

82-1649/20

Бесплатно.

19-4
146272
19466

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
СЕВЕРНОЕ БАСЕЙНОВОЕ ПРАВЛЕНИЕ

В.А. СЕРЕГИН

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
РЕЧНЫХ БУКСИРОВ**

ФГБОУ ВО "ТУМРФ им. адм. С.С. Макарова"

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АРХАНГЕЛЬСК

1979

79-4
146272

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
СЕВЕРНОЕ БАСЕЙНОВОЕ ПРАВЛЕНИЕ

В. А. СЕРЕГИН

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
РЕЧНЫХ БУКСИРОВ

ФГБОУ ВО "ТУМРФ им. адм. С. О. Макарова"

КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АРХАНГЕЛЬСК

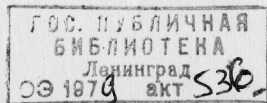
1979

С. О. Макарова
146272

В. А. СЕРГЕЕВ

В брошюре рассказывается о новом опыте эксплуатации и ремонта электрооборудования речных буксиров. Предназначается в помощь плавсоставу для проведения технической учебы на судах в течение навигации, а также работникам береговых служб производственных участков.

© НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА,
СЕВЕРНОЕ БАСЕЙНОВОЕ ПРАВЛЕНИЕ.



ВВЕДЕНИЕ

В Северном речном пароходстве эксплуатируются буксиры толкачи проекта 911В и буксиры-плотоводы проектов Р-14, Р-14А, Р-33, Р-33Б, которые оборудованы средствами комплексной автоматизации.

В объем автоматизации речных буксиров входит: дистанционное автоматизированное управление главными двигателями из рулевой рубки, оборудование главных и вспомогательных дизелей аварийно-предупредительной сигнализацией, установка в рулевой рубке дистанционных приборов контроля за работой главных двигателей, автоматический и дистанционный запуск дизель-генератора, автоматический перевод нагрузки с дизель-генератора на валогенератор и обратно, автоматизация работы судовых электроприводов-насосов (санитарного, топливopодкачивающего), компрессора, дистанционный запуск из рулевой рубки пожарного насоса, автоматизация работы стояночного отопительного и утилизационного котлов, установка пожарной сигнализации, дистанционная из рулевой рубки отдача якоря брашпиля и замер вытравленной цепи, оборудование теплохода светоимпульсными отмашками, установка в рубке пульта управления вспомогательными механизмами.

В брошюре в основном показан опыт эксплуатации и ремонта генераторов судовых электростанций, а также проверка автоматических выключателей.

Приводятся элементы автоматики и схема включения генераторов на шины главного распределительного щита. Дано описание системы автоматического регулирования напряжения синхронного генератора типа ЕСС-81-4, ее неисправностей, способов их устранения и ремонта, а также измененная схема возбуждения генератора. Приведен перечень мероприятий, направленных на повышение надежности синхронного генератора с приводом от вала отбора мощности главного двигателя.

СОСТАВ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Судовая электростанция речных буксиров указанных проектов состоит из синхронного генератора марки ЕСС-81-4-М101 напряжением 230 В, мощностью 20 кВт, 1500 об/мин, с приводом от вала отбора мощности правого главного двигателя для питания потребителей в ходовом режиме судна, и синхронного генератора марки МС-82-4 или МСК-82-4 напряжением 230 В, мощностью 25 или 30 кВт, 1500 об/мин, с приводом от автоматизированного дизеля ДГА-25-9 для питания потребителей в режимах «стоянка», «съемка с якоря», «маневры».

Для питания сетей аварийного освещения, сигнальных и отличительных огней, цепей контроля и сигнализации, стартерного пуска дизель-генератора предусмотрены 4 кислотные аккумуляторные батареи типа 6СТЭ-132 напряжением 12 В, емкостью 132 А.Ч.

Аккумуляторные батареи соединены в две последовательно-параллельные группы для получения напряжения 24 В. Зарядка аккумуляторных батарей и питание потребителей напряжением 24 В в ходовом режиме обеспечивается двумя генераторами постоянного тока марки Г-732 мощностью по 1,2 кВт, напряжением 28,5 В главных двигателей, смонтированных на редукторе, а также одним генератором постоянного тока марки ГСК-1500 автоматизированного дизеля ДГА-25-9.

Для питания рулевого указателя рулевого устройства используется преобразователь постоянно-переменного тока марки ОП-120Ф3 напряжением 24/127 В. Преобразователь автоматически подключается к аккумуляторной батарее при исчезновении напряжения 220 В.

Для питания сети переносного освещения напряжением 12 В предусмотрен понижающий трансформатор марки ОСВ-0,25/0,5 мощн. 0,25 кВт.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ГЕНЕРАТОРОВ НА ШИНЫ ГЛАВНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЩИТА

Схемой главного распределительного щита ГРЩ судовой электростанции предусматривается одиночная работа синхронных генераторов, обеспечивающая автоматическое выборное подключение на шины валогенератора или дизель-генератора. В схеме выполнена блокировка, исключающая параллельное включение генераторов, а также включение любого из генераторов при питании с берега.

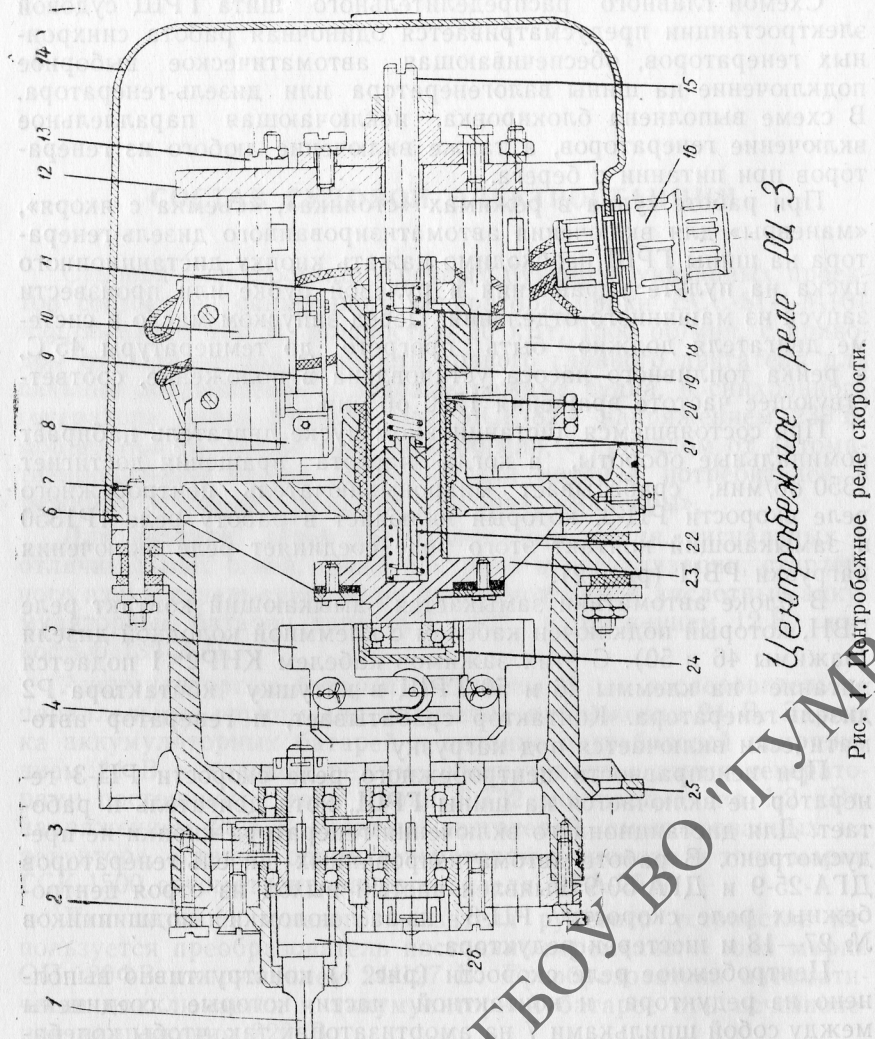
При работе судна в режимах «стоянка», «съемка с якоря», «маневры» для включения автоматизированного дизель-генератора на шины ГРЩ необходимо нажать кнопку дистанционного пуска на пульте управления в рулевой рубке или произвести запуск из машинного отделения. Перед запуском масло в системе двигателя должно быть прогрето до температуры 45°C, а рейка топливного насоса установлена в положение, соответствующее частоте вращения 1500 об/мин.

При состоявшемся дистанционном пуске двигатель набирает номинальные обороты, а когда частота вращения достигнет 1350 об/мин, срабатывает микровыключатель центробежного реле скорости РЦ-3, который включает в работу реле РР1350 и замыкающий контакт этого реле соединяет реле включения нагрузки РВН (рис. 2).

В блоке автоматики замыкается замыкающий контакт реле РВН, который подключен кабелем с клеммной колодкой дизеля (зажимы 46 и 50). С этих зажимов кабелем КНР2×1 подается питание на клеммы 46 и 50 ГРЩ в катушку контактора Р2 дизель-генератора. Контактор срабатывает, и генератор автоматически включается под нагрузку.

При неисправности центробежного реле скорости РЦ-3 генератор не включается на шины ГРЩ, хотя двигатель и работает. Для дистанционного включения генератора кнопки не предусмотрено. В работе автоматизированных дизель-генераторов ДГА-25-9 и ДГА-50-9 выявлен частый выход из строя центробежных реле скорости РЦ-3 из-за поломки подшипников № 27—18 и шестерен редуктора.

Центробежное реле скорости (рис. 1) конструктивно выполнено из редуктора и контактной части, которые соединены между собой шпильками 7 на амортизаторах так, чтобы колебания высокой частоты двигателя не передавались на микровыключатели 10. Редуктор собран из двух зубчатых шестерен 3, имеющих передаточное отношение, равное двум. На выходном валу редуктора имеется поводок 4, на котором шарнирно уста-



Центробежное реле РЦ-3

Рис. 1. Центробежное реле скорости.

навливаются два грузика 5, являющиеся центробежными чувствительными элементами. Редуктор приводится в движение через другой поводок 1 ведущего валика 26. Ведущий и ведомый валики установлены на двух шарикоподшипниках в корпусе 25 и в крышке 2.

Смазка подшипников осуществляется масляным туманом, поступающим из картера двигателя через окна в крышке и корпусе редуктора.

Движение на подвижную систему микровыключателей передается от грузиков 5 следующим образом: грузики под действием центробежных сил поворачиваются вокруг своей оси вращения вследствие того, что ось вращения их не совпадает с центром тяжести.

Ролики, установленные на рычаге грузов, толкают тарелку 24 в осевом направлении и вращают ее.

Тарелка жестко связана в осевом направлении с валиком 19 посредством шарикоподшипника, поэтому вращение не передается на валик. Валик 19 с надетой на него втулкой 20 может перемещаться в крышке 6 в бронзовых вкладышах, для которых применяется графитосолидоловая смазка.

Валик 19 изготовлен из алюминиевого сплава, и на нем жестко закреплен кулачок 11, который при осевом перемещении нажимает на рычаг 9 микровыключателя 10.

Контактная часть реле смонтирована на четырех стойках 18, на которых укрепляется плита 12. По стойкам 18, как по направляющим, движутся каретки 8, на которых установлены микровыключатели 10 и рычаги 9. Опыт работы показывает, что выход из строя подшипников и шестерен редуктора реле возникает из-за недостаточной смазки. В редуктор необходимо подводить смазку под давлением от масляной системы двигателя.

Бывают случаи, когда генератор не включается на шины ГРЩ вследствие того, что при частоте вращения 1350 об/мин кулачок не нажимает на рычаг микровыключателя, и тогда требуется настройка реле.

Для настройки диапазона срабатывания уставок каретка с микровыключателем перемещается параллельно оси валика 19 при помощи регулировочного винта 13. Кроме того, диапазон можно устанавливать изменением пружин 17 и 22 винтом 15.

В случае выхода из строя центробежного реле скорости РЦ-3 для дистанционного включения генератора на шины ГРЩ можно установить пакетный выключатель марки ПК-2-10 и подключить его к зажимам 46 и 50 (рис. 2).

ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ РЕЛЕ СКОРОСТИ

При выходе из строя центробежного реле скорости затруднено восстановление его работоспособности ввиду отсутствия запасных шестерен и подшипников.

Для восстановления автоматической работы дизель-генератора ДГА-25-9 при неисправном центробежном реле скорости РЦ-3 рационализаторы Вычегодского судостроительно-судоремонтного завода предложили установить полупроводниковое трехпозиционное реле скорости РСП-3, которое работает от тахогенератора тахометра марки ТЭ-204 дизеля.

В новом реле для трех импульсов частоты вращения дизеля установлены три электромагнитных реле РСМ-2 напряжением 24В: IP500, IP1350, IP1750. Катушка каждого реле включена через свой триод марки П203.

Схема полупроводникового трехпозиционного реле скорости РСП-3 (рис. 3) работает следующим образом: реле подключается к клеммам 52 и 1 блока автоматике, подается напряжение 24В на эти зажимы, а резисторы R2, R5, R8 подобраны так, что на базу триодов T1, T2, T3 подается напряжение отпираания от аккумуляторной батареи — и триоды «открыты», т. е. по переходу эмиттер-коллектор проходит ток. Катушки реле IP500, IP1350, IP1750 оказываются под полным напряжением, и их размыкающие контакты размыкаются. После запуска дизеля тахогенератор начинает вырабатывать напряжение, которое выпрямителем В, состоящим из шести диодов марки Д211, преобразуется в постоянное и через переменные резисторы R1, R4, R7 подается на переход эмиттер-база, что приводит к «закрыванию» триодов и, следовательно, к обесточиванию катушек реле.

Порог срабатывания триодов зависит от напряжения, вырабатываемого тахогенератором, т. е. от частоты вращения его и от величин сопротивления резисторов R1, R4, R7. Резисторы подбираются таким образом, что триод T1 закрывается при 500, T2 при 1350, T3 при 1750 об/мин.

Размыкающие контакты реле подключаются к клеммам 1, 4, 5, 6 блока автоматике ДГА-25-9. Монтаж реле РСП-3 выполнен на текстолите толщиной 4 мм и помещен в металлическую коробку.

На заводе изготовлено несколько образцов реле РСП-3. Они внедрены на теплоходах проекта Р14 для опытной эксплуатации и работали безотказно.

