

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

**Методические указания для выполнения
лабораторно-практических работ**

Новосибирск 2018

УДК 621.314.1

Кафедра техносферной безопасности и электротехнологий

Авторы: *А.Ю. Кузнецов*, доцент, канд. техн. наук.

Д.В. Морокин, преподаватель

Д.С. Болотов, преподаватель, аспирант

Рецензент: *А.Т. Калюжный*, доцент, канд. техн. наук

Электрические машины: метод. указания для выполнения лабораторно-практических работ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: А.Ю. Кузнецов, Д.В. Морокин, Д.С. Болотов – Новосибирск, 2018. - 11 с.

Методические указания содержат указания для выполнения лабораторно-практических работ №1, №2, №3 по дисциплине Электрические машины.

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (профиль Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе).

Утверждены и рекомендованы к изданию методическим советом Инженерного института (протокол №5 от 12 декабря 2017 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2018

© Кузнецов А.Ю., Морокин Д.В., Болотов Д.С., 2018

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Электрические машины» является одной из основных специальных дисциплин для студентов обучающихся по направлению подготовки - Агроинженерия, по профилю - Электрооборудование и электро-технологии в АПК. При изучении этой дисциплины студенты знакомятся с основами теории, расчета и испытанием электрических машин и трансформаторов. Без ясного понимания физического смысла явлений, происходящих в электрических машинах и трансформаторах при их работе, невозможно организовать эффективную эксплуатацию и обслуживание электрооборудования, в основе которых имеются подобные устройства.

Дисциплина Электрические машины в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование способности использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- основные требования ГОСТов, ПУЭ, нормативных и руководящих материалов по теории и методам расчета электрических машин;
- области их применения и особенности эксплуатации в сельском хозяйстве;
- конструктивные исполнения, параметры и режимы работы электрических машин;
- основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей, эксплуатационные требования к ним;
- тенденции развития электрических машин.

уметь:

- рассчитывать, исследовать и анализировать параметры электрических машин;
- подключать и испытывать электрические машины и трансформаторы;
- владеть методами исследования и расчета электрических машин;
- иметь представление по практическому применению электрических машин и особенностях их эксплуатации в сельском хозяйстве;
- обладать навыками расчета и выбора электрических машин и трансформаторов для реализации технологий сельскохозяйственного производства;
- обеспечивать эффективную и безопасную работу персонала с электрическими машинами.

владеть:

- современными технологиями проектирования и монтажа систем электропривода сельскохозяйственных машин.

1. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

при работе студентов в лабораториях кафедры техносферной безопасности и электротехнологий Новосибирского ГАУ

1. Перед началом лабораторных работ в лабораториях получите у руководителя работ инструктаж по технике безопасности. Изучите и запомните схему электроснабжения лаборатории, места установки коммутирующей и защитной аппаратуры. После получения инструктажа по технике безопасности распишитесь в журнале о том, что с правилами безопасной работы вы ознакомлены и обязуетесь их выполнять.

2. Не трогайте, не включайте и не выключайте без разрешения преподавателя или лаборанта автоматы и другие приборы. Ошибочное включение может быть причиной несчастного случая или выхода из строя электрооборудования.

3. Перед тем как приступить к выполнению работы, внимательно ознакомьтесь с заданием, оборудованием, материалами и инструментом, проверьте исправность ограждений и предохранительных устройств. О замеченных неисправностях сообщите преподавателю.

4. Перед сборкой схемы убедитесь, что автомат или пакетный выключатель, установленный на щите лабораторного стола, отключён.

5. Помните, что шарфы, косынки и другие подобные им детали одежды могут быть затянуты вращающимися частями машин и послужить причиной несчастного случая.

6. Не загромождайте рабочее место посторонними предметами.

7. Собранная схема проверяется всеми членами бригады, при этом особое внимание следует обратить на надёжность всех клеммных соединений и контактов.

8. По окончании работы приведите в порядок своё рабочее место. После уборки заявите об окончании работы преподавателю и только после его разрешения можете покинуть лабораторию.

9. Не производите излишнего шума в лабораториях.

10. Если с вами или другим студентом произошёл несчастный случай, немедленно сообщите об этом преподавателю или лаборанту для оказания помощи.

Воспрещается:

- Включать настенные групповые автоматы и рубильники распределительных шкафов без разрешения преподавателя.
- Включать собранную схему до проверки и разрешения преподавателя или лаборанта.
- Производить переключение в схемах, находящихся под напряжением.
- Оставлять без наблюдения схему, находящуюся под напряжением.
- Закорачивать или отключать блокировочные устройства.
- Заходить за стенд и протягивать руки за ограждения.

2. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫВОДОВ ТРАНСФОРМАТОРА И ГРУППЫ СОЕДИНЕНИЯ

Цель работы: Выработать навыки и умения определять выводы обмоток трансформатора и группы соединения.

Оснащение рабочего места: инструкционно-технологические карты, вольтметр, фазометр, стенд.

Содержание работы и порядок выполнения

1. Паспортные данные трансформатора:
 $TC-10/0,4$; $S_{ном} = 10 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; $U_{1ном}/U_{2ном} = 380/228 \text{ В}$.
2. Определить выводы трансформатора: если точно известно, что трансформатор является понижающим и рассчитан на питание от сети, измерьте омметром сопротивления всех его обмоток. У одной из них оно значительно больше, чем у остальных - она и является первичной.
3. Собрать схему определения группы соединения методом фазометра (рис. 1). Провести измерения.

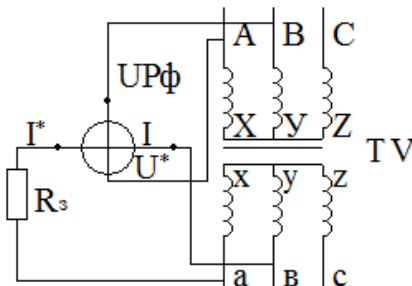


Рис. 1 Схема определения группы соединения методом фазометра

Вывод: Фазометр показал угол ..., следовательно, группа соединения обмоток

4. Собрать схему определения группы соединения методом вольтметра (рис. 2). Провести измерения.

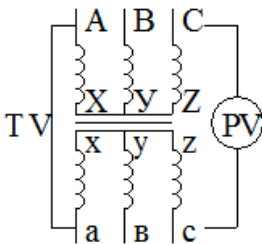


Рис. 2 Схема определения группы соединения методом вольтметра

Результаты измерений заносим в таблицу 1:

Таблица 1

$U_{AB}, В$	$U_{AB}, В$	K	$U_{B\phi}, В$	$U_{C\phi}, В$

$$K = U_{AB} / U_{a\phi}$$

5. По результатам измерений проверяем выполнение равенств для групп соединений:

У/У-0 $U_{B\phi} = U_{C\phi} = U_{a\phi} \cdot (K - 1), В$

Равенство выполняется.

У/Δ-11 $U_{B\phi} = U_{C\phi} = U_{a\phi} \cdot \sqrt{K^2 - \sqrt{3} \cdot K + 1}, В$

Равенство выполняется.

У/У-6 $U_{B\phi} = U_{C\phi} = U_{a\phi} \cdot (K + 1), В$

Равенство не выполняется.

Вывод: ...

Контрольные вопросы:

1. На каком законе основан принцип действия трансформатора?
2. Каким ещё образом можно определить первичную и вторичную обмотки?
3. Какую обмотку (ВН или НН) располагают ближе к магнитопроводу трансформатора и почему?
4. В каких пределах изменяют напряжение трансформатора с помощью переключателя?
5. Каким образом определяется отношение линейных напряжений в трёхфазном трансформаторе?

3. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

ВКЛЮЧЕНИЕ ТРЁХФАЗНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Цель работы: Выработать навыки и умения включать трехфазные трансформаторы на параллельную работу.

Оснащение рабочего места: инструкционно-технологические карты, вольтметр, фазометр, стенд.

Содержание работы и порядок выполнения

1. Паспортные данные трёхфазных трансформаторов:

Первый трансформатор:

Тип ТС

$$U_{1ном}/U_{2ном} = 380/220 В$$

Группа соединения У/У-0

0

Второй трансформатор:

Тип ТС

$$U_{1ном}/U_{2ном} = 380/220 В$$

Группа соединения У/У-

$$U_K = 6,5 \%$$

$$U_K = 6,3 \%$$

2. Проверить возможность включения трансформаторов на параллельную работу:

а) одинаковые группы соединения обмоток. Собрать схему (рис. 2).

Измерить напряжения. Данные записать в таблицу 2:

Таблица 2

№ трансформатора	U_{AB}, B	U_{ab}, B	U_{Bb}, B	U_{Cc}, B	К
1					
2					

Проверить выполнение условия для групп соединения У/У-0:

$$U_{Bb} = U_{Cc} = U_{ab} \cdot (K - 1), B; \quad K = U_{AB} / U_{ab}$$

б) Равенство напряжений короткого замыкания:

$$\Delta U_K \% = \frac{U_{K1} - U_{K2}}{U_{K1} + U_{K2}} \cdot 100 \% \leq 10 \%;$$

Вывод:

3. Собрать схему (рис. 3) фазировки и провести фазировку:

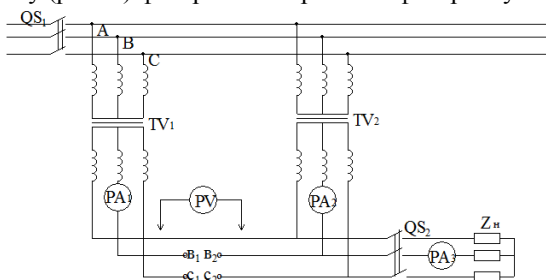


Рис. 3 Схема фазировки

Измерить напряжения: $U_{B1 - B2} = 0B$

$U_{C1 - C2} = 0B$ трансформаторы сфазированы.

