

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Амурский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет Энергетический
Кафедра Энергетики
Направление подготовки 13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль)/ специализация «Электроэнергетика»

**ОТЧЕТ
ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ**

Вид практики: Производственная
Тип практики: Технологическая

Выполнил обучающийся _____
подпись

Питченко Егор Эдуардович
ф.и.о.

4 курс, группа 942 об - 02
курс, номер группы

Дата сдачи отчета: « ____ » _____ 2023г.
Дата аттестации: « ____ » _____ 2023г.
Оценка: « _____ »

Руководитель практической
подготовки от ФГБОУ ВО «АмГУ» / _____ / Мясоедов Ю.В.

Заведующий кафедрой / _____ / Савина Н.В.

Благовещенск, 2023г.
ХАРАКТЕРИСТИКА

на _____
(Ф. И. О. обучающегося)

Обучающийся _____ курса, факультета _____
в период прохождения практической подготовки зарекомендовал себя как

Оценка результатов практики обучающегося на _____ баллов
(по 5-ти бальной системе).

Ответственное лицо
от профильной организации _____ / _____ /
(подпись)(И.О. Фамилия, должность ученая степень)

МП

Характеристика подписывается ответственным лицом от профильной организации и заверяется печатью организации (при наличии). В характеристике освещаются следующие вопросы: конкретные результаты, полученные обучающимся; оценка степени освоения обучающимся теоретических знаний и практических навыков; оценка сформированности компетенций; степень выполнения программы практики, индивидуального задания, личный вклад практиканта (насколько самостоятельно выполнялась работа), отметки о личностных

качествах обучающегося, его отношении к делу; рекомендации по совершенствованию профессиональной подготовки обучающихся

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1 Информация об организации | 5 |
| 1.1 Общие сведения | 5 |
| 1.2 История развития | 5 |
| 1.3 Структура организации | 7 |
| 1.4 Деятельность на территории России | 7 |
| 2. Основные режимы работы электрических двигателей | 10 |
| 2.1 Конструкция электродвигателя | 10 |
| 2.2 Классификация электродвигателей | 10 |
| 2.3 Основные режимы работы электрических двигателей | 11 |
| Заключение | 22 |
| Библиографический список | 23 |

ВВЕДЕНИЕ

Электрический двигатель, сокращенно электродвигатель - электрическая машина, с помощью которой электрическая энергия преобразуется в механическую, для приведения в движение различных механизмов. Электродвигатель является основным элементом электропривода.

В некоторых режимах работы электропривода электродвигатель осуществляет обратное преобразование энергии, то есть работает в режиме электрического генератора.

По виду создаваемого механического движения электродвигатели бывают вращающиеся, линейные и др. Под электродвигателем чаще всего подразумевается вращающийся электродвигатель, так как он получил наибольшее применение.

Областью науки и техники изучающей электрические машины является - электромеханика. Принято считать, что ее история начинается с 1821 года, когда был создан первый электродвигатель М.Фарадея.

1. ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ

1.1 Общие сведения

Таблица 1.1 - Общая протяженность сетей по трассе, подстанций, трансформаторных подстанций, находящихся в ведении "ДРСК",

| Филиалы ДРСК | Кол – во ПС 35/110 кВ | Общая протяженность ВЛ и КЛ 0,4-110 кВ, км | Кол – во ТП 10/0,4 |
|---------------------------|--------------------------|---|-----------------------|
| Амурские ЭС | 168 / 44 | 24 813.0 | 5 122 |
| Приморские ЭС | 164 / 110 | 21 247.6 | 4 443 |
| Хабаровские ЭС | 90 / 71 | 8 471.3 | 1 771 |
| Электрические сети ЕАО | 34 / 9 | 4 773.4 | 1059 |
| Южно –Якутские ЭС | 16 / 22 | 1 633.6 | 305 |
| Всего | 472 / 256 | 60 938.9 | 12 700 |

1.2 История развития

Акционерное общество «Дальневосточная распределительная сетевая компания» осуществляет деятельность по передаче и транспортировке электрической энергии по распределительным сетям на территории Амурской области, Хабаровского края, Еврейской автономной области, Приморского края, Южного района республики САХА (Якутия), а также оказывает услуги по технологическому присоединению к электрическим сетям компании на данных территориях.

