

# Регулирование частоты вращения приводов судовых устройств.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Регулирование скорости вращения двигателя постоянного тока в соответствии с уравнением скорости возможно изменением сопротивления в цепи якоря, величины магнитного потока полюсов и величины подводимого к двигателю напряжения.

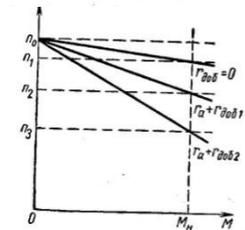
При введении в цепь якоря добавочного сопротивления скорость двигателя снижается. Скорость вращения двигателя при идеальном холостом ходе остается неизменной. Этот способ регулирования скорости получил распространение для всех типов двигателей.

Применение различных по величине добавочных сопротивлений позволяет получить семейство реостатных характеристик с различной степенью жесткости. Однако диапазон регулирования при таком способе сравнительно невелик. В добавочных сопротивлениях происходят значительные потери энергии, пропорциональные относительному изменению скорости. Сопротивления рассчитывают на полный ток нагрузки, поэтому они имеют большой вес и значительные габариты, неудобны в эксплуатации.

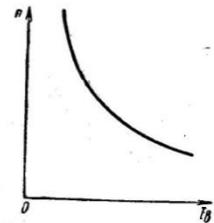
Однако этот способ регулирования скорости электродвигателей с параллельным и смешанным возбуждением применяют довольно широко в схемах электроприводов палубных механизмов.

$$I_a = \frac{M}{k_M \Phi}$$

$$n = \frac{U}{k_e \Phi} - \frac{r_a + r_{доб}}{k_e k_M \Phi^2} M.$$



Естественная и искусственная механические характеристики

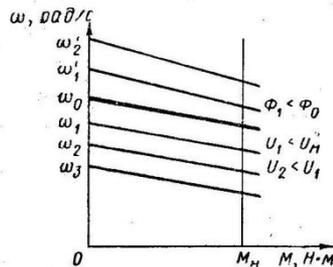


Регулировочная характеристика двигателя с параллельным возбуждением

$$n = \frac{U}{k_e \Phi} - \frac{r_a + r_{доб}}{k_e \Phi} I_a, \quad M_a = \frac{P_a}{\omega} = \frac{30P_a}{\pi \omega}$$

где  $\omega = \frac{2\pi n}{60}$  — угловая скорость вращения.

Регулирование скорости вращения двигателя изменением величины подводимого к нему напряжения возможно лишь в том случае, если двигатель получает питание от отдельного источника электроэнергии. В судовых условиях применяют специальную систему генератор — двигатель (Г—Д).



Искусственные механические характеристики двигателей постоянного тока при изменении подводимого напряжения или магнитного потока

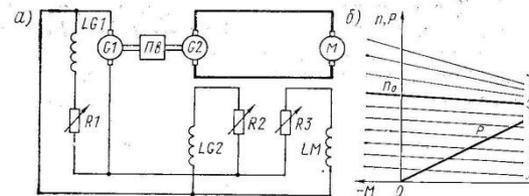
Регулирование скорости вращения искусственным изменением величины скольжения возможно, как это следует из механических характеристик двигателя с фазным ротором, введением в цепь ротора добавочных сопротивлений.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

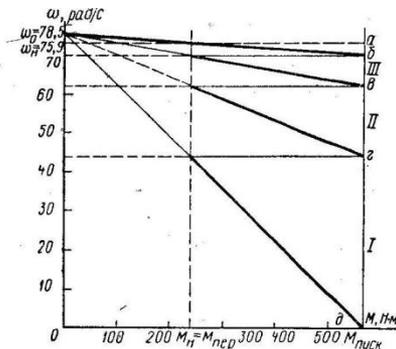
Из уравнения скорости асинхронного двигателя

$$n_2 = \frac{60f_1}{p} (1-s)$$

видно, что скорость его может регулироваться изменением величины скольжения  $s$ , частоты  $f_1$  и числа пар полюсов  $p$ .



Электропривод системы Г—Д:  
а — схема; б — механические характеристики

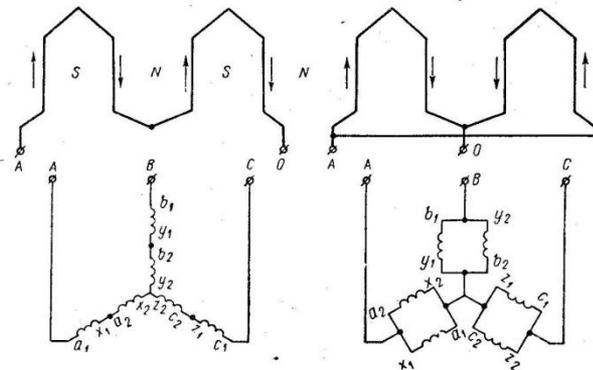


Пусковая диаграмма асинхронного двигателя с фазным ротором

При регулировании скорости вращения изменением числа пар полюсов скорость уменьшается обратно пропорционально их числу. Однако этот способ приемлем только для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.

Для получения различного числа пар полюсов двигатель должен иметь несколько обмоток, соответственно ступеням скорости, или его фазные обмотки должны состоять минимум из двух частей (катушек), которые можно соединять последовательно или параллельно.

При последовательном соединении частей фазной обмотки вращающееся магнитное поле имеет четыре полюса, при параллельном — два. Статорные обмотки переключаются при сохранении постоянного момента с одиночной звезды на двойную или при постоянной мощности с треугольника на двойную звезду.



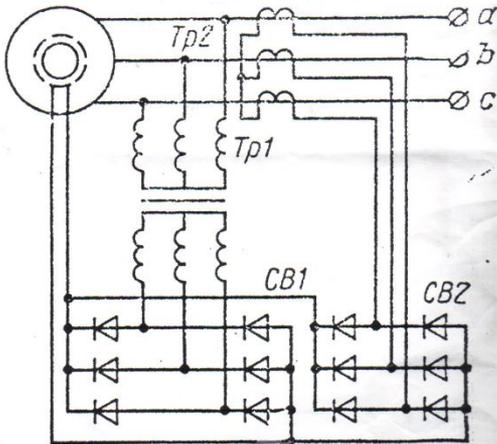
Переключение фазных обмоток статора для получения разного числа полюсов вращающегося магнитного поля

Якорное устройство				Электродвигатель				
Калибр цап, мм	Глубина станины, мм	Длина цап, мм	Радиус вырезания в цап, мм	Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Ток, А	Предельный момент, дин·м
31—40	100	220	20	МАП 511-4/8/16	15 4,2	1410 675 295	30,8 40 32	30 52 22
43—46	100	300	20	МАП 611-4/8/16	22 4,2	1440 655 310	43 58 40	53 76 45
49—53	100	300	25	МАП 612-4/8/16	28 30 10	1440 690 320	57,5 86,5 49	80 100 68
57—62	100	300	25	МАП 711-4/8/16	60 55 20	1425 700 325	113 134 68	115 150 95

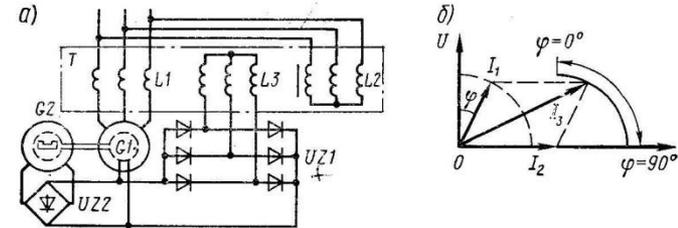
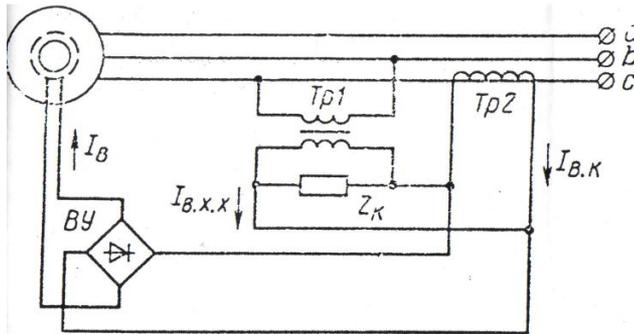
Примечание. Редуктор якорного механизма цилиндрическо-конический.

