*Номер варианта (1…12) задания соответствует номеру студента (13 = 1 вариант,… 17 = 5 вариант) в списке группы. Тип двигателя – по номеру (1…12) варианта, если он специально не указан в задаче, а также 13= 19двигатель…17= 23 двигатель.*

**Вариант 1**. Грузовая лебедка приводится в движение двигателем постоянного тока независимого возбуждения с номинальными данными, указанными в таблице 1.

1. Определить величины пусковых сопротивлений и полное сопротивление пускового реостата при колебаниях пускового момента от *M1 = 2,1Mн* до *M2 = 1,3Mн*. Определить также скорость вращения при установившемся движении после пуска.

2. Определить величину сопротивления при динамическом торможении, если двигатель переводится в указанный режим при *Mс = 1,1Mн*. Начальный момент при динамическом торможении *Mтнач = 1,7Mн*.

3. Определить максимальный диапазон регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря, если при номинальном статическом моменте и токе возбуждения, ток нагрузки может колебаться кратковременно до двойного значения.

4. Определить шунтирующее и дополнительные сопротивления в цепи якоря двигателя и построить характеристику, проходящую через *п01 = 0,5п0*.

5. Какая мощность расходуется во внешнем последовательном сопротивлении в режиме противовключения рассматриваемого двигателя.

**Вариант 2**. Грузовая лебедка приводится в движение двигателем постоянного тока независимого возбуждения (см. таблицу).

1. Определить сопротивление пусковых ступеней реостата и скорость вращения при установившемся движении, если пуск осуществляется в 3 ступени.

2. Определить, во сколько раз следует уменьшить ток возбуждения электродвигателя, чтобы при токе нагрузки *Ic = 0,85Iн* получить максимальную скорость вращения *ωmax = 2,5ωн*. Кривая намагничивания машины представлена на рис.3.9.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | I/Iн |

Ф/Фн

0

0,2

0,4

0,6

0,8

1,0

Рис. 3.9 Кривая намагничивания двигателя

3. Определить в каком режиме работает двигатель при спуске груза со скоростью *п = 1,1п0*. Рассчитать значения тока якоря и момента на валу в этом режиме.

4. Во сколько раз уменьшится скорость двигателя (*Mс = Mн*), если при регулировании скорости изменением напряжения величина напряжения уменьшается в 4 раза?

 5. Ответить, может пи данный двигатель рекуперировать энергию в сеть при соединении его по схеме шунтирования якоря?

**Вариант 3**.

1. Рассчитать количество ступеней и величины пусковых сопротивлений во всех положениях реостата для двигателя независимого возбуждения (см.таблицу 1), если при пуске момент двигателя изменяется от *M1 = 2Mн* до *M2 = 1,25Mн*.

2. Определить величину добавочного сопротивления в цепи якоря, которое позволяет обеспечить переход в режим динамического торможения при *Mс = 0,8Mн* с ограничением максимального тормозного момента величиной *Mтmax = 2Mн*.

3. Определить максимальный диапазон регулирования скорости двигателя изменением напряжения на зажимах двигателя, если при номинальном токе возбуждения ток нагрузки в начальный момент пуска достигает значения *Imax = 1,5Iн*.

4. Построить механическую характеристику и определить диапазон регулирования скорости двигателя, если ток возбуждения при регулировании снижается до величины *Iв = 0,2Iвн*. Кривая намагничивания машины представлена на рис 3.9.

5. Допустим ли режим противовключения данного двигателя (изменением полярности напряжения на зажимах двигателя) при отсутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря?

**Вариант 4**. Для работы лебедки подъемного крана установлен двигатель типа Д41.

1. Построить естественную характеристику, выбрать пусковой реостат и определить скорость вращения двигателя в установившемся режиме, если пуск производится в 4 ступени.

2. Для двигателя, работающего на естественной характеристике в режиме подъема груза, определить величину добавочного сопротивления в цепи якоря, ограничивающего при переходе в режим противовключения (изменением полярности напряжения на его зажимах) максимальное значение тормозного момента величиной *Mтmax = 1,8Mн*.

3. Определить минимальную скорость вращения и диапазон регулирования скорости изменением напряжения на зажимах двигателя, если колебания начального пускового момента при *Mс = 0,9Mн* составляет Δ*Mс = ±0,3Mн*.

4.Определить режим работы и скорость вращения двигателя. включенного на подъем груза, если в цепь якоря включено добавочное сопротивление *Rд = 8Rя* при номинальной нагрузке *Mн*.

5. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения изменением магнитного потока?

**Вариант 5.**

1. Определить сопротивление пусковых ступеней, скорость вращения в установившемся режиме двигателя независимого возбуждения, если пуск осуществляется трехступенчатым реостатом при моменте сопротивления *Mс = 0,9Mн*.

2. Рассчитать сопротивление динамического торможения, ограничивающего ток двигателя при торможении величиной *Imax = 1,8Iн*, если двигатель предварительно работал на естественной характеристике с *Ic = 0,75Iн*

3. Определить минимальную скорость и диапазон регулирования скорости изменением сопротивления в якорной цепи, если колебания статического момента составляют Δ*Mс = ±0,25Mн*.

4. Определить, во сколько раз следует уменьшить магнитный поток электродвигателя, чтобы при регулировании скорости потоком возбуждения при *Mс = Mн* получить скорость вращения *пmax = 1,6пн*.

5. Как изменит свое положение механическая характеристике динамического торможения рассматриваемого двигателя при ослаблении магнитного потока двигателя?

**Вариант 6.** Для двигателя постоянного тока независимого возбуждении, приводящего в движение лебедку подъемного крана:

1. Построить естественную скоростную и механическую характеристики двигателя и выбрать пусковой реостат, если пуск производится в 2 ступени.

2. Определить величину добавочного сопротивления, включенного в цепь якоря, а также мощности, потребляемую из сети, подводимую с вала и теряемую в сопротивлениях, если двигатель. включенный на подъем, осуществляет спуск груза со скоростью *ω =0,4ωн* при *Mс = Mн*.

3. Построить механическую характеристику *ω = f(М)* для двигателя, если ток возбуждения при регулировании снижен до величины *Iв = 0,6Iвн*, и определить диапазон регулирования скорости при этом. Кривая намагничивания машины представлена на рис. 3.9.

4. Определить диапазон регулирования скорости двигателя изменением напряжения на его зажимах, если при номинальном токе возбуждения ток нагрузки может изменяться кратковременно до значения *Iс = 1,6Iн*.

5. Какая скорость установится в конце режима динамического торможения двигателя при подъеме груза, если статический момент *Mс = 0,6Mн*?

Вариант 7. Механизм приводится во вращение двигателем постоянного тока независимого возбуждения типа П91.

1. Определить сопротивления пусковых ступеней трехступенчатого реостата и скорость после окончания пуска. Проверить. допустим ли пуск двигателя при прямом включении его в сеть?

2. Определить минимальную скорость вращения двигателя и диапазон регулирования скорости двигателя при питании его от генератора с сопротивлением якоря *Rяг = Rд*, если регулирование скорости осуществляется изменением напряжения генератора при постоянном токе возбуждения двигателя и *Mс = 0,9Mн*. Пусковой ток на нижнем пределе регулирования *Iп = 0,75Iн*.

3. Определить величину дополнительного сопротивления в цепи обмотки возбуждения двигателя, которое позволяет при *Mс = Mн* получить скорость *ωmax = 1,8ωн*; *U = Uн*. Кривая намагничивания машины представлена на рис 3.9.

4. Определить, в каком режиме работает двигатель при спуске груза со скоростью *п = 0,5пн* при питании его от сети. Рассчитать ток якоря и момент на валу двигателя в этом режиме.

5. Возможен ли окончательный останов двигателя подъемного механизма работающего на подъем груза, если торможение осуществляется в режиме динамического торможения?

**Вариант 8**. Механизм предполагается оборудовать двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Необходимо:

1. Выбрать величину пускового сопротивления и определить начальный пусковой ток и скорости переключения и установившуюся, если пуск осуществляется в одну ступень.

2. Определить величину добавочного сопротивления, которое необходимо включить в цепь обмотки возбуждения для увеличения скорости до значения *ωmax = 1,8ωн*, при *Mс = Mн*. Кривая намагничивания двигателя представлена на рис. 3.9.

3.Определить величину добавочного сопротивления, включенного в цепь якоря, если двигатель работает в режиме противовключения со скоростью *nн = 150 oб/мин* при токе якоря *I = 0,8Iн*. Определить также мощности, потребляемую из сети, подводимую с вала и теряемую в сопротивлениях в этом режиме.

4. Определить максимальное значение дополнительного сопротивления в цепи якоря, которое позволяет получить диапазон регулирования скорости, равный *Д = 2,5: 1* при статическом моменте *Mс = 0,75Mн*.

5. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и реактивном моментах сопротивления?

**Вариант 9**. Механизм приводится во вращение двигателем постоянного тока независимого возбуждения.

1. Определить величины пусковых сопротивлений, полное сопротивление пускового реостата, скорости переключения, если при пуске момент двигателя изменяется от *M1 = 2,2Mн* до *M2 = 1,3Mн*.