Компания основана в 2005 году в процессе реформирования российской электроэнергетики и разделения энергокомпаний по видам деятельности, их последующей региональной интеграции.

22 декабря 2005 года была осуществлена государственная регистрация Открытого акционерного общества «Дальневосточная распределительная

сетевая компания» на базе электросетевых активов (сетевых филиалов): ОАО «Амурэнерго», ОАО «Хабаровскэнерго», ОАО «Дальэнерго», ОАО «Южное-Якутскэнерго» (100% ДЗО ОАО АК «Якутскэнерго»).

Начало операционной деятельности Компании - 1 января 2007 года.

Сегодня АО «ДРСК» обеспечивает электроэнергией территорию от Якутии до Тихого океана: крупные промышленные компании и предприятия транспорта и сельского хозяйства, социально значимые объекты, осуществляет технологическое присоединение новых потребителей к электрическим сетям.

С 2008 года в АО «ДРСК» начата работа в рамках интегрированной системы менеджмента: разработана система управления рисками, внедрен процессный подход в управлении, изменена организационная структура ДРСК, разработаны обязательные документированные процедуры.

Интегрированная система менеджмента в компании объединила такие направления деятельности, как качество обслуживания потребителей при оказании услуг по передаче электрической энергии и услуг по технологическому присоединению к электрическим сетям, экологические аспекты, охрану труда и промышленную безопасность.

С марта 2015 года интегрированная системы менеджмента АО «ДРСК» сертифицирована на соответствие с требованиями международных стандартов ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 и OHSAS 18001:2007/ISO 45001. В марте 2018 и 2021 гг. АО «ДРСК» подтвердила полное соответствие требованиям международных стандартов.

Основными стратегическими целями компании являются: сохранение лидирующих позиций на рынке транспорта электроэнергии путем консолидации активов распределительного сетевого комплекса Дальнего Востока, улучшение качества оказываемых услуг по передаче электроэнергии и технологическому присоединению, обеспечение надёжности и безопасности работы электросетевого комплекса, повышение эффективности управления ресурсами Компании.

В связи с приведением наименования Общества в соответствие с требованиями главы 4 части первой Гражданского кодекса РФ 10 июля 2015 года осуществлена регистрация новой редакции Устава Общества, согласно которой Общество переименовано в Акционерное общество «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (АО «ДРСК») (организационно-правовая форма - непубличное акционерное общество).

1.3 Структура организации

В состав Общества входят следующие филиалы:

Амурские электрические сети, Приморские электрические сети, Хабаровские электрические сети, Электрические сети Еврейской автономной области, Южно-Якутские электрические сети.

1.4 Деятельность на территории России

Акционерное общество «Дальневосточная распределительная сетевая компания» (АО «ДРСК», Общество) входит в группу ПАО «РусГидро» и является подконтрольным обществом ПАО «РусГидро» и ПАО «ДЭК». АО «ДРСК» обеспечивает передачу и распределение электрической энергии по распределительным сетям на территориях Амурской области, Хабаровского края, Еврейской автономной области, Приморского края и южного района Республики САХА (Якутия), а также оказывает услуги по технологическому присоединению к электрическим сетям компании на данных территориях.

Виды деятельности:

- оказание услуг по передаче электрической энергии;
- оказание услуг по распределению электрической энергии;
- оперативно-диспетчерское управление и соблюдение режимов энергосбережения и энергопотребления;
- оказание услуг по присоединению к электрическим сетям;
- оказание услуг по сбору, передаче и обработке технологической информации, включая данные измерений и учёта;

- осуществление контроля за безопасным обслуживанием электрических установок у потребителей, подключенных к электрическим сетям общества;
- деятельность по эксплуатации электрических сетей;
- проектно-сметные, изыскательские, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
- оказание транспортно-экспедиционных услуг;
- выполнение работ, определяющих условия параллельной работы в соответствии с режимами Единой энергетической системы России в рамках договорных отношений;
- эксплуатация по договорам с собственниками энергетических объектов, не находящихся на балансе Общества;
- обеспечение работоспособности и исправности энергетического оборудования в соответствии с действующими нормативными требованиями, проведение технического обслуживания, диагностики, ремонта электрических сетей и иных объектов электросетевого хозяйства, а также технологическое управление ими;
- обеспечение работоспособности и исправности, проведение технического обслуживания, диагностики и ремонта сетей технологической связи, средств измерений и учета, оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики и иного, технологического оборудования, связанного с функционированием электросетевого хозяйства, а также технологическое управление ими;
- разработка долгосрочных прогнозов, перспективных и текущих планов развития электросетевого комплекса, целевых комплексных научно-технических, экономических и социальных программ;