# Система автоматического регулирования напряжения синхронных генераторов.

Принципиальная схема системы возбуждения СГ с прямым токовым компаундированием



Принципиальная схема возбуждения СГ с прямым фазовым компаундированием

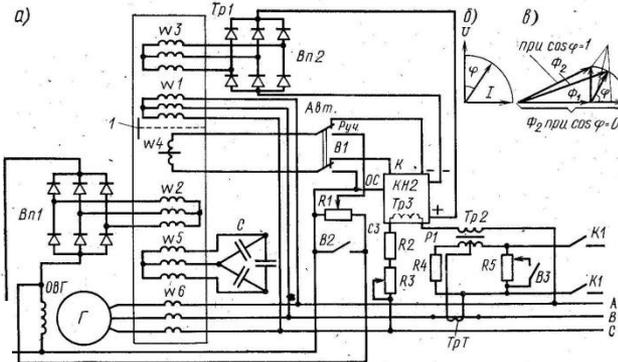


Фазовое компаундирование самовозбуждающегося синхронного генератора:  
а — схема; б — векторная диаграмма напряжения и токов трансформатора фазового компаундирования

Стабилизация напряжения генератора при нагрузке с различным  $\cos\varphi$  обеспечивается трехфазным трехобмоточным трансформатором фазового компаундирования  $T$ . На трансформаторе расположены две первичные обмотки — тока ( $L1$ ), напряжения ( $L2$ ) и вторичная (выходная) обмотка ( $L3$ ). От обмотки  $L3$  через выпрямитель  $UZI$  получает питание обмотка возбуждения генератора  $G1$ .

В системах АРН с регулированием по возмущению возбуждение генератора изменяется только в зависимости от силы тока нагрузки. Такие системы называют системами токового (амплитудного) компаундирования. Напряжение же синхронного генератора зависит как от силы тока нагрузки, так и от  $\cos\varphi$ . Индуктивный ток оказывает более сильное размагничивающее действие на генератор, чем активный. Системы токового компаундирования не реагируют на изменение напряжения при изменении  $\cos\varphi$  и поэтому могут стабилизировать напряжение при нагрузке с  $\cos\varphi = \text{const}$ .

Для повышения точности регулирования может быть применен корректор напряжения, получающий питание от трех фаз статора генератора. Трансформатор фазового компаундирования  $T$  в этом случае должен иметь четвертую обмотку — обмотку управления, подключаемую к выходу корректора напряжения. Действие корректора основано на сравнении напряжения генератора с опорным напряжением стабилизатора, в результате которого образуются импульсы тока управления, воздействующие через обмотку управления на напряжение выходной обмотки  $L3$ . Точность поддержания напряжения генератора с системой самовозбуждения и корректора находится в пределах  $\pm 1\%$ .



Система самовозбуждения генераторов ГСС:  
— принципиальная схема; б — векторы напряжения и тока нагрузки; а — упрощенная векторная диаграмма магнитных потоков обмотки  $w2$

Для самовозбуждения синхронных генераторов используется остаточное намагничивание железа ротора. При вращении ротора в статоре наводится небольшая э.д.с., под действием которой в обмотке напряжения  $L2$  трансформатора  $T$  потечет небольшой ток. Магнитное поле этого тока наводит э.д.с. в выходной обмотке  $L3$ , питающей через выпрямитель  $UZI$  обмотку возбуждения генератора. Следовательно, и в обмотке возбуждения генератора потечет небольшой ток, что вызывает увеличение э.д.с. генератора. Описанный процесс повторяется, и генератор возбуждается.