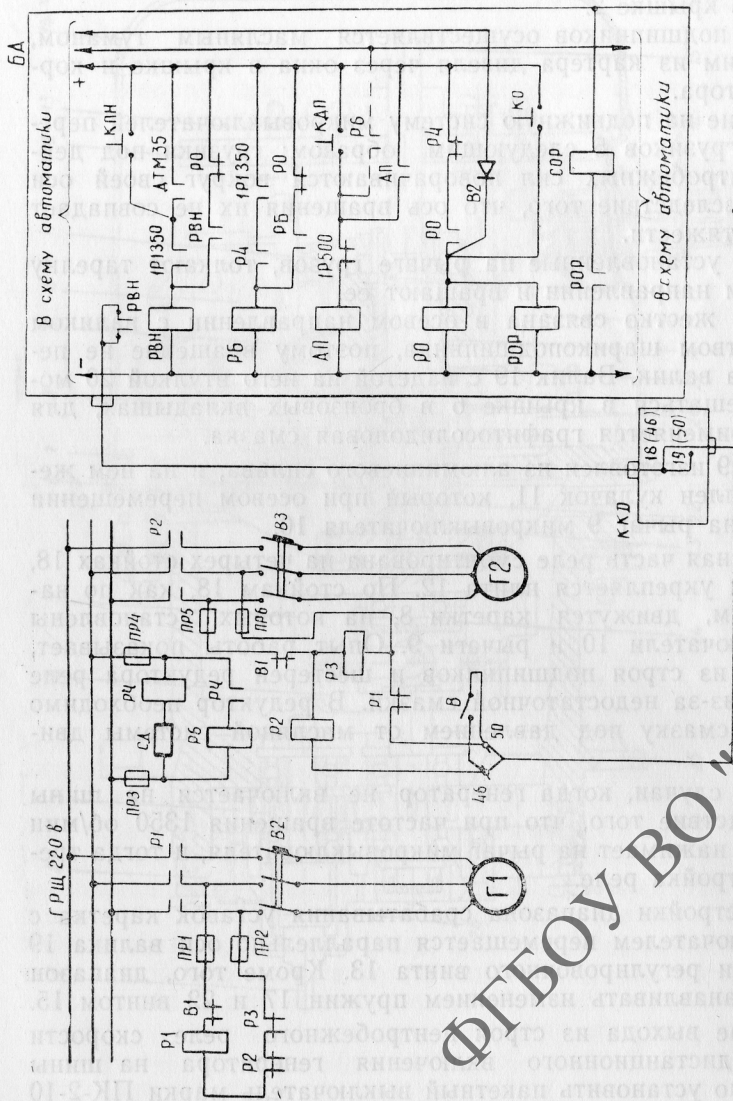


Рис 2

Г1 — валогенератор МС82-4, Г2 — дизель-генератор МС82-4, Р1, МС82-4, Р1, М — пакетный выключатель переменного тока КМД33, 100 А, 220 В, Р3, Р6 — реле РПУ-2-369203, 220 В, В — пакетный выключатель ПКВ-10, В1 — автомат плавкого предохранителя А3114Р с расцепителем на 80 А, В2 — автомат дизель-генератора А3114Р с расцепителем на 80 А, В3 — автомат дизель-генератора А3114Р с расцепителем на 80 А, ПР1—ПР6 — предохранитель типа ДЦК1-2 с плавкой вставкой ПЦ-45-2, БА — блок автоматике ДГА-25-9, ККД — клемма

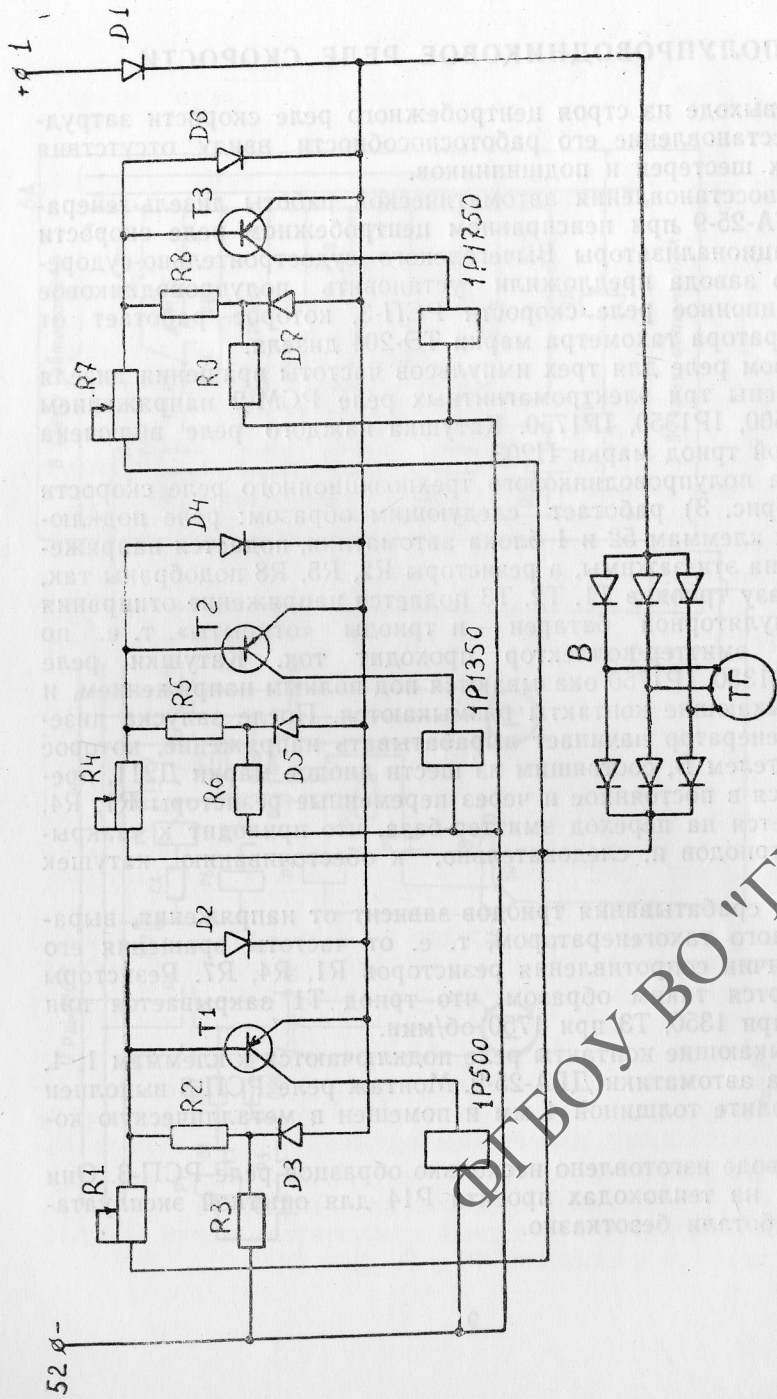


Рис. 3.

ТГ — тахогенератор тахометра ТЭ-204 В — трехфазный выпрямитель из диодов Д211, Т1, Т2, Т3 — транзисторы П203, ПР500, ПР1350, ПР1750 — электромагнитное реле РСМ-2, R1 — резистор СП-1 3,3 кОм, R4, R7 — диоды Д304, Д2-Д7 — диоды Д226, МУТ-1, 2,2 кОм, R2, R3, R8 — резисторы МЛТ-2 300 Ом, Д1 — диод Д304, Д2-Д7 — диоды Д226.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД С ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА НА ВАЛОГЕНЕРАТОР И ОБРАТНО

В ходовом режиме судна при частоте вращения главного двигателя 720—750 об/мин автоматически возбуждается валогенератор ЕСС-81-4 мощностью 20 кВт, напряжение которого можно проконтролировать в машинном отделении и рулевой рубке. Для включения на шины ГРЩ валогенератора необходимо в рулевой рубке нажать кнопку «стоп» КО дизель-генератора на пульте управления (рис. 2). Блок автоматики дизель-генератора должен находиться во включенном состоянии. В этом случае срабатывают реле РО и РОР, катушки их самоблокируются. Одновременно замыкающий контакт РОР подает питание на электромагнит стоп-устройства СОР. Стоп-устройство переводит рейку топливного насоса в положение «стоп», останавливая дизель-генератор.

Замыкающий контакт реле РО включает под напряжение цепь счетной цепочки, а размыкающий контакт реле РО размыкает цепь пуска дизель-генератора. Счетная цепочка работает в течение 24 с до момента срабатывания реле Р4. В результате размыкания замыкающего контакта реле Р4 в цепи питания реле РО и РОР их самоблокировка снимается и реле отключаются.

