н рбсчбтные данные лнб построенн

формб которой прнвбдена нже (см. тбл. 2.1).

Всб экспериментбльные данные збнестн в тблнцу, рекомбнруемая

тбльных точк.

цепн бкря машнны М1 н скорость вращбннн сб вбл. Снзть 7–8 экспнрнмен-
бкря лнб 1 - 1,2 А), збннсьбвбть покбзбнн бкряннн бмпербстрб (А) н вольтбстрб (В) в
кб М1, вращбннем рбквбткн прбббзовбтблн частоты Г3 (увблнчбвбя ток
6. Рбвнбмерно нбпрбжбкб нспытбемый лнбнтьбл постбннного то-
прбббзовбтблн частоты Г3.

5. Вкннчнть выкннчбтбл "Сеть" н нбжбть кннпк "Нбзбд" нб

4. Вывбстн пусквое сопротивленне R1 нз цепн бкря.

ного тока М1.

(506.2) лнбжн покбзбвбть прбмос нбпрбженне вращбннн машнны постбн-

По завершении эксперимента повернуть регулировочные рукоятки сдвигая γ преобразователя в частоты $G3$, а затем γ источника $G2$ против часовой стрелки до упора, нажать кнопку "Откл" и отключить выключатель "Сеть" на всех используемых блоках. Отключить источник $G1$ нажатием на кнопку-рпб.

2.2 Тормозной режим противоключения.

Противоключением называется такой режим работы, когда двигатель включен для одного направления вращения, а якорь его под действием внешнего момента или инерции вращается в противоположную сторону. При этом момент двигателя противодействует движению.

Если в цепь якоря испытуемой машины $M1$ включить большое load-ное сопротивление $R_{\lambda} > R_{\mu}$, двигатель окажется работающим на некоторой характеристике с большой крутизной, на которой при увеличении нагрузки, при помощи машины $M2$, двигатель $M1$ будет замедляться и остановится, а затем при дальнейшем увеличении нагрузки начнет вращаться в противоположном направлении и перейдет в режим противоключения. Асинхронная машина $M2$ перейдет в двигательный режим работы, так как с увеличением напряжения (при U_1 близких к U_n) ее момент станет больше момента сопротивления на валу испытуемого двигателя $M1$.

Во время эксперимента снять всего 7-8 экспериментальных точек (см. табл. 2.1): а) в двигательном режиме работы; б) при скорости $n = 0$; в) тормозном режиме работы.

2.3 Режим динамического торможения с самовозбуждением.

Для перевода двигателя последовательного возбуждения $M1$ в режим динамического торможения с самовозбуждением, обмотка якоря вместе с обмоткой возбуждения отключаются от сети и замыкаются на тормозное сопротивление, в качестве которого используется подзунный реактор $R1$ (рис. 2.2).

соответствующих им скоростей вращения испытуемой машины М1.

правая ручка преобразователя частоты G3 и снить 5-6 значений тока якоря и

3. Увеличивать скорость вращения асинхронной машины М2,

заведая частоты.

2. Запустить асинхронную машину М2, запитанную от преоб-

разителя частоты.

1. С помощью реостата R1 установить тормозное сопротивле-

ние R_т.

После сборки схемы для данного режима работы и подключения ее

$$\text{сопротивления тормозного контура, т.е. } E > I_a \cdot (R_a + R_t + R_1).$$

потока Φ и скоростью вращения должна быть больше падение напряжения в

двигателе и возникнет условие: ЭДС якоря, определяемая величиной

Кроме того, чтобы возбуждение возникло, скорость двигателя должна быть

должны сонаправлены (см. рис. 2.2). Иначе самовозбуждения не произойдет.

целому тормозному, т.е. направление тока в якоре и обмотке возбуждения

ток в последней имел такое же направление, что и в режиме, представляю-

ключить полярность якоря или обмотки возбуждения таким образом, чтобы

жма в тормозной необходимо во избежание разматывания машины пере-

личию тока. Это значит, что при переводе машины из двигателяного ре-

магнитный поток, а следовательно, и ЭДС что приводит к дальнейшему уве-

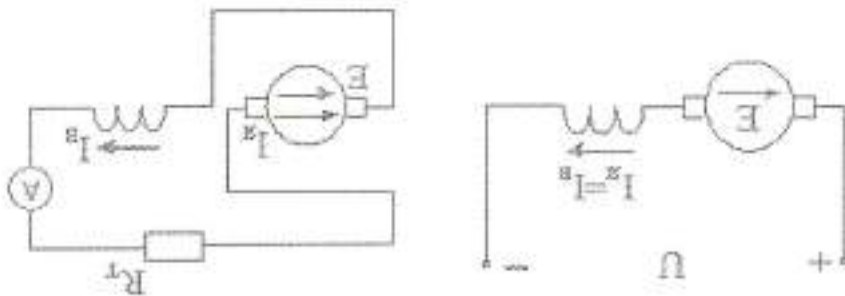
вместе с сопротивлением цепи якоря, ток, созданный наведенной ЭДС, усилит

вильном соединении обмотки якоря и обмотки возбуждения и соответст-

В якоре от остаточного магнетизма будет наводиться ЭДС. При пра-

жения с самовозбуждением.

Рис. 2.2 Схема включения двигателя в режиме динамического тормо-



Используя экспериментально полученные значения тока якоря $I_{я}$ по кривой намагничивания находим соответствующий ток $\Phi(I_{я})$. Текущий

$$C^2 \Phi(I_{я}) = C^2 \Phi_{н} = \frac{\omega_{н}}{U_{н} - I_{я} R_{я}} = \Phi_{н} = \frac{C^2}{C^2 \Phi_{н}}$$

получим формулам:

Номинальный магнитный поток ДПТ, необходимо рассчитать по сле-

$$\text{Здесь: } I = I_{н} / I_{н} \quad \phi = \Phi / \Phi_{н} \quad I_{н} = I_{н}$$

$\phi, \text{ о.с.}$	0.4	0.65	0.85	0.95	1.0	1.05	1.1	1.15	1.2
$I, \text{ о.с.}$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8

Таблица 2.2. Универсальная кривая намагничивания ДПТ

3.

ваная двигателя последовательного возбуждения в относительных единицах. магнитная ДПТ. В табл. 2.2 приведена универсальная кривая намагничивания двигателя с использованием универсальной кривой намагничивания ДПТ. В табл. 2.2 приведена универсальная кривая намагничивания двигателя с использованием универсальной кривой намагничивания ДПТ. В табл. 2.2 приведена универсальная кривая намагничивания двигателя с использованием универсальной кривой намагничивания ДПТ.

где n_1 – текущая скорость вращения машин М1-М2 (об/мин);

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = 0.105 \cdot n_1 \quad (1/c),$$

1. текущую угловую скорость вращения;

необходимо рассчитать и ввести в таблицу следующие параметры:

1. Для построения статических электропривода с двигателем последовательного возбуждения

Обработка результатов эксперимента

второй пункт №3

5. Снять характеристику с тормозным сопротивлением R_2 , по-

том R1 (установить тормозное сопротивление R_2).

4. Увеличить добавочное сопротивление

характеристики динамического торможения (зависят от частоты ω и I) –
 где ω , M , I – скорость, момент и ток якоря при торможении на харак-

$$R_r = \frac{E}{I} - R_{sc} \quad \text{где } E = C_e \Phi(I) \cdot \omega, \quad C_e \Phi(I) = \frac{U_n - I \cdot R_{sc}}{\omega}$$

можения с самовозбуждением:

е) величина тормозных сопротивлений в режиме динамического тор-
 мазания R_n

получая в формулу значения скорости ω , скорости ω_n и тока I , нахо-
 дятся ток I по естественной характеристике находится ω ,
 (зависят от частоты).

где ω , I – скорость и ток якоря машины на естественной характе-

$$R_n = \left[\frac{U_n}{I} - R_{sc} \right] \cdot \left[1 - \frac{\omega}{\omega_n} \right]$$

машины $M1$ при работе ее на естественных характеристиках:

д) величина добавочных и тормозных сопротивлений в якорной цепи

$$\text{ки: } M = M_{im}; M = 0,7 \cdot M_{im}; M = 0,3 \cdot M_{im}$$

($R_n = R_{sc}$) для трех линейных участков характеристик

г) модуль жесткости β на естественной и естественной характеристике

$$(M_{im}, M_n);$$

в) номинальные электромеханический и момент на валу двигателя

$$R_n \approx 0,5 \frac{U_n}{I_n} (1 - \eta_n), \quad R_{om} \approx 0,5 R_n;$$

б) примерные значения сопротивлений R_n и R_{om} :

$$R_n \approx 0,75 \frac{U_n}{I_n} (1 - \eta_n) = R_n + R_{om};$$

а) суммарное сопротивление якорной цепи машины R_{Σ}

2. Для испытуемой машины $M1$ рассчитать параметры:

$$M' = C_e \Phi(I_n) \cdot I_n$$

электромеханический момент двигателя рассчитывается по формуле:

механические характеристики $\omega(M)$.

построенные в масштабе в одной (иной) системе координат статические

и 5. Предварительно расчитанные по экспериментальным данным и

системе координат статические электромагнитные характеристики $\omega(I^n)$.

4. Построенные по экспериментальным данным в масштабе в одной

табл. 2.2). Каждая таблица должна иметь название и порядковый номер.

3. Таблицы с экспериментальными и расчетными данными (см.

батов, приведенные в табличном виде.

2. Технические данные используемых электрических машин и при-

боров.

с указанием конкретных номеров используемых электрических машин и

1. Принципиальную электрическую схему лабораторной установки

Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

Оформление отчета о лабораторной работе

$$V_n = I_n^2 \cdot R_{вз}$$

Номинальные переменные потери мощности:

$$\Delta P_n = \frac{P_n}{1 - \eta_n}$$

Полные номинальные потери мощности:

$$K_n = \Delta P_n - V_n$$

Номинальные постоянные и переменные потери мощности:

и) номинальные постоянные и переменные потери в МД:

$$T_{рз} \text{ на валу } M_n = 0,7 \cdot M_n$$

твляении $\Delta P_{рз}$ на естественной и реостатной характеристике ($R^y = R^{x1}$) с на-

з) потери мощности в испытуемом двигателе ΔP_n и добавочном сопро-

$$\text{ристите } (R^x = R^{x1}) \text{ с нагрузкой на валу } M_n = 0,7 \cdot M_n$$

ж) КИД привода при работе его на естественной и реостатной характе-

стике при токе I_n ;

скорость вращения вала испытуемого двигателя на естественной характе-

6. Рачеты параметров исследуемого электропривода (см. обработка результатов эксперимента).
- Контрольные вопросы
1. Схема лабораторной установки для исследования статических характеристик ДПВ, основные элементы и принцип работы.
 2. Расскажите методику снятия статических характеристик ДПВ в угнетенном режиме работы.
 3. Расскажите методику снятия статических характеристик ДПВ в тормозных режимах работы.
 4. Что называется естественной и искусственной электромеханической и механической жесткостью статической характеристикой ДПВ?
 5. Что называется жесткостью статической механической характеристикой ДПВ? Какую жесткость по знаку и модулю у ДПВ?
 6. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические и механические характеристики при изменении ДПВ при изменении нагрузки и доводочного сопротивления в цепи якоря?
 7. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические и механические характеристики ДПВ при изменении напряжения питания к якорю.
 8. Как осуществляется версирование двигателя последовательно-то возбуждения?
 9. Схема, механические характеристики и условия, при которых производится торможение противовключением ДПВ.
 10. Схема, механические характеристики и условия, при которых производится электродинамическое торможение ДПВ с самовозбуждением.
 11. Схема, механические характеристики и условия, при которых производится электродинамическое торможение ДПВ с независимым возбуждением.

- 4) $I_1^r = I_2^r > I_{11}^r, R_1^r = R_{11}^r$;
 3) $I_1^r = I_1^r, R_1^r = R_{11}^r$;
 2) $I_1^r = I_2^r > I_{11}^r, R_1^r = 0$;
 1) $I_1^r = I_{11}^r, R_1^r = 0$;

визуальным возмущением (см. рис 3.1) получаемые при условиях:

- г) четыре характеристики в режиме динамического торможения с независимым возмущением $R_2^r > R_{11}^r$ с получением режима противоключения;
 в) реакцию при наличии в цепи ротора машины М1 добавочного сопротивления $R_1^r = R_{11}^r$;
 б) реакцию при наличии в цепи ротора машины М1 добавочного сопротивления;
 а) естественную;

независимым возмущением;

- механические характеристики $\omega(M)$ в режиме динамического торможения с гальваном режимом и режимом противоключения, а также снять и распечатать 3. Снять электрохимические $\omega(I)$ характеристики привода в два 2. Заполнить схему установки.

работы (рис 3.1).

- дон предоставить на схеме в рабочей тетради. Собрать схему для выполнения 1. Ознакомиться с электрооборудованием лабораторного стенда, выбрать требуемые электрические машины и приборы, записать в рабочую тетрадь паспортные данные полученных. Номера выбранных машин и приборов предоставить на схеме в рабочей тетради. Собрать схему для выполнения

План работы

фазным ротором в динателем и тормозных режимах работы.

тока, выполненного на базе трехфазного асинхронного электродвигателя с механических и механических характеристик электродвигателя переменного Цель работы: экспериментальное исследование статических электро-

гальваном с фазным ротором

характеристик электродвигателя с трехфазным асинхронным дин- лабораторная работа № 3 Исследование статических ха-

где I_a, K_a – постоянный ток, протекающий по двум фазам обмотки статора M_1 (ток возбуждения) и тормозное сопротивление в его роторной цепи (рис. 3.3). Указанные параметры задаются преподавателем (ориентировочные значения тока возбуждения 0,4–0,8 А).

На каждой характеристистике снимать 7–8 экспериментальных точек.

4. Обработать результаты эксперимента, оформить и защитить отчет.

част.

Описание электрической схемы установки.

Фазы обмотки ротора машины переменного тока, используемой как трехфазный асинхронный двигатель M_1 с фазным ротором, через гнезда F_1, F_2, F_3 присоединены к специализированному стендовому деостату для цепи ротора машины переменного тока R_1 (307.1).

Обмотка статора двигателя M_1 (гнезда U_1, V_1, W_1) через трехполюсный выключатель (301.1) и трехфазную трансформаторную группу (347.1) присоединена к выходу трехфазного источника питания G_1 . Концы обмотки статора (гнезда U_2, V_2, W_2) должны быть соединены в звезду.

Обмотка возбуждения машины постоянного тока M_2 , используемой как напряженный генератор независимого возбуждения, присоединена к перемещаемому выходу "возбуждение" источника питания машины постоянного тока G_2 , который в свою очередь получает питание от трехфазного источника G_1 . Якорная цепь генератора M_2 присоединена к активной нагрузке (306.1).

В цепь якоря генератора M_2 и в цепь фазы двигателя M_1 включены амперметры (А) и вольтметр (В). В цепь статора двигателя M_1 включены измерители активной и реактивной мощности (507.2).

Исходное положение перед пуском схемы:

шнунг предохранителя или инженера.

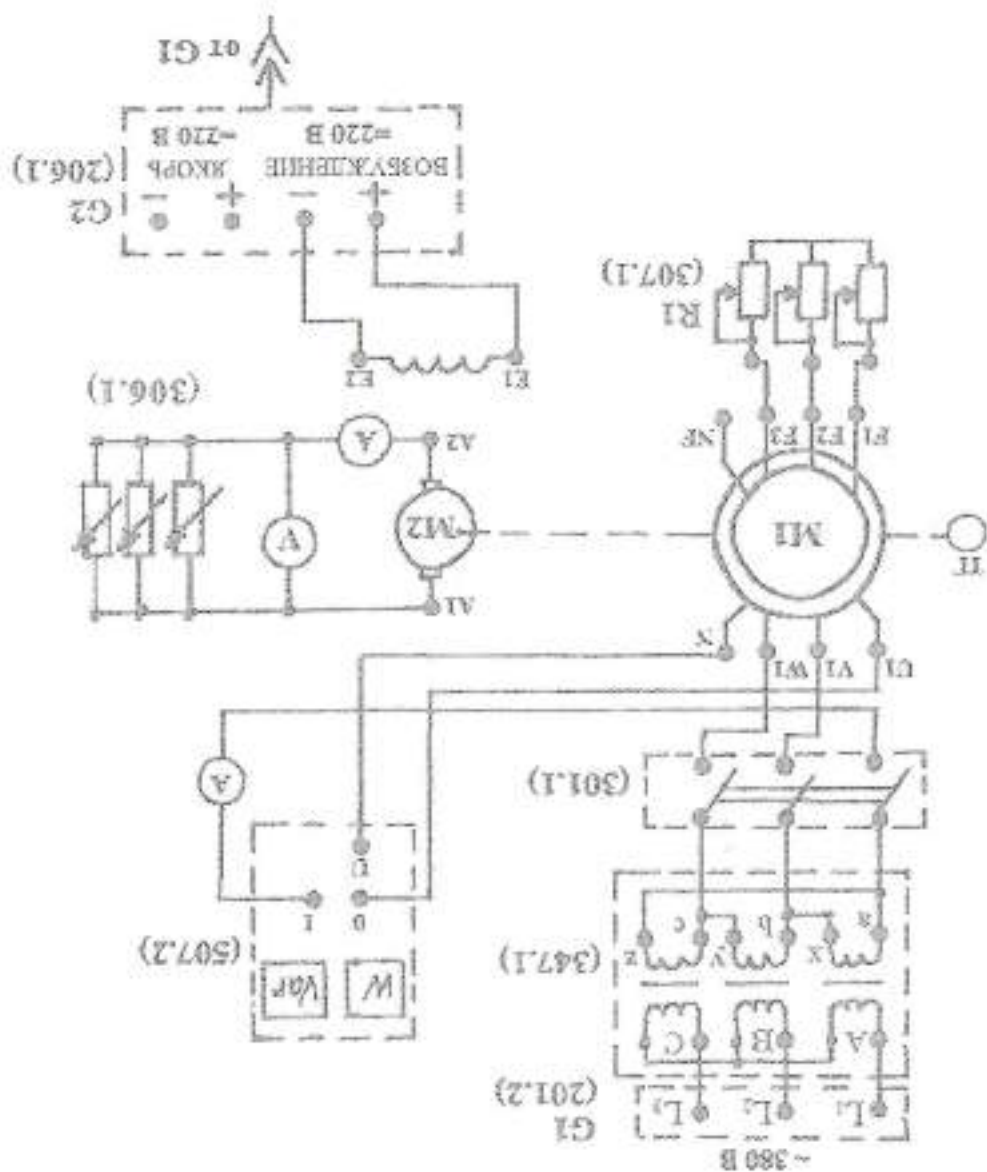
му после сборки или каких-либо неакционных в ней без проводов и разбе-
ошибки должны быть устранены. Категорически запрещается вносить схе-
верки со предохранителем или лабораторным. Обнаруженные предохранителем
схему, напряжение 220 В и 380 В подается, только после окончательной про-
1. Включение схемы установа в работу. На собранную студентами

Порядок выполнения работы

хронным двигателем с фазным ротором

наим характеристика электродвижения переменного тока с трехфазным асин-

Рис. 3.1. Принципиальная электрическая схема установки для исследо-



второй цепи.

2. Осуществить пуск двигателя М1 включением трехполюсного выключателя (301.1) и разогнать его путем выведенной сопротивляющей R1 из

1. Включить источник G1, о наличии напряжения на его входе должны сигнализировать светящиеся лампы.

необходимо:

Для снятия естественной электромагнитной характеристики $\omega(f_1)$ 2.1 Двигательный режим работы привода.

обходимо увеличивать в 10 раз.

казания последнего, для получения скорости вращения вала ИД (об/мин) не-
лених в схеме и показаниях указателя частоты вращения, учитывая, что по-
При выполнении работы снимать показания всех приборов, установ-

менного тока с трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором.

2. Методика снятия статических характеристик электропривода пере-

- * первичное 220В;
- * вторичное 220В.

номинальные напряжения трансформаторов:

5. Переключателями в блоке трансформаторов (347.1) установить (0%) на генераторе М2.

4. Регулировочные ручки активной нагрузки (306.1) повернуть против часовой стрелки до упора, что соответствует отсутствию нагрузки

лирическом выходе "акорь".

3. Регулировочную ручку источника G2 выкрутить против ча-
совой стрелки до упора, что соответствует отсутствию напряжения на вы-

ложение "ручн".

2. Переключатель режима работы источника G2 установить в по-

"верхнее" положение его ручки на рисунке 3.1.

быть установлен в положение "максимум", чему соответствует крайнее

1. Ресист в цепи ротора машины переменного тока R1 должен

ЭДС наводимая во вращающемся роторе и ток в роторе будут весьма малы-
 чительный магнитный поток от остаточного намагничивания стали статора.
 При отключении обмотки статора V_L от сети, сохраняется лишь незначительная
 2.2 Режим динамического торможения с независимым возбуждением.

точник G1 нажатием на кнопку-триггер.
 кнопку выключателя "Сеть" на всех используемых блоках. Отключить ис-
 точника G2 против часовой стрелки до упора, нажать кнопку "Откл" и от-
 По завершении экспериментов повернуть регулировочные рукоятки ис-
 порядок работы аналогичен снятию естественной характеристики.

при введении в цепь ротора машины M1 добавочных сопротивлений R_{a1} и R_{a2} ,
 При снятии искусственных роторных характеристик, соответствую-

№ п/п	I_s	U_s	I_a	P	$\bar{\sigma}$	n	об/мин	$1/c$	ω	Расчетные данные		
										S	M_s	$\cos \varphi_2$
AA	BB	AA	Bt	Bap								

воля.

