

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Морской институт
Кафедра «Судовое электрооборудование»**

С.А. Конева, В.М. Цалоев

СУДОВЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
студентов специальности
26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования
и средств автоматики**

Часть I

Севастополь
СевГУ
2020

УДК 621.3(07)
ББК 31.2
К 71

Р е ц е н з е н т:
Ю.В. Матвеев - к.т.н., доцент кафедры СЭО

Конева С.А.

К 71 Судовые автоматизированные электроэнергетические системы: методические указания к лабораторным работам. Ч. I. / С.А. Конева, В.М. Цалоев. - Севастополь: СевГУ, 2020. – 24 с.

Представлены методические указания и рекомендации, обеспечивающие выполнение лабораторных работ студентов, изучающих учебную дисциплину **«Судовые автоматизированные электроэнергетические системы»**.

Методические указания предназначены для студентов Севастопольского государственного университета, Морского института, специальности **26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики**.

УДК 621.3(07)
ББК 31.2

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Судовое электрооборудование» Морского института Севастопольского государственного университета в качестве методических указаний к лабораторным работам по дисциплине **«Судовые автоматизированные электроэнергетические системы»** для студентов специальности **26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики**, протокол № 8 от 28.05.2019 г.

© Конева С.А., Цалоев В.М. 2020
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА	5
Лабораторная работа № 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТИРИСТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА	9
Лабораторная работа № 3. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА	13
Лабораторная работа № 4. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ФАЗОВОГО КОМПАУНДИРОВАНИЯ	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	21

ВВЕДЕНИЕ

Методическое указание предназначено в качестве учебного пособия для выполнения лабораторных работ по курсу «Судовые автоматизированные электроэнергетические системы».

Выполнение лабораторных работ направлено на формирование у студента профессиональных компетенций, обеспечивающих выпускнику осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с ФГОС ВО с учетом требований Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (**Конвенции ПДНВ**).

Целью лабораторных работ является изучение систем стабилизации напряжения и частоты судовых генераторов.

Выполнение лабораторных работ должно закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса, развить навыки экспериментального исследования, дать представления о методах наладки и эксплуатации элементов оборудования судовой электростанции

Лабораторные работы выполняются бригадой студентов не более 3-4 человек. До выполнения лабораторных работ проводится контрольная проверка подготовки студентов с использованием технических средств обучения. Задание на лабораторную работу включает, помимо вопросов, входящих в обязательную программу, вопросы, связанные с проведением самостоятельного исследования отдельных режимов работы электрооборудования СЭС. По окончании каждой лабораторной работы оформляется отчет в виде протокола, в котором должно быть отражено следующее:

1. Основные технические данные используемого электрооборудования и измерительных приборов.
2. Принципиальные схемы, по которым проводились исследования.
3. Результаты исследования (графики, таблицы исследований и т.п.) и анализ полученных результатов.
4. Расчеты отдельных режимов и сопоставление их с результатами испытаний.
5. Общие выводы по лабораторной работе.
6. Библиографический список.

Защита лабораторных работ производится бригадой, выполнявшей работы, с индивидуальным опросом каждого студента.

До начала выполнения лабораторных работ, каждый студент обязан пройти инструктаж по технике безопасности с учетом особенностей электрооборудования лаборатории судовых электроэнергетических систем.

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является исследование автоматических систем стабилизации напряжения генераторов постоянного тока: система компаундирования, а также системы с угольным регулятором напряжения РУН и электромашинным усилителем.

2. Теоретическая часть

Работа генераторов постоянного тока (ГПТ) на переменную нагрузку судовой сети связана с изменением напряжения на их зажимах. В установившихся режимах при статическом изменении нагрузки, напряжение ГПТ изменяется незначительно, а в переходных режимах, при динамическом изменении нагрузки - значительно. Правила Морского Регистра допускают колебания напряжения ГПТ в пределах $\pm 2,5\%U_n$.

С целью поддержания напряжения в СЭЭС с заданной точностью при всех нагрузках ГПТ, как правило, снабжаются системой стабилизации напряжения (ССН) или автоматическим регулятором напряжения (АРН).

Находят применение ряд автоматических систем стабилизации напряжения ГПТ. Такими ССН, в частности, являются - система компаундирования ГПТ, система с угольным регулятором (РУН), системы с электромашинным усилителем (ЭМУ), электронные и тиристорные системы.