# Техническое обслуживание «Дизель-генераторов»

Во время эксплуатации систематически следить за работой генератора и тщательно обслуживать его.

При ежедневном обслуживании необходимо:

- 1) осмотреть и обтереть генератор;
- 2) проверить на ощупь величину вибрации. Если величина вибрации больше обычной, измерить ее винометром в радиальном направлении вертикально и горизонтально. Двойная амплитуда вибрации генератора при работе с дизелем, измеренная на подшипниковых щитах, не должна превышать 0,2 мм;

- 3) во время работы генератора следить за показаниями амперметра, вольтметра и ваттметра. Превышение нормальных значений, за исключением оговоренных в инструкции перегрузок, не допускается;

- 4) контролировать температуру и шум подшипников. Температуру подшипников контролировать на ощупь, касаясь рукой крышек подшипников в доступных местах. Если перегрев больше обычного, температуру измерить термометром. Нагрев крышек подшипников не должен превышать 75°C;

- 5) контролировать температуру воздуха в помещении, которая не должна превышать плюс 55°C.

Через каждые 200—300 ч. работы генератора, но не реже одного раза в месяц необходимо:

- 1) осмотреть щетки и проверить легкость их хода в обоймах щеткодержателей. Очистить щетки и щеткодержатели от грязи и протереть тряпкой, слегка смоченной в бензине. Износившиеся щетки (высотой менее 15 мм), также поврежденные щетки заменить новыми той же марки. вновь установленные щетки тщательно шлифовать к поверхности контактных колец, протягивая под щеткой по поверхности кольца плотно прилегающую полоску шлифовальной шкурки. Поверхность прилегающая щетки к контактному кольцу должна быть не менее 75% ее площади. После шлифовки к контактным кольцам протереть щетки сухим сжатым воздухом давлением не выше 2 кгс/см<sup>2</sup>;

- 2) протереть контактные кольца сухой чистой без ворса тряпкой и проверить состояние их поверхности. При наличии следов подгара смыть их чистой тряпкой, смоченной в бензине. При хорошо работающих щетках контактные кольца приобретают со временем полированную поверх-

ность с буро-голубым оттенком — политуру, предохраняющую кольца от износа. Политуру надо сохранять.)

Если биение контактных колец больше 0,04 мм или на поверхности имеются глубокие задиры, кольца следует проточить;

- 3) измерить мегаомметром на напряжение 500 В сопротивление изоляции. Сопротивление изоляции обмоток статора и ротора, а также обмоток системы возбуждения по отношению к корпусу и между собой должно быть для новых или вышедших из ремонта машин не менее 5 МОм. Во время эксплуатации сопротивление изоляции не должно падать ниже 0,2 МОм. При более низком сопротивлении изоляции генератор нельзя эксплуатировать до устранения дефекта.

Причиной низкого сопротивления изоляции обмоток является иногда отслаивание изоляции. В этом случае обмотки просушить продуванием через машину горячего воздуха.

При сушке горячим воздухом можно воспользоваться вентилятором или воздуходувкой. Воздух, подводимый к машине, подогреть грелками. Обмотки генератора обдувать по возможности равномерно горячим воздухом, температура которого не должна превышать 90°C.

Через каждые 500 ч. работы, но не реже одного раза в полгода проводить профилактический осмотр генератора в следующем порядке:

- 1) проделать все операции, предусмотренные обслуживанием после 200—300 ч. работы;

- 2) подтянуть болты крепления подшипниковых щитов, подшипниковых крышек, а также болты крепления станины к раме агрегата;

- 3) проверить ключом затяжку контактных болтов блока питания;

- 4) проверить ключом затяжку наконечников выводных концов генератора и системы возбуждения на контактных шпильках и болтах;

- 5) проверить состояние выводных концов, обратить особое внимание на состояние переходов гайки наконечник и изоляцию выводных концов;

- 6) проверить места найки;

- 7) проверить состояние смазки. Если нет засохших участков, смазка сравнительно чистая и не содержит посторонних частиц, частично заменить смазку в каждом подшипни-

Для проверки и смазки переднего подшипникового узла (шарикоподшипника) необходимо:

- 1) отвинтить болты крепления наружной крышки подшипника и снять крышку;
- 2) заложить 20—30 г смазки ЦИАТИМ-202 в крышку и на беговые дорожки подшипника;
- 3) поставить подшипниковую крышку и завинтить болты.)

