

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«БОГДАНОВИЧСКИЙ ПОЛИТЕХНИКУМ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ

МДК 01.01 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

по специальности

13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)»

ЗАОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Организация-разработчик: ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум»

Разработчик:

Кудряшова Т.А., преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ
СО «Богдановичский политехникум», г. Богданович

Рассмотрено на заседании Методического совета

протокол № _____ от «___» _____ 2022 г.

Председатель: _____ / Е.В. Снежкова

СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка	4
2 Перечень практических занятий	6
Практическое занятие 1 Расчет параметров трехфазных трансформаторов	7
Практическое занятие 2 Расчет параметров асинхронного электродвигателя	12
3 Критерии оценки отчетных работ	17
4 Рекомендуемые источники информации	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Правила выполнения лабораторных работ	19

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 «Организация простых работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования»

Практические занятия являются одним из важнейших элементов учебного процесса. При проведении практических занятий преследуются три основные цели: возможность на практике убедиться в теоретических положениях; развитие творческого мышления; пробудить любознательность и воображение студента. Поэтому для каждого студента умение решать задачи является одним из главных требований при изучении МДК.

Результатом выполнения практических занятий является овладение обучающимися видом деятельности Организация простых работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования: в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1	Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.2	Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.
ПК 1.3.	Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
ОК 2	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 3.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК 4.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 5.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 6.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
ОК 09	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Программой ПМ.01 предусмотрено выполнение двух практических работ.

В методических рекомендациях к практическим работам приведены необходимые теоретические сведения, порядок проведения работы, содержание отчета.

Предварительная подготовка обучающихся к практической работе, понимание ее цели и содержания – важнейшее условие качественного

выполнения работ. Поэтому прежде чем приступить к выполнению практической работы, обучающиеся должны:

- ✓ изучить содержание работы и порядок ее выполнения;
- ✓ повторить теоретический материал, связанный с выполнением данной работы.

Завершается практическая работа составлением отчета, который должен содержать все необходимые результаты и выводы.

По практической работе сдается зачет в форме собеседования.

Зачет по практической работам является обязательным для получения допуска к экзамену.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Тема	Вид, название и краткое содержание задания	Планируемые часы на выполнение внеаудиторной работы	Форма отчетности и контроля
1	Практическая работа №1 Расчет параметров трехфазных трансформаторов <u>Цель работы:</u> - определить значения параметров трехфазного трансформатора, построить треугольник короткого замыкания, проанализировать значение номинального напряжения на выходе трансформатора при различных видах нагрузки	2	отчетная работа №1, собеседование
2	Практическая работа №2 Расчет технических параметров асинхронного электродвигателя <u>Цель работы:</u> - научиться производить расчет основных параметров асинхронного электродвигателя	2	отчетная работа №2, собеседование

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Расчет параметров трехфазных трансформаторов

Цель: определить значения параметров трехфазного трансформатора, построить треугольник короткого замыкания, проанализировать значение номинального напряжения на выходе трансформатора при различных видах нагрузки.

Студент должен

знать:

- принцип действия и устройство силового трансформатора;

уметь:

- определять значения параметров трехфазного трансформатора, преобразовывать формулы, строить треугольник короткого замыкания, анализировать значение номинального напряжения на выходе трансформатора при различных видах нагрузки.

Общие сведения

Решаемые на практическом занятии задачи направлены на определение основных параметров трехфазного трансформатора. Трансформирование трехфазной системы напряжений можно осуществить тремя однофазными трансформаторами, соединенными в трансформаторную группу (рис. 1.1, а). Однако относительная громоздкость, большой вес и повышенная стоимость — недостаток трансформаторной группы, поэтому она применяется только в установках большой мощности с целью уменьшения веса и габаритов единицы оборудования, что важно при монтаже и транспортировке трансформаторов.