В данной работе исследуются система компаундирования, системы с РУН и ЭМУ. Система компаундирования находит применение для генераторов смешанного возбуждения, у которых последовательная обмотка возбуждения является автоматическим регулятором напряжения. Действительно:

$$U = E - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{по}}) = C_e n(\Phi_{\text{шо}} + \Phi_{\text{по}}) - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{по}}), \quad (1)$$

а магнитный поток последовательной обмотки возбуждения $\Phi_{\text{по}}$ пропорционален току нагрузки. В выражении (1) U, E - напряжение и э.д.с. генератора, В; $I_{\text{я}}$ - ток якоря, А; $R_{\text{я}}, R_{\text{по}}$ - сопротивление обмотки якоря и последовательной обмотки возбуждения, Ом; n - скорость вращения якоря, об/мин; C_e - конструктивная постоянная; $\Phi_{\text{шо}}$ - магнитный поток шунтовой обмотки возбуждения, Вб.

Поэтому, при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной, напряжение изменится незначительно. Схема надежна в работе и

быстродействующая. Основным недостатком системы является зависимость ее работы от насыщения машины. Поэтому, такая система в чистом виде применяется для ГПТ сравнительно небольшой мощности. Принцип работы системы с угольным регулятором РУН основан на изменении сопротивления угольного столба, включенного в цепь. Поскольку РУН обладает инерционностью, то стабилизация напряжения имеет колебательный характер.

Для повышения затухающего процесса регулирования в РУН применен трансформатор стабилизации.

В работе исследуется ССН с ЭМУ поперечного поля. Последний используется в качестве возбудителя ГПТ. При изменении напряжения генератора, автоматически изменяется напряжение на выходе ЭМУ, вследствие изменения его результирующего магнитного потока. В результате изменяется ток возбуждения ГПТ и, соответственно, напряжение генератора стабилизируется. На рисунке 1.1 представлена принципиальная схема установки с тремя ССН компаундирования.

Основными элементами установки являются: генератор П-51 $P_n=5\text{кВт}$, $U_n=115\text{В}$, $n=1450\text{об/мин}$.

Приводной асинхронный двигатель АМ52-4М $P_n=6\text{кВт}$, $U=220\text{В}$, $n=1425\text{ об/мин}$. ЭМУ-5П $P_n=0,35\text{кВт}$, $U=220\text{В}$, $n=2850\text{ об/мин}$.; автоматы и измерительные приборы.

3. Программа работы

1. Ознакомление с физической моделью электростанции и элементами исследования.
2. Исследование автоматических систем стабилизации напряжения.
3. Обработка результатов исследования и оформление отчета.

4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с физической моделью электростанций, каждая из которых состоит из автономного генераторного агрегата и распределительного устройства с коммутационной, защитной и измерительной аппаратурой.
2. Составить структурную схему каждой электростанции и изучить оперативные коммутации для набора различных схем стабилизации напряжения.
3. Снять внешние и регулировочные характеристики генератора при независимом и параллельном возбуждении и установить отклонение напряжения генератора от первоначального значения.

Примечание - первоначальное напряжение задается преподавателем.

4. Произвести проверку и настройку каждой ССН, снять внешние и регулировочные характеристики генератора с различными системами стабилизации напряжения. (Для этого поочередно включаются соответствующие регуляторы).

5. Обработка результатов исследования

Обработка результатов исследования приводится в отчете, который должен содержать:

1. Структурные схемы различных систем стабилизации напряжения генераторов постоянного тока.
2. Технические данные генераторов, регистрирующих приборов и аппаратов.
3. Таблицы, осциллограммы, характеристики, полученные при выполнении исследований.
4. Сравнительный анализ работы ГПТ с различными системами стабилизации напряжения - по точности регулирования напряжения, сложности и надежности ССН, быстродействию.

6. Контрольные вопросы

1. В чем заключается принцип компаундирования ГПТ
2. Какова роль ЭМУ в системе регулирования напряжения ГПТ.
3. Назовите основные элементы схемы испытательного стенда и их назначение.

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИРИСТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является исследование автоматической системы стабилизации напряжения ГПТ с тиристорным регулятором напряжения.

2. Теоретическая часть

При работе генератора постоянного тока на переменную нагрузку судовой сети, напряжение на их зажимах изменяется. В установившихся режимах, при статическом изменении нагрузки, напряжение ГПТ изменяется незначительно, а в переходных режимах, при динамическом изменении нагрузки - значительно. С целью поддержания напряжения СЭЭС с заданной точностью, при всех нагрузках ГПТ, как правило, снабжаются той или иной системой стабилизации напряжения.

В данной работе исследуется тиристорная система. На рисунке 2.1 изображена принципиальная схема физической модели электростанции и тиристорного регулятора напряжения.

На электростанции установлены: генераторный агрегат, нагрузочное устройство и щит управления. Агрегат состоит из генератора постоянного тока типа П-51 $P_n=5\text{кВт}$, $n=1450$ об/мин. и приводного асинхронного двигателя АМ52-4М $P_n=6\text{кВт}$, $U=220\text{ В}$, $n=1425$ об/мин.

Нагрузочное устройство представляет набор резисторов и реостатов. Тиристорная система включает выпрямительный мост VD1-VD4, тиристорный регулятор VS1-Ск-LLк- VS2 и блок управления тиристорами БУТ.