После остановки дизель-генератора рейка топливного насоса через 24 с под действием пружины возвращается в исходное положение. Одновременно размыкающий контакт реле РО отключает реле РВН. Замыкающий контакт реле РВН прерывает питание катушки контактора Р2, в результате дизель-генератор отключится от шин ГРЩ. При этом замкнутся размыкающий блок-контакт контактора Р2 и размыкающий контакт реле Р3 в цепи катушки контактора Р1 валогенератора. Контактор Р1 автоматически сработает, и валогенератор включится на шины ГРЩ.

При снижении частоты вращения главного двигателя ниже 750 об/мин уменьшается частота напряжения валогенератора и наступает опасность выхода из строя электродвигателей и электромагнитных аппаратов. Снижение частоты напряжения от 50 до 47,5 Гц, что соответствует 680 об/мин главного двигателя, вызывает срабатывание реле понижения частоты РЧ марки ИВЧ-013 напряжением 100 В, включенное через резистор СД ПЭВ-25 сопротивлением 1,1 кОм мощностью 25 Вт. Это реле своим замыкающим контактом включает реле Р6 марки РПУ-2-362203 напряжением 220 В.

Реле Р6 сработает, замыкаяющим контактом зашунтирует контакт кнопки дистанционного пуска КДП, и произойдет автоматический запуск дизель-генератора от понижения частоты напряжения.

Следует заметить, что с момента импульса на запуск дизель-генератора до включения генератора на шины ГРЩ проходит время, равное 12 с — из них 6 с работает электродвигатель прокачки масла и 6 с работает электростартер.

Если после первой попытки дизель-генератор не запустится, то в схеме автоматики предусматривается еще три попытки запуска и, следовательно, время подачи напряжения на шины ГРЩ от дизель-генератора увеличивается.

Необходимо помнить, что при резком изменении частоты вращения главного двигателя от 750 до 450 об/мин с помощью рукоятки дистанционного управления напряжение снизится с 230 до 190 В, но валогенератор от шин ГРЩ не отключится, пока происходит работа электродвигателя прокачки масла и производится запуск дизель-генератора. В этот переходный период все электропотребители работают при пониженных напряжении и частоте.

Чтобы напряжение валогенератора резко не снижалось в период запуска дизель-генератора, на момент запуска рукоятку дистанционного управления главным двигателем следует задерживать на 12 с в положении, соответствующем 680 об/мин.

СИСТЕМА ВОЗБУЖДЕНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПЯЖЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ТИПА ЕСС

Опыт эксплуатации судов показывает, что у буксиров-плотоводов проектов Р33Б ходовой режим составляет 90% от общего времени, буксиров проекта Р14 в среднем 86%. Из приведенных данных видно, что из установленных генераторов судовой электростанции интенсивно работает синхронный генератор типа ЕСС с приводом от вала отбора мощности правого главного двигателя, который за навигацию обрабатывает до 2500 часов. Техническая характеристика синхронного генератора ЕСС-81-4 следующая: напряжение — 230 В, мощность — 20 кВт (25 кВа), ток статора — 62,8А; $\cos\varphi = 0,8$; КПД — 87%, ток возбуждения — 28,6 А; напряжение возбуждения — 14,9 В; частота вращения — 1500 об/мин; габариты: длина — 788 мм, ширина — 602 мм, высота — 710 мм, масса — 330 кг.

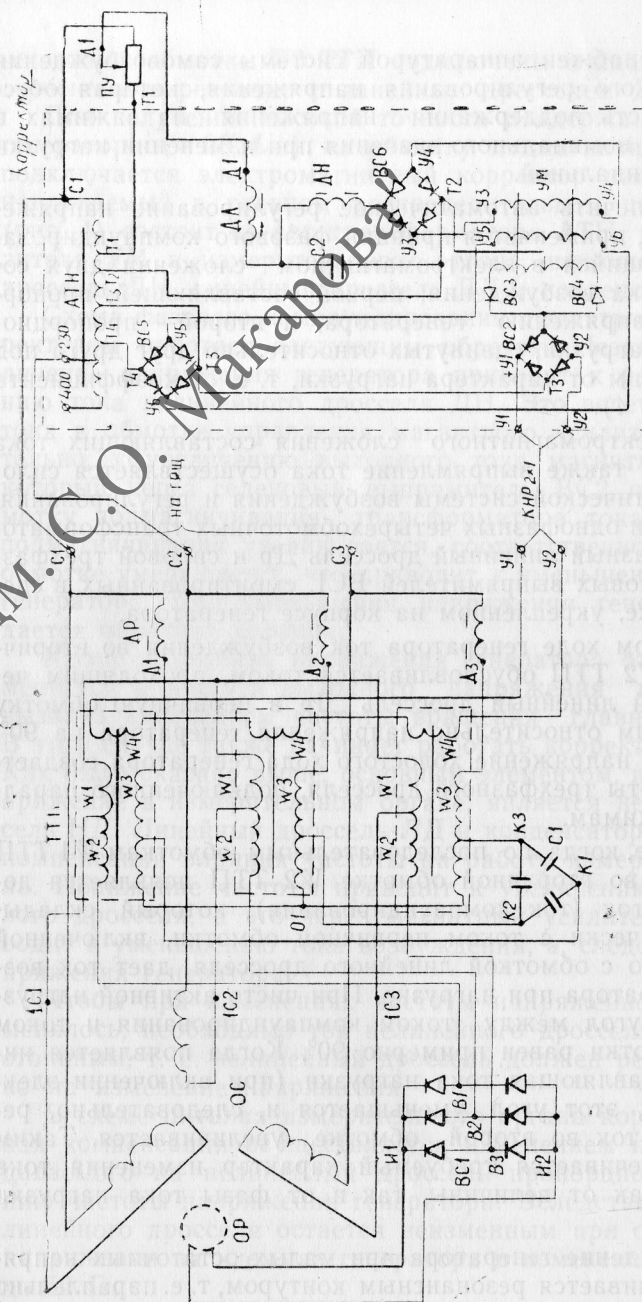


Рис. 4.

ТТ1 — трансформаторы тока с подмагничиванием, выпрямитель селеновый — ВС1, ДР — дроссель, трехфазный, ОС — обмотка статора, ОР — обмотка ротора, С1 — блок конденсаторов, АТН — автотрансформатор напряжения, УМ — усилитель магнитный, АТ — трансформатор, АП — автоматический регулятор напряжения, УМ — усилитель магнитный, ДН — дроссель нелинейный, ДД1 — дроссель линейный, С2 — конденсатор, ВС2, ВС3, ВС4, ВС5, ВС6 — выпрямители селеновые корректора, ПУ — потенциометр уставки.

Генератор снабжен аппаратурой системы самовозбуждения и автоматического регулирования напряжения, которая обеспечивает точность поддержания напряжения на зажимах в пределах $\pm 2\%$ номинального значения при изменении нагрузки от нуля до номинальной.

Чтобы обеспечить автоматическое регулирование напряжения генератора, применяется принцип фазового компаундирования, заключающийся в электромагнитном сложении двух составляющих тока возбуждения: первой составляющей, пропорциональной напряжению генератора, и второй — пропорциональной току нагрузки, сдвинутых относительно друг друга под углом, зависящим от характера нагрузки, т. е. от коэффициента мощности (рис. 4).

Процесс электромагнитного сложения составляющих тока возбуждения, а также выпрямление тока осуществляется силовой частью статической системы возбуждения и регулирования, содержащей три однофазных четырехобмоточных трансформатора ТТП, трехфазный линейный дроссель Др и силовой трехфазный мост селеновых выпрямителей ВС1, смонтированных в специальном ящике, укрепленном на корпусе генератора.

При холостом ходе генератора ток возбуждения во вторичной обмотке W2 ТТП обуславливается током, проходящим через трехфазный линейный дроссель Др в первичную обмотку W3 и сдвинутым относительно напряжения генератора на 90° . Следовательно, напряжение холостого хода генератора создается за счет работы трехфазного дросселя, подключенного параллельно его зажимам.

При нагрузке, когда по последовательным обмоткам W1 ТТП протекает ток, во вторичной обмотке W2 ТТП появляется дополнительный ток (ток компаундирования), который, складываясь геометрически с током первичной обмотки, включенной последовательно с обмоткой линейного дросселя, дает ток возбуждения генератора при нагрузке. При чисто активной нагрузке генератора угол между током компаундирования и током первичной обмотки равен примерно 90° . Когда появляется индуктивная составляющая тока нагрузки (при включении электродвигателей), этот угол уменьшается и, следовательно, результирующий ток во второй обмотке увеличивается. Таким образом, обеспечивается требуемый характер изменения тока возбуждения как от величины, так и от фазы тока нагрузки генератора.

Самовозбуждение генератора при малых остаточных напряжениях обеспечивается резонансным контуром, т. е. параллельно

первичной обмотке W3 ТТП подключены конденсаторы С1, настроенные в резонанс с линейным дросселем Др.

Для получения высокой точности поддержания напряжения генератора ($\pm 2\% U_n$) на обмотку подмагничивания W4 ТТП подключается электромагнитный корректор напряжения, устанавливаемый в главном распределительном щите. Корректор (рис. 4) состоит из автотрансформатора АТН, магнитного усилителя УМ и измерительного органа, имеющего нелинейный дроссель ДН, линейный дроссель ДЛ и конденсатор С2.

Схема фазового компаундирования с электромагнитным корректором работает следующим образом. Незначительное увеличение напряжения генератора приводит к резкому увеличению тока нелинейного дросселя ДН. Это ведет к увеличению тока управления магнитного усилителя и, следовательно, к увеличению выходного тока магнитного усилителя, который через селеновый выпрямитель ВС2 подается на обмотку подмагничивания трансформатора тока W4 ТТП. Ток подмагничивания увеличивается, соответственно ток во второй обмотке уменьшается, что приводит к уменьшению напряжения генератора. При уменьшении напряжения генератора наблюдается обратная картина.

Кроме изменения напряжения генератора от тока нагрузки меняется и частота выходного напряжения генератора. Это вызвано изменением частоты вращения главного двигателя. В этом случае также начинает работать корректор напряжения. Как было сказано выше, основным элементом, измеряющим напряжение в измерительном органе, является нелинейный дроссель ДН. Линейный дроссель ДЛ и конденсатор С2 служат для компенсации влияния частоты на работу измерительного органа. Понижение частоты приводит к увеличению тока нелинейного дросселя, а это через магнитный усилитель и ТТП приводит к уменьшению тока возбуждения, а, следовательно, и напряжения генератора.

Чтобы при изменениях частоты напряжение генератора не менялось, необходимо ток нелинейного дросселя сохранить постоянным, т. е. нелинейный дроссель должен реагировать только на изменение напряжения.

В схеме питания измерительного органа корректора частотная компенсация осуществляется изменением напряжения, подаваемого на нелинейный дроссель пропорционально изменению частоты напряжения генератора. Вследствие этого ток нелинейного дросселя остается неизменным при одном и том же напряжении на клеммах генератора и изменении частоты от 48 до 52 Гц.

Однако при уменьшении числа оборотов главного двигателя во время маневров или при работе с плотом частота напряжения генератора снижается до 46 Гц. Это приводит к увеличению тока нелинейного дросселя и уменьшению напряжения генератора.

Длительная работа генератора на пониженных оборотах приводит к перегреву катушки нелинейного дросселя и выходу его из строя. В этом случае наблюдаем, что напряжение корректором не стабилизируется, т. е. при повышении числа оборотов главного двигателя напряжение увеличивается, а при понижении — уменьшается.

НЕИСПРАВНОСТИ СТАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И КОРРЕКТОРА НАПЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА ЕСС-81-4

При многолетней эксплуатации на судах генераторов типа ЕСС-81-4 выявлена ненадежность их в работе. В навигацию 1975 года на теплоходах был 31 случай выхода из строя генераторов, а для их восстановления затрачено 439 чел/час.

Генераторы имели следующие неисправности в элементах статической системы возбуждения и в блоке корректора напряжения.

1. В силовом блоке регулирования напряжения на корпусе генератора выходит из строя линейный трехфазный дроссель, т. е. перегорает обмотка катушек.

Основная причина перегорания катушек дросселя — увеличение потребляемого тока, которое связано с тем, что валогенератор работает в маневровом или в ходовом режиме с плотом, и частота вращения главного двигателя снижается до 640 об/мин; корректор напряжения стремится повысить напряжение, т. е. ток в обмотке подмагничивания уменьшается, а ток в дросселе увеличивается.

Изменение тока в обмотках трехфазного дросселя и обмотке подмагничивания W_4 в ТТП (рис. 4) при уменьшении частоты вращения валогенератора приведено в табл. 1.

Кроме того, увеличение тока в дросселе происходит по причине обрыва крепления подвижного сердечника из-за вибрации, и тогда уменьшается воздушный зазор. Поэтому в зазоре необходимо устанавливать картонные прокладки.

2. Вследствие перегрева выходит из строя силовой селеновый выпрямитель.

Таблица 1

Частота вращения, об/мин		Напряжение, В	Сила тока дросселя, А	Сила тока обмотки подмагничивания, А
главного двигателя	генератора			
750	1500	228	2,5	0,45
700	1400	225	3,0	0,40
650	1300	225	3,2	0,40
600	1200	218	3,5	0,38
550	1100	211	3,5	0,35
500	1000	185	3,5	0,35

3. От вибрации происходят обрывы проводов, соединяющих последовательно обмотки подмагничивания трансформаторов тока, тогда напряжение резко возрастает до 300 В.

4. В корректоре напряжения выходят из строя автотрансформатор и потенциометр марки ППБ-25 Г 13 сопротивлением 100 Ом, мощностью 25 Вт по причине виткового замыкания в обмотке трансформатора и перегрузки при выходе из строя нелинейного дросселя. В этом случае напряжение резко повышается.

Для повышения надежности валогенератора на судах выполнены следующие работы:

перемотаны катушки линейного трехфазного дросселя в соответствии с заводскими обмоточными параметрами в случае их перегорания;

произведено изменение схемы возбуждения генератора, т. е. из схемы исключен линейный трехфазный дроссель и вместо него установлен блок конденсаторов с переключением обмоток трансформаторов тока ТТП;

заменен силовой селеновый выпрямитель шестью кремневыми диодами марки ВК-10 или ВК-50;

для устранения воздействия вибрации блок регулирования напряжения по согласованию завода-изготовителя снят с корпуса генератора и установлен на переборке машинного отделения;

в блоке корректора напряжения вновь установлены и подключены к зажимам С1 и 230 предохранители типа ДПК-45 для защиты от перегорания автотрансформатора и резистора при витковом замыкании в обмотке;

в блоке корректора напряжения селеновые выпрямители заменены диодами Д226.

РЕМОНТ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

При выходе из строя линейного трехфазного дросселя блока регулирования напряжения производится его ремонт по следующей технологии. Разрезается и удаляется оболочка терморезистивного компаунда, затем снимается обгоревшая обмотка трех катушек. На сердечник наматываются три новые катушки медным проводом марки ПЭТВ или ПЭВ-2 диаметром 1,3 мм. Витков в катушке — 370, число слоев — 8, витков в слое — 47, витков в последнем слое — 41, масса провода — 2,86 кг.

После перемотки катушки пропитываются шеллачным лаком и затем просушиваются.

Просушенные и испытанные на повышенное напряжение катушки не покрываются терморезистивным компаундом — охлаждение катушек воздушное.

Для перемотки катушки автотрансформатора блока корректора также разрезается и удаляется оболочка терморезистивного компаунда.

На сердечник автотрансформатора сечением $22 \times 30 \text{ мм}^2$ наматывается новая обмотка из медного провода марки ПЭТВ или ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм.

Общее число витков катушки 2500. Число витков по отпайкам: С1, Т1 — 120; С1, Т2 — 500; С1, Т3 — 1190; С1, Т4 — 1290; С1, Т5 — 1440; С1, Т6 — 2500. Слоев в катушке — 18, витков в слое — 140, витков в последнем слое — 120, масса провода 0,3 кг.

ИЗМЕНЕННАЯ СХЕМА ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ВАЛОГЕНЕРАТОРА ЕСС-81-4

Для восстановления работоспособности, сокращения времени ремонта и простоя теплохода при выходе из строя линейного трехфазного дросселя валогенератора автором предложена измененная схема возбуждения валогенератора (рис. 5). В блоке регулирования напряжения на корпусе генератора из схемы исключается линейный трехфазный дроссель. Вместо дросселя устанавливается блок конденсаторов С емкостью 30 мкФ в каждом плече, соединенный в треугольник. Новый блок конденсаторов собирается следующим образом: существующие конденсаторы резонансного контура отключаются от трансформаторов тока ТТП и используются в новом блоке, т. е. к существующим конденсаторам (20 мкФ в каждом плече) подключаются вновь установленные на место демонтированного дросселя

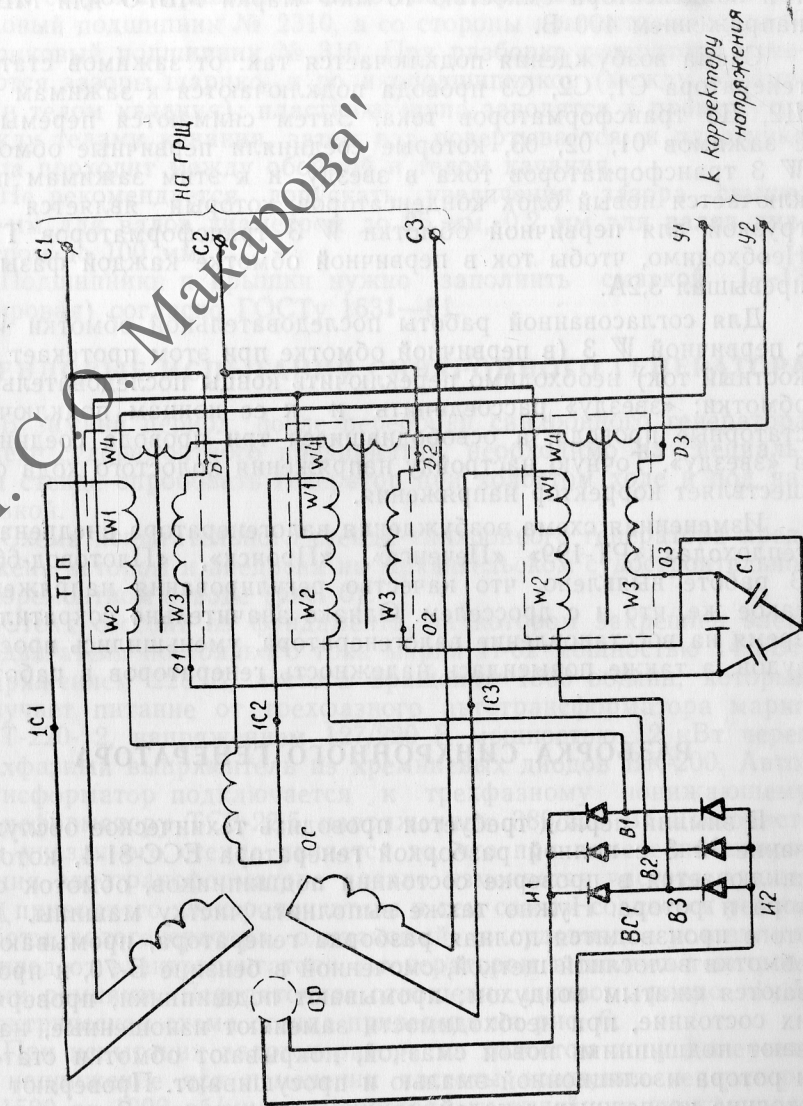


Рис. 5.

ТТП — трансформаторы тока с подмагничиванием, обмотки — W1 — последовательная, W2 — вторичная, W3 — первичная, W4 — размагничивающая, ВС1 — трехфазный выпрямитель, С1 — блок конденсаторов, ОС — обмотка статора, ОР — обмотка ротора.

три конденсатора емкостью 10 мкФ марки МБГО или МБГП напряжением 400 В.

Схема возбуждения подключается так: от зажимов статора генератора С1, С2, С3 провода подключаются к зажимам Д1, Д2, Д3 трансформаторов тока. Затем снимаются переключки с зажимов О1, О2, О3, которые соединяли первичные обмотки W 3 трансформаторов тока в звезду, и к этим зажимам подключается новый блок конденсаторов, который является нагрузкой для первичной обмотки W 3 трансформаторов ТТП. Необходимо, чтобы ток в первичной обмотке каждой фазы не превышал 3,2А.

Для согласованной работы последовательной обмотки W 1 с первичной W 3 (в первичной обмотке при этом протекает емкостный ток) необходимо переключить концы последовательной обмотки: «звезду» рассоединить и к ее концам подключить статорные провода, а освободившиеся три провода соединить в «звезду». Точную настройку напряжения холостого хода осуществляет корректор напряжения.

Измененная схема возбуждения валогенератора внедрена на теплоходах «РТ-199», «Печенга», «Пронск», «Плотовод-663». В работе выявлено, что качество регулирования напряжения такое же, что и с дросселем. Однако значительно сократилось время на восстановление валогенератора, уменьшились простои судов, а также повысилась надежность генераторов в работе.

РАЗБОРКА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

В зимний период требуется проводить техническое обслуживание № 3 с полной разборкой генератора ЕСС-814, которое заключается в проверке состояния подшипников, обмоток статора и ротора. Нужно также выполнить чистку машины. Для этого производится полная разборка генератора, промываются обмотки волосистой щеткой, смоченной в бензине Б-70, и продуваются сжатым воздухом; промывают подшипники, проверяют их состояние, при необходимости заменяют изношенные, набирают подшипники новой смазкой, покрывают обмотки статора и ротора изоляционной эмалью и просушивают. Проверяют состояние крепежных деталей, собирают генератор. Затем проверяют равномерность воздушного зазора в генераторе, измеряют сопротивление изоляции, опробуют генератор при холостом ходе и под нагрузкой, обращая внимание, есть ли ненормальный шум, вибрация, искрение.

Со стороны привода на валогенераторе устанавливается роликовый подшипник № 2310, а со стороны контактных колец — шариковый подшипник № 310. При разборке генератора измеряются зазоры шарико- и роликоподшипников (между обоймами и телом качания): пластинки шупа заводятся в промежуток между телами качания, затем вал поворачивается, и пластинка шупа проходит между обоймой и телом качания.

Не рекомендуется допускать увеличения зазора свыше: 0,1 мм для валов диаметром до 25 мм, 0,2 мм для валов диаметром до 100 мм.

Подшипники и крышки нужно заполнить смазкой 1—13 (жировая) согласно ГОСТу 1631—61.

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

В зимний период, после переборки синхронного генератора в цехе судоремонтного предприятия, необходимо на специальном стенде опробовать генератор при холостом ходе и под нагрузкой.

Схема испытательного стенда синхронного генератора предложена автором и внедрена на Архангельском судостроительно-судоремонтном заводе (рис. 6).

Стенд состоит из фундамента, на котором закреплен электродвигатель постоянного тока марки П-62 мощностью 14 кВт, напряжением 220 В, частота вращения 1500 об/мин, который получает питание от трехфазного автотрансформатора марки РНТ-220-12, напряжением 127/220 В мощностью 12 кВт через трехфазный выпрямитель из кремниевых диодов ВК-200. Автотрансформатор подключается к трехфазному понижающему трансформатору ТСЗ-22,5 напряжением 380/220 В. Достоинством указанного стенда является то, что при изменении напряжения автотрансформатора плавно изменяется частота вращения приводного электродвигателя и тем самым создается режим работы валогенератора, одинаковый с судовыми условиями. Привод от электродвигателя с генератором выполнен текстурными ремнями. Передаточное отношение шкивов равно 1:1. Электрическая схема стенда приведена на рис. 6.

При испытании валогенератора на холостом ходе измеряется напряжение при изменении частоты вращения генератора от 1500 до 1000 об/мин, замеряется ток линейного трехфазного дросселя и ток обмотки подмагничивания блока корректора.

Затем генератор проверяется под нагрузкой, для чего к зажимам генератора подключается электродвигатель переменного тока.

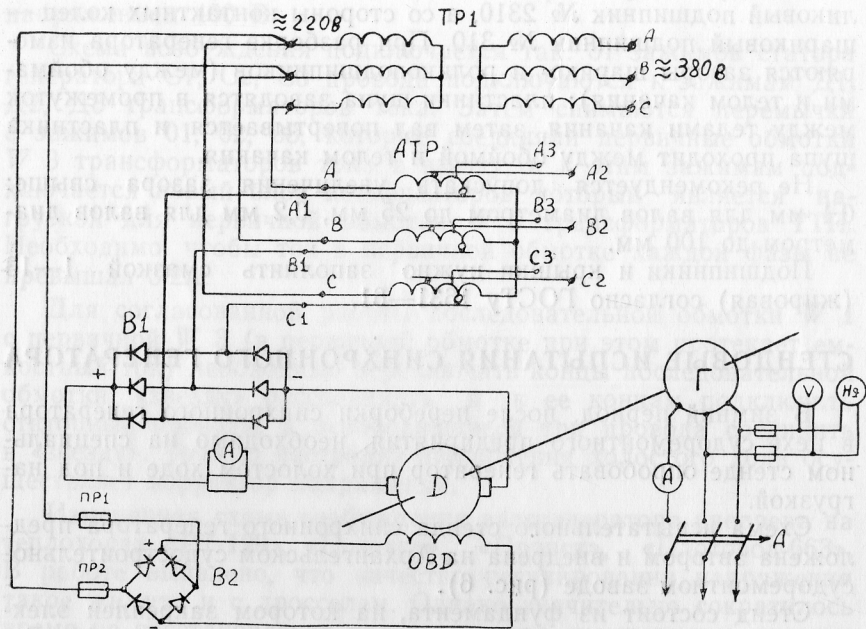


Рис. 6.

ТР1 — понижающий трансформатор ТСЗ-22,5 Р-22,5 кВА. $U = 380/220$ В, АТР — трехфазный автотрансформатор РНТ-220-12, Р-12 кВт, Д — электродвигатель постоянного тока П-62, Р-14 кВт, 220 В 1500 об/мин, В1 — выпрямитель трехфазный из кремниевых диодов ВК200, В2 — выпрямитель однофазный из диодов ВК10. ПР1, ПР2 — предохранители трубчатые ПР-1. Г — испытуемый синхронный генератор.

ПРОВЕРКА ЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ

Для нечастых включений и отключений, защиты от перегрузки и от коротких замыканий на фидерах дизель-генератора, валогенератора, щита питания с берега и электропривода гидравлической лебедки установлены автоматические выключатели типа АЗ100Р.

На всех отходящих фидерах электропотребителей установлены автоматические выключатели типа АП50. Выключатели имеют непосредственное ручное управление.

Согласно «Правилам классификации и постройки судов внутреннего плавания»¹ у автоматических выключателей гене-

раторов судовой электростанции защита ежегодно проверяется и регулируется на ток срабатывания при перегрузках и коротких замыканиях. Защита автоматических выключателей электропотребителей проверяется и регулируется при среднем ремонте судна. При этом составляется акт испытаний устройств тепловой и максимальной защиты на ток срабатывания при перегрузках и коротких замыканиях.

Автоматические выключатели типа АЗ100Р и АП50 для защиты имеют комбинированный расцепитель, состоящий из теплового элемента, который срабатывает при перегрузке с обратно зависимой от тока выдержкой времени, и электромагнитного, срабатывающего при коротких замыканиях мгновенно.

Тепловые элементы комбинированных расцепителей в спокойном состоянии выключателей типа АЗ100Р при одновременном прохождении переменного или постоянного тока во всех полюсах с холодного состояния, при длине провода не менее 1,5 м до источника и надлежащего сечения, в вертикальном положении выключателя не должны срабатывать при токе 1,1

Таблица 2

Автоматический выключатель	Защищаемый электроагрегат	Номинальный ток автомата, А	Комбинированный расцепитель максимального тока		Допустимые отклонения от номинального значения тока, А	
			номинальный ток, А	номинальная уставка на ток срабат., А	нижний предел	верхний предел переменного тока
АЗ114Р	Генератор ЕСС-81-4 Р-20 кВт	60	60	600	420	780
АЗ114Р	Генератор МСК-82-4 Р-30 кВт	100	100	1000	700	1300
АЗ114Р	Генератор МС-82-4 Р-25 кВт	80	80	800	560	1050
АЗ134Р	Генератор МСК-83-4 Р-50 кВт	150	150	1050	900	1200
АЗ124Р	Щит питания с берега	80	80	800	560	1050
АЗ114Р	Электродвигатель гидролебедки	60	60	600	420	780

¹ Речной регистр РСФСР, М., 1977, т. 1.

номинального и должны срабатывать в течение не более одного часа при токе 1,45 номинального.

Токи срабатывания электромагнитных элементов расцепителей автоматов АЗ100Р указаны в табл. 2.

Следует принять, что электромагнитные элементы расцепителей на нижнем пределе не должны срабатывать, а на верхнем пределе должны четко срабатывать.

Проверку на срабатывание электромагнитных и тепловых расцепителей производят на специальных переносных или стационарных стендах. В качестве источников электрической энергии при проверке аппаратов защиты в судовых условиях можно использовать аккумуляторные батареи типа НКН или 6СТЭ-180.

Необходимый испытательный режим создают последовательным включением в цепь катушки расцепителя регулируемого сопротивления из нихромовой проволоки.

Вследствие больших габаритов нагрузочного устройства указанный переносной стенд применяется для проверки реле с током уставки не свыше 300 А.

Для проверки электромагнитных расцепителей на ток срабатывания при максимальной нагрузке до 1000 А применяется стационарный стенд на переменном токе, состоящий из регулируемого автотрансформатора типа ЛАТР-2 напряжением 0-250 В, мощностью 2 кВт и силового трансформатора типа ТБА, у которого вторичная обмотка перемотана шиной сечением 300 мм², с числом витков 11.

Во вторичную обмотку силового трансформатора подключаются измерительный универсальный трансформатор тока УТТ-6М1, амперметр шкалой 0-1000А и испытуемый аппарат защиты. Схема испытательного стенда приведена на рис. 7.

Автоматические выключатели марки АП50-3МТ или АП50-2МТ с расцепителями 1, 6, 2, 5, 4, 6, 10, 16, 25, 30, 35, 40, 50А имеют также комбинированный расцепитель. Тепловой расцепитель не должен срабатывать в течение 1 ч при токе 1,1 номинального и должен срабатывать через 30 мин при токе 1,35 номинального.

Электромагнитный расцепитель должен мгновенно срабатывать при 7—8-кратном номинальном токе.

ЗАРЯДКА КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

При зарядке аккумуляторов от навесных генераторов Г-732 мощностью 1,2 кВт главных двигателей часто выходит из строя привод генератора (поломка и износ шестерен). Поэтому для

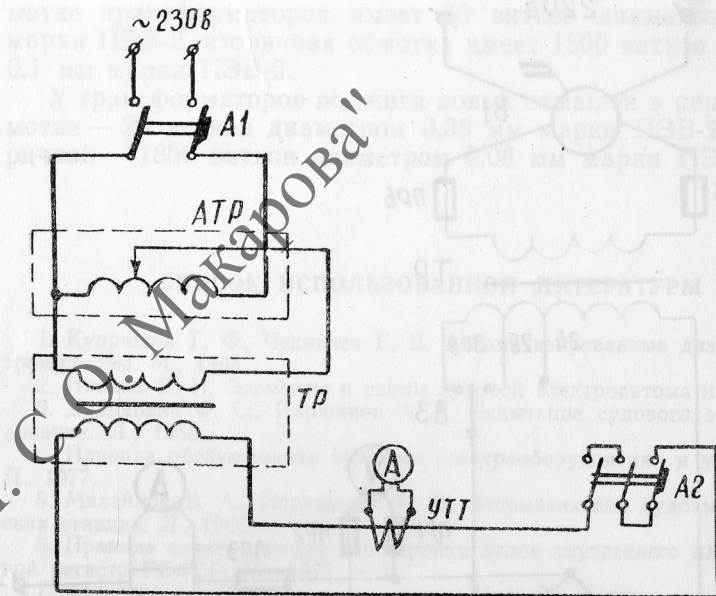


Рис. 7.

ЛАТР — автотрансформатор ЛАТР-2, ТР — силовой трансформатор ТБА, А — амперметр, шкала 0 — 1000 А, А1 — автоматический выключатель АП50-2МТ, А2 — испытуемый автоматический выключатель, УТТ — измерительный трансформатор тока типа УТТ-6М1

зарядки применяется вновь устанавливаемый селеновый выпрямитель марки ВСА-6К с питанием от судовой электростанции. Навесные генераторы в этом случае в работе не используются. Выпрямитель не имеет устройства для регулировки зарядного тока, для этого в цепь питания последовательно включен реостат типа Р-0,5. В настоящее время выпрямители ВСА-6К сняты с производства и для судов изготавливается выпрямитель из комплектующих деталей, предложенный автором. Он уже внедрен на теплоходе «Ровдино».

Выпрямитель, собираемый на судоремонтном предприятии, состоит из понижающего однофазного трансформатора марки ОСР-0,7 мощностью 0,7 кВА, напряжением 220/24, 28, 30 В, четырех кремниевых диодов ВК-10, переключателя 2ППН-45, амперметра, вольтметра. Схема выпрямителя приведена на рис. 8.

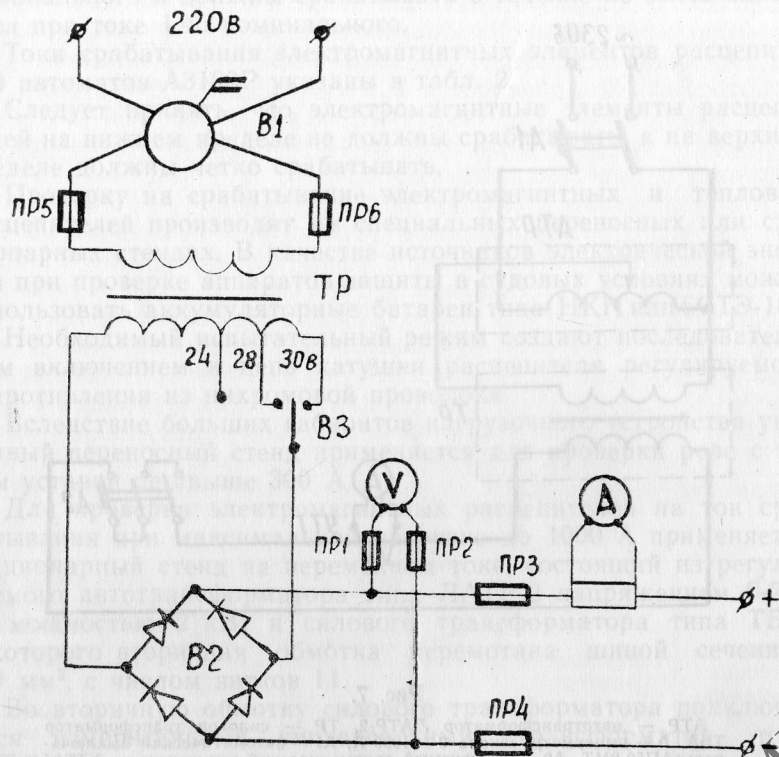


Рис. 8.

ТР — трансформатор понижающий ОСР-0,7 Р-0,7 кВА, $U = 220/24, 28, 30$ В.
 В1 — пакетный выключатель ПК2-10, В2 — выпрямитель из кремниевых диодов ВК10, В3 — переключатель 2ППН-45, ПР1-ПР4 — предохранители БЗ-20, ПР5, ПР6 — предохранители ПР-2.

РЕМОНТ СВЕТОИМПУЛЬСНЫХ ОТМАШЕК

На теплоходах эксплуатируются светоимпульсные отмашки марки СИО-18У и новые, улучшенной конструкции, СИО-24/220.

В работе возникают частые неисправности и на устранение их затрачивается значительная трудоемкость. Выходят из строя блоки питания, ламподержатели, лампы ИФК-120, импульсные трансформаторы поджига.

В настоящее время улучшена конструкция ламподержателей ИФК-120, она отливается из капрона, а трансформаторы под-

жига перематываются силами электрослесарей. Первичная обмотка трансформаторов имеет 30 витков диаметром 0,55 мм марки ПЭВ-2, вторичная обмотка имеет 1500 витков диаметром 0,1 мм марки ПЭВ-2.

У трансформаторов поджига новых отмашек в первичной обмотке — 20 витков диаметром 0,38 мм марки ПЭВ-2 и во вторичной — 1800 витков диаметром 0,08 мм марки ПЭВ-2.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшов Г. Ф., Чекменев Е. Е. Автоматизированные дизельные электроагрегаты. М., 1964.
2. Иванов В. И. Элементы и схемы судовой электроавтоматики. М., 1973.
3. Давидович Ф. С., Паршинов А. А. Испытание судового электрооборудования. Л., 1965.
4. Правила обслуживания судового электрооборудования и ухода за ним. Л., 1977.
5. Михайлов В. А., Норневский Б. И. Автоматизация судовых электрических станций. Л., 1966.
6. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания. Речной регистр РСФСР. М., 1977, т. 1.
7. Каталоги и информационные листки Информэлектро.

Бесплатно.

Серегин Виктор Алексеевич

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
РЕЧНЫХ БУКСИРОВ**

Редактор Е. Г. Аушева
Технический редактор Н. Б. Буйновская
Корректор А. А. Фонтейнес

Сдано в набор 15/ХІІ 1978 г. Подписано в печать 6/ІІ 1979 г.
Форм. бум. 60×84¹/₁₆ (бум. тип. № 1). Физ. печ. л. 1,75.
Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,413. Тираж 1000. Ст. 00368.
Заказ № 10630. Бесплатно.

Северо-Западное книжное издательство,
Архангельск, пр. П. Виноградова, 61.

Типография им. Склепина издательства Архангельского обкома КПСС,
Архангельск, набережная В. И. Ленина, 86.

БОЕВО ВО "ТУМРФ ИМ. адм. С.О. Макарова"