

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОМЕЛЬСКОГО ОБЛАСТНОГО
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БУДА-КОШЕЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

***РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ***

ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

специальность: 2-74 06 31-01 «Энергетическое обеспечение
сельскохозяйственного производства»

Выполнил(а): учащийся ____ курса, группы «____» _____
ФИО

Принял: преподаватель _____

г. Буда–Кошелёво

202 г.

ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА № 6

ТЕМА: ВКЛЮЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ.
ФАЗИРОВКА И РАБОТА ПОД НАГРУЗКОЙ.

Цель работы: СФОРМИРОВАТЬ УМЕНИЯ ПО СОЕДИНЕНИЮ ОБМОТОК ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ЗВЕЗДОЙ И ТРЕУГОЛЬНИКОМ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРУПП СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ ВОЛЬТМЕТРА.

Место выполнения работы: лаборатория «Электрические машины».

Дидактическое и методическое обеспечение: Лабораторный стенд НТЦ-23, установка синхронный генератор – двигатель постоянного тока, исследуемые трансформаторы, методические указания, соединительные провода.

Литература:

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Издательский центр «Академия», 2006. [387-392с.]

Электрические машины: Шевчик Н. Е., Подгайский Г. Д.. – Дизайн ПРО, 2000. [124-127с.]

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Высш. Школа, 1983, 1990. [79-86с.]

Электрические машины: Данилов И.А., Лотоцкий К.В.. – Колос, 1972. [221-225с.]

Инструкция по охране труда прилагается отдельно.

1. Соберите схему, представленную на рисунке 1.
2. Установите все тумблеры на лицевой панели стенда в нижнее положение.
3. Включите стенд, автоматический выключатель «Сеть».
4. Кнопкой **SB3** подать питание на катушку пускателя **K2**, контакты которой подключат испытуемые трансформаторы к сети -3, 400В, 50Гц.
5. Включить **SA2** – контакты пускателя **K3** зашунтируют дроссели L1-L3.
6. При выключенном **SA6**, вольтметр **PV3** должен показывать 0 (трансформаторы сфазированы), если же вольтметр **PV3** показывает некоторое напряжение, то трансформаторы не сфазированы (необходимо позвать преподавателя для выяснения причины).

Снятие внешней характеристики при $u_{K1} = u_{K2}$.

7. Если при фазировке вольтметр **PV3** показал **0**, тумблером **SA6** включить трансформаторы на параллельную работу.
8. Тумблером **SA7** подключить нагрузку.
9. Установить переключатель **SA5** в крайнее левое положение. Нагрузка в этом случае симметрична и равна $R1+R4+R7=R2+R5+R8=R3+R6+R9$. Запишите в таблицу 3.1., выходное напряжение U_2 (прибор PV1), ток нагрузки $I_{2НАГР}$ (прибор PA1) и вторичные токи трансформаторов TV1 и TV2 I_{2I} (прибор PA3), I_{2II} (прибор PA2)
10. Установить переключатель **SA5** в среднее положение. Нагрузка в этом случае равна $R1+R4=R2+R5=R3+R6$. Снять показания приборов **PV1**, **PA1**, **PA3**, **PA2** и занести данные измерений в таблицу 3.1.
11. Установить переключатель **SA5** в крайнее правое положение. Нагрузка в этом случае равна $R1=R2=R3$. Снять показания приборов **PV1**, **PA1**, **PA3**, **PA2** и занести данные измерений в таблицу 1.

Снятие внешней характеристики при $u_{K1} \neq u_{K2}$.

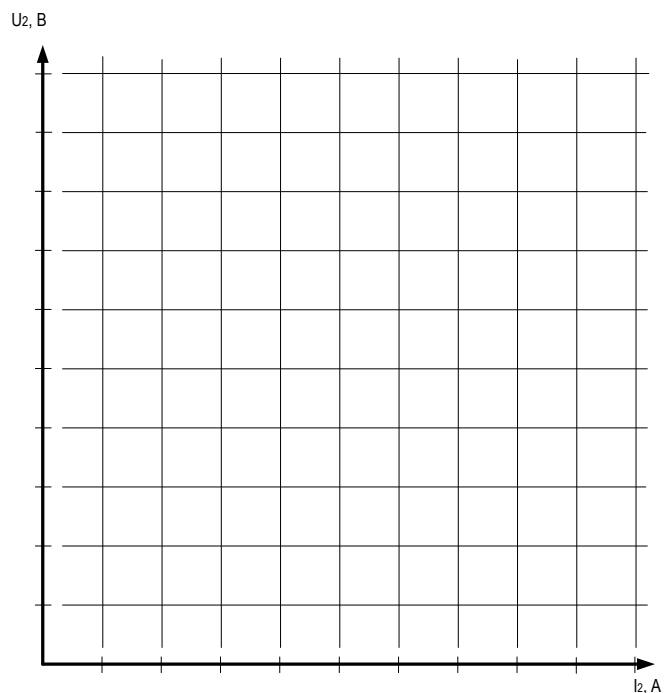
12. Тумблером **SA2** обесточить катушку пускателя **K3** – дроссели L1-L3 введены для изменения напряжения короткого замыкания первого трансформатора TV1.
13. Тумблером **SA7** подключить нагрузку.
14. Установить переключатель **SA5** в крайнее левое положение. Снять показания приборов **PV1**, **PA1**, **PA3**, **PA2** и занести данные измерений в таблицу 3.1.
15. Установить переключатель **SA5** в среднее положение. Снять показания приборов **PV1**, **PA1**, **PA3**, **PA2** и занести данные измерений в таблицу 3.1.
16. Установить переключатель **SA5** в крайнее правое положение. Снять показания приборов **PV1**, **PA1**, **PA3**, **PA2** и занести данные измерений в таблицу 1.
17. Выключите стенд, автоматический выключатель «Сеть».

Таблица 1- Данные параллельной работы трансформаторов под нагрузкой.