- развитие электрических сетей и иных объектов электросетевого хозяйства включая проектирование, инженерные изыскания, строительство, реконструкцию, техническое перевооружение, монтаж и наладку;
- развитие сетей технологической связи, средств измерений и учета, оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики и иного технологического оборудования, связанного с функционированием электросетевого хозяйства, включая проектирование, инженерные изыскания, строительство, реконструкцию, техническое перевооружение, монтаж и наладку и т.д.

2. ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

2.1 Конструкция электродвигателя

Основными компонентами вращающегося электродвигателя являются статор и ротор. Статор - неподвижная часть, ротор - вращающаяся часть.

У большей части электродвигателей ротор располагается внутри статора. Электродвигатели у которых ротор находится снаружи статора называются электродвигателями обращенного типа.

2.2 Классификация электродвигателей

Указанная категория не представляет отдельный класс электродвигателей, так как устройства, входящие в рассматриваемую категорию (БДПТ, ВРД), являются комбинацией бесколлекторного двигателя, электрического преобразователя (инвертора) и, в некоторых случаях, - датчика положения ротора. В данных устройствах электрический преобразователь, в виду его невысокой сложности и небольших габаритов, обычно интегрирован в электродвигатель.

Вентильный двигатель может быть определен как электрический двигатель, имеющий датчик положения ротора, управляющий полупроводниковым преобразователем, осуществляющим согласованную коммутацию обмотки якоря.

Вентильный электродвигатель постоянного тока - электродвигатель постоянного тока, вентильное коммутирующее устройство которого представляет собой инвертор, управляемый либо по положению ротора, либо по фазе напряжения на обмотки якоря, либо по положению магнитного поля.

Электродвигатели используемые в БДПТ и ВРД являются двигателями переменного тока, при этом за счет наличия в данных устройствах электрического преобразователя они подключаются к сети постоянного тока.

Шаговый двигатель не является отдельным классом двигателя. Конструктивно он представляет из себя СДПМ, СРД или гибридный СРД-ПМ.

КДПТ - коллекторный двигатель постоянного тока

БДПТ - бесколлекторный двигатель постоянного тока

ЭП - электрический преобразователь

ДПР - датчик положения ротора

ВРД - вентильный реактивный двигатель

АДКР - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

АДФР - асинхронный двигатель с фазным ротором

СДОВ - синхронный двигатель с обмоткой возбуждения

2.3 Основные режимы работы электрических двигателей

S1 — продолжительный режим

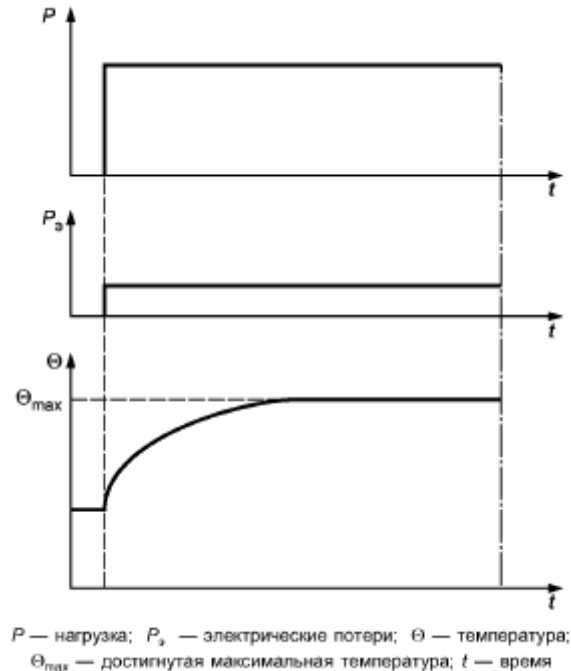


Рисунок 2.1 - Режим s1

Характеризуется тем, что температура всех частей электродвигателя при работе с постоянной нагрузкой достигает установившегося значения. За

малый промежуток времени в двигателе выделяется теплота. Часть ее отдается в окружающую среду, а другая сообщается всему объему двигателя. Температуру считают установившейся, если в течение часа работы она увеличивается не более чем на один градус. Такое состояние в электродвигателе наступает при работе с постоянной нагрузкой в течение времени, равным $4T$. Следовательно, при времени работы, равным $4T$ и больше, режим работы продолжительный.