Выпрямительный мост применен для определения полярности на зажимах якоря генератора, напряжение которого подается на тиристорный регулятор. Последний представляет собой триггер, состоящий из двух тиристорov: основного VS1 и вспомогательного VS2, а также коммутирующего конденсатора Ск, насыщенного дросселя LLк и зарядного сопротивления R.

БУТ включает в себя задающий генератор - симметричный мультивибратор (транзисторы VT1-VT1', конденсаторы C1-C1') и усилители-формирователи импульсов управления (УФ - повторитель на транзисторах VT2 и VT2', которые подключены к выходам задающего генератора через дифференцирующие цепочки C2-R3 и C2'-R3').

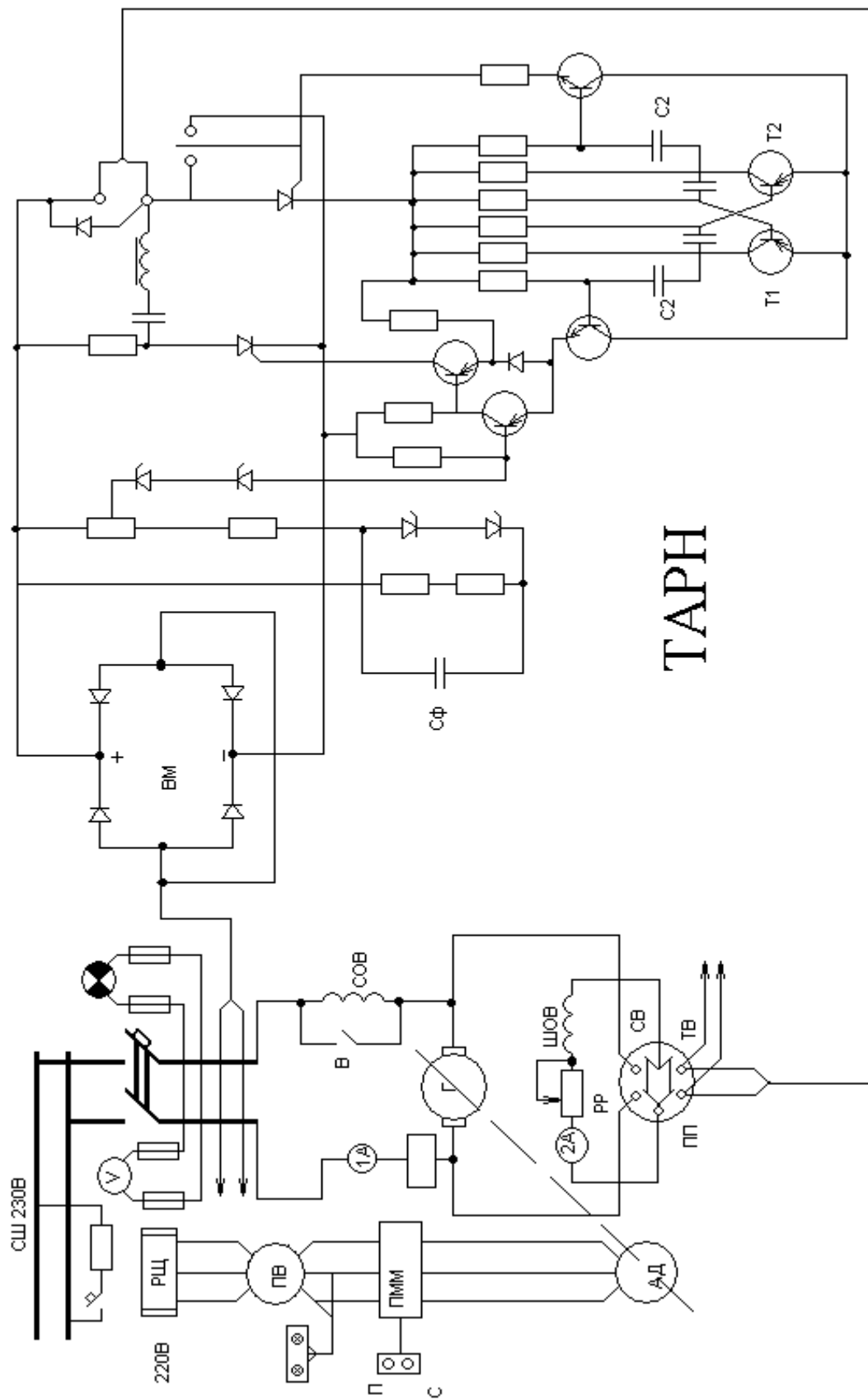


Рис. 2.1 – Принципиальная схема физической модели электростанции и тиристорного регулятора напряжения

Импульсы на основной VS1 подаются прямо через транзистор VT2, а на VS2 с VT2 через ключ транзистор VT3, который в свою очередь управляет VT4. Последний, является элементом сравнения напряжения, снимаемого с органа- делителя R10-R11, включенного на напряжение генератора, и опорного напряжения- напряжения стабилитронов VS11-VS12. Изменение уставки по напряжению обеспечивается потенциометром R10.

