РЯЗАНСКОЕ ВЫСШЕЕ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНОЕ
КОМАНДНОЕ УЧИЛИЩЕ
ИМЕНИ ГЕНЕРАЛА АРМИИ В.Ф. МАРГЕЛОВА

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об официальной регистрации программ на ЭВМ

(электронного учебного пособия)

№ 267

Электронное учебное пособие « Энергоснабжение телекоммуникационных систем. Краткий иллюстрированный курс»

наименование программы на ЭВМ (электронного учебного пособия)

Правообладатель: **РВВДКУ**

Автор (авторы): В.Д. Рогачёв, В.Ю. Гумелёв, Н.Л. Пузевич, А.В. Писарчук, Ю.Н. Меркушов

(фамилия и инициалы)

Зарегистрировано в реестре
программ для ЭВМ и баз данных
14.04.2014 года
(дата регистрации)

Начальник Рязанского высшего
воздушно-десантного командного училища

м.п. генерал-майор А. Концевой
(воинское звание, подпись, инициал, фамилия)

«___» _____ 2014 года

РЯЗАНСКОЕ ВЫСШЕЕ ВОЗДУШНО-ДЕСАНТНОЕ КОМАНДНОЕ УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ ГЕНЕРАЛА АРМИИ В.Ф.МАРГЕЛОВА

Кафедра автомобильной техники

В.Д. Рогачёв, В.Ю. Гумелёв, Н.Л. Пузевич, А.В. Писарчук, Ю.Н. Меркушов

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

учебное пособие

(краткий *иллюстрированный* курс для среднего профессионального образования)

Тема №1
ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 1, лекция

ХАРАКТЕРИСТИКИ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

Цель: изучить характеристики и режимы работы химических источников тока

Учебные вопросы:

1 Классификация и назначение источников электропитания техники связи

2 Назначение, принцип работы, устройство и классификация химических источников тока

3 Основные характеристики химических источников тока

4 Гальванические элементы и батареи

История возникновения и развития химических источников тока нашего времени связана с именами итальянских ученых Л. Гальвани и А. Вольта. В 1791 г. Л. Гальвани, случайно реализовав электрохимическую цепь (электролитом служила физиологическая жидкость мышцы лягушки), выдвинул идею «животного электричества». Иное толкование этим опытам дал А. Вольта. В 1800 г. в качестве доказательства своих взглядов он представил устройства, которые генерировали электрический ток в цепи, не содержащей животные ткани– знаменитый вольтов столб.

Уже в 1800 г. Э. Карлейль и У. Никольсон наблюдали разложение воды на кислород и водород. В 1801 г. русский естествоиспытатель А. А. Мусин-Пушкин продемонстрировал химическое действие вольтова столба на заседании Петербургской Академии наук. Пропуская гальванический ток через увлажненные куски гидроксидов, Г. Дэви (1807) впервые получил металлические натрий и калий.

Изучение свойств гальванического тока привело к результатам, которые ознаменовали начало новой эры в учении об электричестве. Х. Эрстед (1820) сообщил о магнитном действии электрического тока, Г. Ом (1825) установил прямую зависимость силы тока от напряжения в цепи, А. Ампер (1826) разработал теоретические основы электродинамики, М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции (1831) и законы электролиза (1833–1834), Д. Джоуль (1841 – 1843) опубликовал работы по тепловому действию электрического тока. Эти и другие научные достижения заложили основы двух направлений – электрохимии и электротехники.

Новым этапом в развитии источников тока явилось создание гальванических элементов многократного использования – аккумуляторов.
Ж. Раффард уже в 1881 г., использовав усовершенствованную аккумуляторную батарею Г. Планте, построил электроэкипаж как прообраз современного электромобиля (напомним, что автомобиль был изобретен К. Бенцем 5 лет спустя). Использовав аналогичную батарею, Н. Н. Бенардос изобрел электросварку (1882). Вскоре В. Юнгнером (1900) и Т. Эдисоном (1901) были разработаны первые щелочные аккумуляторы, которыми предполагалось заменить слишком тяжелые свинцовые аккумуляторы. Дальнейшее развитие техники привело к тому, что щелочные и кислотные аккумуляторы нашли широкие области применения, почти не испытывая взаимной конкуренции.

Классификация и назначение источников электропитания техники связи

Источники электропитания, в которых происходит преобразование одного из видов энергии (солнечной, тепловой, электромагнитной, механической, химической и т.д.) в электрическую называются источниками первичного электропитания. Это такие источники как электрические генераторы, химические источники тока, солнечные батареи и т.д.

Электропитание радиотехнической аппаратуры осуществляется средствами вторичного электропитания, которые подключаются к источникам первичного электропитания, преобразует их постоянное или переменное напряжение в ряд напряжений различных номиналов как постоянного, так и переменного тока с характеристиками, обеспечивающими нормальную работу РЭА в заданных режимах.

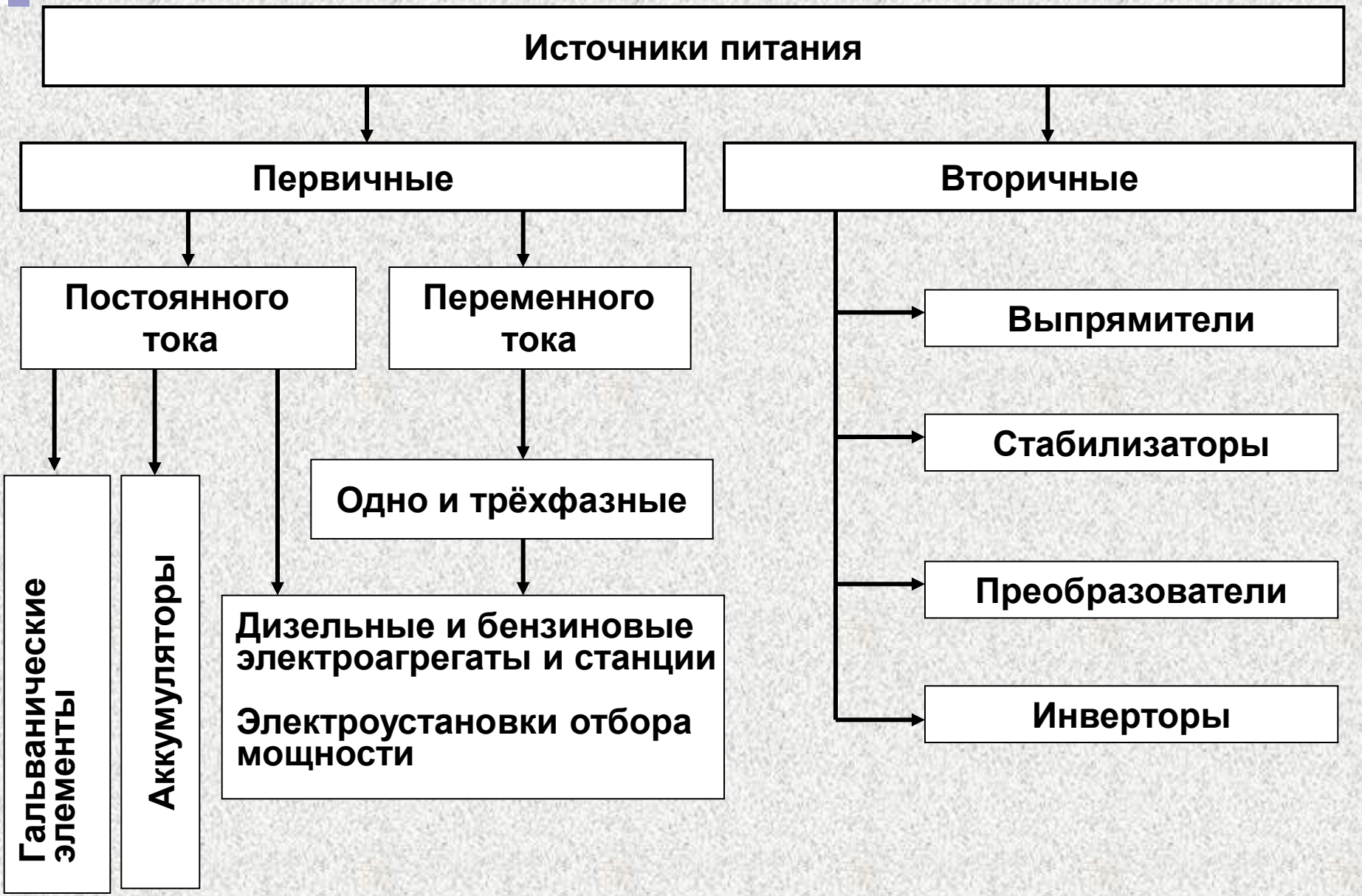
Совокупность технических устройств и способов их использования для электроснабжения установок связи называется системой электропитания.

Отдельные средства, входящие в систему электропитания, составляют элементы, которые можно подразделить на основные и дополнительные.

К основным элементам относятся источники и преобразователи электрической энергии:

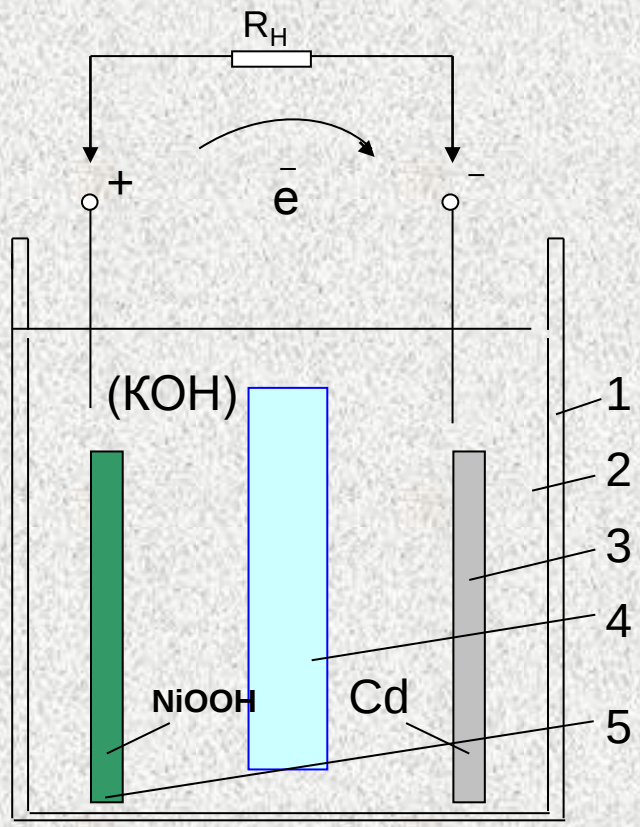
- агрегаты постоянного и переменного тока, электростанции;
- химические источники тока (ХИТ);
- выпрямительные устройства;
- преобразователи напряжения;
- стабилизаторы.

Кроме основных, в систему питания могут входить дополнительные элементы: регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока, аппаратура контроля, управления, сигнализации и защиты, распределительные устройства.


Источники питания
Первичные
Вторичные
Постоянного тока
Переменного тока
Выпрямители
Стабилизаторы
Одно и трёхфазные
Преобразователи
Дизельные и бензиновые электроагрегаты и станции
Электроустановки отбора мощности
Инверторы
Гальванические элементы
Аккумуляторы

Назначение, принцип работы, устройство и классификация химических источников тока

Аккумулятором называется химический источник тока, в котором при разряде на внешнюю нагрузку происходит преобразование химической энергии заложенных в нем активных веществ в электрическую, а при заряде – преобразование электрической энергии внешнего источника тока (зарядного устройства) в химическую энергию активных веществ аккумулятора и ее накопление.



1 – корпус (сосуд); 2 – электролит; 3 – кадмиевый (отрицательный) электрод; 4 – сепаратор; 5 – окисно-никелевый (положительный электрод).

Для щелочного никель-кадмиевого аккумулятора суммарное уравнение химической реакции, происходящей при заряде и разряде, можно представить следующим образом:

$$2NiOOH + Cd + 2H_2O \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftarrows}} 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

При заряде аккумулятора активная масса положительных пластин окисляется – гидрат закиси никеля Ni (OH)2 переходит в гидрат окиси никеля NiOOH, активная масса отрицательных пластин восстанавливается – гидрат окиси кадмия Cd (OH)2 превращается в губчатый кадмий Cd.

Наряду с основной токообразующей реакцией протекают и побочные реакции. В конце заряда аккумулятора (особенно при их перезарядке) на положительном электроде начинается выделение кислорода:

$$4OH^- \quad 2H_2O + O_2 + 4e,$$

а на отрицательном – выделение водорода:

$$2H_2O + 2e \quad 2OH^- + H_2.$$

Суммарный процесс на обоих электродах является процессом электролиза воды и сопровождается усиленным газовыделением. Заряд и разряд аккумулятора составляют его рабочий цикл.

Классификация щелочных аккумуляторов

В зависимости от состава активного вещества электродов различают никель-кадмиевые, никель-железные и серебряно-цинковые щелочные аккумуляторы.

Основным типом аккумуляторов, применяемых в средствах связи, являются никель-кадмиевые аккумуляторы.

Никель-кадмиевые аккумуляторы классифицируются:

а) по способу исполнения:
- открытого исполнения с вентильными пробками;
- герметичные;

б) по конструкции корпуса:
- призматические;
- цилиндрические;
- дисковые;

в) по конструкции электродов:
- ламельные (карманной и таблеточной конструкции);
- безламельные (металлокерамические, прессованные, намазные и др.).

Основные характеристики химических источников тока

E – ЭДС **(Разность потенциалов между выводами химического источника тока при разомкнутой внешней цепи называется его электродвижущей силой)**

U_P – разрядное напряжение **(Разность потенциалов между выводами химического источника тока при нагруженной внешней цепи)**

$$U_P = E - I_H \cdot r_{BH}$$

C – ёмкость ХИТ **(Количество электричества, отдаваемое ХИТ во внешнюю цепь при установленном режиме разряда,** $A \cdot ч$ **)**

$$C = Ip \bullet tp.$$

A = Up • Ip • tp – энергия ХИТ **(Выражается энергия в ватт - часах (Вт • ч).**

Для сравнения химических источников тока часто говорят об удельной емкости или удельной энергии их, т.е. об отношении емкости или энергии ХИТ к его массе в килограммах или объему в литрах

При последовательном соединении ХИТ

U = U1 + U2 + . . . + Un

Rвн = R вн1 + R вн2 + . . . + R вн1 n

C = Ci

Ip = Ip1 = Ip2 = . . . = Ipn

При параллельном соединении ХИТ:

C = C1 + C2 + . . . + Cn

Ip = Ip1 + Ip2 + . . . + Ipn

U = Ui

1 / Rвн = 1 / R вн1 + 1 / R вн2 + . . . + 1 / R вн n

Следует отметить, что последовательно соединяются ХИТ только одинаковой емкости, а параллельно – одинаковой э. д. с. (напряжения).

Гальванические элементы и батареи

Устройства, которые применяют для непосредственного преобразования энергии химической реакции в электрическую энергию, называются гальваническими элементами. Их называют также химическими источниками электрической энергии (сокращенно ХИЭЭ) или химическими источниками тока.

В технике гальваническими элементами принято называть только ХИЭЭ, в которых протекают практически необратимые реакции. Такие ХИЭЭ обычно нельзя перезаряжать: они предназначены для однократного использования (в один или несколько приемов). ХИЭЭ, в которых протекают практически обратимые реакции, называют аккумуляторами: их можно перезаряжать и использовать многократно

Действие любого гальванического элемента основано на протекании в нем окислительно-восстановительной реакции. В простейшем случае гальванический элемент состоит из двух пластин или стержней, изготовленных из различных металлов и погруженных в раствор электролита. Такая система делает возможным пространственное разделение окислительно-восстановительной реакции: окисление протекает на одном металле, а восстановление – на другом. Таким образом, электроны передаются от восстановителя к окислителю по внешней цепи.

Электрический ток, протекающий по внешней цепи гальванического элемента, может производить полезную работу. Работа электрического тока выражается произведением количества прошедшего по цепи электричества на напряжение.

Максимальное значение напряжения гальванического элемента, соответствующее обратимому протеканию реакции, называется электродвижущей силой (э.д.с.) данного элемента.

Почти во всех выпускаемых в настоящее время гальванических элементах анод изготовляется из цинка, а в качестве вещества для катода обычно применяются оксиды менее активных металлов.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить характеристики и режимы работы химических источников тока .

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С.7-30.
2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С.7-14, 25-38.

Тема №1

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 2, групповое

УСТРОЙСТВО И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЩЕЛОЧНЫХ НИКЕЛЬ–КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цель: изучить устройство, маркировку, электрические характеристики, режимы заряда, основные правила эксплуатации щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов

Учебные вопросы:

1 Устройство и электрические характеристики никель-кадмиевых аккумуляторных батарей

2 Режимы работы и правила эксплуатации никель-кадмиевых аккумуляторных батарей

3 Типовые батареи, применяемые в войсках связи

Устройство и электрические характеристики никель-кадмиевых аккумуляторов

Нашей промышленностью выпускаются около 40 типов аккумуляторов, которые классифицируются по ряду признаков:

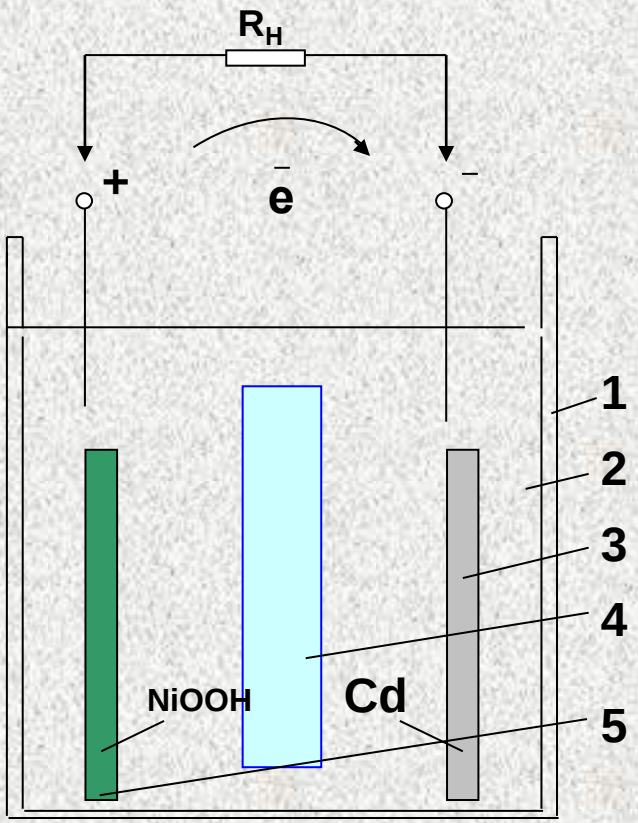
1) по виду электролита:
– кислотные;
– щелочные;

2) по составу активной массы:
– свинцовые;
– никель-кадмиевые;
– никель-железные;
– серебряно-цинковые;

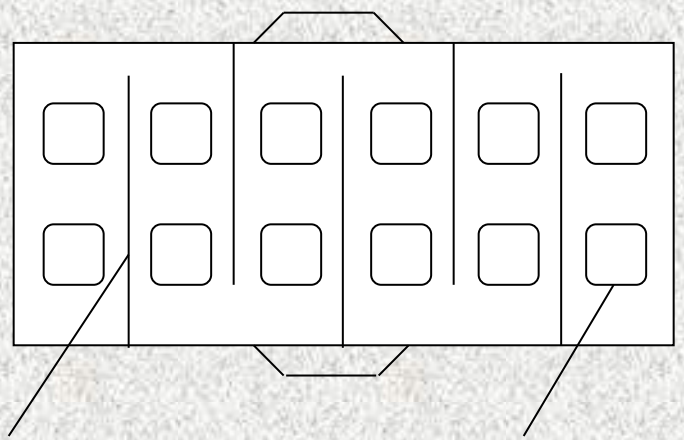
3) по конструкции электродов:
– ламельные;
– безламельные (прессованные, металлокерамические, таблеточные);

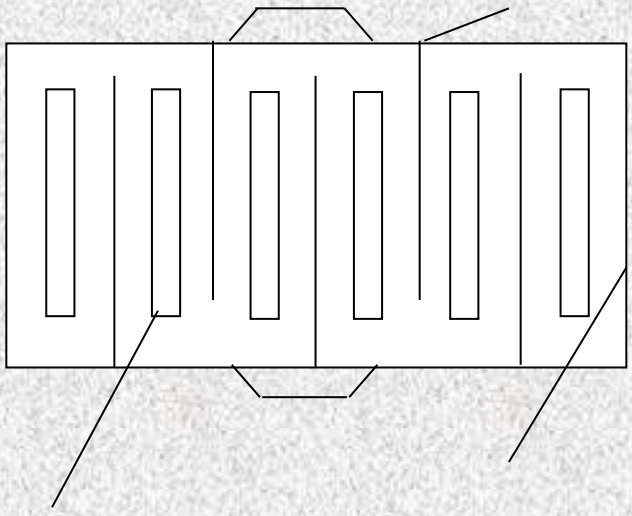
4) по конструктивному исполнению:
– открытые;
– непроливаемые;
– герметизированные (дисковые, цилиндрические, прямоугольные).

Щелочные никель-кадмиевые аккумуляторы – это надежные, простые и удобные в эксплуатации автономные источники питания.



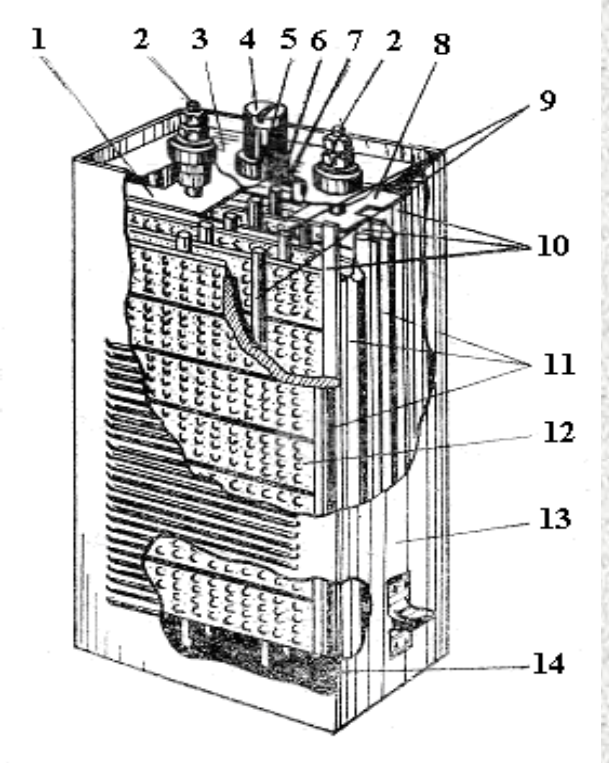
$$2NiOOH + Cd + 2H_2O \underset{\text{заряд}}{\overset{\text{разряд}}{\rightleftarrows}} 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$





Каждый аккумулятор состоит из полублока положительных и полублока отрицательных пластин, помешенных в сосуд с электролитом. Между собой электродные пластины разделены эбонитовыми палочками или сепараторами, изолирующими прокладками из эбонита или винипласта. Полублоки положительных и отрицательных электродов собираются из пластин, которые в свою очередь комплектуются из отдельных пакетиков-ламелей. Ламель изготавливается из тонкого никелированного перфорированного железа.

Никель-кадмиевый аккумулятор с ламелями карманной формы



1 – мостик положительных электродов, 2 – токовыводы, 3 – крышка корпуса, 4 – вентильная пробка, 5 – вентильное отверстие в пробке, 6 – горловина, 7 – газовое пространство, 8 – мостик отрицательных электродов,9 – сепараторы, 10 – отрицательные электроды, 11 – положительные электроды, 12 – ламель, 13 – корпус, 14 – грязевое пространство

Электродные пластины между собой соединяются мостиком, к которому приваривается полюсный вывод–борн.

Собранный блок электродных пластин плотно вставляется в корпус.

Снизу между пластинами и дном имеется свободная полость – грязевое пространство, а между крышкой сосуда и верхней кромкой пластин – газовое пространство.

Сосуды для щелочных аккумуляторов изготавливаются из листовой стали с помощью штамповки и сварки. В крышке каждого сосуда имеются 3 отверстия, 2 из которых используются для прохода борнов, а третье с резьбой для пробки служит для заливки электролита.

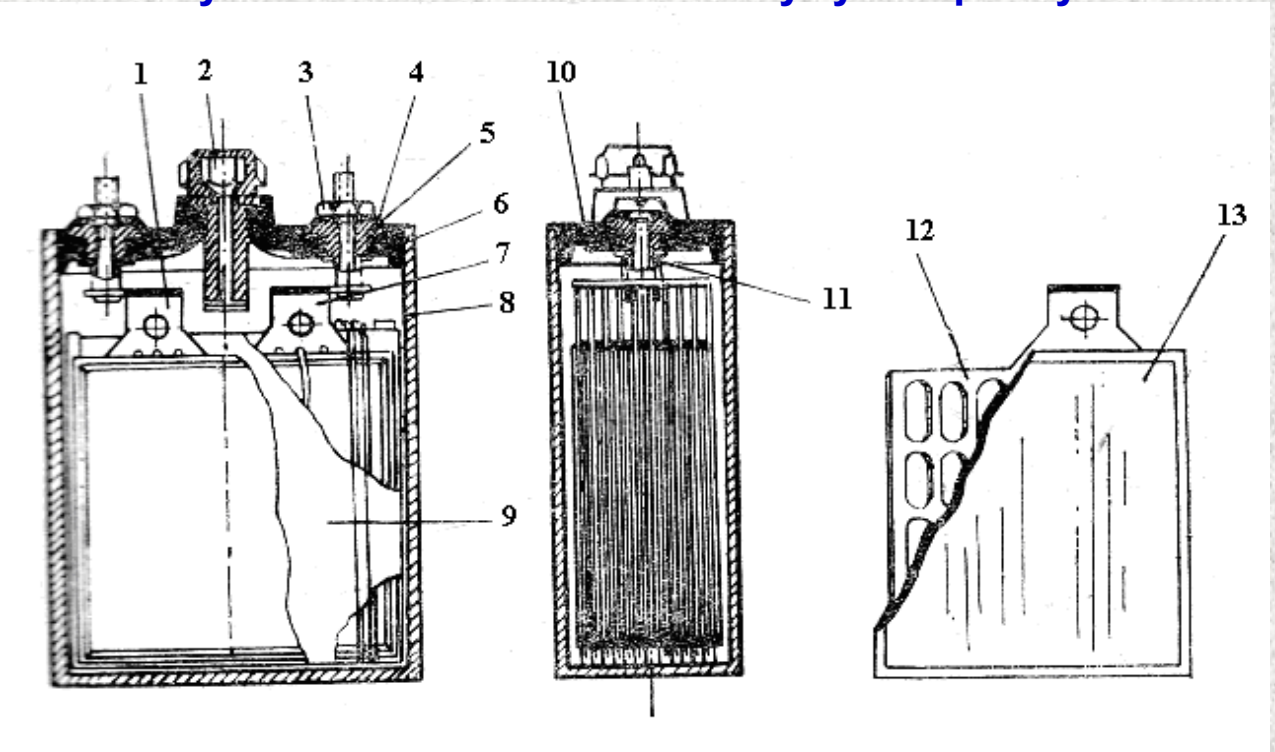
Внутри ламелей положительных пластин помещается активная масса, состоящая из гидрата окиси никеля NiOOH, к которому добавляют 16-18 % графита для увеличения электропроводности.

Активная масса отрицательного электрода представляет собой смесь порошкообразных кадмия, железа и окислов. При смешивании железа с кадмием свойства электрода улучшаются, т.к. железо препятствует спеканию кадмия. Ламели отрицательных электродных пластин тоньше и они не никелируются.

Безламельный НК-аккумулятор

Безламельные аккумуляторы КНБ по своему устройству существенно отличаются от ламельных.

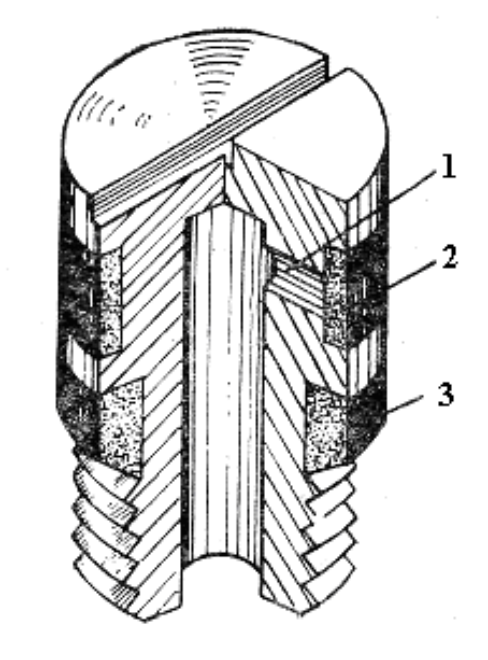
Активная масса у них впрессована в пластины, что увеличивает количество активной массы и тем самым увеличивается емкость аккумулятора и уменьшается его вес.



1 – положительный электрод, 2 – вентильная пробка, 3 – гайка, 4 – шайба уплотнительная (изолятор), 5 – кольцо уплотнительное, 6 – шайба, 7 – отрицательный электрод, 8 – корпус, 9 – сепаратор, 10 – крышка, 11 – шайба, 12 – основа пластины, 13 – активная масса

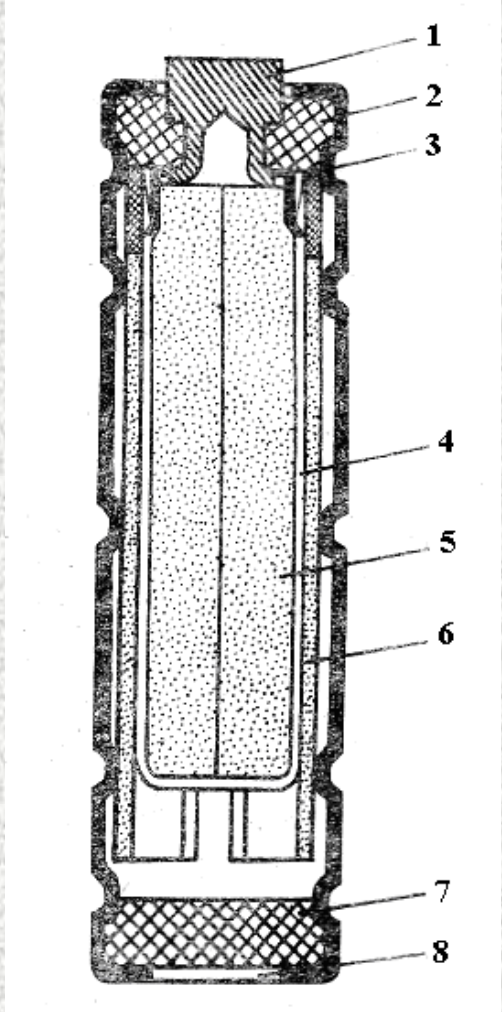
Вентильная пробка

Пробки щелочных аккумуляторов не глухие, а вентильные. Такое устройство пробки предотвращает проникновение в аккумулятор воздуха и позволяет выходить газам наружу при повышении давления внутри.
Щелочной электролит обладает способностью поглощать углекислый газ из воздуха и образовывать карбонаты (ползучие соли) K_2CO_3, засоряющие поры пластин и уменьшающие таким образом емкость аккумулятора.



1 – вентильное отверстие, 2 – вентильное резиновое кольцо, 3 – резиновая уплотнительная прокладка

Разрез герметичного цилиндрического НК-аккумулятора



Для питания малогабаритной переносной аппаратуры используются герметичные никель-кадмиевые аккумуляторы НКГ, НКГЦ и Д.
Они собраны в стальных сосудах и очень удобны в эксплуатации, т. к. не требуют наблюдения за уровнем и составом, электролита и могут находиться в пространстве в любом положении.
Выделяемый во врем заряда кислород поглощается внутри аккумулятора активной массой отрицательных электродных пластин.

1 – положительный токовывод, 2 – крышка, 3 – стальной корпус, 4 – сепаратор, 5 – положительный электрод, 6 – отрицательный электрод, 7 – дно, 8 – отрицательный токовывод

№ п/п	Наименование величин	Ед. изм.	Электрохимическая система НК
1	ЭДС	В	1,35
2	Рабочее напряжение (напряжение разряда)	В	1,25
3	Напряжение конца разряда	В	1,0 (1,1)
4	Напряжение начала заряда	В	1,4
5	Напряжение конца заряда	В	1,8
6	Ток нормального разряда	А	0,125 С (С/8) (0,1 С для Г)
7	Ток нормального заряда	А	0, 25 С (С/4) (0,1 С для Г)
8	Внутреннее сопротивление	Ом	0,3/С
9	Время нормального заряда	час	6
10	Время нормального разряда	час	8
11	Саморазряд за месяц при 20°С	%	15–20
12	Срок службы	циклов	Г–100–300 Б–150–400 Л–1000

Режимы работы и правила эксплуатации никель-кадмиевых аккумуляторов

Электролит и его приготовление

По химическому составу электролиты делятся на простые и составные. Простой электролит представляет собой водный раствор щелочи едкого калия или натрия плотностью 1,14–1,29 г/см3. Составной электролит представляет собой водный раствор едкого калия или едкого натрия с добавлением едкого лития (20 гр. едкого лития на 1 л. раствора едкого калия или едкого натрия).

В чистый стальной эмалированный или полиэтиленовый бак наливают необходимое количество дистиллированной воды, а затем небольшими порциями всыпают измельченную щелочь, помешивая стеклянной палочкой до полного растворения. После растворения щелочи в воде электролит получается мутным, поэтому, чтобы нерастворимые примеси осели на дне, раствор должен отстаиваться 10–20 часов, при этом бак должен быть плотно закрыт крышкой. После охлаждения и отстоя осветленную часть электролита сливают в чистые стеклянные бутыли с резиновыми пробками. Плотность полученного электролита должна быть 1,40–1,41 г/см3. Такой раствор называют промежуточным.

Для приготовления составного электролита в готовый электролит добавляют едкий литий (LiOH): 10–20 г на 1 литр электролита.

Запрещается использовать для приготовления электролита стеклянную, оцинкованную, луженую, медную или алюминиевую посуду, т.к. стекло при разогреве может лопнуть, а с остальными веществами щелочь вступает в реакцию.

Состав и плотность электролита щелочных аккумуляторов в зависимости от температурных условий

Температурный интервал работы (°С)	Плотность электролита г/см³		Добавки г/л	Температура замерзания электролита (°С)
	KOH	NaOH		
Ламельные аккумуляторы				
от + 40 до + 60		1,17 – 1,19	10 – 15	– 20
от – 19 до + 35	1,19 – 1,21		10 – 15	– 24
от – 20 до – 40	1,26 – 1,28			– 42
Безламельные аккумуляторы				
от –15 до + 50	1,14 – 1,06		5 – 10	– 15
от – 15 до – 40	1,26 – 1,28			– 44
от – 40 до – 50	1,28 – 1,30			– 55

Режимы заряда

Для щелочных аккумуляторов, находящихся в эксплуатации, существует 3 режима заряда: нормальный; усиленный; ускоренный.

Вид заряда	Ток заряда(А)	Время заряда (час)	Общее время заряда (час)
Нормальный	С/4	6	6
Усиленный Ламельные акк.	С/4 1ст С/4 2ст С/8	12 6 6	12
Ускоренный	1ст С/2 2ст С/4	2 2,5	4,5
Герметичные аккумуляторы	С/10	15	15

Режимы заряда

Нормальный заряд является основным режимом заряда щелочных аккумуляторов.. При этом аккумуляторам сообщается 150% номинальной емкости.

Усиленный заряд способствует полному восстановлению активных веществ в пластинах аккумулятора. Он проводится двумя ступенями.
При таком заряде аккумулятор получает 225% номинальной емкости.
В процессе эксплуатации усиленные заряды проводятся:
– через каждые 10–12 циклов;
– один раз в месяц при несистематической эксплуатации аккумуляторов;
– после смены электролита или после глубоких разрядов;
– долгого хранения аккумулятора на складе;
– при определении фактической емкости аккумуляторов.

Ускоренный заряд разрешается проводить в случае крайней необходимости, когда требуется сократить время заряда. Заряд проводится двумя ступенями.
При таком заряде аккумулятору сообщается 175% номинальной емкости.

Режим разряда

Наиболее благоприятным является режим, при котором аккумуляторы разряжаются до напряжения I В током, близким к номинальному разрядному току.

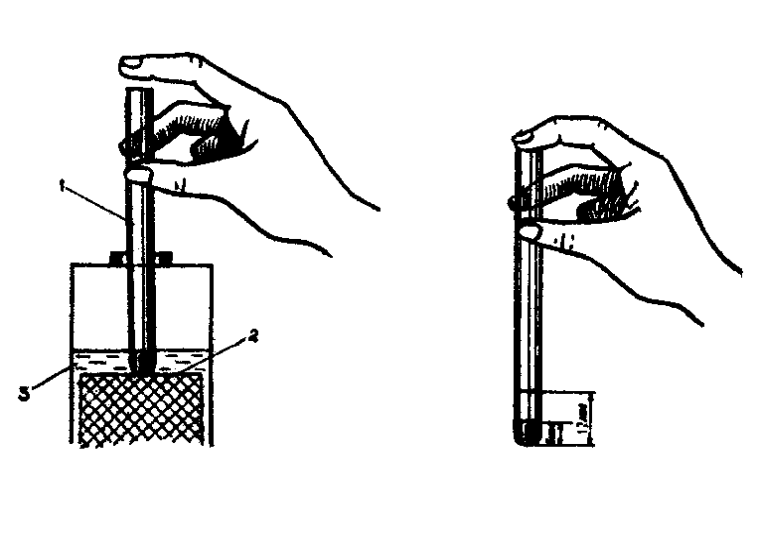
Нормальный разряд: Iнр=С/8 до Uраз=1,1 В

При разряде аккумуляторов токами, превышающими номинальный разрядный ток, конечное напряжение уменьшается, например, при разряде током:
– 5 – часового режима разряда до 0,9 В;
– 3 – часового режима разряда до 0,8 В;
– 2– часового режима разряда до 0,7 В;
– 1 – часового режима разряда до 0,5 В;

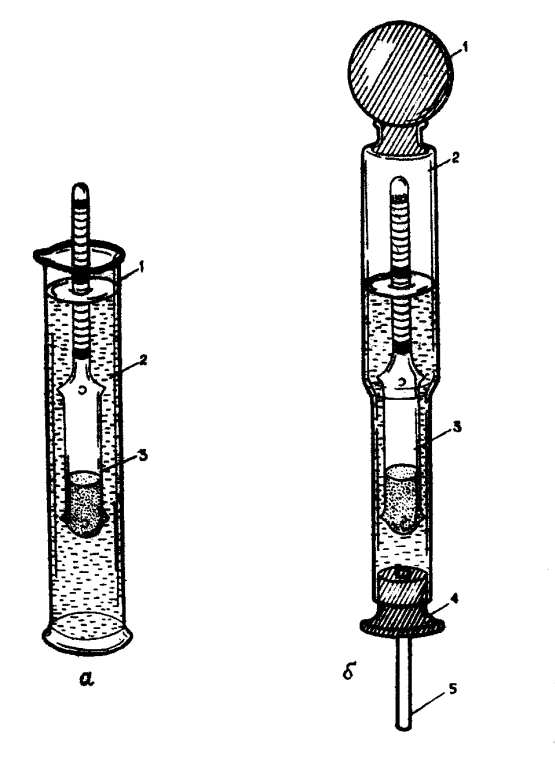
Правила эксплуатации щелочных аккумуляторов

Пригодность щелочных аккумуляторных батарей к работе определяют во время технического осмотра, который включает в себя внешний осмотр, проверку уровня и плотности электролита, а также степени разряженности аккумуляторов по напряжению.
При проведении внешнего осмотра необходимо убедиться в целости и чистоте сосудов, в отсутствии выпучивания стенок сосудов, в чистоте вентильных пробок и исправности резиновых колец и шайб на них, надежности электрического контакта межаккумуляторных соединений.

Уровень электролита должен быть на 5–12 мм выше верхнего края пластин. Плотность электролита в умеренной климатической зоне должна быть равна 1,19–1,21 г/см3 для ламельных и 1,14–1,16 для безламельных аккумуляторов. Напряжение у полностью заряженных аккумуляторов должно быть не менее 1,25 В, у полностью разряженных – 1 В. Разряженные аккумуляторы направляют на заряд.



Определение уровня электролита



Измерение плотности электролита

Определение степени разряженности по напряжению аккумуляторным пробником

Хранение щелочных аккумуляторов

Помещение для хранения аккумуляторов должно быть сухим, закрытым, вентилируемым, оно может быть, отапливаемым, но не должно иметь резких перепадов температур, вызывающих коррозию металлических деталей аккумуляторов.
Новые аккумуляторы хранить отдельно от бывших в употреблении, а заряженные, отдельно от разряженных, Совместное хранение щелочных и кислотных аккумуляторов запрещается.

Аккумуляторы должны содержаться в чистоте и периодически очищаться от солей. Аккумуляторы, находящиеся в эксплуатации, для перевода на длительное хранение (более 1 года) следует разряжать до 1В током нормального режима, вылить электролит, плотно закрыть пробки и чисто вытереть сухой ветошью от пыли и солей. Промывать водой эти аккумуляторы не следует, чтобы не вызывать коррозии внутренних частей.
Срок хранения никель–кадмиевых аккумуляторов и батарей в разряженном состоянии без электролита составляет 5 лет.

Аккумуляторы периодически бездействующие (от одного месяца до года) могут храниться с электролитом в разряженном или полуразряженном состоянии. В этом случае для предохранения электролита от поглощения углекислоты из воздуха аккумуляторы должны быть надежно закрыты пробками.

Наружные поверхности аккумуляторов должны быть покрыты изоляционным лаком или каким-либо другим щелочестойким лаком.

Внешний осмотр всех аккумуляторов и проверку уровня электролита у аккумуляторов, находящихся на хранении с электролитом следует производить 1 раз в 3 месяца.

Типовые батареи, применяемые в войсках связи

Каждый щелочной аккумулятор имеет на своей крышке маркировку из букв и цифр:
КН–14, КНБ–15, КНГ–50, КНП–20, КНБН–25,
ЖН–60, ТЖН–350, НК–80 и т.д.

Первые две буквы обозначают электрохимическую систему аккумулятора:
– НК – никель-кадмиевые;
– НЖ – никель-железные;
– СЦ – серебрянно-цинковые.

Третья буква указывает на конструктивное исполнение аккумулятора:
– Б – безламельные с металлокерамическими электродами;
– Г – герметичный;
– П – безламельные с прессованными электродами;
– Т – таблеточные электроды;

Герметичные аккумуляторы в свою очередь делятся на
– дисковые, которые обозначаются одной буквой и цифрами
(Д–0,2; Д–0,1);
– цилиндрические (ЦНК–0,2; ЦНК–0,45; НКГЦ–1Д);
– прямоугольные (КНГ–10; КНГ–50).

Цифры после букв показывают номинальную ёмкость аккумулятора в ампер-часах.

Если аккумуляторы соединены в батарею, перед буквами ставится цифра, указывающая количество последовательно соединенных аккумуляторов в батарее.

В условном обозначении типа щелочных аккумуляторных батарей (старого парка) буквы перед обозначением электрохимической системы указывают на область применения батареи:

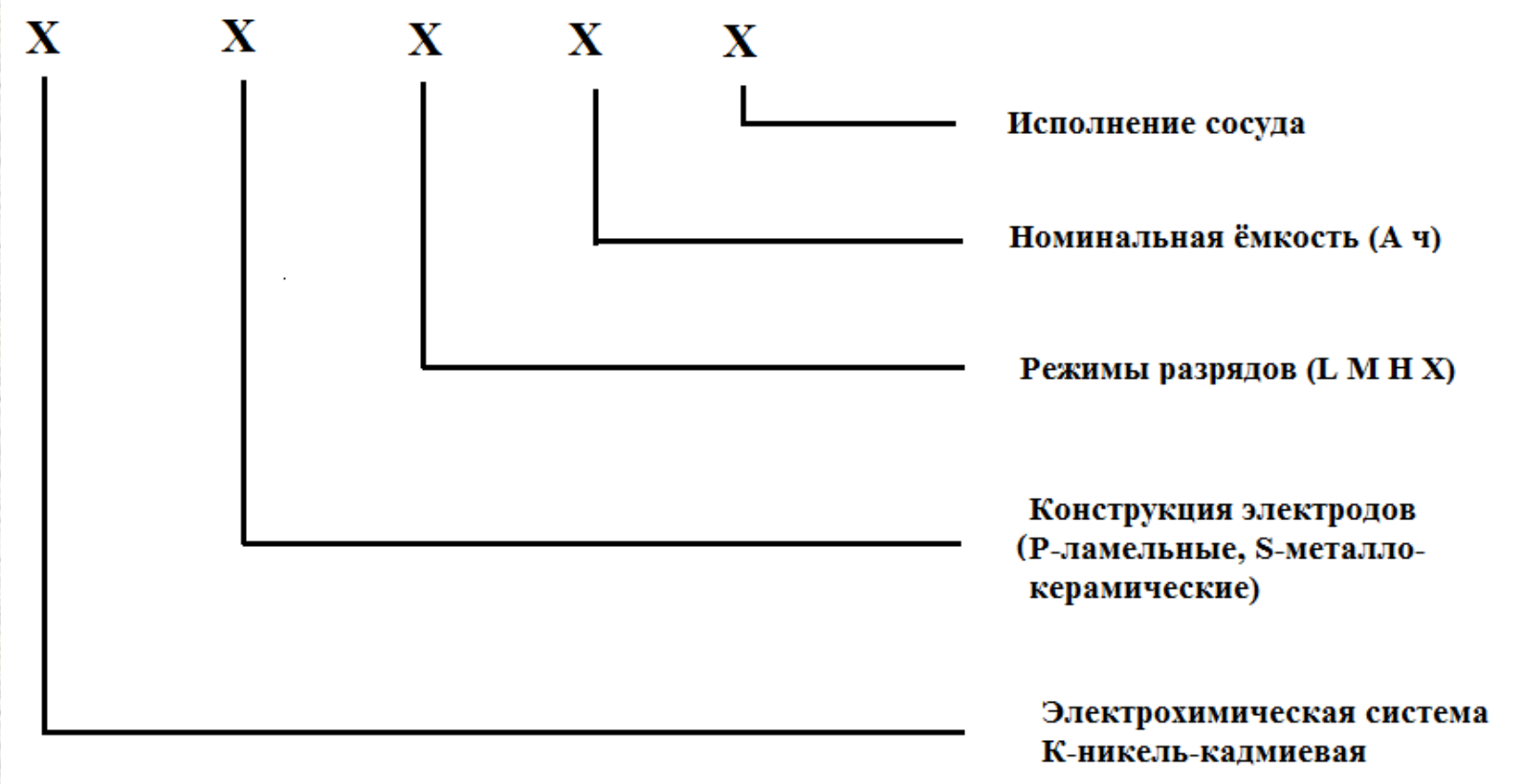
– НКН – никелевая кадмиево-никелевая батарея (5 НКН–45);
– Ф – фонарная (2 ФКН–10);
– Т – тяговая (5ТЖН–350).

Буквы, стоящие после цифр, указывают на:

– К – батарею, смонтированную в металлическом каркасе;
– Т – расположение выводных клемм на торцевой стороне.

Например, маркировка 10 НК–28 КТ означает, что это батарея из 10 последовательно соединенных никель-кадмиевых аккумуляторов, номинальная ёмкость 28 А·ч. Смонтированы в металлическом каркасе с расположением выводных клемм на торцевой стороне батареи.

Условное обозначение изделий устанавливают по следующей структуре:



Пример условного обозначения аккумулятора никель-кадмиевой системы с ламельными электродами короткого режима разряда, емкостью 150 А·ч в пластмассовом сосуде.

Аккумулятор КРН 150 Р.

В настоящее время в войсках находятся в эксплуатации следующие основные типы аккумуляторных батарей старого и нового парка:

НКН–10
2 НКН–24
5 НКН–45
5 НКН–60
5 НКН–100

КН–14
2 КН–32
5 НК–55
5 КН–72
5 НК–125

НК–14У2
2 НКП–20У2
2 НКП–24М
10 НКТБ–60
10 НКГЦ–1Д
5 НКТ–80

10 ЦНК–0,45
10 НКБН–3,5
10 НКБ–2
10 АНКЦ (С)–4
10 НКП–7
10 НКГП–4

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить устройство, маркировку, электрические характеристики, режимы заряда, основные правила эксплуатации щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С.24-26.

2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С.43-46.

Тема №1

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 3, групповое

УСТРОЙСТВО И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цель: изучить устройство, маркировку, электрические характеристики, режимы заряда, основные правила эксплуатации кислотных аккумуляторных батарей

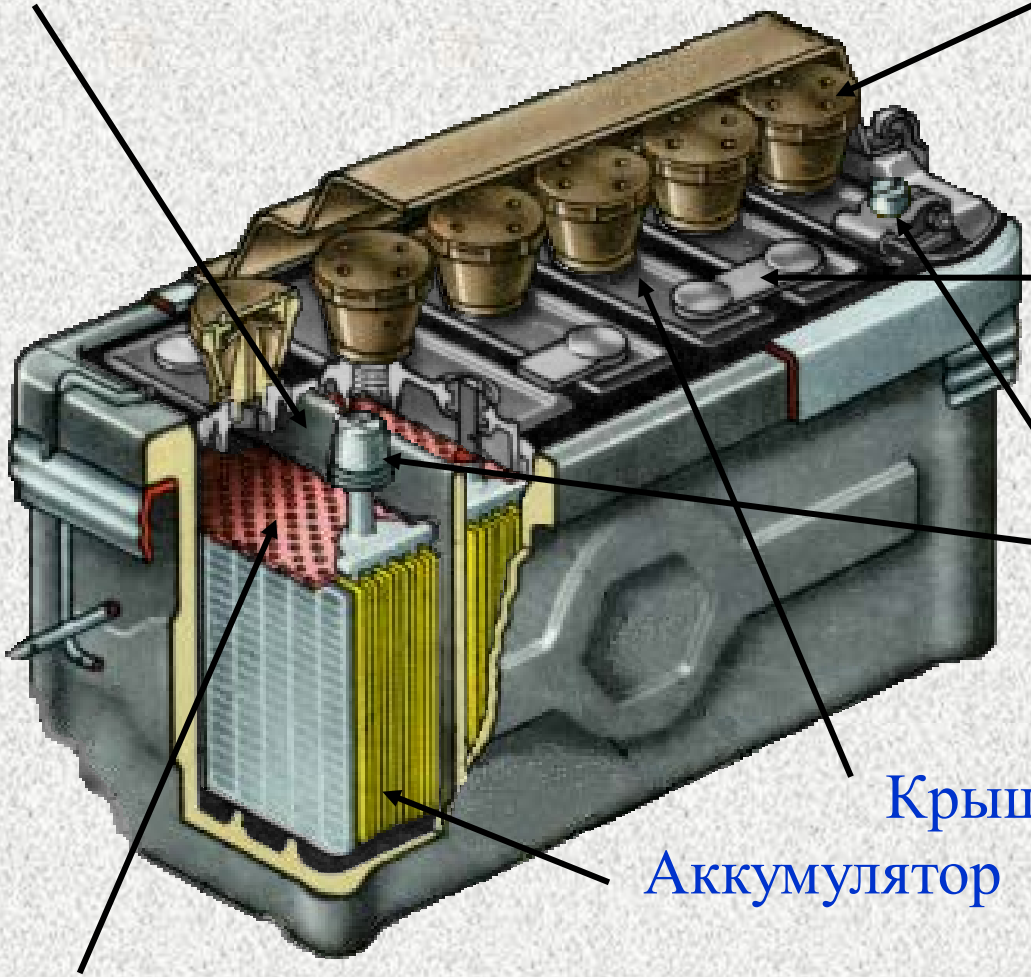
Учебные вопросы:

1 Устройство кислотных аккумуляторных батарей

2 Электрические и эксплуатационные характеристики кислотных аккумуляторных батарей

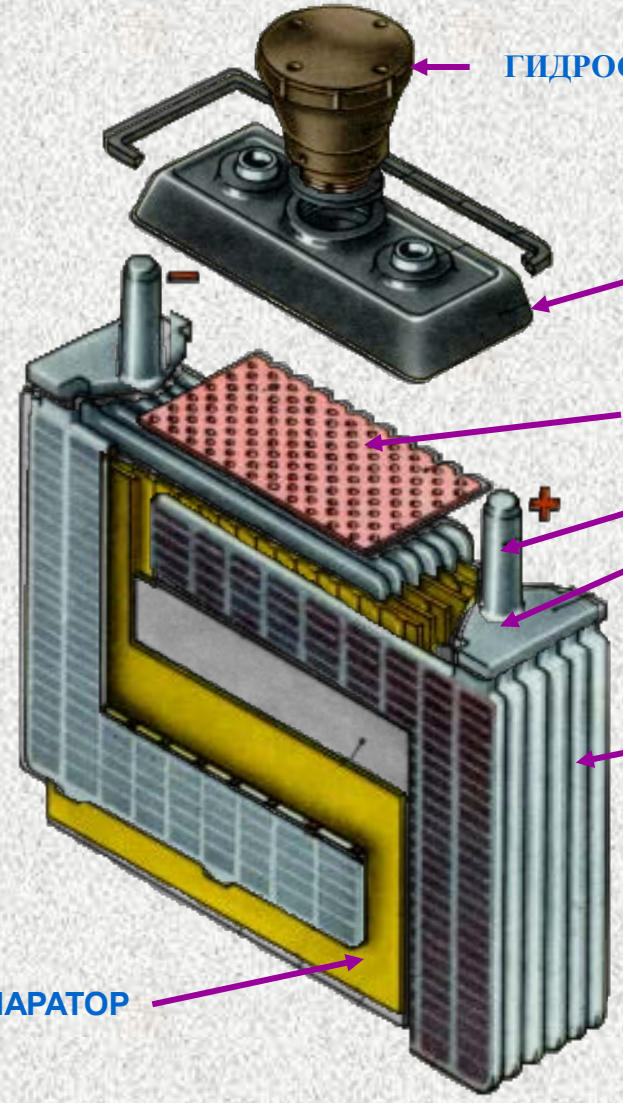
3 Правила эксплуатации и перспективы развития кислотных аккумуляторных батарей

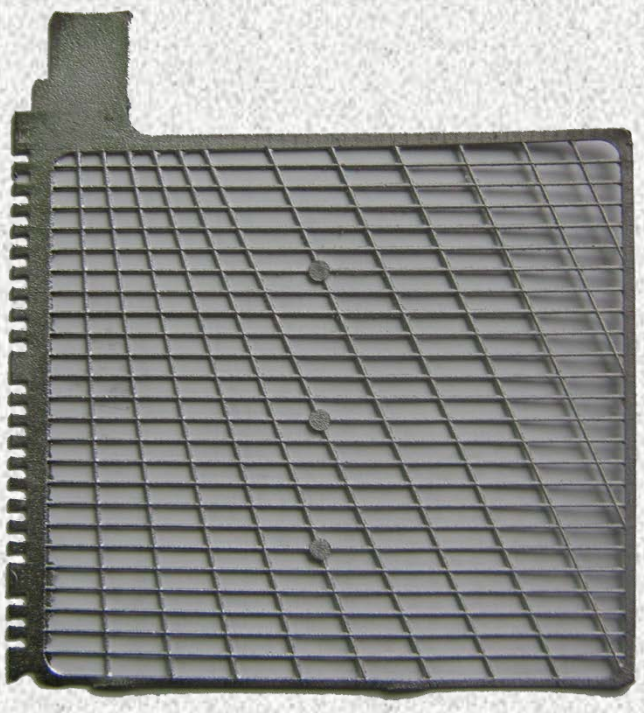
Устройство аккумуляторных батарей

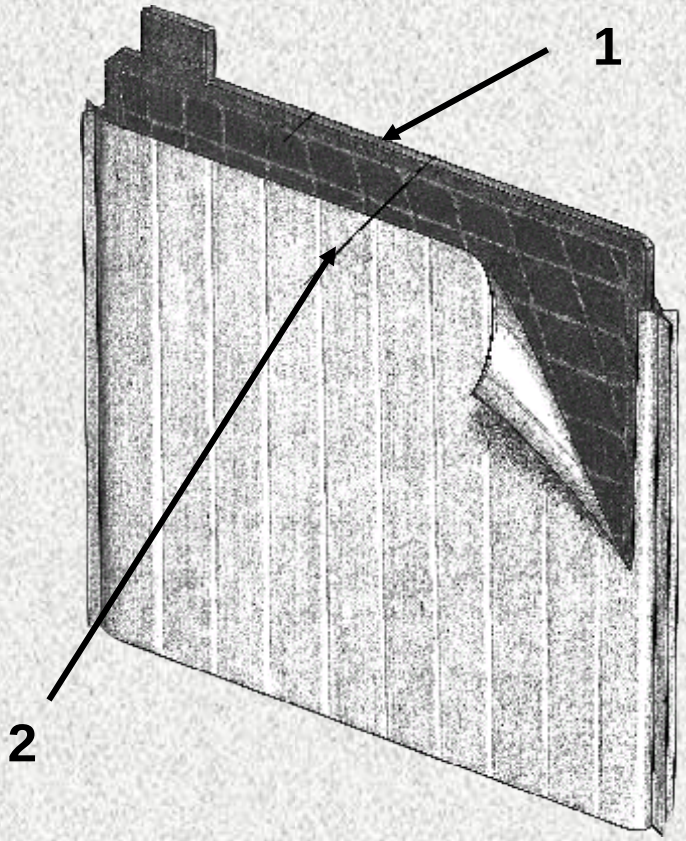


Электролит (серная аккумуляторная кислота H_2SO_4 и дистиллированная вода H_2O

Устройство аккумулятора

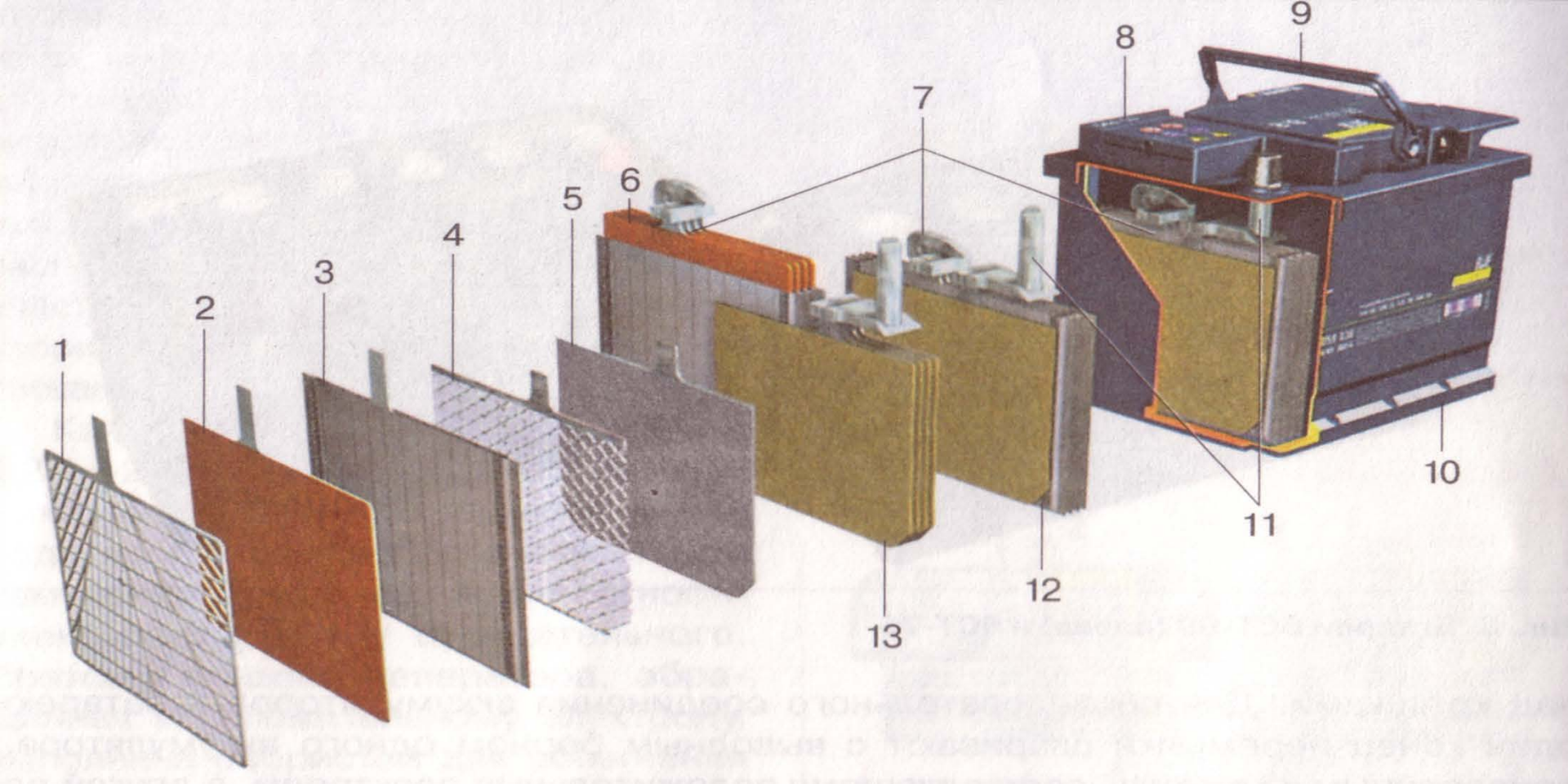






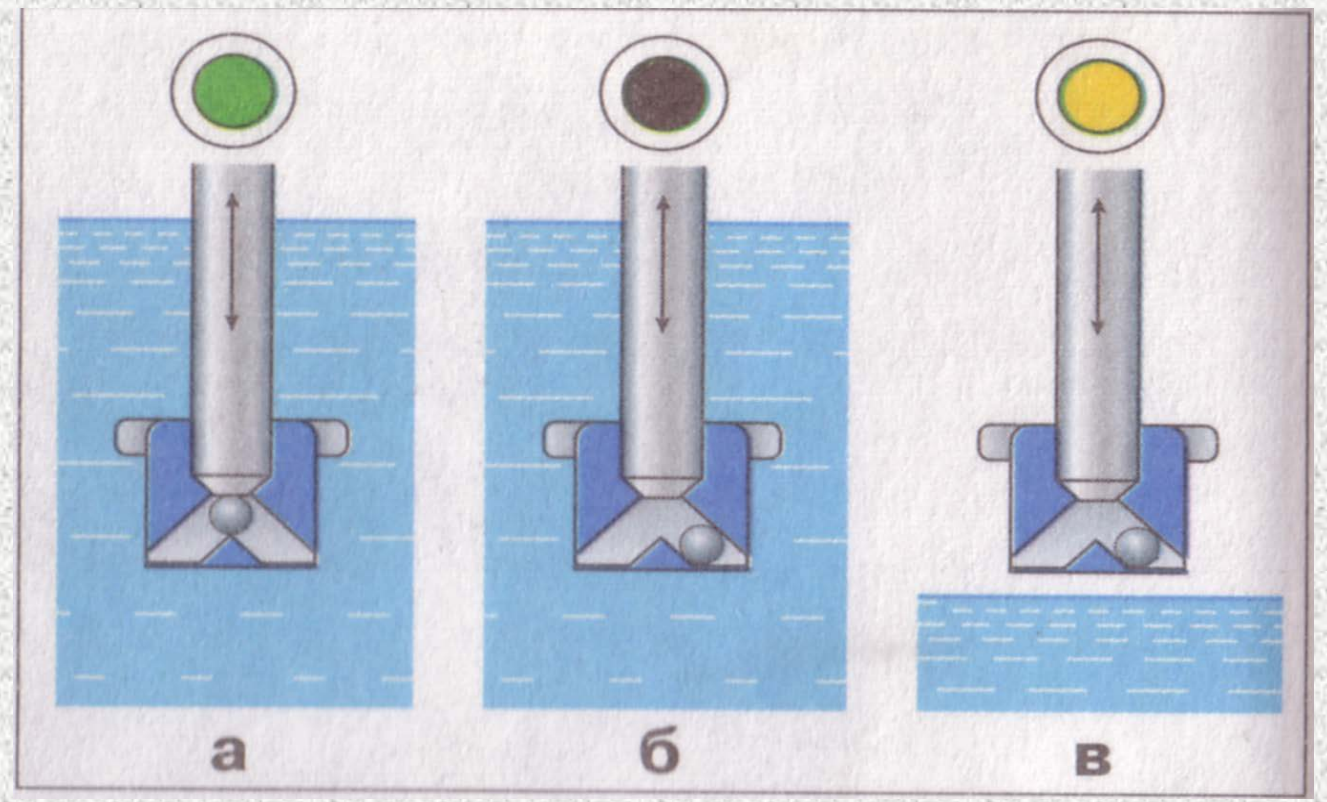
(свинец) + (сурьма)
92 – 94 % 6 – 8 %

1 – электрод; 2 – сепаратор



1 – положительный токоотвод; 2 – положительный электрод; 3 – положительный электрод в конверте-сепараторе; 4 – отрицательный токоотвод; 5 – отрицательный электрод;
6 – блок положительных электродов; 7 – межэлементное соединение (борн);
8 – крышка батареи (общая); 9 – ручка; 10 – моноблок; 11 – выводной борн;
12 – блок электродов в сборе; 13 – блок отрицательных электродов

Индикатор заряженности



ПРИМЕНЯЕМОСТЬ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

- АВТОМОБИЛЬНЫЕ АКБ

6 СТ - 60 А
6 СТ - 66 А
УАЗ - 3151

6 СТ - 75 А ГАЗ - 66
6 СТ - 77 А ГАЗ - 3308

6 СТ - 88 А
6 СТ - 90 А
ЗиЛ - 131

6 СТ - 110 АЗ ЗиЛ-4334.20

6 СТ - 190 А
6 СТ - 190 ТМН
КамАЗ,
Урал и др.

