

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

13/8/11

**Одобрено кафедрой
«Локомотивы
и локомотивное хозяйство»**

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ЛОКОМОТИВОВ

**Руководство по выполнению лабораторных работ
для студентов V курса
специальности
190301 ЛОКОМОТИВЫ (Т)
специализация
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ
ЛОКОМОТИВОВ**



Москва – 2006

С о с т а в и т е л ь — канд.техн.наук, доц. В.Ф. Бухтеев

Р е ц е н з е н т — канд.техн.наук, доц. А.В. Скалин

© **Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2006**

Общие замечания

Целью предлагаемых лабораторных работ является изучение электрических схем грузовых, пассажирских и маневровых тепловозов, конструкций и принципа действия электрических аппаратов, а также изучения принципов построения и работы основных узлов электрических схем управления силовой установкой локомотива.

Изучение электрооборудования и схем рекомендуется в следующем порядке:

1. Ознакомиться с поставленной задачей по прилагаемому руководству к лабораторным работам.
2. Изучить электрическую схему тепловоза.
3. Изучить конструкцию аппарата и схему его включения.

Содержание отчета

1. В работе необходимо, используя структурную схему, показать действие цепей управления в режимах пуска дизеля, тяги.
2. В отчете по лабораторным работам привести схему электрических соединений с указанием включенных в нее аппаратов и их характеристиками.
3. Указать последовательность срабатывания аппаратов.
4. Ответить на заданные вопросы.

Лабораторная работа № 1 ИЗУЧЕНИЕ АЛГОРИТМА ПУСКА ДИЗЕЛЯ

Алгоритм пуска дизеля на отечественных тепловозах одинаковый и отличается лишь конструкцией применяемых аппаратов и их количеством.

Порядок выполнения работы

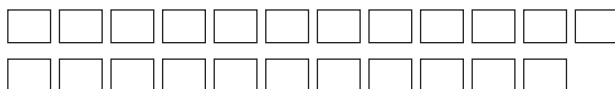
1. После изучения электрической схемы определить аппараты ручного управления, обеспечивающие пуск дизеля заданного типа тепловоза.

2. Установить последовательность действия машиниста при пуске дизеля.
3. Определить аппараты, обеспечивающие пуск дизеля.
4. Определить последовательность срабатывания аппаратов, обеспечивающих пуск дизеля.

Тепловоз 2М62

Перед пуском дизеля первой секции на обеих секциях включают рубильники аккумуляторной батареи, автоматические выключатели А17, А16, А10. На первой секции штурвал контроллера машиниста устанавливают в нулевое положение, а рукоятку реверсивного механизма в одно из рабочих положений «Вперед» или «Назад». Затем нажимают и отпускают кнопку «пуск дизеля первой секции».

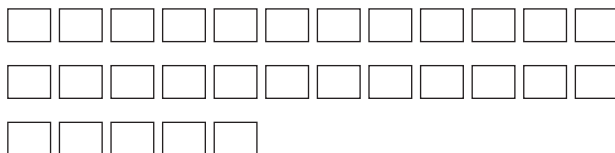
Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2М62



Тепловоз 2ТЭ10Л

Для пуска дизеля включают рубильник аккумуляторной батареи, выключатели 46 и «управление дизелем», переключатель режима работы секции в положение, соответствующее количеству секций, а затем на короткое время (несколько секунд) нажимают на кнопку «пуск дизеля первой секции».

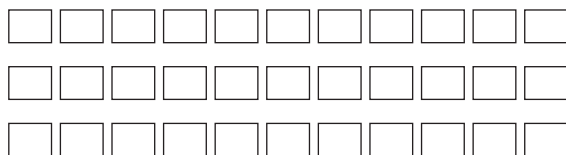
Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10Л



Тепловоз 2ТЭ10В

При пуске дизеля необходимо: включить рубильник аккумуляторной батареи, выключатели А10, А13, А4, А5, переключатель режима работы секций в одно из рабочих положений – «1 секция» или «2 секции», кратковременно нажать на кнопку «пуск дизеля 1».

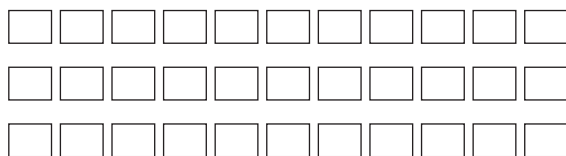
Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10В



Тепловоз 2ТЭ10М

Рубильники аккумуляторных батарей включают на всех секциях, затем включают автоматические выключатели А5, А13, блокировка тормозов. Реверсивная рукоятка контроллера машиниста должна находиться в одном из рабочих положений «Вперед» или «Назад». Включают тумблер ТН1 и кратковременно нажимают на кнопку «Пуск дизеля первой секции».

Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10М

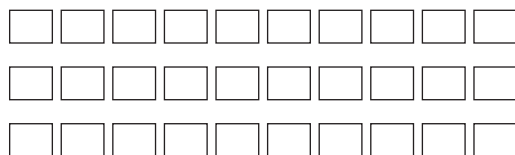


Тепловоз 2ТЭ10^т

Установлен модернизированный дизель 10Д100М, имеющий дополнительную топливopодкачивающую помпу с приводом от коленвала. Переход на пониженную частоту вращения вала дизеля двухрежимных форсунок привело к изменению схемы пуска дизеля.

Включают рубильник аккумуляторной батареи, автоматы А5, А4, устанавливают в рабочее положение рукоятку блокировки БУ, включают А13, а реверсивную рукоятку - в одно из рабочих положений «Вперед» или «Назад». После включения тумблера ТН1 и нажатия кнопки ПД1 включаются в работу соответствующие электрические аппараты, обеспечивающие автоматический пуск дизеля.

Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10У^г

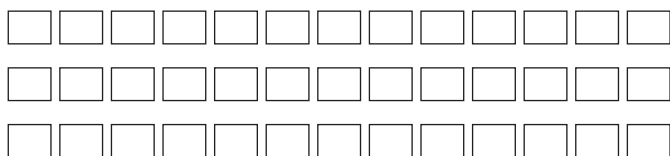


Тепловоз 2ТЭ116

После соединения нитей рубильника аккумуляторной батареи, включают выключатель А3 и тумблер ТН1 и кратковременно нажимают кнопку «Пуск дизеля первой секции».

Для включения компрессора включают выключатель А5 и тумблер ТРК.

Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ116



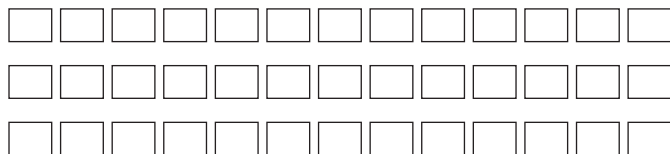
Тепловоз ТЭП60

Дизель этого тепловоза можно запускать в автоматическом режиме и вручную из любой кабины машиниста. При работе двумя секциями дизель ведомой секции можно запустить только с пульта управления ведущей секции.

Для пуска дизеля включают разъединитель аккумуляторной батареи, переключатель режимов, блокировочный ключ,

выключатель АВ3, тумблер Тб4, ключ ВКА, блокировку БПП, выключатель АВ8, переключатель ПкТН, выключатель АВ2, рукоятку контроллера машиниста устанавливают на нулевую позицию и кратковременно нажимают на кнопку «Пуск дизеля».

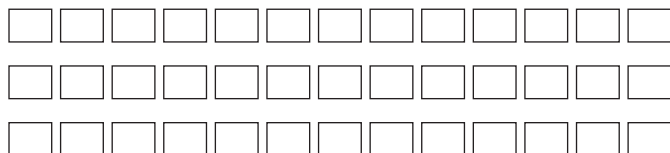
Структурная схема включения аппаратов на тепловозе ТЭП60



Тепловоз ТЭП70

Включают рубильник аккумуляторной батареи, штурвал контроллера машиниста устанавливают в нулевое положение. Для автоматического пуска дизеля включают выключатели АВ2, АВ4, ВкА, АВ11, тумблеры Тб4, Тб6, ключ Кб1, а затем кратковременно нажимают кнопку Кн3.

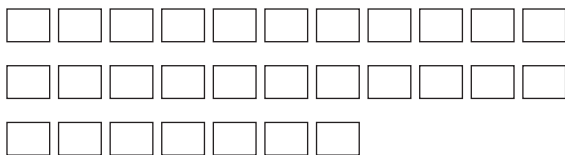
Структурная схема включения аппаратов на тепловозе ТЭП70



Тепловоз ТЭМ2

Для пуска дизеля включают рубильник аккумуляторной батареи, реверсивную рукоятку контроллера устанавливают в одно из положений «Вперед» или «Назад», включают выключатели АВ3, АВ1, АВ2 и тумблер В27, «Пуск – остановка дизеля».

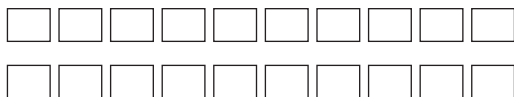
Структурная схема включения аппаратов на тепловозе ТЭМ2



Тепловоз ЧМЭЗ

Включить рубильник аккумуляторной батареи и выключатели АВ220, АВ251, поставить режимный переключатель ПСМЕ «Управление» в положение «Один тепловоз», поставить реверсивную рукоятку контроллера машиниста в положение «Пуск», выключатель ВОД11 - в положение «Включено», нажать кнопку КНПД1.

Структурная схема включения аппаратов на тепловозе ЧМЭЗ



Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЕМ

Система управления дизелем служит для изменения частоты вращения по желанию машиниста.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию контроллера машиниста.
2. Изучить конструкцию привода к всережимной пружине регулятора частоты вращения.
3. Изучить схему подсоединения клапанов или магнитов.
4. Ответить, как осуществляется регулировка частоты вращения дизеля на позициях.

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ДИЗЕЛЯ

Устройства реле, защищающие дизель, можно разделить на три группы:

первая – срабатывание первых вызывает остановку дизеля;
вторая – снятие с дизеля нагрузки полностью или частично;

третья – обеспечивается безаварийность работы в частных режимах, либо с учетом специфики конструкций дизеля.

Порядок выполнения работы

В соответствии с заданным типом тепловоза определить устройства и реле, относящиеся к каждой группе защит.

По заданию преподавателя представить схему защиты или сигнализации.

Ответить на вопросы по конструкции и принципу работы устройств и реле, защищающих дизель.

Лабораторная работа № 4 ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ АППАРАТОВ, ЗАЩИТА ТЯГОВОГО ГЕНЕРАТОРА И СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ В РЕЖИМЕ ТЯГИ

Все реле защиты тягового генератора, силовой цепи и выпрямителя воздействуют при возникновении аварийного режима на контакторы КВ и ВВ, размыкая их и обесточивая силовую цепь.

Порядок выполнения работы

1. Изучить электрическую схему тепловоза при движении в режиме тяги.

2. Определить аппараты ручного управления, обеспечивающие трогание тепловоза заданного типа.

3. Установить последовательность действия при трогании тепловоза.

4. Определить аппараты, обеспечивающие трогание тепловоза.

5. Определить последовательность срабатывания аппаратов, обеспечивающих трогание тепловоза.

6. Изучить конструкцию реле заземления (РЗ), реле боксования (РБ), реле ограничения тока (РТ), реле перегрузки (РП).

7. По заданию преподавателя представить схемы включения отдельных реле защиты.

8. Ответить на вопросы:

Какие явления возникают в силовой цепи при срабатывании защит?

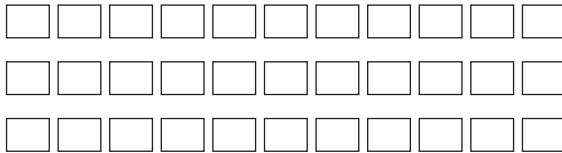
Из каких соображений РЗ имеет механическую защелку (электромагнитную защелку) и может быть восстановлено только вручную?

Что происходит с дизелем при срабатывании РЗ и РТ?

Тепловоз 2М62

Для осуществления тягового режима необходимо включить выключатель А12, поставить штурвал контроллера КМ на первую позицию.