2. Определить диапазон регулирования скорости двигателя при его питании от генератора с техническими данными, аналогичными искомому двигателю, если напряжение генератора изменяется от *U1 = Uн* до *U2 = 0,25Uн*, *Mс = 0,9Mн*.

3. Построить механическую характеристику и определить диапазон регулирования скорости двигателя, если при ослаблении магнитного поля ток возбуждения снижается до величины *Iв1 = 0,25Iвн*. Кривая намагничивания приведена на рис. 3.9.

4. Определить величину дополнительного сопротивления, которое нужно включить в цепь якоря для перехода двигатели в режим противовключения изменением полярности напряжения на зажимах двигателя, и величину скорости после окончания переходного процесса, если *Mтнач = 1,8Mн* и *Mс = 0,9Mн*.

5. Какие факторы ограничивают диапазон регулирования скорости в системе Г-Д и какими способами его можно расширить?

**Вариант 10**. Механизм приводится во вращение двигателем независимого возбуждения типа Д 810.

1. Рассчитать и построить естественную и пусковые механические характеристики двигателя, если пуск осуществляется в 3 ступени. Определить пусковые сопротивления.

2. Построить эти же характеристики при снижении напряжения на 20%. Учесть, что при этом произойдёт снижение потока Ф двигателя тоже на 20 %.

3. Рассчитать и построить механическую характеристику при шунтировании якоря, приняв *Rп* равным сопротивлению, рассчитанному в п.1 и *Rш = Rп*. Определить ток сети *Iп,* ток шунта *Iш* и ток якоря *Iя* при номинальном моменте, а также потребляемую мощность и мощность потерь в сопротивлениях. Найти КПД схемы при номинальном моменте.

4. Определить диапазон регулирования скорости, если регулировочное сопротивление в цепи якоря изменяется в пределах от *Rп = 0* до *Rп = 3Rя*. Статический момент механизма изменяется в зависимости от скорости по зависимости *Mс = 50 + 0,1ω2*.

5. В чем заключается сущность регулирования скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью?

**Вариант 11** Лебедка подъемного крана приводится в движение двигателем постоянного тока независимого возбуждения.

1. Построить естественную характеристику, выбрать пусковой реостат и определить скорость вращения двигателя в установившемся режиме, если пуск производится в две ступени. Расчет вести аналитическим способом.

2. Двигатель, работающий на естественной характеристике и осуществляющий подъем груза, переводится в режим противовключения изменением полярности напряжения на его зажимах. Определить величину добавочного сопротивления в цепи якоря, ограничивающее максимальное значение тормозного момента величиной *Mтмакс = 1,9Mн*, а также скорость установившегося движения после окончания переходного процесса.

3. Определить. в каком режиме работает двигатель при спуске груза со скоростью *n = 300 oб/мин*. Рассчитать также ток якоря и величину момента на валу в этом режиме.

4. Определить максимальное значение дополнительного сопротивления в цепи якоря, которое позволяет получить требуемый диапазон регулирования скорости *Д = 2:1* при колебаниях статического момента от *Mс = 0,5Mн* до *Mс = 1,2Mн*.

5. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя независимого возбуждения?

**Вариант 12**. Механизм приводится во вращение двигателем постоянного тока независимого возбуждения типа Д808.

1. Построить естественную скоростную и механическую характеристики двигателя и выбрать пусковой реостат, если пуск производится в 1 ступень. Проверить, допустИм ли прямой пуск двигателя от сети?

2. Определить диапазон изменения сопротивления в цепи возбуждения для получения максимальных скоростей двигателя от *n1 = 1,2nн* до *n2 = 2,0nн* при статическом моменте *Mс = 0,8Mн*.

3. Определить возможный диапазон регулирования скорости двигателя, если преобразователь, питающий двигатель, позволяет регулировать напряжение от *U1 = 0,1Uн*до *U2 = Uн*.

4. Определить величину добавочного сопротивления, включенного в цепь якоря, если двигатель работает в режиме противовключения со скоростью *nн = 100 oб/мин* при токе якоря *Iс = 0,9Iн*. Определить мощности, потребляемую из сети и подводимую с вала двигателя.

5. Как принципиально производится регулирование скорости двигателя независимого возбуждения при питании его от тиристорного преобразователя?