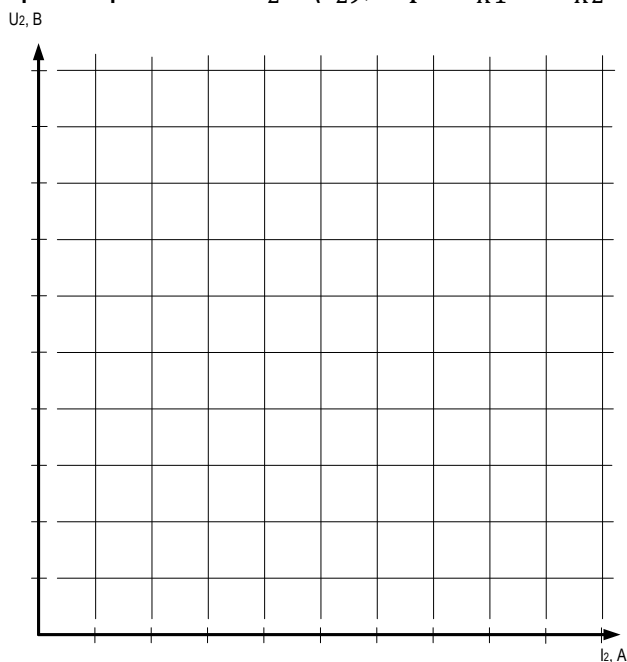
$U_2, В$	$I_{2НАГР}, А$	$I_{2I}, А$	$I_{2II}, А$	u_K	R ступеней
PV1	PA1	PA3	PA2		SA5
				равны	3
				равны	2
				равны	1
				не равны	3
				не равны	2
				не равны	1

Построение графика внешней характеристики параллельно работающих трансформаторов при $u_{K1} \neq u_{K2}$.

18. По данным таблицы 1 в одних координатных осях построить графики функций внешней характеристики $U_2=f(I_2)$, при $u_{K1} = u_{K2}$.



19. По данным таблицы 1 в одних координатных осях построить графики функций внешней характеристики $U_2=f(I_2)$, при $u_{K1} \neq u_{K2}$.



Выводы по результатам лабораторной работы

20. Используя построенные внешние характеристики трансформаторов показать, какой из трансформаторов, обладает большим напряжением короткого замыкания u_K

Отметка о выполнении работы _____
 _____ «___» _____ 20__ г.

ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА № 7

ТЕМА: СБОРКА СХЕМ, ВОЗБУЖДЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ, РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ЧАСТОТЫ ТОКА. СНЯТИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОЛОСТОГО ХОДА.

Цель работы: ИЗУЧИТЬ УСТРОЙСТВО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА И ПРИОБРЕСТИ ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ В СБОРКЕ СХЕМ И СНЯТИИ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛОСТОГО ХОДА И КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ; ПОЛУЧИТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ СВЕДЕНИЯМ О СВОЙСТВАХ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА.

Место выполнения работы: лаборатория «Электрические машины».

Дидактическое и методическое обеспечение: Лабораторный стенд НТЦ-23, установка синхронный генератор – двигатель постоянного тока, макеты синхронных генераторов, инструкционно-технологическая карта.

Литература:

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Издательский центр «Академия», 2006. [387-392с.]

Электрические машины: Шевчик Н. Е., Подгайский Г. Д.. – Дизайн ПРО, 2000. [124-127с.]

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Высш. Школа, 1983, 1990. [79-86с.]

Электрические машины: Данилов И.А., Лотоцкий К.В.. – Колос, 1972. [221-225с.]

Инструкция по охране труда прилагается отдельно.

Методика выполнения работы.

Синхронные машины наиболее сложные для изучения, так как в их работе участвуют два рода тока: ток статора переменный, а для возбуждения нужен постоянный ток. Отсюда вытекает сложность их устройства, эксплуатации.

Синхронные машины являются важными элементами электрических систем широко используются в качестве генераторов электрической энергии, в том числе на автотракторной технике, а также как резервные источники питания сельских потребителей.

Опыт холостого хода синхронного генератора 1.1 Методика выполнения лабораторной работы

Опыт холостого хода синхронного генератора

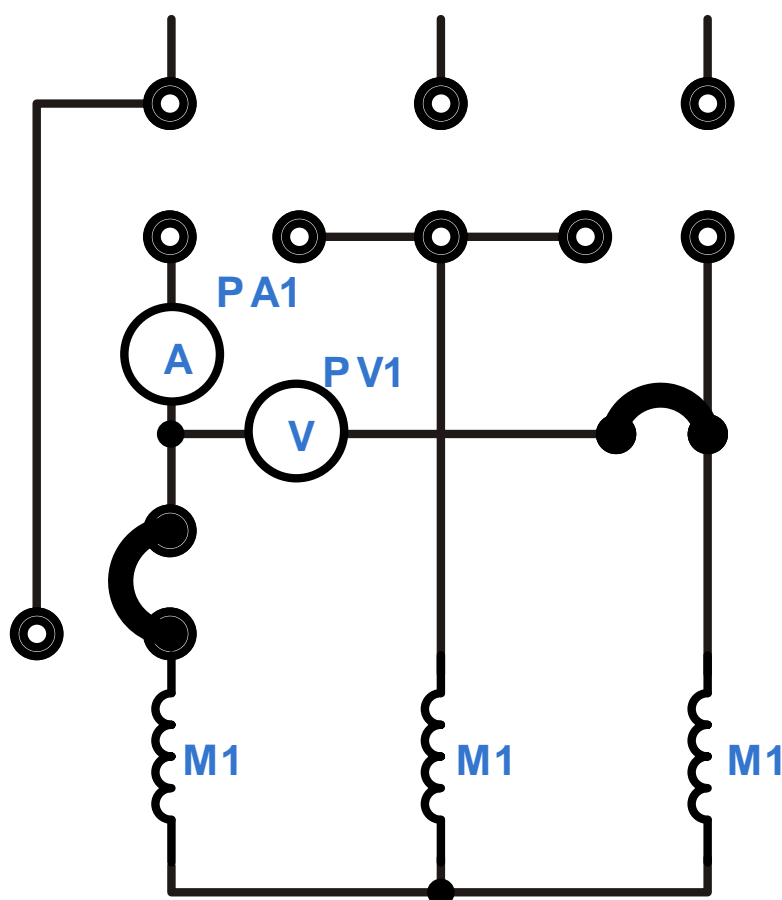


Рисунок 1 – Схема для опыта холостого хода

Для начала:

1. Изучить принципиальную схему стенда

2. Собрать схему для исследования синхронного генератора (машина М1)
Опыт проводится в следующей последовательности:

1. Включить автоматический выключатель «СЕТЬ».
2. Включить выключатель SA1.
3. Установить переключатель SA4 в положение «Включено», подключив обмотку возбуждения машины М1 к источнику постоянного тока (ШИП3).
4. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 установить значение равное нулю (контролировать по прибору РА7).
5. Включить ШИП2 и установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины М3 равный 0,4А (контролировать по прибору РА6).
6. Включить режим работы ШИП1 «Задание скорости» и «Включить замкнутую СУ».
7. Включить ШИП1.
8. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить синхронную скорость вращения ротора машины М1 равную 104 рад/с (контролировать по прибору BR1).
9. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 увеличивать значение тока возбуждения машины М1 до значения, при котором ЭДС холостого хода $E_0 = 1,3 \cdot U_n$ (контролировать по прибору PV1), а затем постепенно уменьшать ток возбуждения машины М1 до нуля (контролировать по прибору РА7).
10. Измерить ЭДС синхронного генератора (машины М1) при разных значениях тока возбуждения машины М1 (при намагничивании и размагничивании).
11. Данные занести в таблицу.