ния электромеханических и механических характеристик асинхронного при-
 Таблица № 3.1 Экспериментальные и расчетные данные для построе-

форма которой приведена ниже (см. табл. 3.1).

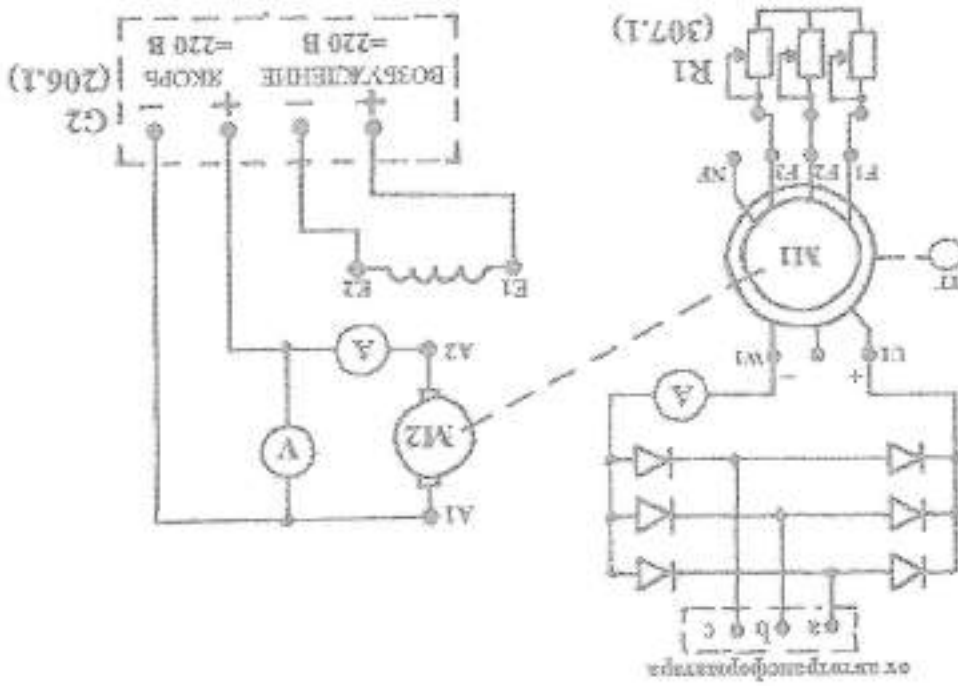
Все экспериментальные данные занести в таблицу, рекомендуемая
 электропривода. Снять 6-7 экспериментальных точек.

ра машины M2, показания ваттметра (W , V_{ar}) и скорость вращения вала
 тора асинхронной машины M1, амперметра (A) и вольтметра (V) в цепи яко-
 машины M2 с шагом 20%, записывать показания амперметра (A) в цепи ста-
 тель M1 при помощи уменьшения сопротивления активной нагрузки на якоре

4. Равномерно нагружая испытываемый асинхронный двига-
 ника G2.
 3. Включить выключатель "Сеть" и нажать кнопку "Вкл" источ-

В качестве сопротивлений R1 используются специальные стеновые резисторы для цепи ротора машины переменного тока.

Рис. 3.2. Схема включения асинхронного двигателя в режиме динамического торможения с независимым возбуждением



ной скорости.

Этот ток создает неподвижный в пространстве магнитный поток, который при вращении ротора наводит в цепи ЭДС. Под действием ЭДС в обмотках ротора течет ток, от взаимодействия которого с неподвижным потоком возникает тормозной момент. Двигатель превращается в синхронный генератор с независимым возбуждением, работающий при перемен-

3.2).

ти трехфазного тока и подключаются к источнику постоянного тока (см. рис. 3.2). Для перевода асинхронного двигателя M1 в режим динамического торможения с независимым возбуждением обмотки статора отключаются от сети. Для создания намагничивающего магнитного потока статора

не может создать сколько-нибудь значительного электромагнитного момента. Поэтому для получения тормозного момента необходимо искусственно создать намагничивающий магнитный поток статора.

1. текшую угловую скорость вращения;

и ввести в таблицу следующие параметры и характеристики:

Для испытуемого электродвигателя с асинхронным управлением расчи-

Обработка результатов эксперимента

№	$U^*, В$	$I^*, А$	$n, об/мин$	$\omega, 1/с$	$M, Н·м$
п/п					
	Экспериментальные данные				Расчетные данные

механических характеристик привода в режиме динамического торможения.

Таблица №3.2 Экспериментальные и расчетные данные для построения

статного тока и напряжения на ее зажимах заносит в таблицу 3.2.

и асинхронной машины М1. Снять характеристики при отсутствии в цепи ро-
тора добавочного сопротивления, при постоянном токе возбуждения 0,4 и 0,6
А, а также при введении в цепь ротора добавочного сопротивления R1 при
этих же токах. Показанная указателя числа оборотов, тока якоря машины по-
сле изменения на якорь машины М2 напряжением в цепи ротора регуляторной
рукоятки источника G2, изменяют скорость вращения машины М2, а значит
и частоту вращения машины М1. Снять характеристики при отсутствии в цепи ро-

машины подключена к выходу "якорь" этого источника.

Обмотка возбуждения машины постоянного тока М2 должна быть при-
соединена к выходу "возбуждение" источника G2, а якорная обмотка этой

устанавливается ток возбуждения $I_1=0,4$ и $I_1=0,6$ А (рис. 3.3).

постоянного тока должен быть включен амперметр, посредством которого
можно подключить через автотрансформатор к источнику питания G1, и цепь
пример M1 и M1) подается постоянный ток от выпрямителя, который необхо-
дим M1 отключаются от сети переменного тока, и на две фазы статора (на-
двигаемая с возбуждением постоянным током, обмотка статора маши-
ны M1 сняты характеристики динамического торможения асинхронного

пять, $\lambda_m = 2$.

характеристике; λ_m – передаточная способность привода по моменту, при-

чем $S_k \approx S'' \cdot (\lambda_m + \sqrt{\lambda_m^2 - 1})$ – критическое скольжение на естественной ха-

$$M \approx 2 \cdot M_{\text{ин}} \cdot \lambda_m \cdot \frac{S_k}{S + \frac{S_k}{S}}$$

стику $M(\omega)$, используя упрощенную формулу Кюсса:

6. рассчитать и построить естественную механическую характеристи-

стику при заданном моменте привода (задаётся самостоятельно);

где S_p, S'' – скольжение на реостатной и естественной характеристиках

$$R_2 = R_2' \left[\frac{S_p}{S''} - 1 \right]$$

работе на реостатных характеристиках:

5. добавочные сопротивления, включенные в цепь ротора M при

$$M'' \approx \frac{3 \cdot I_m^2 \cdot R_2}{P''} \cdot \frac{M_{\text{ин}}}{\omega''} = \frac{P''}{\omega''}$$

тем $M_{\text{ин}}, M_{\text{ин}}'$:

4. номинальные электромеханический момент и момент на валу двига-

тельного двигателя ЭДС обмотки ротора;

где $S''_{\text{ин}}, I_m''$ – номинальные скольжения и ток обмотки ротора, R_2'' – по-

$$R_2 \approx \frac{E_m'' \cdot S''}{P''} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I_m''}{3 \cdot I_m'' \cdot (1 - S'')}$$

3. сопротивление роторной цепи R_2 :

$$M = \frac{\omega}{(U_n - I_n \cdot R_2) \cdot I_n}$$

характеристики M , используя для расчёта момента формулу:

2. построить естественную и искусственные механические $M(\omega)$ ха-

рактеристики при заданной скорости вращения машины $M1-M2$ (об/мин);

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{9.55}{n_1} = 0.105 \cdot n_1 \quad (1/c)$$

одной системе координат статические механические характеристики $\omega(M)$.
4. Предварительно рассчитанные и построенные в масштабе в номер.

3. Таблицы с экспериментальными и расчетными данными (см. табл. 3.1 и табл. 3.2). Каждая таблица должна иметь название и порядковый прибор, приведенные в табличном виде.

2. Технические данные используемых электрических машин и прибор.

1. Принципальную электрическую схему лабораторной установки с указанием конкретных номеров используемых электрических машин и Отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать:

Оформление отчета о лабораторной работе

$$M = \frac{\omega}{(U_k - I_k \cdot R_k) \cdot I_k}$$

8. Построить четыре механические характеристики в режиме дина-
мического торможения с независимым возбуждением (см. рис 3.3) полува-
мие при условиях: а) $I_1 = I_{11}, R_1 = 0$; б) $I_1 = I_{12} > I_{11}, R_1 = 0$; в) $I_1 = I_{11}, R_1 = R_{11}$;
г) $I_1 = I_{12} > I_{11}, R_1 = R_{11}$. Для расчета момента использовать формулу:

$$S_{кв} = \frac{S_{кв} \cdot (R_2 + R_1)}{R_2}$$

7. рассчитать и построить реостатные механические характеристики при включении в цепь ротора добавочных сопротивлений.
Для расчета искусственных механических характеристик применить приближенный метод расчета, рассчитав предварительно критическое скольжение на реостатных характеристиках.

Для расчета характеристики заглаваться скольжением в пределах $S = 0+1$, взяв для расчета 7-8 точек. По данным расчета построить естественную механическую характеристику $M(\omega)$;

5. Превратительно расчётные и построенные в масштабе в одной (двух) системе координат статические механические характеристики $\omega(M)$ в режиме динамического торможения с независимым возбуждением. 6. Расчёты параметров исследуемого электропривода (см. обработка результатов эксперимента).
- Контрольные вопросы
1. Схема лабораторной установки для исследования статических характеристик асинхронного электропривода с трёхфазным асинхронным характером асинхронного электропривода, основные элементы и принцип работы.
2. Расскажите методику снятия статических характеристик асинхронного электропривода в двигательном режиме работы.
3. Расскажите методику снятия статических характеристик асинхронного электропривода в тормозных режимах работы.
4. Что называется естественной и искусственной электромеханической (механической) характеристикой асинхронного электропривода? 5. Что называется жесткостью статической механической характеристикой асинхронного электропривода?
6. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические (механические) характеристики асинхронного электропривода при изменении добровольного активного сопротивления в цепи ротора (статора)?
7. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические (механические) характеристики асинхронного электропривода при изменении величины напряжения, подводимого к статору.
8. Нарисуйте и поясните искусственные статические электромеханические (механические) характеристики асинхронного электропривода при изменении частоты напряжения, подводимого к статору.
9. Расскажите, как производится расчёт статических механических характеристик асинхронного электропривода?
10. Как осуществляется реверсирование асинхронного электропривода?

да F_1, F_2, F_3) машины переменного тока $M1$, используемой как трехфазный В схеме, изображенной на рис. 4.1, фазы обмотки ротора (ГНЗ- Описание электрической схемы установки

роторного двигателя напряжения (ГРН).

характеристик короткозамкнутого асинхронного двигателя при питании от ти- Цель работы: исследование двигательных свойств и статических ха-

(ГРН) – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором» Характеристики системы «Гристорный двигатель напряжения лабораторная работа №4 Исследование статических ха-

ем асинхронного двигателя.

производится электроинформационное торможение с независимым возбуждени- 12. Схема, механические характеристики и условия, при которых

производится торможение противовключением асинхронного двигателя. 11. Схема, механические характеристики и условия, при которых

на генераторе M2.

тия часовой стрелке до нуля, что соответствует отсутствию нагрузки (0%)

в) регулировочные рукоятки активной нагрузки (306.1) повернуть про-

• второе 220В;

• первое 220В;

ны (347.1) установить номинальные напряжения трансформаторов:

б) Переключателями в блоке трехфазной трансформаторной груп-

ключателя установить в положение "Ручн";

а) переключатель режима работы источника G2 и трехфазного вы-

3. Элементы схемы привести в исходное состояние;

2. Собрать схему для выполнения работы (рис. 4.1).

ров предоставить на схеме в рабочей тетради.

тетрадь паспортные данные осциллографа. Номера выбранных машин и прибо-

выбрать требуемые электрические машины и приборы, записать в рабочую

1. Ознакомиться с электродокументом лабораторного стенда,

План работы

питания активной и реактивной мощности (507.2).

перметры (А) и вольтметр (V). В цепь статора двигателя M1 включены изме-

В цепь якоря генератора M2 и в цепь фазы двигателя M1 включены ам-

ператора M2 присоединена к нагрузке (306.1).

рото присоединяется к трехфазному источнику G1 (201.2). Якорная цепь ге-

лизируемому выходу "возбудитель" источника G2 (206.1), вход питания кото-

напряжения генератор независимого возбуждения, присоединена к переку-

Обмотка возбуждения машины постоянного тока M2, используемой как

ра (теза U2, W2, W2) должны быть соединены в звезду.

запитан от трехфазного источника питания G1 (201.2). Концы обмотки стато-

жения (207.2), который через трехфазную трансформаторную группу (347.1)

ключатель (301.1) присоединена к выходу тиристорного регулятора напря-

Обмотка статора (теза U1, W1, W1) машины M1 через трехфазный вы-

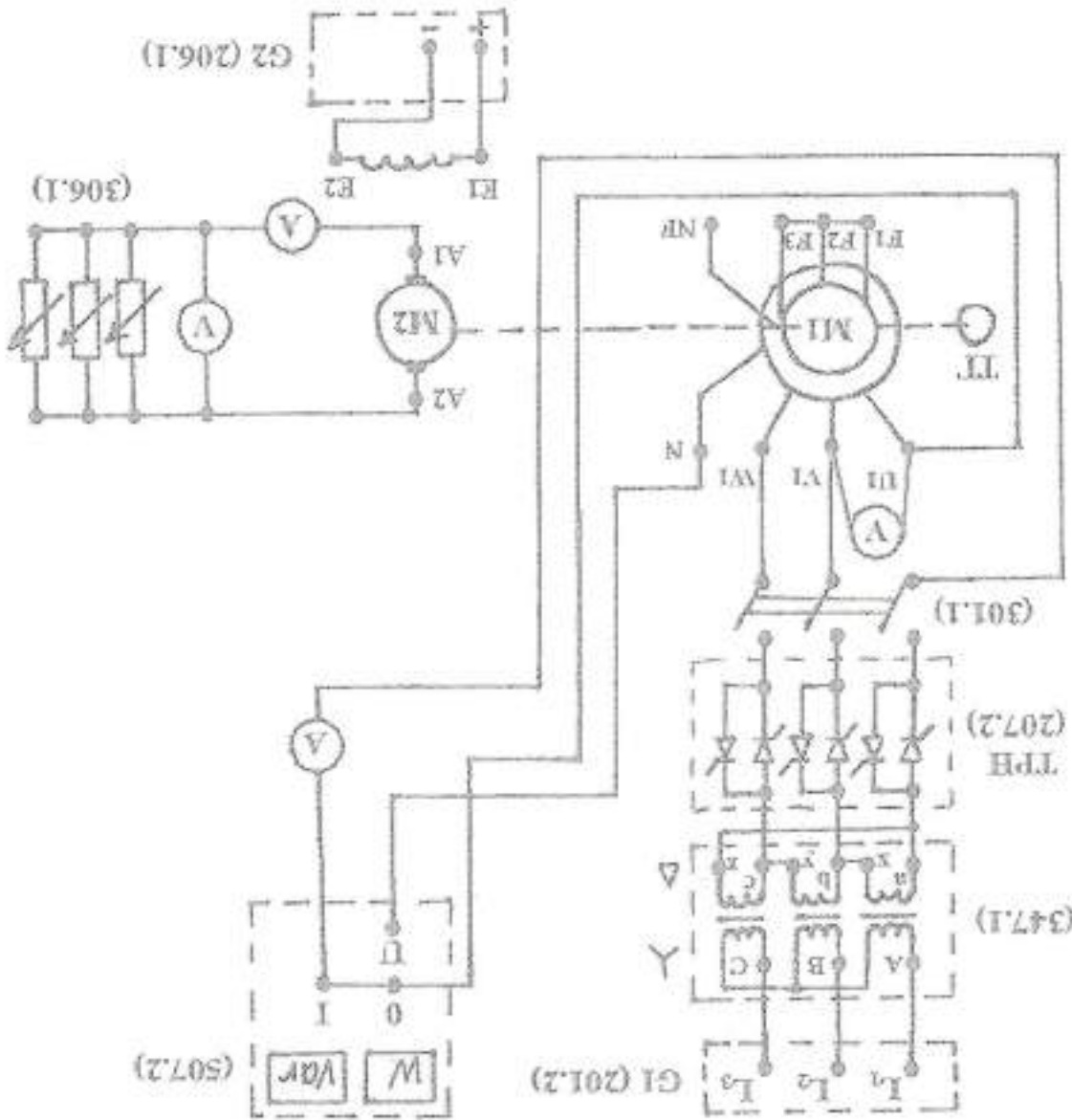
асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, замкнуты накоротко.