Принцип работы тиристорной системы: - открывая, и закрывая тиристор VS1, можно изменить ток в обмотке возбуждения ГПТ и, тем самым, регулировать напряжение генератора. В частности, при подаче управляющего сигнала на VS1, последний открывается и ток в ОБ будет определяться приложенным напряжением.

Конденсатор Ск будет заряжаться. При подаче управляющего сигнала на VS2, последний откроется и подключит Ск к тиристору. Так как Ск будет иметь обратную полярность, то VS1 закроется, а конденсатор Ск перезаряжается. В результате, VS1 открывается, а VS2 закрывается. Изменяя время открытия VS1, можно регулировать силу тока возбуждения и, следовательно, стабилизировать напряжение генератора.

3. Программа работы

1. Изучение физической модели электростанции и тиристорным регулятором напряжения.
2. Экспериментальное исследование тиристорной ССН.
3. Обработка результатов и оформление отчета.

4. Порядок выполнения работы

1. Составить структурную схему электростанции и изучить оперативные коммутации для набора рабочих схем при различных системах возбуждения.

2. Снять внешние характеристики генератора при независимом и параллельном возбуждении и установить отклонение напряжения от первоначального значения.

Примечание - Первоначальное напряжение задается преподавателем.

3. Снять регулировочные характеристики при независимом и параллельном возбуждении генератора.

4. Снять внешние характеристики генератора с включенной системой стабилизации напряжения.

5. Обработка результатов исследования

Результаты исследования приводятся в отчете, который должен содержать:

1. Структурную схему установки и системы стабилизации напряжения.
2. Технические данные генератора, регистрирующих приборов и аппаратов.
3. Таблицы, осциллограммы, характеристики, полученные при выполнении исследований.
4. Сравнительный анализ работы ГПТ в различных режимах работы по точности регулирования напряжения, сложности и надежности ССН, быстродействию.

Выполнение и оформление результатов лабораторной работы рассчитано на 4 часа.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое внешняя характеристика ГПТ?
2. Поясните принцип работы тиристорной системы стабилизации напряжения в ГПТ.
3. Назовите основные элементы схемы испытательного стенда и их назначение и поясните принцип их работы.
4. Что такое БУТ. Каково его назначение в данной системе.

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является исследование системы автоматического регулирования синхронного генератора.

2. Теоретическая часть

При работе основной СЭС, как правило, происходит непрерывное изменение нагрузки на генераторы. Эти изменения вызывают отклонения напряжения синхронного генератора (СГ), что ведёт к ухудшению качества вырабатываемой электроэнергии. Особенно резко проявляются колебания напряжения СГ при динамических и аварийных режимах работы: набросе и сбросе нагрузки, внезапном отключении одного из параллельно работающих СГ, коротком замыкании в отдельных звеньях системы.

Для восстановления напряжения в системе после его снижения в любых режимах, необходимо произвести изменение возбуждения СГ. В данной СЭС это изменение осуществляется модернизированной системой фазового компаундирования. На неё возлагаются следующие функции:

а) поддержание заданного уровня напряжения на зажимах СГ при изменении нагрузки от холостого до номинальной;

б) увеличение (форсировка) возбуждения генераторного агрегата (ГА) при к.з. и аварийных снижениях напряжения, а также для повышения статистической и динамической устойчивости системы;

в) облегчение пуска короткозамкнутого АД мощностью, соизмеримой с мощностью ГА.

На рисунке 3.1 изображена схема физической модели судовой электроэнергетической системы. В состав системы входят: генераторный агрегат СГ-ТГ-ПД, нагрузочный агрегат АД-ГПТ- R_n , система фазового компаундирования ОВГ-ТФК-TV1-ТА2, комплекс коммутационной, пусковой, защитной и измерительной аппаратуры.

Нагрузочный агрегат состоит из приводного асинхронного двигателя АД $P_n=2,2\text{ кВт}$, $U=380/220\text{ В}$, $n=1480\text{ об/мин}$ и ГПТ $P_n=2,2\text{ кВт}$, $U_n=220\text{ В}$, $n_n=1450\text{ об/мин}$. Нагрузкой ГПТ является система резисторов R_n .

3. Программа работы

1. Ознакомление с экспериментальной установкой.
2. Экспериментальное исследование САРН в эксплуатационных режимах работы ГА.

3. Обработка результатов исследования и оформление отчёта.

4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с физической моделью электроэнергетической системы и составить её принципиальную схему.