Таблица №1. Технические данные двигателей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Тип | *Pн*, кВт | *Uн*, B | *Iн*, A | *nн*, об/мин | *nмакс*, об/мин | *КПД*, % | *Rя*, Ом | *Rдп*, Ом | *Rв*, Ом |
| 1 | П51 | 3,2 | 220 | 18,3 | 1000 | 2000 | 75,5 | 0,775 | 0,276 | 168 |
| 2 | П51 | 6,0 | 220 | 33,2 | 1500 | 2000 | 82,0 | 0,34 | 0,132 | 132 |
| 3 | П52 | 4,5 | 220 | 25,2 | 1000 | 2000 | 81,0 | 0,432 | 0,2 | 184 |
| 4 | П52 | 8,0 | 220 | 43,5 | 1500 | 2000 | 84,0 | 0,185 | 0,084 | 156 |
| 5 | П61 | 11,0 | 220 | 59,5 | 1500 | 2000 | 84,0 | 0,135 | 0,085 | 133 |
| 6 | П62 | 14,0 | 220 | 73,5 | 1500 | 2000 | 86,5 | 0,087 | 0,04 | 116 |
| 7 | П71 | 10,0 | 220 | 63 | 1000 | 2000 | 79,5 | 0,224 | 0,075 | 85 |
| 8 | П72 | 12,5 | 220 | 78 | 1000 | 2000 | 81,0 | 0,172 | 0,066 | 105 |
| 9 | П81 | 14,0 | 220 | 105 | 750 | 1500 | 82,0 | 0,180 | 0,063 | 515 |
| 10 | П82 | 24,0 | 220 | 133 | 1000 | 2000 | 85,5 | 0,081 | 0,032 | 79,2 |
| 11 | П91 | 25,0 | 220 | 136 | 750 | 1500 | 83,5 | 0,075 | 0,028 | 44 |
| 12 | П92 | 32,0 | 220 | 169 | 750 | 1500 | 86,0 | 0,04 | 0,017 | 31,8 |
| 13 | П101 | 42,0 | 220 | 190 | 750 | 1500 | 86,0 | 0,036 | 0,013 | 37,8 |
| 14 | П102 | 55,0 | 220 | 286 | 750 | 1500 | 87,5 | 0,023 | 0,0086 | 32,5 |
| 15 | П111 | 75,0 | 220 | 387 | 750 | 1500 | 88,0 | 0,017 | 0,007 | 28,0 |
| 16 | П111 | 100,0 | 220 | 511 | 1000 | 2000 | 89,0 | 0,011 | 0,0047 | 28,0 |
| 17 | П112 | 85,0 | 220 | 436 | 750 | 1500 | 88,5 | 0,014 | 0,0054 | 24,0 |
| 18 | П112 | 128,0 | 220 | 632 | 1000 | 2000 | 90,0 | 0,007 | 0,003 | 24,0 |
| 19 | Д12 | 3,6 | 220 | 22,5 | 1140 | 1200 | 90,0 | 1,13 | 0,5 | 26,0 |
| 20 | Д22 | 4,6 | 220 | 26 | 1150 | 1200 | 90,0 | 0,37 | 0,196 | 141 |
| 21 | Д31 | 6,8 | 220 | 37 | 880 | 1200 | 90,0 | 0,325 | 0,093 | 120 |
| 22 | Д32 | 9,5 | 220 | 51 | 800 | 1200 | 90,0 | 0,2 | 0,08 | 94 |
| 23 | Д41 | 13,0 | 220 | 69,5 | 720 | 1500 | 90,0 | 0,11 | 0,051 | 70 |
| 24 | Д806 | 16,0 | 220 | 84,0 | 710 | 1500 | 90,0 | 0,068 | 0,041 | 65 |
| 25 | Д808 | 22,0 | 440 | 53,0 | 630 | 1500 | 90,0 | 0,114 | 0,074 | 44,4 |
| 26 | Д810 | 29,0 | 440 | 74,0 | 600 | 1500 | 90,0 | 0,094 | 0,045 | 46,2 |
| 27 | Д812 | 36,0 | 440 | 92,0 | 570 | 1500 | 90,0 | 0,65 | 0,034 | 34,4 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Rдп* – сопротивление добавочных полюсов ДПТ, постоянно включённых последовательно с якорем.

Схема с шунтированием якоря приведена ниже слева:

Параллельно якорю включено Rш, через него протекает часть тока из сети Iш, другая часть протекает через якорь ДПТ.

Последовательно с якорем включено Rп – добавочное сопротивление для ограничения тока.

Rш и Rп образуют делитель напряжения, к якорю прикладывается часть (падение напряжения на Rш) напряжения сети.

Характеристики справа – естественная для ДПТ и искусственная для этой схемы.