Таблица 1 – Данные опыта холостого хода

№	Намагничивание				Размагничивание			
	I_B, A	E_0, B	I_B^*	E_0^*	I_B, A	E_0, B	I_B^*	E_0^*
1								
2								
3								

Завершив эксперимент необходимо:

1. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить скорость вращения ротора машины М1 равную нулю (контролировать по прибору BR1).
2. Выключить ШИП1.
3. Установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины М3 равный нулю (контролировать по прибору РА6).
4. Выключить ШИП2.
5. Выключить выключатель SA1.
6. Выключить выключатель «СЕТЬ».

По результатам измерений и вычислений построить характеристики холостого хода.

Снятые показания приборов при увеличении тока возбуждения (при намагничивании), соответствуют восходящей ветви характеристики холостого хода, а при уменьшении тока возбуждения (при размагничивании) – нисходящей ветви.

Характеристика холостого хода представляет собой зависимость ЭДС генератора в режиме холостого хода E_0 от тока возбуждения I_B при номинальной скорости вращения $n_2=n_1$.

Характеристику холостого хода принято строить в относительных единицах.

За характеристику холостого хода принимают среднюю линию, проведённую между восходящей и нисходящей ветвями характеристики.

Внимание!

При снятии данных восходящей ветви характеристики холостого хода необходимо, чтобы изменение тока возбуждения происходило только в направлении нарастания, при снятии данных нисходящей ветви – только в направлении убывания. Для сравнения характеристики холостого хода, полученные опытным путём, с нормальной характеристикой холостого хода синхронной машины следует строить обе характеристики в одних координатных осях.

Опыт короткого замыкания синхронного генератора

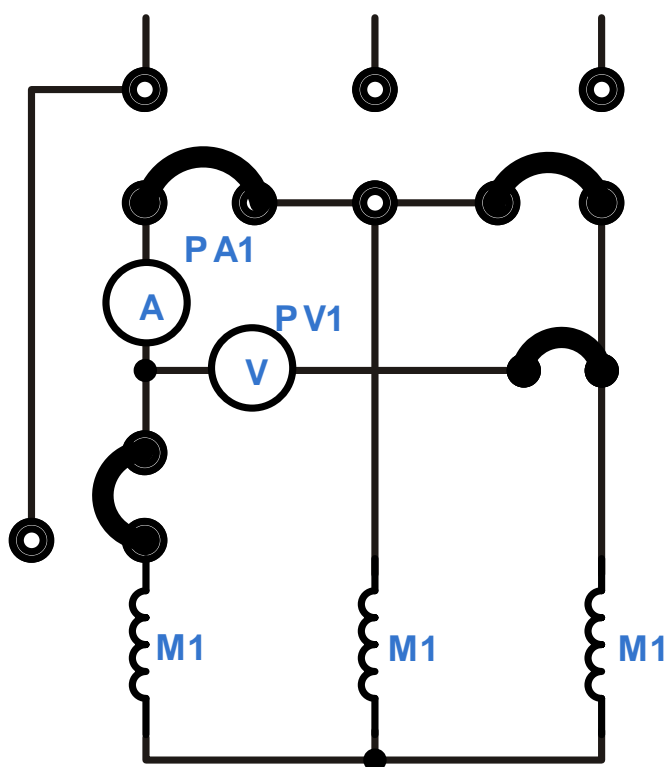


Рисунок 2 – Схема для опыта короткого замыкания

Опыт проводится в следующей последовательности:

1. Включить автоматический выключатель «СЕТЬ».
2. Включить выключатель SA1.
3. Установить переключатель SA4 в положение «Включено» и подключить обмотку возбуждения машины M1 к источнику постоянного тока (ШИП3).
4. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 установить значение равное нулю (контролировать по прибору PA7).
5. Включить ШИП2 и установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины M3 равной 0,4А (контролировать по прибору PA6).
6. Включить режим работы ШИП1 «Задание скорости» и «Включить замкнутую СУ».
7. Включить ШИП1.
8. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить синхронную скорость вращения ротора машины M1 равную 104 рад/сек (контролировать по прибору BR1).
9. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 увеличивать значение тока возбуждения машины M1 до значения, при котором ток статора достигнет значения $1,25 \cdot I_{ном}$ (контролировать по прибору PA7).
10. Через приблизительно одинаковые интервалы тока возбуждения (контролировать по прибору PA7) измеряют ток статора (контролировать по прибору PA1). При этом одно измерение должно соответствовать току $I_{1к} = I_{1ном}$.
11. Данные занести в таблицу.

Таблица 2 – Данные опыта короткого замыкания

№	I_n, A	$I_{1к}, A$	$I^*_в$	$I^*_{1к}$
1				
2				
3				
4				
5				

Завершив эксперимент, необходимо:

1. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить скорость вращения ротора машины M1 равную нулю (контролировать по прибору BR1).
2. Включить ШИП1.
3. Установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины M3 равный нулю (контролировать по прибору PA6).
4. Выключить ШИП2.
5. Выключить выключатель SA1.
6. Выключить выключатель «СЕТЬ».

По результатам измерений построить характеристику короткого замыкания.

Определить отношение короткого замыкания $K_{окз}$ по формуле:

$$K_{окз} = I_{в0ном} / I_{в.к.ном}$$

где

$I_{в0ном}$ – ток возбуждения генератора при опыте холостого хода при намагничивании ($I_{в0ном} = I_v / I_v^*$), А.

$I_{в.к.ном}$ – ток возбуждения генератора при опыте короткого замыкания, соответствующий номинальному току статора ($I_{1к}$), А.

Для явнополюсных синхронных машин $K_{окз} = 0,9 \dots 1,9$.

2.3 Анализ результатов контрольной работы

Анализируя результаты лабораторной работы, дают заключение о соответствии характеристик генератора, полученных опытным путём, типовым характеристикам, приведенным в учебнике.

Отметка о выполнении работы _____
_____ «___» _____ 20__ г.

К выполнению работы

ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА № 8

ТЕМА: СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.

Цель работы: ИЗУЧИТЬ УСТРОЙСТВО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА И ПРИОБРЕСТИ ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ В СБОРКЕ СХЕМ И СНЯТИИ ХАРАКТЕРИСТИК, ПОЛУЧИТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ СВЕДЕНИЯМ.