Маркировка аккумуляторных батарей

В маркировке батарей указывается :

1. **Условное обозначение АБ (6СТ-190 ТРН)**
2. **Завод изготовитель**
3. **Год и месяц выпуска**
4. **Номинальное напряжение**
5. **Масса**
6. **Знаки + и – на выводах**
7. **Максимальный стартерный ток при t=-18 °С**

Условное обозначение АБ

Количество аккумуляторов

СТ –назначение (стартерная)

Ёмкость батареи 190 А*ч

6СТ-190 ТРН

Тип АБ

Особенности конструкции

Т –материал моноблока (термопласт)
Э- эбонит

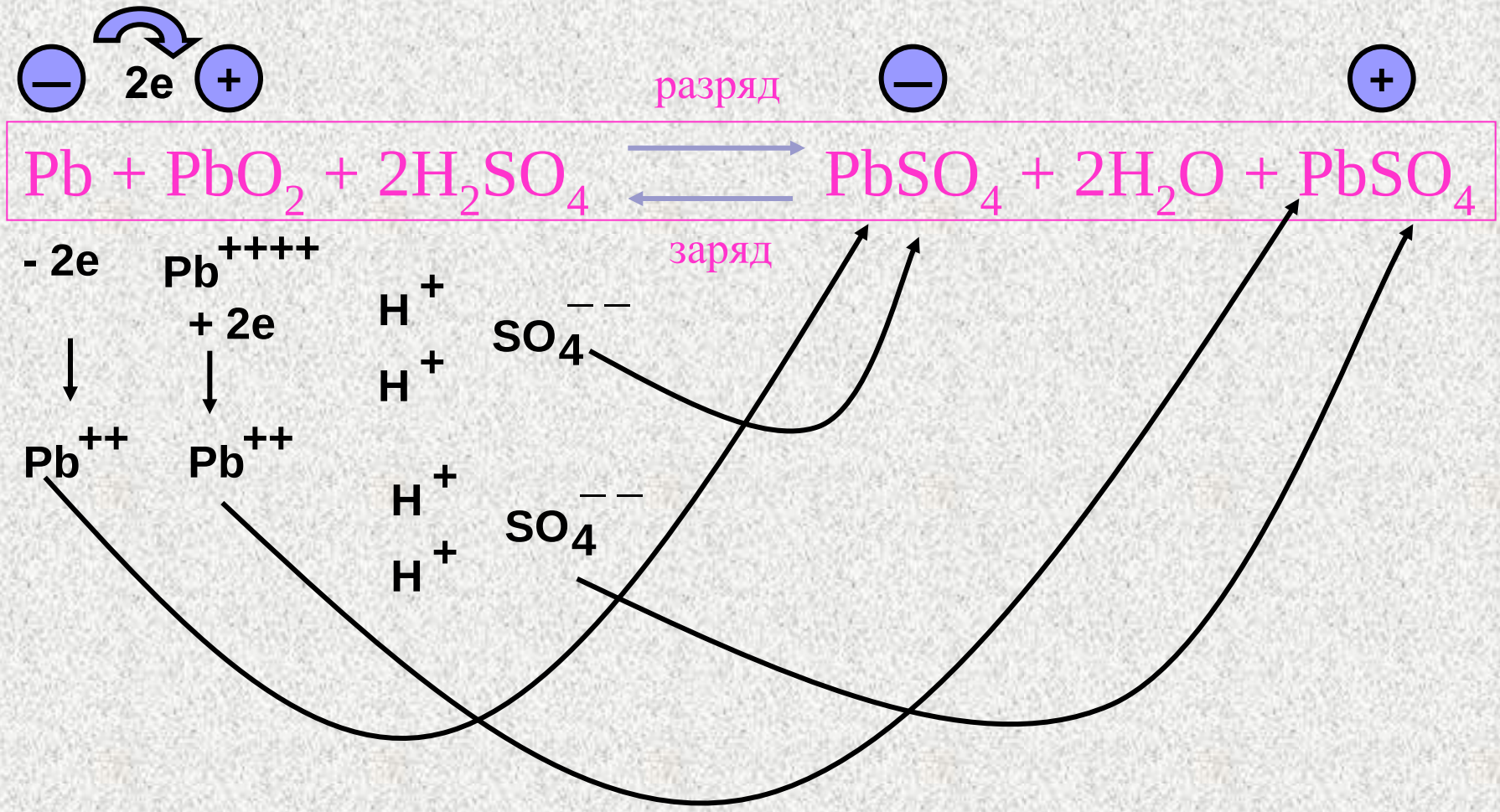
Р- материал сепаратора (мипор)
М- мипласт

Н- батарея с электроподогревом

А- батарея с общей крышкой
З- залитая и заряженная

6СТ-55 АЗ

Электрохимические процессы в аккумуляторе



ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ АККУМУЛЯТОР

E-электродвижущая сила

Uз,Uр-зарядное и разрядное напряжение

rо-внутреннее сопротивление

C_{20} , c_{20} -емкость и удельная емкость

Iр-сила тока холодной прокрутки

η- коэффициент полезного действия

Т-срок службы

Тто-трудозатраты на техническое обслуживание

Правила эксплуатации и перспективы развития кислотных аккумуляторных батарей

Приведение новых аккумуляторных батарей в рабочее состояние обычным способом

1. Приготовление электролита требуемой плотности (на 0,02 г/см3 ниже, чем для полностью заряженной АКБ в данном климатическом районе (Эксплуатационная плотность электролита для различных климатических районов изменяется от 1,22 г/см3 до 1,30 г/см3. Для умеренной зоны она должна быть 1,26 г/см3 круглый год)
2. Разгерметизация батареи
3. Заливка электролита в аккумуляторы
4. Пропитка электролитом электродов и сепараторов (время пропитки не менее 20 мин и не более 2 ч)
5. Заряд аккумуляторной батареи (ток заряда I_3=0,1 C_{20});Если после пропитки плотность уменьшилась больше, чем на 0,03
6. Корректировка плотности электролита (разность плотностей электролита в аккумуляторах не должна превышать 0,01 г/см3)

Заряд при постоянной величине тока (Iз=const)

$I_з=0,1\ C_{20}$ **Например батарея 6СТ- 90 Iз=9 А**

Для заряда батареи на 100% необходимо напряжение 2,7 В на один аккумулятор, для батареи 6СТ-90 Uз=16,2 В

Признаки конца заряда:

1) **обильное газовыделение;**
2) **нагрев электролита;**
3) **постоянство плотности и напряжения в течение 1 часа заряда**

Допустимый разряд батареи – летом 50%, зимой 25%

Объем и периодичность ТО батарей

Объем обслуживания	Периодичность обслуживания
Внешний осмотр, очистка поверхности и полюсных выводов, проверка плотности креп-ления проводов	**При ТО-1, но не реже одного раза в 15 дней**
Проверка уровня электролита	**При ТО-1, но не реже: летом – одного раза в 15 дней, зимой – одного раза в месяц**
Проверка степени разряженности по плотности электролита	**При ТО-2, но не реже одного раза в три месяца и одного раза в месяц зимой.**
Полный заряд на зарядной станции	**При разряженности летом на 50%, а зимой на 25%**
Контрольно-тренировочный цикл	**Один раз в год и при поступлении в часть вместе с машиной от автомобильных заводов и других частей**

Контрольно-тренировочный цикл

КТЦ производится для определения остаточной ёмкости батареи

КТЦ включает:
предварительный полный заряд;
контрольный (тренировочный) разряд током 10-часового режима;
окончательный полный разряд батареи.

При контрольном разряде $I_{разр}=0,9(0,1\ C_{20})$

Разряд производится до напряжения 1,7 В на наихудшем аккумуляторе (для АБ с общей крышкой – 10,2 В.

Контроль напряжения: **в начале – через 2 часа**
при достижении 1,85 В – через 15 мин.
при достижении 1,75 В – непрерывно

$$C_{ост} = C_{20ном} \times 0,1 t_{разр}$$

СРОКИ СЛУЖБЫ БАТАРЕЙ И ПОРЯДОК ИХ СПИСАНИЯ

Приказ МО РФ **№ 300** от 25.09.2006 года

Типы аккумуляторных батарей	Жизнен-ный цикл	Срок службы, лет	Нормы наработки		Срок хранения в сухом виде, лет
			тыс. км	тыс. часов	
6 СТ-60ЭМ, 6СТ-60ПМ(П) 6 СТ-75ЭМ, 6СТ-75ПМ(П) 6 СТ-90ЭМ, 6СТ-90ПМ(П) 6 СТ-132ЭМ, 6СТ-132ПМ(П) 6 СТ-182ЭМ	9	4	75	3	5
6 СТ-55А, 6 СТ-60А, 6 СТ-66А, 6 СТ-77А, 6 СТ-90А, 6 СТ-110А, 6 СТ-140А, 6 СТ-190А, 6 СТ-190А5, 6 СТ-190ТМ,6 СТ-190Т2	10	5	100	4	5
12СТ-85	12	5	60 – для колесных машин 10 – для гусеничных машин	2,5	7
6СТ-ЭН-140М, 6СТ-140Р, 6СТ-170П, 12СТ-85Р(П)	12	5	100 – для колесных машин 12 – для гусеничных машин	4	7
6ТСТС-140А, 6СТС-140АС, 12СТС-85АС	15	5	-	4	10
6ТСТС-100А (модуль)	15	5	-	4	10
Накопители	-	15	100 – для колесных машин 12 – для гусеничных машин	4	-

Сроки службы батарей и порядок их списания

Сроки службы аккумуляторных батарей снижаются: при эксплуатации на автомобилях, гусеничных тягачах (транспортерах-тягачах) в районах с жарким сухим и очень жарким сухим климатом – на 15%, а в районах с очень холодным климатом – на 50%; с холодным климатом - на 20 %, на автомобилях и тягачах аэродромного обслуживания, входящих в комплексы вооружения и обеспечения боевых дежурств – на 10%.

МОДУЛЬНАЯ АКБ 6СТС-100А

ПРИМЕР РАЗМЕЩЕНИЯ 2-х АКБ 6ТСТС-100А И ЭНЕРГОБЛОКА ИЗ 2-х АКБ 6СТ-100А и МНЭ-100/БМ В ШТАТНОМ АККУМУЛЯТОРНОМ ЯЩИКЕ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ

Энергоблок из 2-х АКБ 6СТ-100А и МНЭ-100/БМ

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить устройство, маркировку, электрические характеристики, режимы заряда, основные правила эксплуатации кислотных аккумуляторных батарей

Литература:

1 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С.26-43.

2 Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство. [Текст]. – М.: Воениздат, 1983 – С.4-50.

Тема №1

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 4, практическое

КОНСТРУКЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цели:

- закрепить теоретические знания и привить практические навыки по обслуживанию аккумуляторных батарей;
- получить практические навыки по использованию оборудования аккумуляторной для приведения в рабочее состояние, обслуживания батарей

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЯ

Учебное место №1

Конструкция батарей и приведение их в рабочее состояние

1 Изучить особенности устройства аккумуляторных батарей различных типов и маркировку аккумуляторных батарей.

2 Изучить порядок приготовления электролита и заливку его в батареи.

3 Изучить приведение батарей в рабочее состояние обычным и ускоренным способом.

Учебное место №2

Техническое обслуживание аккумуляторных батарей

1 Изучить приборы для проверки технического состояния батарей.

2 Изучить объем и периодичность технического обслуживания батарей.

3 Изучить определение технического состояния батарей.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

На каждой аккумуляторной зарядной станции должны быть в необходимом количестве индивидуальные защитные и нейтрализующие средства в соответствии с рисунком. В аптечке для оказания первой помощи должен быть запас нейтрализующих и медицинских средств: двууглекислая (питьевая) сода, марганцевокислый калий, настойка йода, нашатырный спирт, вазелин, а также марлевые тампоны и бинты.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

При работе с серной кислотой и электролитом необходимо соблюдать следующие правила:

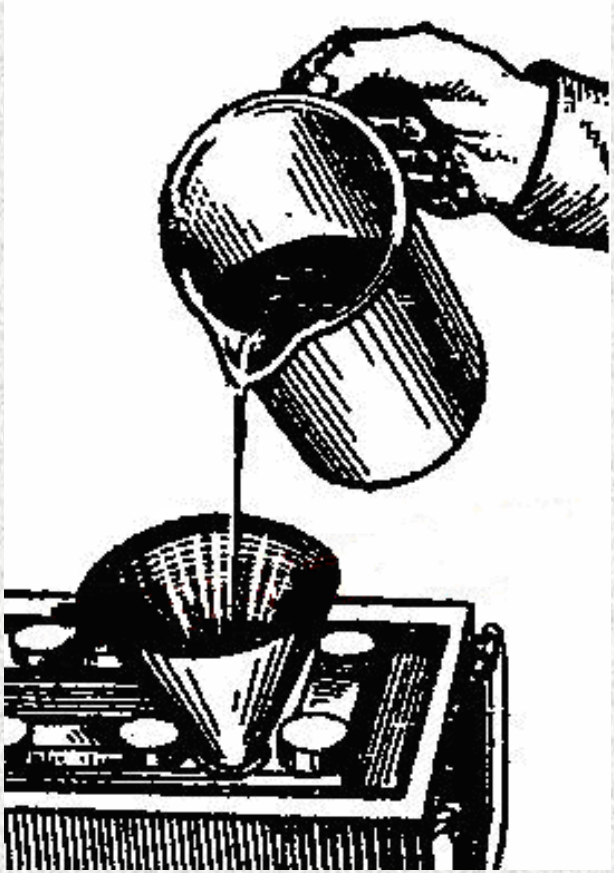
– хранить кислоту в стеклянных бутылях с притертыми пробками или полиэтиленовых бутылях и канистрах с плотно закрывающимися крышками;

– для переливания кислоты и электролита из бутылей пользоваться специальным насосом или опрокидывателем;

– приготовлять электролит только в посуде, стойкой к действию серной кислоты (эбонитовой, фаянсовой, керамической и т. п.);

– стеклянной посудой пользоваться нельзя, так как стекло может лопнуть из-за высокой температуры, возникающей при вливании кислоты в воду;

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ



Пожарный расчёт

1 Дежурный по группе: отключает силовые цепи, сообщает о пожаре начальнику кафедры, дежурному по территории № 2, вызывает пожарную команду (тел. 420).
2 Старший группы: с 2-мя курсантами открывает двери, окна и встречает пожарную команду.
3 Старший 1-ой подгруппы: подаёт команду присоединить рукав к гидранту и приступить к тушению пожара водой.
4 Старший 2-ой подгруппы: подаёт команду 2-ум курсантам на тушение пожара огнетушителем, с остальными - приступает к эвакуации оборудования и мебели через двери.

Тема №1

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 5, лекция

УСКОРЕННЫЙ ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цель: изучить оборудование аккумуляторной, порядок и оборудование для ускоренного приведения аккумуляторных батарей в рабочее состояние

Учебные вопросы:

1 Ускоренный ввод в эксплуатацию щелочных и кислотных батарей

2 Оборудование аккумуляторных

3 Средства ускоренного ввода АКБ в эксплуатацию

Ускоренный ввод в эксплуатацию щелочных и кислотных аккумуляторных батарей

Ввод аккумуляторных батарей в действие представляет собой совокупность мероприятий, включающих:
– снятие батарей с хранения и подготовку их к заряду;
– заряд батарей;
– сдачу батарей для использования по назначению
Значительным фактором, влияющим на порядок приведения аккумуляторных батарей в рабочее состояние является способ их хранения.
Основными руководящими документами при организации хранения аккумуляторных батарей являются :
– «Инструкция по эксплуатации и хранению щелочных аккумуляторных батарей средств связи», Воениздат, 1986 г.
– «Положение о базах и складах связи и правилах хранения средств связи в ВС СССР», Воениздат, 1980 г.
– Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство. [Текст]. – М.: Воениздат, 1983 – С.47-50.

Щелочные аккумуляторные батареи могут ставиться на хранение:
– в заряженном состоянии с электролитом;
– в разряженном состоянии с электролитом и без него;
Вид хранения определяется следующими факторами:
– требованиями по приведению АКБ в готовность к использованию в средствах связи;
– возможностью организации и проведения проверки технического состояния хранящихся АБ.
Щелочные аккумуляторные батареи ставятся на хранение, как правило, отдельно от средств связи в специально отведенные помещения (хранилища).

При приведении аккумуляторных батарей в рабочее состояние подготовка к заряду включает операцию по их расконсервации, заполнению электролитом и пропитке. Эти операции должны выполняться в соответствии с инструкцией по эксплуатации таких батарей.

Для приготовления электролита требуемой плотности из твердых, жидких щелочей и электролита можно использовать приближенное соотношение:

$$V = \frac{\rho_щ - \rho}{\rho - 1}$$

где *V* – необходимое количество воды, которое требуется для растворения 1 кг твердой (1 литр жидкой) щелочи или одного литра электролита, чтобы получить электролит требуемой плотности.

$\rho_щ$ – плотность концентрированной щелочи или электролита из которой приготавливается электролит требуемой плотности.

Для твердой щелочи $\rho_щ$ =1,8–1,9 г/см3.

Для твердой составной калиево-литиевой составной щелочи

$\rho_щ$ =1,95 г/см3.

ρ – требуемая плотность электролита.

Пример: Имеется электролит плотностью $\rho_щ$ =1,4 г/см3 .

Требуется приготовить электролит для заливки 10 батарей 5НКТБ–80.

Решение: В соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации для заливки батареи 5НКТБ–80 требуется 3,5 л электролита, плотностью 1,15 г/см3.

$$V = \frac{1{,}4 - 1{,}15}{1{,}15 - 1} = \frac{0{,}25}{0{,}15} = 1{,}66 л$$

При этом подучится:

1 + 1,66 =2,66 литра электролита плотностью 1,15 г/см3 .

Чтобы приготовить 35 литров электролита требуемой плотности, необходимо взять Х литров электролита плотностью 1,4 г/см3.

35 ––Х

2,66 — 1, откуда

Х=35 : 2,66 ≈ 13,16 л (электролита), а требуемое количество воды определим, как разность :

35 – 13,I6 =21,84 литра.

Режимы заряда

Для щелочных аккумуляторов, находящихся в эксплуатации, существует 3 режима заряда: нормальный; усиленный; ускоренный.

Вид заряда	Ток заряда(А)	Время заряда (час)	Общее время заряда (час)
Нормальный	С/4	6	6
Усиленный Ламельные акк.	С/4 1ст С/4 2ст С/8	12 6 6	12
Ускоренный	1ст С/2 2ст С/4	2 2,5	4,5
Герметичные аккумуляторы	С/10	15	15

Время пропитки аккумуляторов и уровень электролита

Тип АКБ	Время пропитки (час)	Уровень (мм)
2НКП–24М	4 (1)	верхний край пластин
2НКП–20У2	4 (1)	
10НКП–8 (10)	1 (0,5)	
10НКБН–3,5	1 (0,5)	2–5
5НКЛБ–70	2 (0,5)	5–12
5НКТБ–80	4–6 (0,5)	3–5

Примечание: В скобках указано время пропитки при форсированном вводе в эксплуатацию.

Ускоренный заряд отличается от нормального большим значением тока и меньшим временем заряда. Параметры ускоренного заряда для аккумуляторных батарей средств связи представлены в таблице

Тип батареи	Время пропитки, ч	Ступень (режим)	Заряд		Время отгазовки, ч
			ток, А	время, ч	
10 НКГЦ–0,45–1	–	ускоренный сверхкороткий	0,1 8 0,9	3 0,5	– –
10 НКГЦ–1,8–1	–	ускоренный сверхкороткий	0,7 3,6	3 0,5	– –
10 НКГЦ–3,5–1	–	ускоренный сверхкороткий	1,4 7	3 0,5	–
10 НКГЦ–6–1	–	ускоренный сверхкороткий	2,4 12	3 0,5	–
10 НКБН–3,5	0,5	ускоренный	3	1	3
10 НКП–10 (8)	0,5	ускоренный форсированный	5 8	3 1,5–2	0,5–1

Тип батареи	Время пропитки, ч	Ступень (режим)	Заряд		Время отгазовки, ч
			ток, А	время, ч	
2 НКП–20У2	1	Ускоренный 1 2	 10 5	 2.5 2	3
2 НКП–24М	1	Ускоренный 1 2	 12 3	 2.5 2	3
5 НКЛБ–70	0,5	Ускоренный	35	3	нет
5 НКТБ–80	0,5	Ускоренный	40	3	нет

Ускоренный заряд используется как эксплуатационный (рабочий), так и при приведении аккумуляторных батарей в рабочее состояние.

При заряде АКБ в полевых условиях и при достаточной мощности зарядных средств целесообразно использовать ускоренней заряд.

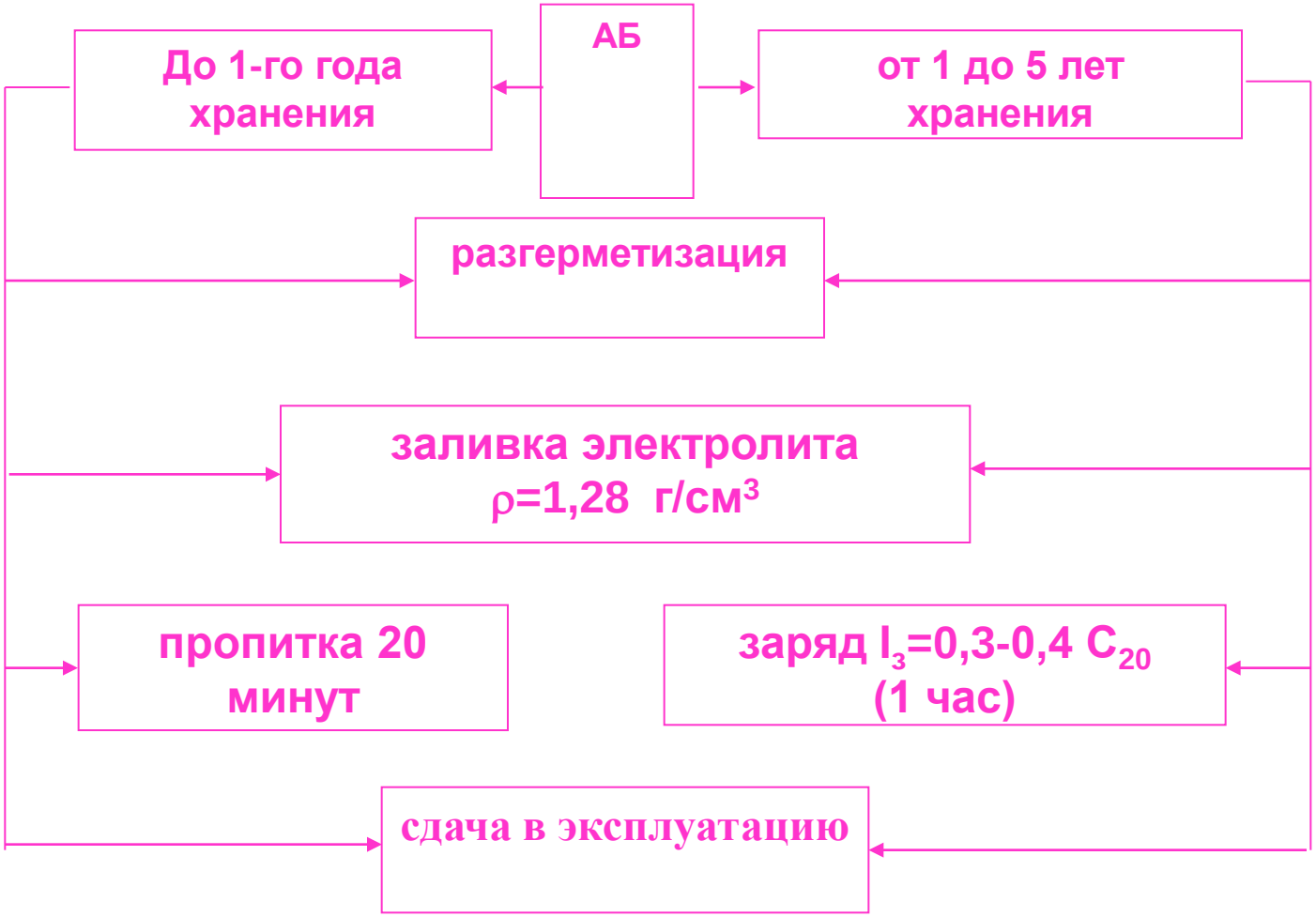
Ускоренный заряд при приведении аккумуляторных батарей в рабочее состояние практически не влияет на их последующую работоспособность, однако необходимо помнить:

– при систематическом ускоренном заряде (более 5-10 циклов подряд) у ряда батарей может наблюдаться уменьшение разрядной емкости;

– у герметичных АКБ отсутствует форсированный ввод в эксплуатацию.

При вводе в эксплуатацию они заряжаются током С/10 в течение 15 часов.

Приведение кислотных АБ в рабочее состояние ускоренным способом



При планировании работ по вводу в действие (оперативному заряду) большого количества аккумуляторных батарей наиболее важными параметрами, которые необходимо определить, является время, требуемое для заряда всех батарей (или их части при поочередном заряде, например, когда в первую очередь заряжаются рабочие комплекты и во вторую – запасные комплекты батарей при ограниченном количестве имеющихся зарядных устройств (зарядных устройств и станций), или же требуемое количество зарядных устройств при ограничении времени заряда.

Связь между временем ввода в действие (заряда) группы АКБ одного типа, числом зарядных средств и выбранным режимом ввода в действие (заряда) батарей в общем случае устанавливается следующим соотношением:

$$\boxed{T = \frac{N \cdot t}{M \cdot n}}$$

где *T* – время, необходимое (или установленное) для заряда всех АКБ;

N – общее количество аккумуляторных батарей одного типа;

M – количество зарядных средств;

n – количество АКБ данного типа, одновременно заряженных одним зарядным средством;

t – время заряда батарей в соответствии с выбранным режимом ввода в действие

Оборудование аккумуляторных

Аккумуляторные воинских частей оборудуются в соответствии с «Руководством по единым типовым требованиям к паркам воинских частей Вооруженных Сил Российской Федерации» введенным в действие приказом МО РФ от 5 июня 1992 года №28.

В аккумуляторных оборудуются рабочие и вспомогательные помещения или специальные участки (места) для следующих целей:

проверки состояния аккумуляторных батарей при их приеме и выдаче из аккумуляторной;
обслуживания, ремонта и заряда аккумуляторных батарей;
установки основных и резервных зарядных агрегатов, контрольно-распределительных и зарядно-разрядных устройств;
приготовления дистиллированной воды и электролита;
хранения аккумуляторных батарей, предназначенных для резервных и буферных групп;
хранения и подзаряда малыми токами аккумуляторных батарей, снятых с загерметизированных ВВТ, находящихся на хранении, а также батарей, снятых со всех ВВТ при температуре окружающего воздуха ниже –30°С;
хранения и своевременного приведения в рабочее состояние сухозаряженных аккумуляторных батарей;
хранения необходимых запасов электролита, дистиллированной воды, химикатов, а также средств доставки аккумуляторных батарей в подразделение (тележки, прицепы).

Категорически запрещается заряжать в одном помещении кислотные и щелочные батареи, а также совмещать магистрали вытяжной вентиляции кислотной и щелочной аккумуляторных.
Для хранения, ремонта и заряда щелочных аккумуляторных батарей оборудуются отдельные изолированные помещения.

В аккумуляторных оборудуются помещения общего назначения: комната аккумуляторщиков, гардеробная, душевая, санузел и др

Аккумуляторные относятся к пожароопасным помещениям категории А и взрывоопасным зонам класса В – Iа, размещаются в отдельно стоящем здании не ниже II степени огнестойкости или в комплексе с ПТОР при условии их отделения глухой противопожарной стеной.

В аккумуляторных запрещается курить, пользоваться электронагревательными приборами и аппаратами, которые могут дать искру. На входной двери в аккумуляторную должны быть надписи: «Кислотная аккумуляторная» («Щелочная аккумуляторная»), «Огнеопасно», «С огнем не входить», «Курение запрещается».

Стены аккумуляторных герметизируются таким образом, чтобы исключить проникновение водорода в смежные помещения

Потолки в аккумуляторных гладко затираются цементным раствором.

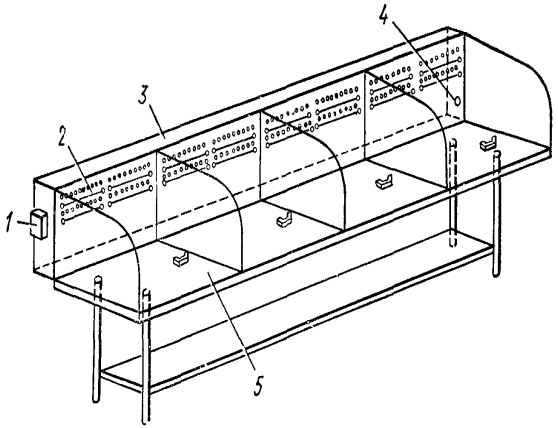
В помещениях кислотной аккумуляторной полы выстилаются керамической плиткой или другими кислотостойкими материалами, а в щелочной —щелочестойкими материалами

Стены, потолки, двери и оконные переплеты, металлические конструкции и вентиляционные короба должны быть окрашены кислото– или щелочеупорными красками

Помещения аккумуляторных освещаются светильниками во взрывобезопасном исполнении. Уровень освещенности пола должен быть не ниже 20 лк.

Выделяющиеся из аккумуляторов водород и аэрозоли электролита должны удаляться из помещений аккумуляторных с помощью вентиляции. Если аккумуляторы заряжаются при напряжении более 2,3 В на аккумулятор, то в помещениях для заряда и хранения аккумуляторных батарей в обязательном порядке оборудуется принудительная приточно–вытяжная вентиляция во взрывобезопасном исполнении.
Вентиляция помещений аккумуляторных должна обеспечивать 8–10-кратный обмен воздуха в час.
Стеллажи для заряда, посты по ремонту аккумуляторных батарей и приготовлению электролита (шкафы, рабочие места) оборудуются местной принудительной вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении.

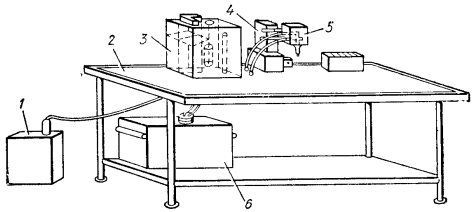
В щелочной аккумуляторной оборудуются участок приема и ремонта аккумуляторных батарей, участок для заряда аккумуляторных батарей, щелочная электролитная, агрегатная, помещение для хранения аккумуляторов и батарей, вентиляционная, гардеробная.



1 – воздуховод местной вентиляции, 2 – шина, 3 – вентиляционный короб, 4 – отверстие для подвода кабелей, 5 – колпак из оргстекла.

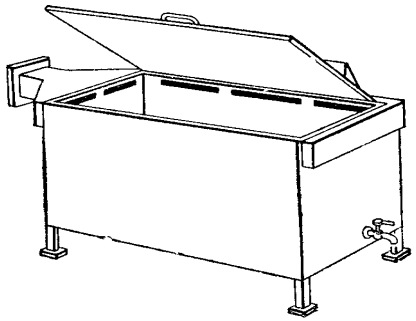
Рисунок 1 - Зарядные шкафы для щелочных аккумуляторных батарей:

В помещении участка для заряда щелочных аккумуляторных батарей размещаются зарядные шкафы с вытяжной вентиляцией (рисунок 1), в которые устанавливаются аккумуляторы и батареи во время заряда, остекленный шкаф для хранения приборов, стеллажи для установки аккумуляторов и батарей на время отгазовки. В остекленном шкафу содержатся ареометр, вольтметры класса точности 1,5 со шкалой 3 В и 15 В, амперметр класса точности 1,5 со шкалой 50 А, часы, воронки и стеклянные трубочки, груша резиновая, кружка с носиком, сосуд мерный стеклянный вместимостью 1,5–2 л, шприц медицинский.



7 – передвижной компрессор; *2* – стол; *3* – контрольная емкость с фильтром,
4 – крепление раздаточного устройства, *5* – раздаточное устройство,
6 – емкость для электролита

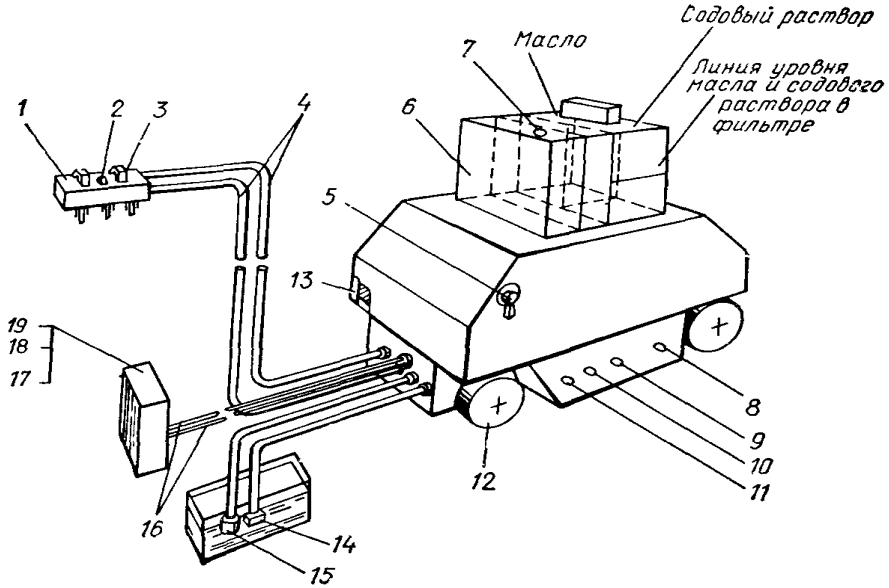
Рисунок 3 - Вакуумная установка:

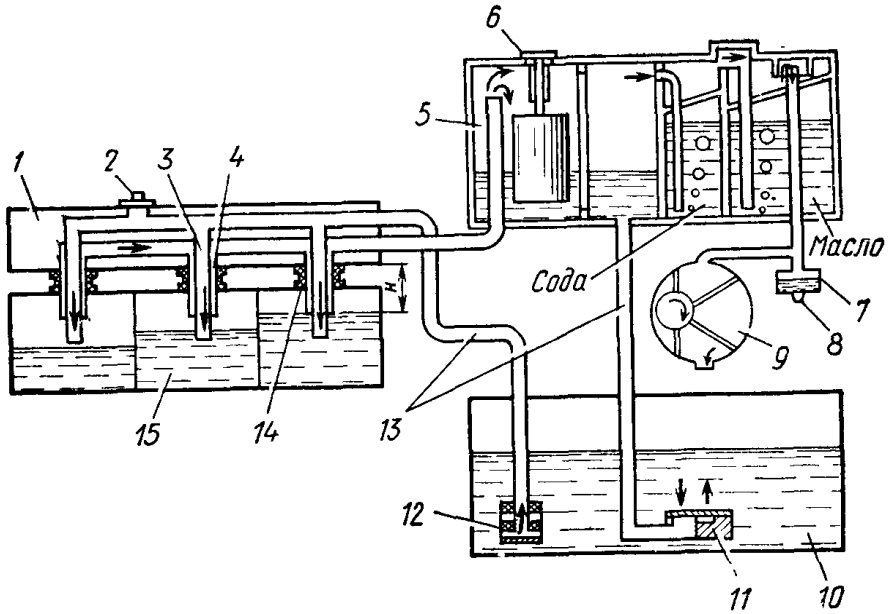


В помещении электролитной размещаются: шкаф для хранения бутылей с электролитом, разливатель для транспортирования бутылей и выливания из них жидкости, дистиллятор для приготовления дистиллированной воды, ванна для приготовления электролита (рисунок 2), вакуумная установка (рисунок 3), стеллаж для установки аккумуляторов и батарей на время пропитки их пластин электролитом, тележка для транспортирования аккумуляторов и остекленный шкаф для хранения приборов и химической посуды.

Средства ускоренного ввода АБ в эксплуатацию

Для дозированной заливки электролита в аккумуляторы используются вакуумные установки, транспортно-дозаторные устройства, механизированные разливатели различной конструкции. Для дублирования механизированного способа разлива электролита в каждой аккумуляторной предусматриваются места и оборудование для ручной заливки (стеклянные бутыли или мерные кружки).



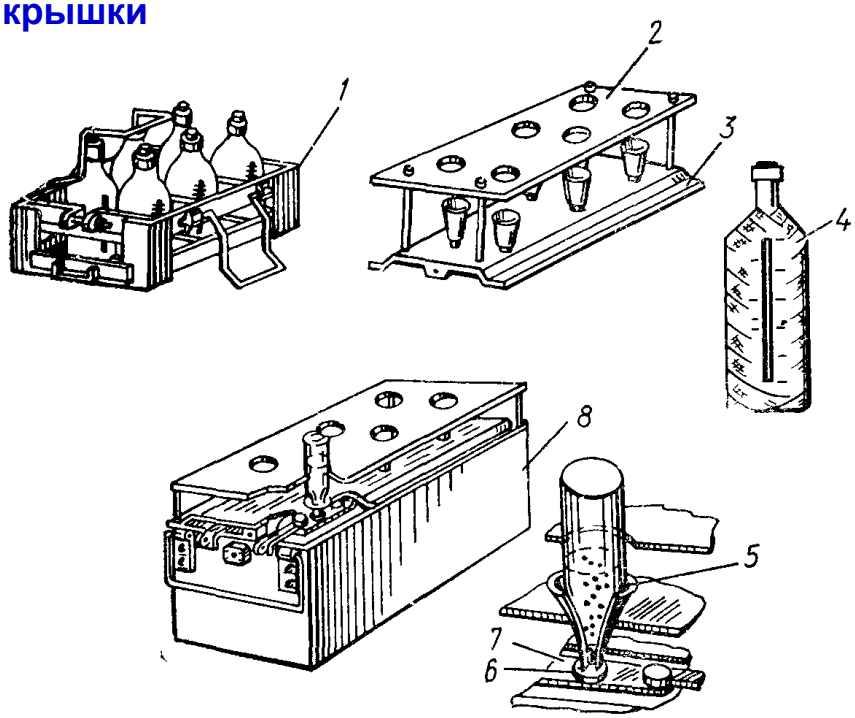


1 **–•гребенка;** ***2*** **– клапан;** ***3*** **– ручка;** ***4*** **– соединительные рукава;** ***5*** **–кнопочный пост;** ***6*** **– контрольная емкость с фильтрами;** ***7*** **– поплавковый клапан;** ***8*** **–штуцер слива масла из вакуумного насоса;** ***9*** **– штуцер слива масла из фильтра;** ***10*** **– штуцер слива содового раствора из фильтра;** ***11*** **– штуцер слива конденсата из фильтра;** ***12*** **–•колесо; 13 – тележка;** ***14*** **– обратный клапан;** ***15*** **– фильтр;** ***16*** **– кабели;** ***17*** **– щит управления;** ***18*** **– магнитный пускатель;** ***19*** **– автоматический выключатель.**

1 **– гребенка;** ***2*** **– клапан;** ***3*** **– внутренний насадок;** ***4*** **– наружный насадок;** ***5*** **– контрольная емкость;** ***6*** **– поплавковый клапан;** ***7*** **– отстойник;** ***8*** **– штуцер слива;** ***9*** **– вакуумный насос;** ***10*** **– емкость для \ранения электролита;** ***11*** **– обратный клапан;** ***12*** **– фильтр;** ***13*** **- соединительные рукава;** ***14*** **– упругое уплотнение;** ***15*** **– аккумуляторная батарея**

Средства ускоренного ввода АБ в эксплуатацию

Для ускорения процесса заливки применяется простейшее приспособление, изготовленное на основе батарейной крышки



1 **–контейнер с бутылями;** ***2*** **– щиток с отверстиями,** ***3*** **– крышка батареи;** ***4*** **– стеклянная бутыль;** ***5*** **– полиэтиленовая воронка;** ***6*** **– заливное отверстие;** ***7*** **– крышка аккумулятора;** ***8*** **– аккумуляторная батарея.**

Объем электролита в каждой бутыли должен соответствовать объему, необходимому для заливки одного аккумулятора батареи данного типа, а именно:

6 СТЭН-140М и 6 СТ-140Р– 1,3;
12 СТ-85Р–0,85 л;
12 СТ-70 и 12 СТ-70М–0.75 л.
6 СТ- 90 – 1л.
6 СТ – 190 – 2л.

При ручной заливке применяют фарфоровую, полиэтиленовую или эбонитовую кружку и стеклянную, полиэтиленовую или эбонитовую воронку. Для дозировки электролита в зависимости от марки аккумуляторных батарей на кружке наносятся соответствующие отметки.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить порядок и оборудование для ускоренного приведения аккумуляторных батарей в рабочее состояние

Литература:

1 Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство. [Текст]. – М.: Воениздат, 1983.–. с. 47-50

2 Эксплуатация химических источников тока средств связи. – М.: Воениздат, 1986. – с. 52-56

Тема №1

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 6, групповое

РАСЧЕТ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Цель: изучить порядок расчета аккумуляторных батарей для подключения к зарядному устройству

Учебные вопросы:

1 Расчет максимального количества однотипных АКБ, заряжаемых одновременно

2 Расчет времени для заряда определенного количества аккумуляторных батарей

3 Расчет цепей для одновременного заряда разнотипных аккумуляторных батарей

Расчет максимального количества однотипных АКБ, заряжаемых одновременно

При заряде аккумуляторные батареи последовательно соединяют друг с другом в группы. Количество батарей в группе зависит от напряжения зарядного источника и определяется по формуле:

$$\boxed{\kappa = \frac{U_{ист}}{U_{б}} = \frac{U_{ист}}{U_{ак} \cdot n}}$$

где *k* - количество батарей в группе;

Uист - напряжение источника, В;

Uб - напряжение батарей в конце заряда, В;

n - количество аккумуляторов в батарее, шт;

Uак - расчетное напряжение на один аккумулятор(в конце заряда), В.

Число групп батарей, которое можно подключить параллельно к источнику тока, определяется по формуле:

$$\boxed{m = \frac{I_H}{I_З}}$$

где *m* - число групп;

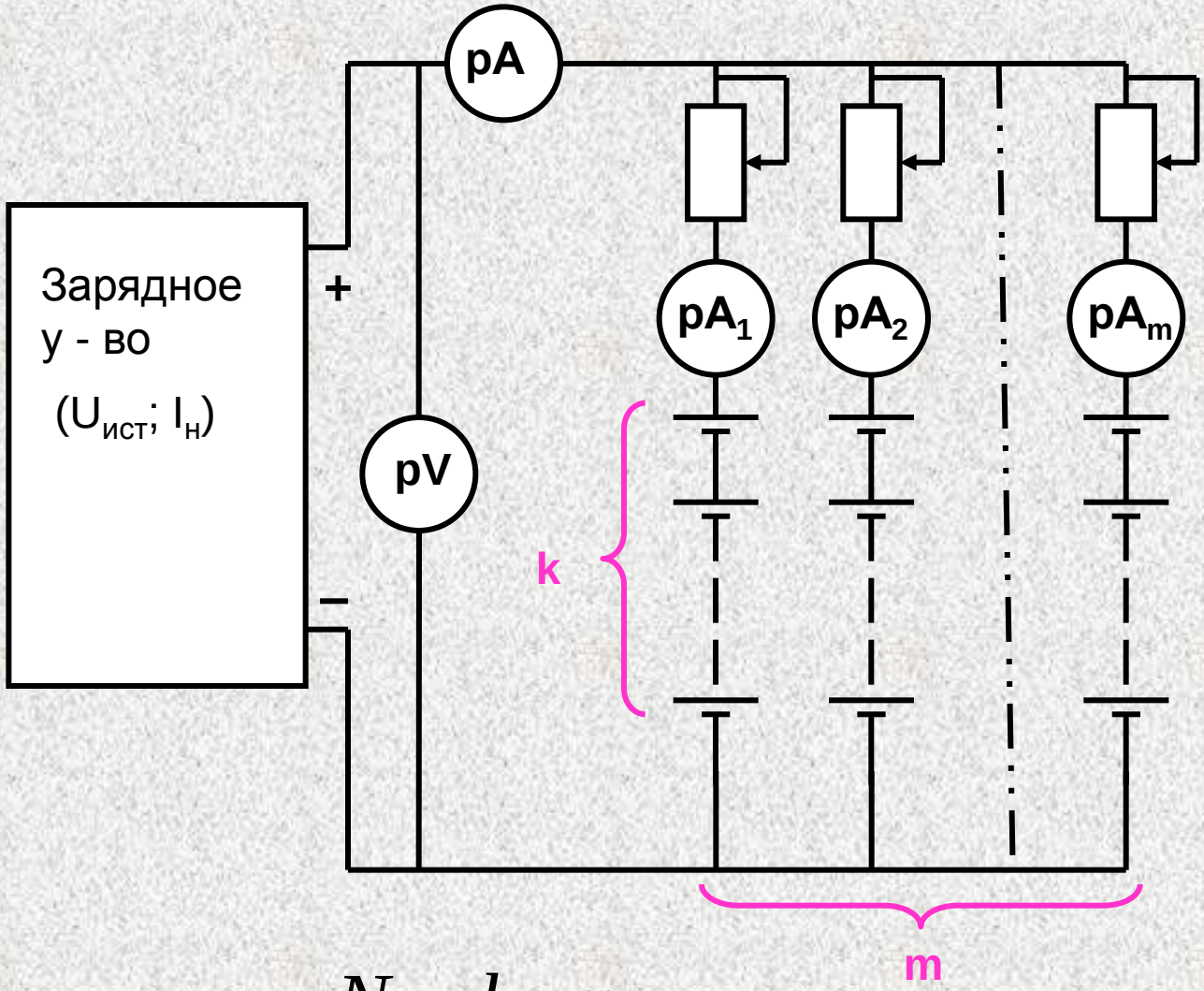
Iн - номинальный ток нагрузки зарядного устройства, А;

Iз - величина зарядного тока, А.

Общее количество одновременно заряжаемых батарей N равно : $\boxed{N = k \cdot m}$

В группы набирают максимально возможное количество батарей с тем, чтобы в реостате как можно меньше поглощалась энергия. Все последовательно включенные батареи в одну группу должны иметь одинаковую емкость и примерно одинаковую степень заряда.

Схема заряда аккумуляторов



$$N = k \cdot m$$

Расчет времени для заряда аккумуляторных батарей

Вид заряда	Ток заряда(А)	Время заряда (час)	Общее время заряда (час)
Нормальный	С/4	6	6
Усиленный Ламельные акк.	С/4 1ст С/4 2ст С/8	12 6 6	12
Ускоренный	1ст С/2 2ст С/4	2 2,5	4,5
Герметичные аккумуляторы	С/10	15	15

Никель-кадмиевые аккумуляторы можно заряжать токами меньше нормальной величины, увеличивая соответственно время заряда ($I_{з.н.}$ $t_{з.н.}$ =1,5С). Величину нормального тока заряда в этих случаях можно уменьшать не более чем в 2 раза, помня, что заряд малыми токами ухудшает работу аккумуляторов.

Усиленные заряды производятся: при вводе аккумуляторов в строй; при подготовке к хранению в заряженном состоянии; после смены электролита; после 10–12 циклов заряда-разряда, но не менее одного раза в месяц при нерегулярной работе; при разряде слабыми токами с перерывами в течение 16 ч и более; после глубоких разрядов (до напряжения менее 1В на аккумулятор).

Ускоренный заряд - форсированный режим заряда. Такие заряды в ходе эксплуатации аккумуляторов крайне нежелательны и допускаются при форсированном вводе аккумуляторов в строй.

При планировании работ по вводу в действие (оперативному заряду) большого количества аккумуляторных батарей наиболее важными параметрами, которые необходимо определить, является время, требуемое для заряда всех батарей (или их части при поочередном заряде, например, когда в первую очередь заряжаются рабочие комплекты и во вторую – запасные комплекты батарей при ограниченном количестве имеющихся зарядных устройств (зарядных устройств и станций), или же требуемое количество зарядных устройств при ограничении времени заряда.

Связь между временем ввода в действие (заряда) группы АКБ одного типа, числом зарядных средств и выбранным режимом ввода в действие (заряда) батарей в общем случае устанавливается следующим соотношением:

$$T = \frac{N \cdot t}{M \cdot n}$$

где *T* – время, необходимое (или установленное) для заряда всех АКБ;

N – общее количество аккумуляторных батарей одного типа;

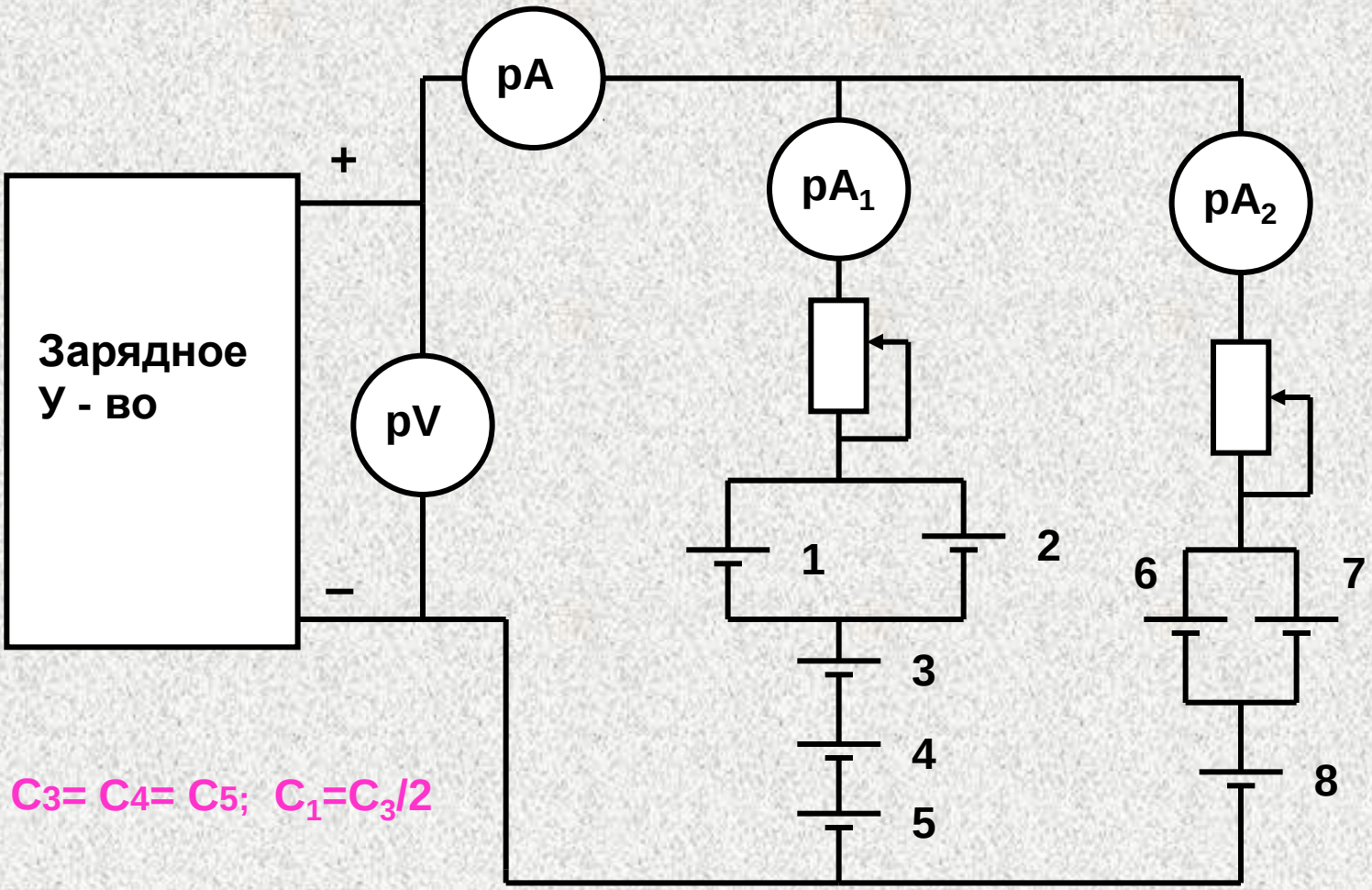
M – количество зарядных средств;

n – количество АКБ данного типа, одновременно заряженных одним зарядным средством;

t – время заряда батарей в соответствии с выбранным режимом ввода в действие

Расчет цепей для одновременного заряда разнотипных аккумуляторных батарей

Аккумуляторные батареи, собираемые для заряда, могут иметь последовательное, параллельное и смешанное соединение



$U_1=U_2$; $C_3= C_4= C_5$; $C_1=C_3/2$

$U_6=U_7$; $U_6+U_8=U_1+U_3+U_4+U_5$; $C_6= C_7= C_8/2$

Максимальное число аккумуляторов, соединенных последовательно, которые могут быть подключены к источнику с напряжением UГ, определяется из выражения:

$$n = \frac{U_Г}{U_{К.З.}}$$

где *n* – число аккумуляторов, соединенных последовательно;
UГ – напряжение зарядного устройства;
Uкз – напряжение на аккумуляторе в конце заряда.

Число параллельных групп

$$m = \frac{I_Г}{I_{З.Н.}}$$

где *m* – число параллельных ветвей;
Iг – величина тока источника;
Iз.н. – величина тока нормального заряда.

Если заряд аккумуляторов осуществляется от источника с регулируемым напряжением, то регулировка тока осуществляется изменением напряжения источника UГ. При использовании источников тока с нерегулируемым выходным напряжением (UГ = const) в цепь заряда включается регулировочный реостат, сопротивление которого определяется из выражения:

$$R_Р = \frac{U_Г - n U_{Н.З.}}{I_{З.Н.}}$$

где Uг – напряжение источника;
n – число аккумуляторов, соединенных последовательно;
Uн.з. = 1,4 В – напряжение аккумулятора в начале заряда;
Iз.н. – величина тока.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить порядок расчета аккумуляторных батарей для подключения к зарядному устройству

Литература:

1 Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство. [Текст]. – М.: Воениздат, 1983 – С.53-54.
2 Эксплуатация химических источников тока средств связи. – М.: Воениздат, 1986. – С.32-36.

Тема №1

ХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Занятие № 8, контр. работа

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ И СРЕДСТВА ЗАРЯДА

Цель: закрепить теоретические знания и привить практические навыки по расчету количества электролита и выбору зарядного оборудования для приведения аккумуляторных батарей в рабочее состояние

Учебные вопросы:

1 Расчёт количества электролита для приведения батарей в рабочее состояние

2 Расчёт батарей для заряда от выпрямительного агрегата

3 Составление схемы подключения аккумуляторных батарей к зарядному агрегату

ВОПРОСЫ, ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1 Расчет количества электролита
2 Расчет количества дистиллированной воды
3 Расчет количества серной кислоты
4 Расчет суммарной мощности зарядных агрегатов
5 Выбор зарядного агрегата и расчет их количества
6 Расчет количества батарей в группе и групп для подключения их к зарядному агрегату
7 Схема подключения батарей к зарядному агрегату

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ вар	Тип АБ	Кол-во АБ	Зона (климат)	Тип заряд. уст-ва
1	6СТ-60	32	умеренный	ВАК-6-115
2	6СТ-75	64	холодный	ВАК-12-115
3	6СТ-90	120	жаркий	ВАК-12-115
4	6СТ-190	80	тёплый влажный	ВАК-6-115
5	6СТ-140	60	оч. холод.(зима)	ВАК-12-115
6	12СТ-85	96	умеренный	ВАК-12-115
7	6СТ-60	32	холодный	ВАК-6-115
8	6СТ-75	64	жаркий	ВАК-12-115
9	6СТ-90	120	тёплый влажный	ВАК-12-115
10	6СТ-190	80	оч. холод.(зима)	ВАК-6-115
11	6СТ-140	80	умеренный	ВАК-12-115
12	12СТ-85	90	холодный	ВАК-12-115
13	6СТ-60	32	жаркий	ВАК - 6-115
14	6СТ-75	64	тёплый влажный	ВАК-12-115
15	6СТ –90	120	оч. холод.(зима)	ВАК-12-115
16	6СТ-190	80	умеренный	ВАК-6-115
17	6СТ140	100	холодный	ВАК-12-115
18	12СТ-85	100	жаркий	ВАК-12-28,5
19	6СТ-60	32	тёплый влажный	ВАК-6-115
20	6СТ-75	64	оч. холод.(зима)	ВАК-12-115
21	6СТ-90	120	умеренный	ВАК-6-115
22	6СТ-190	80	холодный	ВАК-6-115
23	6СТ-140	100	жаркий	ВАК-12-115

РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЛИТА, СЕРНОЙ КИСЛОТЫ, ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

1. По типу аккумуляторной батареи по таблице (Таблица 1, с.8 [1]) определяется количество электролита, необходимое для одной батареи.

2. В соответствии с заданием, определяется общее количество электролита, необходимое для заливки всех батарей.

3. По заданной зоне эксплуатации выбирается необходимая плотность электролита(Таблица 3,с.34 [1]). (*В новые батареи заливается электролит плотностью на 0,02 г/см меньше, чем при заряженной батарее).*

4.По требуемой плотности электролита определятся количество серной кислоты и дистиллированной воды для приготовления одного литра электролита (Таблица 4,с.35[1]) и, исходя из общего количества электролита, общее количество серной кислоты и дистиллированной воды.

1. Суммарная мощность *P* зарядных агрегатов рассчитывается по формуле:

$$P_{\Sigma} = U_{з} \times I_{з} \times n_{аб},$$

где $U_З$ - напряжение заряда батареи, В, (16,2 В для 12 В батареи и 32,4 В для 24 В батареи);

$I_З$ - ток заряда батареи, А;

nаб-количество заряжаемых батарей.

Величина зарядного тока для автомобильных аккумуляторных батарей может быть определена по формуле:

Iз = 0,1С20, (2)

где С20 - номинальная емкость аккумуляторной батареи при 20- часовом режиме разряда, А*ч.

2. Количество зарядных агрегатов n для одновременного заряда заданного количества батарей определяется по формуле:

$$n_{агр} = \frac{P_{\Sigma}}{P_{агр}}, \quad (3)$$

где Рагр - мощность выбранного зарядного агрегата.

Мощность агрегата определяется по его типу.

Например: ВАК-12-115.

Означает- выпрямитель автоматизированный на кремниевых тиристорах, Мощность 12 кВт, напряжение 115 В.

Расчет максимального количества однотипных АКБ, заряжаемых одновременно

При заряде аккумуляторные батареи последовательно соединяют друг с другом в группы. Количество батарей в группе зависит от напряжения зарядного источника и определяется по формуле:

$$\boxed{\kappa = \frac{U_{ист}}{U_{б}} = \frac{U_{ист}}{U_{ак} \cdot n}}$$

где *k* - количество батарей в группе;

Uист - напряжение источника, В;

Uб - напряжение батарей в конце заряда, В;

n - количество аккумуляторов в батарее, шт;

Uак - расчетное напряжение на один аккумулятор(в конце заряда), В.

Число групп батарей, которое можно подключить параллельно к источнику тока, определяется по формуле:

$$\boxed{m = \frac{I_H}{I_З}}$$

где *m* - число групп;

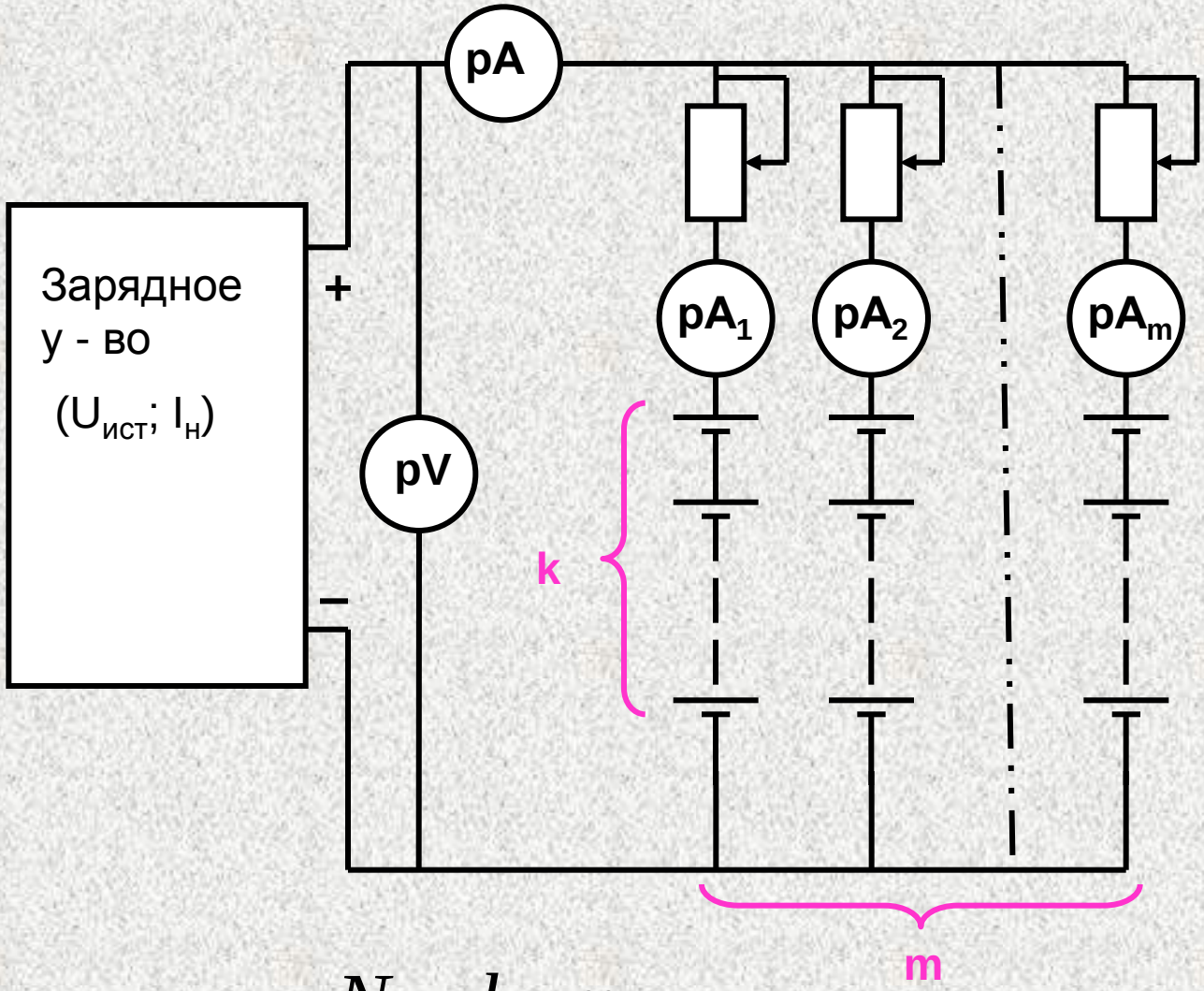
Iн - номинальный ток нагрузки зарядного устройства, А;

Iз - величина зарядного тока, А.

Общее количество одновременно заряжаемых батарей N равно : $\boxed{N = k \cdot m}$

В группы набирают максимально возможное количество батарей с тем, чтобы в реостате как можно меньше поглощалась энергия. Все последовательно включенные батареи в одну группу должны иметь одинаковую емкость и примерно одинаковую степень заряда.

Схема заряда аккумуляторов



$$N = k \cdot m$$

Зарядные агрегаты, указанные в задании, имеют конкретное количество каналов, к которым без дополнительных амперметров и реостатов можно подключить одну группу батарей. Поэтому при построении схемы заряда батарей количество групп задаётся равным числу каналов.

Пример: Необходимо подключить для одновременного заряда к выпрямительному агрегату типа ВАК-6-115 батареи типа 6СТ-190 в количестве 36 штук.

По таблице (Приложение 23 с. 170-171 [1]) определяем данный агрегат имеет 2 канала, выпрямленный ток одного канала 21,75 А.

Определяем количество батарей в группе для подключения к одному каналу по формуле:

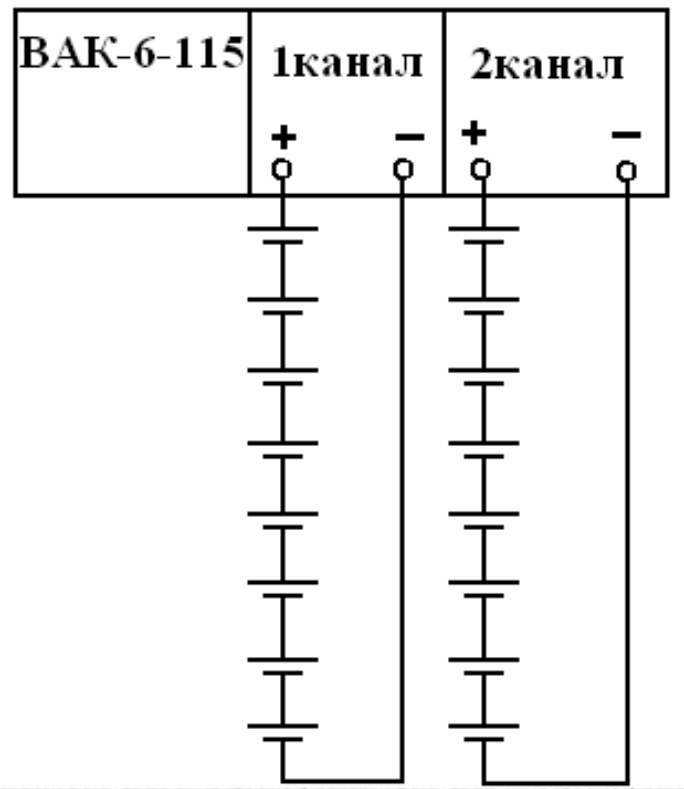
$$k = \frac{U_{ист}}{U_б} = \frac{U_{ист}}{2{,}7n} = \frac{115}{2{,}7 \cdot 6} = 8$$ **батарей.**

Величина зарядного тока в одном канале равна Iз = 0,1С20= 0,1*190=19 А

К двум каналам можно подключить 16 батарей (Рисунок 2).

Для одновременного заряда 36 батарей потребуется 3 агрегата ВАК-6-115. К 2-м агрегатам подключается 32 батареи в соответствии с рисунком 2, а к 3-му- 4 батареи (Рисунок 3)

Схемы подключения для заряда к ВАК-6-115 36-ти батарей типа 6СТ-190



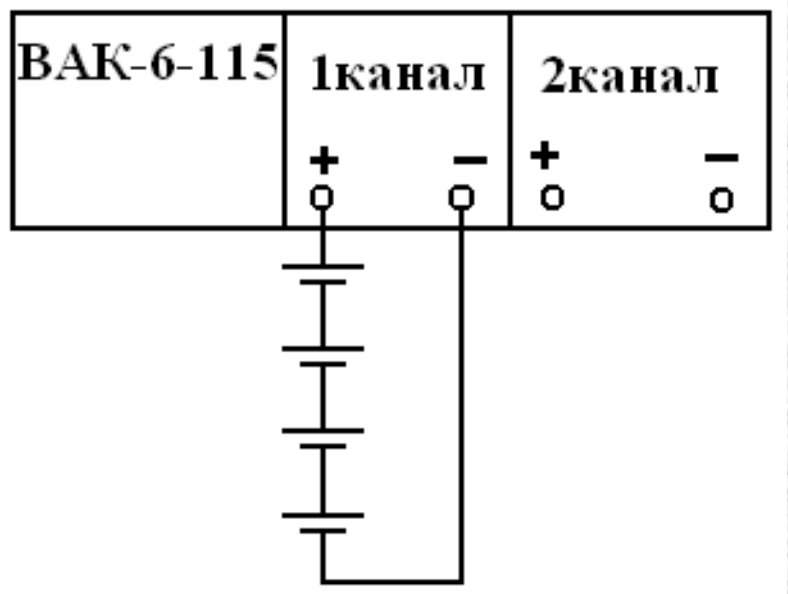


Рисунок 2 – Схема для 2-ух агрегатов

Рисунок 3 – Схема для 3-его агрегата

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

повторить вопросы расчёта количества электролита для приведения батарей в рабочее состояние и количества батарей для одновременного заряда от выпрямительного агрегата

Литература:

1 Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство. [Текст]. – М.: Воениздат, 1983–С.33-40; 53-54.

Тема №2
ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Занятие № 9, лекция
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНИКИ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Цель: изучить теоретические основы обеспечения электробезопасности при эксплуатации военных электроустановок

Учебные вопросы:

1 Основные термины и определения. Классификация электроустановок,помещений и электротехнических изделий по условиям электробезопасности

2 Поражающее действие электрического тока, виды воздействий

3 Опасности при эксплуатации электрических сетей

4 Первая помощь пострадавшему от электрического тока

Основные термины и определения

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту личного состава от опасного и вредного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и электрических разрядов

Мероприятия электробезопасности

организационные

включающие правильную организацию и применение безопасных методов работы, обучение и инструктаж личного состава, контроль и надзор за выполнением техники безопасности и приемов работы, механизация и автоматизация технологических процессов.

технические

обеспечение нормальных условий в рабочей зоне, нормированной освещенности, применение технических способов и средств защиты, безопасного электрооборудования, ограждений, блокировок, спецобуви и др.

Классификация электроустановок

Электроустановка – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, потребления, передачи, распределения электроэнергии и преобразования ее в другой вид энергии

Электроустановки по напряжению подразделяют:

– электроустановки напряжением до 1000В;

– электроустановки напряжением свыше 1000В.

Электроустановки напряжением до 1000В могут быть:

– с глухозаземленной нейтралью;

– с изолированной нейтралью;

– стационарные;

– передвижные.

Стационарные электроустановки могут быть:

– открытыми (находящимися на открытой площадке, под навесом, за сетчатыми заграждениями);

– закрытыми (находящимися в закрытом помещении).

Классификация помещений

Помещения электроустановок

- повышенной опасности
- особо опасные
- без повышенной опасности

Помещения с повышенной опасностью - **наличие одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость или токопроводящая пыль; токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.); высокая температура; возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциями зданий, технологическими аппаратами, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.**

Помещения особо опасные - **с повышенной сыростью, с химически активной или органической средой, с наличием одновременно двух факторов повышенной опасности.**

Помещения без повышенной опасности - **в них отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.**

Территорию передвижных и открытых стационарных электроустановок в отношении опасности поражения личного состава электрическим током приравнивают к особо опасным помещениям.

Электротехнические изделия

по способу защиты человека от поражения электрическим током делят на 5 классов защиты:

- 0 – изделия, имеющие рабочую изоляцию и не имеющие элементов заземления;
- 0I – изделия с рабочей изоляцией, элементом для заземления и проводом без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания;
- I – изделия, в которых предусмотрены рабочая изоляция, элемент для заземления и провод с заземляющей жилой и вилкой с заземляющим контактом;
- II – изделия с двойной или усиленной изоляцией, без элементов для заземления;
- III – изделия, в которых нет внутренних и внешних электрических цепей с напряжением выше 42 В; изделия, получающие питание от внешнего источника, могут быть отнесены к классу III только в том случае, если они предназначены для присоединения непосредственно к источнику питания с напряжением не выше 42 В (или 50 В при ХХ); при использовании в качестве источника питания трансформатора его входная и выходная обмотки не должны иметь электрической связи и между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

Поражающее действие электрического тока. Виды воздействий

Электрический ток, проходя через живые ткани, производит тепловое, химическое, механическое и биологическое воздействие. Это приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей организма, так и общее поражение организма.

Виды электропоражений

Ожоги возможны при прохождении через тело человека значительных токов (более 1 ампера)
Электрические знаки – (метка тока) возникает при хорошем контакте с токоведущими частями. Они представляют собой припухлость с затвердевшей в виде мозоли кожей серого или желтоватого цвета круглой или овальной формы Края электрического знака очертаны белой или серой каймой.
Электрометаллизация кожи – проникновение под кожу частиц металла вследствие разбрызгивания и испарения его под действием тока, например, при горении дуги
Электрический удар является наиболее характерной травмой, вызывающий гибель пострадавших от электрического тока.

В зависимости от исхода выделяют 5 степеней поражения:

I степень – судорожное едва ощутимое сокращение мышц;
II степень – судорожное сокращение мышц, сопровождающееся сильными, с трудом переносимыми болями, без потери сознания, возможны механические повреждения (разрыв кожи, мышц, вывихи суставов, переломы костей);
III степень – судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но с сохранившимся дыханием и работой сердца;
IV степень – потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания;
V степень – клиническая смерть: у человека отсутствуют признаки жизни (он не дышит, сердце его не работает, болевые раздражители не вызывают никакой реакции, зрачки глаз резко расширены и не реагируют на свет). Функции различных органов постепенно угасают.

Поражающее действие электрического тока

Величина тока, проходящего через человека является основным фактором, обуславливающим исход поражения.

Человек начинает ощущать воздействие проходящего через него переменного тока с частотой 50Гц малой величины: 0,6-1,5мА., а постоянного тока – 5-7мА. Эти токи называются порогом ощутимых токов или пороговыми ощутимыми токами. Ток, величиной несколько десятков миллиампер при длительном воздействии (более 10-15 сек.) приводит к остановке дыхания. Но наиболее опасны остановка и фибрилляция сердца.

Можно выделить следующие пороговые значения тока:

– порог ощущения – наименьшее ощутимые значения тока (0,5-1,5мА);

– порог отпускающего тока – токи величиной менее 10 мА;

– порог неотпускающего тока – наименьшее значение тока, при котором человек уже не может самостоятельно освободиться от захваченных электродов действием тех мышц, через которые проходит ток 10 мА и более.

– смертельный ток – 100 мА и более.

Поражающее действие электрического тока зависит также от пути тока и сопротивления человека. Наиболее опасно прохождение тока через дыхательные мышцы и сердце.

$R_{чел} = 1000$ Ом

Пороговые значения тока

Величина тока, проходящего через человека	Характер воздействия	
	Переменный ток 50-60Гц	Постоянный ток
1	2	3
0,5-1,5 мА	Начало ощущения, легкое дрожание пальцев рук	Не ощущается
2,0 - 3,0 мА	Сильное дрожание пальцев рук	Не ощущается
5,0-7,0 мА	Судороги в руках	Зуд и ощущение нагрева
8,0-10,0 мА	Руки трудно, но еще можно оторвать от электропроводов Сильные боли в пальцах, кистях рук и предплечьях	Усиление нагрева
20-25 мА	Паралич рук, оторвать их от электрода невозможно. Очень сильные боли, дыхание затруднено.	Еще больше усиление нагрева. Незначительное сокращение мышц рук.
20-25 мА	Остановка дыхания. Начало фибрилляции сердца.	Сильное ощущение нагрева.

Опасности при эксплуатации электрических сетей

Передача электрической энергии от источника к потребителю осуществляется по электрическим сетям. Электрической сетью называется совокупность отдельных силовых кабелей (проводов), предназначенных для передачи и распределения электрической энергии.

Электрические сети могут быть:

- постоянного тока

(бортовая сеть автомобильная, бронеобъекта и т.д.) Для питания отдельных объектов связи применяется редко ввиду трудностей, связанных с передачей и преобразованием постоянного тока

- переменного тока:

а) однофазные двухпроводные с заземленным проводом. Примером может служить сеть напряжением 220В частотой 50 Гц (освещение, питание бытовых приборов и аппаратуры).

б) однофазные двухпроводные с изолированными от земли проводами (сеть осветительной электростанции ЭСБ-4-ВО-МI).

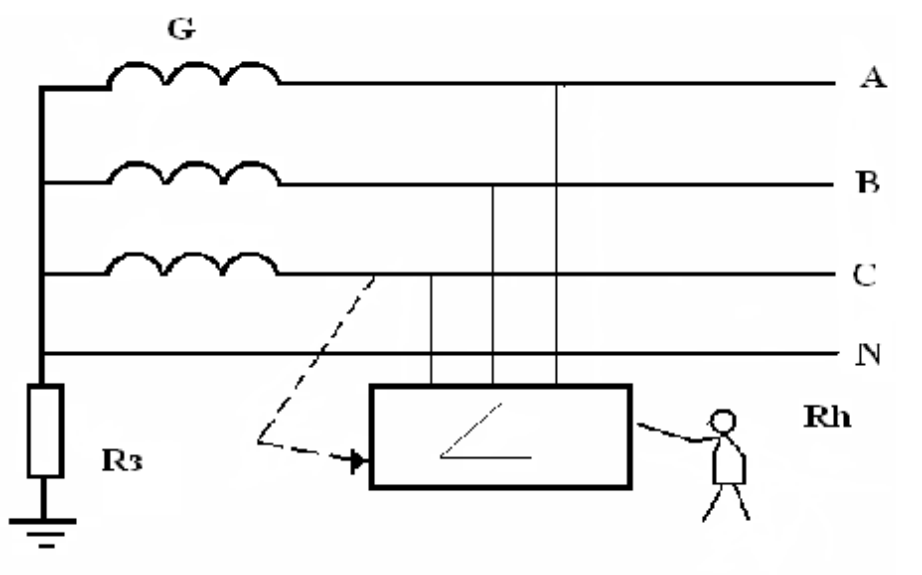
в) трехфазные с глухо-заземленной нейтралью. Примером может служить промышленная сеть переменного тока напряжением 380В частотой 50 Гц.

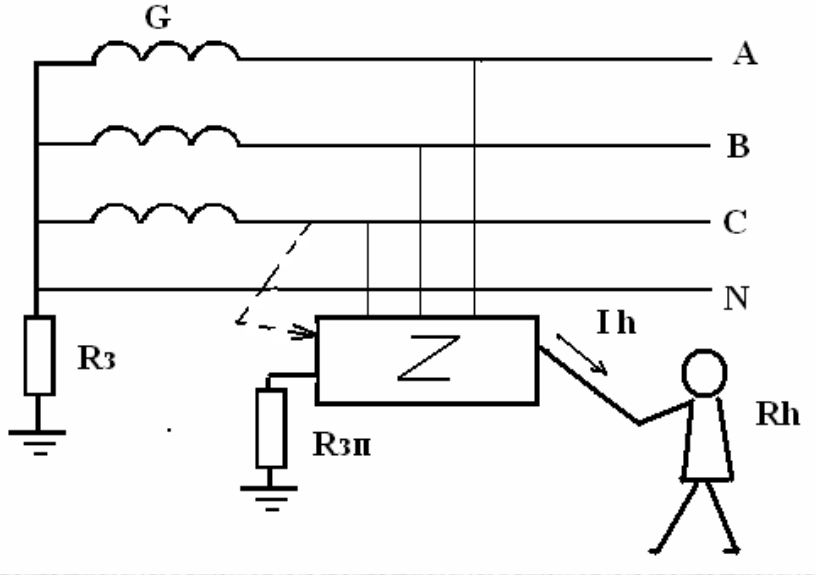
г) трехфазные с изолированной нейтралью. Основная сеть для питания аппаратных связи на полевых узлах связи. (Сеть передвижной электростанции ЭД2х30-Т/400- IВАС «ТОЛУОЛ»)

Опасности при эксплуатации электрических сетей

Прикосновение человека к находящимся под напряжением токоведущим частям электроустановки может быть двух видов: двухфазным и однофазным.

Прикосновение человека к нетоковедущим частям электроустановки может быть опасно в аварийном режиме при повреждении изоляции и замыкании токоведущих частей на корпус.



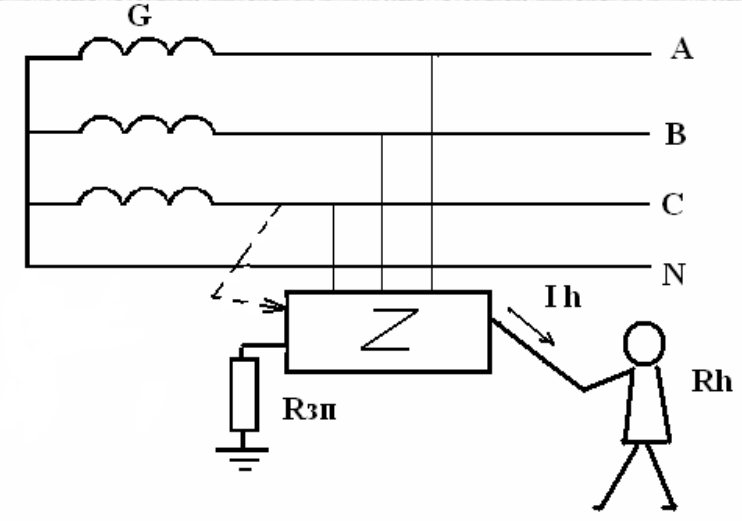


$$I = \frac{U_ф}{R_h}$$

$$I_З = \frac{U_Ф}{R_З + R_{ЗП}} \quad U_{ПЗ} = I_З \cdot R_{ЗП} = \frac{U_Ф \cdot R_{ЗП}}{R_З + R_{ЗП}}$$

В трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью однофазные прикосновения к корпусам электрооборудования с поврежденной изоляцией опасны

Опасности при эксплуатации электрических сетей



Напряжение токоведущих частей электроустановки относительно земли зависит от напряжения источника питания электроэнергией, соотношения активных и емкостных проводимостей фазных и нейтрального проводов относительно земли.

При равенстве активных сопротивлений фаз (Rиа = Rиb = Rис), то ток однофазного прикосновения к любой из фаз определяют выражением:

$$I_п = U_ф / (R_п + R_и/3)$$

Если понижено сопротивление изоляции только одной из фаз, то ток однофазного прикосновения к фазе с исправной изоляцией определяют :

$$I_п = \sqrt{3}\, U_ф / (R_п + R_и)$$

Следовательно, поддерживая сопротивление изоляции фаз на достаточно высоком уровне, можно сделать прикосновение человека к токоведущим частям сети с изолированной нейтралью неопасным (ток замыкания на землю меньше длительно допустимого для человека).

Выводы:

Трехфазные электрические сети с изолированной нейтралью по сравнению с сетями с глухозаземленной нейтралью:

– менее опасны в нормальном режиме при достаточно высоком сопротивлении изоляции фаз относительно земли и малой емкости фаз на землю;

– более опасны в аварийном режиме замыкания одной из фаз на землю (заземленный корпус электроприёмника) и прикосновении человека к токоведущим частям другой фазы (корпусу другого электроприёмника с поврежденной изоляцией другой фазы);

Первая помощь пострадавшему от электрического тока

Оказывающий помощь должен уметь:

– оценивать состояние пострадавшего и определять, в какой помощи в первую очередь он нуждается;

– обеспечивать восстановление проходимости верхних дыхательных путей;

– выполнять искусственное дыхание способом "изо рта в рот" ("изо рта в нос") и закрытый массаж сердца и оценивать их эффективность;

– временно останавливать кровотечение наложением жгута, давящей повязки, пальцевым прижатием сосуда;

– накладывать повязку при повреждении;

– иммобилизовывать поврежденную часть тела при переломе костей, тяжелом ушибе;

– использовать подручные средства при переноске, погрузке и транспортировании пострадавшего;

– пользоваться аптечкой первой помощи.

Первую помощь пострадавшему от электрического тока необходимо оказывать в такой последовательности:

– освободить пострадавшего от действия электрического тока;

– определить характер и тяжесть электротравмы и последовательность мероприятий по спасению пострадавшего;

– выполнить мероприятия по спасению пострадавшего и поддержанию его основных жизненных функций;

– вызвать скорую медицинскую помощь (врача) или транспортировать пострадавшего в ближайшее медицинское учреждение.

Первая помощь пострадавшему от электрического тока

Мероприятия первой помощи проводят в зависимости от состояния пострадавшего:

– у пострадавшего отсутствуют сознание, дыхание, пульс, кожный покров синюшный, а зрачки широкие (диаметр 5 мм), т.е. пострадавший находится в состоянии клинической (мнимой) смерти, – немедленно приступать к его оживлению (реанимации) с помощью искусственного дыхания и наружного массажа сердца;

– пострадавший дышит очень редко и судорожно, но у него прощупывается пульс – сразу же начать делать искусственное дыхание,

– пострадавший в сознании, с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом – уложить его на подстилку (например, из одежды); расстегнуть одежду, стесняющую дыхание; создать приток свежего воздуха; согреть тело, если холодно, или обеспечить прохладу, если жарко; создать полный покои, непрерывно наблюдая за пульсом и дыханием;

– пострадавший находится в бессознательном состоянии – наблюдать за его дыханием и в случае нарушения дыхания из-за западания языка выдвинуть нижнюю челюсть вперед, взявшись пальцами за ее углы, и поддерживать ее в таком состоянии, пока не прекратится западание языка. Ни в коем случае нельзя позволять пострадавшему двигаться, тем более продолжать работу. Приступив к оживлению, нужно позаботиться о вызове врача.

Искусственное дыхание проводят, когда пострадавший не дышит или дышит очень редко, судорожно, со всхлипываниями. Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является способ "изо рта в рот" или "изо рта в нос".

Искусственное дыхание

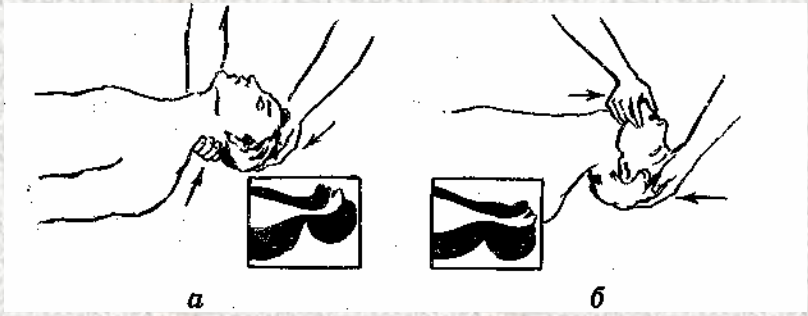
Оказывающий помощь при проведении искусственного дыхания должен:

– уложить пострадавшего на спину, расстегнуть стесняющую дыхание одежду, восстановить проходимость верхних дыхательных путей, которые в положении на спине при бессознательном состоянии пострадавшего часто закрыть запавшим языком;

– расположиться сбоку от пострадавшего, одну руку подсунуть под шею пострадавшего, а ладонью другой руки надавливать на его лоб, максимально запрокидывая голову, при этом корень языка поднимается и освобождает вход в гортань, а рот пострадавшего открывается,

– наклониться к лицу пострадавшего, сделать глубокий вдох открытым ртом, полностью плотно охватить губами открытый рот пострадавшего; закрыть нос пострадавшего щекой или пальцами руки, находящейся на лбу; сделать энергичный выдох, с некоторым усилием вдувая воздух в его рот;

– наблюдать за грудной клеткой пострадавшего: как только грудная клетка поднялась, нагнетание воздуха приостановить, повернуть лицо в сторону и сделать глубокий вдох Интервал между искусственными вдохами должен составлять 5 с (12 дыхательных циклов в минуту).



Массаж сердца

Наружный массаж сердца выполняют при прекращении сердечной деятельности и сочетании следующих признаков появление бледности или синюшности кожных покровов, потеря сознания, отсутствие пульса на сонных артериях.

Оказывающий помощь (если он один) должен:

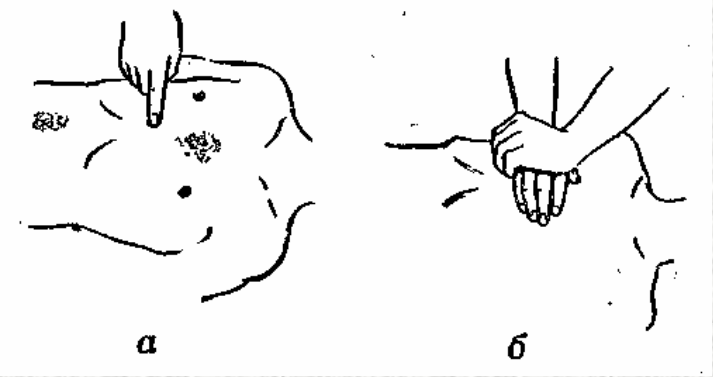
– уложить пострадавшего на ровное жесткое основание (скамью, пол, доску);

– расположиться сбоку от пострадавшего;

– наклонившись, сделать два быстрых энергичных вдувания (по способу "изо рта в рот" или "изо рта в нос");

– приподнявшись, оставаясь на той же стороне от пострадавшего, ладонь одной руки положить на нижнюю половину грудины (на два пальца выше от ее нижнего края), а пальцы приподнять; ладонь другой руки положить поверх первой и надавить, помогая наклоном всего корпуса, руки при надавливании должны быть выпрямлены в локтевых суставах Надавливание следует производить быстрыми толчками, так, чтобы смещать грудину на 4–5 см. Продолжительность надавливания не более 0,5 с, интервал между отдельными надавливаниями 0,5 с, количество надавливаний 12–15 на каждые два вдувания.

Если же помощь оказывают два человека, один из них проводит искусственное дыхание, а другой – наружный массаж сердца, т.е. после каждого вдувания воздуха следует сделать 5 надавливаний на грудину в том же темпе



При неэффективности мероприятий по оживлению (кожные покровы синюшно-фиолетовые, зрачки широкие, пульс во время массажа не определяется) искусственное дыхание и наружный массаж сердца прекращают через 30 мин.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить классификацию электроустановок, помещений, поражающее действие электрического тока, правила оказания первой медицинской помощи

Литература:

1 Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника : учебник для студ. сред. проф. образования / Н.Ю. Морозова, - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – С.266-270, 275-279.

Тема №2
ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Занятие № 10 групповое

ТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Цель: изучить средства защиты от поражающего действия электрического тока

Учебные вопросы:

1 Средства защиты, применяемые в электроустановках

напряжением до 1000 вольт

2 Технические способы защиты в электроустановках до 1000 вольт.

Основная и вспомогательная системы технических способов защиты

3 Заземляющие устройства и приборы контроля изоляции

Средства защиты, применяемые в электроустановках напряжением до 1000 вольт

Средства, служащие для защиты людей, работающих с электроустановками, от поражения электрическим током, от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Основные

Изоляция длительно выдерживает рабочее напряжение электроустановок и позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением

Изолирующие штанги; изолирующие и электроизмерительные клещи; указатели напряжения; диэлектрические перчатки; слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные

Не могут при данном напряжении обеспечить защиту от поражения током, а применяются совместно с основными электрозащитными средствами.

Диэлектрические галоши; диэлектрические ковры; переносные заземления; изолирующие подставки и накладки; оградительные устройства; плакаты и знаки безопасности

Средства защиты, кроме изолирующих поставок, диэлектрических ковров, переносных заземлений, ограждений, плакатов и знаков, подвергаются эксплутационным испытаниям (периодическим и внеочередным, проводимым после ремонта). После испытания на средствах защиты, кроме инструмента с изолирующими рукоятками и указателей напряжения до 1000В, ставится штамп с указанием даты следующего испытания.

Плакаты и знаки безопасности

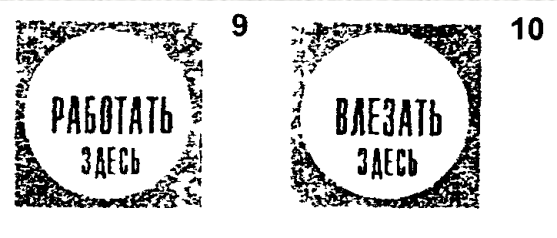
Плакаты и знаки безопасности применяются для предотвращения ошибочного включения коммутационных аппаратов; для предупреждения об опасности при приближении к токоведущим частям, находящимся под напряжением

ЗНАКИ И ПЛАКАТЫ ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ

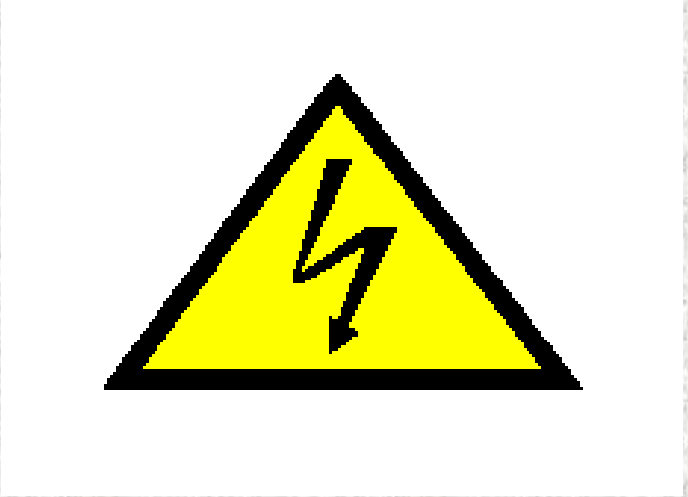
ПЛАКАТЫ ЗАПРЕЩАЮЩИЕ

ПЛАКАТ УКАЗАТЕЛЬНЫЙ

ПЛАКАТЫ ПРЕДПИСЫВАЮЩИЕ

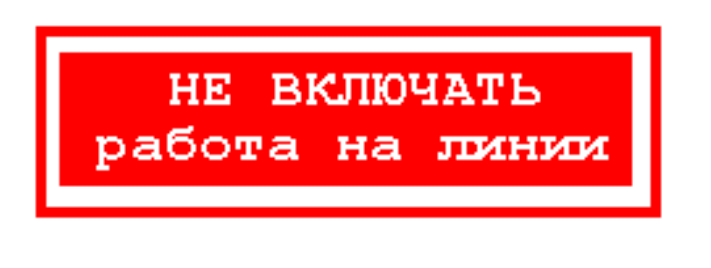


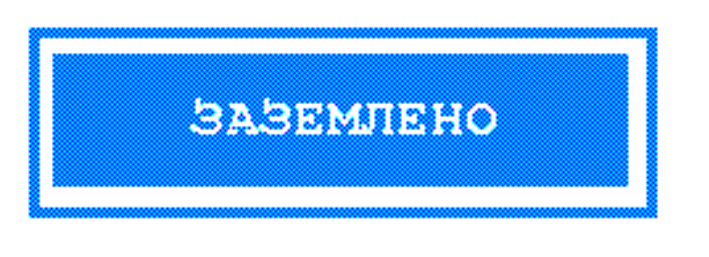
Постоянные плакаты и знаки, как правило, изготовляются из электроизоляционных материалов, а на бетонные и металлические поверхности наносятся красками с помощью трафаретов. Допускается установка металлических плакатов и знаков. Переносные плакаты следует изготовлять из электроизоляционных материалов.



Сторона треугольника: 360 мм на дверях помещений; 160 мм, 100 мм, 80 мм - для оборудования; 50 мм, 40 мм - для тары

Размеры плаката 240х130 мм или 80х50 мм, кайма белая шириной 13 и 5 мм соответственно





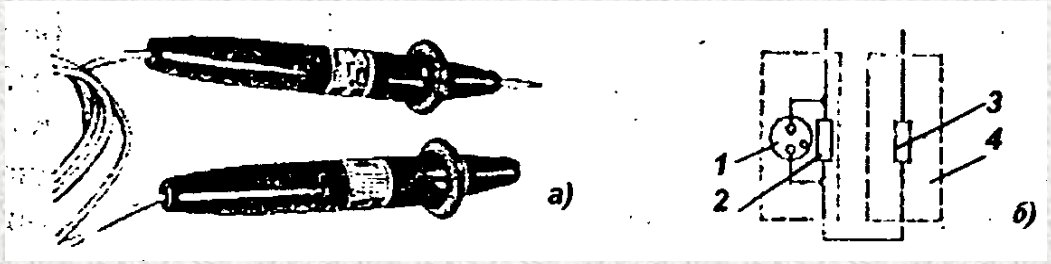
Черные буквы на синем фоне.

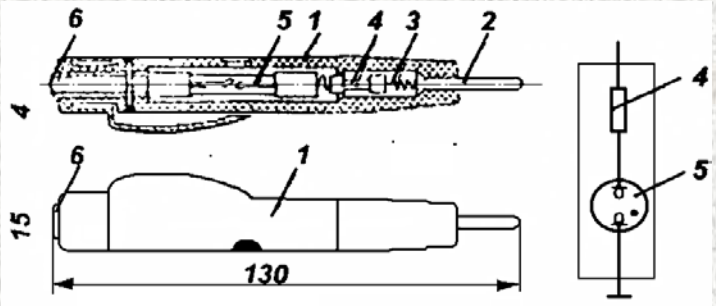
Электрозащитные средства, применяемых в электроустановках напряжением до 1000В

1 Изолирующие клещи (предназначены для замены трубчатых предохранителей типов ПР и НПН на токи 15 - 60 А)

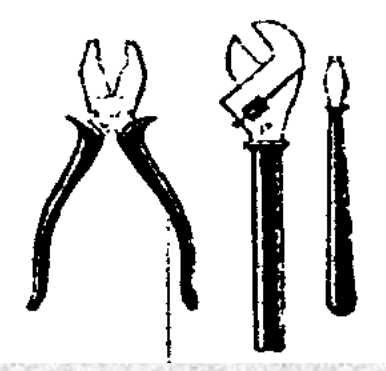
2 Электроизмерительные клещи (предназначены для измерения тока, напряжения и мощности без разрыва цепи)

3 Указатели напряжения (двухполюсные и однополюсные)

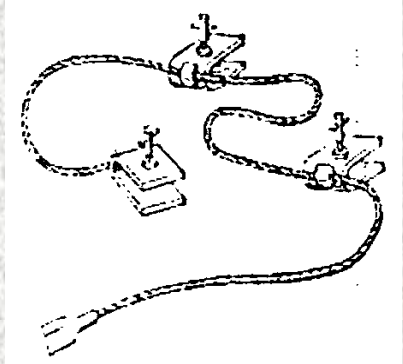




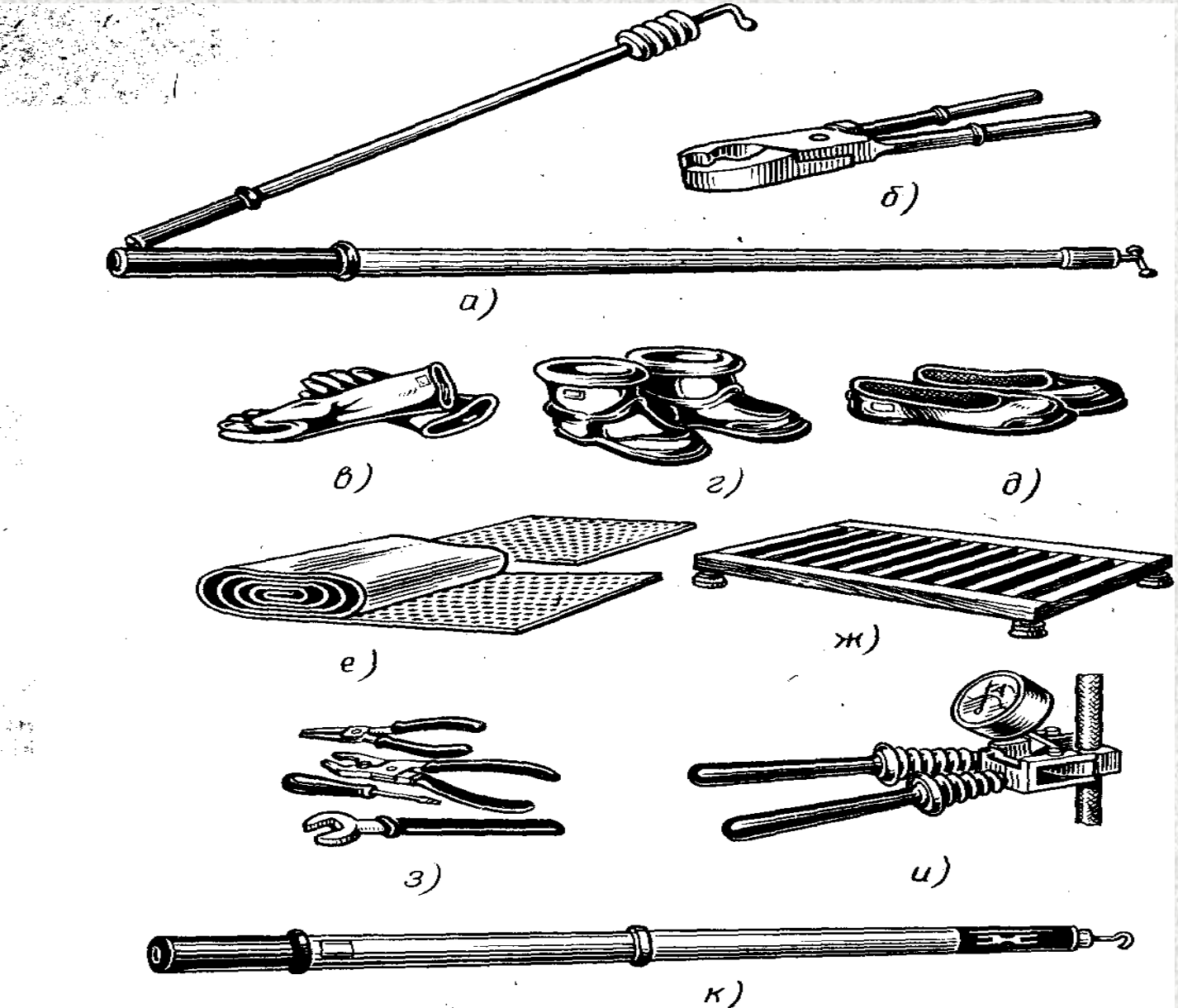
4 Изолированный инструмент



5 Переносные заземления



Защитные средства, применяемые при обслуживании электроустановок



а) **— изолирующие штанги,** ***6)*** **— изолирующие клещи, в) — диэлектрические перчатки,** ***г)*** **— диэлектрические боты,** ***д)*** **— диэлектрические галоши,** ***е)*** **— резиновые коврики и дорожки,** ***ж)*** **— изолирующие подставки, з) — монтерский инструмент с изолирующими ручками,** ***и)*** **— токоизмерительные клещи,** ***к*** **— указатель напряжения**

Технические способы защиты в электроустановках напряжением до 1000 вольт

Для защиты от поражения электрическим током применяют следующие способы: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциала; система защитных проводов; защитное отключение; изоляция токоведущих частей; электрическое разделение сети; малое напряжение;контроль изоляции.

Защитное заземление – **это преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.**

Зануление — **это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.**

Выравнивание потенциала **как метод снижения напряжения прикосновения и шага между точками электрической цепи, к которым возможно одновременное прикосновение или на которых может одновременно стоять человек.**

Система защитных проводов**. В сети до 1 кВ с изолированной нейтралью может применяться система защитных проводов, при которой корпуса электроприемников электрически соединяются между собой.**

Защитное отключение **- это быстродействующее автоматическое отключение всех фаз участка сети, обеспечивающее безопасные для человека сочетания тока и времени.**

Изоляция токоведущих частей **(рабочая, дополнительная, двойная, усиленная)**

Электрическое разделение сети **(разделение через трансформатор)**

Малое напряжение **(50 В для переменного тока и 110 В- для постоянного)**

Контроль изоляции **($R_{из}$≥0,05 М Ом для сетей до 1000 В)**

Основная и вспомогательная системы технических способов защиты

Основная система технических способов защиты- защитное отключение электроприемников в сочетании с постоянным контролем сопротивления изоляции относительно земли в сети с изолированной нейтралью и защитным заземлением источника электрической энергии

Вспомогательная система технических способов защиты - защитное заземление в сочетании с постоянным контролем сопротивления изоляции относительно корпуса (земли) в сети с изолированной нейтралью и системой защитных проводников

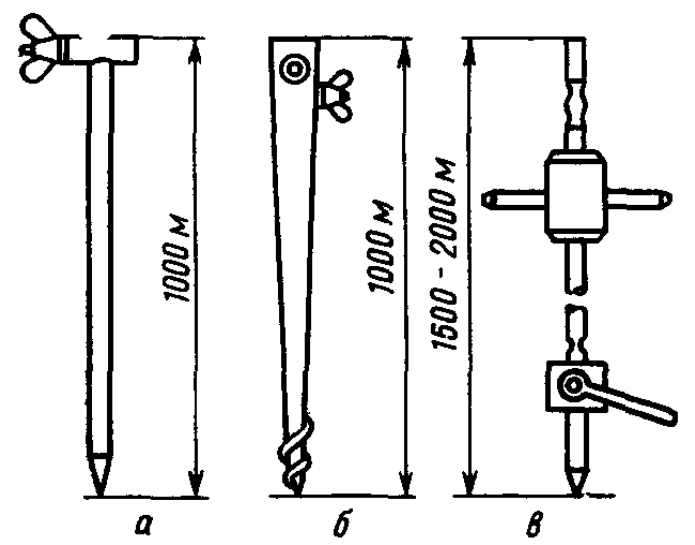
Назначение защитного отключения – быстрое автоматическое отключение участка сети при возникновении опасности поражения человека электрическим током (прикосновение человека к токоведущим частям, снижение сопротивления изоляции, замыкание на корпус и др.).

УЗО устанавливают на вводе в передвижные электроприёмники для обеспечения одновременного отключения всех фазных и нулевого рабочего проводников.

УЗО состоит из измерительного органа, регистрирующего возникновение в сети опасного режима, и исполнительного органа, обеспечивающего быстрое отключение опасного участка сети

Заземляющие устройства

Заземлением какой-либо электроустановки называется преднамеренное электрическое соединение ее с землей с помощью заземляющего устройства, которое состоит из проводников и заземлителей.



а — трубчатый; б — бурав; в — стержневой

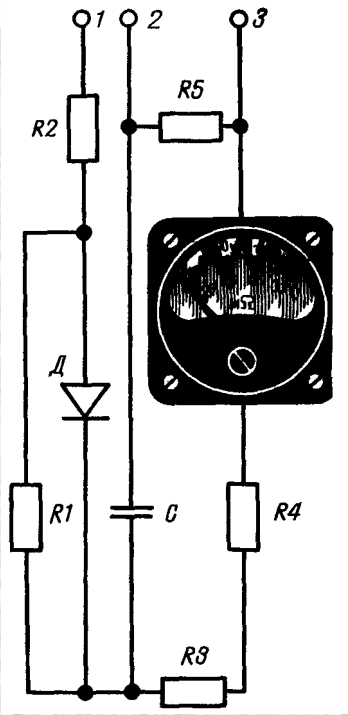
Сопротивление заземлителя

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

где ρ – удельное сопротивление грунта;
***l* – длина заземлителя; *d* – диаметр заземлителя.**

Сопротивление заземляющего устройства военных передвижных установок допускается не более 25 Ом. В районах с повышенным удельным сопротивлением грунта допускается увеличение сопротивления заземляющих устройств до 250 Ом.

Для группового заземлителя из одинаковых стержневых электродов забиваемых в землю вертикально, сопротивление:
Rгр = R3 /*п η* ,
где R3 – сопротивление одиночного заземлителя;
***п* – число электродов в контуре;**
***η* – коэффициент использования группового заземлителя.**
Коэффициент использования группового заземлителя при размещении вертикальных электродов по контуру.



Приборы контроля изоляции

Мегаомметр типа М-143М

Источник постоянного тока включен между фазами генератора и землей. Его ток, проходящий через добавочный резистор и измерительный прибор в землю, пропорционален активному сопротивлению контролируемой изоляции относительно земли. Прибор применяют для постоянного контроля изоляции электрооборудования передвижных электростанций мощностью до 8 кВт

Приборы ПКИ-1 и ПКИ-2 постоянно контролируют сопротивление изоляции относительно земли в передвижных установках трехфазного тока частотой 50 Гц и напряжением 230 и 400 В.

ПКИ-1 устанавливается в распределительном устройстве передвижного агрегата питания, подключается к выводным клеммам генератора и корпусу электроагрегата

ПКИ-2 представляет собой переносную приставку к передвижным электростанциям и агрегатам питания, которые не имеют в своем распределительном устройстве приборов для постоянного контроля изоляции. Состоит из двух основных узлов (непосредственно прибора и сигнального устройства)

Значение сопротивления срабатывания сигнализации существующих приборов постоянного контроля изоляции установлено ПТБ ВЭУ и составляет:

15 кОм – для электроустановок U = 400 В, *f* = 50 Гц; 10 кОм – для электроустановок U = 230 В, *f* = 50 Гц; 50 кОм – для электроустановок U = 230 В *f* = 400 Гц.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить средства защиты от поражающего действия электрического тока.

Литература:

1 Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника : учебник для студ. сред. проф. образования / Н.Ю. Морозова, - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – С.270-275.

Тема №2
ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Занятие № 11, практическое

ОБОРУДОВАНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ АППАРАТНЫХ И СТАНЦИЙ СВЯЗИ

Цель: изучить порядок расчёта и обустройства защитного заземления электроустановок

Учебные вопросы:

1 Расчёт сопротивления заземляющих устройств

2 Оборудование заземления аппаратных и станций связи

3 Измерение сопротивления заземляющих устройств

Расчёт сопротивления заземляющих устройств

Расчёт производится по формуле для одиночного заземлителя у поверхности земли заглубляемого в грунт вертикально:

$$R_з = \frac{\rho}{2\pi l} * \ln\frac{4l}{d}$$

где ***l*- длина заземлителя; *d* - диаметр заземлителя;**
***ρ* - удельное сопротивление грунта**

ЗАДАЧА

Рассчитать предполагаемое сопротивление заземлителя типа "Бурав" в районе учебного центра, грунт – песок при влажности около 20 %
Длина "бурава" измеряется линейкой *l* = 1 м, диаметр измеряется линейкой в средней части *d* = 8 см = 0,08 м.

Методы уменьшения сопротивления заземлителя

Для приведения R_3 к норме можно предложить следующие меры:

- проводить искусственную обработку почвы путем полива в районе заземлителя раствором поваренной соли (4-5 стаканов соли на одно ведро воды) через каждые 4-5 суток;

- оборудовать групповой заземлитель.

Сопротивление заземляющего устройства военных передвижных установок допускается не более 25 Ом. В районах с повышенным удельным сопротивлением грунта допускается увеличение сопротивления заземляющих устройств до 250 Ом.

Приближённые значения удельного сопротивления различных грунтов и воды, Ом.м:

Грунт	Возможные пределы колебания	При влажности 10-20 % массы грунта	Вода	Возможные пределы колебания
Глина	8-70	40	Морская	0,2-1
Чернозём	9-53	20	Ручьевая	10-60
Торф	10-30	20	Речная	10-100
Садовая земля	30-60	40	Грунтовая	20-70
Суглинок	40-150	100	Прудовая	40-50
Супесь	150-400	300		
Песок	400-700	700		
Каменистый	500-800	-		
Скалистый	700-1000	-		

Расчёт сопротивления группового заземлителя

Для группового заземлителя из одинаковых стержневых электродов забиваемых в землю вертикально, сопротивление: $R_{гр} = R_3 / n\,\eta$,
где R_3 – сопротивление одиночного заземлителя;
***n* – число электродов в контуре;**
***η* – коэффициент использования группового заземлителя.**

n	4	6	10	20	40	60	100
η	0,69	0,61	0,56	0,47	0,41	0,39	0,36
m	2,76	3,6	5,6	9,4	16,4	23,4	36

При использовании в качестве заземлителя контура сопротивление по отношению к одиночному заземлителю уменьшается в *m* раз.

Количество заземлителей можно рассчитать по формуле: $n \cdot \eta = R_3 / R_{гр}$

Сопротивление заземляющего устройства военных передвижных установок допускается не более 25 Ом. В районах с повышенным удельным сопротивлением грунта допускается увеличение сопротивления заземляющих устройств до 250 Ом.

Оборудование заземления аппаратных и станций связи

Для заземления электроагрегатов, аппаратных и станций могут быть использованы металлические трубы диаметром 40-50мм, длиной 1-1,5 м и стержни диаметром не менее 15мм, забиваемые в землю на расстоянии друг от друга не менее их длины.