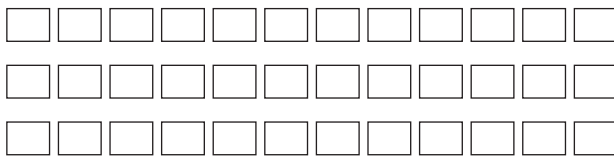
Структурная схема включения аппаратов при трогании тепловоза 2М62



Тепловоз 2ТЭ10Л

Для приведения тепловоза в движение следует включить выключатель 46, установить реверсивную рукоятку контроллера КМ в требуемое положение, установить штурвал контроллера КМ в первую позицию.

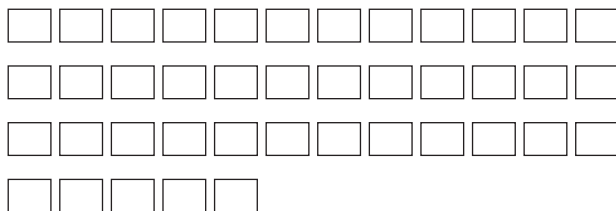
Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10Л



Тепловоз 2ТЭ10В

Для трогания тепловоза с места необходимо включить тумблер УТ, ключ ЭПК, реверсивную рукоятку контроллера КМ (Р) и поставить штурвал контроллера КМ в первую позицию.

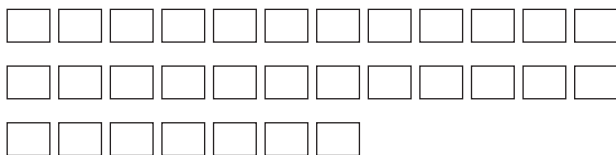
Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10В



Тепловоз 2ТЭ10М

Для осуществления тягового режима необходимо включить тумблер УТ, установить в рабочее положение отключатели моторов ОМ1-ОМ6 и рукоятку реверсивного механизма в положение «Вперед» или «Назад», а штурвал контроллера КМ – в первую позицию.

Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ10М

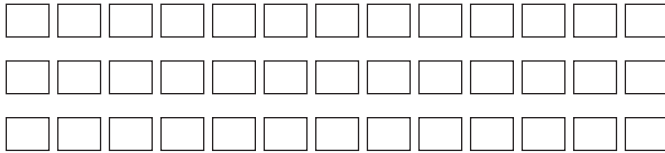


Тепловоз 2ТЭ116

Для перехода из режима холостого хода в тяговый необходимо включить автоматы А5 («Компрессор»), А7 («Пожарная сигнализация»), А13 («Локомотивная сигнализация»), А10 («Радиосвязь»), 1АТ-2АТ, АВУ, 1АВ-4АВ («Мотор-вентилаторы холодильника»), тумблеры ОМ1-ОМ6, ОТ1, ОТ2 («Отключение тележек») и тумблер ТУП («Управление переходами»). После чего установить реверсивную рукоятку контроллера КМ

в нужное положение, включить тумблер УТ и перевести штурвал контроллера КМ в первую позицию.

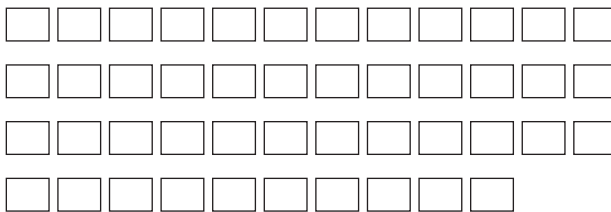
Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ116



Тепловоз 2ТЭ121

Для перехода в режим тяги необходимо включить автоматические выключатели ВА13 («Блок тормоза»), ВА6 («Радио»), ВА7 («Пожар»), ВА11 («П1-П6»), ВА14 («Холодильник»), ВА15 («Пожар»), ВА31 и ВА32 электродвигателей горячего и холодного контуров, ОМ1-ОМ6 («Отключатели моторов»), ТУП («Реле перехода»). Установить реверсивную рукоятку контроллера КМ (Р) в требуемое положение «Вперед» или «Назад». Рукоятку крана машиниста установить в режим отпуска тормоза. Включить ключ ЭПК, тумблер УТ («Движение») и перевести штурвал контроллера КМ на первую позицию.

Структурная схема включения аппаратов тепловоза 2ТЭ121



Тепловоз ТЭП60

При приведении тепловоза в движение установить реверсивную рукоятку контроллера машиниста в требуемое положение «Вперед» или «Назад». Включить на пульте управления выключатель АВ1 и перевести рукоятку контроллера на первую позицию.