Место выполнения работы: лаборатория «Электрические машины».

Дидактическое и методическое обеспечение: Лабораторный стенд НТЦ-23, установка синхронный генератор – двигатель постоянного тока, макеты синхронных генераторов, методические указания, соединительные провода.

Литература:

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Издательский центр «Академия», 2006. [387-392с.]

Электрические машины: Шевчик Н. Е., Подгайский Г. Д.. – Дизайн ПРО, 2000. [124-127с.]

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Высш. Школа, 1983, 1990. [79-86с.]

Электрические машины: Данилов И.А., Лотоцкий К.В.. – Колос, 1972. [221-225с.]

Инструкция по охране труда прилагается отдельно.

Методика выполнения работы.

Исследование внешних характеристик синхронного генератора.

1. Собрать схему, представленную на рисунке 1.

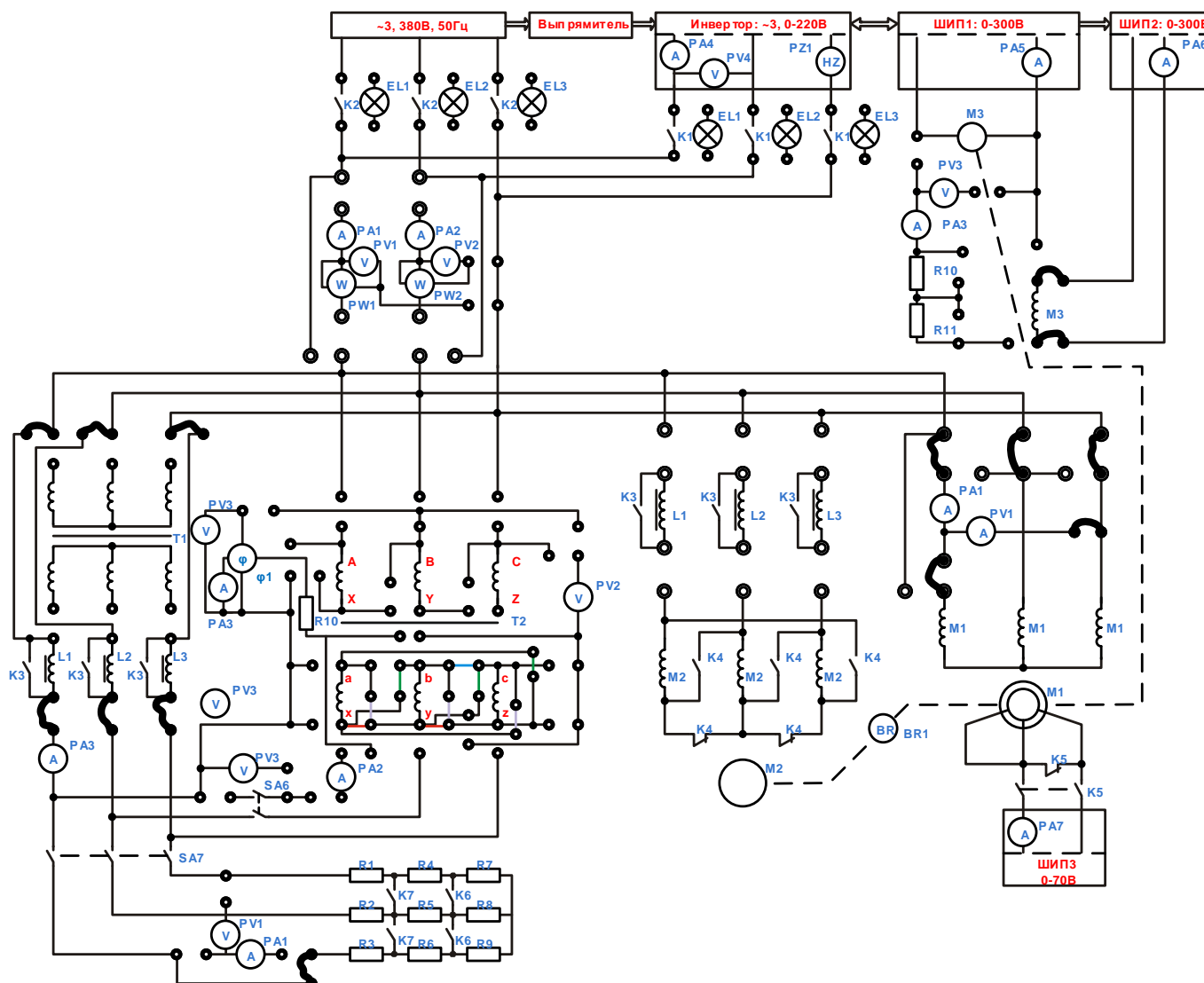


Рисунок 1 – Схема электрических соединений на лабораторном стенде.

Опыт проводится в следующей последовательности:

2. Включить автоматический выключатель «СЕТЬ».
3. Включить выключатель SA1.
4. Установить переключатель SA4 в положение «Включено» и подключить обмотку возбуждения машины М1 к источнику постоянного тока (ШИП3).
5. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 установить значение равное нулю (контролировать по прибору РА7).
6. Включить ШИП2 и установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины М3 равный 0,4А (контролировать по прибору РА6).
7. Включить режим работы ШИП1 «Задание скорости» и «Включить замкнутую СУ».
8. Включить ШИП1.

9. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить синхронную скорость вращения ротора машины М1 равную 104 рад/сек (контролировать по прибору BR1).
10. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 увеличить значение тока возбуждения машины М1 до значения, при котором ЭДС холостого хода $E_0 = U_{ном}$ (контролировать по прибору PV1).
11. С помощью переключателя изменять величину активной нагрузки и измерять ток (контролировать по прибору PA1) и напряжение синхронного генератора машины М1 (контролировать по прибору PV1).
12. С помощью переключателя изменять величину индуктивной нагрузки и измерять ток (контролировать по прибору PA1) и напряжение синхронного генератора машины М1 (контролировать по прибору PV1).
13. С помощью переключателя изменять величину емкостной нагрузки и измерять ток (контролировать по прибору PA1) и напряжение синхронного генератора машины М1 (контролировать по прибору PV1).
14. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные опыта внешних характеристик

№	Активная			Индуктивная			Емкостная		
	I_1, A	U, B	$P_2, Вт$	I_1, A	U, B	$P_2, Вт$	I_1, A	U, B	$P_2, Вт$
1									
2									
3									
4									
5									

Завершив эксперимент необходимо:

1. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить скорость вращения ротора машины М1 равную нулю (контролировать по прибору BR1).
2. Выключить ШИП1.
3. Установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины М3 равный нулю (контролировать по прибору PA6).
4. Выключить ШИП2.
5. Выключить выключатель SA1.
6. Выключить выключатель «СЕТЬ».
7. По результатам измерений построить внешние характеристики синхронного генератора.
8. По внешним характеристикам определить номинальное изменение напряжения синхронного генератора в % по формуле:

$$\Delta U_{ном} = \frac{E_0 - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

Исследование регулировочных характеристик синхронного генератора

Для исследования регулировочных характеристик синхронного генератора собрать схему, представленную на рисунке 1.

Опыт проводится в следующей последовательности:

1. Включить автоматический выключатель «СЕТЬ».
2. Включить выключатель SA1.
3. Установить переключатель SA4 в положение «Включено» и подключить обмотку возбуждения машины М1 к источнику постоянного тока (ШИП3).
4. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 установить значение равное нулю (контролировать по прибору PA7).
5. Включить ШИП2 и установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины М3 равный 0,4А (контролировать по прибору PA6).
6. Включить режим работы ШИП1 «Задание скорости» и «Включить замкнутую СУ».
7. Включить ШИП1.
8. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить синхронную скорость вращения ротора машины М1 равную 104 рад/сек (контролировать по прибору BR1).
9. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 увеличить значение тока возбуждения машины М1 до значения, при котором ЭДС холостого хода $E_0 = U_{ном}$ (контролировать по прибору PV1).
10. С помощью переключателя изменять величину активной нагрузки синхронного генератора машины М1.
11. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 изменять значение тока возбуждения машины М1 так, чтобы напряжение на выходе генератора в течение опыта оставалось неизменным и равным номинальному $U_1 = U_{ном}$ (контролировать по прибору PV1).
12. Измерить ток нагрузки (контролировать по прибору PA1) и ток возбуждения синхронного генератора (контролировать по прибору PA7).
13. С помощью переключателя изменять величину индуктивной нагрузки синхронного генератора машины М1.
14. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 изменять значение тока возбуждения машины М1 так, чтобы напряжение на выходе генератора в течение опыта оставалось неизменным и равным номинальному $U_1 = U_{ном}$ (контролировать по прибору PV1).
15. Измерить ток нагрузки (контролировать по прибору PA1) и ток возбуждения синхронного генератора (контролировать по прибору PA7).
16. С помощью переключателя изменять величину емкостной нагрузки синхронного генератора (машина М1).
17. С помощью регулятора «Задание тока» ШИП3 изменять значение тока возбуждения машины М1 так, чтобы напряжение на выходе генератора в течение опыта оставалось неизменным и равным номинальному $U_1 = U_{ном}$ (контролировать по прибору PV1).
18. Измерить ток нагрузки (контролировать по прибору PA1) и ток возбуждения синхронного генератора (контролировать по прибору PA7).
19. Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные опыта регулировочных характеристик

№	Активная		Индуктивная		Емкостная	
	I_1, A	I_B, A	I_1, A	I_B, A	I_1, A	I_B, A
1						
2						
3						
4						
5						

Завершив эксперимент необходимо:

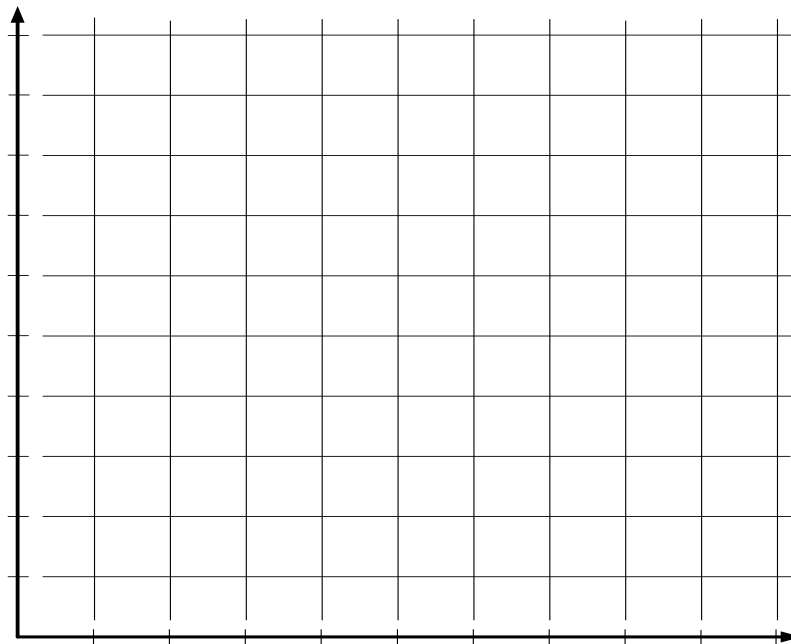
1. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить скорость вращения ротора машины М1 равную нулю (контролировать по прибору ВР1).
2. Выключить ШИП1.
3. Установить с помощью регулятора «Задание тока» ток в обмотке возбуждения машины М3 равный нулю (контролировать по прибору РА6).
4. Выключить ШИП2.
5. Выключить выключатель SA1.
6. Выключить выключатель «СЕТЬ».
7. По результатам измерений построить регулировочные характеристики.
8. По регулировочным характеристикам определяют номинальное изменение тока возбуждения в %:

$$\Delta I_{B.ном} = \frac{I_{B.ном} - I_{B.0.ном}}{I_{B.0.ном}} \cdot 100\%,$$

где

$I_{B.ном}$ и $I_{B.0.ном}$ – значение токов возбуждения, соответствующие номинальному напряжению генератора $U_{ном}$ при номинальной нагрузке и в режиме холостого хода соответственно.

По данным таблиц 1 и 2 построить графики внешнюю и регулировочную характеристики.



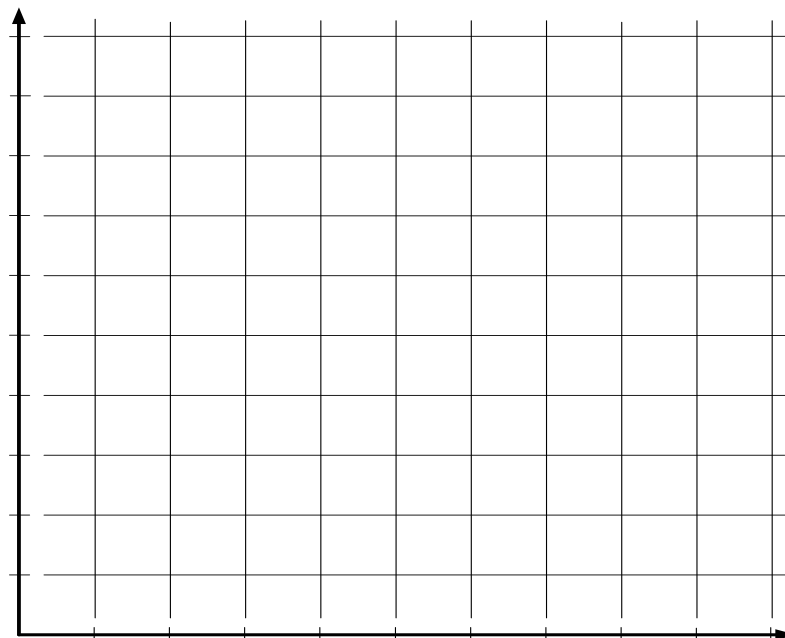


Рисунок 3 – Внешняя и регулировочная характеристики синхронного генератора.

Анализ результатов лабораторной работы

Анализируя результаты лабораторной работы, дают заключение о соответствии характеристик генератора, полученных опытным путём, типовым характеристикам, приведенным в учебнике.

Сделать вывод о проделанной работе:

Отметка о выполнении работы _____
 _____ « ____ » _____ 20 ____ г.

ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА № 9

ТЕМА: ВКЛЮЧЕНИЕ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ МЕТОДАМИ ТОЧНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ И САМОСИНХРОНИЗАЦИИ. РЕГУЛИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.

Цель работы: СФОРМИРОВАТЬ УМЕНИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ НАПРЯЖЕНИЯ И ЧАСТОТЫ ТОКА СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ, ВКЛЮЧЕНИЮ ИХ НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ РАБОТУ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ И ОСТАНОВКЕ.

Место выполнения работы: лаборатория «Электрические машины».

Дидактическое и методическое обеспечение: Лабораторный стенд НТЦ-23, установка синхронный генератор – двигатель постоянного тока, макеты синхронных генераторов, методические указания, соединительные провода.

Литература:

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Издательский центр «Академия», 2006. [387-392с.]

Электрические машины: Шевчик Н. Е., Подгайский Г. Д.. – Дизайн ПРО, 2000. [124-127с.]

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Высш. Школа, 1983, 1990. [79-86с.]

Электрические машины: Данилов И.А., Лотоцкий К.В.. – Колос, 1972. [221-225с.]

Инструкция по охране труда прилагается отдельно.

Методика выполнения работы.

Для исследования синхронного генератора (машина М1) собрать схему, представленную на рисунке 1.

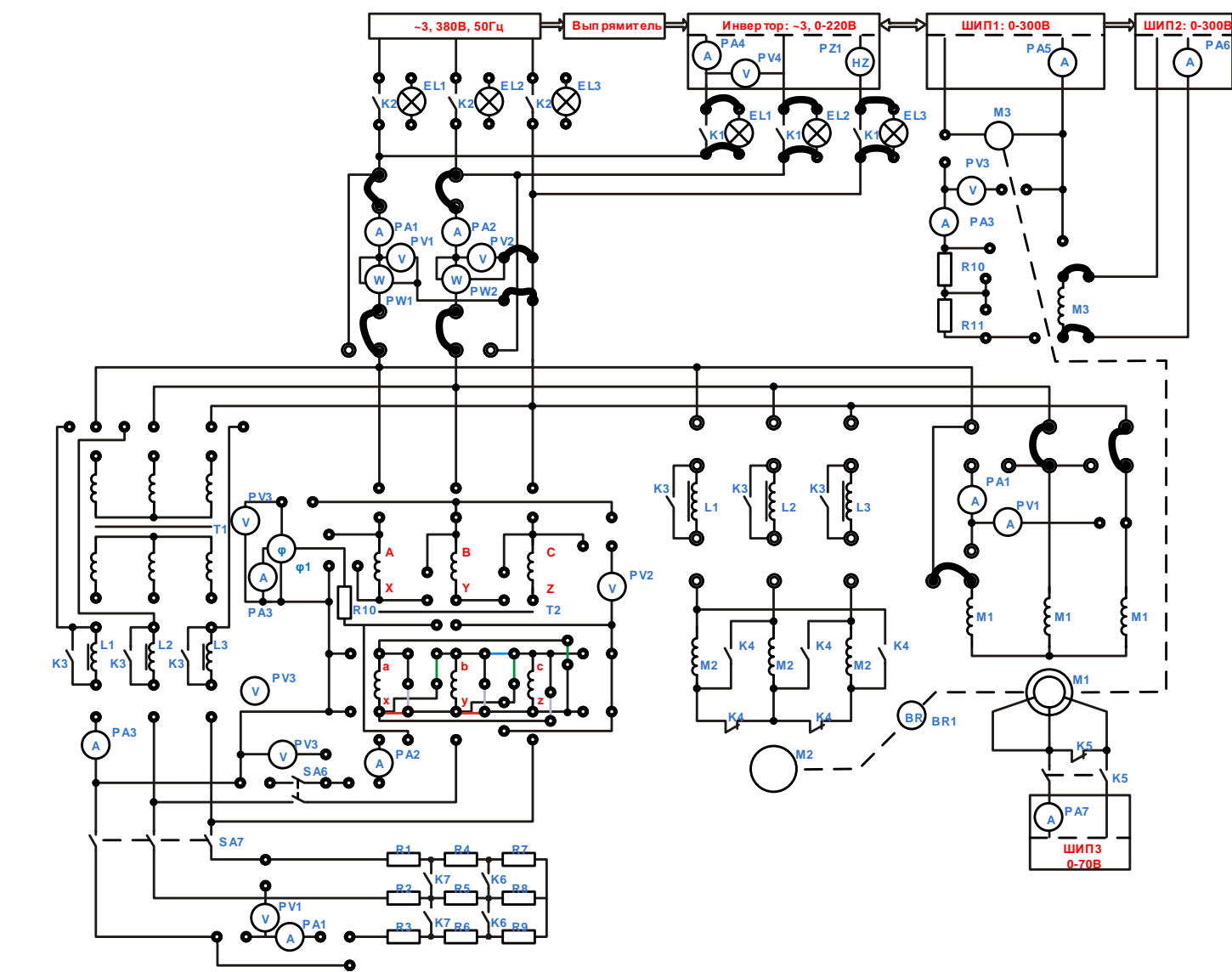


Рисунок 1 – Включение трёхфазного синхронного генератора на параллельную работу

Опыт проводить в следующей последовательности:

1. Включить автоматический выключатель «СЕТЬ».
2. Включить выключатель SA1.
3. Установить режим работы Инвертора:
 - Независимое управление – положение «Включено».
 - $U/f = \text{const}$ – положение «Выключено».
4. С помощью регулятора «Задание частоты» установить значение частоты 50Гц.

5. С помощью регулятора «Задание напряжения» установить значение напряжения инвертора равное 220 В.
6. Установить переключатель SA4 в положение «Включено» и подключить обмотку возбуждения машины М1 к источнику постоянного тока (ШИП 3).
7. С помощью регулятора «Задание тока» установить значение равное нулю.
8. Включить ШИП2 и установить ток в обмотке возбуждения машины М3 равный 0,4А;
9. Включить режим работы ШИП1 «Задание скорости» и «отключить замкнутую СУ».
10. С помощью регулятора «Задание скорости» ШИП1 установить синхронную скорость вращения ротора машины М1 равную 104рад/с.
11. С помощью регулятора «Задание тока» увеличивать значение тока возбуждения машины М1 до значения, при котором ЭДС холостого хода синхронного генератора E_0 станет равным напряжению на выходе Инвертора. Показания PV1, PV2 и PV4 должны отличаться не более, чем на 5 В.
12. Лампочки синхроскопа должны медленно мигать. Полного погасания лампочек добиться нельзя, потому что напряжение на выходе инвертора имеет импульсный характер.
13. Когда лампочки станут гореть с наименьшей яркостью кнопкой SB1 включить пускатель К1. Генератор включен на параллельную работу с сетью.
14. С помощью задания ШИП1 выставить выходную мощность генератора, равной нулю (показание PW2).
15. Изменяя ток возбуждения синхронного генератора снимают U-образные кривые генератора.
16. Повторить измерения при мощности генератора $P_2=0,25P_{\text{ном}}$ и $P_2=0,5P_{\text{ном}}$.
17. Данные занести в таблицу 1.

Таблица 1 – U-образные характеристики синхронного генератора, подключенный на параллельную работу с сетью

№	$P_2 = 0$		$P_2 = 0,25P_{\text{ном}}$		$P_2 = 0,5P_{\text{ном}}$	
	$I_{\text{в}}, \text{A}$	I_1, A	$I_{\text{в}}, \text{A}$	I_1, A	$I_{\text{в}}, \text{A}$	I_1, A
1						
2						
3						
4						
5						

Завершив эксперимент, необходимо:

1. Выключить выключатель SA1.
2. Выключить выключатель «СЕТЬ».

По результатам измерений построить U-образные характеристики.

Сделать вывод о проделанной работе:

Отметка о выполнении работы _____
_____ «___» _____ 20__ г.

ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА № 10

ТЕМА: СБОРКА СХЕМ, ПУСК, ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ
СИНХРОННЫХ МАШИН МАЛОЙ МОЩНОСТИ.

Цель работы: ИЗУЧИТЬ УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЕЙ: СИНХРОННОГО РЕАКТИВНОГО, ГИСТЕРЕЗИСНОГО, ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ; ИНДУКТОРНОГО ГЕНЕРАТОРА. ПРИОБРЕСТИ ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ В СБОРКЕ СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ СИНХРОННОГО РЕАКТИВНОГО КОНДЕНСАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ И ОПЫТНОМ ИССЛЕДОВАНИИ ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ; ПОЛУЧИТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ СВЕДЕНИЯМ О СВОЙСТВАХ РЕАКТИВНЫХ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.

Место выполнения работы: лаборатория «Электрические машины».

Дидактическое и методическое обеспечение: Лабораторный стенд НТЦ-23, установка синхронный генератор – двигатель постоянного тока, макеты синхронных генераторов, методические указания, соединительные провода.

Литература:

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Издательский центр «Академия», 2006. [387-392с.]

Электрические машины: Шевчик Н. Е., Подгайский Г. Д.. – Дизайн ПРО, 2000. [124-127с.]

Электрические машины: Марк Михайлович Кацман. – Высш. Школа, 1983, 1990. [79-86с.]

Электрические машины: Данилов И.А., Лотоцкий К.В.. – Колос, 1972. [221-225с.]

Инструкция по охране труда прилагается отдельно.

Схема соединений: Синхронный реактивный двигатель (рис. 1) в отличие от обычного синхронного двигателя не имеет обмотки возбуждения. Его ротор представляет собой явнополюсную шихтованную конструкцию из тонколистовой электротехнической стали с короткозамкнутой пусковой клеткой.

Исследуемый двигатель является конденсаторным, т. е. на его статоре имеются две однофазные обмотки A и B , оси которых сдвинуты в пространстве относительно друг друга на 90° эл. град. В цепь обмотки B включен фазосдвигающий элемент — конденсатор $C_{\text{раб}}$. Емкость этого конденсатора выбрана таким образом, чтобы обеспечить в двигателе круговое вращающееся поле при номинальной нагрузке.

Для измерения активной мощности, потребляемой двигателем из сети, в схеме применен однофазный ваттметр. Подводимое к двигателю напряжение регулируют с помощью $TV1$.

Известно, что частота вращения ротора синхронного двигателя при изменениях нагрузки остается неизменной, равной синхронной частоте вращения. Однако при перегрузке двигателя или же при резком уменьшении напряжения в сети возможно «выпадение» двигателя из синхронизма. Поэтому при выполнении экспериментов необходимо контролировать синхронную частоту вращения двигателя. Это удобнее всего делать стробоскопическим способом: либо с помощью строботактометра, либо с помощью стробоскопических меток, нанесенных в виде чередующихся черных и белых полос на поверхность муфты, соединяющей валы двигателя и нагрузочного устройства. Число этих полос должно быть равно числу полюсов $2p$ двигателя. Так, при частоте тока 50 Гц, если $2p=2(p_1=3000 \text{ об/мин})$, то должна быть одна белая и одна черная полосы, а если $2p=4$ ($p_1=1500 \text{ об/мин}$), то должны быть две белые и две черные полосы и т. д.

Вращающаяся поверхность с нанесенными полосами должна освещаться лампой, включенной в сеть переменного тока (50 Гц). Если в процессе работы двигателя полосы кажутся неподвижными, то ротор двигателя вращается с синхронной частотой вращения, если же они кажутся вращающимися в сторону противоположную фактическому вращению муфты, то это свидетельствует о «выпадении» двигателя из синхронизма.

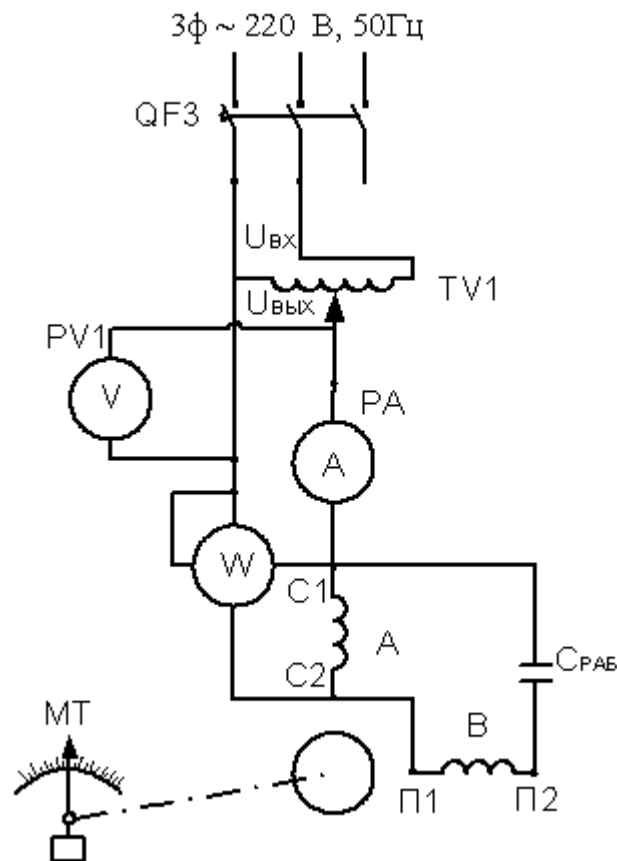


Рисунок 1 – Схема включения синхронного реактивного конденсаторного двигателя

Рабочие характеристики:Посредством тормоза MT постепенно увеличивают нагрузочный момент двигателя M_2 до значения, при котором ток $I_1 = 1,2 I_{1\text{НОМ}}$. При этом через приблизительно одинаковые интервалы тока I_1 снимают показания приборов. Всего делают не менее пяти измерений и показания приборов заносят в табл. 2.1. Затем выполняют расчеты: полезная мощность двигателя (Вт)

$$P_2 = 0,105 M_2 n_2. \quad (1)$$

коэффициент мощности

$$\cos \varphi_1 = P_1 / (U_1 I_1), \quad (2)$$

КПД двигателя

$$\eta = (P_2 / P_1) 100, \quad (3)$$

По данным таблицы 1 в одних осях координат строят рабочие характеристики двигателя: зависимости тока I_1 , потребляемой мощности P_1 от нагрузочного момента (момента на валу) M_2 , коэффициента мощности $\cos \varphi_1$ и КПД двигателя от полезной мощности P_2 .

Таблица 1 – Рабочие характеристики

№	Измерения				Вычисления		
	$U_1, В$	$I_1, А$	$P_1, Вт$	$M_2, Нм$	$P_1, Вт$	$\cos \varphi_1$	$\eta, \%$
1							
2							
3							

Момент входа в синхронизм и момент выхода из синхронизма:Момент входа в синхронизм представляет собой наибольший момент сопротивления на

валу двигателя, при котором ротор еще втягивается в синхронизм. Момент входа в синхронизм M_{BX} — это асинхронный момент и при заданном напряжении питания U_1 его величина определяется параметрами короткозамкнутой пусковой клетки на роторе.

Момент выхода из синхронизма $M_{ВЫХ}$ — это максимальный реактивный момент. Дело в том, что если нагрузочный момент на валу двигателя достигнет значения, равного максимальному реактивному моменту, то работа двигателя становится неустойчивой, так как даже при незначительном увеличении нагрузки происходит разрыв магнитной связи между полюсами вращающегося магнитного поля статора и выступающими частями ротора. В этом случае ротор двигателя либо остановится, либо будет продолжать вращение под действием асинхронного момента с частотой вращения $n_2 < n_1$.

Для экспериментального определения моментов M_{BX} и $M_{ВЫХ}$ поступают следующим образом. Регулятором напряжения $TV1$ устанавливают номинальное напряжение $U_1 = U_{1НОМ}$. Затем включают двигатель и с помощью тормозного устройства постепенно увеличивают нагрузку на валу двигателя до значения, при котором нарушится синхронное вращение ротора (стробоскопические метки на шкиве перестанут казаться неподвижными). Это значение момента и представляет собой момент выхода двигателя из синхронизма $M_{ВЫХ}$.

После этого плавно уменьшают величину нагрузочного момента M_2 до тех пор, пока двигатель не втянется в синхронизм (стробоскопические метки вновь будут казаться неподвижными). Соответствующий этому нагрузочный момент на валу двигателя представляет собой момент входа в синхронизм M_{BX} . Опыт повторяют при пониженном напряжении $0,85U_{1НОМ}$ и при повышенном напряжении $1,15U_{1НОМ}$. Результаты измерений заносят в табл. 2.2 и определяют кратности моментов по отношению к номинальному моменту двигателя $M_{2НОМ}$ (см. табл. 2.1): $M_{BX}/M_{2НОМ}$ и $M_{ВЫХ}/M_{2НОМ}$.

Таблица 2 – Экспериментальное определение моментов

$U_1, В$	$M_{ВЫХ}, Нм$	$M_{BX}, Нм$	$M_{ВЫХ}/M_{2НОМ}$	$M_{BX}/M_{2НОМ}$
$U_{1НОМ}, В$				
$0,85U_{1НОМ}, В$				
$1,15U_{1НОМ}, В$				

1.3 Анализ результатов контрольной работы

Анализ полученных в лабораторной работе результатов начинают с определения соответствия паспортных данных двигателя номинальным параметрам, полученным опытным путем.

Анализируя форму графиков рабочих характеристик, необходимо иметь в виду, что исследуемый двигатель относится к категории микродвигателей и поэтому некоторые из его графиков имеют несколько необычную форму. Например, величина тока двигателя в режиме х. х. незначительно отличается от тока в режиме номинальной нагрузки, а КПД двигателя весьма небольшой.

Одной из причин, объясняющих это, является значительный намагничивающий ток двигателя, обусловленный отсутствием на роторе обмотки возбуждения и сравнительно большим средним значением воздушного зазора.

Анализируя результаты по определению моментов входа и выхода из синхронизма, удобно пользоваться для сравнения кратностями этих моментов. Следует указать, какое из отношений моментов представляет собой перегрузочную способность синхронного реактивного двигателя. Обобщая данные табл. 2.2, следует сделать вывод о характере влияния напряжения сети на величину рассматриваемых моментов M_{BX} и $M_{ВЫХ}$.

Сделать вывод о проделанной работе:

Отметка о выполнении работы _____
_____ «___» _____ 20__ г.