Отдельные заземлители должны быть соединены между собой гибким медным проводом сечением не менее 2,5 мм.

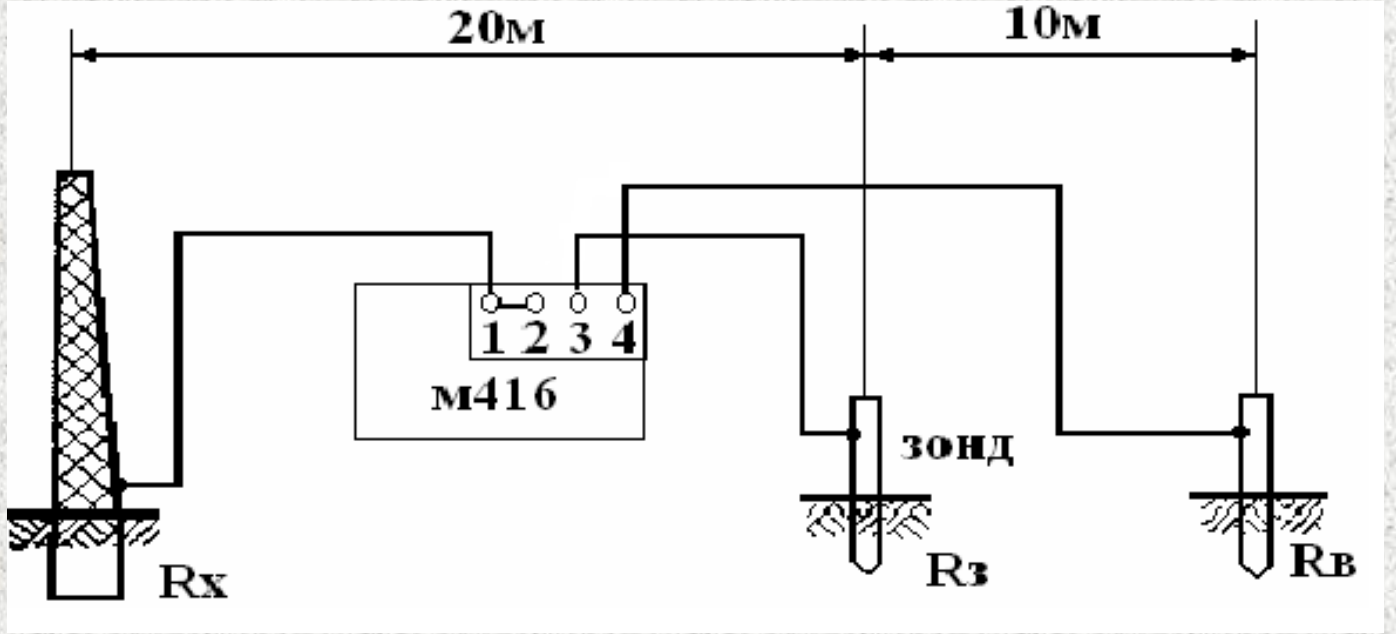
При работе в населенных пунктах в качестве заземлителей могут использоваться:
а) проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы за исключением трубопроводов горючих или взрывчатых газов, а также трубопроводов, покрытых изоляцией для защиты от коррозии;
б) металлические шпунты гидротехнических сооружений. Естественные заземлители должны быть связаны с заземляющим устройством электроагрегата не менее чем двумя проводниками, присоединёнными к естест-венным заземлителям в разных местах.

При выполнении заземляющего устройства в почвах с высоким удельным сопротивлением следует производить обработку почвы, раствором поваренной соли (4-5 стаканов соли на ведро воды) через каждые 4-5 суток.

При сооружении заземляющих устройств в зимнее время, а также в условиях вечной мерзлоты или каменистых почв допускается:
- помещать заземлители в непромерзаемые водоёмы, в талые зоны;
- использовать артезианские скважины;
- устраивать выносные заземлители на удалении не более 100 м от электроагрегата или аппаратной (станции) в местах с более низким удельным сопротивлением земли,

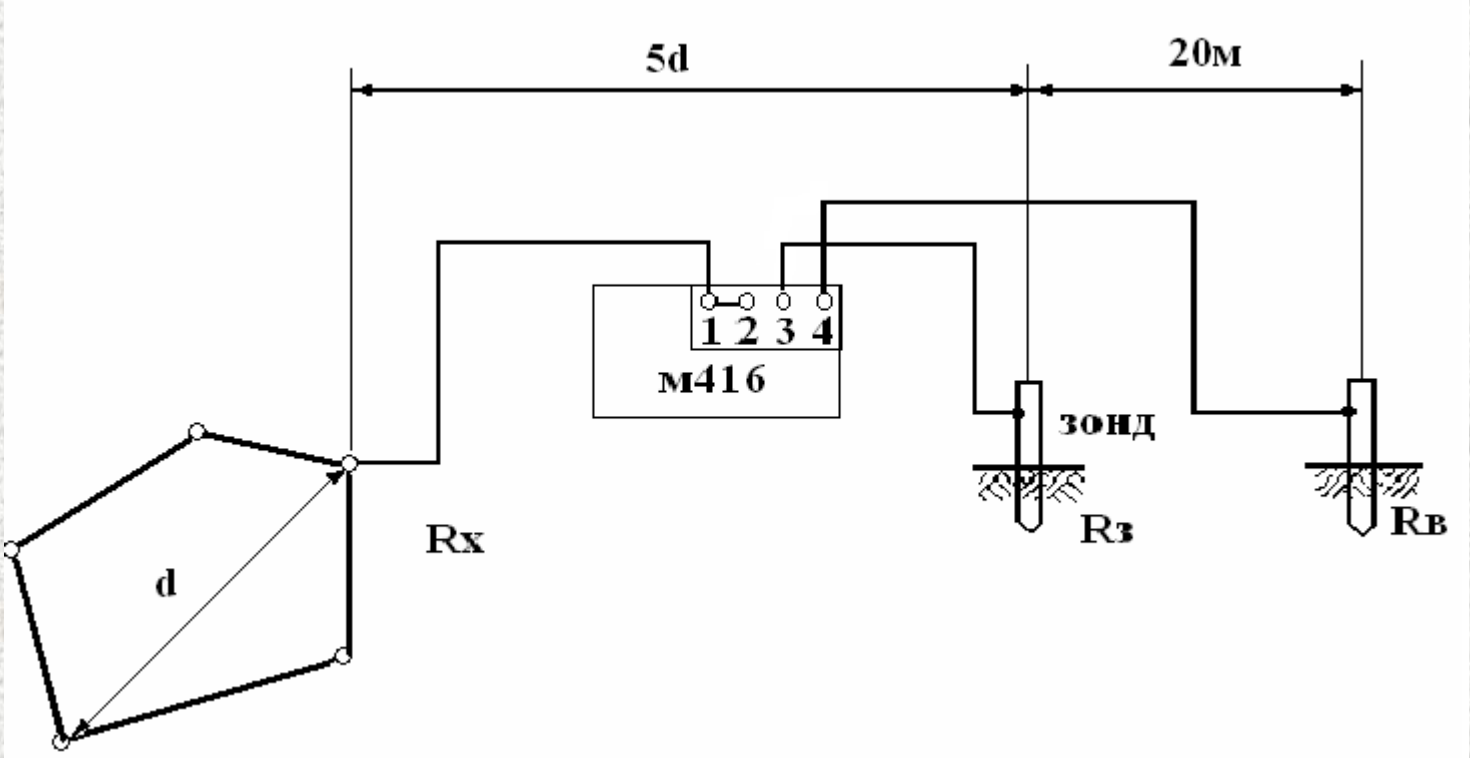
В районах со скалистым грунтом допускается повысить значение сопротивления заземляющего устройства до 250 Ом.

Измерение электрического сопротивления заземления с помощью прибора М416



Для одиночного заземлителя

Измерение электрического сопротивления заземления с помощью прибора М416



Для контурного заземлителя

Измерение электрического сопротивления заземления с помощью прибора М416

Глубина погружения зонда и вспомогательного заземлителя в грунт должна составлять не менее 500 мм. При грунтах с высоким удельным сопротивлением для повышения точности показаний прибора грунт вокруг зонда и вспомогательного заземлителя следует увлажнить или забить в качестве зонда и вспомогательного заземлителя несколько электродов.

Электроды забиваются на расстоянии 2 – 3 м друг от друга и электрически соединяются.

Более точные измерения можно получить при подключении схемы к четырем выводам прибора, так как в этом случае в ре-зультат измерения не входит сопротивление провода, соединяющего вывод прибора с заземлителем Rx.

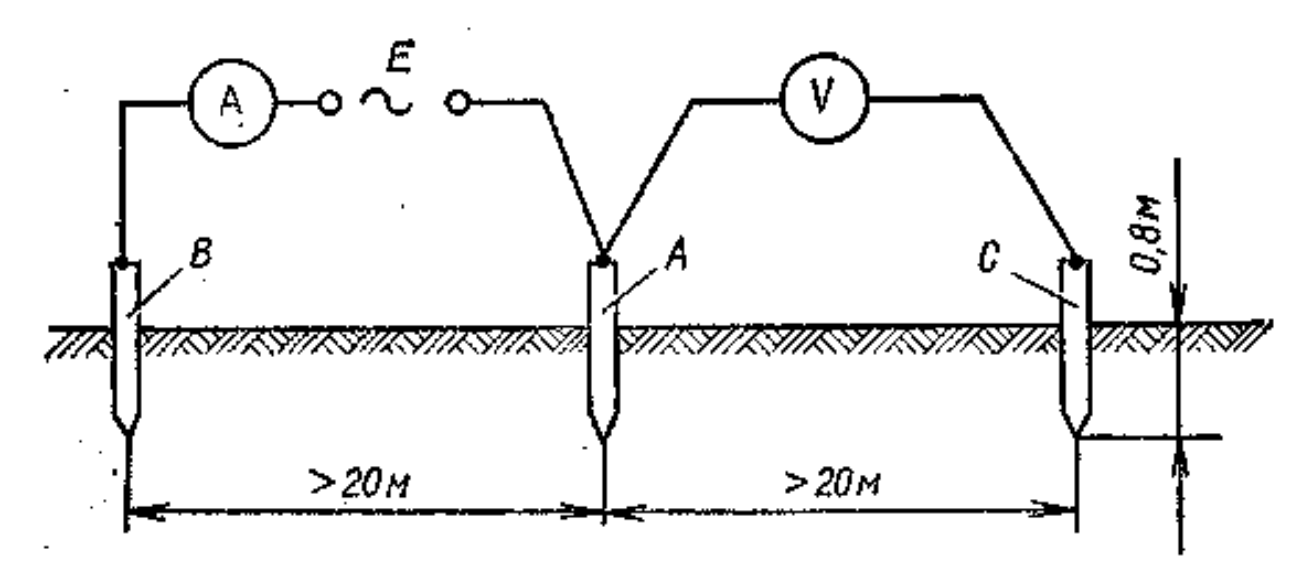
При подключении схемы к трем выводам прибор рекомендуется располагать как можно ближе к заземлителю *Rx* с целью повышения точности измерений.

Измерение производится в следующем порядке:

- переключатель В1 установить в положение Х1;
- нажать на кнопку и, вращая ручку "реохорда", добиться максимального приближения стрелки индикатора к нулю;
- зафиксировать результат измерения.

Если измеряемое сопротивление оказалось больше 10 Ом, переключатель В1 установить в положение Х5, Х20 или Х100, проделать указанные выше операции и результат измерения умножить на соответствующий множитель.

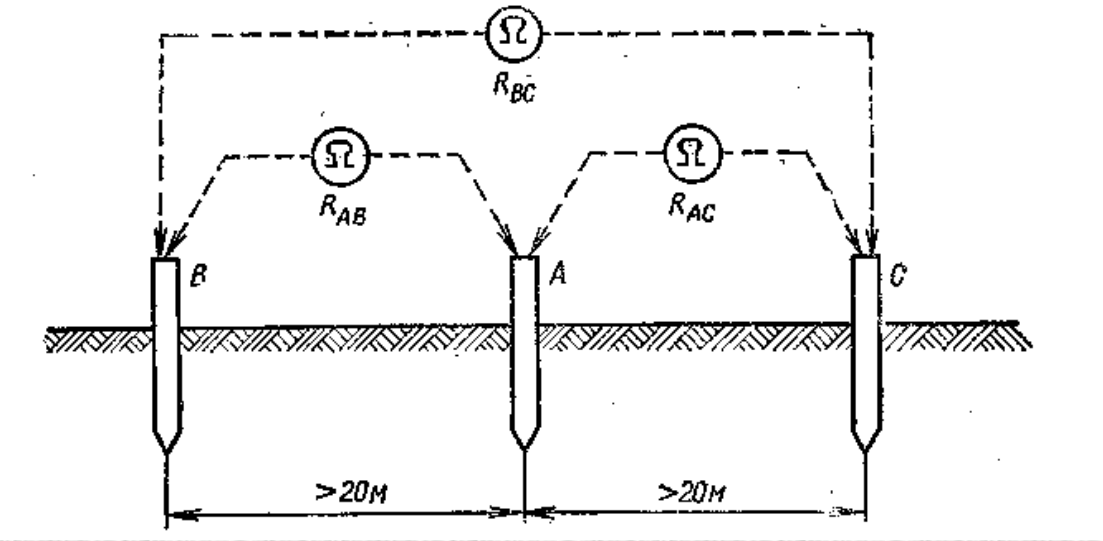
Измерение электрического сопротивления заземления методом амперметра и вольтметра



Питание схемы при измерениях производится переменным током напряжением 12 или 24 В.

$$R_x = \frac{U}{I}$$

Измерение электрического сопротивления заземления с помощью омметра



Электрическое сопротивление заземлителя *Ra* вычисляется по результатам трех замеров сопротивлений (Rab, Rbc, Rac), где индексами А, В и С обозначены точки присоединения омметра к электродам при каждом замере.

Электрическое сопротивление R_A заземлителя А вычисляется по формуле:

$$R_A = \frac{R_{AB} + R_{AC} - R_{BC}}{2}$$ **и также** $$R_B = \frac{R_{AB} + R_{BC} - R_{AC}}{2}$$ **и** $$R_C = \frac{R_{AC} + R_{BC} - R_{AB}}{2}$$

Если заземлители после измерения остаются в составе заземляющего устройства, то их общее сопротивление R_0.

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$$

Аналогично поступают при вычислении электрического сопротивления контурного заземления. В этом случае разъединением заземляющих проводников составляют три группы электродов А, В и С

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

Повторить порядок расчёта и обустройства защитного заземления электроустановок

Литература:

1 **Морозова Н.Ю.** Электротехника и электроника : учебник для студ. сред. проф. образования / Н.Ю. Морозова, - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – С.271-273.

Тема №3
ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Занятие № 12,лекция
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Цель: изучить общие характеристики источников вторичного электропитания

Учебные вопросы:

1 Классификация и требования, предъявляемые к источникам вторичного электропитания

2 Параметры источников вторичного электропитания

3 Типовые структурные схемы источников вторичного электропитания

Классификация и требования, предъявляемые к источникам вторичного электропитания

Средства вторичного электропитания **составная часть любой радиоэлектронной аппаратуры, которая входит в нее, и используя энергию от систем энергоснабжения промышленной частоты или автономных источников питания, формирует необходимые для работы комплекса РЭА питающие напряжения с требуемыми параметрами.**

Система вторичного электропитания совокупность функционально связанных источников вторичного электропитания, устройств управления, коммутации, распределения, защиты, контроля и сигнализации, предназначенная для подключения к системам или автономным источникам энергоснабжения и обеспечивающая по заданной программе электропитанием все цепи РЭА.

Источники вторичного электропитания - устройства, предназначенные для преобразования входной электроэнергии и обеспечения электропитанием отдельных цепей радиоэлектронной аппаратуры. В состав БП входит ряд функциональных узлов различного назначения (схемы выпрямления и фильтрации, преобразователи и стабилизаторы напряжения и др.)

Блок питания источник вторичного электропитания, выполненный в виде единой конструкции.
Комплект функциональных узлов источник вторичного электропитания, состоящий из двух и более функциональных узлов, встраиваемых непосредственно в РЭА, но не объединенных в единую конструкцию.

Функциональный узел устройство, выполняющее одну или несколько определенных электрических функций (выпрямление, фильтрацию, стабилизацию и др.) в составе ИВЭ или системы вторичного электропитания.

Источники вторичного электропитания классифицируются :

1 По виду входной электроэнергии
2 По выходной мощности
3 По виду выходной электроэнергии
4 По номинальному значению выходного напряжения
5 По степени постоянства выходного напряжения
6 По допустимому отклонению номинала выходного напряжения
7 По пульсации (для ИВЭ с выходом на постоянном токе)
8 По числу выходов питающих напряжений

Требования, предъявляемые к источникам вторичного электропитания

1 Номинальное значение выходного питающего напряжения в вольтах

Для аппаратуры на интегральных микросхемах (аналоговых и цифровых) используются напряжения 5, 6, 9, 12 и 15 В. Для периферийных и выходных устройств ЭВМ, а также некоторых видов радиоаппаратуры этот ряд дополняется напряжением 20, 27, 40 В.

2 Значение тока нагрузки по каждой выходной цепи питающего напряжения.

3 Коэффициент пульсации выходных напряжений постоянного тока определяется требованиями аппаратуры и задается из следующего ряда:

0,01; 0,02; 0,03; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5%.

4 Суммарная нестабильность выходного напряжения при воздействии всех дестабилизирующих факторов задается в процентах от номинального напряжения:

0,1; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10%.

5 Коэффициент полезного действия или потребляемая мощность от источника первичной энергии.

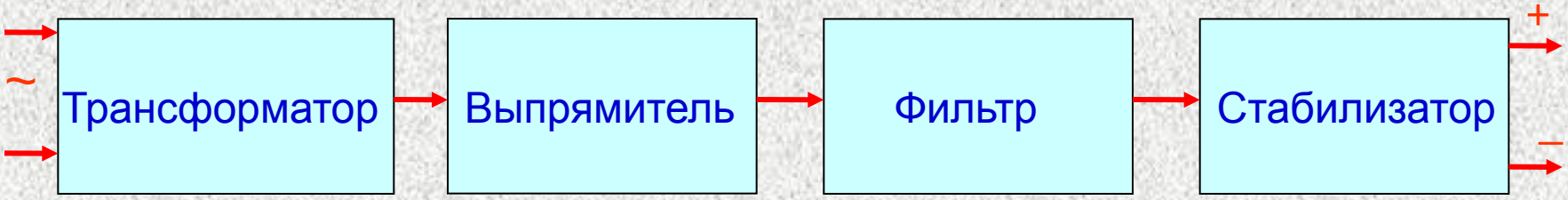
6 Гальваническая развязка выходных цепей питания от шин источника входной электроэнергии.

7 Электрическая защита приёмника от превышения выходного напряжения, а также источника питания от перегрузки или короткого замыкания в нагрузке, автоматическое восстановление работоспособности источника питании при снятии перегрузки или короткого замыкания.

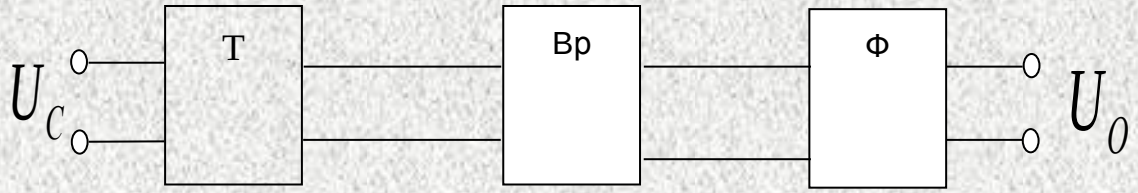
Параметры источников вторичного электропитания

1. Номинальное выходное напряжение выпрямителя и стабилизатора
2. Пределы изменения выходного напряжения
3. Пределы регулировки выходного напряжения стабилизатора
4. Номинальное значение тока нагрузки выпрямителя и стабилизатора
5. Пределы изменения тока
6. Нестабильность выходного напряжения
7. Коэффициент стабилизации
8. Амплитуда переменной составляющей (пульсации) напряжения:
9. Внутреннее сопротивление постоянному току выпрямителя или стабилизатора , которое определяет изменение выходного напряжения при медленном изменении тока нагрузки на величину
10. Температурный коэффициент напряжения % / °С (ТКН) показывает изменение выходного напряжения стабилизатора при изменении температуры окружающей среды ТС на 1°С :
11. Суммарная нестабильность выходного напряжения стабилизатора ,% при одновременном воздействии всех возмущающих факторов определяется как сумма соответствующих коэффициентов нестабильности для каждого фактора с учетом знака его изменения:
12. Коэффициент полезного действия выпрямителя , стабилизатора преобразователя определяется как отношение полезной мощности, отдаваемой в нагрузку, к мощности, потребляемой от источника входной электроэнергии:

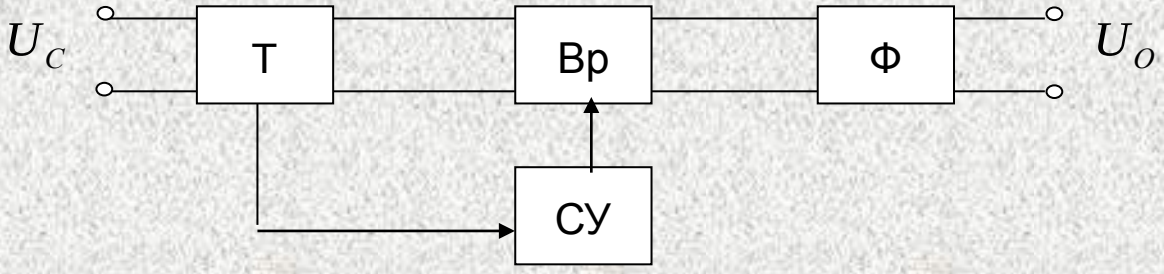
Типовые структурные схемы источников вторичного электропитания



Структурная схема источника вторичного питания

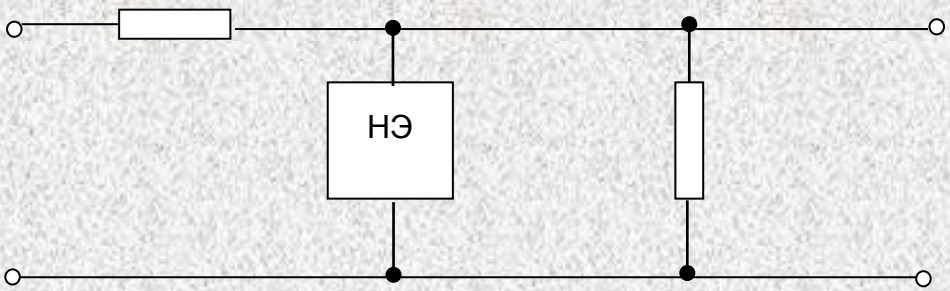


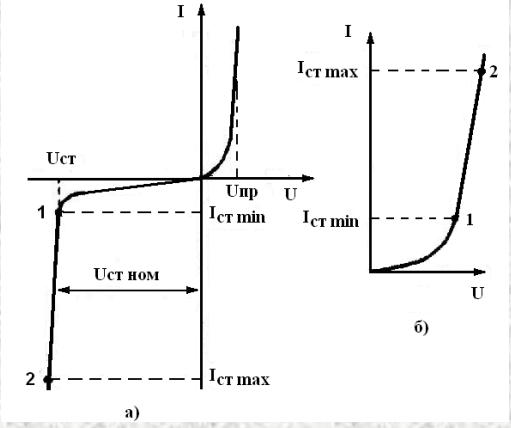
Нерегулируемый выпрямитель



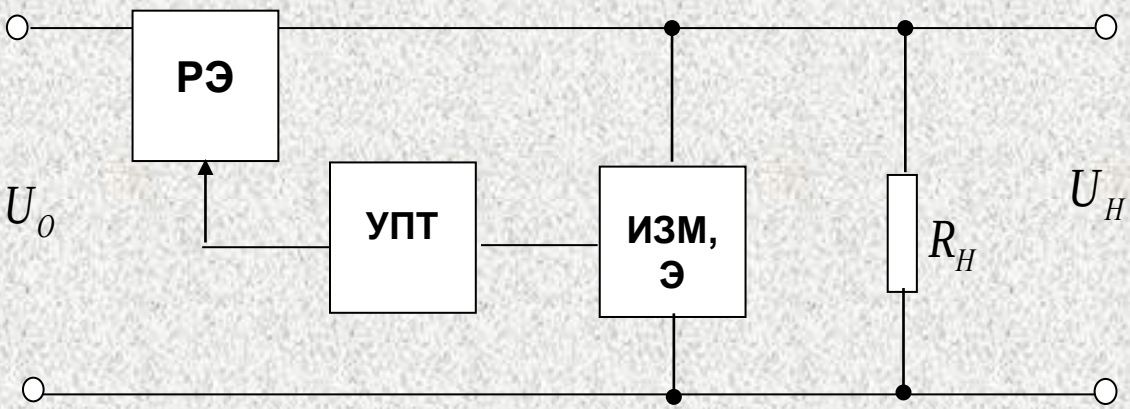
Регулируемый выпрямитель

Стабилизаторы напряжения и тока



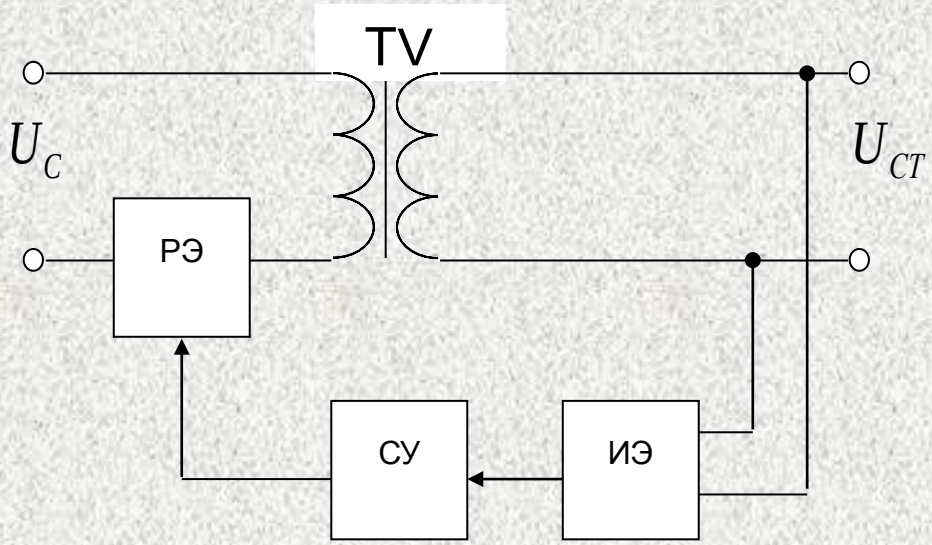


Структурная схема параметрического стабилизатора



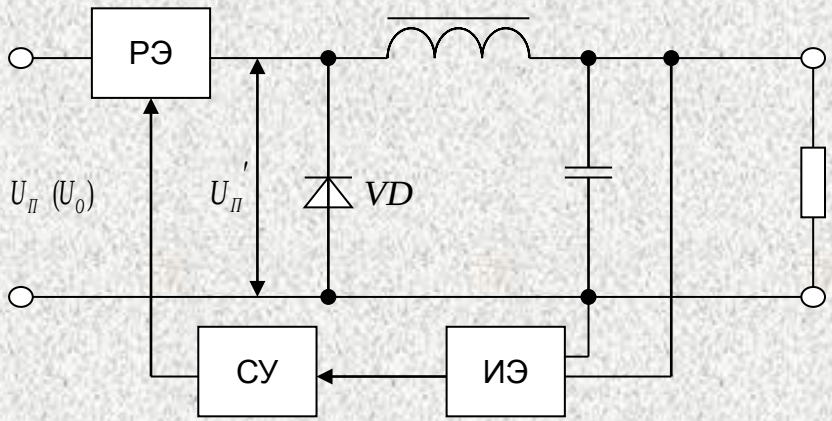
Структурная схема компенсационного стабилизатора

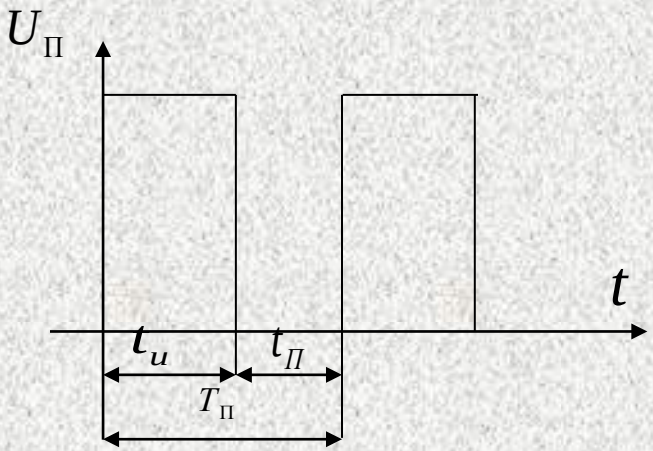
Стабилизаторы переменного напряжения



Регулирующий элемент РЭ, в качестве которого может быть использован дроссель насыщения, тиристор или транзистор, включен в первичную обмотку трансформатора TV,а измерительный элемент ИЭ следит за выходным переменным напряжением UС**Т**. Цепь обратной связи замыкается через схему управления СУ.

Импульсные стабилизаторы



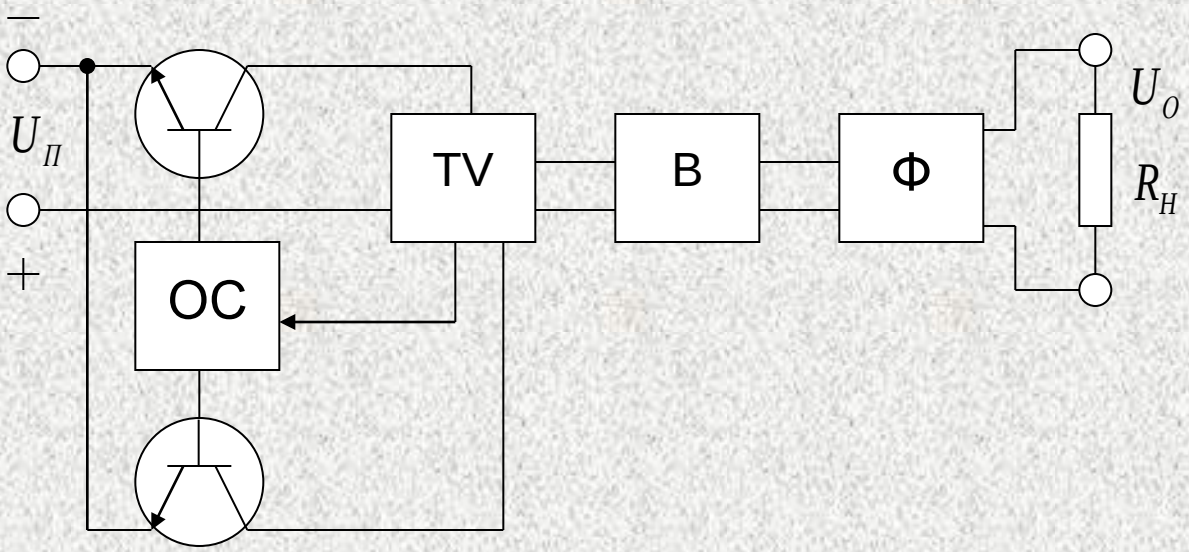


$$U_{вых} = \frac{U_{вх} \cdot t_и}{T}$$

Отношение длительности открытого состояния транзистора, при котором генерируется импульс напряжения длительностью ti к периоду коммутации Тп называется коэффициентом заполнения:

$$\gamma = \frac{t_и}{T_П} = \frac{t_и}{t_и + t_П}$$

Транзисторные преобразователи



Структурная схема двухтактного преобразователя

При включении напряжения питания Uп в автогенераторе возникают колебания и постоянное напряжение Uп преобразуется в переменное прямоугольной формы, которое затем выпрямляется выпрямителем В и сглаживается фильтром Ф.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить общие характеристики источников вторичного электропитания

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С. 50-52

2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С. 127-134

Тема №3
ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Занятие № 13, групповое
ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Цель: изучить работу основных схем выпрямителей тока и фильтров

Учебные вопросы:

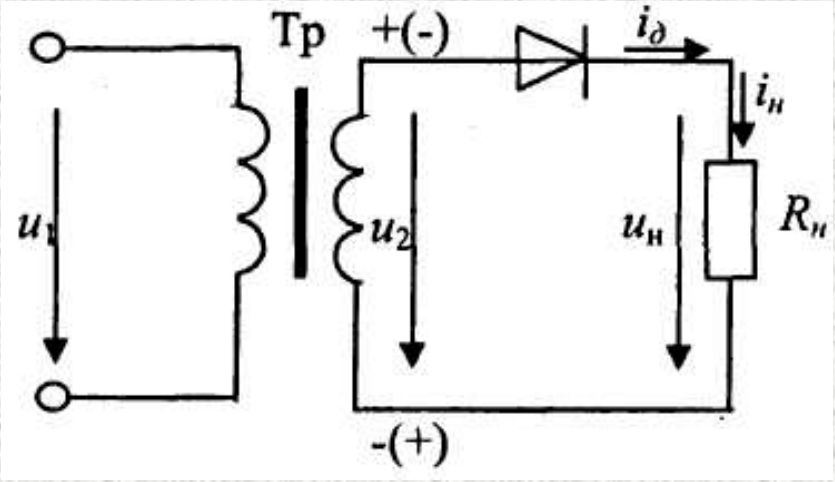
1 Выпрямители однофазного тока

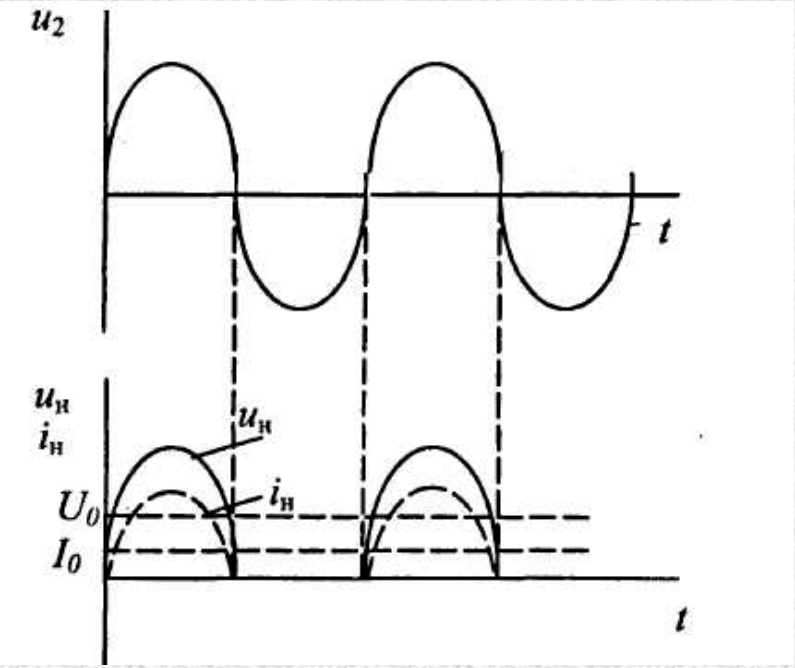
2 Выпрямители трёхфазного тока

3 Сглаживающие фильтры выпрямительных устройств

Однополупериодное выпрямление

Основными элементами выпрямителя являются: трансформатор и вентили





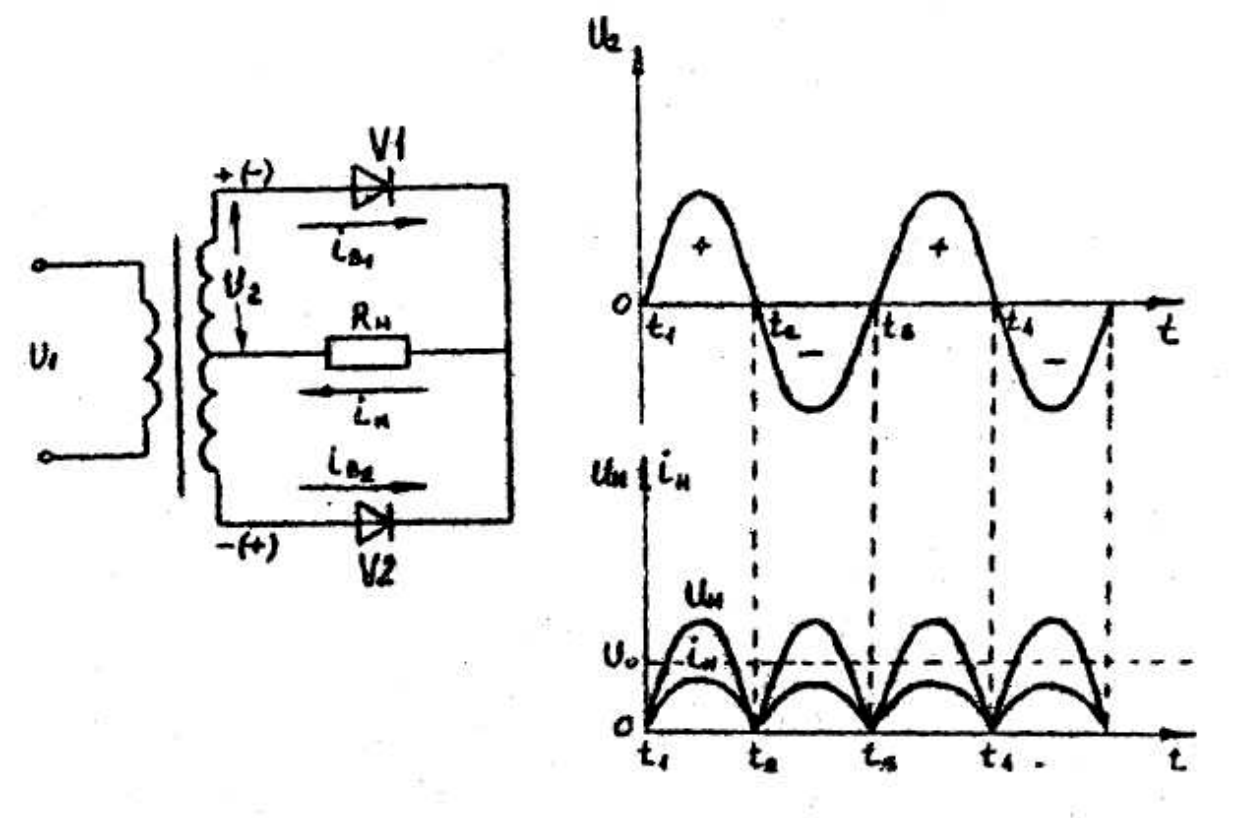
Выпрямленное напряжение и ток в нагрузке уже не является синусоидальным, а имеет вид повторяющихся импульсов одной полярности. Такое напряжение (ток) можно представить как сумму гармоник

$$i = Io + \sum_{n=1}^{m} I_{nm} \cdot Sinnwt$$

$$Kn = \frac{I_{1m}}{I_0} = \frac{U_{1m}}{U_0}$$ **- коэффициент пульсаций**

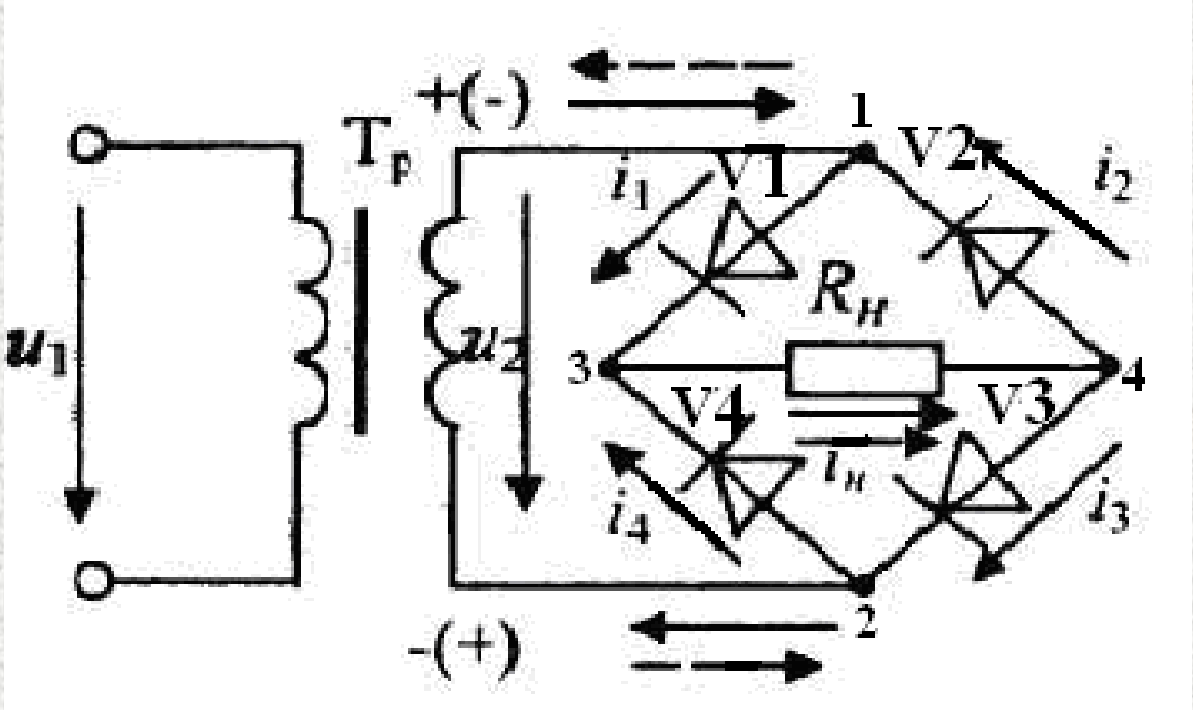
Для данной схемы: $U_2 = 2{,}22U_0$; $P_{тр} = 3{,}14P_0$

Двухполупериодная схема выпрямления



Для этой схемы Кп = 0,67, а среднее значение Uo вдвое больше, чем у однополупериодной схемы: габариты и масса трансформатора значительно меньше, меньше пульсации.

Мостовая схема выпрямления



Достоинства мостовой схемы: не нужен отвод от средней точки трансформатора, габариты и масса трансформатора меньше, меньше Uобр на каждом вентиле.

Недостатки: применение 4 вентилей вместо 2, внутреннее сопротивление выпрямителя больше т.к. ток протекает через два последовательно включенных диода.

Сравнительная таблица параметров выпрямителей

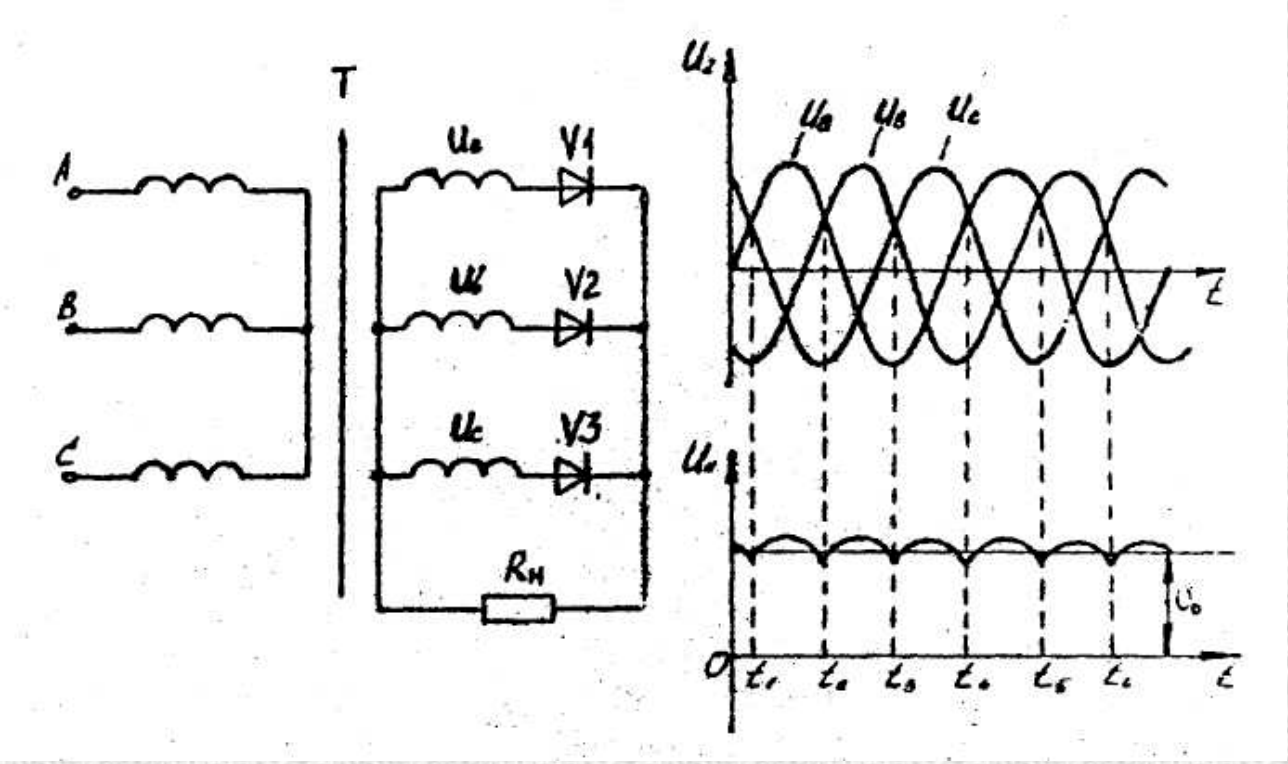
Схемы	U_0	I_2	Uобр мах	Iвмах	Кп	Pmp/Po
однополупериодная	0,45 U_2	1,57 I_0	3.14 U_0	3.14 I_0	1,57	3.1
двухполупериодная	0,94 U_2	0,78 I_0	3.14 U_0	1,57 I_0	0.67	1,48
мостовая	0,94 U_2	1,11 I_0	1,57 U_0	1,57 I_0	0.67	1.23

Схемы выпрямителей трехфазного тока

Из трех фазных схем выпрямления наиболее широкое распространение получили:

- трехфазные с нулевым выводом (схема Миткевича);
- трехфазные мостовые (схема Ларионова);

Схема Миткевича



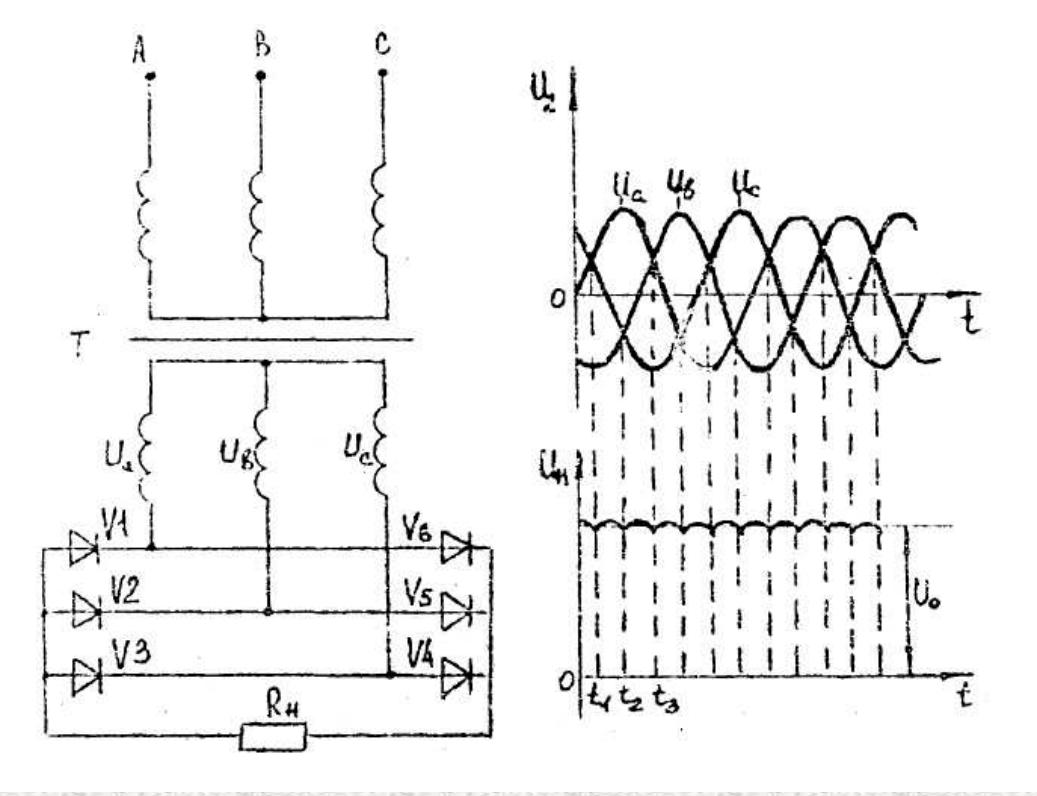
Выпрямленный ток является суммарным током поочередно действующих диодов, а выпрямленное напряжение имеет форму огибающих кривых фазных напряжений.

Достоинства схемы по сравнению с однофазными схемами: обеспечивает меньшую амплитуду и большую частоту пульсаций выпрямленного тока

Кп = 0,25

Недостатки: постоянное подмагничивание трансформатора.

Схема Ларионова



В каждый момент под воздействием линейного напряжения двух фаз работают два вентиля.

Подмагничивание трансформатора в этой схеме отсутствует, т.к. каждая фаза работает дважды за период, с противоположно направленными токами. Переключение вентилей происходит в момент равенства фазных напряжений смежных фаз – пять раз за период.

Достоинства: высокая частота и незначительная амплитуда пульсации Кп = 0,057, хорошее использование вентилей по напряжению Ů обрмах = 1,05 Ůо, малые габариты трансформатора в связи с отсутствием подмагничивания (Р тр = 1,05 Ро).

Недостатки схемы: увеличение числа вентилей до шести.

Сглаживающие фильтры выпрямительных устройств

Сглаживающим фильтром выпрямителя называют устройство, предназначенное для уменьшения переменной составляющей (пульсации) выпрямленного напряжения. Необходимость применения фильтров возникает, когда пульсация напряжения на нагрузке в отсутствии фильтра превосходит величину, допустимую для нормального функционирования аппаратуры потребителя. Фильтры выпрямителей состоят из элементов L, C, R в различных их сочетаниях. Элементы фильтра, включенные последовательно с нагрузкой, должны обладать большим сопротивлением для переменной составляющей тока и малым – для постоянной.

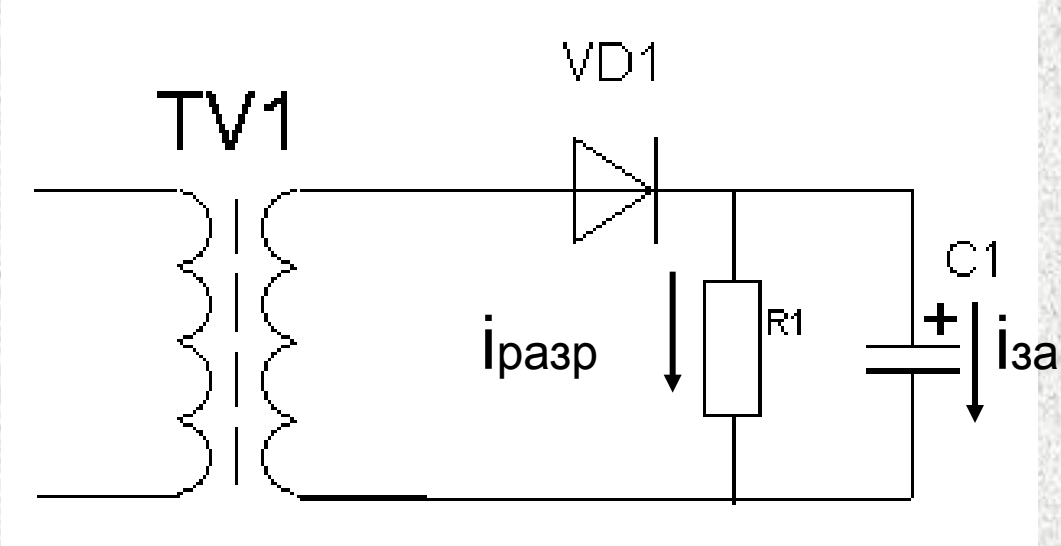
Элементы фильтра, включенные параллельно нагрузке, должны обладать малым сопротивлением для переменной составляющей тока и большим – для постоянной.

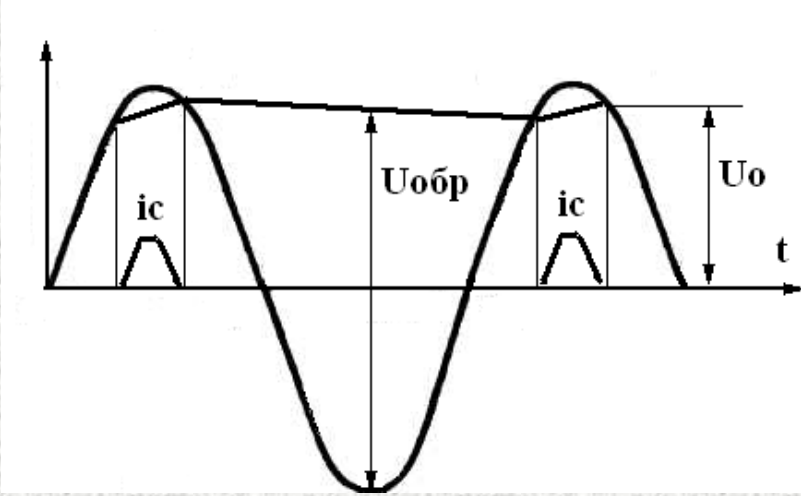
Индуктивные фильтры включаются последовательно с нагрузкой, так как их сопротивление равно :

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi f L$$

Емкостные фильтры включаются параллельно нагрузке: $X_C = \dfrac{1}{\omega \cdot C} = \dfrac{1}{2\pi f C}$

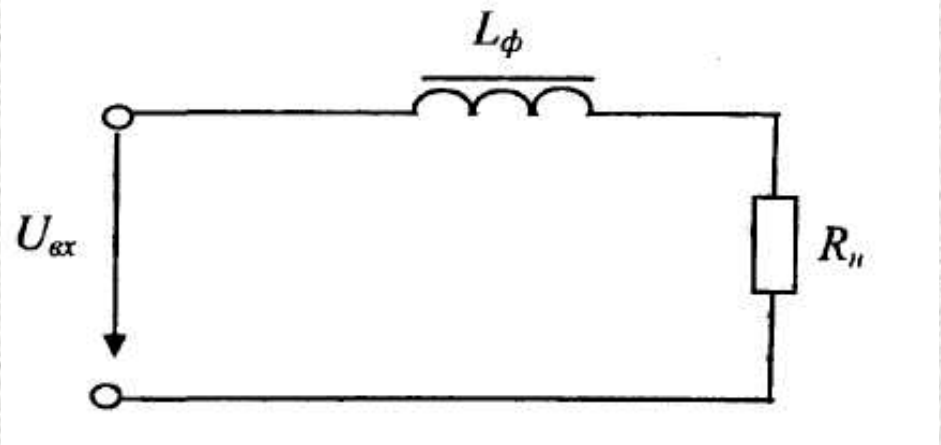
Емкостной фильтр

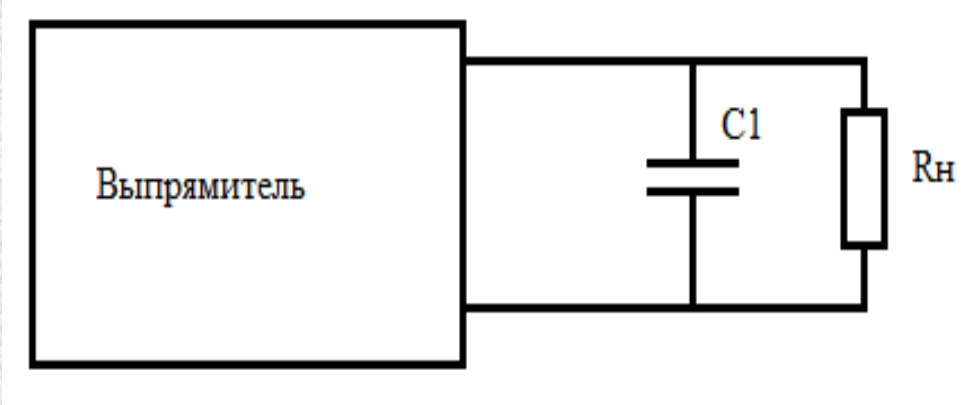




$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} \leq\leq R_н$$

Электрические фильтры





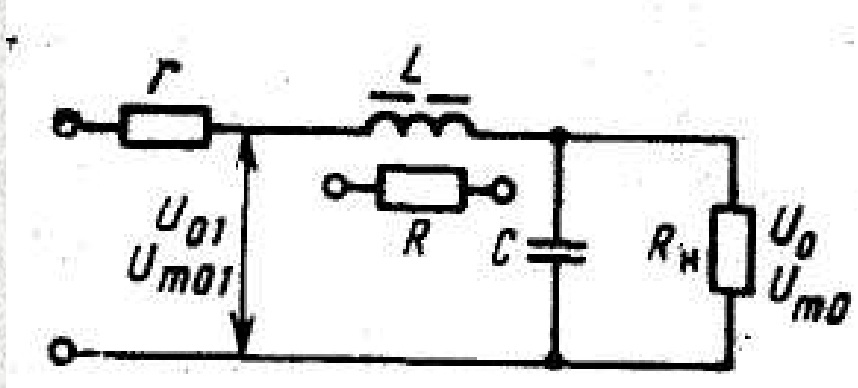
$X_L >> R_н$, $2\pi f L_ф >> R_н$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} \leq\leq R_н$$

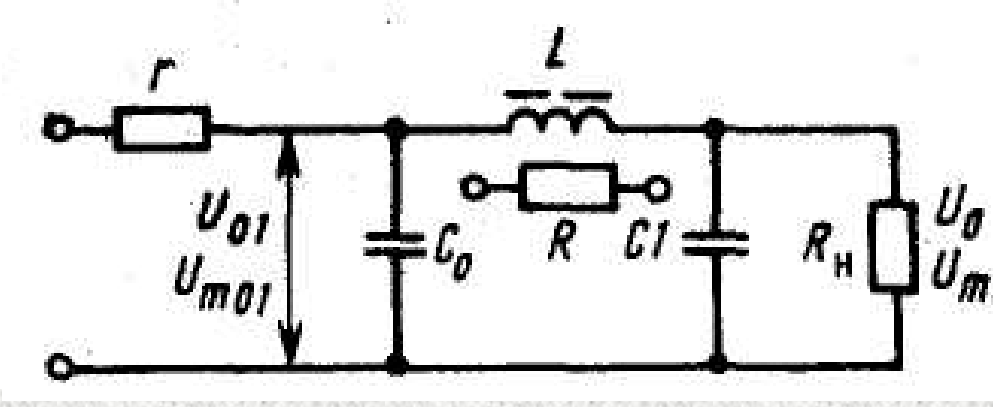
Для оценки эффективности действия фильтра вводится параметр q – коэффициент сглаживания, который показывает, во сколько раз коэффициент пульсации на входе Кп1вх больше коэффициента пульсации на выходе фильтра Кп1вых :

$$q = \frac{K_{П1ВХ}}{K_{П1ВЫХ}} = \frac{U_{m01}}{U_{m0}} \frac{U_0}{U_{01}}$$

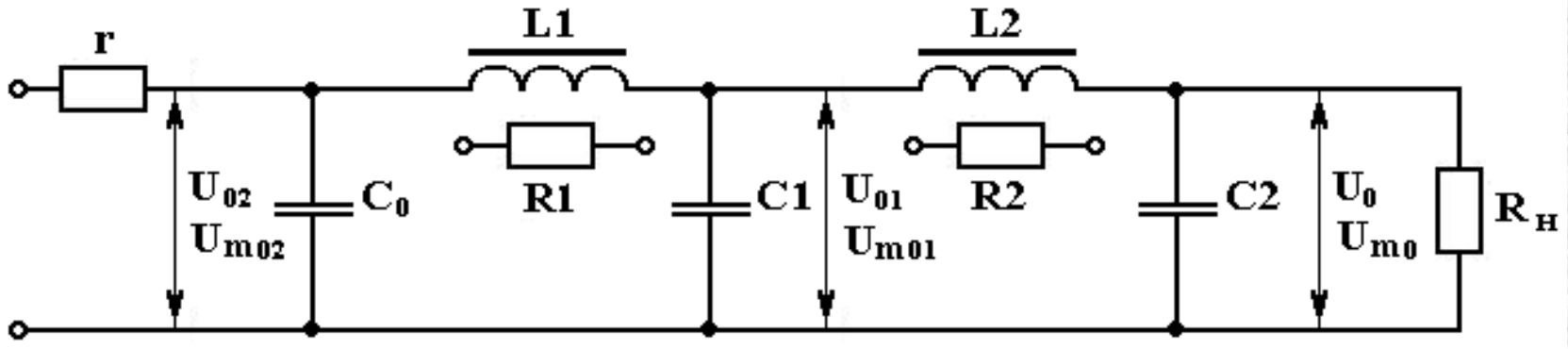
Фильтры



Г–образный LC (RC) –фильтр



П–образный CLC (CRC)- фильтр



Многозвенный LC (RC)– фильтр

Основные требования, предъявляемые к фильтрам:

- фильтр должен иметь коэффициент пульсации на выходе, обеспечивающий нормальную работу потребителя;
- падение напряжения в фильтре от постоянной составляющей тока нагрузки должно быть минимальным перенапряжения и броски тока при включении выпрямителя в сеть переменного тока не должны превышать допустимых значений;
- фильтр должен иметь частотную характеристику, при которой не будут вноситься искажения в работу приёмника;
- фильтр при выполнении предъявляемых к нему требований, оговоренных выше, должен иметь минимальные габариты, массу, стоимость и максимальную эксплуатационную надежность.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить работу основных схем выпрямителей и фильтров

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С. 50–68 .