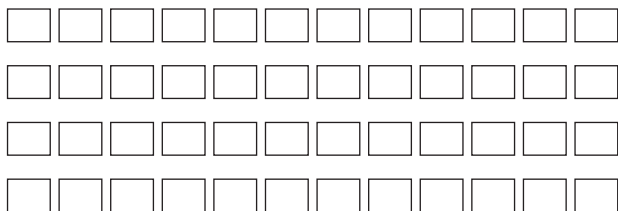
Структурная схема включения аппаратов тепловоза ТЭП60



Тепловоз ТЭП70

Для приведения тепловоза в движение необходимо включить выключатель АВ1, устройство блокировки тормоза УБТ, ключ ЭПКА, выключатель ВкА, ключ КБ1, реверсивную рукоятку контроллера КМ(Р). Рукоятку контроллера машиниста перевести на первую позицию.

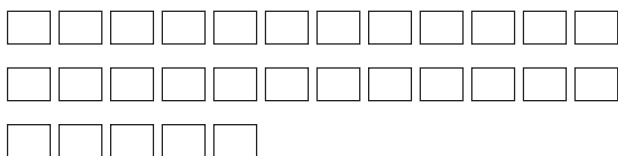
Структурная схема включения аппаратов тепловоза ТЭП70



Тепловоз ТЭМ2

Для приведения тепловоза в движение установить реверсивную рукоятку контроллера КМ в рабочее положение, включить тумблер В2, перевести штурвал контроллера КМ (Р) на первую позицию.

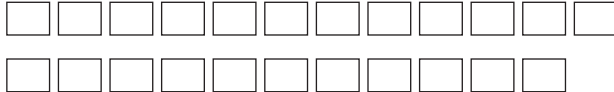
Структурная схема включения аппаратов тепловоза ТЭМ2



Тепловоз ЧМЭЗ

Для обеспечения режима тяги необходимо установить реверсивную рукоятку контроллера КМ (Р) в рабочее положение.

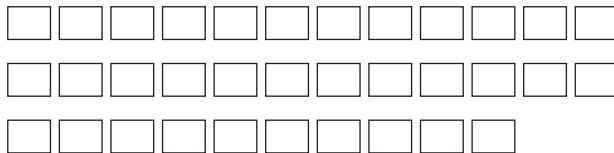
Структурная схема включения аппаратов тепловоза ЧМЭЗ



Тепловоз ТЭМ7

Для обеспечения режима тяги следует включить автоматы ВкА8, ВкА9, установить контроллер КМ в первую позицию.

Структурная схема включения аппаратов тепловоза ТЭМ7



Лабораторная работа № 5 ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

На современных отечественных тепловозах (ТЭМ2) применяются электродвигатели постоянного тока параллельного возбуждения для привода топливоподкачивающего и маслопрокачивающего насосов. Такое название они получили потому, что обмотка возбуждения подключена параллельно с обмоткой якоря (рис.1).

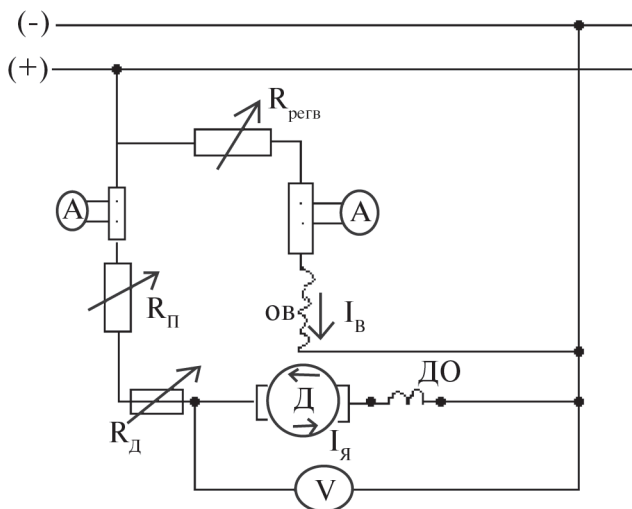


Рис. 1. Схема для испытания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

В цепь обмотки возбуждения регулировочный реостат $R_{\text{регв}}$, а в цепь якоря – пусковой реостат $R_{\text{п}}$. Для двигателей с параллельным возбуждением характерной особенностью является то, что ток возбуждения $I_{\text{в}}$ не зависит от тока якоря, поскольку питание обмотки возбуждения эквивалентно независимому