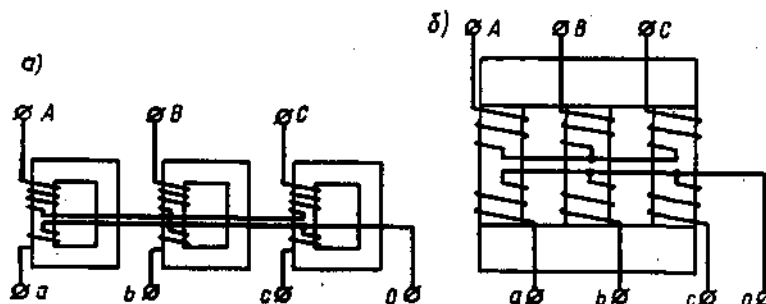


Рис. 1.1 - Трансформаторная группа (а) и трехфазный трансформатор (б)

В установках мощностью примерно до 60000 кВА обычно применяют трехфазные трансформаторы (рис. 1.1, б), у которых обмотки расположены на трех стержнях, объединенных в общий магнитопровод двумя ярами. Но полученный таким образом магнитопровод является несимметричным: магнитное сопротивление потоку средней фазы Φ_B меньше магнитного сопротивления потокам крайних фаз Φ_A и Φ_C (рис. 1.2, а).

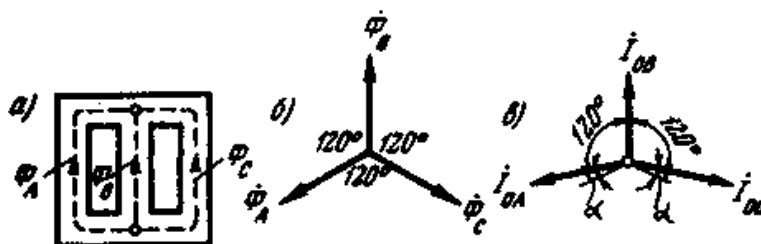


Рис. 1.2 - Трехстержневой магнитопровод и векторные диаграммы

Для уменьшения магнитной несимметрии трехстержневого магнитопровода, т.е. уменьшения магнитного сопротивления потокам крайних фаз, сечение ярм делают на 10—15% больше сечения стержней, что уменьшает их магнитное сопротивление. Несимметрия токов х.х. трехстержневого трансформатора практически не отражается на работе трансформатора, так как даже при небольшой нагрузке различие в значениях токов I_A , I_B и I_C становится незаметным.

Таким образом, при симметричном питающем напряжении и равномерной трехфазной нагрузке все фазы трехфазного трансформатора, выполненного на трехстержневом магнитопроводе, практически находятся в одинаковых условиях. Поэтому рассмотренные выше уравнения напряжений, МДС и токов, а также схема замещения и векторные диаграммы могут быть использованы для исследования работы каждой фазы трехфазного трансформатора.

Обмотки трехфазных трансформаторов принято соединять по следующим схемам: звезда; звезда с нулевым выводом; треугольник; зигзаг с нулевым выводом. Схемы соединения обмоток трансформатора обозначают дробью, в числителе которой указана схема соединения обмоток ВН, а в знаменателе — обмоток НН. Например, Y/A означает, что обмотки ВН соединены в звезду, а обмотки НН — в треугольник.

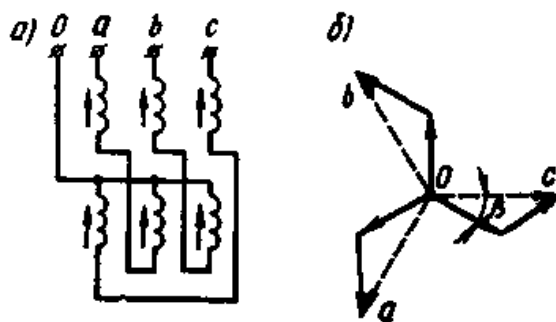


Рис. 1.3 - Соединение обмоток в зигзаг

Соединение в зигзаг применяют только в трансформаторах специального назначения, например в трансформаторах для выпрямителей. Для выполнения соединения каждую фазу обмотки НН делят на две части, располагая их на разных стержнях. Указанные части обмоток соединяют так, чтобы конец одной части фазной обмотки был присоединен к концу другой части этой же обмотки, расположенной на другом стержне (рис. 1.3, а). Зигзаг называют равноплечным, если части обмоток, располагаемые на разных стержнях и соединяемые последовательно, одинаковы, и неравноплечными, если эти части неодинаковы. При соединении в зигзаг ЭДС отдельных частей обмоток геометрически вычитаются (рис. 1.3, б).