2. Изучить назначение и работу всех звеньев системы, отработать оперативные коммутации для набора схем при различных режимах работы электроэнергетической системы. Подготовить систему к работе, для чего необходимо поставить:

2.1. Аппараты - 1ПП, 2ПП, 3ПП, 4ПП, А, А₁-А₄ в положение "Выкл"; П2 в положение "СГ"; реостат Рп - против часовой стрелки

до упора, остальные аппараты в нерабочем состоянии.

2.2. На ГРЩ включить соответствующие автоматы (6А и 7А), чтобы на стенде горели указатели " $\sim 220\text{В}$ " и " $=220\text{В}$ ".

3. Снять внешнюю характеристику синхронного генератора без САРН, для чего:

Пустить в ход агрегат ПД-СГ; нажав кнопку "Пуск ПД". С помощью реостата Рп установить номинальную частоту вращения СГ. Затем, поставить ПП2 в положение "НВ" и с помощью импульсного включателя ИВ и реостата Рвсг возбудить СГ. Развить напряжение до $U=225\text{В}$, поддерживая частоту напряжения $f=52\text{Hz}$ и записать эти параметры холостого хода.

4. Замкнуть автомат АН, поставить П2 в положение "Сеть", запустить АД, нажав кнопку "Y", и, восстановив частоту $f=52\text{ Hz}$, снять параметры (U , I) СГ. После этого перевести переключение АД "в треугольник", нажав кнопку "Δ", и, установив реостатом Рп частоту $f=52\text{ Hz}$, снять значения напряжения и тока СГ. Далее, поставив 1ПП в положение "НВ", возбудить ГПТ и, поочередно замыкая автоматы 1А÷4А и каждый раз устанавливая реостатом Рп частоту $f=52\text{Hz}$, снять параметры напряжения и тока СГ. Измерения внести в таблицу. Снять нагрузку с СГ путем последовательного размыкания автоматов 1А÷4А и отключения АД, нажав кнопку "Стоп". После этого разомкнуть автомат АН, а 1ПП поставить в нейтральное положение.

5. Снять внешнюю характеристику СГ при подключенной САРН. Для этого 2ПП поставить в положение "СВ", 3ПП - в положение "ТФК" и замкнуть 4ПП. Затем установить напряжение СГ $U=225\text{В}$ и его частоту $f=52\text{ Hz}$, записав значения в таблицу. После этого все операции выполнить согласно п.3.2. Если после снятия характеристики $U=f(I)$ без САРН был остановлен агрегат ПД-СГ, то для снятия $U=f(I)$ с включенной САРН надо все операции выполнить согласно пунктам 3.1 и 3.2. После пуска агрегата, 2ПП поставить в положение "СВ", 3ПП в положение "ТФК" и замкнуть 4ПП. И в этом случае все измерения внести в таблицу.