$$I_{\text{в}} = \frac{U}{R_{\text{в}} - R_{\text{регв}}}. \quad (1)$$

Из уравнения для цепи якоря $U - I_{\text{я}} R_{\text{я}} = E_{\text{я}}$ получим уравнение для тока якоря:

$$I_{\text{я}} = \frac{U - E_{\text{я}}}{R_{\text{я}}}, \quad (2)$$

где U – напряжение на зажимах двигателя, В;

$R_{\text{я}}$ – сопротивление цепи якоря, Ом.

ЭДС якоря можно определить по формуле

$$E_{\text{я}} = C_e n \Phi, \quad (3)$$

где C_e – постоянная машины;
 n – частота вращения якоря, мин⁻¹;
 Φ – магнитный поток якоря.

Постоянную машины определяют из соотношения

$$C_e = \frac{PN}{60a}, \quad (4)$$

где P – число пар полюсов;
 N – число активных проводников;
 a – число параллельных ветвей обмотки якоря.

При увеличении частоты вращения двигателя ЭДС якоря увеличивается, а ток уменьшается. Для этого сопротивление пускового реостата ($R_{п}$) плавно уменьшают до $R_{п}=0$.

Способы регулирования частоты вращения якоря двигателя очевидны из анализа формулы следующего вида:

$$n = \frac{U - I_a(R_a + R_d)}{C_e \Phi}, \quad (5)$$

где R_d – добавочное сопротивление, Ом.

1. За счет изменения напряжения на зажимах двигателя при наличии источника питания, допускающего регулирование U .

2. Путем изменения сопротивления в цепи якоря двигателя за добавочным сопротивлением R_d .

3. Изменением тока в обмотках возбуждения двигателя (магнитного потока Φ) при помощи регулировочного реостата, признанным наиболее экономичным за счет наименьших потерь в нем.

При $n = \text{const}$ электромагнитный момент уравнивается статическим моментом сопротивления на валу, вызываемым напором, создаваемым при прокачке масляной системы или топливоподкачивающим насосом.

$$M = M_c. \quad (6)$$

Однако с учетом механических и магнитных потерь статический момент сопротивления можно представить в виде выражения

$$M_c = M_{\text{мм}} + M_{\text{п}}, \quad (7)$$

где $M_{\text{мм}}$ – механические и магнитные потери двигателя (момент холостого хода);

$M_{\text{п}}$ – полезный момент нагрузки на валу двигателя (полезный тормозной момент).

Эксплуатационные свойства двигателя определяются его рабочими характеристиками, которые представляют собой зависимости потребляемой мощности $P_{\text{п}}$, тока якоря $I_{\text{я}}$, частоты вращения n и КПД η от полезной мощности $P_{\text{мм}}$ при постоянном напряжении и сопротивлении якоря (рис.2).

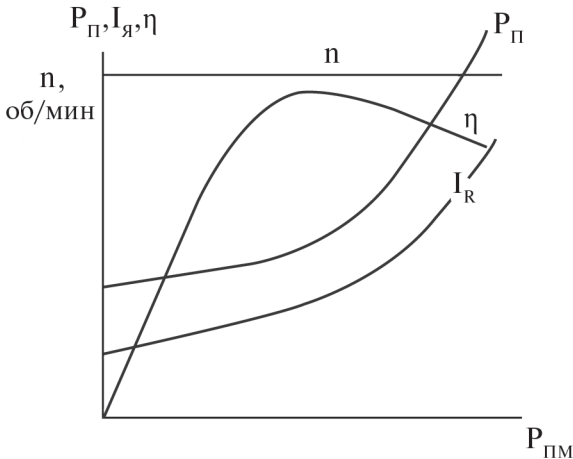


Рис. 2. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Для изучения рабочих характеристик двигателя необходимо иметь нагрузочный генератор. При этом, если испытуемый двигатель тормозится генератором той же мощности, что и

двигатель, то расчет величин, приведенных в табл. 1, проводят по следующим зависимостям:

а) подведенная мощность к двигателю

$$P_{\Pi} = U(I_{я} = I_{д});$$

б) мощность, отдаваемая генератором

$$P_{Г} = U_{я} I_{яГ};$$

в) полезная мощность на валу двигателя

$$P_{\PiМ} = U_{Г} I_{яГ} + P_{яГ}^2 R_{яГ} + (P_{\text{мех}} + P_{\text{ст}}).$$

(сумму $(P_{\text{мех}} + P_{\text{ст}})$ определяют опытным путем в режиме холостого хода при одинаковых токах возбуждения двигателя и генератора и при $n = n_{н}$);

г) КПД двигателя, %

$$\eta = \frac{P_{\PiМ}}{P_{\Pi}} 100.$$

Т а б л и ц а 1

Для двигателя				Для генератора		Проведен расчет				
U	$I_{я}$	$I_{в}$	n	$U_{Г}$	$I_{яГ}$	$P_{л}$	$P_{Г}$	H	P_{Π}	M_{Π}
В	А	А	мин ⁻¹	В	А	Вт	Вт	-	Вт	Нм

После определения рабочих характеристик проведем исследование регулировочной характеристики двигателя (рис. 3).

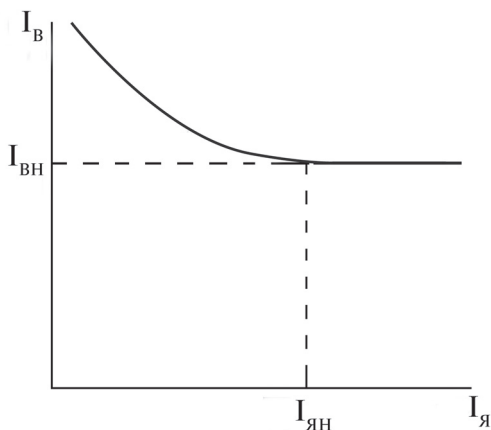


Рис. 3. Регулировочная характеристика двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением

$$I_{\text{в}} = f(I_{\text{я}}), \text{ при } U = \text{const и } R_{\text{д}} = 0.$$

Для получения этой характеристики двигатель пускают без нагрузки и полностью выводят пусковой и регулировочный релостаты. Это будет начальная точка характеристики ($M_{\text{п}}=0$). Затем двигатель нагружают до $M_{\text{п}}$ и регулируют ток возбуждения так, чтобы частота вращения двигателя оставалась постоянной, установленной при $M_{\text{п}}=0$, но не более $n_{\text{max}}=1,2 n_{\text{н}}$. Результаты измерений записать в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

U	$I_{\text{я}}$	$I_{\text{в}}$	n
В	А	А	МИН ⁻¹

Контрольные вопросы

1. Способы регулирования частоты вращения якоря двигателя.

2. Влияние величины напряжения на частоту вращения якоря двигателя.
3. Как изменить направление вращения якоря двигателя?
4. Что такое рабочие характеристики?
5. Порядок снятия регулировочной характеристики.

Рекомендуемая литература

1. Тепловоз М62/ С.П.Филонов, А.И.Гибалов, И.А.Черноусов и др. – М.: Транспорт, 1996. – 280 с.
2. Тепловоз 2ТЭ116/ С.П.Филонов, А.И.Гибалов, И.А.Черноусов и др. – М.: Транспорт, 1996. – 334 с.
3. С к а л и н А.В., К о н о н о в В.Е., Ш а р о в В.Д. Справочник машиниста тепловозов. – М.: ИПЦ «Желдориздат», 2004. – 320 с.
4. С к а л и н А.В., Б у х т е в В.Ф., К о н о н о в В.Е. Электрические машины и аккумуляторные батареи тепловозов. – М.: ИПЦ «Желдориздат», 2005. –232 с.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
СХЕМЫ ЛОКОМОТИВОВ

Руководство по выполнению лабораторных работ

Редактор *В.И. Чучева*
Компьютерная верстка *А.Ю. Байкова*

Тип. зак.	Изд. зак.239	Тираж 600 экз.
Подписано в печать	Гарнитура NewtonС	Офсет
Усл. печ. л.		Формат 60x90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПСа,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПСа,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2