Выводы обмоток трансформаторов принято обозначать следующим образом: обмотки ВН — начало обмоток А, В, С, соответствующие концы Х, Y, Z; обмотки НН — начала обмоток а, б, с, соответствующие концы х, у, z.

При соединении обмоток звездой линейное напряжение больше фазного ($U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$), а при соединении обмоток треугольником линейное напряжение равно фазному ($U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$).

Отношение линейных напряжений трехфазного трансформатора определяется следующим образом:

Таблица 1.1 - Отношение линейных напряжений трехфазного трансформатора

Схема соединения обмоток	Y/Y	Δ/Y	Δ/Δ	Y/ Δ
Отношение линейных напряжений	w_1/w_2	$w_1/(\sqrt{3}w_2)$	w_1/w_2	$\sqrt{3}w_1/w_2$

Таким образом, отношение линейных напряжений в трехфазном трансформаторе определяется не только отношением чисел витков фазных обмоток, но и схемой их соединений.

Пример 1 Трехфазный трансформатор номинальной мощностью $S_{ном} = 100$ кВА включен по схеме Y/Δ . При этом номинальные линейные напряжения на входе и выходе трансформатора соответственно равны: $U_{1ном} = 3,0$ кВ, $U_{2ном} = 0,4$ кВ. Определить соотношение витков w_1/w_2 и номинальные значения фазных токов в первичной $I_{1ф}$ и вторичной $I_{2ф}$ обмотках.

Решение.

1 Фазные напряжения первичных и вторичных обмоток

$$U_{1ф} = U_{1ном} / \sqrt{3} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1,73 \text{ кВ} \quad U_{2ф} = U_{2ном} = 0,4 \text{ кВ}$$

2 Требуемое соотношение витков в трансформаторе

$$w_1/w_2 = U_{1ф} / U_{2ф} = 1,73 / 0,4 = 4,32$$

3 Номинальный фазный ток в первичной обмотке (соединенной в звезду)

$$I_{1ф} = I_{1ном} = S_{ном} / (\sqrt{3} \cdot U_{1ном}) = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 3} = 19,3 \text{ А}$$

4 Номинальный фазный ток во вторичной обмотке (соединенной в треугольник)

$$I_{2ф} = I_{2ном} = S_{ном} / (3 \cdot U_{2ном}) = \frac{100}{3 \cdot 0,4} = 83,3 \text{ А}$$

Таким образом, соотношение фазных токов $I_{2ф} / I_{1ф} = 83,3 / 19,3 = 4,32$ равно соотношению витков в обмотках трансформатора.

Порядок выполнения работы:

1. Отметьте в отчете наименование, тему и цель занятия
2. Отметьте в отчете исходные условия задачи
3. Выполните предложенное задание (решение 3 задач)
4. Ответить на контрольные вопросы
5. Сделать вывод о проделанной работе.

Решить задачу 1.1

Используя приведенные в табл. 1.2 значения параметров трехфазных масляных трансформаторов серии ТМ (в обозначении марки в числителе указано номинальная мощность трансформатора в кВА, в знаменателе — высшее напряжение в кВ), определить значения параметров, величины которых не указаны в этой таблице. Обмотки соединены по схеме Y/Y . Частота тока в сети $f = 50$ Гц.

Таблица 1.1 - Варианты исходных значений задачи 1.1

Параметр	Тип трансформатора								
	ТМ - 1000/35	ТМ - 50/6	ТМ - 100/6	ТМ - 180/6	ТМ - 320/6	ТМ - 560/35	ТМ - 750/35	ТМ - 1000/6	ТМ - 10/6
Основной магнитный поток Φ_{max} , Вб	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Число витков w_1	1600	1190	—	—	522	2000	—	—	—
Число витков w_2	—	—	72	—	—	—	146	—	—
Сечение стержня магнитопровода $Q_{ст}$, м ² , при $B_{max} = 1,5$ Тл	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Напряжение $U_{1ном}$, кВ	35	6	6	6	6	35	35	6	6

Продолжение таблицы 1.1

Напряжение $U_{2ном}$, кВ	—	0,4	0,5	0,5	0,4	—	3,15	0,4	0,4
Коэффициент трансформации k	5,56	—	—	—	—	5,55	—	—	—

Методические указания к решению задачи 1.1

1 Напряжение на выводах обмотки НН определяется через коэффициент трансформации

$$k = U_{1ном} / U_{2ном} = w_1 / w_2$$

2 Число витков в фазной обмотке НН определяется через коэффициент трансформации

3 Максимальное значение основного потока определяется из формулы

$$U_{2ном} = \sqrt{3} \cdot 4,44 \Phi_{max} \cdot f \cdot w_2$$

4 Площадь поперечного стержня магнитопровода определяется из формулы

$$\Phi_{max} = B_{max} \cdot Q_{ст} \cdot k_c$$

Решить задачу 1.2

Технические данные трехфазных трансформаторов серии ТМ приведены в табл. 1.2: номинальная мощность $S_{ном}$, номинальные первичное $U_{1ном}$ и вторичное $U_{2ном}$ напряжения, напряжение короткого замыкания u_k , мощность короткого замыкания $P_{к.ном}$, мощность холостого хода P_0 ном, ток холостого хода i_0 . Определить необходимые параметры и построить треугольник короткого замыкания (обмотки соединены Y/Y; параметры приведены к рабочей температуре).

Таблица 1.2. Варианты исходных значений задачи 1.2.

Тип трансформатора	$S_{ном}$, кВА	$U_{1ном}$, кВ	$U_{2ном}$, кВ	u_k , %	$P_{к.ном}$, кВт	P_0 ном, кВт	i_0 , %
ТМ-1000/10	1000	10	0,4	5,5	12,2	2,45	1,4
ТМ-1600/10	1600	10	0,4	5,5	18,0	3,30	1,3
ТМ-2500/10	2500	10	0,4	5,5	25,0	4,60	1,0
ТМ-4000/10	4000	10	0,4	5,5	33,5	6,40	0,9
ТМ-6300/10	6300	10	0,4	5,5	46,0	9,00	0,8
ТМ-630/10	630	10	0,4	5,5	7,6	1,56	2,0

Методические указания к решению задачи 1.2

- 1 Напряжение короткого замыкания определить из формулы: $u_k = U_{1k} \cdot 100\% / U_{1ном}$
- 2 Ток короткого замыкания $I_{1k}=I_{1ном}$ определить из формулы для определения полной мощности трансформатора
- 3 Коэффициент мощности режима короткого замыкания определяется из формулы:

$$P_{к.ном} = \sqrt{3} U_{1к} I_{1к} \cos \varphi_k; \quad \varphi_k - ?$$

- 4 Полное сопротивление короткого замыкания по закону Ома для участка цепи $U_{1к} = \sqrt{3} I_{1к} Z_k$;
- 5 Активная и индуктивная составляющие сопротивления короткого замыкания определяются через тригонометрические функции по треугольнику сопротивлений
- 6 Стороны треугольника напряжений короткого замыкания (рис. 1.4):

$$U_k = I_{1к} Z_k; \quad U_{к.а} = I_{1к} r_k; \quad U_{к.р} = I_{1к} x_k;$$

- 7 Для построения треугольника короткого замыкания принимаем масштаб напряжения $m_u = 5\text{В/мм}$, тогда длина векторов (сторон треугольника) равна всем предыдущим значениям, деленным на 5.

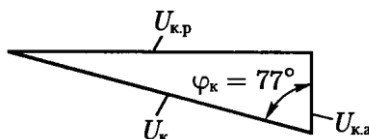


Рис. 1.4. Треугольник напряжений короткого замыкания

Решить задачу 1.3

Используя данные задачи №2, рассчитать величину изменения напряжения на выходе трансформатора при номинальной нагрузке $\Delta U_{ном}$, при коэффициентах мощности нагрузки $\cos \varphi_2 = 1$ и $\cos \varphi_2 = 0,8$ и при индуктивном и емкостном характерах нагрузки, а также при активно-индуктивном характере нагрузки и фазовом сдвиге $\varphi_2 = \varphi_k$. Сравнить полученные результаты и сделать вывод о влиянии характера нагрузки на величину вторичного напряжения трансформатора.

Методические указания к решению задачи 1.3

- 1 Изменение напряжения на выводах вторичной обмотки трансформатора

$$\Delta U_{ном} = u_{к.а} \cdot \cos \varphi_2 + u_{к.р} \cdot \sin \varphi_2$$

где составляющие напряжения короткого замыкания

$$u_{к.а} = U_{к.а} \cdot 100\% / U_{1ном}$$

$$u_{к.р} = U_{к.р} \cdot 100\% / U_{1ном}$$

$$u_k = U_{1к} \cdot 100\% / U_{1ном}$$

$$\cos \varphi_k = u_{к.а} / u_k$$

- 2 Вычислить нагрузку активную при $\cos \varphi_2=1$, определив предварительно $\sin \varphi_2$;
- 3 Вычислить нагрузку индуктивную при $\cos \varphi_2=0,8$, определив предварительно $\sin \varphi_2$;
- 4 Вычислить нагрузку активно-индуктивную при $\cos \varphi_2=\cos \varphi_k$, определив предварительно $\sin \varphi_k$;
- 5 Провести анализ полученных результатов и сделать следующие выводы:
 - а) при какой номинальной нагрузке минимальное изменение напряжения на выходе трансформатора?
 - б) при какой номинальной нагрузке максимальное значение $\Delta U_{\text{ном}}$ на выходе трансформатора?
 - в) приобретает ли $\Delta U_{\text{ном}}$ отрицательное значение, т. е. на сколько процентов напряжение на выводах вторичной обмотки при номинальной нагрузке трансформатора повышается.

Контрольные вопросы

1. Как можно выполнить трансформирование трехфазной системы напряжений?
2. Где применяют трехфазные трансформаторы?
3. Каким образом магнитное сопротивление потоков крайних фаз?
4. По каким схемам принято соединять обмотки трехфазных трансформаторов?
5. Каким образом определяется отношение линейных напряжений трехфазного трансформатора?

Содержание отчета

1. Наименование отчета
2. Тема практической работы
3. Цель практической работы
4. Решение задач своего варианта
5. Ответы на контрольные вопросы
6. Вывод по работе

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Расчет технических параметров асинхронного электродвигателя

Цель: научиться производить расчет основных параметров асинхронного электродвигателя.

Студент должен

знать:

- понятие о скольжении;
- электромагнитный момент асинхронного двигателя и его зависимость от скольжения;
- перегрузочная способность асинхронного двигателя;
- рабочие характеристики трехфазного асинхронного двигателя.

уметь:

- пользоваться справочными данными и расчетными формулами

Общие сведения

Решаемая на практическом занятии задача направлена на определение основных параметров асинхронного электродвигателя. Для ее решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя и зависимости между электрическими величинами, характеризующими его работу.

Перед решением задачи изучите соответствующий теоретический материал и рассмотрите типовой пример.