2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С. 180–184.

Тема №3
ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Занятие № 14,групповое
СТАБИЛИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Цель: изучить принцип работы параметрических, компенсационных и импульсных стабилизаторов напряжения

Учебные вопросы:

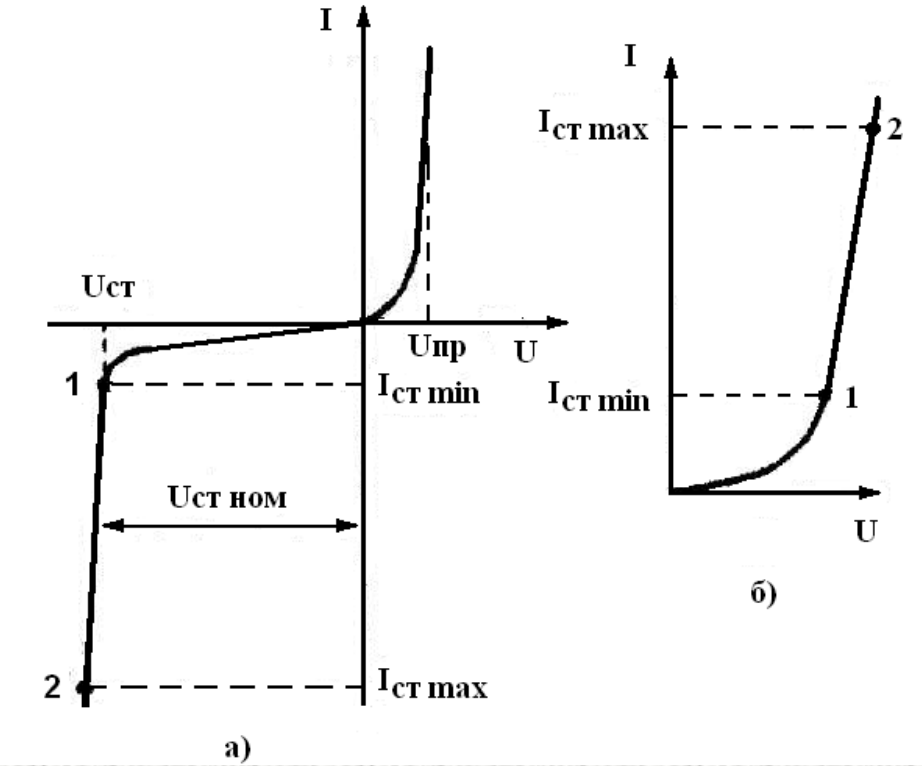
1 Параметрические стабилизаторы напряжения

2 Компенсационные стабилизаторы постоянного напряжения с непрерывным регулированием

3 Типы импульсных стабилизаторов

Параметрические стабилизаторы напряжения

В качестве параметрических стабилизаторов постоянного напряжения используют нелинейные элементы, напряжение которых мало зависит от тока, протекающего через них. В качестве таких нелинейных элементов чаще всего применяют кремниевые стабилитроны и стабисторы.

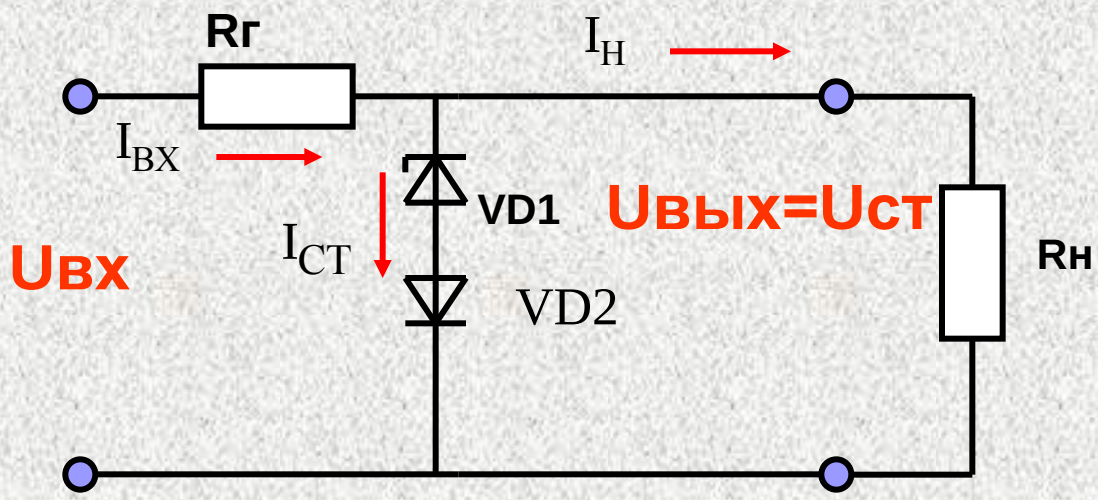


Параметрические стабилизаторы напряжения

Стабилизатором постоянного напряжения называется устройство, поддерживающее с требуемой точностью напряжение на нагрузке при изменении в заданных пределах напряжения сети и сопротивления нагрузки.

Стабилизаторы постоянного напряжения подразделяются на параметрические и компенсационные.

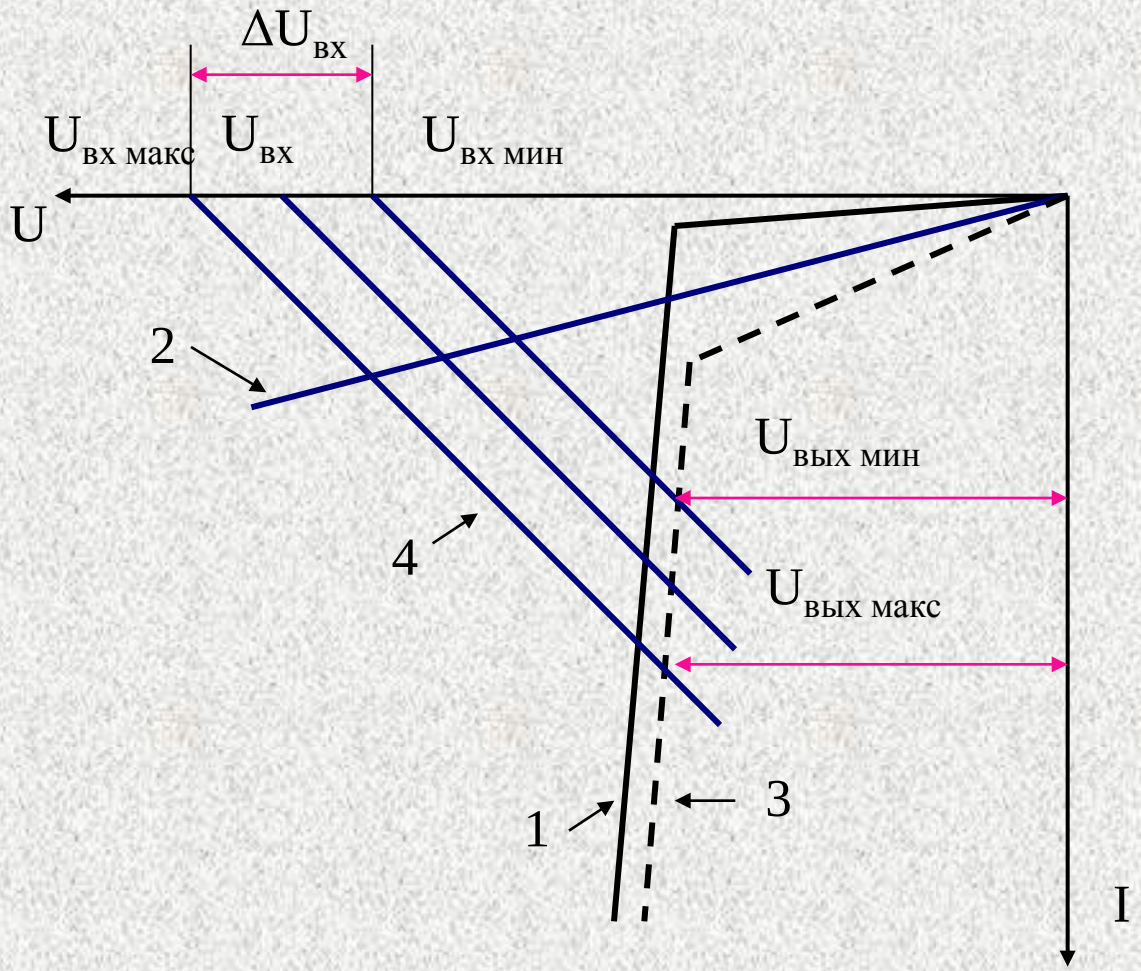
$$R_г = \frac{U_{вх} - U_{вых}}{I_н + I_{ст}}$$



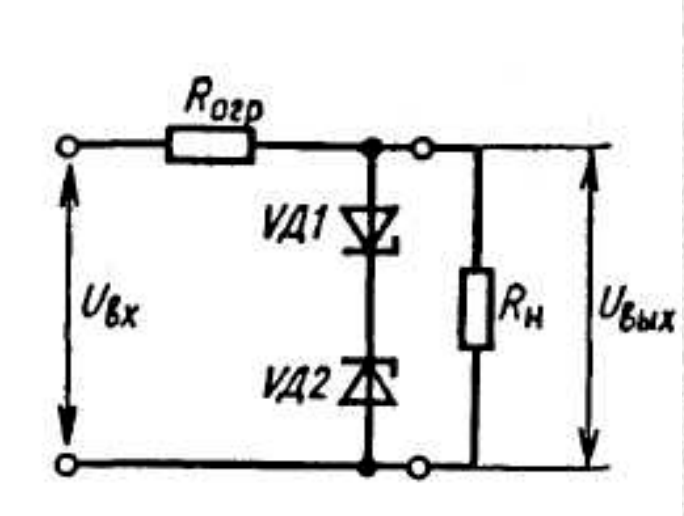
Стабилизацию постоянного напряжения можно также получить с помощью диода, включенного в прямом направлении. Кремневые диоды, предназначенные для этой цели, называют стабисторами. Для изготовления стабисторов применяют кремний с большой концентрацией примесей.

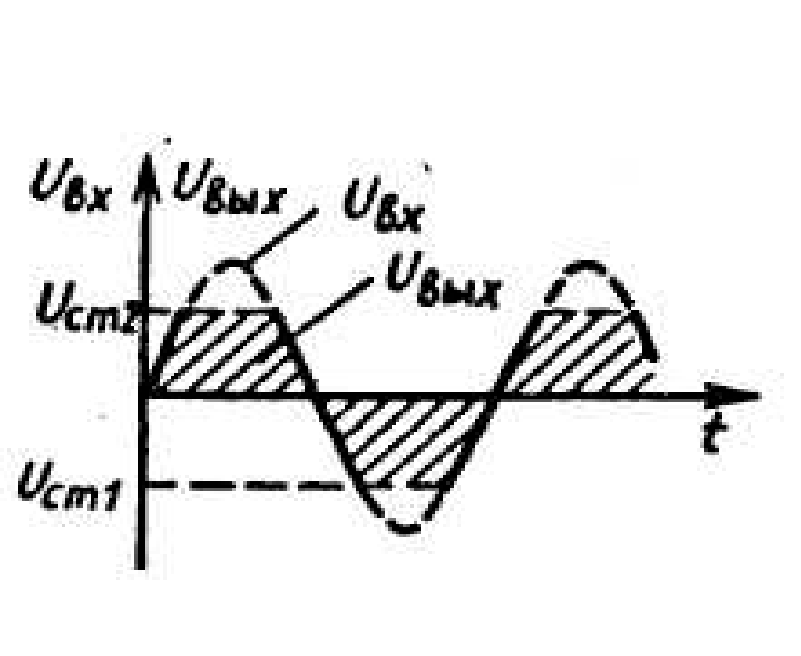
В отличие от стабилитронов стабисторы имеют малое напряжение стабилизации (около 0,7 В). Для расширения диапазона напряжения стабилизации используют последовательное соединение в одном корпусе нескольких стабисторов.

Принцип работы параметрического стабилизатора

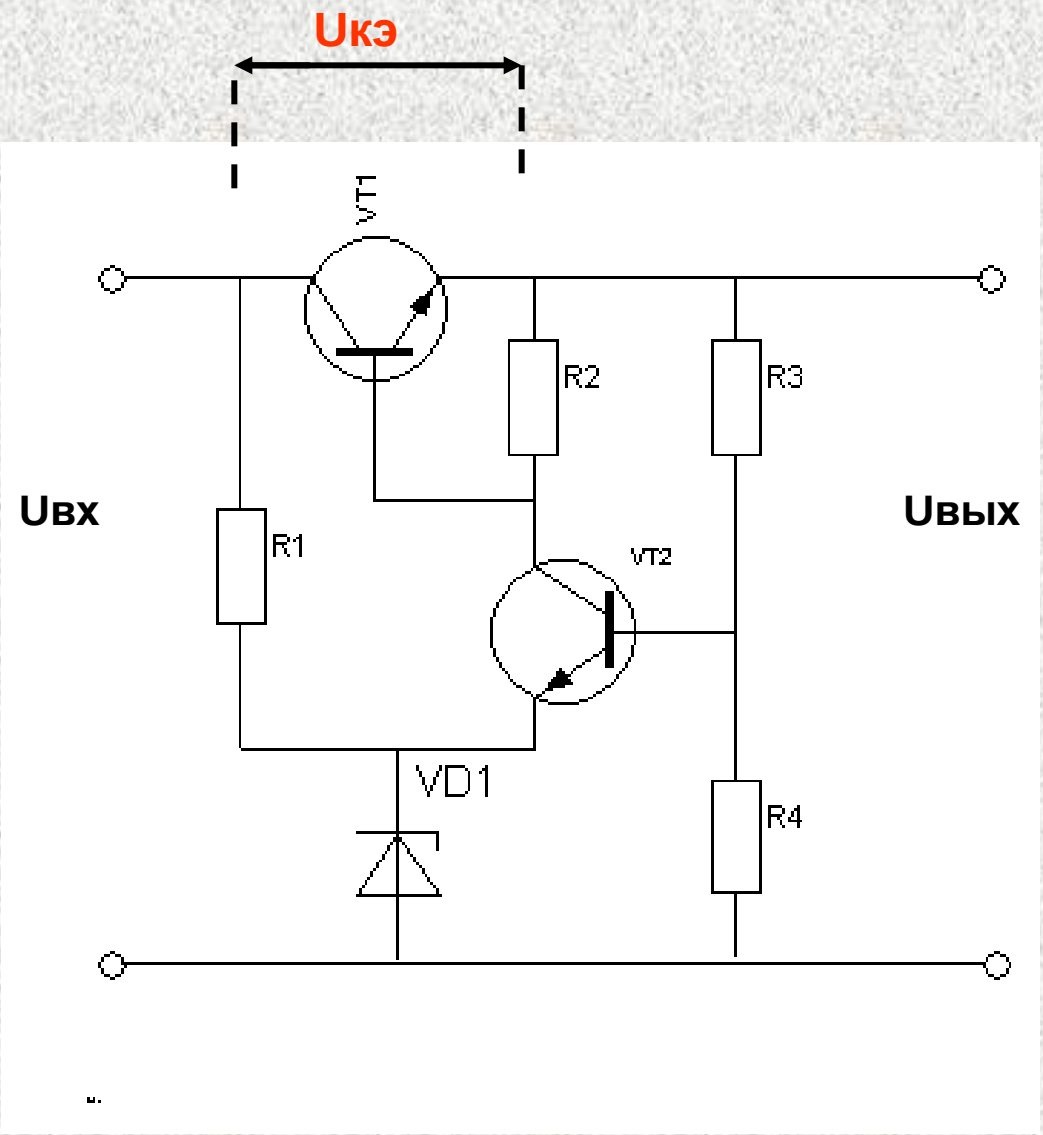


Стабилизатор переменного напряжения





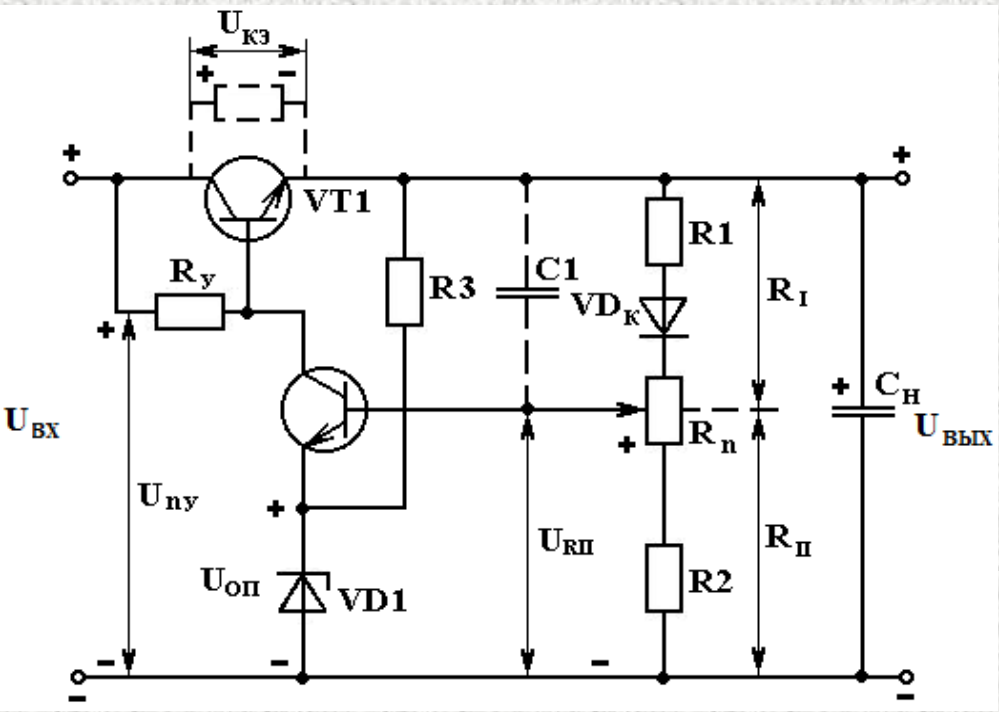
Стабилизатор компенсационного типа



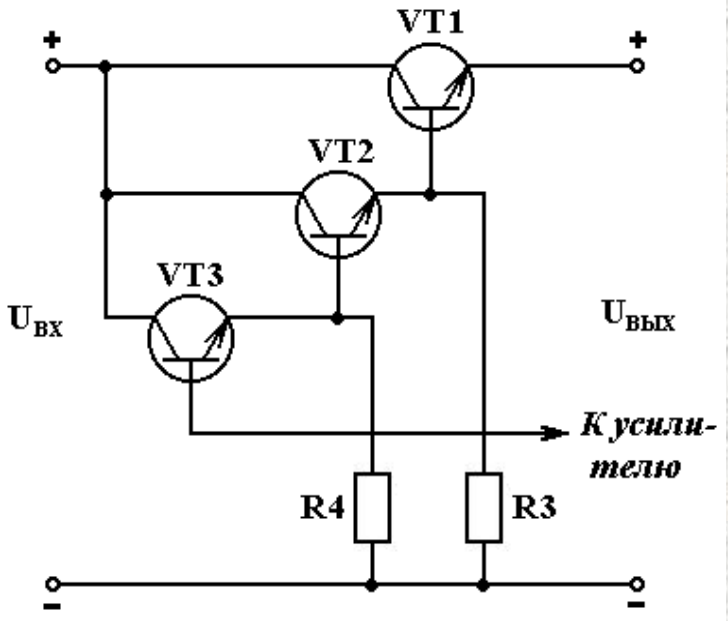
Работа стабилизаторов компенсационного типа основана на сравнении фактического значения выходного напряжения с заданным.

Uвых=Uвх-Uкэ

Стабилизатор компенсационного типа



Стабилизатор с регулируемым выходным напряжением

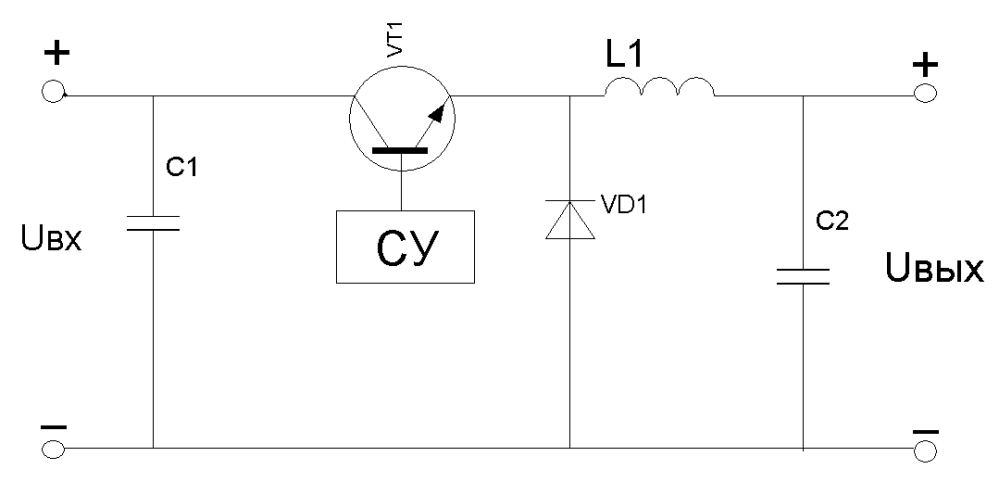


Составной регулирующий транзистор

Типы импульсных стабилизаторов

Наиболее распространены в настоящее время последовательные стабилизаторы напряжения. Однако у них есть существенные недостатки: при большом токе нагрузки на регулирующем транзисторе рассеивается большая мощность, что снижает КПД стабилизатора, требует наличие теплоотвода для транзистора.

Эти недостатки отсутствуют в импульсных стабилизаторам напряжения, в которых регулирующий транзистор непрерывно переключается с частотой 5–50 кГц из состояния насыщения в состояние отсечки и обратно. Образующаяся при этом последовательность прямоугольных импульсов с амплитудой, практически равной входному напряжению, поступает в узел накопления энергии, состоящий из катушки индуктивности и конденсатора, где преобразуется в требуемое постоянное напряжение.

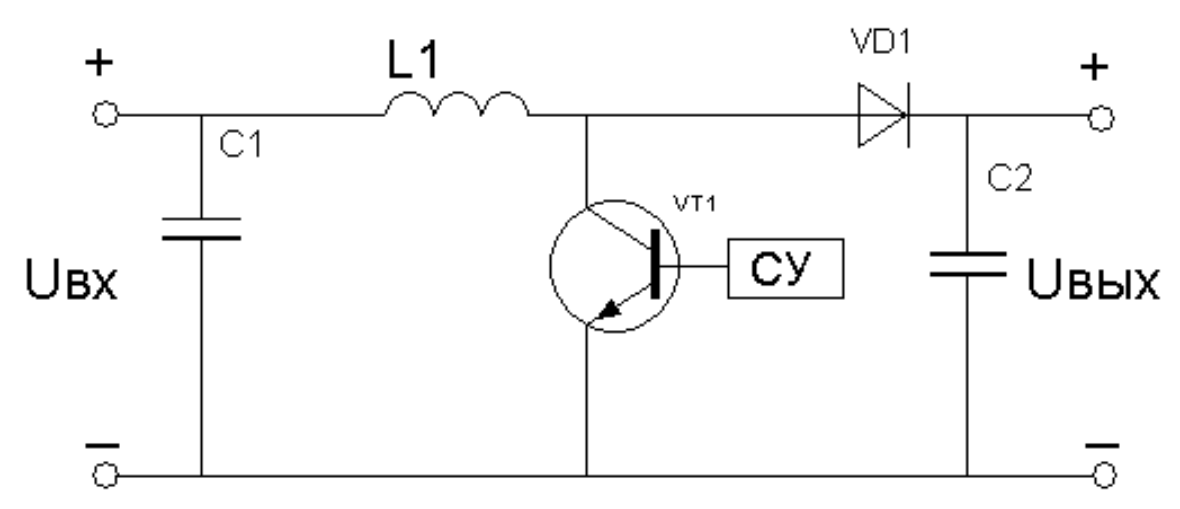


$$U_{вых} = \frac{U_{вх} \cdot t_{вкл}}{T}$$

где T = tвкл + tвыкл.

Импульсный стабилизатор напряжения
Uвых<Uвх

Импульсный стабилизатор напряжения Uвых>Uвх

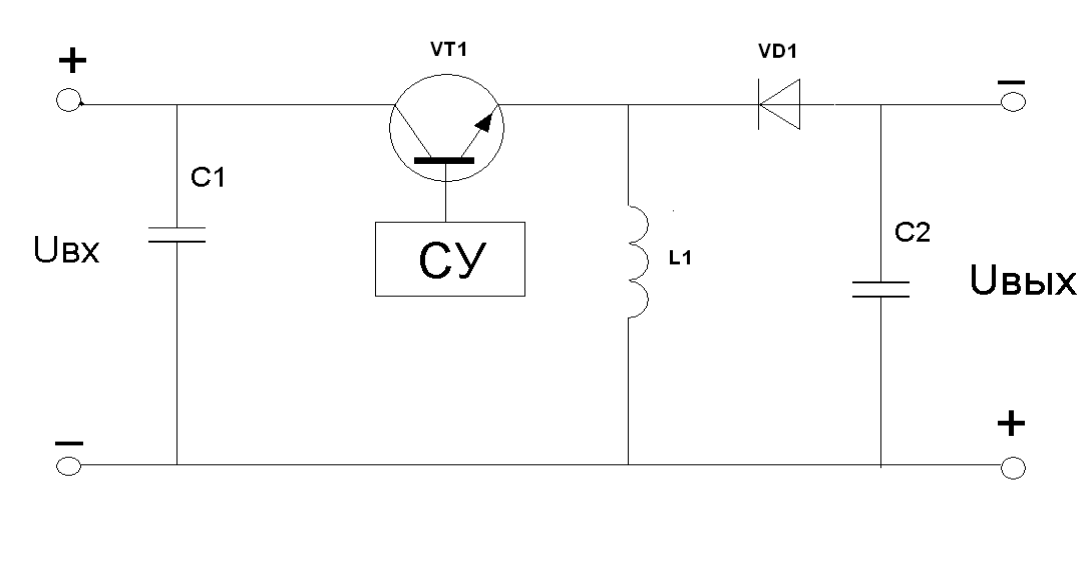


Выходное напряжение определяется соотношением: $U_{вых} = \frac{U_{вх} \cdot T}{t_{выкл}}$

После открывания транзистора VT диод VD закрывается, а ток через катушку L возрастает до пикового значения. В момент закрывания транзистора VT исчезающее магнитное поле изменяет полярность напряжения на катушке L. В результате диод VD открывается и напряжение U_L добавляется к входному, т. е. $U_{вых}$ становится равным сумме: $U_{вых} = U_{вх} + U_L + U_{VD}$

через нагрузку протекает ток, конденсатор C2 заряжается. После открывания транзистора конденсатор C2 питает нагрузку в течение времени $t_{вкл}$.

Импульсный стабилизатор с выходным напряжением обратной полярности



При открытом транзисторе VT ток через катушку нарастает, а диод VD закрыт, т. к. напряжение на его аноде (относительно катода) отрицательно. Когда же транзистор VT закрывается, полярность напряжения на катушке изменяется на обратную, диод VD открывается и ток, создаваемый катушкой убывает до тех пор, пока транзистор не откроется вновь.

$$U_{вых} = -U_{вх}\frac{t_{вкл}}{t_{выкл}}$$

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить принцип работы параметрических, компенсационных и импульсных стабилизаторов напряжения

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С.73-98.

Тема №3
ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Занятие № 15,контрольная работа
ВТОРИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

Цель: проверить знания общих характеристик источников вторичного электропитания, схем выпрямителей и стабилизаторов напряжения

Учебные вопросы:

1 Совместное решение задачи по расчёту выпрямителя

2 Письменное выполнение контрольной работы

Пример задачи

Двухполупериодный выпрямитель (рисунок 1) работает на активную нагрузку. Амперметр, включенный в цепь вторичной обмотки трансформатора PA, показывает 0,01 А. Рассчитать максимальное обратное напряжение на каждый вентиль, если Rн = 1,8 кОм.

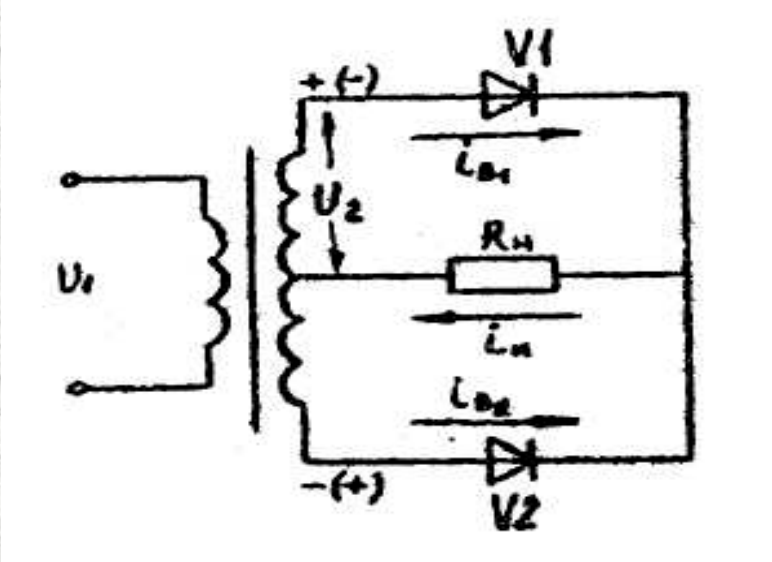


Рисунок 1

Сравнительная таблица параметров выпрямителей

Схемы	U_0	I_2	$U_{обрмах}$	$I_{вмах}$	$К_п$	Pmp/Po
однополупериодная	0,45 U_2	1,57 I_0	3.14 U_0	3.14 I_0	1,57	3.1
двухполупериодная	0,94 U_2	0,78 I_0	3.14 U_0	1,57 I_0	0.67	1,48
мостовая	0,94 U_2	1,11 I_0	1,57 U_0	1,57 I_0	0.67	1.23

Решение

По таблице соотношений основных параметров схем выпрямления:

$$U_{обрмах} = 3{,}14\ U_o, \qquad (1)$$

U_o – среднее значение выпрямленного напряжения на нагрузке.

$$U_o = I_o \bullet Ř_H\ . \qquad (2)$$

Амперметр показывает действующее значение тока вентиля

$$I_в = 0{,}78\ I_o,\ \ I_o = 0{,}013\ \text{А},$$

$$U_0 = 0{,}013 \cdot 1{,}8 \cdot 10^3 = 23{,}4\,(\text{В}),$$

$$U_{обрмах} = 3{,}14\ 23{,}4 = 72{,}2\,(\text{В}).$$

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

повторить общие характеристики источников вторичного электропитания, схемы выпрямителей, стабилизаторов напряжения

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С.50-68, 73-98.

2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С.180-184.

Тема №4
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 16,лекция
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Цель: изучить общие принципы построения электроагрегатов и их характеристики

Учебные вопросы:

1 Общие принципы построения электроагрегатов. Требования, предъявляемые к ним

2 Общая характеристика передвижных электростанций

3 Способы использования электростанций для электроснабжения аппаратных и станций связи

История внедрения электроагрегатов

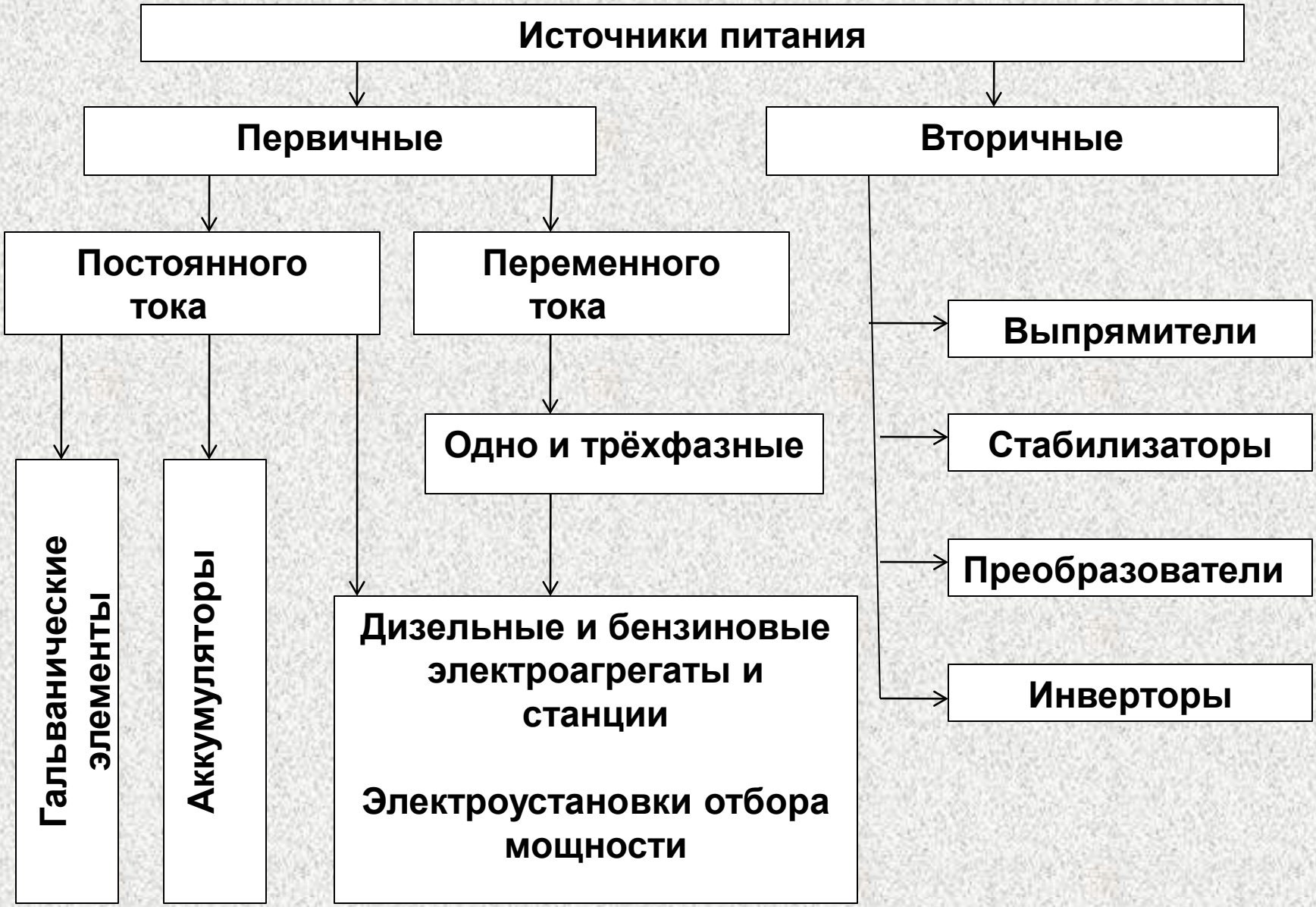
Электроагрегат – автономный источник электрической энергии, состоящий из двигателя внутреннего сгорания, генератора, устройств управления и вспомогательного оборудования, объединённых конструктивно и обеспе-чивающих надёжную, длительную работу в заданных условиях.

Первая русская передвижная станция была создана в 19l3 г. и предназначалась для освещения минных галерей. Первичным двигателем станции был карбюраторный двигатели внутреннего сгорания с водяным охлаждением, который вращал генератор постоянного тока напряжением 110 В. Станция имела мощность 2,4 кВт. Транспортным средством являлись пять конных повозок

Первая комплексная передвижная электростанция для полевых войск Красной Армии была создана в 1925 году. Первичным двигателем станции являлся бензиновый карбюраторный двигатель мощностью 6 л.с., который приводил в движение генератор постоянного тока мощностью 2,75 кВт и напряжением 120 В. Станция предназначалась для зарядки АКБ и питания 80 осветительных ламп. В 1926 г. эту станцию начали транспортировать на автомобиле АМО. Она получила название АЭС–1.

1931г. – АЭС-2 (Р=10 кВт)
1935г. – АЭС-3 (Р=12 кВт)
В качестве первичного двигателя использовался двигатель автомобиля, который через редуктор приводил во вращение генератор, установленный в кузове. В АЭС–3 был применен трехфазный синхронный генератор. В качестве транспортной базы использовались автомобили ГАЗ-4А/ ГАЗ-3А.
В 1936 году появилась АЭС–4 на автомобиле ЗИС–6. В кузове был установлен агрегат, состоящий из бензинового двигателя ЗИС–5 и трехфазного синхронного генератора переменного тока мощностью 24 кВт.
В 1938 году была разработана и поступила в армию переносная электростанция ДРП–1 с ручным приводом, предназначенная вначале для питания полевых медицинских пунктов, а затем для питания переносных электропотребителей.
После ВОВ в основу производства новых передвижных электростанций была положена идея единообразия в отношении конструктивного использования всех элементов станции. На смену двигателям серии Л были созданы более совершенные двигатели типа УД, которые используются в настоящее время.

Применение электроагрегатов в ВС


Источники питания
Первичные
Вторичные
Постоянного тока
Переменного тока
Выпрямители
Одно и трёхфазные
Стабилизаторы
Гальванические элементы
Аккумуляторы
Преобразователи
Дизельные и бензиновые электроагрегаты и станции
Электроустановки отбора мощности
Инверторы

Общие принципы построения электроагрегатов. Требования, предъявляемые к ним

Любой электроагрегат состоит из следующих основных частей:
двигатель; генератор; блок аппаратуры; блок приборов; топливный бак; рама; кожух; аккумуляторная батарея.

Требования, предъявляемые к электроагрегатам:

1 Обеспечивать нормальную работу в интервале температур от -50о до +40о С, относительной влажности 98%, запыленности до 2 г/см3 и разреженности воздуха до 674 мм рт. ст., что соответствует высоте 1000 м над уровнем моря.

2 Выдерживать повышенные вибрации с частотой до 80 периодов в секунду и ускорением до 70 м/с продолжительностью до 1 часа.

3 Обеспечивать надежную работу (непрерывно) в течение не менее 24 часов для бензиновых двигателей и 48 часов для дизельных.

4 Допускать заправку горючим и смазочными материалами и водой без остановки двигателя; ёмкость топливных баков должна обеспечивать непрерывную работу при полной нагрузке в течение не менее 4 часов.

5 Допускать 10% перегрузку в течение 1 часа и 100% – в течение 3 с.

6 Обеспечивать удобство обслуживания во время работы и свободный доступ к отдельным элементам при регламентном обслуживании и ремонте в полевых условиях.

Требования, предъявляемые к электроагрегатам

К силовым ЭА военной техники связи предъявляются весьма жёсткие требования с точки зрения качества вырабатываемой электроэнергии:

– нестабильность напряжения и частоты в установившемся тепловом состоянии при неизменной нагрузке должна быть не больше 1% для БЭА и 0,5% для дизельэлектрических агрегатов;

– погрешность регулирования напряжения при плавном изменении нагрузки не должна выходить за пределы 3%;

– провалы и скачки напряжения не должны превышать 20% при 100% сбросе или набросе нагрузки и 10% при 50% сбросе или набросе нагрузки.

Изменение частоты при тех же условиях не должно быть больше 7с, причем длительность переходных процессов – не более 3сек.

– генераторы ЭА должны иметь возможность ручной подрегулировки ("уставки") напряжения в пределах 35 – 105% и обеспечивать нормальную работу при 25% асимметрии фазных нагрузок;

– искажение формы кривой выходного напряжения (синусоиды) не должно превышать 10 %.

К передвижным силовым ЭА военных установок предъявляется еще одно дополнительное, но весьма существенное требование – возможность обеспечения кратковременной параллельной работы, что крайне необходимо для обеспечения бесперебойности электропитания аппаратуры связи при плановых переходах работы с одного агрегата на другой.

Общая характеристика передвижных электростанций

Все применяемые в военных установках связи электроагрегаты могут быть классифицированы по:

- типу приводного двигателя (бензиновый, дизельный);

- роду тока (постоянный, переменный частотой 50 Гц и 400 Гц , $U_{=}$ =30или115В; $U_{\sim}$=230 или 400В);

- номинальной мощности (0,5; 1; 2; 4; 5; 8; 10; 12; 16; 20; 30; 50; 60; 100; 200) кВт

- оперативно-техническому предназначению (силовые, зарядные и осветительные);

- степени автоматизации и унификации(1-ая ступень предусматривает:

– автоматическое поддержание требуемого скоростного и температурного режима агрегата;

– аварийно-предупредительную сигнализацию и защиту;

2-ая ступень в дополнение к первой должна предусматривать:

– автоматический или дистанционный пуск агрегата;

– автоматическое поддержание неработающего двигателя в прогретом состоянии;

– автоматическая подготовка агрегата к приёму нагрузки;

– автоматический приём нагрузки, контроль за работой и защита от аварийных режимов;

– автоматическая остановка и возврат регуляторов в предпусковое положение;

– автоматическая синхронизация с работающим агрегатом или сетью.

3-я студень автоматизации, кроме перечисленных операций дополнительно предусматривает:

– автоматическое пополнение топливных масленых и водяных баков, а также воздушных баллонов;

– автоматический подзаряд как стартерных, так и оперативных батарей;

– автоматическое управление операциями по распределению нагрузок между агрегатами при их параллельной работе.;

- способу установки(стационарные и передвижные) .

Основные параметры ДВС:

τ – тактность двигателя,

Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за четыре хода поршня, называются четырехтактными. Двигатели, в которых рабочий цикл совершается за два хода поршня, называются двухтактными (один оборот коленчатого вала).

N – номинальная мощность двигателя, это мощность, передаваемая от коленчатого вала потребителю. Измеряется в лошадиных силах 1(л.с.) или киловаттах (кВт).

1 л.с. = 0,736 кВт.

G – удельный расход топлива при номинальной мощности.

$G = (g/N) \cdot 10^{-3}$ (г/кВт · ч)

G – расход топлива в кг/ч

N – мощность двигателя в кВт

Для того чтобы рассчитать расход топлива, необходимо умножить удельный расход топлива на номинальную мощность.

Пример: БЭА АБ1-П28,5 из КШМ Р-142Н. Из руководства по эксплуатации находим g = 760 г/кВт · ч, N = 1,5 кВт.

Расход топлива $G = g \cdot N = 760 \cdot 1{,}5 = 1140 \cdot 10^{-3} = 1{,}14$ кг/час.

G (л/ч) = (кг/ч)/0,75 (для бензина)

G (л/ч) = (кг/ч)/0,86 (для дизельного топлива)

Определяем: 1,14/0,75 = 1,52 литра/час

Зная расход топлива в л/ч, можно определить продолжительность непрерывной работы, исходя ив емкости топливного бака:

t = V/(л/ч) = 6/1,52 = 4 часа.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОАГРЕГАТОВ ПО ГОСТ 23162

А Д 2 5 С - Т 2 3 0 П - 2 Р П М С Я 4 Т 3 3 9 6

Тип ЭА:

- А - электроагрегат; Э - электростанция

Вид превичного двигателя: Д - дизельный

Номинальная мощность ЭА при температуре 40 °С на высоте 1000 м над уровнем моря, кВт.

Степень подвижности ЭА:-- С - стационарный;- У – встраиваемый

(передвижной не встраиваемый не обозначается)

Род тока:- П - постоянный ток;- Т - переменный трехфазный ток

(переменный однофазный ток не обозначается)

Номинальное напряжение, В

Частота переменного тока:- П - повышенная (400 Гц) (50 Гц не обозначается)

Степень автоматизации

Способ охлаждения двигателя:- В - воздушный;- Р - радиаторный

Способ защиты от атмосферных воздействий:- П - в капоте или шумопоглощающем кожухе;

- Н - в контейнере (исполнение без защиты не обозначается)

Модификация

Номинальная частота вращения двигателя:- С - 1500 об/мин;- А - 3000 об/мин

Производитель первичного двигателя:- А - Lister Petter (Англия)- В - Volvo (Швеция)

- Д - Deutz (Германия)- Л - Lombardini (Италия)- Я - Yanmar (Япония)

Исполнение:- 1 - на подрамнике;- 2 - на раме с баком;- 3 - во всепогодном капоте;

- 4 - в шумопоглощающем кожухе

Вариант комплектации Т 3 3 9 6

Способы использования электростанций для электроснабжения аппаратных и станций связи

Выбор системы электропитания любой установки связи во многом определяется оперативно–тактическим назначением данной установки:

– в каком оперативно-тактическом звене и для каких целей используется;

– предназначена ли для работы автономно или в составе узла;

– является ли она стационарной или подвижной (носимой или возимой);

– какова требуемая длительность ее непрерывной работы;

– предназначена ли она для питания от собственных первичных источников или от сети;

– каковы удаления ее от основных баз пополнения питания (горючим и смазочными материалами для агрегатов, обеспечение заряда аккумуляторов).

При автономном использовании установки связи применение системы питания постоянного или переменного тока определяется в основном величиной потребляемой мощности и способом перемещения установки связи.

Все носимые установки связи являются маломощными потребителями и запитываются с использованием в качестве первичных источников тока аккумуляторов и гальванических батарей. Для возимых автономных установок связи целесообразно выбирать в случае средних и больших мощностей потребления системы питания переменного тока, а для малых мощностей – системы питания постоянного тока. Причем, как правило, предусматривается система отбора мощности (электроагрегат отбора мощности – ЭАОМ) от двигателя транспортного средства на котором перемещается установка связи. ЭАОМ обычно включает в себя генератор постоянного или переменного тока (в зависимости от принятой системы электропитания), приводимый во вращение двигателем транспортного средства через редуктор, и систему управления и защиты.

В системах электропитания переменного тока при мощностях потребления до 2 кВт целесообразно применять однофазные системы, более 2 кВт – трехфазные.

Установки связи, используемые в составе узла, рассчитываются на питание от узловой сети. Но в то же время каждая из таких установок в целях резервирования питания может иметь свои первичные источники тока, обеспечивающие кратковременную (1,5 – 2 ч) работу установки автономно.

При использовании в системе электропитания аккумуляторов (особенно в системах постоянного тока, где аккумуляторы используются в качестве основных источников электроэнергии) необходимо предусматривать возможность их заряда в любых условиях использования установки связи. При больших и длительных удалениях от зарядных баз в систему электропитания таких установок связи нужно включать собственные зарядные устройства.

Применение конкретного образца электроагрегата для электроснабжения аппаратных и станций связи обусловлено рядом условий:

– требованиями к системе энергоснабжения (автономность, необходимость обеспечения работы в движении и т.п.;

– соответствие мощности источника и приёмника;

– задачи, выполняемые приёмником (расположен автономно или выполняет задачу в составе группы);

– выполняемые задачи (энергоснабжение, заряд АКБ, освещение и т.д.).

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить общие принципы построения электроагрегатов и их характеристики.

Литература:

1 Эксплуатация бензоэлектрических агрегатов: Учебное пособие. – Рязань: РВВКУС, 2008. – С.3-8.

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 17, лекция

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Цель: изучить устройство и принцип действия генераторов переменного тока

Учебные вопросы:

1 Устройство и принцип действия генератора переменного тока

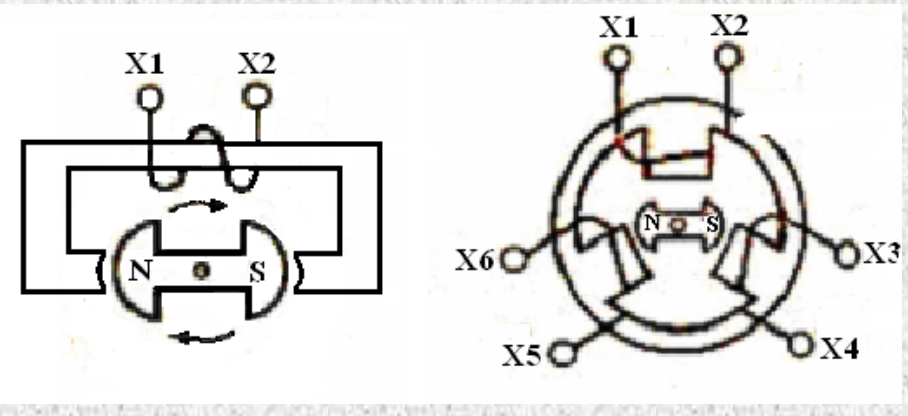
2 Работа генератора переменного тока под нагрузкой

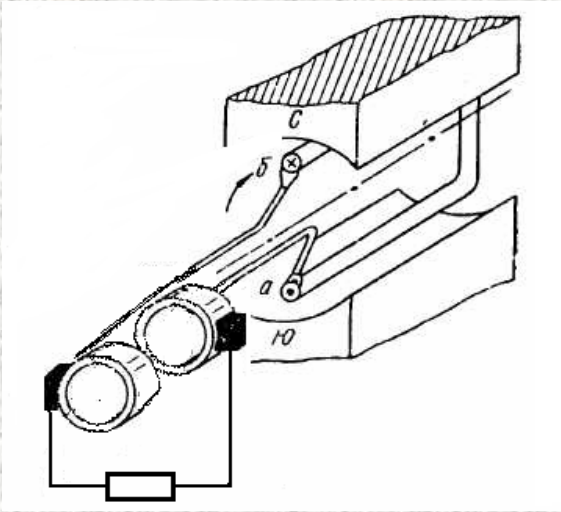
3 Трехфазная система «Звезда» и «Треугольник

4 Параллельная работа синхронных генераторов

Устройство и принцип действия генератора переменного тока

В электропитающих устройствах в качестве первичных источников электрической энергии нашли широкое применение синхронные генераторы. Синхронный генератор – это генератор переменного тока, у которого частота индуктируемой э.д.с жёстко связана со скоростью вращения ротора.





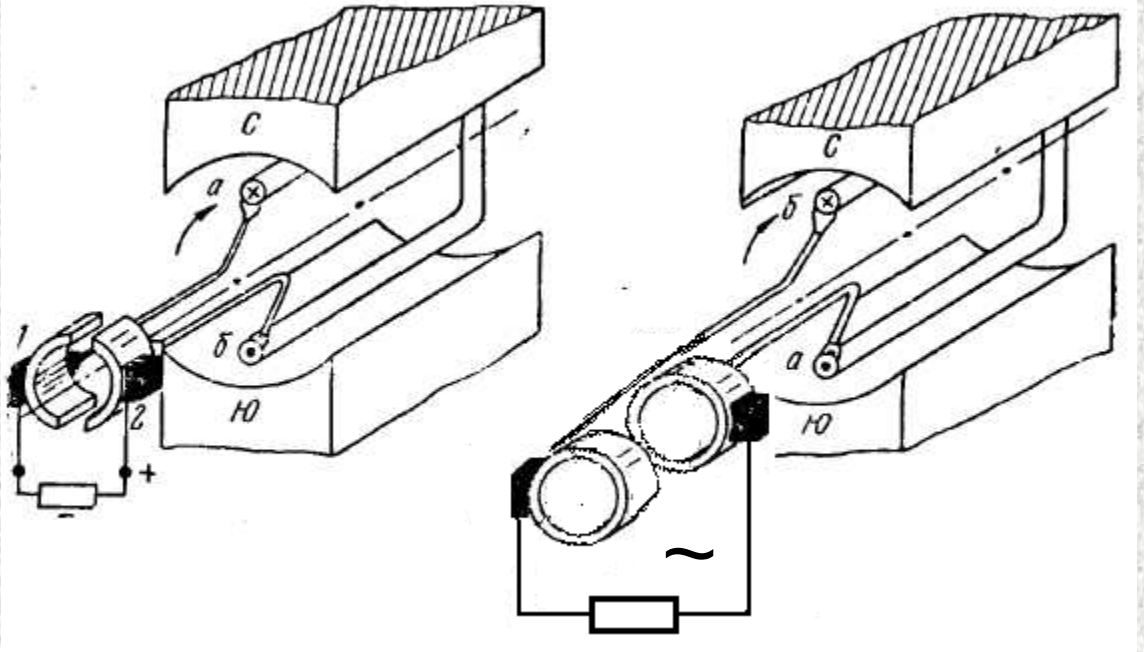
При скорости вращения якоря (рамки) *n* об/мин, частота э.д.с, индуктируемой в якоре, будет

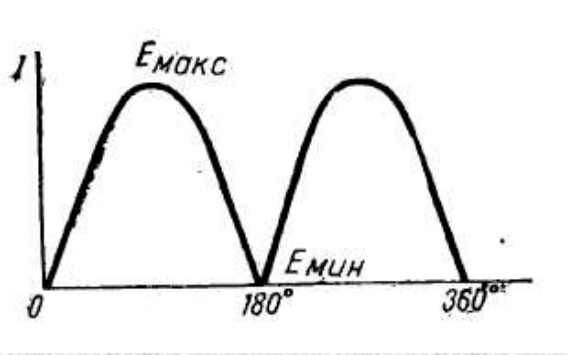
$$f = \frac{n}{60}$$ **или** $$f = \frac{pn}{60}$$ **, если генератор имеет р- пар полюсов**

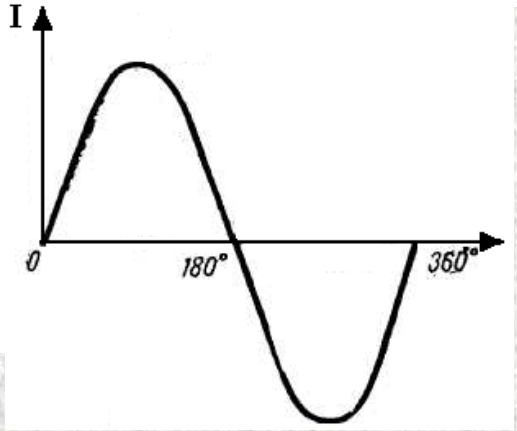
Для стандартной промышленной частоты *f*=50 Гц при определенном числе полюсов должна быть строго определенная скорость вращения

p	1	2	3	4	и т.д.
n	3000	1500	1000	750	

Устройство и принцип действия генератора переменного тока







Имеются две разновидности генераторов:

– с неподвижной обмоткой якоря и вращающейся полюсной системой;

– с вращающейся обмоткой якоря и неподвижной полюсной системой

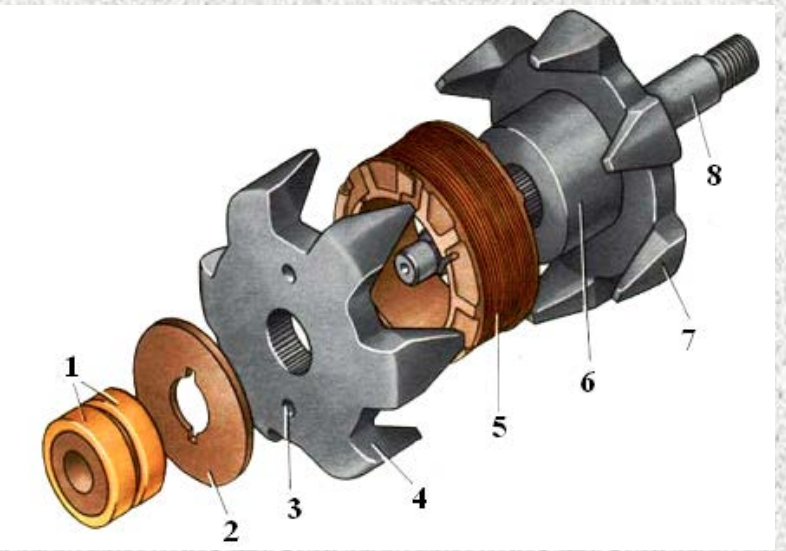
Якорь – это часть машины, в обмотках которой индуктируется ЭДС

Индуктор- создаёт магнитное поле, с помощью которого наводится ЭДС в якоре

Синхронные генераторы с вращающейся обмоткой якоря называются обращенного исполнения и выполняются на малые мощности. Устройство синхронного генератора обращенного исполнения аналогично устройству генератора постоянного тока, с той лишь разницей, что вместо коллектора – контактные кольца.