Пополнять смазку заднего подшипника (роликподшипника) следующим образом:

- 1) снять заглушки с окон заднего щита (в генераторах бесфланцевого исполнения доступ к подшипниковой крышке свободный);

- 2) через окна отвинтить болты, крепящие верхнюю половину наружной крышки роликподшипника, и вынуть крышку через окно;

- 3) заложить 20—30 г свежей смазки ЦИАТИМ-202 в крышку и на беговые дорожки подшипника;

- 4) поставить крышку на место и до отказа завинтить болты;

- 5) поставить на место заглушки.

При неудовлетворительном состоянии смазки заменить и одновременно промыть подшипники (с разборкой агрегата).

Через каждые 3000 ч. работы генератора, но не реже одного раза в три года, провести планово-предупредительный осмотр с разборкой и сборкой машины, промывкой подшипников и заменой смазки, а также изменением полярности контактных колец. При планово-предупредительном осмотре проводить все операции, предусмотренные обслуживанием после 500 ч. работы.

Подшипники промыть 6—8%-ным раствором чистого машинного масла в бензине. Для этого подшипник, сидящий на валу погрузить в ванночку с раствором и вращать до полного удаления старой смазки и грязи.

После промывки подшипник должен легко и свободно вращаться. Заполнить смазкой все пространство между обоймой подшипника и сепаратором, а также примерно одну треть объема камер подшипниковых крышек. Не следует закладывать слишком много смазки в подшипник, так как это вызывает сильное нагревание подшипника при работе.

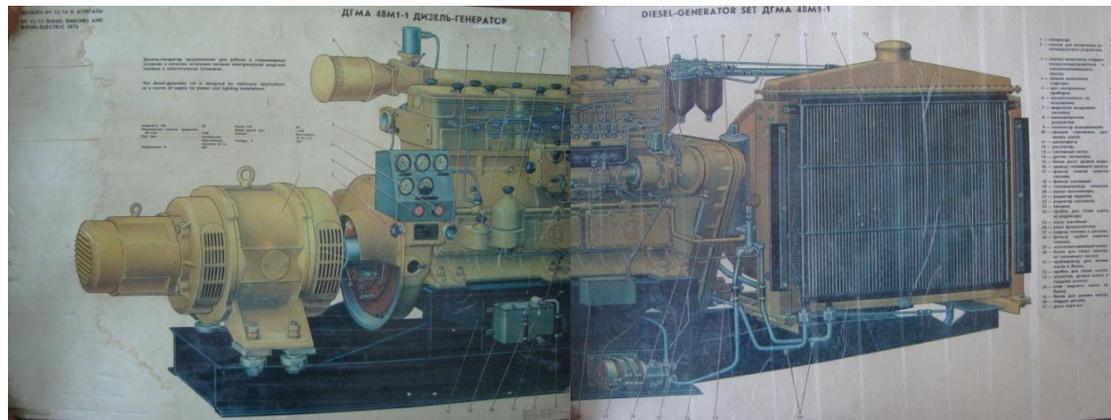
Для изменения полярности контактных колец переместить местами проводники, подходящие к траверсам щеткодержателей.)