Температура двигателя достигает практически установившегося значения за время, равное $4T$. Охлаждается двигатель медленнее, если он не вращается. В этом случае теплоотдача уменьшается примерно в два раза и соответственно увеличивается постоянная времени переходного процесса и само время.

S2 — кратковременный режим

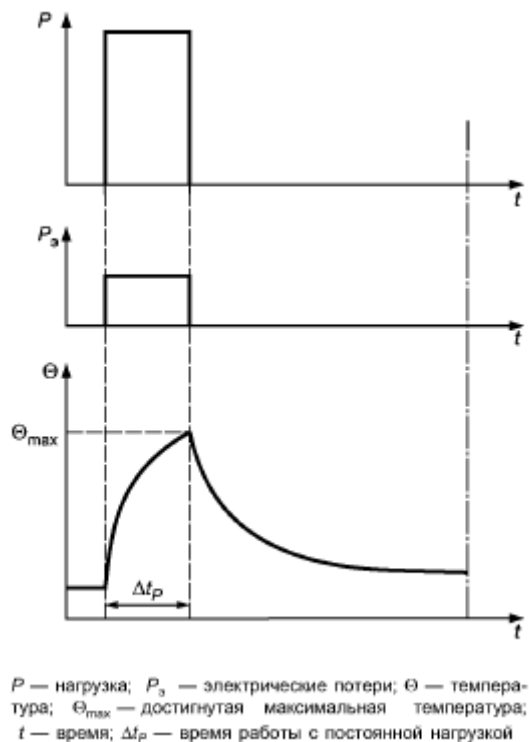


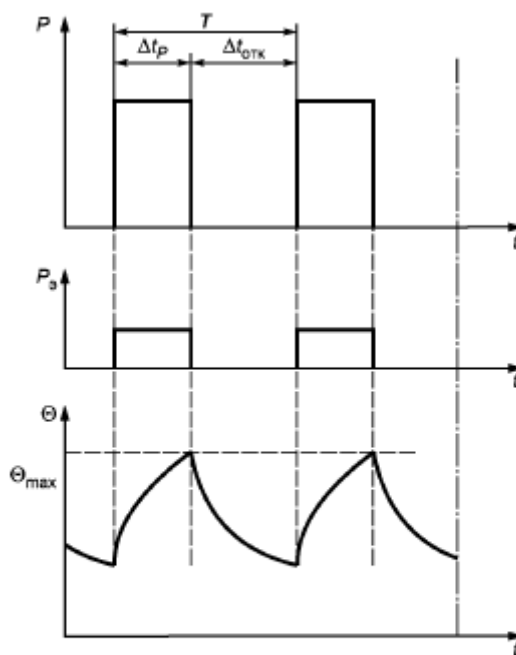
Рисунок 2.2 - Режим s2

Электродвигатель включается на непродолжительное время и постоянную нагрузку. Времени работы недостаточно для того, чтобы был

достигнут номинальный тепловой режим, а времени паузы после нее хватает, чтобы двигатель остыл практически до температуры окружающей среды.

В обозначение режима после s2 добавляется числовое значение продолжительности нагрузки в минутах.

S3 — повторно-кратковременный периодический режим



P — нагрузка; $P_э$ — электрические потери; Θ — температура; Θ_{max} — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{отк}$ — время остановки или отключения питания машины

Коэффициент циклической продолжительности включения равен $\Delta t_p/T$.

Рисунок 2.3 - Режим s3

Последовательность режимов s2, повторяющихся с определенной частотой. При этом двигатель работает с неизменной нагрузкой, время покоя сменяется временем работы. То пуска не влияет на установившуюся температуру.