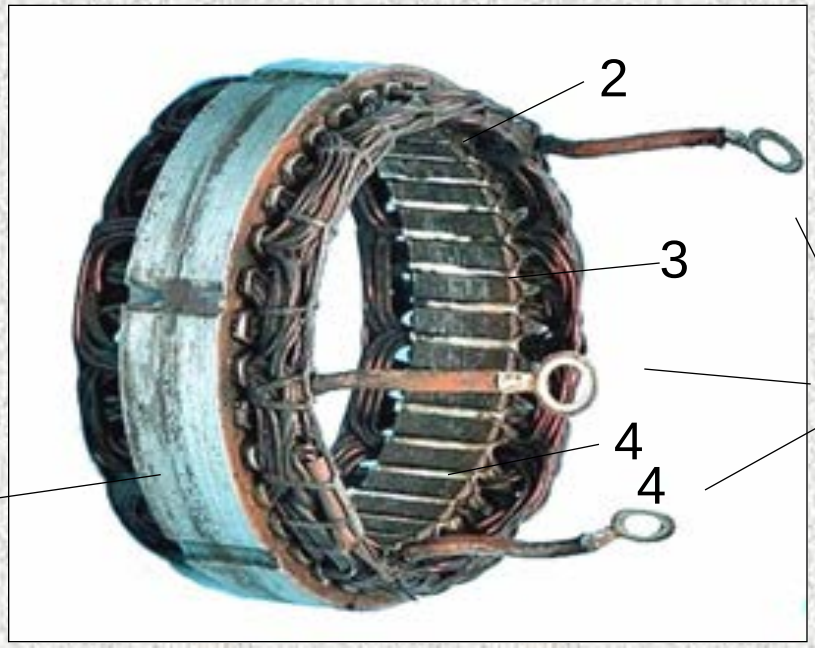
Элементы генератора

Ротор является индуктором



1 – контактные кольца; 2 – изолирующая шайба; 3 – отверстия для балансировки ротора;
4, 7 – клювообразный полюсный наконечник ротора;
5 – обмотка ротора; 6 – втулка ротора;
8 – вал ротора

Статор является якорем



1 – сердечник (магнитопровод); 2 – обмотка; 3 – зубцы; 4 – пазовый клин; 5 – выводы обмоток. **Каждая фаза состоит из шести последовательно соединенных катушек. Важной характеристикой является число**

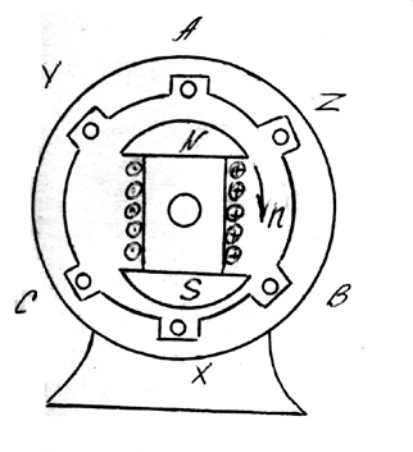
$$q = \frac{Z}{2p \cdot m}$$

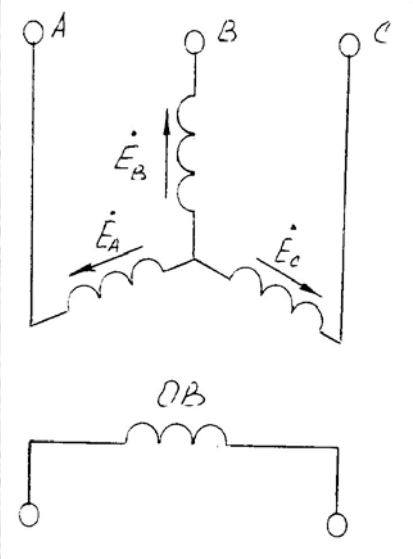
где *z* – общее число пазов на сердечнике статора;
2*p* – число полюсов генератора;
***m* – число фаз генератора.**

Принцип действия и устройство синхронного генератора

Синхронными называются электрические машины, в которых частота вращения ротора совпадает с частотой вращения магнитного поля статора

Устройство статора(якоря) синхронной машины не отличается от устройства статора асинхронной машины. В пазах сердечника располагается трехфазная обмотка AX, BY, CZ.





Ротор представляет собой электромагнит(индуктор). Обмотки ротора OB питаются постоянным током и возбуждают в машине основной магнитный поток. Ротор может выполнятся и многополюсным с числом пар полюсов P2

В этом случае увеличивают P1 P1=P2

Принцип действия и устройство синхронного генератора

При вращении ротора с частотой n_2 обмотках статора наводится ЭДС:

$$e_1 = E_m Sin(2\pi f_1 t)$$
$$e_2 = E_m Sin(2\pi f_1 - 120^0)$$
$$e_3 = E_m Sin(2\pi f_1 t + 120^0)$$

$$f_1 = \frac{Pn_2}{60}$$

Если обмотку статора подключить к какой-либо нагрузке, то в статоре появится трехфазная система тока, которая создает вращающееся магнитное поле, частота вращения которого:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{P}$$

То есть $n_1 = n_2$

ЭДС генератора

Действующее значение э.д.с. проводника будет определяться действующим значением индукции: $E_{пр} = Blv$

ЭДС обмоток статора определяется : $E = 4{,}44 \cdot K \cdot f_2 \cdot w_1 \cdot \Phi$

где

Ф – магнитный поток

w_1 – число витков

К – обмоточный коэффициент

f_2 – частота пересечения обмоток магнитным полем статора, т.к. $f_1 = f_2$, то

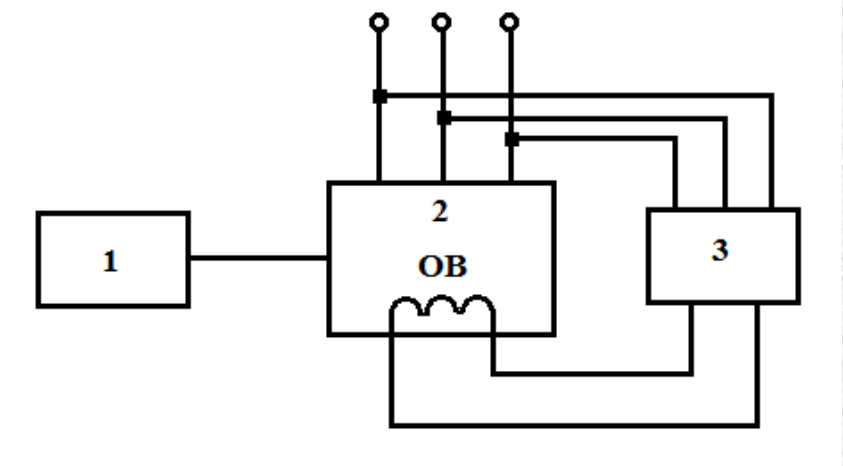
$$E = 4{,}44 \cdot K \cdot w_1 \cdot \frac{p \cdot n_2}{60} \cdot \Phi = C_E \cdot n \cdot \Phi$$

где C_E – коэффициент, учитывающий особенности данной машины

В промышленных генераторах регулирование ЭДС с целью поддержания U=const можно вести только изменением Ф, а обороты ротора поддерживают строго постоянными, так как f=50 Гц

$$\vec{U} = \vec{E} - \vec{I}_я Z_я$$

Возбуждение генераторов



Постоянный ток для ОВ в мощных генераторах с независимым возбуждением может подводиться через щетки и контактные кольца от генераторов постоянного или переменного тока с выпрямителем.
Генераторы меньшей мощности выполняется с самовозбуждением: обмотки возбуждения в этом случае питаются от основных обмоток генератора через выпрямитель

1 – первичный двигатель,
2 – синхронный генератор,
3– трехфазный выпрямитель

В машине, работающей под нагрузкой ,магнитное поле машины создается не только потоком ротора (индуктора), но и потоком статора (якоря) – это называется реакцией якоря

$$Ф_{рез} = Ф_{ов} + Ф_{я}$$

Под воздействием реакции якоря изменяется результирующий поток в машине (уменьшается или увеличивается в зависимости от нагрузки),

Классификация синхронных генераторов

1) по исполнению:
– нормальные;
– обращенные;
2) по числу фаз обмотки якоря:
– однофазные;
– многофазные (в практике чаще – трёхфазные);
3)по конструкции системы возбуждения.
Классифицируются генераторы нормального исполнения:
– с явнополюсным ротором;
с неявнополюсным (цилиндрическим)
– ротором;
4)по способу возбуждения:
– с постоянным (независимым) возбуждением;
– с самовозбуждением.

Работа синхронного генератора под нагрузкой

При холостой работе генератора магнитный поток в его воздушном зазоре создается намагничивающей силой полюсов и носят название основного магнитного потока Φ_0.

$$E_ф = C_e n \Phi_0$$

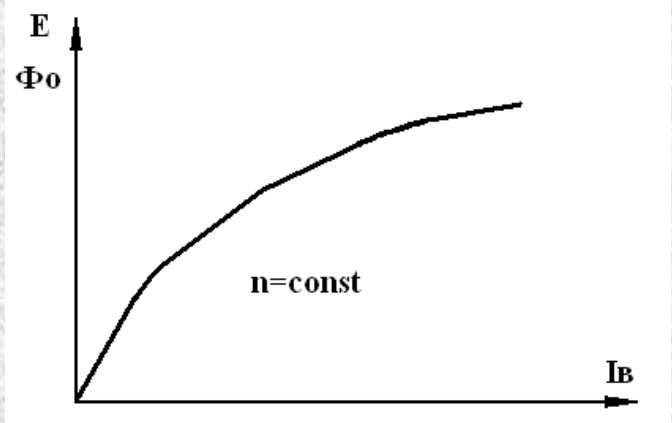
Под нагрузкой по обмотке якоря потечет ток, создавая свой магнитный поток .В воздушном зазоре устанавливается результирующий магнитный поток Ф, индуктирующий э.д.с. отличную от э.д.с. холостого хода.

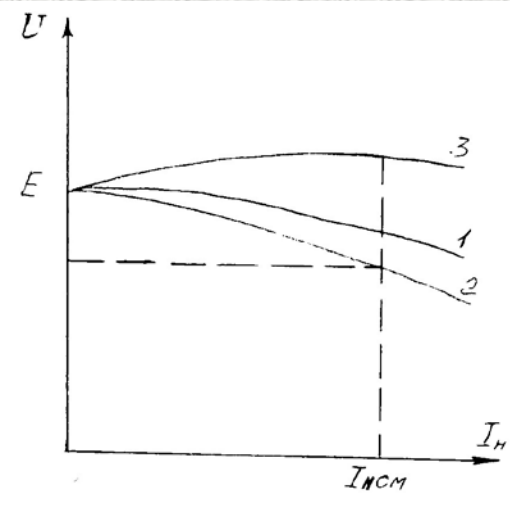
Воздействие магнитного потока якоря Фр на магнитный поток полюсов называется реакцией якоря.

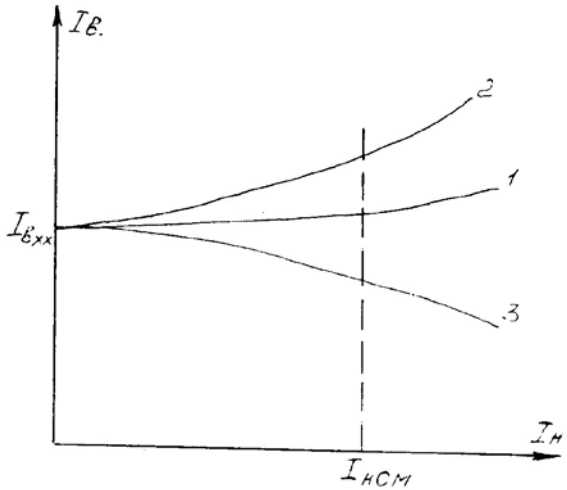
Напряжение на зажимах генератора теперь будет определяться выражением:

$$U = E - I_я r_я$$

Характеристики синхронного генератора







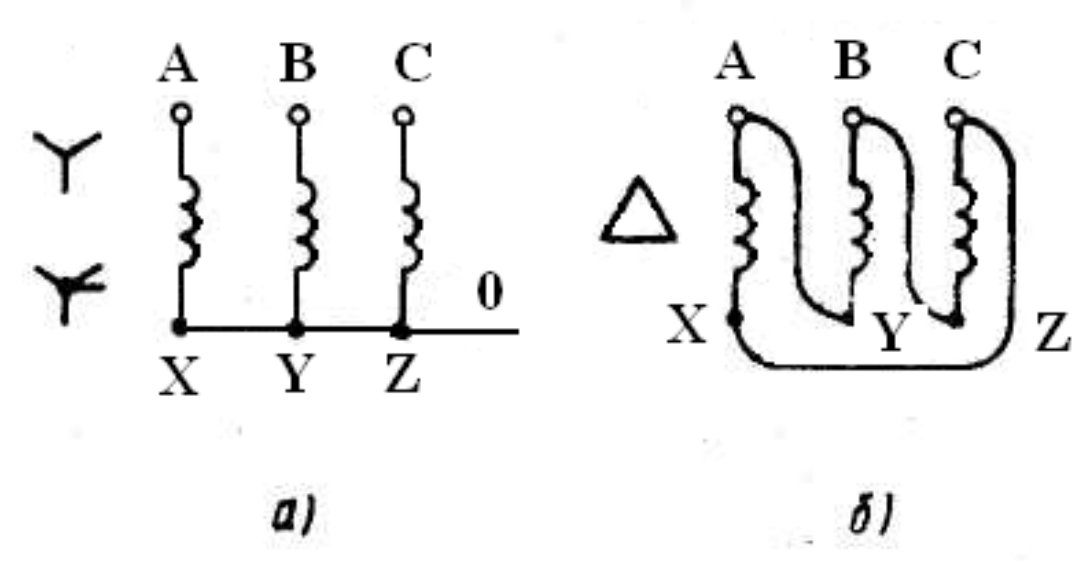
Характеристика холостого хода

Внешняя характеристика

Регулировочная характеристика

Изменение напряжения с нагрузкой происходит вследствие реакции якоря и падения напряжения в обмотке якоря (статора).
При индуктивной нагрузке реактивный ток размагничивает машину (*Фрез<ФОВ*) и напряжение при увеличении тока нагрузки уменьшается.
При активной нагрузке *УГ* при увеличении тока нагрузки тоже уменьшается.
При емкостной нагрузке напряжение генератора с увеличением нагрузки тока повышается вследствие действия предельно - намагничивающей реакции якоря (*Фрез>ФОВ*).

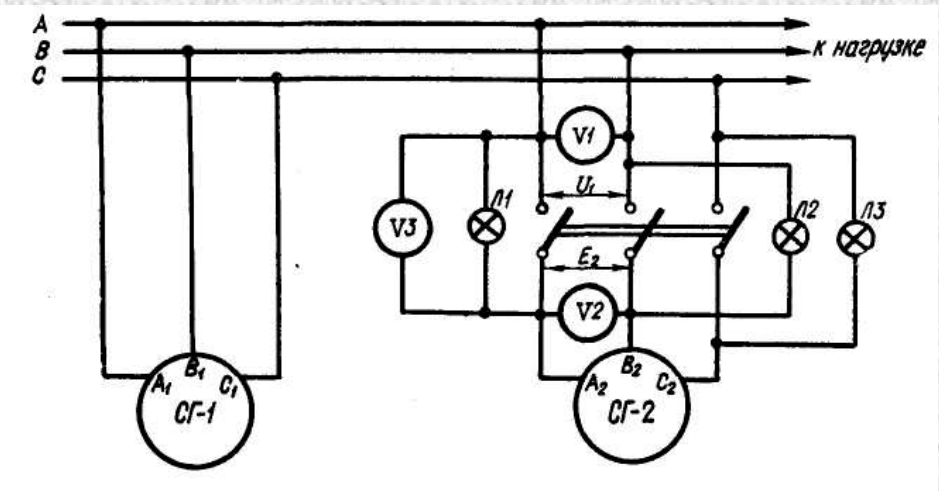
Трёхфазная система «Звезда» и «Треугольник»



Обмотки соединяют в звезду для уменьшения фазной ЭДС, которая окажется в √3 раз меньше, чем при соединении в треугольник, так как линейные напряжения для обеих схем одинаковы. Поэтому при соединении в звезду изоляция обмотки проще и каждая фаза этой обмотки имеет меньшее число витков, чем при соединении в треугольник. Схема соединения в треугольник значительно менее чувствительна к несимметрии нагрузок, чем схема соединения в звезду. Достоинством схемы «звезда с нулём» является возможность получения двух (фазных и линейных) трёхфазных систем с различными напряжениями при четырёхпроводной сети.

Параллельная работа синхронных генераторов

Параллельной работой называется работа нескольких синхронных генераторов на общую сеть (общую нагрузку). Применяется параллельная работа для более эффективного использования генераторов, а также для обеспечения необходимой мощности и бесперебойности питания.



Для включения на параллельную работу любых источников питания требуется выполнение следующих условий: равенство напряжений источников питания и одинаковая полярность соединяемых зажимов.

Чтобы это выполнялось, требуется:

- равенство действующих значений напряжения на зажимах работающего генератора и э. д. с. генератора, подключаемого на параллельную работу;

- равенство частот генерируемых обоими генераторами э. д. с;

- сдвиг векторов напряжения работающего генератора и э. д. с. подключаемого на 180° по отношению друг к другу, или синфазность их по отношению к нагрузке;

- одинаковый порядок следования фаз (для трёхфазных генераторов).

Выполнение этих условий может быть проверено с помощью фазовых ламп и вольтметров.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить устройство и принцип действия генераторов переменного тока.

Литература:

1 Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника : учебник для студ. сред. проф. образования / Н.Ю. Морозова, - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – С.138-141.

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 18, лекция

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель: изучить устройство, действие и характеристики электрических машин постоянного тока

Учебные вопросы:

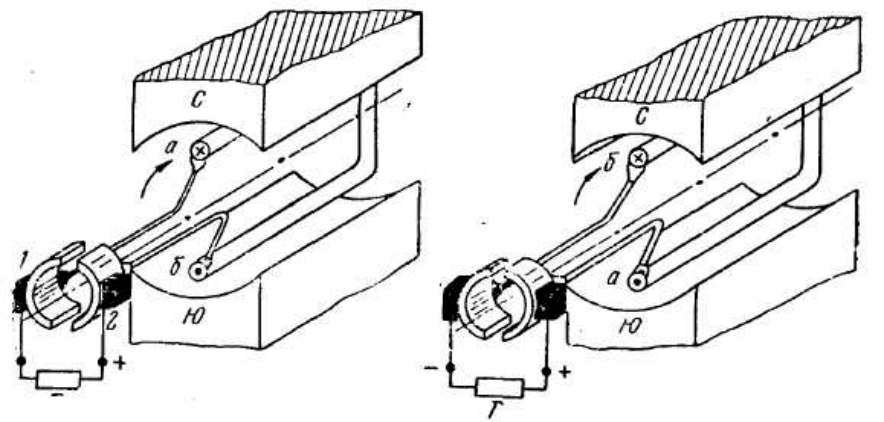
1 Устройство и принцип действия генераторов постоянного тока

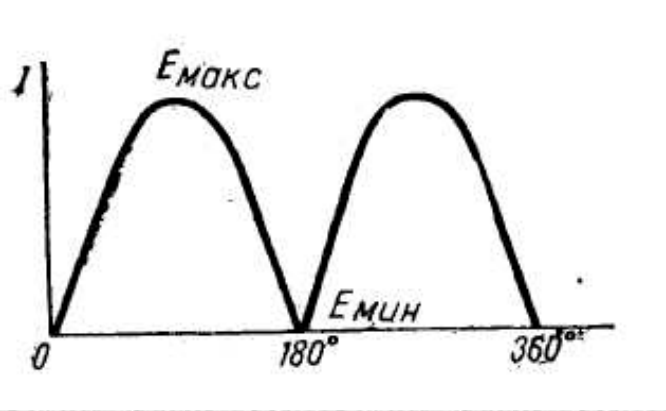
2 Работа генератора постоянного тока под нагрузкой

3 Двигатели постоянного тока

Принцип действия генератора постоянного тока

Электрические машины постоянного тока служат для преобразования механической энергии в электрическую энергию постоянного тока (режим генераторов) или для преобразования электрической энергии постоянного тока в механическую (режим двигателя).



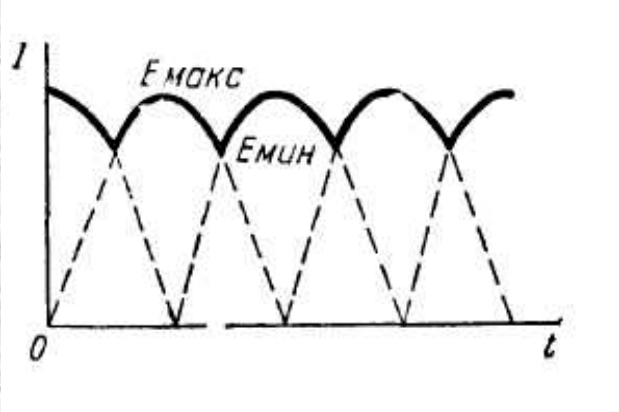


При вращении рамки с проводниками а и б в поле постоянного магнита в проводниках будут индуктироваться ЭДС.
Направление этих ЭДС определяются по правилу правой руки

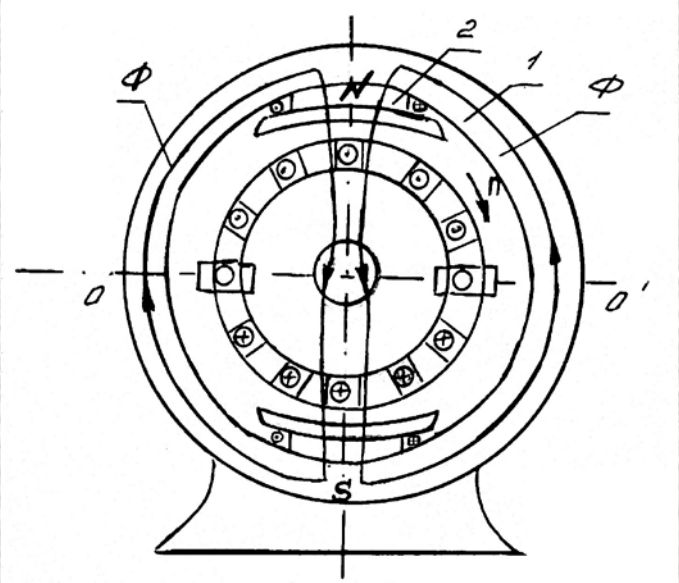
В момент прохождения проводниками геометрической нейтрали коллекторные пластины меняют щетки, ток в нагрузке будет сохранять свое направление, т.е. является выпрямленным

Выпрямленный ток имеет пульсирующий характер, причем, при одном витке величина пульсации составляет 100%. При увеличении количества витков пульсации сглаживаются.

Так при двух витках, расположенных под углом 90^0 пульсации составляют всего 17%



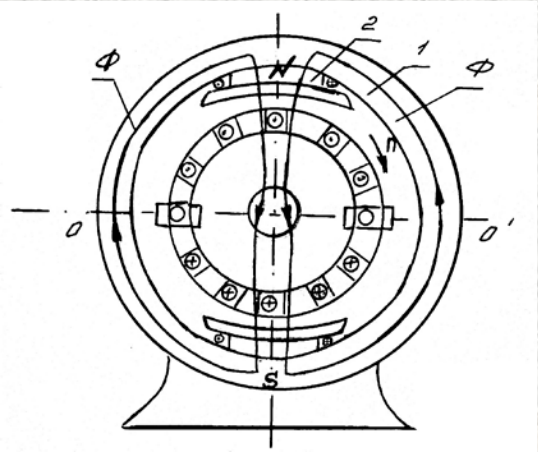
Устройство машины постоянного тока



Машина постоянного тока должна содержать: устройство для создания магнитного поля; обмотку, в которой наводится ЭДС и на которую действует электромагнитный момент; устройства для изменения направления тока. Поэтому электрические генераторы и двигатели устроены одинаково.
Они состоят из трех основных частей: статора, ротора, щеточно-коллекторного узла, а функционально из двух основных частей якоря и индуктора. Якорь та часть машины, в которой наводится ЭДС. Индуктор создаёт магнитное поле, с помощью которого наводится ЭДС.

Статор – неподвижная часть машины. Он состоит из станины, основных и дополнительных полюсов. Станина является магнитопроводом и служит для закрепления на ней основных узлов статора.
Полюсы представляют собой электромагниты, крепятся к станине и состоят из сердечника, полюсного наконечника и обмотки. Полюсной наконечник обеспечивает равномерное распределение магнитного поля в воздушном зазоре машины. Обмотки полюсов в электрических машинах называются обмотками возбуждения.
Между полюсами на валу машины вращается ротор, который в машинах постоянного тока называется якорем. Якорь состоит из сердечника якоря, обмотки и коллектора. Сердечник якоря выполняется наборным. Выходы секции –обмотки якоря соединены с коллектором, закрепленным на валу машины. К коллектору с помощью пружин прижимаются щетки, расположенные в щеткодержателях.
С помощью коллектора и щеток вращающаяся обмотка якоря соединяется с внешней электрической цепью.

Устройство машины постоянного тока



Генератор состоит из двух функциональных узлов: якоря и индуктора.

Якорь та часть – где наводится ЭДС, индуктор - создаёт магнитное поле.

Конструктивно – из трёх частей: статора, ротора, щёточного узла.

Статор выполняет функцию индуктора и состоит: станина (корпус),полюса с катушками обмотки взбуждения. Станина и полюса являются магнитопроводом.

Ротор выполняет функцию якоря (вал, сердечник, обмотка, кол-лектор).

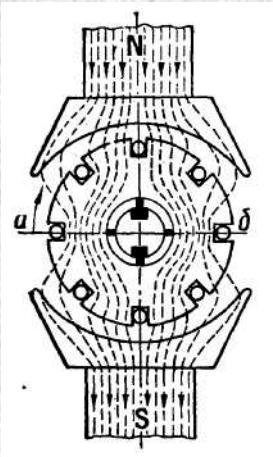
Сердечник якоря собран из пластин и выполняет роль магнито – провода.

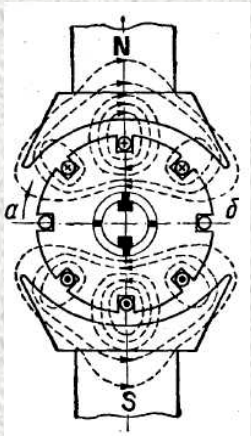
Если машина работает в генераторном режиме, то коллектор вместе со щетками, скользящими по его поверхности, представляет собой механический выпрямитель, т.е. служит для преобразования переменного тока проводников обмотки якоря генератора в постоянный ток нагрузки. В двигательном режиме происходит обратное преобразование: щеточно-коллекторный узел изменяет направление тока в витках обмотки при переходе через геометрическую нейтраль.

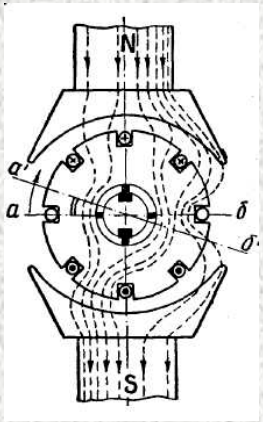
Работа генератора постоянного тока под нагрузкой

ЭДС, индуктированная в обмотке якоря, определяется выражением: $E=C_E\, n\, Ф$,
где C_E – постоянная величина, которая определяется параметрами машины;
n – число оборотов якоря в минуту;
Ф – магнитный поток полюсов.
Ток в обмотке якоря машины, взаимодействуя с магнитным полем полюсов, создает электромагнитный момент Мэм. Величина электромагнитного момента определяется выражением: $Мэм=Cм\, Iя\, Ф$,
где Cм – коэффициент, зависящий от конструктивных параметров машины.

Явление воздействия магнитного поля, создаваемого током якоря, на магнитное поле главных полюсов называется реакцией якоря.



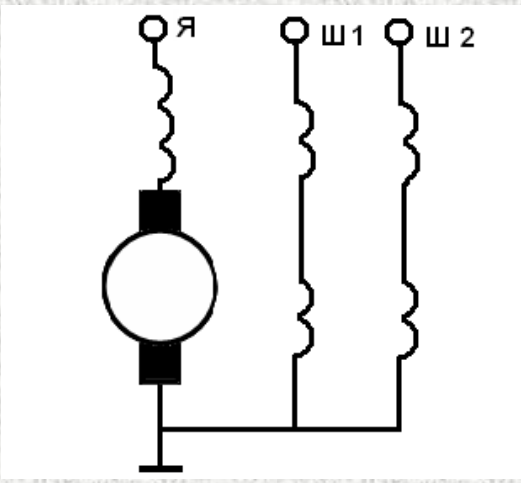




Из-за искажения магнитного поля ось результирующего потока, пронизывающего якорь, оказывается повернутой относительно оси полюсов на некоторый угол. С увеличением тока в якоре искажение результирующего поля усиливается и угол α возрастает. В ненасыщенной машине реакция якоря не изменяет величины результирующего магнитного потока, т.к. уменьшение потока (разрежение силовых линий) в одной части полюса полностью компенсируется увеличением его в другой; в результате суммарный поток полюса остается без изменения.

Работа генератора постоянного тока под нагрузкой

$$U_Г = E_Г - I_Я \cdot r_Я = C_E \cdot n \cdot \Phi - I_Я \cdot r_Я$$



$$\Phi = \Phi_{ПАР} + \Phi_{ПОСЛ} = \Phi_{ПАР} + I_Я \cdot \omega_{В.ПОСЛ}$$

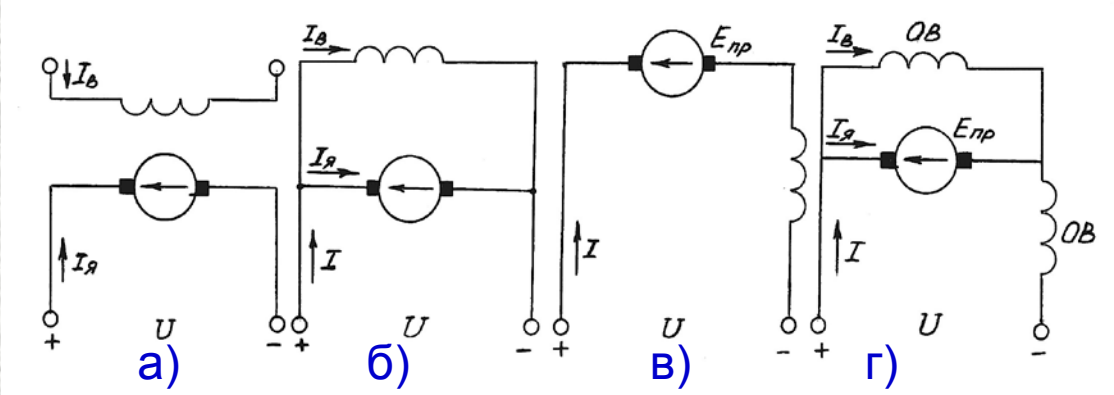
Если щетки расположены на геометрической нейтрали, то в коммутирующих секциях наводится дополнительная ЭДС e_k за счет смещения нейтрали (реакция якоря).
ЭДС вызывают появление тока коммутации $I_к$, являющегося причиной искрения под щетками. Главным средством улучшения коммутации является введение дополнительных полюсов с последовательной обмоткой возбуждения. Магнитное поле дополнительных полюсов выбирается так, чтобы скомпенсировать магнитное поле якоря.

Дополнительная последовательная обмотка выполняет две функции:

•уменьшает снижение напряжения при больших нагрузках и уменьшает
•искрение между щётками и коллектором.

Двигатели постоянного тока

Свойства ДПТ во многом определяются способом питания обмотки возбуждения ОВ. В связи с этим различают двигатели с независимым питанием обмотки возбуждения ОВ (а), а также параллельного (б), последовательного (в) и смешанного (г) возбуждения, ОВ цепь якоря питаются от одного источника с напряжением U.



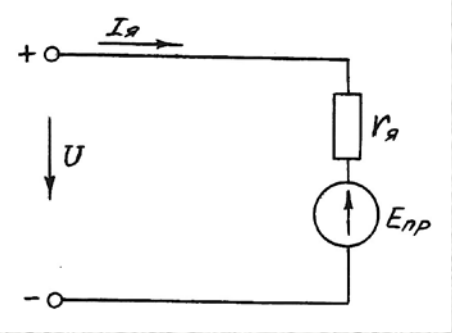


Схема замещения

При прохождении тока через обмотки якоря и возбуждения , указанного на рисунке направления, Электромагниты создадут постоянное магнитное поле и на каждый проводник с током обмотки якоря начнет действовать сила, стремящаяся повернуть якорь в сторону действия силы.

$$M_{вр} = M_{эм} = C_M I_я Ф$$

При вращении якоря в магнитном поле согласно закону электромагнитной индукции в его обмотке возникает ЭДС $E_{ПР} = Ce\ Ф\ n$, которая в данном случае будет направлена против тока якоря (по правилу правой руки). Поэтому ЭДС в двигателе носит название противо-ЭДС (Епр).

Из схемы следует основное уравнение электродвигателя – уравнение электрического равновесия: $U = E_{ПР} + I_я \cdot r_я$.

Двигатели постоянного тока

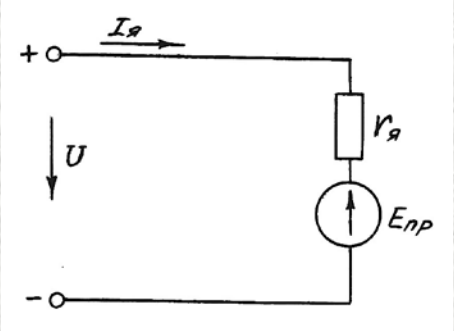


Схема замещения

$$I_Я = \frac{U - E_{ПР}}{r_Г}$$

$E_{ПР} = Ce\ \Phi\ n$

Для двигателей с последовательным и смешанным возбуждением $r_Г = r_Я + R_В$, а – с параллельным возбуждением $r_Г = r_Я$

$$n = \frac{U - I_Я(r_Я + R_В)}{C_E \Phi}$$

$$n = \frac{U - I_Я r_Я}{C_E \Phi}$$

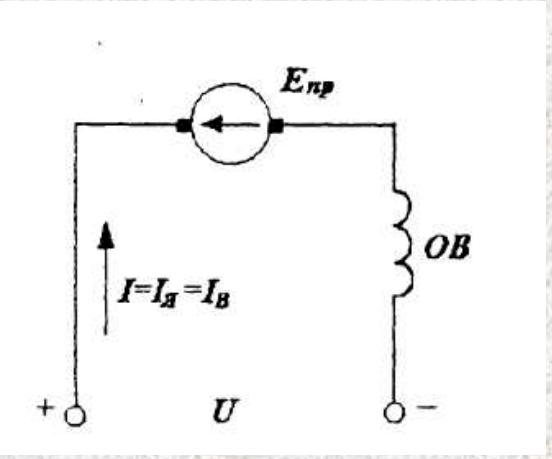
Для оценки свойства электродвигателей используют:

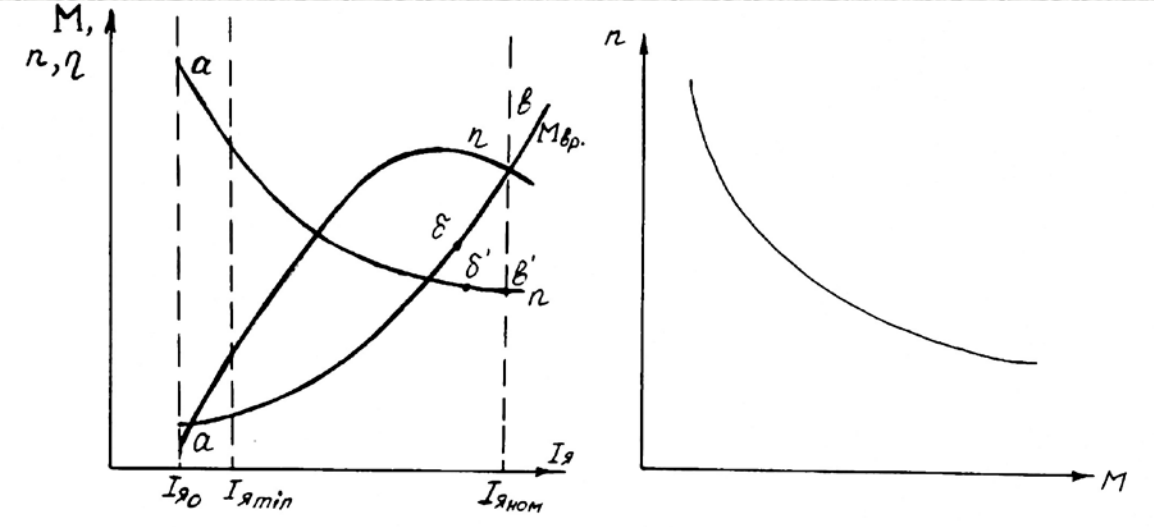
а) механическую характеристику *n = f(м);*

б) моментную характеристику *Мвр = f(Iя)*;

в) скоростную характеристику *n = f(Iя)*.

Двигатель последовательного возбуждения





Моментная и скоростная характеристики

Механическая характеристика

Пренебрегая насыщением стали, можно считать, что магнитный поток пропорционален $I_В$, т.е. $I_Я$ Ф~ $I_Я$

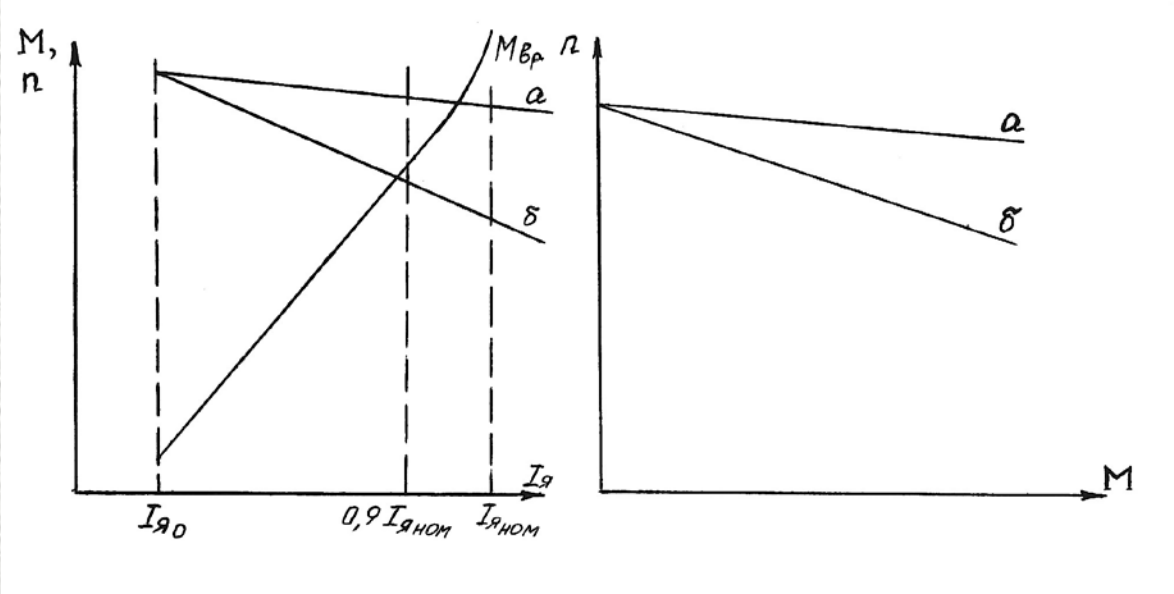
***$M = C_м I_Я Ф$* поэтому *$M \sim I_Я^2$*.**

Скоростная и механическая характеристики являются “мягкими”, т.е. с изменением нагрузки сильно изменяется n.

Двигатели последовательного возбуждения используют там, где требуется большие пусковые моменты и где их пуск и работа в холостую невозможны, и где требуется изменить n и Мв в широких пределах.

$$n = \frac{E_{пр}}{C_E \Phi}$$

Двигатели параллельного возбуждения



Iв составляет 3-5 % от Iя.

Т.к. *Ф = const* для двигателей параллельного возбуждения при изменении Iя, то $M_{ВР} = C_M I_Я \Phi = C'_M I_Я$,-— линейная зависимость, где $C'_M = C_M \Phi = const$

Скоростная характеристика двигателя также линейна, т.к..

$$n = \frac{E_{пр}}{C_E \Phi}$$

Механическая характеристика жесткая.

Двигатели параллельного возбуждения применяют там, где требуется работать с постоянным, но регулируемым числом оборотов.

Двигатели смешанного возбуждения и сравнительная оценка ДПТ

По своим свойствам двигатель смешанноговозбуждения занимает промежуточное положение между двигателями параллельного и последовательного возбуждения. Одним из достоинств двигателя является то, что он обладает мягкой характеристикой, может работать на холостом ходу, т.к. его частота вращения n_0 имеет конечное значение.

Свойства двигателей зависит от схемы возбуждения.
Двигатели независимого и параллельного возбуждения имеют «жесткую» механическую характеристику, вследствие чего, их применяют, когда допускается незначительное изменение частоты вращения при изменении нагрузки.Такие двигатели автоматически могут переходить из двигательного режима в генераторный (тормозной) или наоборот.
Двигатели последовательного возбуждения имеют «мягкую» характеристику – это свойство двигателя необходимо при работах на подъемных кранах, электротранспорте (трамвай, троллейбус), где нагрузка меняется очень часто.
При небольших нагрузках на двигатель, частота вращения ротора автоматически повышается.
Особенностью двигателей последовательного возбуждения является невозможность их работы вхолостую. Двигатели смешанного и особенно последовательного возбуждения допускают большую кратковременную перегрузку по моменту вращения по сравнению с двигателями параллельного возбуждения. Это позволяет осуществить пуск и торможение в более короткое время.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить устройство и принцип действия машин постоянного тока.

Литература:

1 Морозова Н.Ю. Электротехника и электроника : учебник для студ. сред. проф. образования / Н.Ю. Морозова, - 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – С.122-137

Тема №4
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
Занятие № 19, групповое

ЭЛЕКТРОАГРЕГАТЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель: изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроагрегатов постоянного тока, используемых в системах электроснабжения КШМ

Учебные вопросы:

1 Назначение, технические характеристики и устройство БЭА АБ1–П28,5

2 Работа БЭА АБ1–П28,5 по принципиальной схеме

3 Электромашинный преобразователь ПЭМ – 4

Назначение, технические характеристики и устройство АБ1–П28,5

Электроагрегат АБ1–П28,5–В предназначен для питания зарядных устройств, а также используется в системах энергоснабжения командно-штабных машин Р–142Н, Р–149Б (Кушетка-Б).

Основные технические характеристики:

Номинальная мощность - 1кВт
Род тока - постоянный
Номинальное напряжение – 28,5 В
Пределы регулировки выходного напряжения 24 – 36 В
Номинальный ток 35,1 А
Удельный расход топлива при ном. мощности 760 г/кВт · ч
Вместимость: топливного бака 6 л;
бачка для пусковой смеси 0,3 л
Тип двигателя 2СД–М2
Тип генератора ГАБ 1 –П 28,5
Масса 60 кг

Электроагрегат основной модификации состоит из следующих составных частей:
1 Двигатель –двухтактный, карбюраторный, воздушного охлаждения двигатель модели 2СД – М2.
2 Генератор – генератор постоянного тока типа ГАБ –1– П28,5 с параллельной обмоткой возбуждения и последовательной – для использования генератора в качестве двигателя при запуске приводного двигателя.
3 Блок управления – предназначен для размещения элементов электрической схемы электроагрегата.

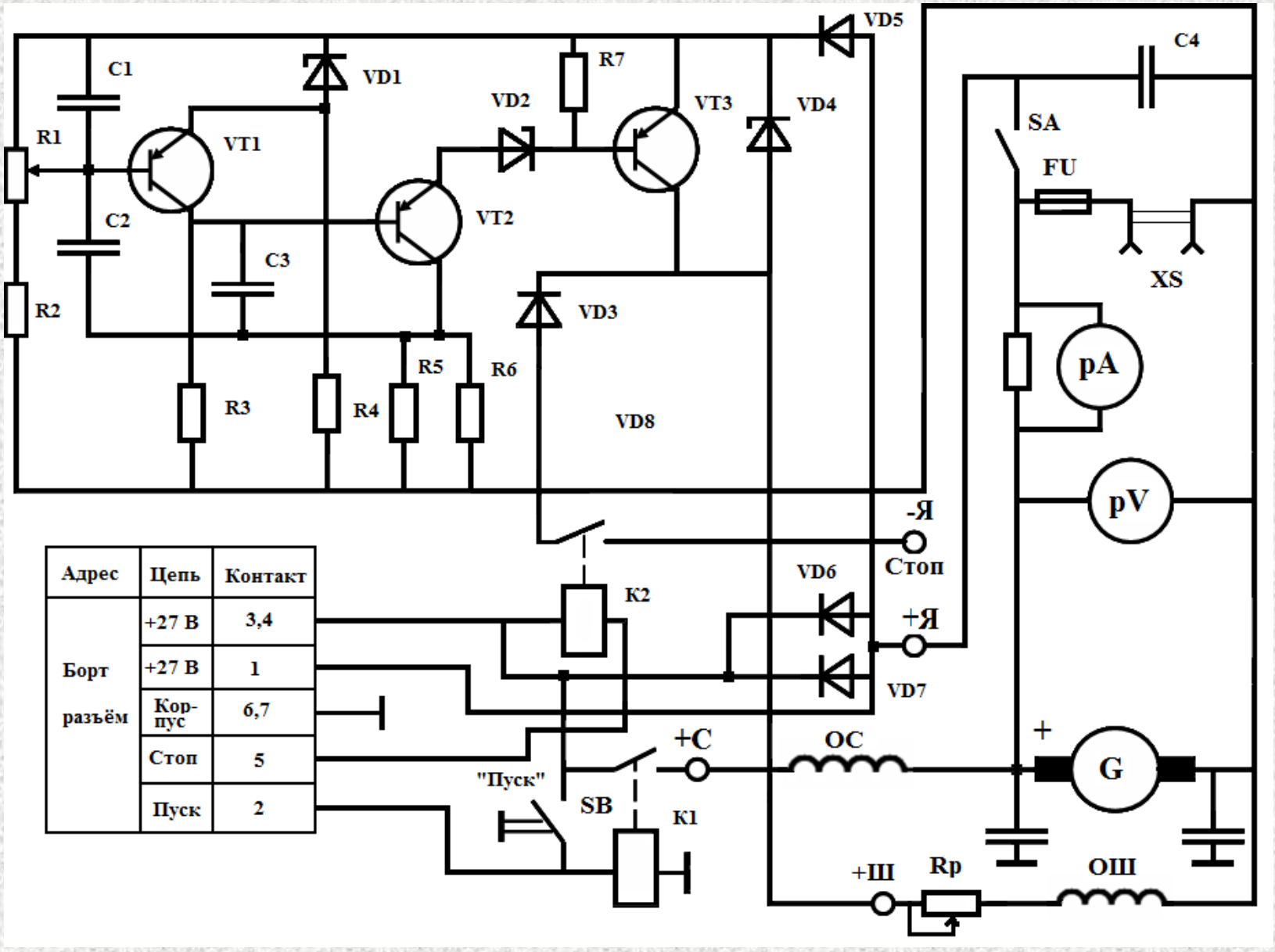
Устройство АБ1–П28,5

4 Рама электроагрегата служит опорой для установки и крепления двигателя и генератора.
5 Топливный бак –В верхней части имеется горловина, закрытая крышкой. Крышка имеет специальный стакан для приготовления топливной смеси. На стакане обозначена необходимая пропорция масла и бензина. Этот же стакан служит для контроля за уровнем топлива в баке.
В нижнюю часть бака вварен штуцер, в который установлен краник мотоциклетного типа КР–12 с фильтром отстойником.
6 Кожух – предназначен для защиты электроагрегата от механических повреждений и прямого воздействия атмосферных осадков при транспортировании и хранении.

Для обеспечения нормальной эксплуатации к электроагрегату прилагается комплект ЗИП.

Выпускается в нескольких модификациях:
АБ–П28,5–В–I – с защитным кожухом,
АБ–П28,5–В–II – без кожуха,
АБ–П28,5–В–III – без кожуха и рамы,
АБ–П28,5–В–V – без кожуха, рамы, блока управления и топливного бака,
АБ–П28,5–В–VI – в трубчатом каркасе.

Схема электрическая АБ1-П28,8



Адрес	Цепь	Контакт
Борт разъём	+27 В	3,4
	+27 В	1
	Кор-пус	6,7
	Стоп	5
	Пуск	2

Работа АБ1 – П28,5

Электрическую схему можно разделить на следующие цепи: цепь стартерного запуска двигателя; силовая цепь; цепь возбуждения; цепь электроизмерительных приборов.

Пути тока при работе электроагрегата на нагрузку:

а) силовая цепь:

щетка «+» генератора, шунт RS, выключатель нагрузки SA, зажим «+Я» силовой панели, диоды VD 6,7 (для защиты обратного тока), контакты 3,4 бортового разъема, нагрузки, контакт 6,7 бортового разъема, корпус, зажим « – Я », щетка « – » генератора;

б) цепь возбуждения:

щетка «+» генератора, шунт RS, выключатель нагрузки SA, зажим «+Я», диод VD 5, переход Э – К транзистора VT3 в регуляторе напряжения, зажим «+ Ш », заблокированный реостат Rрег , обмотка возбуждения ОШ, щетка « – » генератора, обмотка якоря.

Выходное напряжение генератора поддерживается постоянным 28,5В за счет работы регулятора напряжения РН.

VD1, R4 – источник опорного напряжения;

R1, R2 – делитель напряжения;

VT 1,2 – усилитель тока;

R3,5,6,7 – определяют режимы работы транзисторов;

VT 3 – регулирующий элемент;

VD 2,3,4,5 – для защиты РН от э.д.с. самоиндукции в обмотках генератора.

в) цепь штепсельной розетки XS рассчитана на потребление тока не более 2А (вставка плавкая FU на 2 А). Мощность потребителя не более 60 Вт.

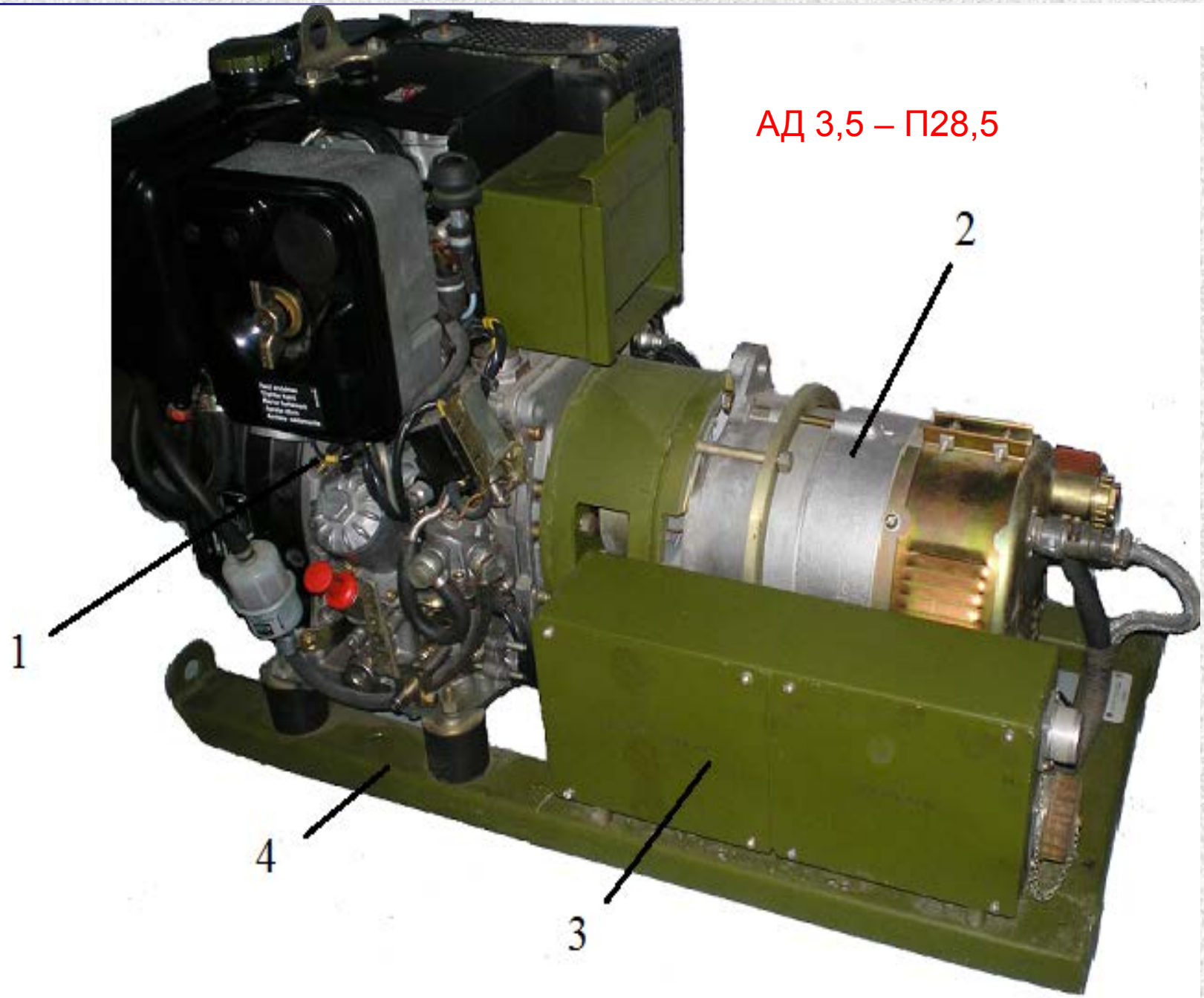
Снижение уровня радиопомех до допустимых норм конденсатора С.

АД-2,0У-П/28,5-С в закрытом состоянии

АД-2,0У-П/28,5-С в открытом состоянии

Блок приборов АД-2,0У-П/28,5-С

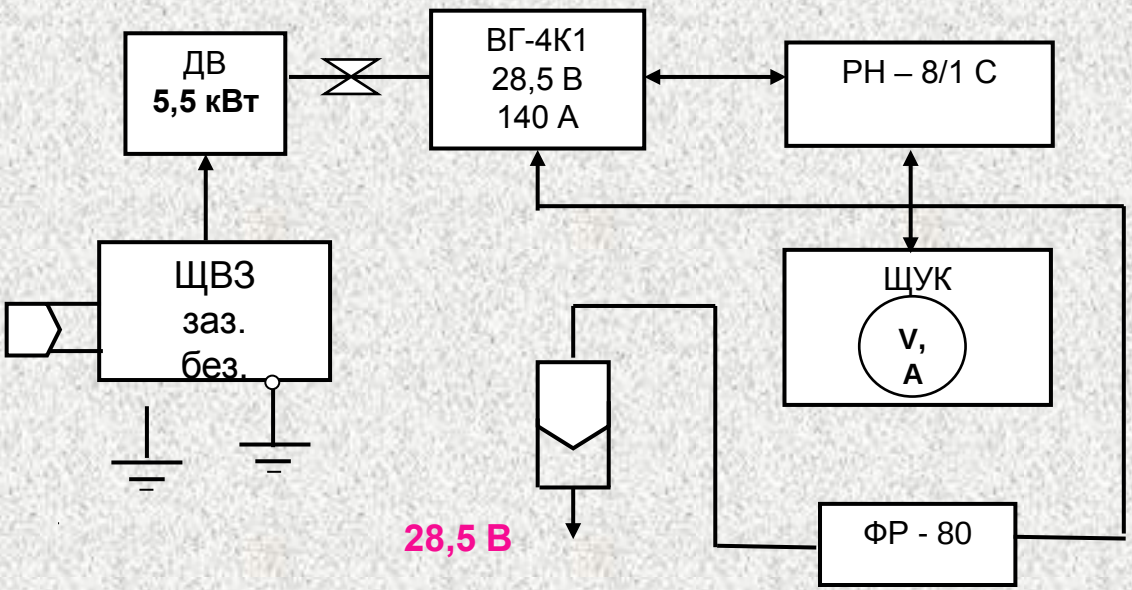
0
10
20
30
40
40
A
80
120
НАЖАТЬ
СТОП
ВКЛ
ПУСК
ЗАЩИТА
ВКЛ
ОТКЛ
АВАРИЯ
ЗАЩИТА
ОТКЛ
ГЕНЕРАТОР
ВКЛ
ГЕНЕРАТОР
ВКЛ
ОТКЛ


АД 3,5 – П28,5
1
2
3
4

Электромашинный преобразователь ПЭМ – 4

Электромашинный преобразователь ПЭМ–4–28,5 предназначен для преобразования трехфазного переменного тока напряжением 380В с частотой 50 Гц в постоянный ток напряжением 28,5 для электропитания потребителей.

Применяется в КШМ Р–149 (Кушетка – Б) для энергоснабжения от стационарных сетей или сети энергоснабжения полевого узла связи.



Работа электромашинного преобразователя основана на взаимодействии следующих составных частей:
электродвигателя 4АМ100 2У3, предназначенного для привода генератора;
генератора ВГ– 4К1, предназначенного для генерирования электроэнергии постоянного тока;
регулятора напряжения РН–8/1с для автоматического поддержания напряжения генератора в заданных пределах при изменении нагрузки от нуля до максимума;
фильтра ФР–8С для подавления радиопомех;
щита ввода и защиты (ЩВЗ) для включения и выключения преобразователя, автоматического отключения от сети при аварийных ситуациях;
щита управления и контроля (ЩУК) для включения и отключения возбуждения генератора ВГ– 4К1, контроля режимов его работы и ручной установки величины выходного напряжения.

Электромашинный преобразователь ПЭМ – 4

Основные технические данные

Наименование параметра	Величина и допуск	Примечания
1 Входные параметры электроэнергии переменного тока:		при работе в буфере с АКБ С = 70 А·ч
Напряжение, В	380 ± 38	
Частота, Гц	50 ± 2,5	
Мощность, кВт	5,5	
2 Выходные параметры электроэнергии постоянного тока:		
Напряжение, В	28,5 ± 1	
Пульсации, мВ	300	
Ток нагрузки, А	140	
3 Габариты, мм:		
длина	1200	
ширина	500	
высота	565	
4 Масса, кг	200	

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроагрегатов постоянного тока, используемых в системах электроснабжения КШМ

Литература:

1.Эксплуатация бензоэлектрических агрегатов: Учебное пособие. – Рязань: РВВКУС, 2008. – С.21-42.