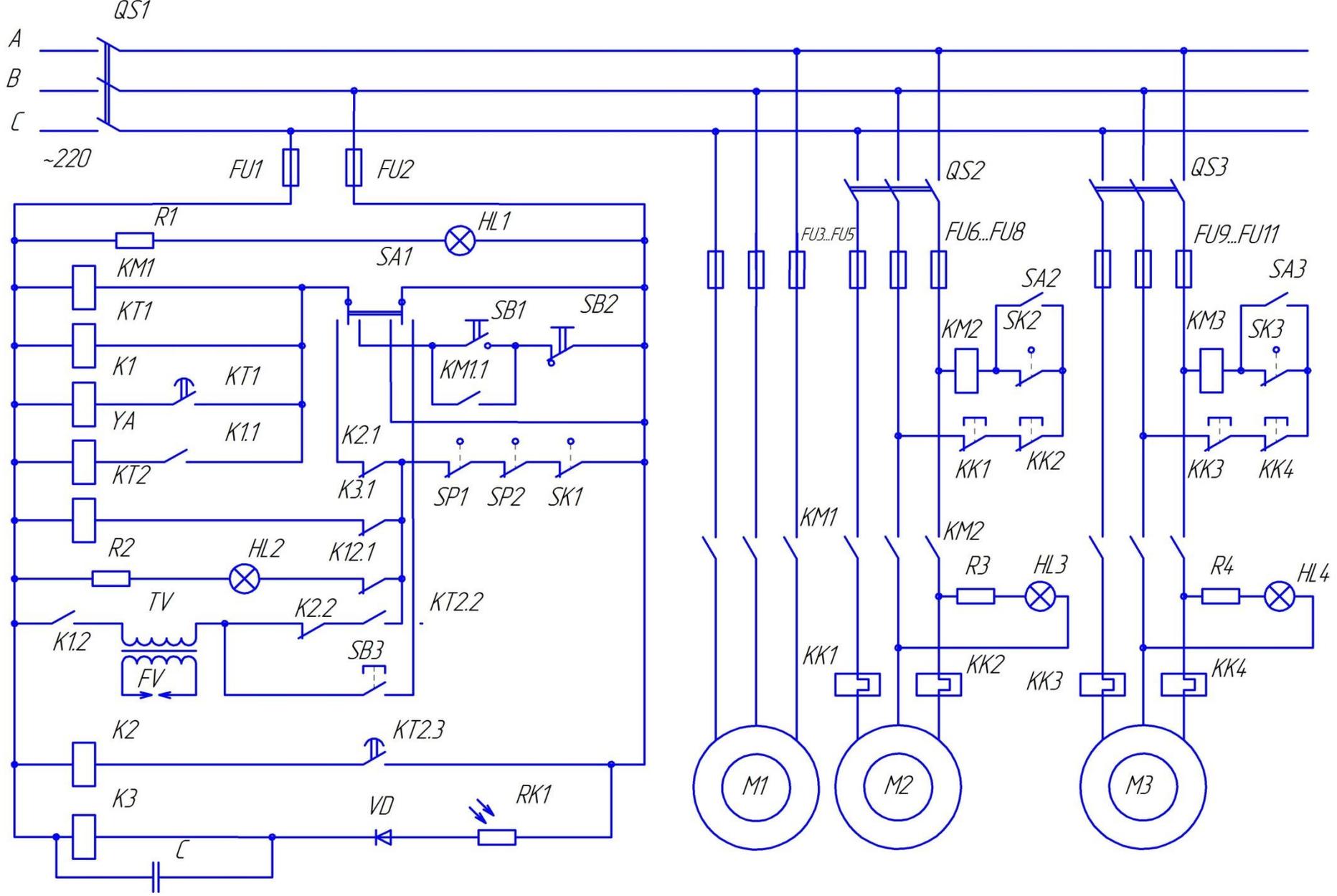
Все сведения о проводимых регламентных работах, профилактических осмотрах, замеченных неисправностях, прохождении ремонта, замене вышедших из строя деталей заносить в журнал регламентных работ и паспорт генератора.

После короткого замыкания в генераторе проверить:

- 1) места найки генератора и системы возбуждения;

- 2) контакты и клеммные доски; при наличии подгорания или нагара на досках следует подчистить и поджать контакты.





**Котельная установка КОАВ-68**