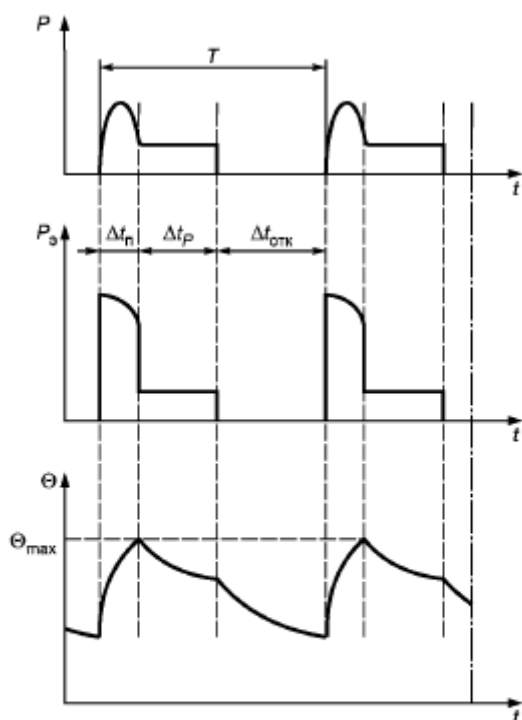
После обозначения s3 в маркировке указывается коэффициент циклической продолжительности включения ($k=\Delta t_p/T$) в процентах.

При повторно-кратковременном режиме (S3) кратковременные периоды нагрузки чередуются с непродолжительными периодами отключения двигателя. При этом $t_p < 0.4T$; $t_n < T_0$, то есть ни в одном из

периодов температура не достигает установившегося значения, но среднее ее значение устанавливается неизменным.

Повторно-кратковременный режим характеризуется относительной продолжительностью рабочего периода и длительностью цикла. Относительная продолжительность рабочего периода, выраженная в процентах, называется относительной продолжительностью включения и обозначается ПВ %. Номинальной длительностью цикла считают 10 мин.

S4 — режим s3 с пусками



P — нагрузка; $P_э$ — электрические потери; Θ — температура; Θ_{\max} — достигнутая максимальная температура; t — время; $\Delta t_р$ — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{отк}$ — время остановки или отключения питания машины; $\Delta t_п$ — время пуска (разгона)
Коэффициент циклической продолжительности включения равен $(\Delta t_п + \Delta t_р)/T$.

Рисунок 2.4 - Режим s4

В этом режиме продолжительность работы становится соизмеримой с продолжительностью пуска. В результате цикл работы выглядит так: «пуск-работа-остановка». Он циклически повторяется.

Параметрами режима являются:

- Коэффициент $k = \Delta t_p / T$;

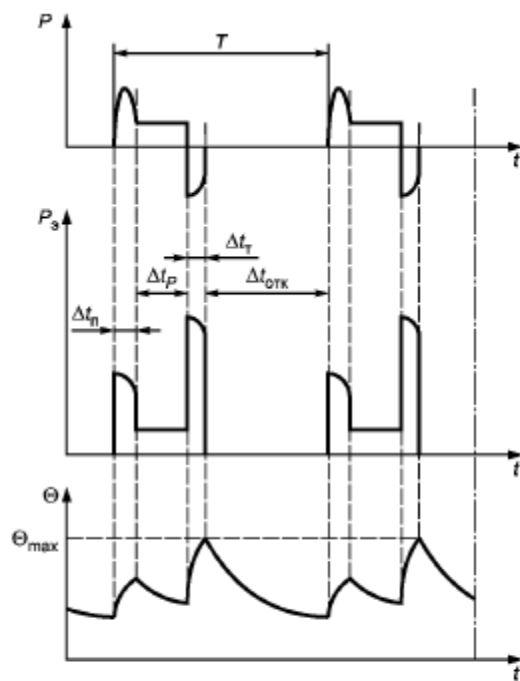
- Момент инерции двигателя (J_d), в $\text{кг}\cdot\text{м}^2$
- Момент инерции нагрузки (J_n), в $\text{кг}\cdot\text{м}^2$

Их значения указываются после знака s4.

Каждый цикл работы включает в себя:

- длительный период пуска, в течение которого пусковые потери оказывают влияние на температуру узлов агрегата;
- период функционирования при постоянной нагрузке без нагрева до устоявшейся температуры;
- паузу, во время которой не предусмотрено охлаждение двигателя до температуры окружающей среды.