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 20, групповое

ЭЛЕКТРОАГРЕГАТ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА АБ – 4 – Т/400 – М1

Цель: изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроагрегата АБ-4-Т/400-М1

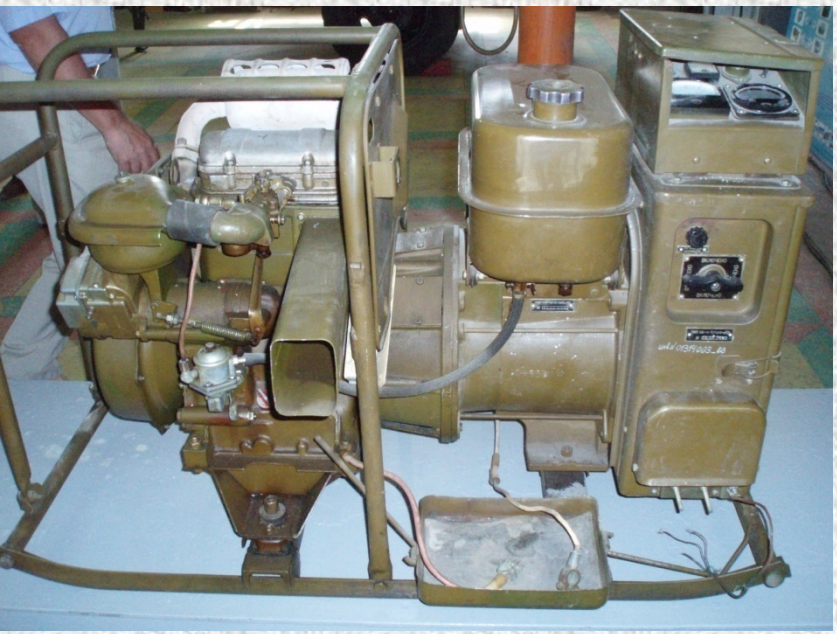
Учебные вопросы:

1 Назначение, технические характеристики БЭА АБ-4 -Т/400-М1

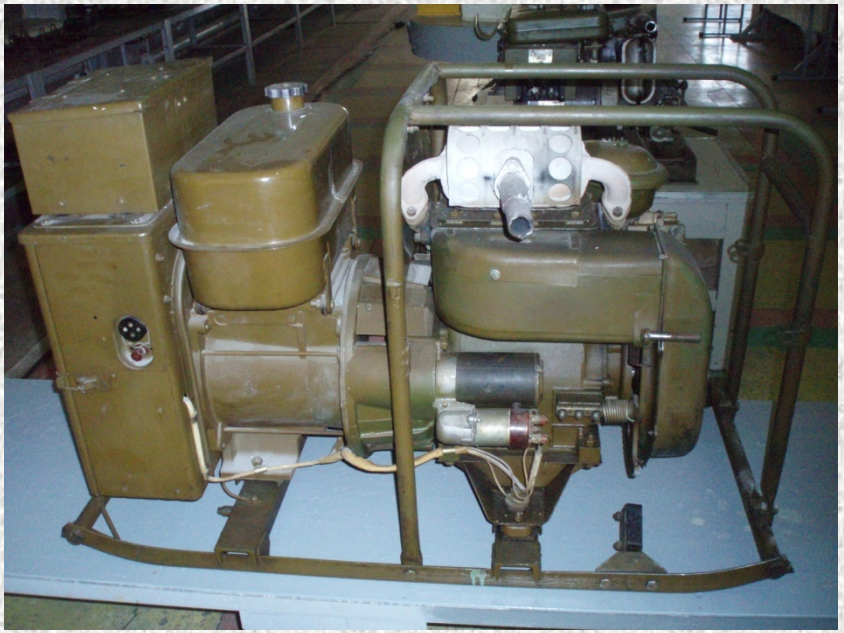
2 Устройство агрегата АБ-4 Т/400-М1

3 Работа агрегата АБ-4 -Т/400-М1 по принципиальной схеме

Назначение, технические характеристики БЭА АБ-4 -Т/400-М1



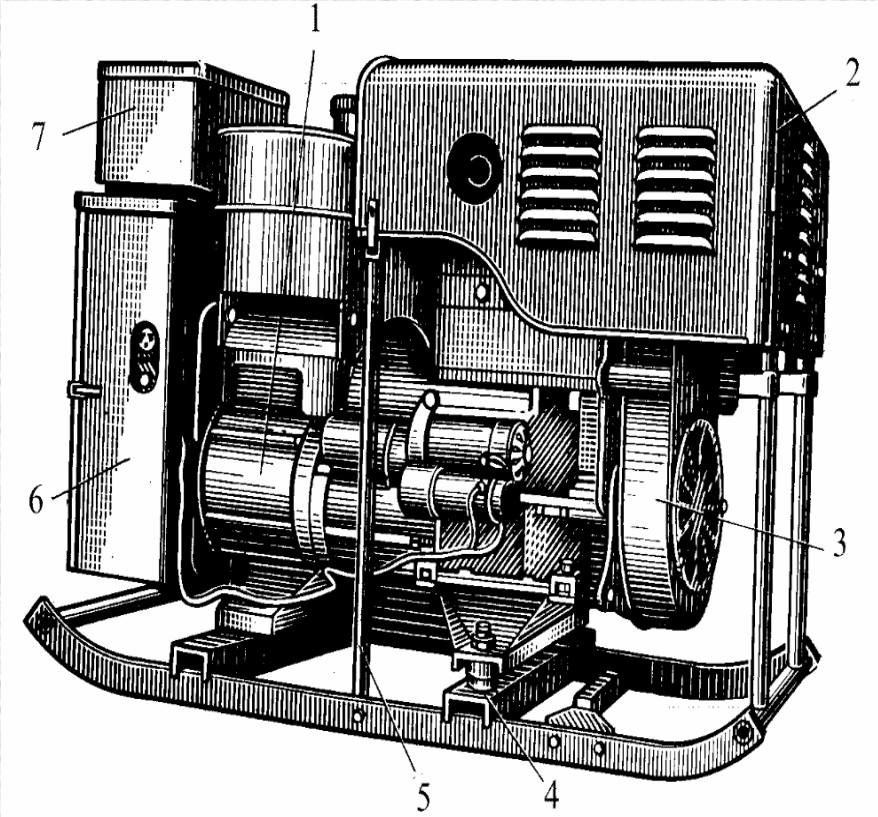
Бензоэлектрические агрегаты серии АБ мощностью 4 кВт широко применяются в военной технике связи:
– радиорелейная станция Р-419, 2 агрегата АБ-4-Т/400;
– комплексные аппаратные П-240, П-241 в составе электростанции ЭСБ-4.



Основные технические характеристики

Наименование параметра	Числовые значения параметра для агрегата
	АБ-4-Т/400-М1
Номинальная мощность, кВт	4
Номинальное напряжение, В	400
Ток	трехфазный
Номинальная частота, Гц	50
Коэффициент мощности (cos φ)	0,8
Номинальная частота вращения, об/мин.	3000
Ток нагрузки, А при cos φ=1,0 при cosφ=0,8	 5,8 7,2
Время работы без дополн. заправки топливом, час, не менее	4
Время непрерывной работы, час.	24
Расход топлива при номинальной нагрузке кг/ч, не более	2,6
Расход масла, кг/ч	0,08
Габаритные размеры: длина, мм ширина, мм высота, мм	 1146 628 740
Емкость топливного бака, л	18
Масса, кг, не более	195

Устройство агрегата АБ-4-Т/400-М1



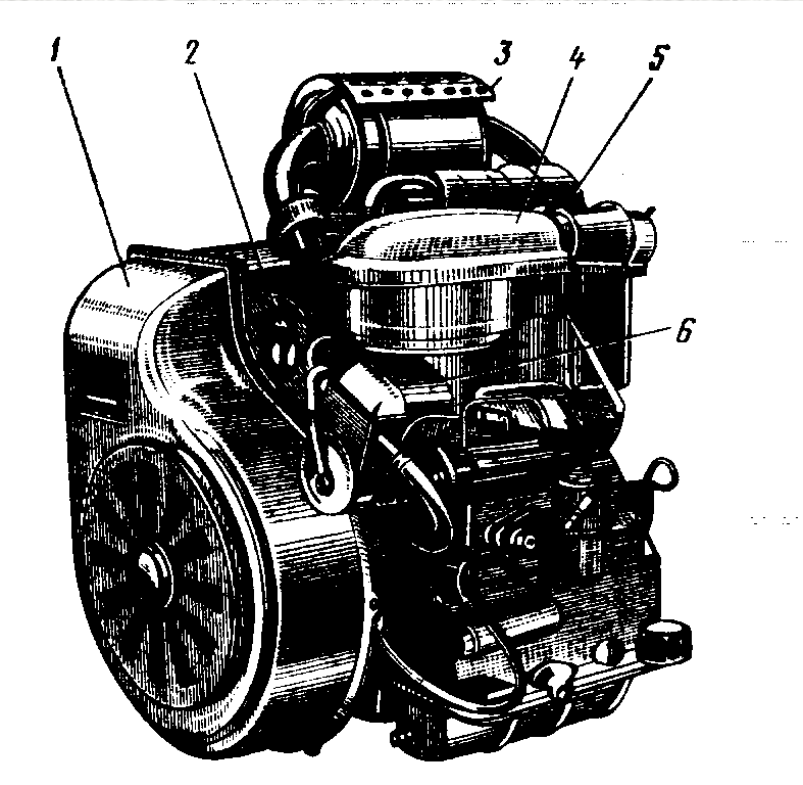
АБ-4-Т/400-М1 состоит из следующих основных узлов: первичного двигателя 3, генератора 1, блока аппаратуры 6, блока приборов 7, каркаса 5, рамы 4 и металлического кожуха 2.

Двигатель и генератор жестко соединены фланцем в единый блок двигатель генератор, который крепится к раме агрегата в 3-х точках. Крутящий момент от двигателя к генератору передается с помощью упругой соединительной муфты.

На корпусе генератора укреплен блок, в котором размещены аппаратура управления и регулирования, а также другие элементы электрической схемы агрегата. Зажимы для присоединения к агрегату кабеля нагрузки расположены на блоке аппаратуры и закрываются крышкой. Под зажимами установлена клица для механического крепления кабеля нагрузки, на которой находится шпилька с барашком для присоединения провода заземления потребителя или «корпусного» провода.

Для пуска двигателя агрегат имеет рычажное приспособление состоящее из рычага с педалью и зубчатого сектора, и электростартера, питающегося от аккумуляторной батареи напряжением 12 В. В зимних условиях пуск двигателя производится с помощью пускового приспособления входящего в комплект ЗИП, и пусковой жидкости «Арктика». Приборы и провода системы зажигания имеют экранировку для подавления радиопомех от работающего двигателя.

Бензиновый двигатель УД-25Г



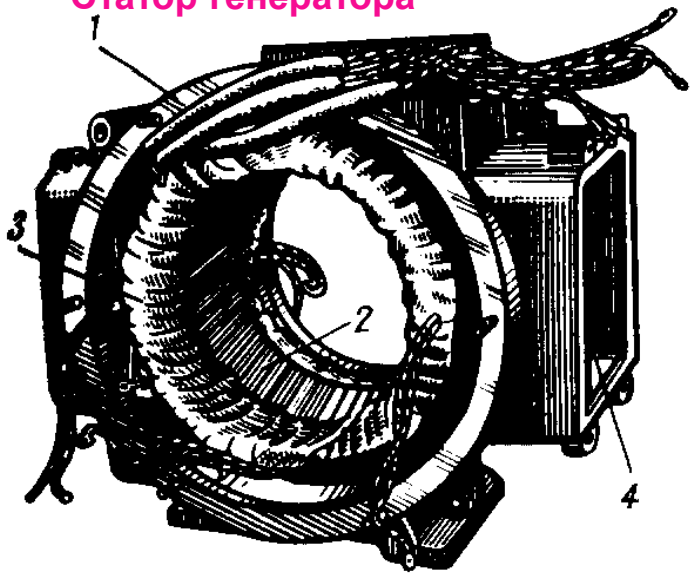
1 – кожух маховика-вентилятора; 2 – масляный манометр; 3 – глушитель; 4 – воздухоочиститель; 5 – крышка клапанной коробки; 6 – магнето

Двухцилиндровый двигатель УД-25Г спроектирован на базе двигателя МеМЗ-966 автомобиля «Запорожец». Он представляет собой четырехтактный карбюраторный двигатель мощностью 8 л.с. (6 кВт), с вертикальным расположением цилиндров и верхним расположением клапанов, имеет воздушное охлаждение и автоматический регулятор частоты вращения коленчатого вала. Как и любой карбюраторный двигатель внутреннего сгорания, он включает в себя кривошипно-шатунный механизм, механизм газораспределения, систему питания с регулятором частоты вращения, систему смазки, систему зажигания, систему охлаждения и пусковой механизм.

Все механизмы и узлы смонтированы в единый блок, основанием которого является картер двигателя, который отливается из алюминиевого сплава.

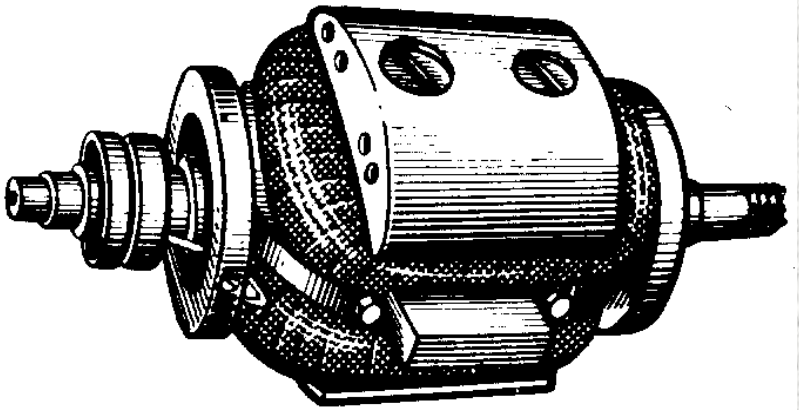
Генератор ГАБ-4-Т/400

Статор генератора



1 – корпус статора; 2 – пакет стальных пластин; 3 – обмотка; 4 – блок селеновых выпрямителей

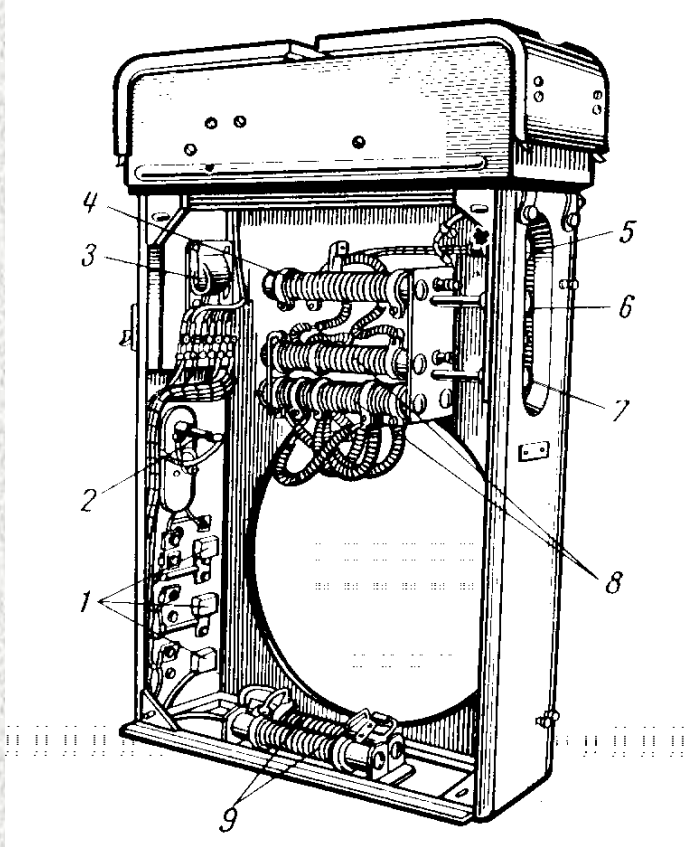
Ротор генератора



На каждое контактное кольцо установлено по две щетки. Каждый блок селеновых выпрямителей состоит из шести параллельно соединенных селеновых выпрямителей типа АВС-45-30А, которые смонтированы на металлических скобах, крепящихся к корпусу генератора через пластмассовую панель. На панели размещены зажимы для присоединения концов дополнительной обмотки, идущих от генератора к выпрямителям, и проводов, идущих к проходным конденсаторам.

Ротор двухполюсный, фланцевого исполнения, имеет внутренние явно выраженные полюса, обмотки которых через селеновые выпрямители питаются от специальной дополнительной обмотки генератора. Для охлаждения обмоток и селеновых выпрямителей на валу укреплен вентилятор. Направление вращения ротора генератора, если смотреть со стороны контактных колец - левое. Номинальная частота вращения 3000 об/мин.

Блок аппаратуры

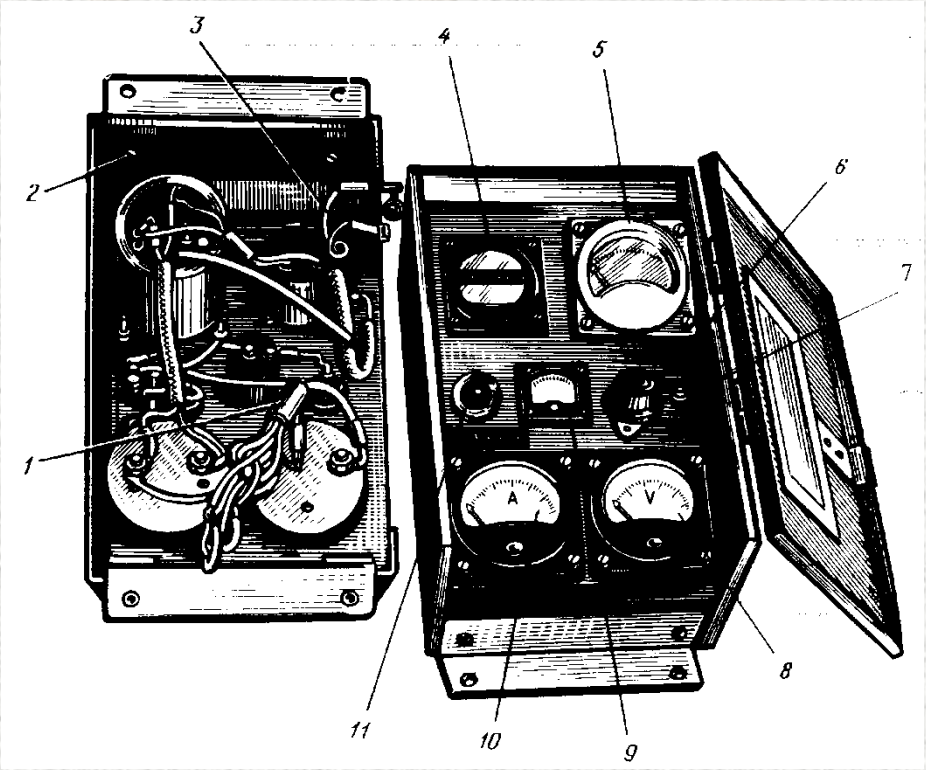


1 – тепловое реле; 2 – предохранитель; 3 – трансформатор освещения; 4 – реостат регулирования напряжения; 5 – кнопка возбуждения; 6 – ручка реостата регулирования напряжения; 7 – ручка регулирования компаундирующего резистора; 8 – компаундирующий резистор; 9 – пусковой резистор

Блок аппаратуры представляет собой металлический каркас, в котором размещена аппараты управления, регулирования и защиты электрической части агрегата, также устройство для подзарядки аккумуляторной батареи. Блок аппаратуры закрывается шторкой с жалюзи.

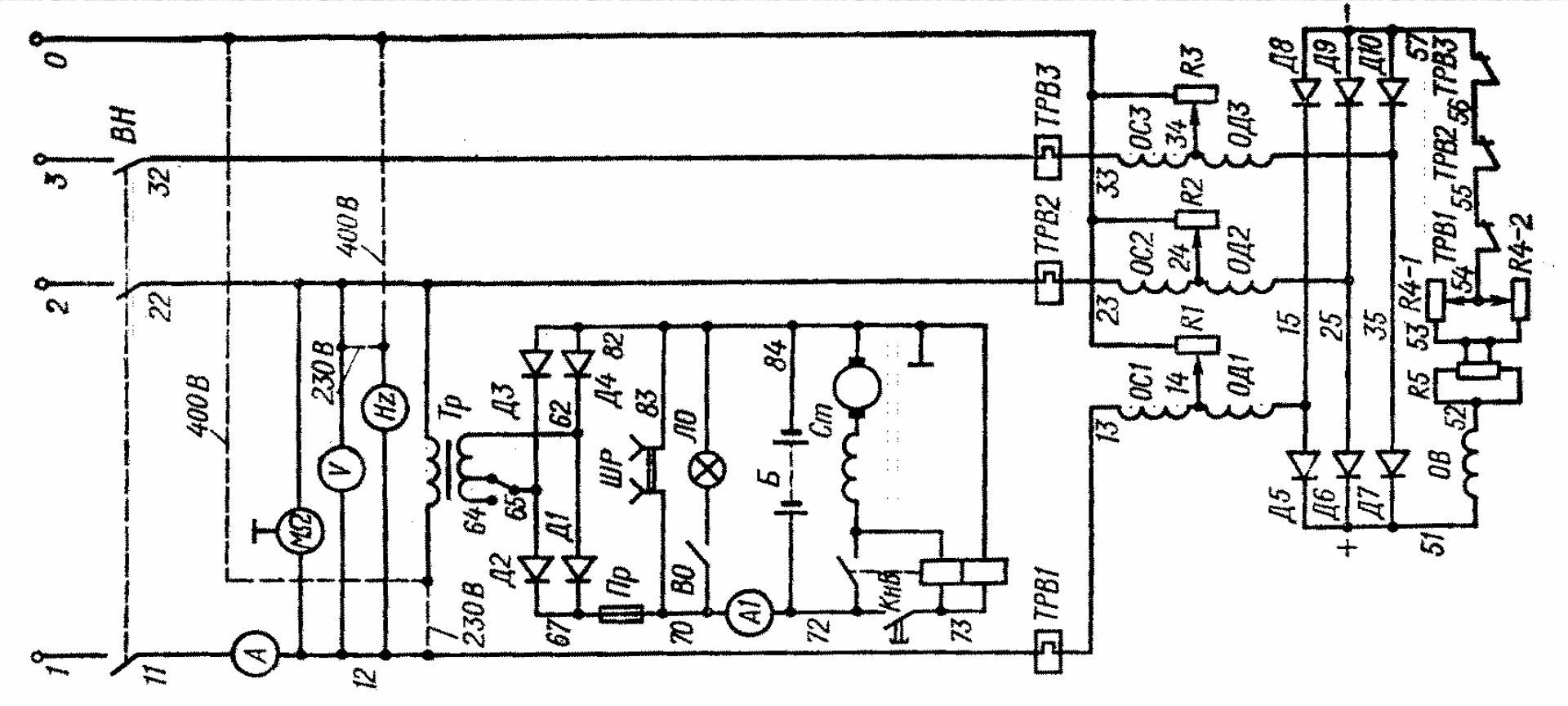
В правой боковой стенке каркаса имеется ниша, в которой размещены кнопка 5 возбуждения, ручка 6 реостата регулирования напряжения и ручка 7 регулирования компаундирующего резистора. В углублении на левой стенке находится штепсельная розетка для переносной лампы, а на внутренней стороне стенки прикреплена панель с понижающим (220/127) трансформатором освещения 3, ниже которого расположены держатель предохранителя и тепловые реле 1.

Блок приборов



1 – монтажный жгут; 2 – амортизатор; 3 – «корпусной» провод; 4 - частотомер; 5 – прибор контроля изоляции; 6 – лампа освещения; 7 – выключатель освещения; 8 – вольтметр; 9 – амперметр контроля тока подзарядки аккумуляторной батареи; 10 – амперметр; 11 – кнопка стартера

Схема электрическая принципиальная АБ-4-Т/400-М1

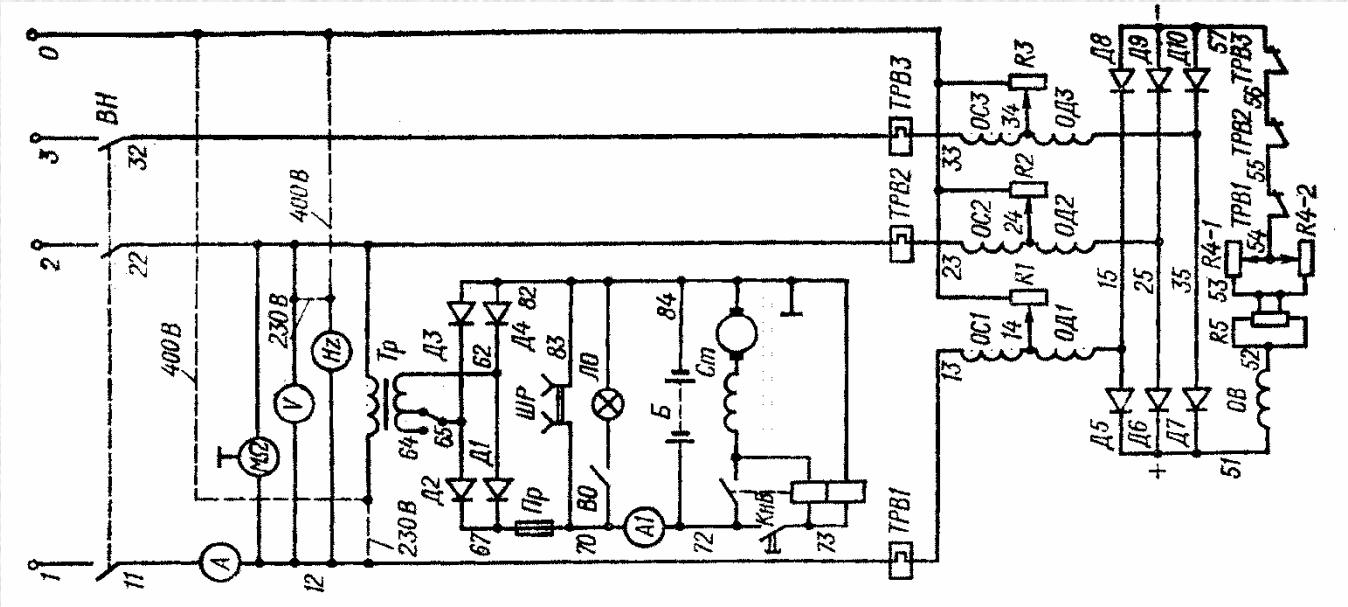


Электрическая схема может быть разделена на следующие основные цепи: силовую, возбуждения, подзарядного устройства и освещения

Самовозбуждение генератора обеспечивается постоянными магнитами, установленными в поперечной оси ротора.

ЭДС, наводимая потоком постоянных магнитов в дополнительной обмотке статора, через диоды подается на обмотку возбуждения.

Схема электрическая принципиальная АБ-4-Т/400-М1



В генераторе применена амплитудно-фазовая автоматическая регулировка выходного напряжения на компаундирующих сопротивлениях.

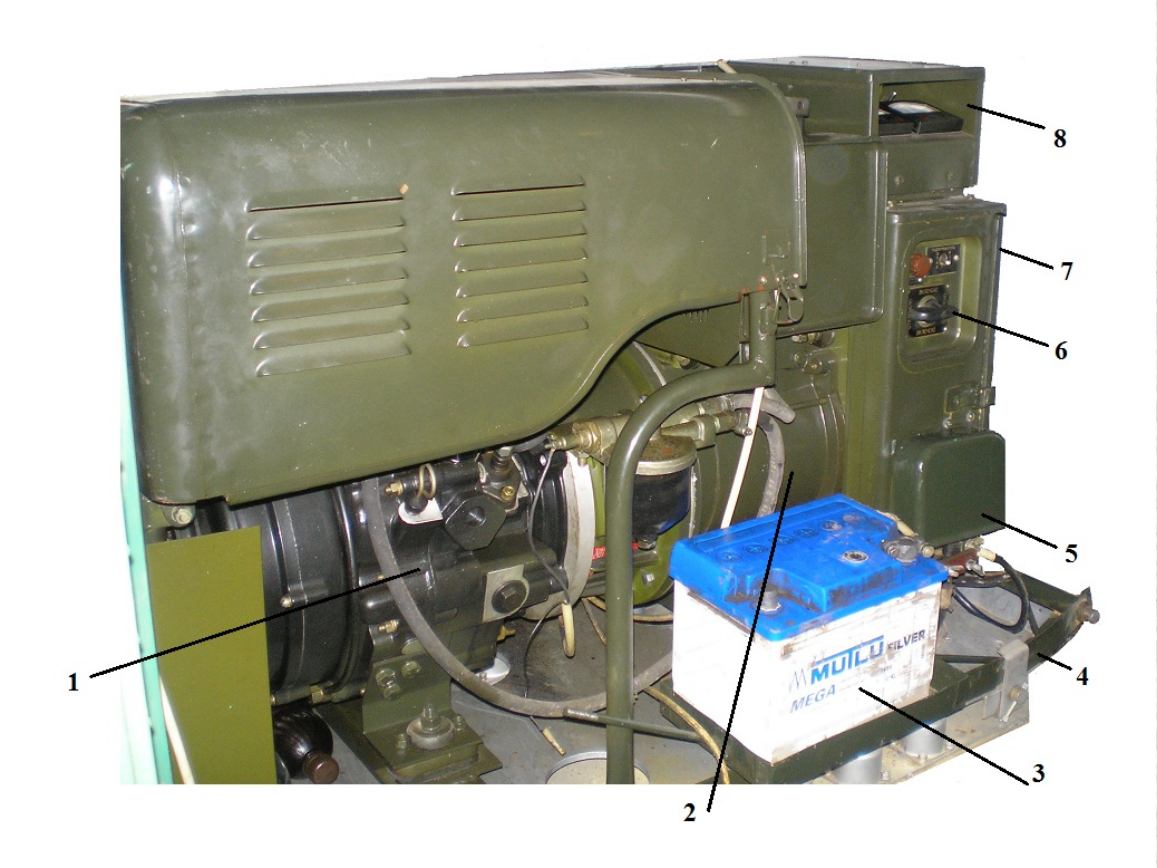
Изменение тока возбуждения с изменением нагрузки генератора осуществляется с помощью компаундирующих резисторов, которые включены одновременно в цепи силовых и дополнительных обмоток.

При подключении нагрузки часть тока нагрузки, пропорциональная падению напряжения, создаваемому рабочим током на компаундирующих резисторах, ответвляется в цепь возбуждения. Этот ток геометрически складывается с током, определяемым ЭДС дополнительной обмотки. Чем больше ток нагрузки или сопротивление компаундирующего резистора, тем большая часть тока ответвляется в цепь возбуждения и, следовательно, тем больше суммарный ток, протекающий по обмотке возбуждения генератора.

Увеличение тока возбуждения с уменьшением коэффициента мощности нагрузки обеспечивается сдвигом по фазе на 90° дополнительной обмотки генератора относительно его силовой обмотки.

Уровень поддерживаемого напряжения может быть установлен с помощью ручки «Регулировка напряжения»

Электроагрегат АД 4 – Т/400



1 – двигатель,
2 – генератор, 3 – аккумуляторная батарея,
4 – рама, 5 – клемная коробка,
6 – выключатель нагрузки, 7 – блок аппаратуры, 8 – блок приборов

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроагрегата АБ-4-Т/400 М1

Литература:

1 Эксплуатация бензоэлектрических агрегатов: Учебное пособие. – Рязань: РВВКУС, 2008. – С.43-60

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 21, групповое

ЭЛЕКТРОАГРЕГАТ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА АБ–8–Т/400

Цель: изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроагрегата АБ–8–Т/400

Учебные вопросы:

1 Назначение и технические характеристики БЭА АБ–8–Т/400

2 Устройство агрегата АБ–8–Т/400

3 Работа БЭА АБ–8–Т/400 по принципиальной схеме

Назначение, технические характеристики БЭА АБ–8–Т/400

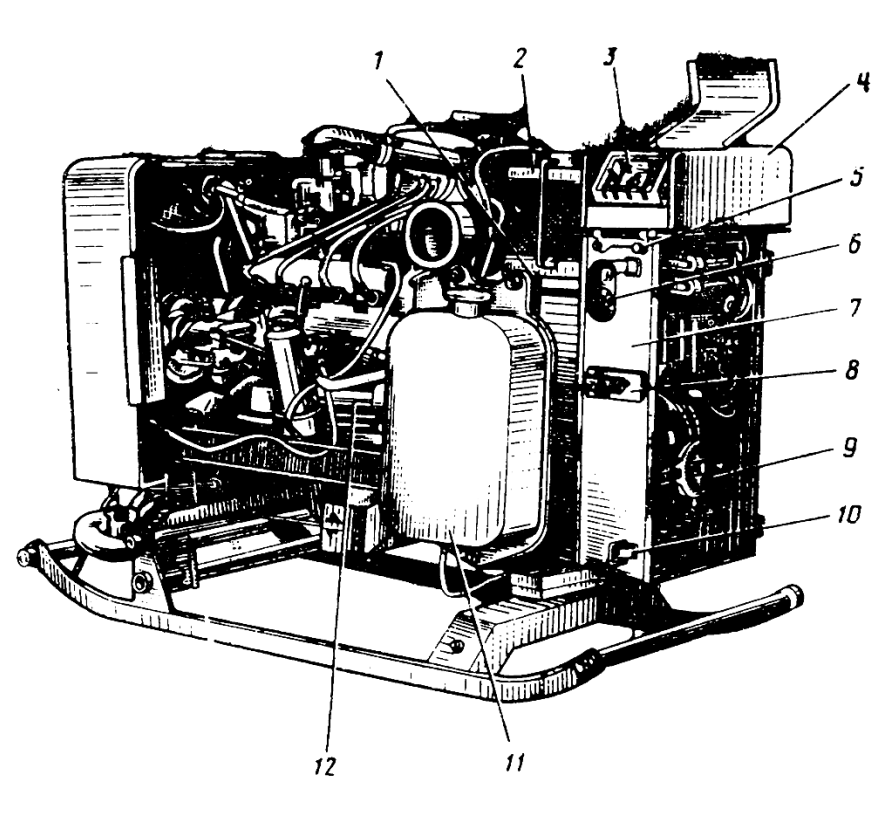
Агрегат типа АБ–8–Т/400 предназначен для использования в качестве автономного основного, резервного или аварийного источника электроэнергии.
Применяется для электроснабжения радиостанции Р–161А2М, станции космической связи Р–440.

Основные технические характеристики

АБ–8–Т/400

Наименование параметра	Числовые значения параметра для агрегата
Номинальная мощность, кВт	8
Номинальное напряжение , В	400
Ток	переменный, трехфазный
Номинальная частота, Гц	50
Коэффициент мощности (cos φ)	от 1,0 до 0,8 при индуктивной нагрузке
Ток нагрузки, А при cos φ=1,0 при cos φ=0,8	11,5 14,5
Тип генератора	ГАБ-8-Т/400
Тип двигателя	Москвич –408
Мощность двигателя, л.с. (кВт)	15,2 (11)
Емкость топливного бака, л	32 (2х16)
Норма расхода топлива, кг/ч	5,2
Время работы без дополн. заправки топливом, час, не менее	4
Габаритные размеры: длина, мм ширина, мм высота, мм	1440 810 1090

Устройство БЭА АБ-8-Т/400

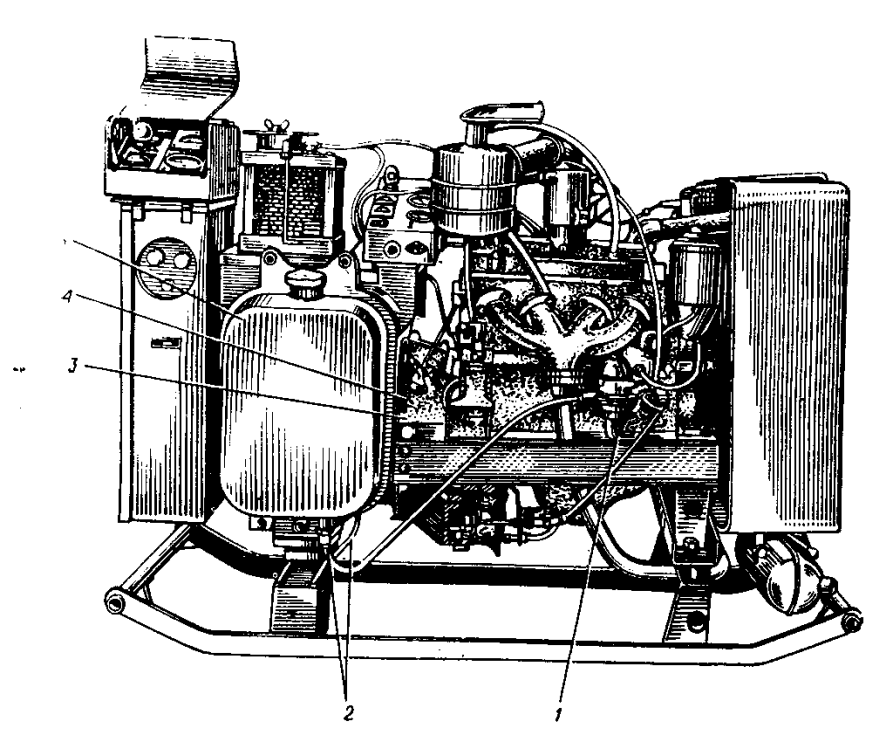


1 – кронштейн крепления бензобака; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – выходные зажимы; 4 – блок приборов; 5 – болты, крепящие блок приборов; 6 – штепсельная розетка; 7 – блок аппаратуры; 8 – клица для крепления кабеля нагрузки; 9 – генератор; 10 – замки, крепящие шторку блока аппаратуры; 11 – бензобак левый; 12 – электростартер.

Агрегат состоит из следующих основных узлов: двигателя, генератора, блока аппаратуры, блока приборов

Двигатель приводит во вращение трехфазный синхронный генератор. Двигатель и генератор при помощи соединительного фланца образует единый блок, укрепленный болтами на опорах рамы агрегата. Опоры соединены с рамой через резиновые амортизаторы.

Устройство БЭА АБ-8-Т/400



На корпусе генератора укреплен блок аппаратуры с блоком приборов, в которых размещена аппаратура управления, регулирования и защиты, измерительные приборы и другие элементы электрической схемы агрегата. Органы управления агрегата (запуск и остановка двигателя, управление электрической частью агрегата и т. д.) выведены для удобства обслуживания на одну сторону. Зажимы для присоединения к агрегату кабеля нагрузки расположены на блоке приборов.

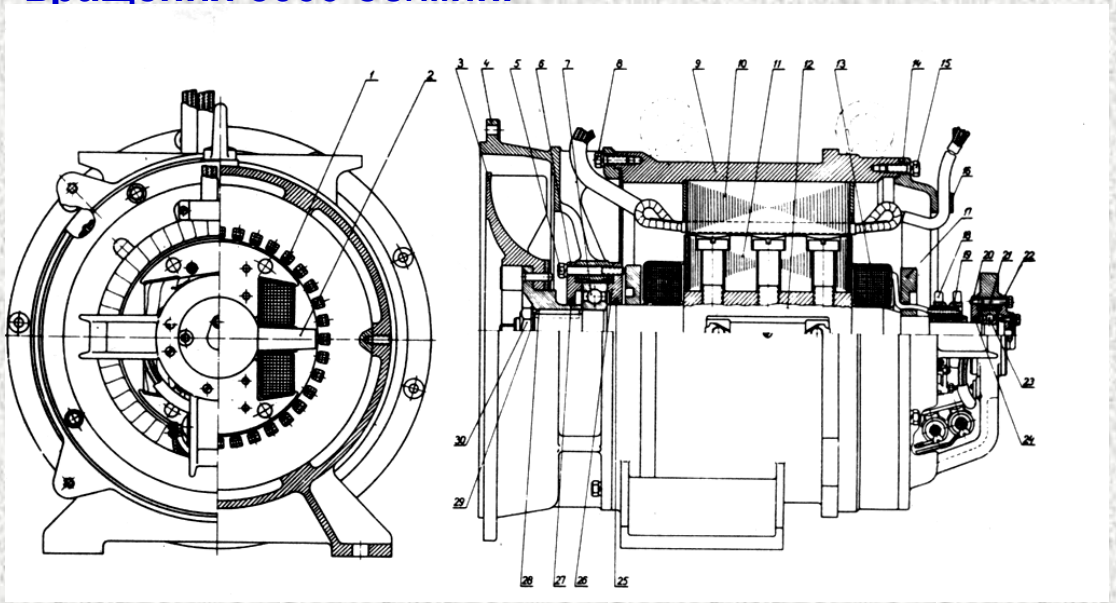
На блоке аппаратуры имеется зажим для закрепления кабеля нагрузки и шпилька с барашком для присоединения провода заземления электроинструмента. Здесь же расположена розетка для включения переносной лампы. На правой стороне агрегата имеется бензиновый бак, сообщающийся бензопроводом с бензобаком, установленным на левой стороне агрегата.

Баки укреплены по бокам генератора на кронштейне.

Для возможности запуска двигателя в зимних условиях агрегат снабжен подогревающим устройством, расположенным на двигателе.

Генератор

В агрегате установлен трехфазный синхронный генератор фланцевого исполнения. Основными узлами генератора являются: статор (якорь), ротор (индуктор), подшипниковые щиты и вентилятор. Направление вращения ротора генератора левое (если смотреть со стороны контактных колец), скорость вращения 3000 об/мин.

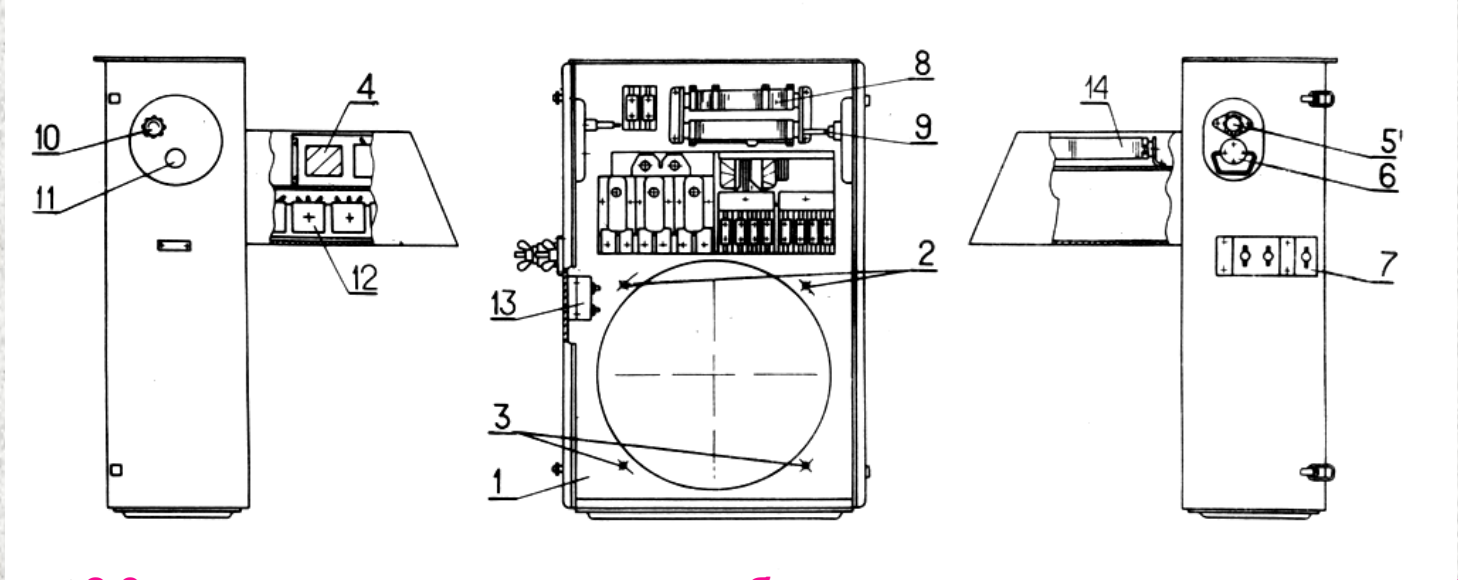


Статор генератора состоит из корпуса и запрессованного пакета активной стали с обмотками.
Корпус отлит из алюминиевого сплава.
Подшипниковые щиты крепятся к корпусу статора болтами.

В пазы пакета статора заложены две обмотки: силовая и дополнительная.
Ротор генератора выполнен с двумя явно выраженными полюсами с катушками возбуждения.
Для обеспечения самовозбуждения генератора между катушками полюсов размещены два постоянных магнита.

Блок аппаратуры

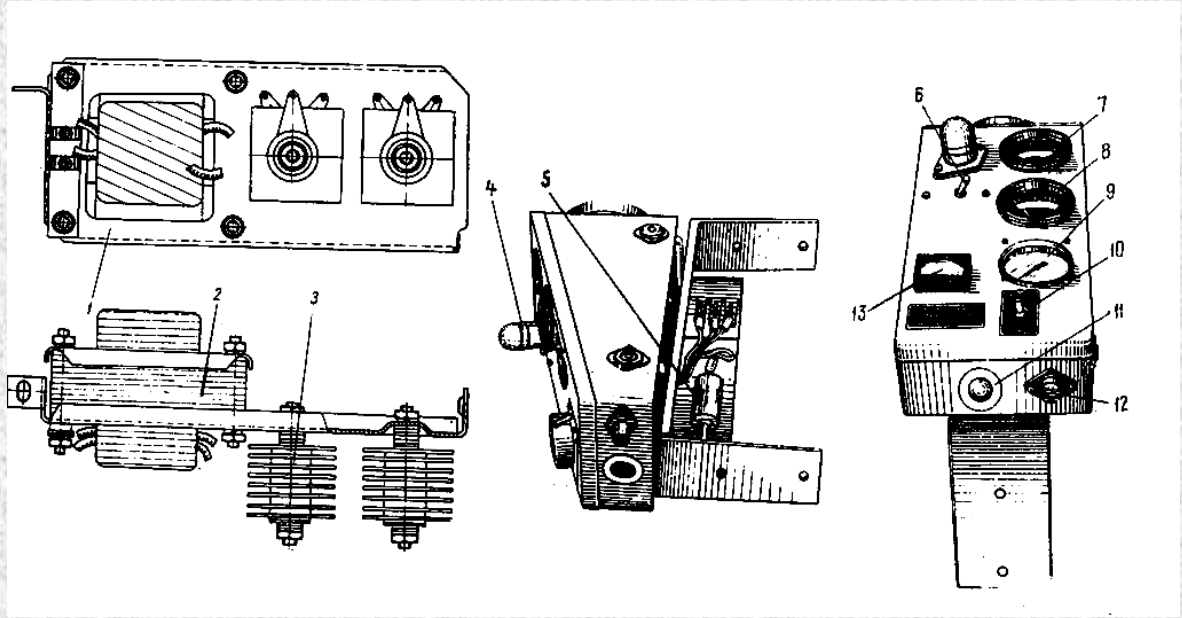
Блок аппаратуры представляет собой металлический корпус, в котором размещена аппаратура управления, регулирования и защиты электрической части агрегата, а также устройство для подзарядки стартерного аккумулятора



1 – корпус; 2,3 – отверстия для крепления блока аппаратуры к генератору; 4 – блок подзарядного устройства; 5 – предохранитель; 6 – штепсельная розетка; 7 – клица; 8 – блок сопротивлений; 9 – поводок; 10 – ручка реостата регулировки напряжения; 11 – кнопка возбуждения; 12 – блок селеновых выпрямителей; 13 – зажимы; 14 – блок ТРВ.

Блок приборов двигателя

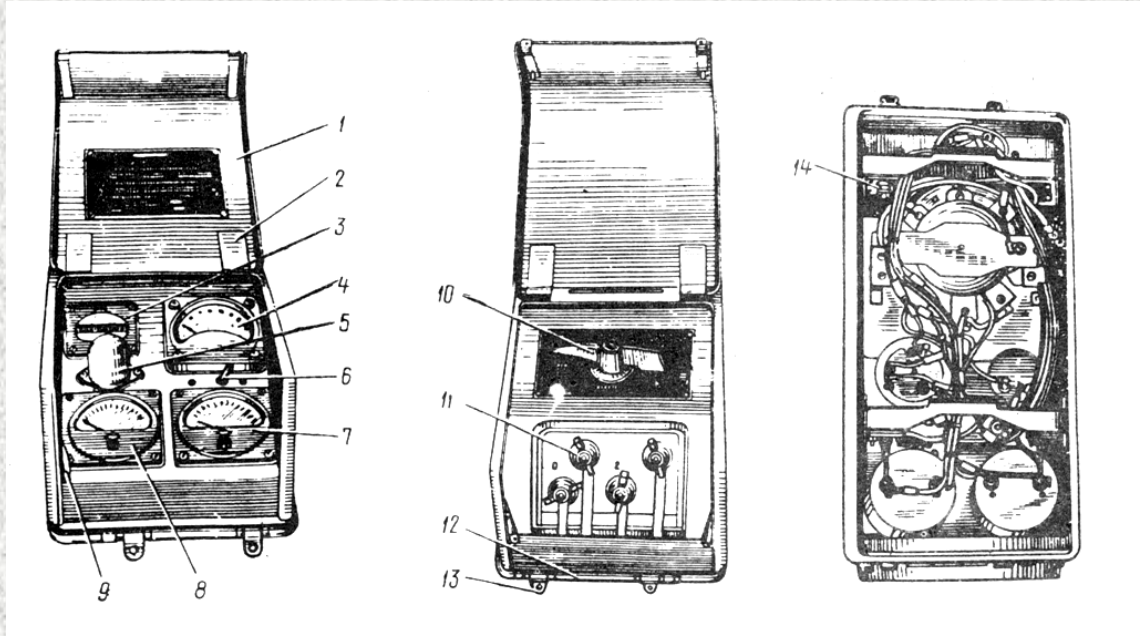
Блок выполнен в виде металлической коробки, на верхней части которой размещены: амперметр, лампа освещения, выключатель освещения, указатель давления масла двигателя, указатели температуры масла и воды двигателя, выключатель зажигания двигателя, пусковая кнопка стартера, предохранитель. На боковых стенках укреплены реле стартера и добавочное сопротивление



1 – металлическая щетка; 2 – трансформатор; 3 – селеновый выпрямитель; 4 – лампа освещения; 5 – конденсатор; 6 – выключатель освещения; 7 – указатель температуры воды; 8 – указатель температуры масла; 9 – указатель давления масла; 10 – выключатель зажигания; 11 – пусковая кнопка стартера; 12 – предохранитель; 13 – амперметр.

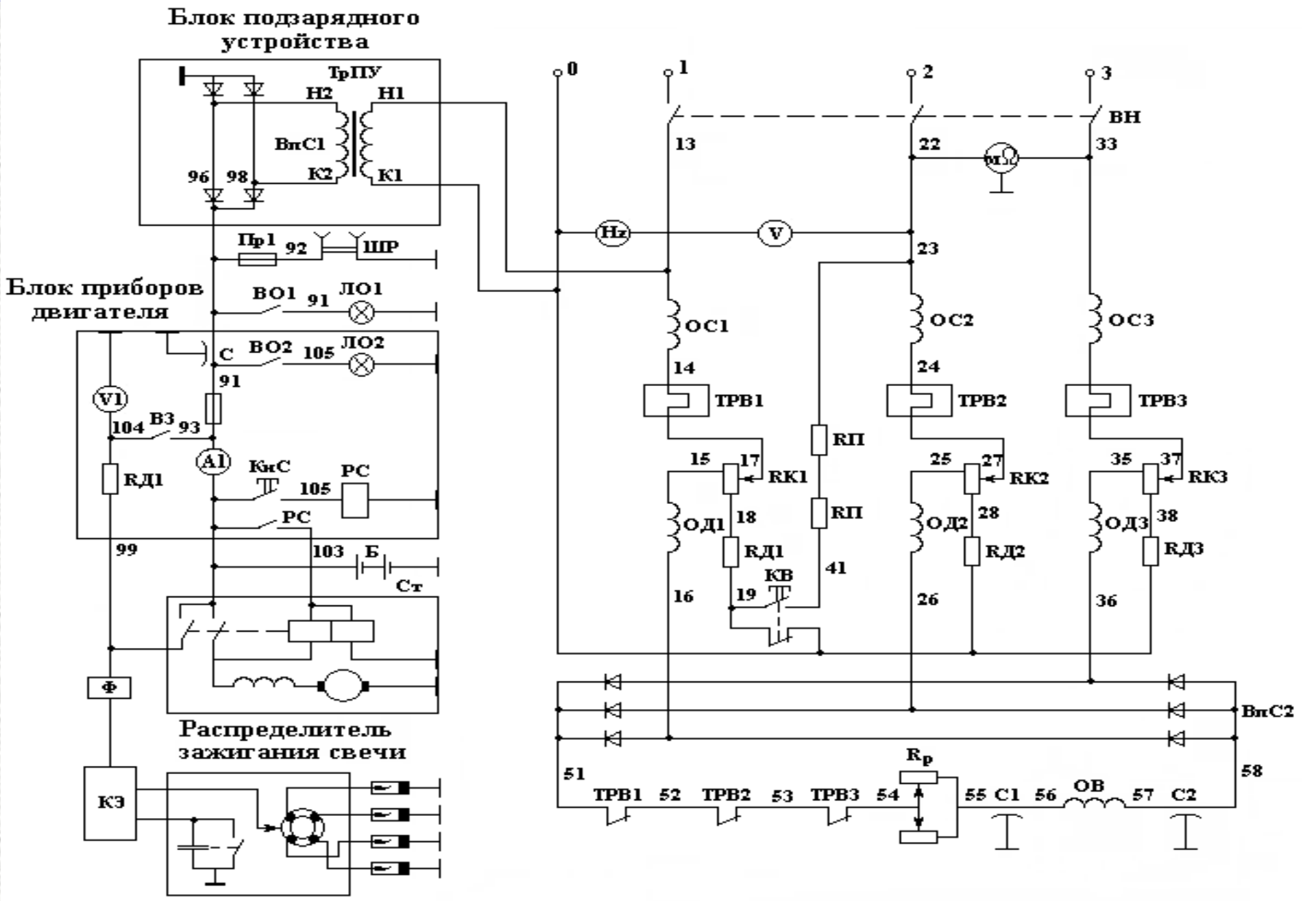
Блок приборов агрегата

Блок приборов выполнен в виде металлической коробки с двумя крышками. Под одной из крышек размещены: вольтметр, амперметр, частотомер, лампа освещения с выключателем и индикатор контроля изоляции. Под другой крышкой размещены: выключатель нагрузки и панель с выходными зажимами. Ручка выключателя нагрузки имеет четыре фиксирующих положения, соответственно которым нанесены надписи: «Включено» и «Отключено».



1 – крышки; 2 – петля крышки; 3 – частотомер; 4 – омметр М 419; 5 – лампа освещения; 6 – выключатель освещения; 7 – амперметр; 8 – вольтметр; 9 – защелки; 10 – выключатель нагрузки; 11 – выходные зажимы; 12 – рамка; 13 – проушина; 14 – амортизатор.

Схема электрическая принципиальная бензоагрегата АБ-8-Т/400



Работа БЭА АБ–8 –Т/400 по принципиальной схеме

Электрическая схема может быть разделена на основные цепи: силовую, возбуждения генератора, подзарядного устройства, зажигания и освещения.

Силовая цепь агрегата имеет три фазные обмотки генератора ОС1, ОС2 и ОС3, соединенные в звезду, нулевая точка выведена на панель выходных зажимов (зажим «0»). Последовательно с каждой фазной обмоткой включены реагирующие элементы тепловых реле ТРВ1, ТРВ2 и ТРВ3, часть компаундирующих сопротивлений RK1, RK2, RK3, дополнительные сопротивления RД1, RД2, RД3.

Напряжение фазных обмоток через выключатель нагрузки подводится к выходным зажимам 1, 2, и 3.

Для контроля за работой электрической части агрегата предусмотрены приборы: вольтметр, включенный на выходное линейное напряжение генератора между первой и второй фазами; амперметр, включенный в первую фазу силовой цепи генератора; частотомер – между второй фазой и «нулевой точкой» обмоток генератора; прибор контроля изоляции.

Цепь возбуждения.

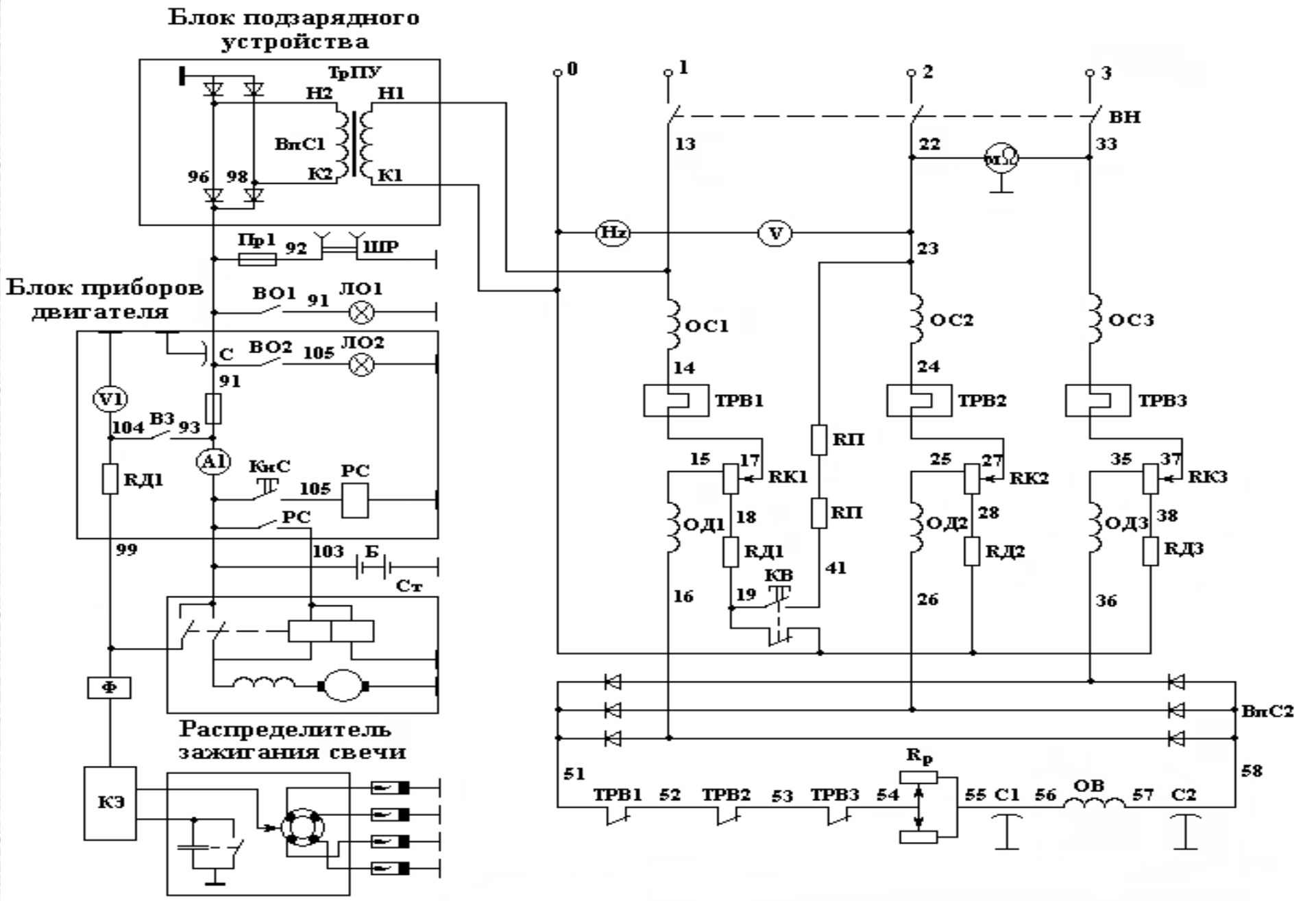
Обмотка возбуждения генератора ОВ питается через селеновые выпрямители ВпС2 от трехфазной дополнительной обмотки ОД1, ОД2, ОД3, соединенной в звезду через часть компаундирующих сопротивлений RK1, RK2, RK3, дополнительные сопротивления RД1, RД2, RД3.