Включить трансформаторы на параллельную работу. Измерить токи трансформаторов и общий ток. Результаты занести в таблицу 3:

Таблица 3

I_1, A	I_2, A	I, A

Вывод:

Контрольные вопросы:

1. Методы фазировки. Определение фазировки трансформатора.
2. На каком напряжении производится фазировка при прямом методе?

3. Условия, необходимые для работы трансформаторов в параллели?
4. К чему приводит появление уравнительного тока в трансформаторах с разными коэффициентами трансформации?
5. На какое напряжение должен быть рассчитан вольтметр, применяемый при фазировке?

4. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

ИСПЫТАНИЕ АВТОТРАНСФОРМАТОРА

Цель работы: Выработать навыки и умения по сборке схемы и включению автотрансформатора и снятия его характеристик.

Оснащение рабочего места: инструкционно-технологические карты, стенд «Автотрансформатор».

Содержание работы и порядок выполнения

1. Паспортные данные автотрансформатора: тип: АСБ; $S_{ном} = 300 \text{ В} \cdot \text{А}$; $U_{1ном}/U_{2ном} = 220/127 \text{ В}$.
2. Выполнить опыт холостого хода и короткого замыкания с использованием схемы, представленной на рис. 4 и определить пределы регулирования по напряжению и току.

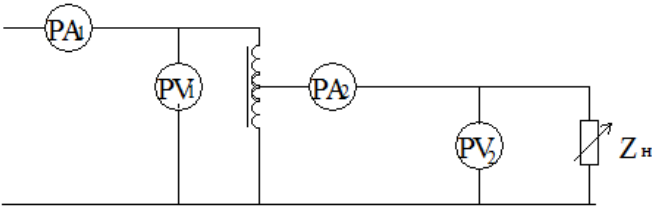


Рис. 4 Схема для испытания автотрансформатора

Данные результатов показаний занести в таблицу 4:

Таблица 4

Опыт	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$I_p, \text{А}$
Холостого хода					
Короткого замыкания					

3. Рассчитать коэффициент трансформации и токи нагрузки на обмотках:

$$K = U_1 / U_2;$$

$$I_1 = \frac{S_{ном}}{U_1}, \text{ А}; \qquad I_2 = \frac{S_{ном}}{U_2}, \text{ А}; \qquad U_1 / U_2 = I_1 / I_2 = \dots$$

4. По результатам показаний построить внешнюю характеристику автотрансформатора (пример представлен на рис. 5):

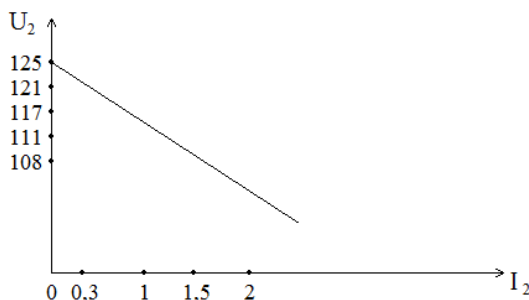


Рис. 5 Пример внешней характеристики автотрансформатора

Вывод:

Контрольные вопросы:

1. Какой трансформатор называется автотрансформатором?
2. Области применения автотрансформаторов.
3. Как протекает намагничивающий ток в повышающем и понижающем автотрансформаторах?
4. С какой целью проводится опыт холостого хода и опыт короткого замыкания автотрансформатора?
5. В чём разница между автотрансформатором и силовым трансформатором?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ванурин В.Н. Электрические машины: Учебник.— СПб.: Издательство «Лань», 2016.— 304 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины. Л., 1978. — 832 с.
3. Кацман М.М. Электрические машины. — М.: Высшая школа, 2000.- 463 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ	4
2. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1	5
3. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2	6
4. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3	8
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	9

Авторы:
Кузнецов Андрей Юрьевич
Морокин Дмитрий Викторович
Болотов Денис Сергеевич

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Методические указания
для выполнения лабораторно-практических работ

Редактор М.Г. Девищенко
Компьютерная верстка В. Н. Зенина

Подписано к печати 2018 г.
Объем 0,68 уч.-изд.л., усл. печ. л. 0,68 Формат 60×84^{1/16}
Тираж 10 экз. Изд. № __ Заказ № __

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, кааб. 106.
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru