

# Устройство и принцип действия генераторов постоянного тока.

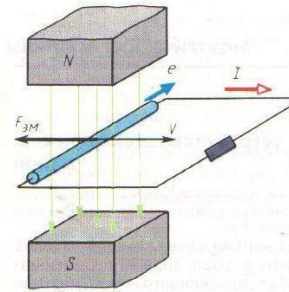
Если концы витка через контактные кольца соединить с внешней цепью, то в цепи будет протекать переменный ток с частотой

$$f = \frac{pn}{60},$$

где  $p$  — число пар полюсов;  
 $n$  — скорость вращения витка (якоря), об/мин.

Вращение витка в магнитном поле

## тока.



Электрические машины предназначены для преобразования механической энергии в электрическую и обратно. В первом случае электрические машины называются генераторами, во втором — двигателями.

Так, из закона электромагнитной индукции следует, что если проводник перемещать перпендикулярно линиям магнитного поля, то в нем будет наводиться эдс в направлении, указанном на рис. 144, а, а ее значение определится формулой

$$e = Blv,$$

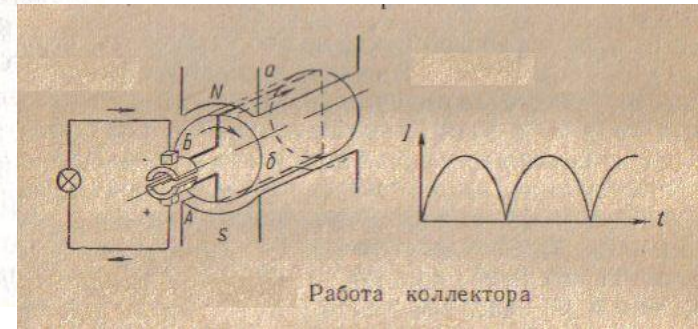
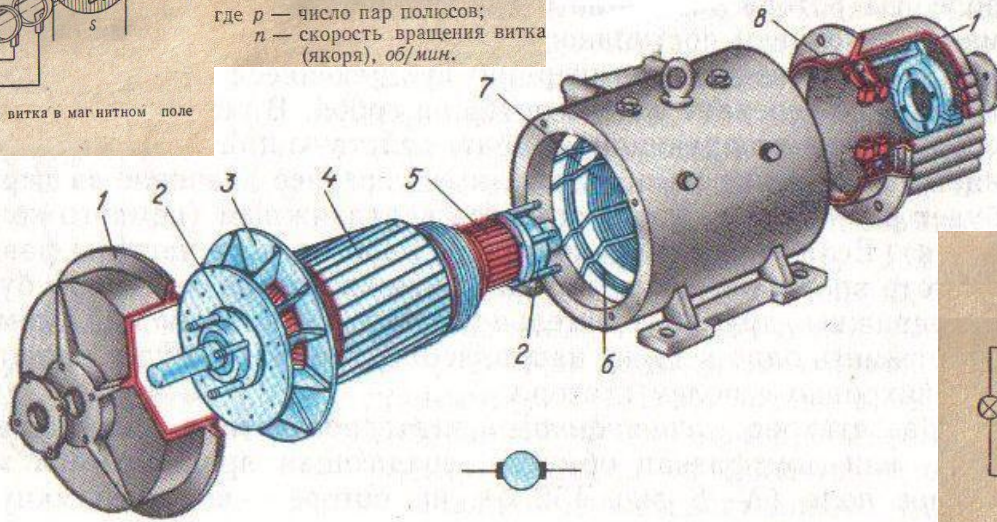
где  $B$  — магнитная индукция, В·с/м<sup>2</sup>,  $l$ ,  $v$  — длина, м, и скорость, м/с, перемещения проводника.

Электрическая мощность, отдаваемая во внешнюю цепь с учетом сопротивления проводника  $R$ , будет отличаться на значение потерь мощности в проводнике  $RI^2$ :

$$UI = EI - RI^2.$$

Сократив все члены на  $I$ , получим уравнение электрического состояния цепи

$$U = E - RI.$$



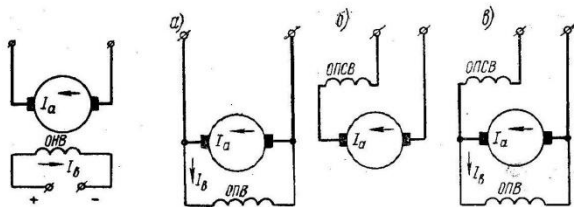
Работа коллектора

Различают независимое возбуждение (рис. 159, а) — питание обмотки возбуждения от независимого источника и самовозбуждение — питание обмотки возбуждения от генератора.

Простейший коллектор состоит из двух полуколец — коллекторных пластин (рис. 1.3, а), к которым присоединены концы витка якоря. Коллектор вращается вместе с якорем и является его неотъемлемой частью. К коллекторным пластинам прижимаются неподвижные щетки, при помощи которых внешняя цепь присоединяется к обмотке якоря.

Самовозбуждение в генераторах постоянного тока может быть осуществлено при соединении обмоток возбуждения с обмоткой якоря: параллельном (рис. 159, б), последовательном (рис. 159, в) и смешанном — согласном или встречном (рис. 159, г).

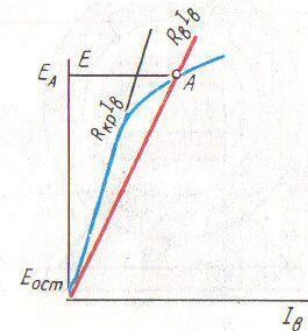
Самовозбуждение генератора происходит при наличии трех условий: 1) остаточного магнитного потока, создающего  $E_{ост}$  (рис. 161); 2) совпадения направления поля обмотки возбуждения с направлением остаточного магнитного потока; 3) сопротивления обмотки возбуждения (при параллельном возбуждении) меньше критического, т. е. когда ток возбуждения способен достигнуть значения, обеспечивающего на характеристике холостого хода заданное значение эдс  $E_A$ .



Генераторы с самовозбуждением:

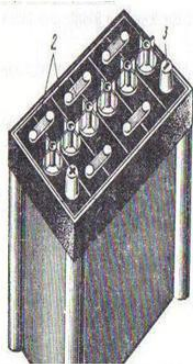
а) — параллельным; б) — последовательным; в) — смешанным

Схема генератора с независимым возбуждением



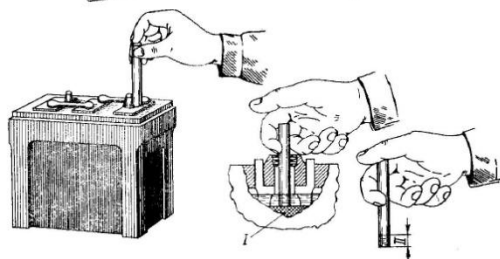
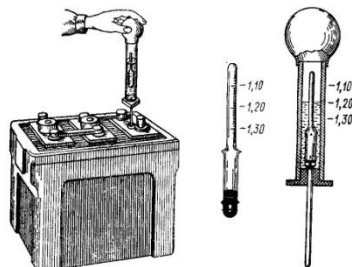


# Требования Российского Речного Регистра к судовым аккумуляторным батареям и помещениям.



Химические реакции при разряде и заряде имеют вид:  
 разряд  $Pb + 2 H_2SO_4 + PbO_2 \rightarrow 2 PbSO_4 + 2 H_2O$ ;  
 заряд  $2 PbSO_4 + 2 H_2O \rightarrow Pb + 2 H_2SO_4 + PbO_2$ .

Как видно, разряд аккумулятора сопровождается выделением воды, что приводит к уменьшению плотности электролита.



**Обслуживание.** При эксплуатации кислотных аккумуляторов в период навигации необходимо выполнять работы, установленные ТО № 1 и 2. Перечень этих работ аналогичен работам по обслуживанию щелочных аккумуляторов.

Основной величиной, определяющей пригодность батареи к эксплуатации, является ее емкость, измеряемая в ампер-часах при контрольном цикле «заряд—разряд». При этом цикле батарея полностью заряжается током нормального режима. Через час после заряда батарею снова ставят на заряд и ведут контроль «кипения». Если интенсивное выделение газов наступает не более чем через 2 мин после повторного включения на заряд во всех элементах, то заряд считается оконченным.

После заряда тщательно проверяют и корректируют плотность электролита во всех элементах батареи, а затем разряжают током десятичасового режима, т. е. током, численно равным 0,1 ее емкости. Во время разряда значение тока поддерживают постоянным. Батарею разряжают до тех пор, пока напряжение хотя бы на одном элементе не снизится до 1,7 В. При этом напряжение замеряют через каждый час, а в конце разряда — через каждые 15 мин. Емкость определяется произведением силы разрядного тока на время разряда. Если емкость батареи, полученная при контрольном цикле, окажется ниже паспортной, то необходимо отправить батарею в ремонт для восстановления емкости. Батарея, имеющая емкость при первом контрольном цикле выше 80% номинальной, может быть использована для эксплуатации на судне.

При использовании кислотных аккумуляторов для питания электростартера двигателя внутреннего сгорания после каждой неудавшейся попытки запуска необходимо делать перерыв на 10—15 с, а кнопку стартера держать включенной не более времени, указанного в инструкции по эксплуатации стартерной установки.

Если батарея после лечебных циклов имеет емкость менее 80% номинальной, то ее следует сдать в ремонт.

В аккумуляторных должен иметься пятипроцентный водный раствор кальцинированной соды для нейтрализации действия кислоты, попавшей на тело или одежду, и десятипроцентный раствор нашатырного спирта.

При эксплуатации щелочных кадмиево-никелевых и железо-никелевых аккумуляторов (батарей) необходимо:  
 содержать в чистоте аккумуляторы, аккумуляторные ящики и стеллажи;

смазывать техническим вазелином никелированные, не покрытые лаком детали аккумуляторов (при этом не следует смазывать резиновые прокладки пробок и покрытые черным лаком корпуса);

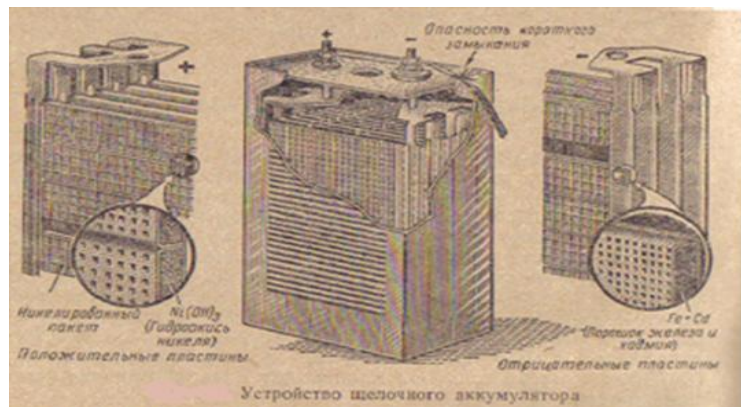
периодически прочищать вентиляционные отверстия и сточные отверстия деревянных ящиков батарей;  
 поддерживать уровень электролита над верхним краем пластин в пределах 5—12 мм, а плотность составного калиево-литиевого раствора — в пределах 1,19—1,21 г/см<sup>3</sup>;

заряжать щелочные аккумуляторы постоянным нормальным током заряда.

В случае необходимости можно снизить значение тока до половины. Заряд очень малыми токами ухудшает работу этих аккумуляторов. Заряд следует производить при снятых пробках. После заряда аккумуляторы нужно протереть и поставить на место пробки. «Кипение» аккумуляторов не является признаком конца заряда. Аккумулятор заряжается нормальным током заряда в течение 6 ч. Разряд аккумуляторов можно производить любым током до конечного напряжения, значение которого зависит от длительности разряда (при восьмичасовом и более длительном режиме разряда — не ниже 1,1 В, при одночасовом — не ниже 0,5 В).

Для нейтрализации действия щелочи, попавшей на тело или одежду, необходимо пользоваться трехпроцентным раствором борной кислоты.

Уровень электролита удобно проверять с помощью стеклянной трубки. Опустив трубку до упора в предохранительный щиток или пластину, закрывают верхний конец ее и вынимают из аккумулятора. По мениску в трубке определяют уровень электролита над пластинами.



Химический процесс в никель-кадмиевом аккумуляторе описывается уравнением  $2Ni(OH)_2 + KOH + Cd = 2Ni(OH)_2 + KOH + Cd(OH)_2$ ; в никель-железном —  $2Ni(OH)_2 + KOH + Fe = 2Ni(OH)_2 + KOH + Fe(OH)_2$

**Обслуживание.** При эксплуатации щелочных аккумуляторов в период навигации необходимо выполнять работы, предусмотренные техническими обслуживаниями (ТО) № 1 и 2.

При ТО № 1, проводимом ежедневно, следует:

а) очистить батарею от пыли; электролит, пролитый на поверхность батареи, вытереть чистой ветошью, смоченной в нашатырном спирте или десятипроцентном растворе кальцинированной соды, после чего батарею вытереть насухо;

б) проверить целостность сосудов аккумуляторов по отсутствию течи электролита;

в) проверить крепление и плотность контактов наконечников проводников с выводами батарей, убедиться в отсутствии местных нагревов;

г) по щитовому вольтметру проверить напряжение батареи.

ТО № 2 проводится один раз в неделю. При этом необходимо выполнять все работы ТО № 1 и дополнительно к ним:

а) проверить степень разряженности каждого элемента аккумуляторной батареи с помощью аккумуляторного пробника;

б) проверить уровень электролита, и если он ниже нормального уровня, добавить до нормы;

в) измерить сопротивление изоляции батарей с помощью высокоомного вольтметра, которое должно быть для батареи напряжением до 25 В не менее 100 кОМ, напряжением 25 В и выше — не менее 0,5 МОМ;

г) проверить и записать температуру электролита во всех элементах. Если электролит отдельных аккумуляторов имеет более высокую температуру, чем других, то в первых необходимо ежедневно проверять температуру электролита;

д) очистить вентиляционные каналы аккумуляторов;

е) проверить состояние и работу вентиляционного устройства аккумуляторного помещения.

Все работы по техническому обслуживанию аккумуляторов, а также данные наблюдений за температурой, плотностью и уровнем электролита записывают в судовой аккумуляторный журнал.

# Основные неисправности в схемах управления электроприводов.

Признаки неисправности	Причины	Способы устранения
<i>Общие неисправности</i>		
Не срабатывает ни один из аппаратов станции управления. Электродвигатель не запускается	Сгорели плавкие вставки предохранителей в цепи главного тока; не включен или отключился автоматический выключатель на шите питания электропривода	Проверить предохранители и заменить сгоревшие плавкие вставки
Напряжение на станцию управления подано, но электродвигатель не включается	Сгорели плавкие вставки в цепи управления Закли контакты максимального реле Неисправность цепей и вспомогательных контактов датчиков автоматизированных установок, включенных в оперативные цепи линейного контактора Обрыв цепи питания катушки линейного контактора Обрыв в обмотке катушки линейного контактора Заземление или замыкание в цепи кнопки «Стоп»	Проверить предохранители и заменить сгоревшие плавкие вставки Проверить состояние цепи и устранить заедание Проверить оперативные цепи и состояние вспомогательных контактов датчиков, устранить неисправности Проверить контрольную лампой катушечное состояние контактов кинопочного поста или командоаппарата. Устранить повреждение Заменить катушку Отключить питание электродвигателя автоматическим выключателем или рубильником на шите. Устранить заземление или замыкание Проверить состояние контактов и пружинок контактора и устранить повреждение
При нажатии кнопки «Стоп» электродвигатель не останавливается	Приварились или заклинились контакты линейного контактора	Проверить состояние контактов и пружинок контактора и устранить повреждение
Чрезмерный бросок тока при пуске электродвигателя	Неисправны контакторы (реле) ускорения, малое выдержки времени на пусковых ступенях Приварились контакты реле (контакторов) ускорения, заклинились или неисправны пружины	Проверить исправность и последовательность работы, отрегулировать выдержку времени контакторов (реле) ускорения Проверить состояние контактов реле (контакторов) ускорения и устранить повреждение
<i>Специфические неисправности в схемах управления электроприводами постоянного тока</i>		
При пуске без нагрузки электродвигатель идет вразнос, при пуске под нагрузкой не запускается, срабатывает защита. Обмотка возбуждения исправна	Нарушены цепи обмотки возбуждения	Проверить оперативные цепи возбуждения, а также добавочный, установочный и регулирующий резисторы и устранить неисправности
Электродвигатель под нагрузкой работает с повышенной частотой вращения	Обрыв перемычки, шунтирующей часть установочного резистора в цепи независимого или параллельного возбуждения	Проверить и восстановить перемычку
Электродвигатель даже при небольшой нагрузке и полностью выведенном резисторе работает с пониженной частотой вращения	Контактный хомутник перемычки, шунтирующей часть установочного резистора, включенного в цепь обмотки возбуждения, сдвинут в сторону уменьшения сопротивления установочного резистора	Проверить, установить контактный хомутник на место и укрепить
Электродвигатель работает с пониженной частотой вращения	Не шунтируются отдельные ступени пусковых реостатов вследствие неисправности контактов (реле) ускорения	При отсутствии метки или следа найти положение хомутника по частоте вращения, погрузить тахометром Проверить и восстановить цепи питания катушек контакторов (реле) ускорения

Признаки неисправности	Причины	Способы устранения
При опускании кнопки «Пуск» электродвигатель чрезмерно перегревается	Заедают подвижные части контакторов или реле ускорения Неисправность в цепи вспомогательных контактов линейного контактора, шунтирующих пусковую кнопку Не работают все или отдельные контакторы (реле) ускорения Короткое замыкание в цепи резисторов Резистор замкнут на корпус	Проверить и обеспечить свободу движения подвижных частей Проверить цепь, шунтирующую пусковую кнопку, и устранить неисправность Проверить и устранить неисправности контакторов (реле) ускорения Осмотреть резисторы и устранить неисправности Проверить изоляцию резисторов и устранить неисправности Проверить и восстановить цепь поджать контакты резисторов
Электродвигатель неидя остановить командоконтроллером	Заземление или короткое замыкание в проводах цепи управления или в командоконтроллере	Остановить электродвигатель отключив цепь управления рубильником и устранить заземление или короткое замыкание
Реверсивные контакторы разных направлений включаются одновременно	Приварились контакты одного из реверсивных контакторов Неисправна механическая блокировка	Проверить и зачистить контакты Проверить блокировку, свободный ход ее, устранить перекос и повреждение блокировки
Реверсивный электродвигатель работает только в одном направлении	Повреждена катушка контактора обратного направления Неисправна цепь питания катушки контактора обратного направления Неисправна механическая блокировка. Заклинило в разомкнутом положении конечный выключатель обратного направления Повреждены удерживающие катушки тайм-такторов	Проверить катушку и отремонтировать ее или заменить Проверить цепи питания и состояние контакторов командоаппарата или кинопочного поста Осмотреть и отремонтировать механическую блокировку. Осмотреть конечный выключатель и устранить заклинивание Проверить цепь удерживающих катушек и в случае неисправности катушки заменить ее
При включении тайм-такторов ускорения линейный контактор отключается вследствие срабатывания максимального реле	Разрегулировались тайм-такторы Приварились контакты у тайм-такторов или контактора ускорения	Проверить и отрегулировать тайм-такторы Разъединить контакты и зачистить или заменить их Отрегулировать натяжение пружин и нажатие контактов
При пуске электродвигателя линейный контактор включается и отключается	Электродвигатель перегружен Неисправны цепи питания удерживающих тайм-такторов	Устранить перегрузку Проверить цепи питания катушек тайм-такторов, неисправные катушки заменить
При нажатии кнопки «Пуск» после остановки электродвигателя вследствие срабатывания максимального реле пуск электродвигателя не происходит	После отключения электродвигателя контакты максимального реле вследствие заедания остались выключенными	Устранить заедание
При пуске линейный контактор не срабатывает, включаются реверсивные контакторы	Неисправна катушка линейного контактора Плохой контакт у вспомогательного контакта реверсивного контактора в цепи катушки линейного контактора Разрегулировался линейный контактор. Заедают его подвижная часть	Заменить неисправную катушку Устранить неисправность Проверить работу линейного контактора, отрегулировать или заменить пружины. Устранить заедание подвижной части

Признаки неисправности	Причины	Способы устранения
Электродвигатель остановился самопроизвольно	Сгорели предохранители в цепи управления, нет напряжения в сети Нарушена цепь катушки или контакторов реле напряжения Нарушена цепь катушки линейного или реверсивного контактора Неисправны контакты командоконтроллера Прекратилась подача питания от сети	Устранить причину сгорания предохранителей, заменить их; принять меры к восстановлению напряжения в сети Проверить контрольной лампой цепь катушки или контактов реле напряжения и устранить неисправности; при повреждении катушки заменить ее С помощью контрольной лампы определить место обрыва в цепи катушки линейного контактора, обращая особое внимание на контакты командоаппарата; устранить нарушение цепи; при обрыве в катушке контактора заменить ее Проверить состояние контакторов командоконтроллера и устранить неисправность Проверить наличие питания и в случае его отсутствия принять меры к восстановлению
<i>Специфические неисправности в схемах управления электроприводами переменного тока</i>		
Двигатель не включается, ни один из аппаратов не работает	Сгорели предохранители цепи трансформатора или выпрямителя, питающих оперативные цепи	Проверить предохранители, устранить причину их перегорания. Неисправные предохранители заменить
Контакторы не включаются, электродвигатель не вращается и гудит	Неисправность трансформатора или выпрямителя, питающих оперативные цепи Разомкнуты контакты теплового реле Сгорел предохранитель одной из фаз силовой цепи Сгорел нагревательный элемент	Проверить цепи; устранить неисправность Завести контакты реле кнопкой возврата Проверить предохранитель и нагревательный элемент теплового реле Устранить причину неисправности; заменить перегоревший предохранитель; замкнуть накоротко сгоревший нагревательный элемент и заменить его новым или сменить электротепловое реле
Частота вращения электродвигателя недостаточна	Неисправны контакторы, сгорели катушки или нарушены их цепи	Проверить и сменить сгоревшие катушки; проверить и восстановить цепи катушек контакторов частоты вращения
Электродвигатель отключается тепловым реле	Перегрузка электродвигателя Сгорел предохранитель одной из фаз силовой цепи	Принять меры к снятию перегрузки Проверить предохранитель, устранить причину его перегорания; заменить предохранитель; завести тепловое реле



# Техническая эксплуатация систем автоматизации судовых технических средств машино-котельного отделения.

Средства автоматики обеспечивают включение и выключение установки в зависимости от температуры воды в котле, регулирование температуры воздуха в помещениях, подпитку котла водой при падении давления в нем, а также защиту при остановке топливного насоса, погасания факела или невоспламенении топлива. В схему управления котла 1 КОАВ 68 (рис. 161) включены: реле температуры воды (термореле) 6, фотореле 8, трансформатор зажигания с электродами 7, реле 14 температуры воздуха в помещениях и электродвигатели 13, 16 насосов 12, 15.

Действие средств автоматики котла КОАВ 68 в принципе аналогично схеме управления котлов КВА 0,5/5. При установке переключателя на щите управления в положение «Автоматическая работа» включаются циркуляционные насосы 15, прокачива-

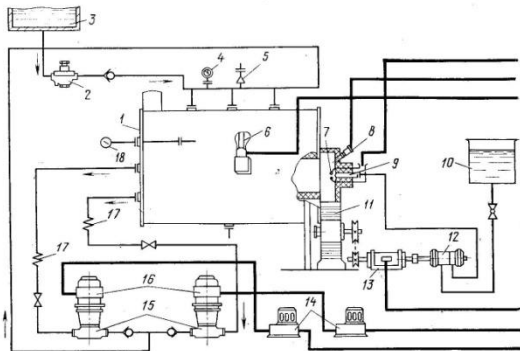
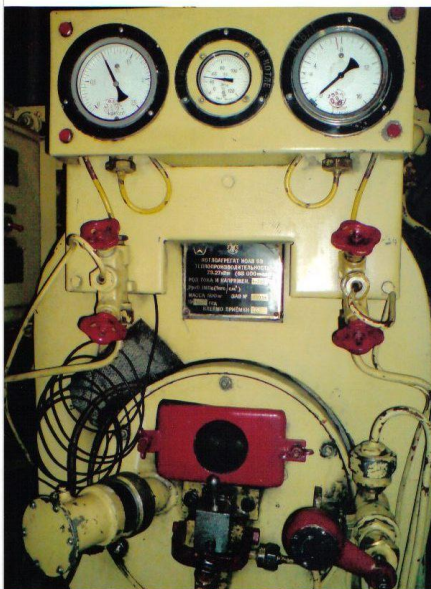


Схема автоматического управления котельной установки КОАВ 68



ющие воду через систему отопления, трансформатор зажигания и электродвигатель 13. Последний приводит в действие вентилятор 11 и топливный насос 12, соединенный трубопроводом с топливной цистермой 10 и форсушкой 9. Порядок включения топливного насоса и принцип работы фотореле 8 рассмотрены выше.

Термореле 6 поддерживает температуру горячей воды в пределах 80—110°С. С достижением верхнего предела температуры оно разрывает цепь управления вентилятором, топливным насосом и трансформатором зажигания, а при падении температуры до 80°С снова включает котел в работу.

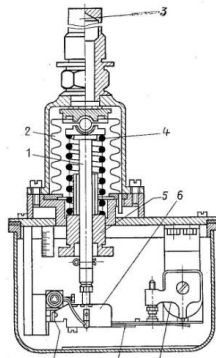
Реле 14 температуры воздуха в помещении работает также по принципу «включено — выключено». С достижением верхнего предела настройки оно размыкает цепь управления циркуляционными насосами 15, а при снижении температуры воздуха в судовых помещениях до 16°С снова подключает их к отопительным батареям 17.

Подпитка котла водой из пневмоцистерны 3 производится через клапан 2, срабатывающий при падении давления в котле до 0,18 МПа.

При ручном управлении контроль за работой котла осуществляется по манометру 4, предохранительному клапану 5 и манометрическому термометру 18.

Чувствительный элемент реле температуры горячей воды, включенного в схему рассмотренной автоматики (рис. 162), представляет собой термобаллон 3, заполненный ацетоном. При достижении предельной температуры воды пары ацетона, сжимая сильфон 2 и установочную пружину 4, смещают вниз шток 1, что приводит к повороту рычага 6 контактного устройства по часовой стрелке. Пластины 8 рычага размыкают контакты в коробке 7, и цепь управления котлом обесточивается. При падении температуры воды до минимального значения шток под давлением пружины и сильфона смещается вверх, замыкая контакты в цепи управления, и включает котел в работу.

Настройка реле на требуемый режим работы осуществляется регулировочной гайкой 5, изменяющей упругость пружины,



Реле температуры воды

**Техническое обслуживание реле.** В процессе эксплуатации следует периодически осматривать реле и проверять их работу.

В случае подгорания контактов, появления на них окислов надо очистить их надфилем, а затем протереть чистой ветошью. Запрещается чистить контакты наждачным полотном или другим абразивным материалом или смазывать их каким-либо жиром. При необходимости контакты регулируют. Нажатие контактов должно составлять 0,25—0,35 Н.

Механизм реле необходимо очищать от пыли мягкой кистью, а затем продувкой воздухом.

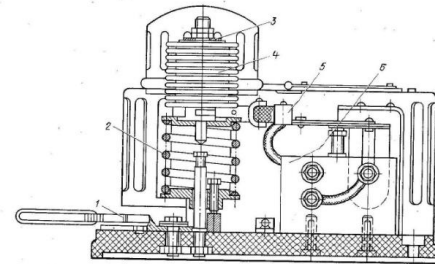
Цапфы осей механизма смазывают маслом МВП или аналогичным ему. Для качественного смазывания масло следует наносить только на хорошо промытые и тщательно высушенные поверхности, без пыли и следов моющей жидкости; в каждый узел вводить минимальную дозу, во время смазывания и при последующих операциях смазанные детали нужно тщательно оберегать от пыли и других загрязнений.

и штифтом 9, устанавливающим зазор между штоком и контактным устройством.

Аналогично работает и реле температуры воздуха (рис. 163). Чувствительным элементом такого реле является сильфон 4, внутренняя полость которого заполнена бутаном. Верхняя часть сильфона с помощью скобы 3 неподвижно прикреплена к корпусу, а нижняя — свободна и опирается на пружину 2. При повышении температуры воздуха под давлением паров бутана нижняя часть сильфона смещается вниз и рычаг 5 размыкает контакты в коробке 6, что приводит к выключению циркуляционных насосов. Включение последних происходит при снижении температуры воздуха до установленных пределов.

Настройка реле производится рукояткой 1, при повороте которой в ту или другую сторону можно сжимать или разжимать установочную пружину.

Как видно из рассмотренного, несмотря на различия, существующие между принципиальными схемами и конструкцией котлов, ряд узлов их систем автоматического управления аналогичен. Поэтому в настоящее время широкое применение в системах управления различными водогрейными котлами получили унифицированные автоматизированные форсунки АФ66С 220 и АФ66С 24. Первые из них питаются от сети переменного тока напряжением 220 В, вторые — от сети постоянного тока напряжением 24 В, что позволяет автоматизировать вспомогательные котлы небольших судов, на которых в качестве источников электрической энергии используют аккумуляторные батареи и навесные на главные дизели зарядные генераторы.



Реле температуры воздуха

При замене катушки следует проверить напряжение или ток срабатывания реле, напряжение или ток удерживания реле. Часовые механизмы реле времени проверяют не реже одного раза в год путем приведения реле к срабатыванию. Если при этом обнаружится отклонение времени срабатывания от заданных значений, превышающее отклонения, допускаемые заводскими инструкциями, то часовой механизм надо разобрать и очистить. Особое внимание при проверке следует обратить на первое после длительного бездействия срабатывание.

После изменения уставок, профилактических осмотров, чистки контактов реле необходимо опломбировать.