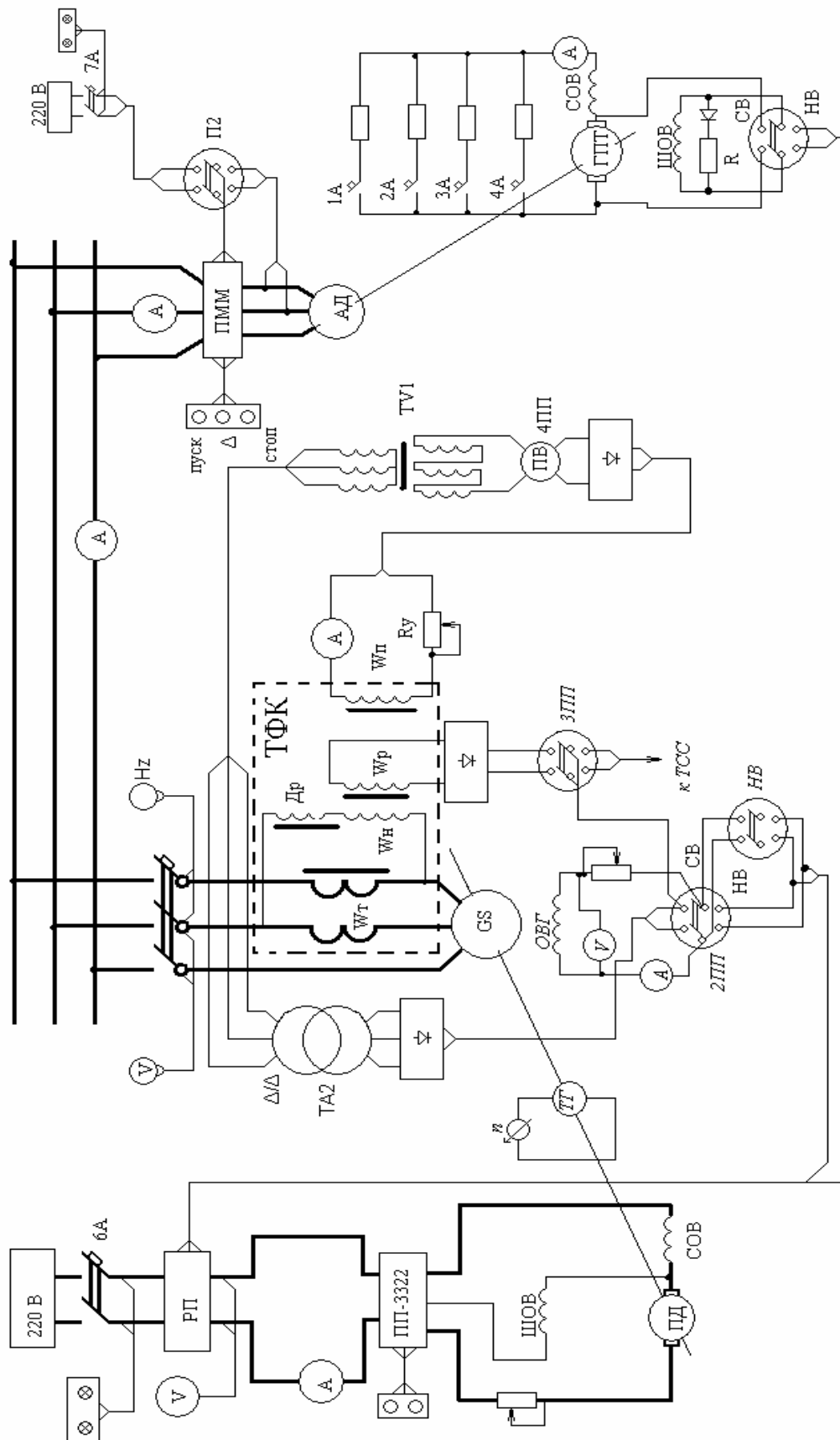


Рис. 3.1 – Схема физической модели судовой электроэнергетической системы

5. Обработка результатов

Обработка результатов исследования приводится в отчете, который должен содержать:

1. Принципиальную схему модели СЭЭС с системой стабилизации напряжения.
2. Основные параметры машин и аппаратов.
3. Таблицы измерений и внешние характеристики генераторов, построенные по данным эксперимента.
4. Сравнительный анализ работы системы по качеству электроэнергии, вырабатываемой установкой и выводы по работе.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое «форсировка» возбуждения. Когда ее применяют.
2. Что такое регулировочная характеристика СГ?
3. Назовите основные функции системой фазового компаундирования в данной схеме.
4. Поясните принцип работы системы стабилизации напряжения в данной лабораторной установке.

Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ФАЗОВОГО КОМПАУНДИРОВАНИЯ

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является установление назначения каждого элемента системы управляемого амплитудно-фазового компаундирования, а также получение характеристик как отдельных элементов, так и всей системы автоматического регулирования напряжения синхронного генератора.

2. Теоретическая часть

Задача обеспечения стабилизированного напряжения источников электрической энергии в судовой электроэнергетической системе, приводит к необходимости использовать в судовых условиях системы автоматического регулирования напряжения генераторов как постоянного, так и переменного тока. Основная задача таких систем - поддержание напряжения в заданных пределах при различных нагрузках. Для судовых генераторов такие системы выбирают в зависимости от тех требований, которые предъявляются к электроэнергетической системе с учетом условий эксплуатации.

В настоящее время, для регулирования напряжения синхронного генератора, широко применяется система фазового компаундирования, которая позволяет осуществить регулирование по двум основным возмущающим воздействиям: по модулю и по фазовому углу, относительно напряжения. Для повышения точности регулирования система имеет корректор напряжения, который уменьшает влияние всех второстепенных воздействий. На рисунке 4.1 представлена схема физической модели судовой электроэнергетической системы. В состав системы входят: машинный агрегат, состоящий из синхронного генератора GS и приводного двигателя М, блок регулирования частоты БРЧ, односетевой пускатель ПП, система фазового компаундирования с трансформатором фазового компаундирования ТФК, магнитным усилителем МУ и выпрямительным блоком UZ. В качестве нагрузки применены асинхронный электродвигатель М1, трансформатор TV1 и резисторы R.

Двигательная часть системы обеспечивает пуск и остановку машинного агрегата, защиту двигателя от перегрузок и стабилизацию частоты вращения дизель-генератора. Стабилизация частоты вращения двигателя в различных режимах работы осуществляется изменением тока возбуждения. Генератор работает в режиме самовозбуждения. Обмотка возбуждения питается напряжением генератора через систему фазового компаундирования.