S5 — режим s3 с электрическим торможением



P — нагрузка; P_z — электрические потери; Θ — температура; Θ_{max} — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{отк}$ — время остановки или отключения питания машины; Δt_n — время пуска (разгона); Δt_r — время электрического торможения
 Коэффициент циклической продолжительности включения равен $(\Delta t_n + \Delta t_p + \Delta t_r)/T$.

Рисунок 2.5 - Режим s5

По сравнению с предыдущим в цикл работы добавляется электрическое торможение, физический смысл которого — преобразование механической

энергии вращения вала двигателя обратно в электрическую. При этом происходит отбор энергии от вала, и он быстрее останавливается.

Виды электрического торможения:

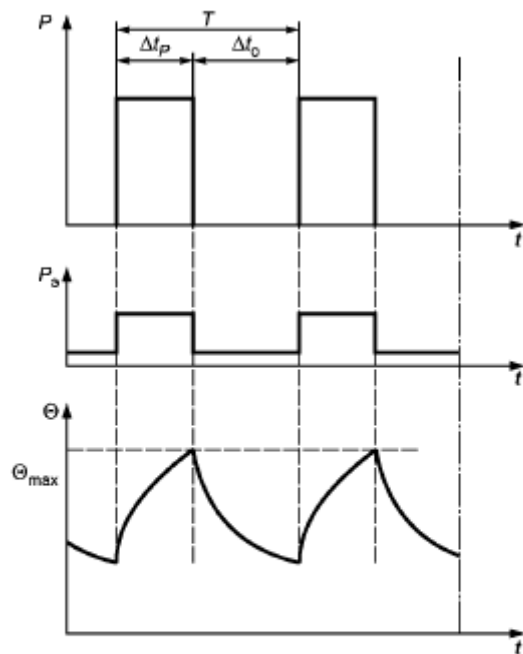
- Реверсивное (запуск вращающегося электродвигателя в обратную сторону);
- Реостатное (отключенная от сети обмотка статора подключается к тормозным резисторам);
- Рекуперативное (энергия вращающегося мотора заряжает аккумуляторы или отдается в сеть);
- Динамическое (отключенная от сети переменного тока обмотка статора подключается к источнику постоянного тока);
- Комбинации способов между собой.

После обозначения s_5 указываются параметры, аналогичные режиму s_4 .

В цикл работы входят:

- долгое время пуска;
- время работы при постоянной нагрузке без нагрева до устоявшейся температуры;
- период быстрого электрического торможения;
- период работы вхолостую без охлаждения до температуры окружающей среды.

S_6 — непрерывный периодический режим с кратковременной нагрузкой



P — нагрузка; $P_э$ — электрические потери; Θ — температура; Θ_{max} — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; Δt_0 — время работы без нагрузки
 Коэффициент циклической продолжительности включения равен $\Delta t_p/T$.

Рисунок 2.6 - Режим s6

Электродвигатель постоянно вращается, но циклически чередуется холостой ход и работа под нагрузкой.

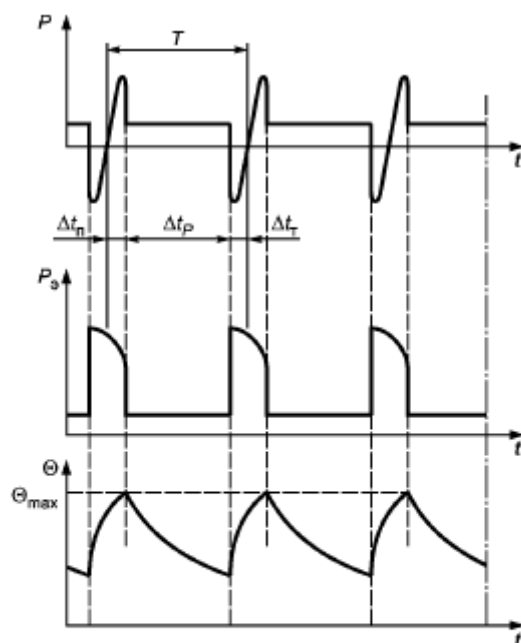
Режим характеризуется коэффициентом $k = \Delta t_p / T$.

Цикл работы состоит из:

- периода функционирования с постоянной нагрузкой;
- паузы.

В течение обоих периодов температура двигателя не достигает установившегося значения.