При частоте напряжения питающей сети 50 Гц возможные синхронные частоты

вращения магнитного поля статора: 3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин и т.д. Тогда при частоте вращения ротора $n_2 = 950$ об/мин из приведенного выше ряда выбираем ближайшую к ней частоту вращения поля $n_1 = 1000$ об/мин. Тогда можно определить скольжение ротора, даже не зная числа пар полюсов двигателя:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

Из формулы для скольжения можно определить частоту вращения ротора

$$n_2 = n_1(1 - S)$$

В настоящее время промышленность выпускает асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт (табл. 2.1). Обозначение типа электродвигателя расшифровывается так: 4 — порядковый номер серии; А — асинхронный; Х — алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В — двигатель встроен в оборудование; Н — исполнение защищенное IP23, для закрытых двигателей исполнения IP44 обозначение защиты не приводится; Р — двигатель с повышенным пусковым моментом; С — сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в мм (100, 112 и т. д.); буквы S, M, L — после цифр — установочные размеры по длине корпуса (S — станина самая короткая; M — промежуточная; L — самая длинная); цифра после установочного размера — число полюсов; буква У — Климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра — категория размещения: 1 — для работы на открытом воздухе, 3 — для закрытых неотапливаемых помещений.

Пример 2.1 Необходимо расшифровать условное обозначение двигателя 4А250S4У3.

Это двигатель четвертой серии, асинхронный, корпус полностью чугунный (нет буквы Х), высота оси вращения 250 мм, размеры корпуса по длине S (самый короткий), четырех полюсный, для умеренного климата, третья категория размещения.

Пример 2.2 Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором типа 4AP160S6УЗ имеет номинальные данные: мощность $P_{ном} = 11$ кВт; напряжение $U_{ном} = 380$ В; частота вращения ротора $n_2 = 975$ об/мин; К.П.Д. $\eta_{ном} = 0,855$; коэффициент мощности $\cos\varphi_{ном} = 0,83$; кратность пускового тока $I_{п}/I_{ном} = 7$; кратность пускового момента $M_{п}/M_{ном} = 2,0$; способность к перегрузке $M_{max}/M_{ном} = 2,2$. Частота тока в сети $f_1 = 50$ Гц. Определить: потребляемую мощность; номинальный, пусковой и максимальный вращающие моменты; номинальный и пусковой токи; номинальное скольжение; частоту тока в роторе. Расшифровать его условное обозначение. Оценить возможность пуска двигателя при номинальной нагрузке, если напряжение в сети при пуске снизилось на 20%?

Решение

1. Мощность, потребляемая двигателем из сети

$$P_{1ном} = \frac{P_{ном}}{\eta_{ном}} = \frac{11}{0,855} = 12,86 \text{ кВт}$$

2. Номинальный момент, развиваемый двигателем:

$$M = \frac{9,55 \cdot P_{ном}}{n_2} = \frac{9,55 \cdot 11 \cdot 1000}{975} = 107,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3. Максимальный и пусковой моменты:

$$M_{max} = \frac{M_{max}}{M_{ном}} \cdot M_{ном} = 2,2 \cdot 107,7 = 237 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\Pi} = \frac{M_{\Pi}}{M_{\text{НОМ}}} \cdot M_{\text{НОМ}} = 2 \cdot 107,7 = 215,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

4. Номинальный и пусковой токи:

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \eta_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_{\text{НОМ}}} = \frac{11 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,855 \cdot 0,83} = 23,6 \text{ А}$$

$$I_{\Pi} = \frac{I_{\Pi}}{I_{\text{НОМ}}} \cdot I_{\text{НОМ}} = 7 \cdot 23,6 = 165 \text{ А}$$

5. Номинальное скольжение

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 975}{1000} = 0,025 = 2,5\%$$

6. Частота тока в роторе

$$f_2 = f_1 \cdot S = 50 \cdot 0,025 = 1,25 \text{ Гц}$$

7. Условное обозначение двигателя расшифровываем так: двигатель четвертой серии, асинхронный, с повышенным пусковым моментом (буква Р), высота оси вращения 160 мм, размеры корпуса по длине S (самый короткий), шестиполусный, для умеренного климата, третья категория размещения.