Основным элементом схемы компаундирования являются трансформатор TV с подмагничиванием постоянным током трансформаторы тока ТА. Вторичные обмотки последних выполняют одновременно функции компаундирования. Параллельно первичной обмотке TV включены конденсаторы C с емкостным сопротивлением, приблизительно равным реактивному сопротивлению вторичных обмоток трансформаторов тока. При этих условиях температурные изменения сопротивления обмотки возбуждения практически не влияют на величину протекающего по ней тока. Для обеспечения надежного возбуждения генератора при пуске, на обмотку возбуждения подается через диод (на схеме не показан) небольшое начальное подмагничивание. Когда генератор нормально возбуждётся, диод запирается, т.к. напряжение на обмотке возбуждения будет при этом значительно превышать напряжение начального подмагничивания.

Магнитный усилитель МУ служит для усиления сигналов, поступающих от измерительных органов, и состоит из двух сердечников, рабочих обмоток, обмотки управления, обмотки стабилизирующей, обмотки обратной связи и диодов. Для получения требуемых показателей качества переходного процесса, МУ охвачен гибкой отрицательной обратной связью. Сигнал гибкой обратной связи снимается с дополнительной обмотки управления трансформатора TV и через сглаживающий дроссель подается на стабилизирующую обмотку МУ.

В состав системы входят: генератор ПТН-45: $P_H = 2,6$ кВт, $U_H = 230$ В, $f = 50$ Гц, $n_H = 1500$ об/мин, $I_H = 17,7$ А;

Приводной двигатель: ПТН-45: $P_H = 3,4$ кВт, $U_H = 220$ В, $f = 50$ Гц, $I_H = 18,7$ А, $n_H = 1500$ об/мин. Пускатель ПП-2154: $I = 80$ А, $U_H = 175/380$ В, ПВ%=40%.

Нагрузка: асинхронный двигатель М-АОП-25-4: $P_H = 0,75$ кВт, $U_H = 220$ В, $f = 50$ Гц, $I_H = 1,3$ А, $n_H = 1400$ об/мин., трансформатор TV1 и резисторы R_H .

Автоматы АЕ2016-10НУЗ: $U_H = 380$ В, $f = 50$ Гц, $I_{отс.} = 12 I_{ном.}$ Измерительные приборы: амперметры - Д1600 20А с ТА 20/5; М1500 10А, вольтметр Д1500 250В, частотомер - Д1600 45-55 Гц, фазометр Э-160, 220В, 5А с ТА 100/5, ваттметр И1604 с TV 380/127В и ТА 100/5.

3. Программа работы

1. Ознакомиться с физической моделью электростанции и ее элементами.
2. Экспериментальное исследование ССН в эксплуатационных режимах работы ГА.
3. Обработка результатов и оформление отчета.