S7 — режим s6 с электрическим торможением



P — нагрузка; $P_{\text{э}}$ — электрические потери; Θ — температура; Θ_{max} — достигнутая максимальная температура; t — время; $\Delta t_{\text{р}}$ — время работы с постоянной нагрузкой; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta t_{\text{н}}$ — время пуска (разгона); $\Delta t_{\text{т}}$ — время электрического торможения
Коэффициент циклической продолжительности включения равен 1.

Рисунок 2.7 - Режим s7

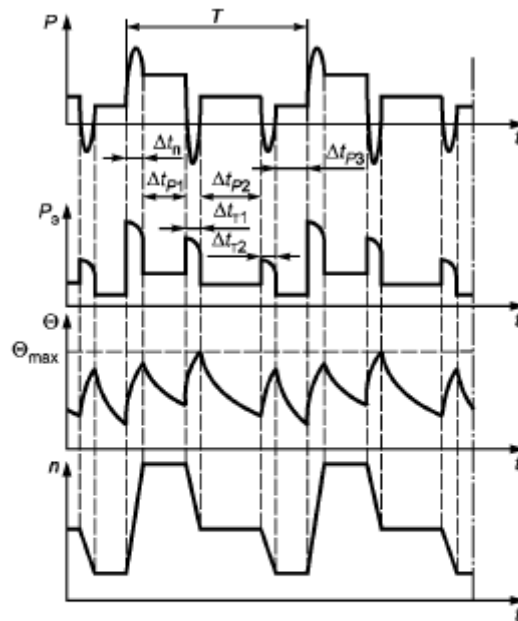
К режиму s6 добавляется торможение. Параметры те же, что и у s4.

В каждый цикл включены:

- длительный период пуска;
- время действия машины с постоянной нагрузкой;
- быстрое электрическое торможение.

Паузы данным режимом не предусмотрены.

S8 — режим s6 с взаимозависимыми изменениями скорости вращения и нагрузки



P — нагрузка; $P_э$ — электрические потери; Θ — температура; Θ_{\max} — достигнутая максимальная температура; t — время; Δt_p — время работы с постоянной нагрузкой (P_1, P_2, P_3); T — время одного цикла нагрузки (T_1, T_2); Δt_n — время пуска (разгона); $\Delta t_{1, 2, \dots, i}$ — время электрического торможения; n — частота вращения

Коэффициент циклической продолжительности включения равен $(\Delta t_n + \Delta t_{P1})/T$; $(\Delta t_{11} + \Delta t_{P2})/T$; $(\Delta t_{12} + \Delta t_{P3})/T$.

Рисунок 2.8 - Режим s8

Как видно из названия, в этом режиме циклически изменяются нагрузка двигателя и частота его вращения. Причем эти два параметра связаны между собой. Измерение частоты вращения производится, например, путем изменения числа пар полюсов для асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

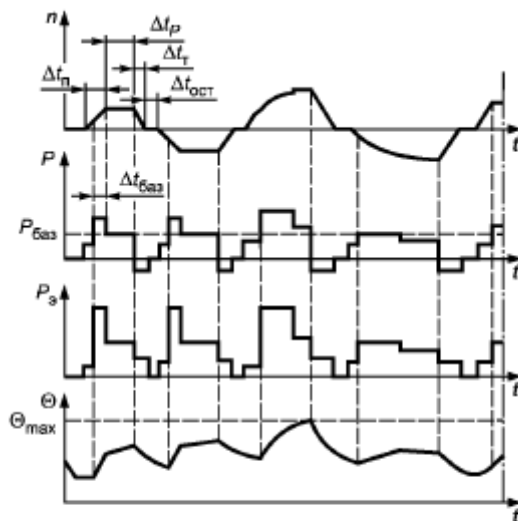
Параметры режима аналогичны s4, но приводятся для всех возможных частот вращения вала двигателя.

В цикл входят периоды:

- работы с неизменной частотой вращения и постоянной нагрузкой;
- работы при других неизменных нагрузках, причем каждой из них соответствует определенная частота вращения.

Как и предыдущий, этот режим не содержит пауз.