8. При снижении напряжения в сети на 20% на выводах двигателя остается напряжение 0,8 $U_{\text{НОМ}}$. Так как момент двигателя пропорционален квадрату напряжения, то

$$M'_{\Pi} / M_{\Pi} = \frac{(0,8 \cdot U_{\text{НОМ}})^2}{U_{\text{НОМ}}^2} = \frac{(0,8 \cdot 380)^2}{380^2} = 0,64$$

Отсюда $M'_{\Pi} = 0,64 \cdot M_{\Pi} = 0,64 \cdot 215,4 = 138 \text{ Н} \cdot \text{м}$, что больше $M = 107,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Таким образом, пуск двигателя возможен.

Порядок выполнения работы:

1. Отметьте в отчете наименование, тему и цель занятия.
2. Отметьте в отчете исходные условия задачи
3. Выполните предложенное задание. По необходимости, при выполнении задания практической работы, повторите теоретический материал и примеры, подобные заданию практической работы.
4. Оформите отчет по практической работе.

Задание

Для привода рабочей машины применяется трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Используя данные для своего варианта, указанные в таблице 2.1, определить: потребляемую мощность; номинальный, пусковой и максимальный вращающие моменты; номинальный и пусковой токи; номинальное скольжение; частоту тока в роторе.

Расшифровать его условное обозначение. Оценить возможность пуска двигателя при номинальной нагрузке, если напряжение в сети при пуске снизилось на 20%?

Таблица 2.1

Номер варианта	Тип двигателя	$P_{ном2},$ кВт	$n_2,$ об/мин	$\cos\varphi_{ном}$	$\frac{I_{\Pi}}{I_{ном}}$	$\frac{M_{\Pi}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\eta_{ном}$
1	4A100S2Y3	4	2880	0,89	7,5	2,0	2,2	0,86
2	4A100L2Y3	5,5	2880	0,91	7,5	2,0	2,2	0,87
3	4A112M2CY3	7,5	2900	0,88	7,5	2,0	2,2	0,87
4	4L132M2CY3	11	2900	0,9	7,5	1,6	2,2	0,88
5	4A90L4Y3	2,2	1400	0,83	6,0	2,0	2,2	0,8
6	4A100S4Y3	3	1425	0,83	6,5	2,0	2,2	0,82
7	4A100L4Y3	4,0	1425	0,84	6,5	2,2	2,2	0,84
8	4A112M4CY1	5,5	1450	0,85	7,0	2,0	2,2	0,85
9	4A132M4CY1	11	1450	0,87	7,5	2,0	2,2	0,87
10	4AP160S4Y3	15	1465	0,87	7,5	2,0	2,2	0,865
11	4AP160M4Y3	18,5	1465	0,87	7,5	2,0	2,2	0,885
12	4AP180S4Y3	22	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,89
13	4AP180M4Y3	30	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,9
14	4A100L6Y3	2,2	950	0,73	5,5	2,0	2,0	0,81
15	4AP160S6Y3	11	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,855
16	4AP160M6Y3	15	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,875
17	4AP180M6Y3	18,5	970	0,8	6,5	2,0	2,2	0,87
18	4A250S6Y3	45	985	0,89	6,5	1,2	2,0	0,92
19	4A250M6Y3	55	985	0,89	7,0	1,2	2,0	0,92
20	4AH250M6Y3	75	985	0,87	7,5	1,2	2,5	0,93
21	4A100L8Y3	1,5	725	0,65	6,5	1,6	1,7	0,74
22	4AP160S8Y3	7,5	730	0,75	6,5	1,8	2,2	0,86
23	4A250S8Y3	37	740	0,83	6,0	1,2	1,7	0,9
24	4A250M8Y3	45	740	0,84	6,0	1,2	1,7	0,91
25	4AH250M8Y3	55	740	0,82	6,0	1,2	2,0	0,92

Контрольные вопросы

1. На чем основан принцип действия асинхронного двигателя?
2. Что такое скольжение, и каким, оно обычно бывает у асинхронных двигателей общего применения?
3. С какой целью у асинхронного двигателя обычно делают все шесть выводов обмотки

статора?