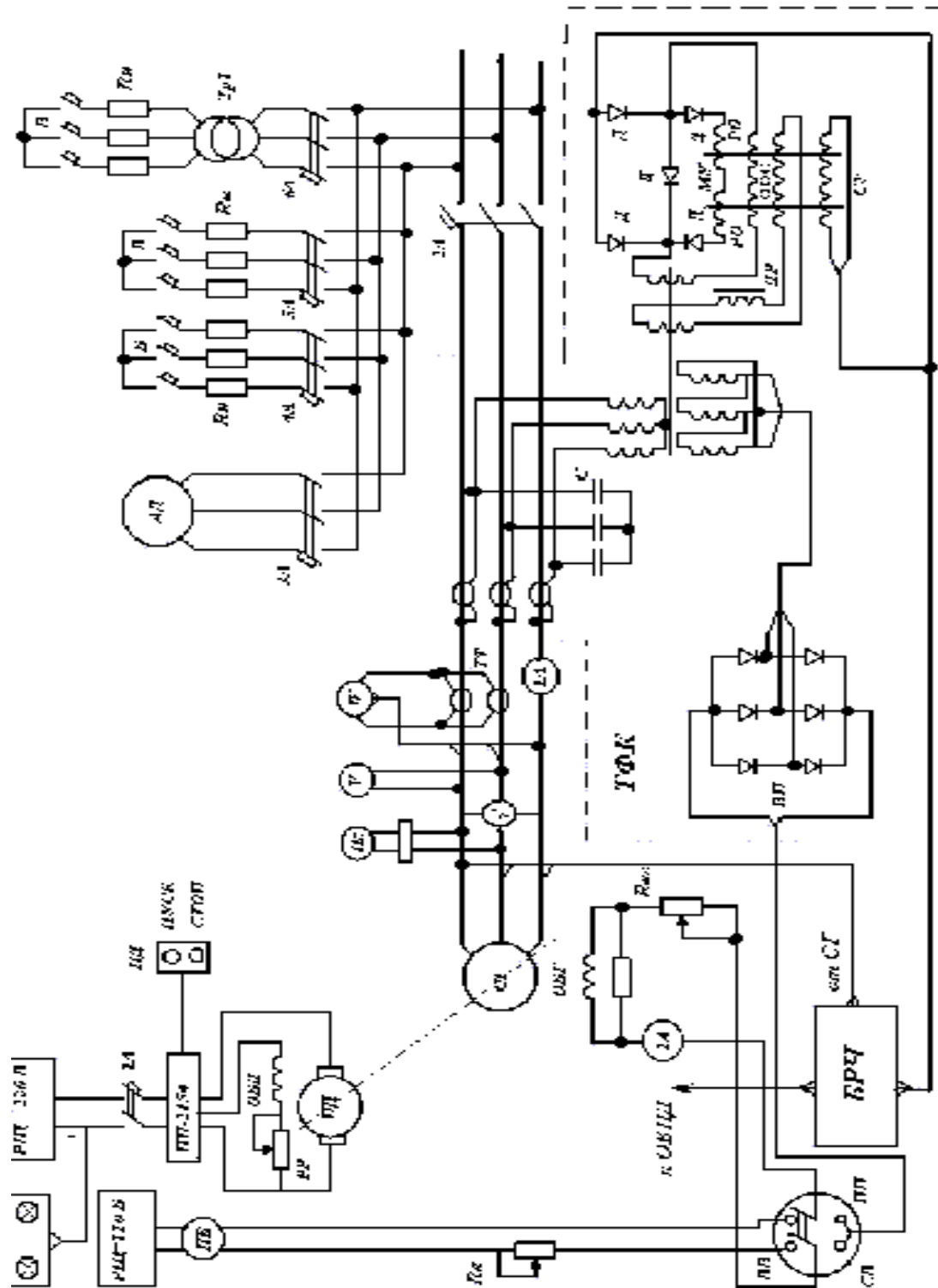


Рис. 4.1 – Схема физической модели системы стабилизации напряжения с ТФК

4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться и составить принципиальную схему физической модели электроэнергетической системы.
2. Изучить оперативные коммутации для набора схем при различных режимах исследования.
3. Снять внешнюю и регулировочную характеристики генератора при независимом возбуждении и отключенной ССН, изменяя нагрузку в статическом режиме. Установить отклонения напряжения и тока возбуждения от первоначальных значений. Все измерения занести в таблицу.

Примечание - Первоначальное напряжение задается преподавателем.

4. В статическом режиме снять внешнюю и регулировочную характеристики генератора с самовозбуждением СВ и включенной системой фазового компаундирования. Установить отклонения напряжения и тока возбуждения от первоначальных значений.

Примечание - Первоначальное напряжение и его частота устанавливаются те же, что и в п.3.

5. Обработка результатов исследования

1. Обработка результатов исследования приводится в отчете, который должен содержать:
2. Структурную схему установки и системы стабилизации напряжения, технические данные генератора, измерительных приборов, аппаратов.
3. Таблицы, характеристики, полученные при выполнении исследований.
4. Выводы по работе - сравнительный анализ работы системы по качеству регулирования.

6. Контрольные вопросы

1. Поясните принцип управляемого амплитудно-фазового компаундирования.
2. Каково функциональное назначение магнитного усилителя в данном испытательном стенде.
3. Каково назначение БРЧ?
4. Каким образом в данном лабораторном стенде осуществляется регулировка тока возбуждения?
5. Назовите принцип регулирования частоты в данном лабораторном стенде.
6. Каково назначение выпрямительным блоком UZ в данном лабораторном стенде?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1988. – 328 с.
2. Верескун, В.И. Электротехника и электрооборудование **судов** [Текст] : учеб. для студ. судостроит. спец. вузов / В.И. Верескун, А.С. Сафонов. - Л.: Судостроение, 1987. - 280 с.: ил. - Алф. указ.: с. 274. - Предм. указ.: с. 275
3. Воскобович В.Ю. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных средств / В.Ю. Воскобович, Т.Н. Корнилова, В.А. Павлова. – СПб.: «Элмор», 2001. –384 с.
4. Константинов В.Н. Системы и устройства автоматизации судовых электроэнергетических установок / В.Н. Константинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 312 с.
5. Никифоровский Н.Н. Судовые электрические станции / Н.Н. Никифоровский, Б.И. Норневский – М.: Транспорт, 1984. – 431 с.
6. Роджеро Н.И. Справочник судового электромеханика и электрика [Текст] / Н.И. Роджеро. - Москва: Транспорт, 1976. - 536 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Образец бланка титульного листа к контрольной работе)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Морской институт
Кафедра «Судовое электрооборудование»

ОТЧЕТ
по
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № ____

(тема лабораторной работы)

по дисциплине

«Судовые автоматизированные электроэнергетические системы»

Студент _____

Группа _____

Дата выполнения _____

Проверил _____

Севастополь

**Конева Светлана Андреевна
Цалоев Владимир Муратович**

**СУДОВЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

*Методические указания
к выполнению лабораторных работ*

Часть I

В авторской редакции

Изд. № 161/2020. Объем 1,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»