S9 — режим с неперiodическими изменениями нагрузки и частоты вращения

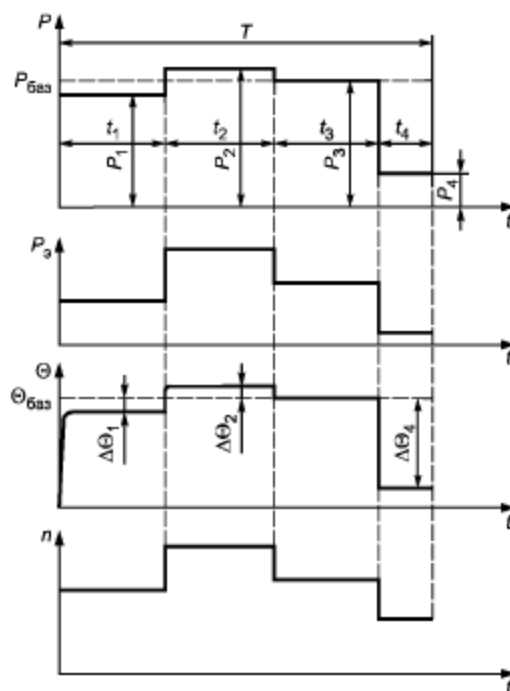


P — нагрузка; $P_{\text{баз}}$ — базовая нагрузка; $P_{\text{з}}$ — электрические потери; Θ — температура; Θ_{max} — достигнутая максимальная температура; t — время; $\Delta t_{\text{п}}$ — время работы с постоянной нагрузкой; $\Delta t_{\text{р}}$ — время пуска (разгона); $\Delta t_{\text{т}}$ — время электрического торможения; $\Delta t_{\text{ост}}$ — время остановки или отключения питания машин; $\Delta t_{\text{баз}}$ — время работы с базовой нагрузкой; n — частота вращения

Рисунок 2.9 - Режим s9

Угловая скорость и нагрузка изменяются произвольным образом, при этом возможна работа с перегрузкой, превышающей базовую нагрузку.

S10 — режим с дискретными постоянными нагрузками и скоростями вращения



P — нагрузка; $P_{\text{баз}}$ — базовая нагрузка в соответствии с типовым режимом S1; $P_{1,2,\dots}$ — постоянная часть нагрузки внутри одного цикла нагрузки; P_e — электрические потери; Θ — температура; $\Theta_{\text{баз}}$ — температура при базовой нагрузке $P_{\text{баз}}$; t — время; $t_{1,2,3,4}$ — время работы с постоянной нагрузкой внутри цикла нагрузки; T — время одного цикла нагрузки; $\Delta\Theta_{1,2,\dots}$ — разница между превышением температуры обмоток при каждой из различных нагрузок внутри одного цикла и превышением температуры при базовой нагрузке в режиме S1; n — частота вращения

Рисунок 2.10 - Режим s10

Режим характеризуется наличием большого числа дискретных постоянных нагрузок. Им соответствуют определенные частоты вращения вала двигателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее трудоемким и ответственным этапом проектирования электропривода для производственного механизма является выбор электродвигателя. Задача выбора состоит в поиске такого двигателя, который обеспечит по мощности заданный технологический цикл рабочей машины, будет соответствовать условиям окружающей среды, компоновке с рабочей машиной и при этом иметь нормативный (допустимый) нагрев. В общем случае электропривод должен удовлетворять ряду требований, даже противоречивых (поэтому при выборе электродвигателя в конкретном случае приходится руководствоваться технико-экономическими соображениями).

Для электропривода производственного механизма следует выбирать наиболее простой двигатель по устройству и управлению, экономичный и надежный в эксплуатации, имеющий наименьший вес, габариты и стоимость. Вместе с тем двигатель должен полностью удовлетворять требованиям технологического процесса и соответствовать условиям окружающей среды, в которой он будет находиться во время эксплуатации.

Для правильного выбора электродвигателя для конкретного производственного механизма следует руководствоваться критериями выбора по следующим показателям: мощности, скорости, напряжению, роду тока, условиям эксплуатации, конструктивному исполнению монтажа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 928 с., ил.
2. Вольдек А. И. Электрические машины. Учебник для студентов высших учебн. Заведений. Л., «Энергия», 1974.
3. Проектирование электрических машин: Учеб. Для вузов / Под ред. И. П. Копылова. М.: Высш. Шк., 2002. – 757 с.: ил.