устройства;

4. Запустить схему установки (рис 4.1) в следующем порядке:
 - включить трехфазный источник питания GI (201.2);
 - включить выключатель "сеть" у всех используемых в эксперименте устройств;

ТРН-А11.

Рис. 4.1 Электрическая схема соединений для исследования системы



3.

- напряжения на статоре двигателя M1.
 повернуть против часовой стрелки до упора, что соответствует отсутствию
 (г) регуляторную рукоятку на типичном преобразователе (207.2)

его постоянным. Вращая регуляторную рукоятку регулятора ТРН, изменить установить ток якоря генератора М2 равным 0,5 А и поддерживать

казания всех приборов заносятся в таблицу 4.1.

регулятора ТРН. Рекомендуемые значения напряжения: 200, 150, 100 В. По мере увеличения М1, устанавливаются вращением регуляторной рукоятки значения выходного напряжения регулятора ТРН, а значит, напряжения на статоре аналогичен выше изложенному. Разница лишь в том, что требуемые значения снимаются при снятии регуляторных характеристик порогок работы системы ТРН-А/У. При снятии регуляторных характеристик двигателя в

№	Угол	α°	В	I_a	А	I_s	В	P_s	Вт	Вар	об/мин	н

нических и механических характеристик системы ТРН-А/У

Таблица 4.1 Экспериментальные данные для построения электромеха-

ли М1, ваттметров активной и реактивной мощностей, а также тахометра. в цепи якоря машины М2, вольтметра и амперметра в цепи статора двигателя (см. табл. 4.1) необходимо занести показания амперметра, вольтметра ных рукояток активной нагрузки (306.1) в цепи якоря генератора М2, в таб- ТРН-А/У. Снятие характеристик осуществляется вращением регуляторной 5. Снять основную механическую характеристику двигателя в системе

напряжение 220 В, осуществив запуск двигателя М1.

руководной рукоятки на тиристорном регуляторе напряжения (207.2) выставить - включить трехпозиционный выключатель (301.1) и при помощи регуля-

ка G2 (206.1);

- включить выключатель "сеть" и нажать кнопку "вкл" источника

регулятор напряжения»;

- блок тиристорный преобразователь/регулятор перевести в режим «ре-

Экспериментальные данные										Расчетные данные
α_2	В	А	В	А	В	Вр	Вар	n_2	ω, c^{-1}	

Для построения статистических характеристик электромеханических и механических систем ТРН-А/1

Таблица № 4.3 Экспериментальные и расчетные данные для построения М1 (см. табл. 4.1):

где I_a, U_a – текущие значения тока и напряжения якоря машины

$$M = \frac{\omega}{(U_a - I_a \cdot R_a) \cdot I_a}$$

считать по формуле:

2. текущий электромеханический момент М машины М1 следует рас-

считать n_1 – текущая скорость вращения машины М1-М2 (об/мин):

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{9.55}{n_1} = 0.105 \cdot n_1 \quad (1/c)$$

1. текущую угловую скорость вращения:

числа параметров:

двигателя, необходимо расчитать и ввести в таблицу (см. табл. 4.3) следующие характеристики системы тиристорный регулятор напряжения – асинхронный

1. Для построения статистических характеристик электромеханических и механических

Обработка результатов эксперимента

8. Обработать результаты эксперимента, оформить и записать отчет.

№	угл, α°	U_1	n_1 об/мин
п/п		В	

ки $\omega = f(U_1)$ в системе ТРН-А/1

Таблица 4.2 Экспериментальные данные для построения характеристик

зависимости тахометра и вольтметра в цепи статора машины М1.

Измерения на статоре двигателя М1 и записывать в таблицу 4.2 пока-

2. Расскажите методику снятия статических характеристик системы тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель.
 3. Нарисуйте схему разомкнутой реверсивной системы ТРН-АД и поясните, как осуществляется реверс в данной системе?
 4. Нарисуйте и поясните механические характеристики в разомкнутой системе ТРН-АД.
 5. Расскажите алгоритм расчета и построения механических характеристик в системе ТРН-АД.
 6. Нарисуйте и поясните схему замкнутой системы ТРН-АД.
 7. Назовите основные недостатки системы ТРН-АД и область применения данной системы.
- Список рекомендуемой литературы
1. Ключев В.И. Теория электродвижения. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
 2. Справочник по автоматизированному электродвижению. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
 3. Справочник по проектированию автоматизированного электродвижения и систем управления технологическими процессами. Под ред. Кривополя В.И. и др. – М.: Энергоатомиздат, 1982.
 4. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электродвижения. – М.: Энергия, 1979.
 5. Чиликин М.Г., Соколов М.М., Терехов В.М., Шивянский А.В. Основы автоматизированного электродвижения. – М.: Энергия, 1974.
 6. Мазунин Н.Т. Методика расчета характеристик и параметров электромеханических систем. Учебное пособие. – Пермь: Изд-во ПШУ, 2000.