4. Как изменится вращающий момент асинхронного двигателя, если напряжение на его выводах обмотки статора уменьшить в $\sqrt{3}$ раз?

5. Что такое перегрузочная способность, асинхронного двигателя и какова, ее зависимость от напряжения питания двигателя?

Содержание отчета

1. Наименование отчета
2. Тема практической работы
3. Цель практической работы
4. Решение задач своего варианта
5. Ответы на контрольные вопросы
6. Вывод по работе

3 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТЧЕТНЫХ РАБОТ

Форма зачета по лабораторным работам – собеседование.

Лабораторная работа считается выполненной и принимается к зачету по следующим критериям:

Оценка «отлично» выставляется, если студент обстоятельно, с достаточной полнотой излагает программный материал, дает правильные формулировки, точные определения ключевых понятий, обнаруживает полное понимание материала и может обосновать свой ответ, привести примеры, демонстрирует самостоятельность мышления, правильно отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает единичные ошибки, которые сам же исправляет после замечаний преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент демонстрирует знание и понимание основных положений программного материала, но при этом допускает неточности в формулировке правил или определений, излагает материал недостаточно связно и последовательно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает незнание большей части программного материала, допускает ошибки в формулировке правил и определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, сопровождая изложение частыми запинками, перерывами.

4 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Основные источники:

1. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам: учебное пособие. / М.М. Кацман. – М.: Высшая школа, 2017. - 480с.
2. Кацман М.М. Электрические машины: учебник. / М.М. Кацман. – М.: Высшая школа, 2016. - 469с.
3. Кацман М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу: учебное пособие./ М.М. Кацман. – М.: Академия, 2017. – 256с.

Дополнительные источники:

1. ГОСТ 16110-82, СТ СЭВ 1103-78. Трансформаторы силовые. Термины и определения.
2. ГОСТ 17274.1-85 СТ СЭВ 4438-83. Двигатели асинхронные. Общие технические условия.

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Дробов А.В. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дробов А.В., Галушко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015.— 292 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67795.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Дробов А.В. Электрические машины. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дробов А.В., Галушко В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67794.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Интернет-ресурсы

1. Ресурс <http://elektroinf.narod.ru>. - библиотека электроэнергетика
2. Ресурс <https://elektro-montagnik.ru/index.php> - учебно-образовательный сайт.
3. Ресурс <https://www.eleczon.ru/> - учебно-образовательный сайт.
4. Ресурс <http://claw.ru/> - образовательный портал.
5. Ресурс <http://ru.wikipedia.org> – свободная энциклопедия.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Правила выполнения практических работ

1) Проведение практической работы.

Записать наименование, тему и цель работы. Уяснив условие задачи, студенты записывают его в отчет и выполняют решение задач.

Изучая теоретическое обоснование, студент должен иметь в виду, что основной целью изучения теории является умение применить ее на практике для решения практических задач.

3) Составление отчета и представление его преподавателю.

После выполнения работы студент должен представить отчет о проделанной работе с полученными результатами и выводами и устно ее защитить. Содержание отчета должно включать в себя: цель работы, порядок выполнения, электрические схемы (если они есть), основные расчетные соотношения, выводы по работе. Все таблицы, графики и диаграммы должны иметь заголовки, поясняющие зависимость, которую они характеризуют. Вычерчивание схем, таблиц, графиков необходимо выполнять чертежным инструментом (линейка, циркуль, лекало и т.д.) карандашом либо чернилами. Элементы схем должны быть вычерчены тщательно с использованием обозначений по ГОСТ.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие каждую практическую работу. При отсутствии студента по неуважительной причине студент выполняет работу самостоятельно, в свое личное время и защищает на консультации по указанию преподавателя.