С целью уменьшения радиопомех в цепь обмотки возбуждения включены проходные конденсаторы С1 и С2.

В цепь обмотки возбуждения включены нормально замкнутые контакты тепловых реле ТРВ1, ТРВ2 и ТРВ3 и реостат регулировки напряжения Rр.

Самовозбуждение генератора обеспечивается постоянными магнитами, установленными в поперечной оси ротора, и специальным переключением схемы. При нажатии кнопки возбуждения КВ фаза силовой обмотки ОС2 оказывается включенной в цепь возбуждения последовательно с двумя фазами обмоток ОД1, ОД2. Электродвижущие силы силовой и дополнительной обмоток складываются и обеспечивают надежное самовозбуждение генератора. Резисторы RП ограничивают ток в цепи при нажатой кнопки возбуждения.

Схема электрическая принципиальная бензоагрегата АБ-8-Т/400



ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроагрегата АБ-8-Т/400

Литература:

1 Эксплуатация бензоэлектрических агрегатов: Учебное пособие. – Рязань: РВВКУС, 2008. – С.61-90.

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 23, групповое

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ЭСБ – 12ВС

Цель: изучить назначение, технические характеристики и устройство электростанции ЭСБ – 12ВС

Учебные вопросы:

1 Назначение и технические характеристики электростанции ЭСБ – 12ВС

2 Устройство электростанции ЭСБ – 12ВС

3 Работа электростанции ЭСБ – 12ВС по принципиальной схеме

Назначение электростанции ЭСБ – 12ВС

Электростанция предназначена для питания приемника электрической энергии трехфазным переменным током с линейным напряжением 230 или 400В, частотой 50 Гц.

Электростанция предназначена для работы в следующих условиях:

– температура окружающей среды от 233 до 323К (от минус 40 до плюс 50°С), в тропическим исполнении от 263 до 323 К (от минут 10 до плюс 50°С);

– относительная влажность воздуха до 98% при температуре до 298К (до 25°С), в тропическом исполнении при температуре до 308К (до 35°С);

– высота над уровнем моря не более 1000 м;

– запыленность воздуха на входе в воздухоочиститель двигателя до 0,5 г/м3;

– допустимые углы кренов и дифферентов до 5°;

– воздействие атмосферных осадков (дождь, снег, роса, туман);

– для электростанций и электроагрегатов с капотом (закрытого исполнения).

Основные технические характеристики электростанции ЭСБ – 12ВС

Наименование показателей	Норма
Мощность номинальная, кВт	12
Напряжение линейное, В	230 или 400
Ток номинальный, А	37,7 или 21,7
Частота тока, Гц	50
Частота вращения при номинальной нагрузке, об/мин	1500
Коэффициент мощности (Отстающий)	0,8
Род тока	переменный трехфазный
Режим работы	длительный
продолжительность непрерывной работы при номинальной мощности с дозаправкой топливом, не более, ч	24
Продолжительность работы при номинальной мощности без дополнительной заправки топливом, не менее, ч	7
Продолжительность 10 %-ной перегрузки по мощности за 10 ч непрерывной работы, не более, ч	1
Емкость топливного бака, л	53
Емкость системы смазки, л	6,3
Емкость системы охлаждения, л	11,5

Характеристика электрической схемы ЭСБ – 12ВС

Наименование показателей	Норма
Пределы установки напряжения, %	(100-5)
Точность поддержания напряжения и частоты тока:	
а) отклонение установившегося значения напряжения от среднерегулируемого при любой неизменной нагрузке от 0 до 100% номинальной мощности и коэффициенте мощности нагрузки от 1 до 0,8 (индуктивной) не должно выходить за пределы:	
для нагрузок от 0 до 25%	☐3%
для нагрузок от 25 до 100%	☐1%
б) отклонение установившегося значения частоты тока при любой неизменной нагрузке от 0 до 100% номинальной, не должно выходить за пределы:	
для нагрузок до 25%	☐2%
для нагрузок от 25 до 100%	☐1%
в) отклонение установившегося напряжения от среднерегулируемого при изменении симметричности нагрузки от 0 до 100% номинальной и коэффициенте мощности от 1 до 0,8 (индуктивной) не должно выходить за пределы.	☐3%
Сопротивление изоляции электрических цепей схемы составляет не менее, Мом,	
- в холодной состоянии изоляции	3
- в горячем состоянии изоляции	1
Силовая цепь электростанции (электроагрегата) выдерживает переменный ток частотою 50 Гц в течение 1 мин. напряжением, В:	
для изделий 230 В	1275
для изделий 400 В	1530

Устройство электростанции ЭСБ – 12ВС

Электростанция представляет собой электроагрегат с защитным металлическим капотом, смонтированный на шасси одноосного автомобильного прицепа ИАПЗ-738 (1-П-1,5) одноосный прицеп грузоподъемностью 1,5 т. Электроагрегат, входящий в электростанцию, смонтирован на общей раме. Двигатель и генератор соединены между собой жестко при помощи фланцевого соединения и представляют собой единый блок, который через амортизаторы укреплен на раме электроагрегата.

Передача вращения от двигателя к генератору осуществляется с помощью эластичной муфты, соединяющей маховик двигателя с валом генератора.

К опорам двигателя с помощью кронштейнов жестко прикреплены водяной и два масляных радиатора.

На каркасе, который укреплен на раме, с одной стороны устанавливается щит управления, панель приборов двигателя, с обратной стороны - блок выводов.

На раме электроагрегата установлена аккумуляторная батарея, предназначенная для запуска двигателя и освещения электростанции, и предпусковой подогреватель двигателя.

Первичный двигатель

В электроагрегатах (электростанциях) установлен четырехтактный карбюраторный двигатель внутреннего сгорания ЗМЗ-322-03 (для тропического исполнения ЗМЗ-322-53), разработанный на базе автомобильного двигателя ГАЗ-24.

Система питания

Система питания состоит из топливного бака, заборника топлива с сетчатым фильтром, фильтра-отстойника, бензонасоса, фильтра тонкой очистки, карбюратора, управления воздушной и дроссельной заслонками карбюратора, воздушного фильтра, регулятора оборотов и системы трубопроводов.

Бензонасос засасывает топливо из бака через фильтр-отстойник в фильтр тонкой очистки и нагнетает в карбюратор.

Система питания позволяет подключаться к запасному топливному баку или какой-либо другой емкости. Для этого необходимо трехходовой кран, расположенный на раме агрегата, установить в положение «Бидон», вывернуть из крана заглушку и поставить на место заглушки шланг со штуцером, имеющийся в комплекте ЗИП электростанции (электроагрегата), и опустить шланг в емкость.

Система выхлопа

Из цилиндров двигателя выхлопные газы поступают в выхлопной коллектор двигателя и дальше через трубу – в глушитель. Глушитель снижает шумы, создаваемые выхлопными газами, и гасит искры, образующиеся в результате догорания в выхлопном коллекторе и трубе не полностью сгоревшего в камерах сгорания цилиндров топлива и масла.

Таким образом, глушитель является искрогасителем. При работе электростанций в закрытых помещениях или в укрытиях выхлопные газы отводятся с помощью гибкого рукава, надеваемого на концевую трубку глушителя.

К каждой электростанции придаётся два выхлопных гибких рукава длиной по 1,5 м каждый. Рукава при надобности могут соединяться между собой с помощью хомута, имеющегося на каждом рукаве.

Генератор

В качестве источника питания электроэнергией в электроагрегатах устанавливается трехфазный синхронный генератор с самовозбуждением. Генератор имеет горизонтальное защищенное исполнение с двумя подшипниковыми щитами (один из них с фланцем), со свободным концом вала, с лапами для крепления генератора к раме. Фланец предназначен для сочленения генератора с двигателем. Генератор выполняется с самовозбуждением от селеновых выпрямителей и с автоматическим регулированием напряжения. Вентиляция генератора - вытяжная.

Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея служит для питания цепей электрооборудования двигателя и цепей собственных нужд электроагрегата при неработающем двигателе. Номинальное напряжение батареи 12В. На электроагрегате установлена батарея 6СТ-60ЭМ.

Прибор контроля изоляции

Прибор контроля изоляции типа Ф–419 предназначен для постоянного контроля сопротивления изоляции относительно земли (корпуса) всех электрически связанных элементов электростанции, а также приемников электрической энергии. Прибор Ф–419 позволяет оценивать по показывающему устройству сопротивление изоляции при работе электростанции в режиме с изолированной нейтралью.

Щит управления

Щит управления предназначен для управления и контроля за работой электроагрегата и потребителей. На щите управления смонтированы контрольно - измерительные приборы, коммутационная сигнальная регулирующая и защитная аппаратура.
Щит управления выполнен в виде стальной прямоугольной коробки с откидывающейся приборной панелью.
На приборной панели щита управления установлены: три амперметра, вольтметр, частотомер, мегомметр, счетчик времени (моточасов), переключатель видов работ, переключатель вольтметра, резистор регулировки напряжения, переключатель прибора постоянного контроля изоляции, выключатель освещения, кнопка проверки ПКИ, кнопка проверки РБП (реле безопасности персонала), сигнальная аппаратура, а также предохранитель. В окна передней панели выходят кнопки включения автоматических выключателей «Генератор» и «Сеть», крепление которых осуществляется на задней стенке щита.

ОТКЛ
ВКЛ
V
A
A
A
ИЗОЛЯЦИЯ
НИЖЕ НОРМЫ
MΩ
РБП
ПКИ
СЕТЬ
ПРОВЕРКА РБП
ГЕНЕРАТОР
СЕТЬ

Панель приборов двигателя

Пуск двигателя осуществляется с панели приборов двигателя, где расположены выключатели для включения аккумуляторов и зажигания и кнопка стартера. Здесь же расположены приборы, контролирующие ток зарядного генератора, уровень топлива, температуру воды, давление масла, предохранитель «5А» и две розетки для снятия напряжения 12В, к одной из которых подключается фонарь заградительного огня, а также аппаратура подогревателя двигателя: контрольная спираль, переключатель свечи и предохранитель для защиты цепи аппаратуры подогревателя двигателя.

Переключатель электромагнитного клапана имеет три положения:

а) нейтральное - все выключено;

б) «Продув» - включен электродвигатель вентилятора;

в) «Работа» - включен электродвигатель вентилятора и электромагнитный клапан.

Регулятор напряжения

Регулятор напряжения автоматически включает и отключает зарядный генератор переменного тока об общей цепи электрооборудования двигателя при изменении напряжения на его зажимах, поддерживает напряжение генератора в заданных пределах при изменении оборотов двигателя и защищает генератор от перегрузки.

ГЕНЕРАТОР
СЕТЬ
РАБОТА
ПРОДУВ
топливо
СВЕЧА ВКЛ.
КЛ
СТАРТЕР
ПЕРЕД ПУСКОМ ПРОВЕРЬ НАТЯЖЕНИЕ РЕМНЕЙ ДВИГАТЕЛЯ
ЗАЖИГАНИЕ ВКЛ.
5А
ГАЗ
ВОЗДУХ
АККУМ. ВКЛ.
12В

Панель с зажимами ПБ1 и разъем ШР1 предназначены для подключения приемников электрической энергии, а разъем ШВ2- для подключения электростанции к местной стационарной сети. Панель ПБ1 и разъемы ШР1 и ШВ 2 рассчитаны для отбора номинальной мощности.

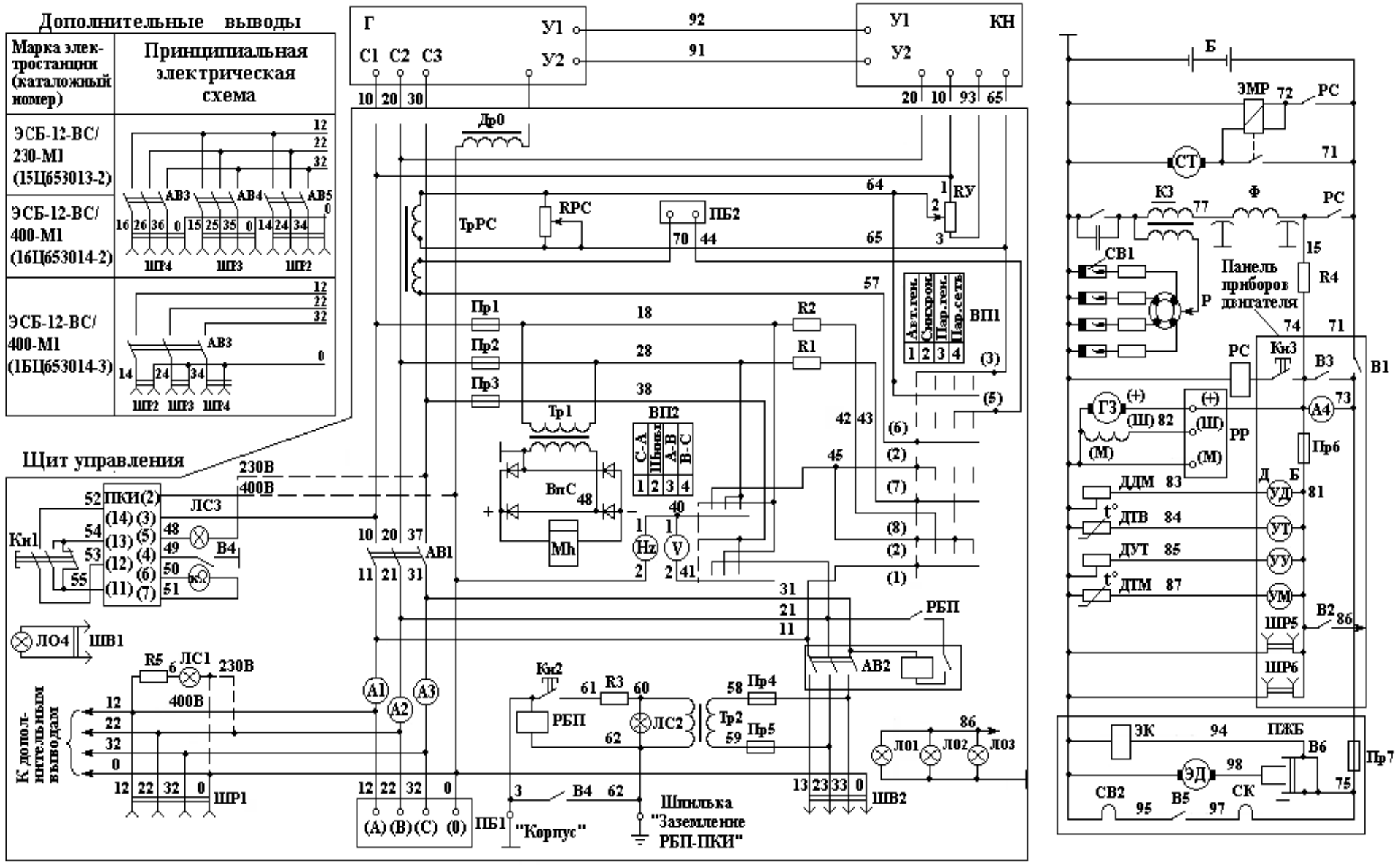
В электростанциях с дополнительным блоком выводов от главной линии отходят три линии, рассчитанные на подключение нагрузки 12,5 А каждая, которые оканчиваются штепсельными разъемами ШР3, ШР4 и ШР5. Напряжение к приемникам электрической энергии этих линий подается через автоматические выключатели АВ3, АВ4 и АВ 5 с комбинированными расцепителями, служащие для защиты линий от коротких замыканий и перегрузок.

Для электростанций напряжением 400В предусмотрено исполнение с блоком однофазных выводов.

Блок однофазных выводов обеспечивает питания трех однофазных приемников электрической энергии мощностью 1,5 кВт каждый от штепсельных разъемов ШР3 – ШР5. Включение однофазных нагрузок производится включателем АВ3.

Выключатели АВ3, АВ4 и АВ5 с комбинированным расцепителем служат также для защиты линий от коротких замыканий и перегрузок.

Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



При рассмотрении общей электрической принципиальной схемы целесообразно выделить следующие отдельные цепи:
главная цепь;
цепь регулирования напряжения;
цепь перевода нагрузки;
цепь приборов электробезопасности;
низковольтные цепи.

Главная цепь электростанции обеспечивает питание приемников электрической энергии от собственного генератора, от электростанции, включенной на кратковременную параллельную работу, а также от местной стационарной сети через автоматический выключатель АВ2.

Трехфазный синхронный генератор (Г) с самовозбуждением имеет соединение обмоток - звезда с выведенным нулем.

В главную цепь включен автоматический выключатель генератора АВ1 с комбинированным расщепителем, служащий для защиты генератора от коротких замыканий и недопустимых перегрузок. За автоматическим выключателем в главную цепь включены три амперметра РА1, РА2 и РА3.

Для измерения напряжения и частоты тока в схеме предусмотрены вольтметр V и частотомер Hz, включенные через пакетный переключатель ВП2.

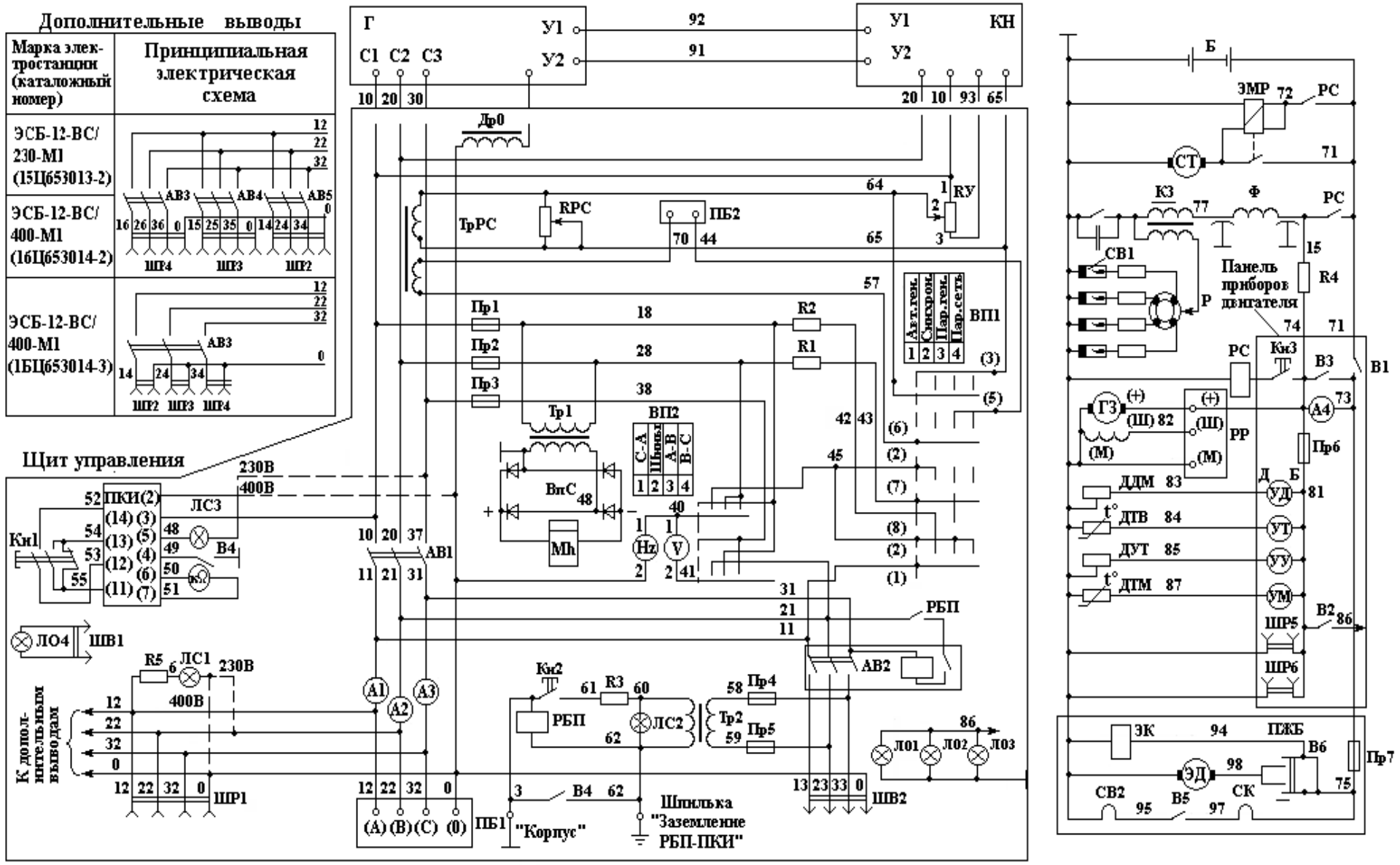
В схеме электростанции (электроагрегата) предусмотрен счетчик времени наработки Mh, служащий для учета времени работы электростанции (электроагрегата).

Для контроля сопротивления изоляции токоведущих цепей электростанции (электроагрегата) при автономной работе последней в схеме предусмотрен прибор постоянного контроля изоляции Ф419.

Прибор имеет мегоометр М (КΩ) и сигнальную лампу ЛС3.

Мегаометр и сигнальная лампа расположены на приборной панели щита управления. Включение прибора ПКИ производится переключателем В4.

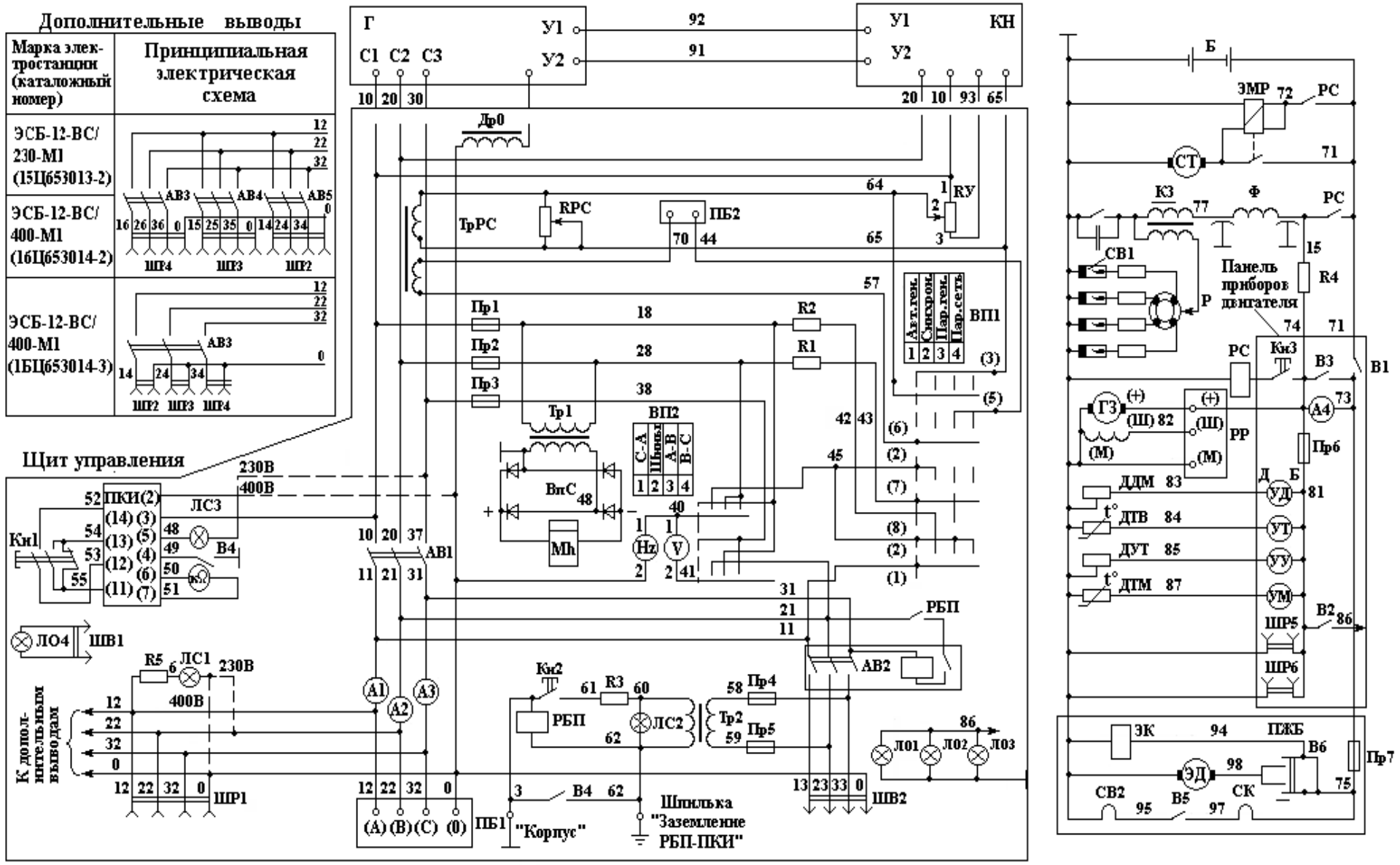
Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



Цепь регулирования напряжения

В электрических схемах электростанций (электроагрегатов) предусмотрено только автоматическое регулирование напряжения генератора. Оно осуществляется блоком регулирования напряжения генератора. В цепь регулирования напряжения входят блок регулирования напряжения и корректор напряжения. Ручное регулирование напряжения обеспечивается резистором RУ.

Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



Цепь перевода нагрузки

Схема электростанции (электроагрегата) обеспечивает ручной перевод нагрузки с одной электростанции (электроагрегата) на другую без перерыва питания потребителей путем включения двух электростанций (электроагрегатов) на кратковременную параллельную работу. Синхронизация генераторов электростанций (электроагрегатов) при переводе нагрузки осуществляется вручную.

В цепь синхронизации входят следующие элементы:

вольтметр – V

частотомер – Hz

переключатель вида работы – ВП1

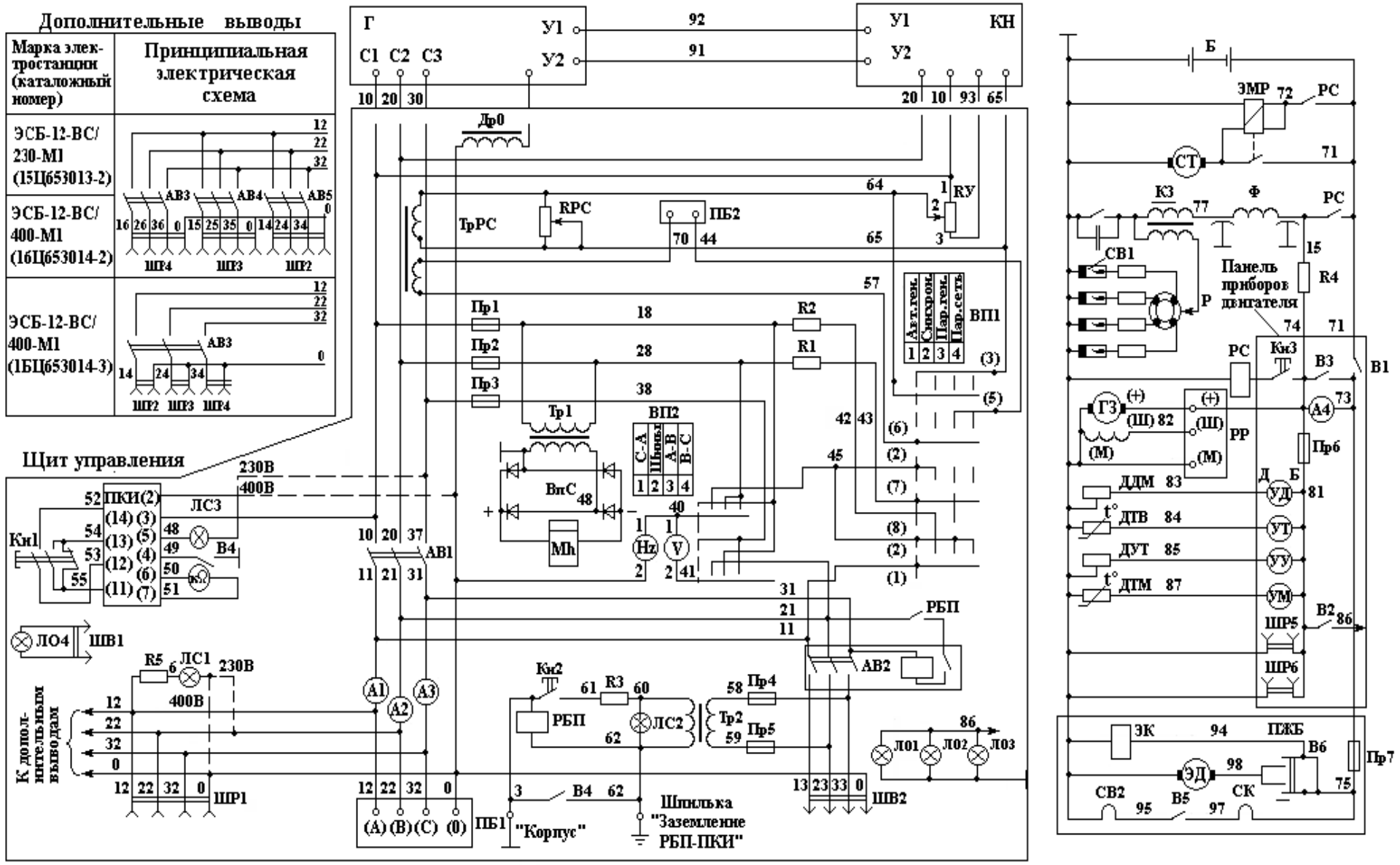
резисторы – R1 – R2

Вольтметр V и частотомер Hz обеспечивают контроль напряжения и частоты при синхронизации. Переход только от промышленной сети на работу генератора.

Подключение электростанции (электроагрегата) на общие шины с работающей электростанцией (электроагрегатом) производится через шпильки панели с зажимами ПБ1 или разъем подключения постороннего источника (местной сети) ШВ2. В случае подключения через разъем ШВ2 автоматический выключатель сети АВ2 включен. Вследствие этого на шинах имеется напряжение работающей электростанции (электроагрегата).

При установке переключателя виды работы ВП1 в положение «Синхрон», а переключатели вольтметра в положение «Шины» вольтметр V включается через сопротивление R1, на напряжение биений, амплитуда которого изменяется от нуля до двойного фазного напряжения. Частота биений равна разности частот, синхронизируемых электростанций (электроагрегатов). Перевод нагрузки с одной электростанции (электроагрегата) на другую путем включения двух электростанций (электроагрегатов) на кратковременную параллельную работу производится включением автоматического выключателя генератора АВ1 в момент установления стрелки вольтметра V в крайнее левое положение при разности частот порядка 0,2 – 0,4 Гц.

Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



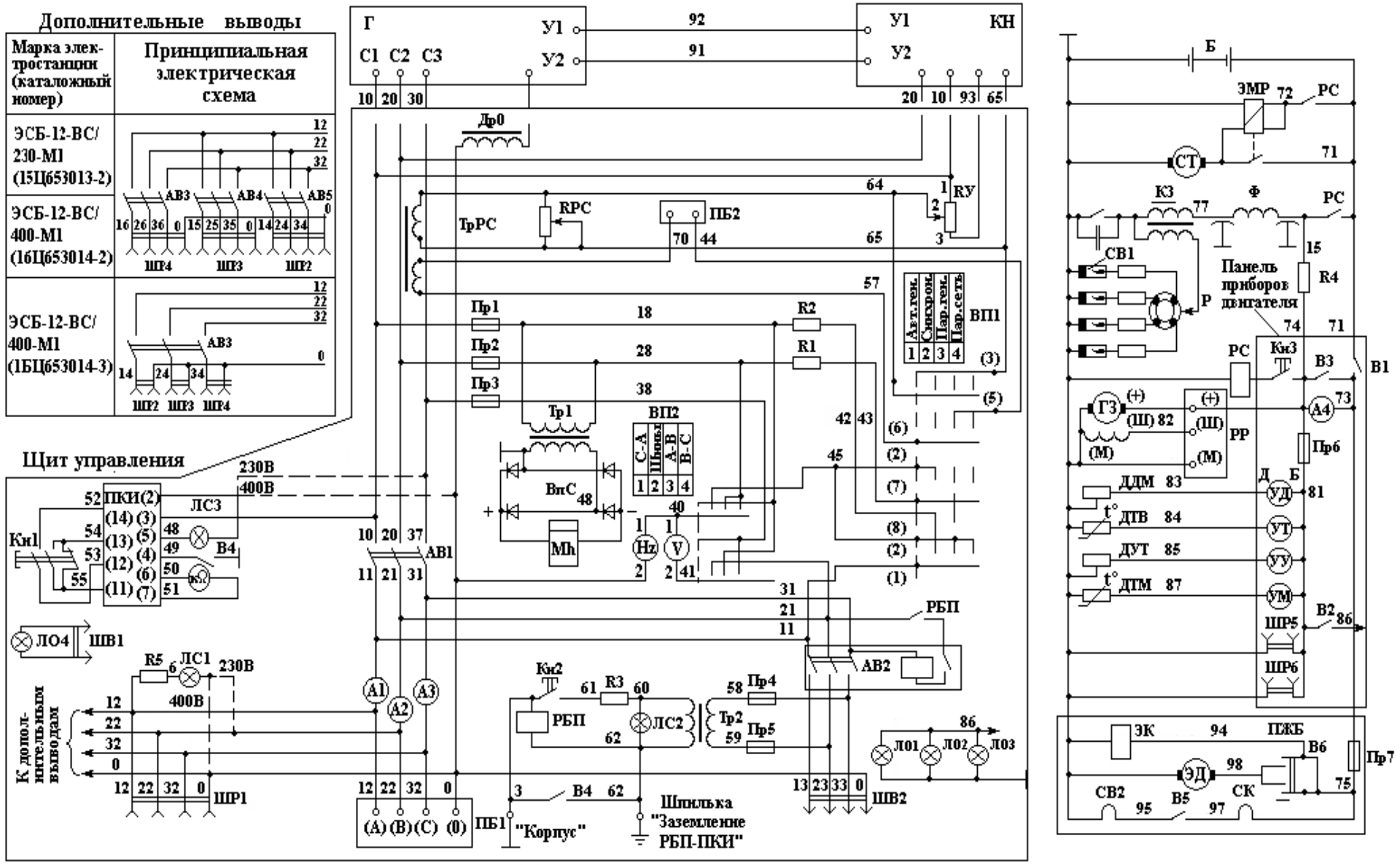
Цепь приборов электробезопасности

Для предотвращения поражения обслуживающего персонала электрическим током в случае повреждения электрической изоляции электростанции (электроагрегата) в схеме предусмотрены следующие приборы и аппараты контроля, сигнализации и защиты:

– прибор контроля изоляции Ф419;
– переключатель «ПКИ-РБП» В4;
– реле безопасности персонала РБП;
– сигнальная лампа (ЛС3);
– трансформатор напряжения (Тр2);
– кнопка проверки РБП КН2;
– кнопка проверки ПКИ (Кн1).

Контроль сопротивления изоляции производится под напряжением. В случае снижения сопротивления изоляции ниже 20кОм для электростанции (электроагрегата) напряжением 400В и 12кОм для электростанции (электроагрегата) напряжением 230В прибор замыкает цепь питания лампы (ЛС3).

Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



Низковольтные цепи

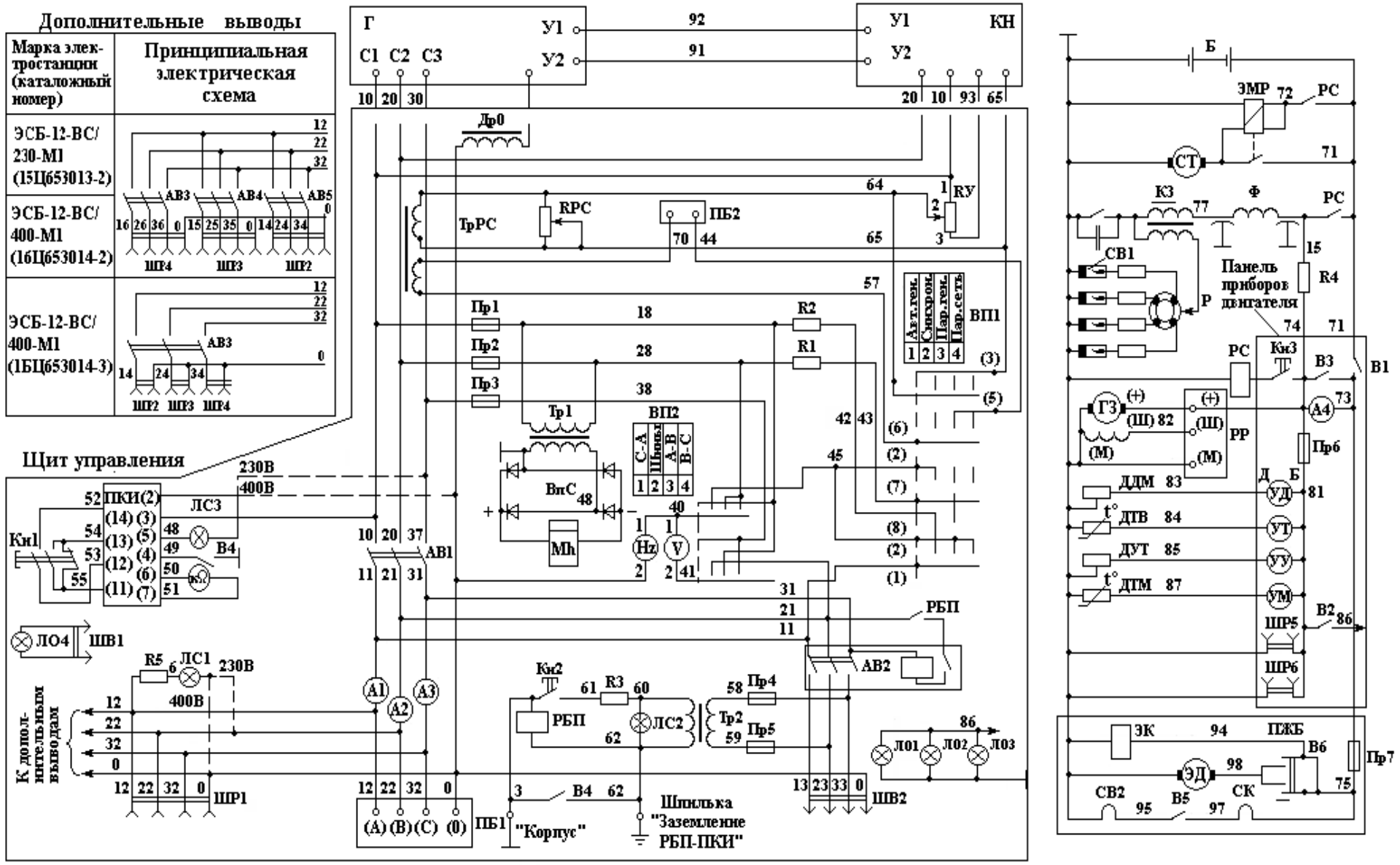
Цепи электрооборудования двигателя, цепи подогревателя ПЖБ и освещения электростанции (электроагрегата) включены на номинальное напряжение 12 В и выполнены по однопроводной схеме.

Источником тока цепей электрооборудования двигателя, подогревателя и освещения служит аккумуляторная батарея Б и зарядный генератор Г3. Минусовой вывод аккумуляторной батареи соединен с «Корпусом» электростанции (электроагрегата).

В систему электрооборудования двигателя входят:

- **зарядный генератор Г3 с реле-регулятором РР;**
- **стартер СТ с электромагнитным реле ЭМР и реле стартера РС;**
- **катушка зажигания КЗ;**
- **распределитель Р;**
- **свечи зажигания Св;**
- **указатель давления масла УД;**
- **указатель температуры воды УТ;**
- **указатель уровня топлива УУ;**
- **датчик уровня топлива ДУТ;**
- **датчик давления масла ДДМ;**
- **датчик температуры воды ДТВ;**
- **указатель тока АЧ;**
- **кнопка стартера КН3;**
- **выключатель аккумулятора В1;**
- **выключатель зажигания В3;**
- **предохранитель ПР6.**

Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



Для обеспечения предпускового подогрева двигателя при низких температурах включается жидкостный подогреватель ПЖБ-12.

В схему подогревателя входят следующие элементы:

- переключатель В6;
- предохранитель ПР7;
- электродвигатель вентилятора ЭД;
- электромагнитный клапан ЭК;
- свеча накаливания (СВ-2);
- спираль контрольная СК;
- выключатель В5.

При установке переключателя в положение «Продувка» включается электродвигатель вентилятора ЭД. При установке переключателя В6 в положение «Работа» одновременно с включением электродвигателя ЭД включается электромагнитный клапан ЭК, обеспечивая подачу топлива в камеру сгорания подогревателя.

Запуск подогревателя производится включением выключателя В5, обеспечивающего подачу питания на контрольную спираль СК и свечу запальную (СВ2).

Отключение подогревателя осуществляется установкой переключателя В6 в нейтральное положение.

Цепь освещения электростанции (электроагрегата) включает в себя:

- лампы освещения щита управления и агрегата ЛО1-ЛО3;
- штепсельные розетки (ШР5, ШР6);
- выключатель В2.

Панель приборов двигателя

Пуск двигателя осуществляется с панели приборов двигателя, где расположены выключатели для включения аккумуляторов и зажигания и кнопка стартера. Здесь же расположены приборы, контролирующие ток зарядного генератора, уровень топлива, температуру воды, давление масла, предохранитель «5А» и две розетки для снятия напряжения 12В, к одной из которых подключается фонарь заградительного огня, а также аппаратура подогревателя двигателя: контрольная спираль, переключатель свечи и предохранитель для защиты цепи аппаратуры подогревателя двигателя.

Переключатель электромагнитного клапана имеет три положения:

а) нейтральное - все выключено;

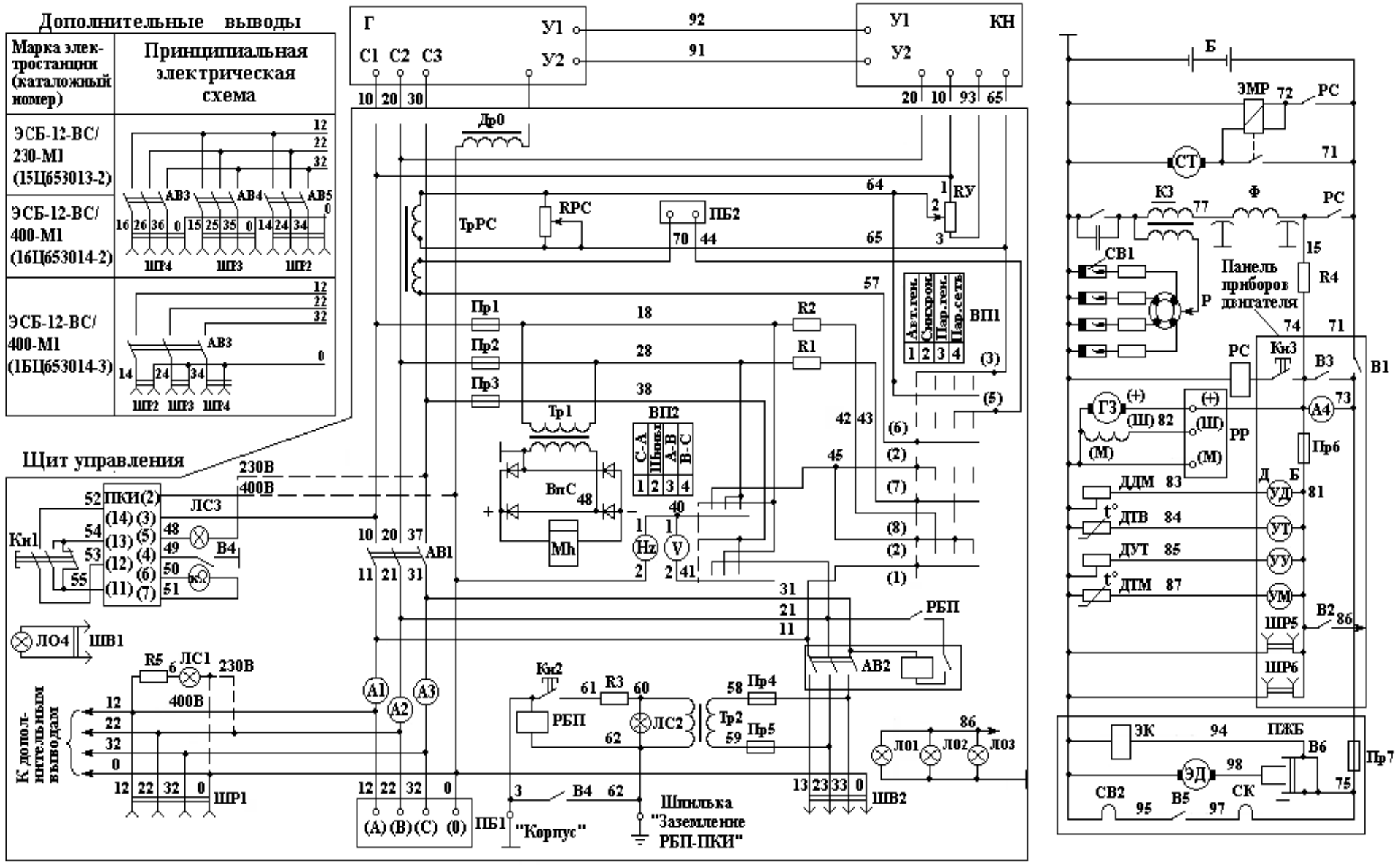
б) «Продув» - включен электродвигатель вентилятора;

в) «Работа» - включен электродвигатель вентилятора и электромагнитный клапан.

Регулятор напряжения

Регулятор напряжения автоматически включает и отключает зарядный генератор переменного тока об общей цепи электрооборудования двигателя при изменении напряжения на его зажимах, поддерживает напряжение генератора в заданных пределах при изменении оборотов двигателя и защищает генератор от перегрузки.

Схема электростанции ЭСБ – 12 ВС



Кабельная сеть

Кабели длиной 25 метров предназначены для передачи и распределения электрической энергии от источника питания к потребителям.

Кабель длиной 3,5 метра предназначен для подключения нагрузки, а также для подключения аналогичной электростанции (электроагрегата) на кратковременную параллельную работу на время перевода нагрузки с одной электростанции (электроагрегата) на другую.

Кабели заземления (длиной 10 м) предназначены для рабочего заземления (для соединения заземлителей со шпилькой «Заземления РБП-ПКИ» на блоке 100% выводов).

Провод для зануления нейтрали предназначен для соединения корпуса электростанции (электроагрегата) с нейтралью электростанции (электроагрегата) в особых случаях питания потребителей с глухозаземленной нейтралью.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электростанции ЭСБ – 12ВС

Литература:

1 Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенников и др.; под редакцией Б.И. Петленко. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – С.228-231, 233-236.

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 24, групповое

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ЭСД – 20

Цель: изучить назначение, технические характеристики и устройство электростанции **ЭСД – 20**

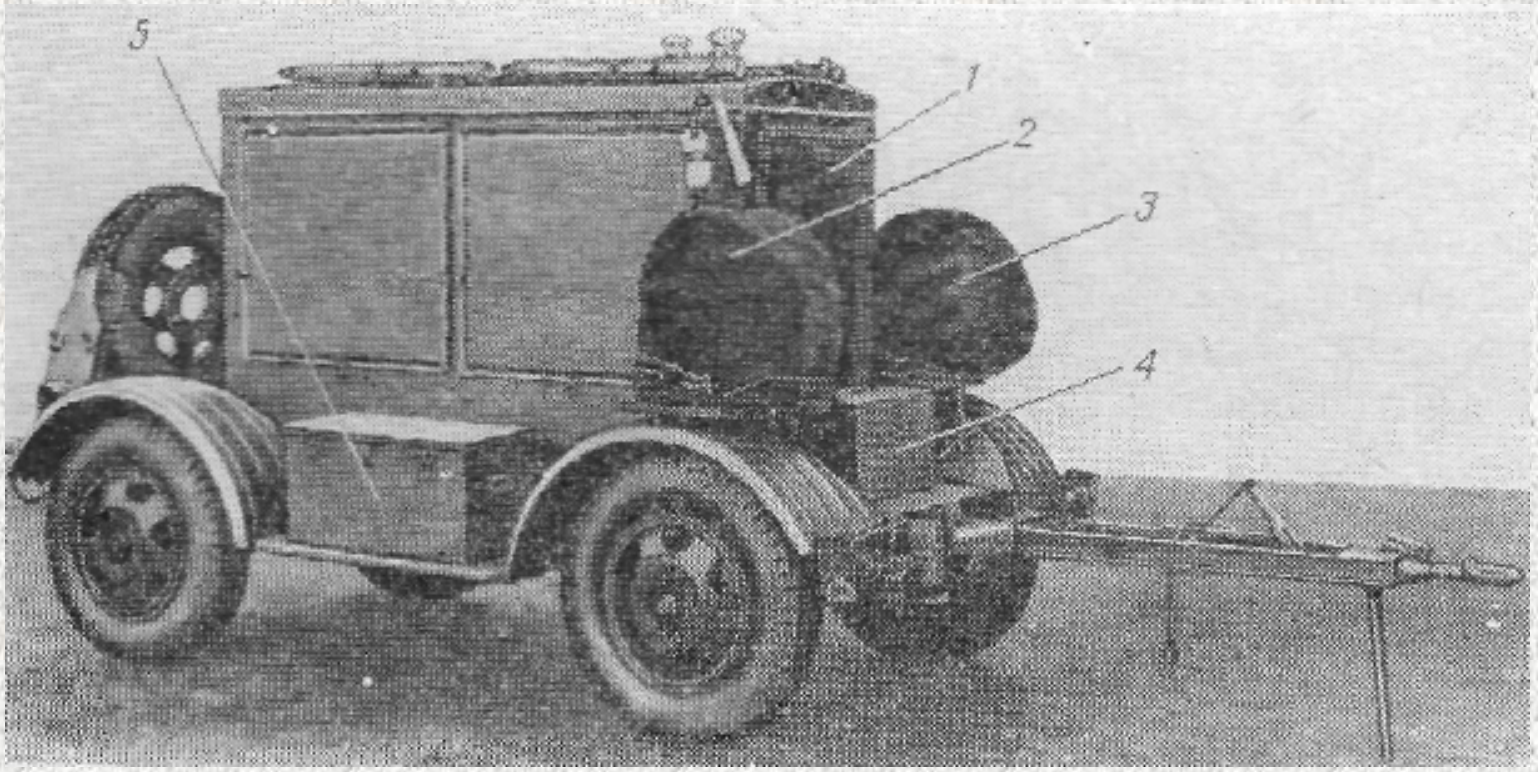
Учебные вопросы:

1 Назначение и технические характеристики ЭСД – 20

2 Устройство электростанции ЭСД – 20

3 Работа ЭСД – 20 по принципиальной схеме

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ЭСД – 20



1- агрегат, 2,3- кабельные катушки, 4- ящик для лампы подогрева, 5- ящик ЗИП

Назначение и технические характеристики ЭСД–20

Электростанции ЭСД- 20 предназначены для питания потребителей переменным трёхфазным током напряжением 230 и 400В, частотой 50 Гц и для использования в качестве основного, резервного или аварийного источника электроэнергии для питания различных потребителей, имеющих силовую и осветительную нагрузку.

Основные технические характеристики ЭСД–20–ВС/400–М3

Номинальная мощность	20 кВт
Номинальное напряжение	400 В
Номинальная частота	50 Гц
Номинальный ток	36 А
Род тока	переменный трёхфазный
Номинальный коэффициент мощности при индуктивной нагрузке	0,8
Режим работы	длительный
Частота вращения вала двигателя, об/мин	1500
Соединение обмоток генератора	звезда с выведенным нулем
Удельный расход топлива при номинальной мощности после 60 ч обкатки г(кВт), не более	254

Электростанция обеспечивает:

1 Установившееся отклонение напряжения при изменении нагрузки с точностью до ± 3%номинального значения напряжения.

2 Переходное отклонение напряжения не более ± 12% установленного напряжения.

3 Установившееся отклонение частоты не более ± 1%.

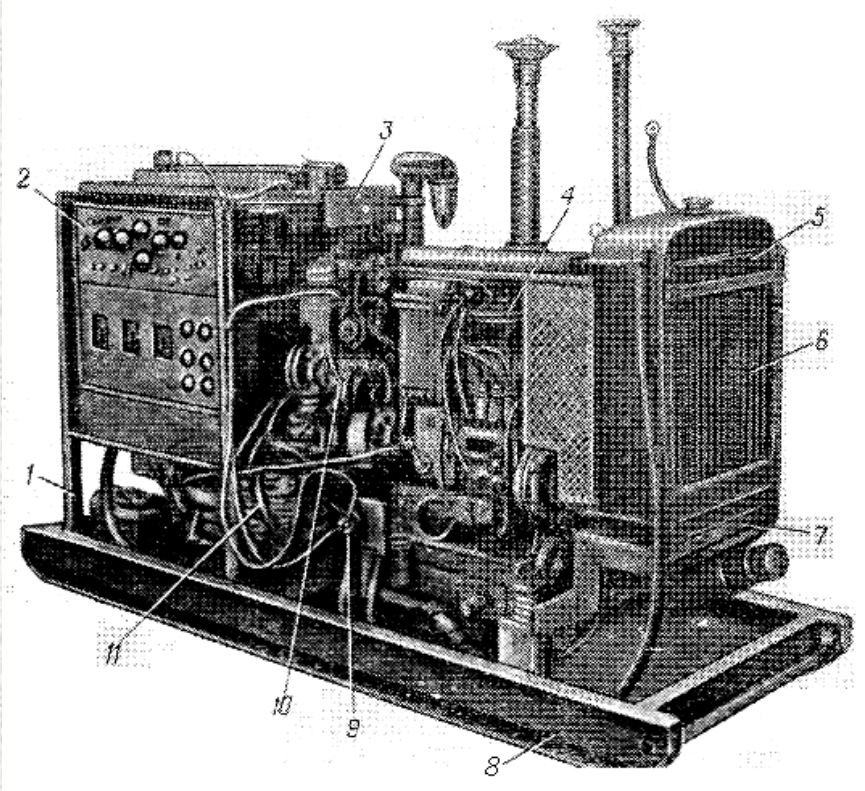
4 Время прогрева двигателя до пусковых условий при температуре ниже –5°С не более 30 мин.

5 Время непрерывной работы без дозаправки - 4 часа, с дозаправкой - 72 часа

6 Устойчивую параллельную работу с однотипным источником. Распределение активных мощностей между параллельно работающими источниками электропитания осуществляется вручную.

Устройство электростанции ЭСД–20

Электростанция ЭСД–20–ВС/400–М3 состоит из электроагрегата АД–20–ВС/400–М2, прицепа СМЗ–8326–01, кабельной сети, комплекта ЗИП.



1 **– каркас;** ***2*** **— щит управления;** ***3*** **—. бак для бензина;** ***4*** **— двигатель;**
5 **— водяной радиатор;** ***6*** **— масляный радиатор;** ***7*** **— кронштейн;** ***8*** **— рама;**
9 — ручной насос для подкачки топлива;
10 **— пусковой двигатель;**
11 **— генератор**

Для привода генератора источника электропитания используется двигатель Д65А–1.

В качестве источника электрического тока в источнике электропитания используется трехфазный синхронный генератор типа ДГС–82.

Двигатель

Для привода генератора источника электропитания используется двигатель Д65А–1.

Система питания топливом.

В систему питания топливом входят:

– бак для топлива;

– бак бензиновый для подогревателя;

– насос ручной 9 для заправки топлива в бак;

– топливная система двигателя;

– соединительные трубопроводы.

На электростанциях дополнительно установлен запасной бак для топлива, который к системе питания не подключен.

Топливо из топливного бака поступает в топливную систему двигателя. Рычаг управления подачей топлива в двигатель расположен ниже щита управления и связан с микрометрическим винтом, дающим возможность изменять режим работы двигателя в небольших (достаточно точных) пределах.

Система предпускового подогрева

Система предпускового подогрева предназначена для прогрева двигателя перед его пуском при низкой температуре окружающего воздуха.

В систему предпускового подогрева входят: котел с горелкой и свечой накаливания; кожух поддона, электромагнитный клапан, топливный бак о краником, электровентилятор, щиток управления, подсоединительная арматура, крепежные детали.

Котел подогревателя состоит из двух основных частей горелки и водяной рубашки.

В воздухоподводящем патрубке крышки установлены направляющие, создающие вращающийся поток воздуха при входе его в испарительную камеру.

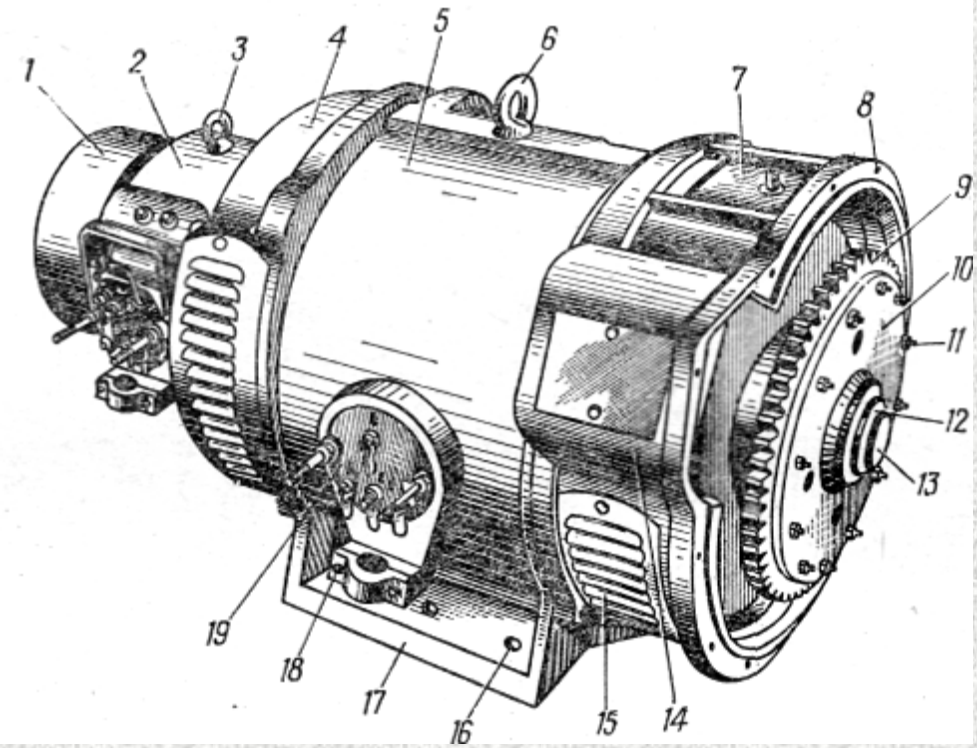
Электромагнитный клапан служит для управления подачей топлива от топливного бака к штуцеру горелки. Кроме того, его, регулировочной иглой регулируется количество подаваемого к горелке топлива.

Электровентилятор предназначен для подачи в смесительную камеру горелки воздуха, чем обеспечивается устойчивое горение топлива.

На каркасе закреплен щиток управления подогревателем, на котором размещены: выключатель 1, переключатель 1 и спираль контрольная 3.

Газы, пройдя через газоотводящий патрубок котла, попадают в направляющий поддон, где используются для обогрева масла в картере. Жидкостная полость котла подогревателя посредством трубок соединена с системой охлаждения двигателя.

Генератор ДГС–82

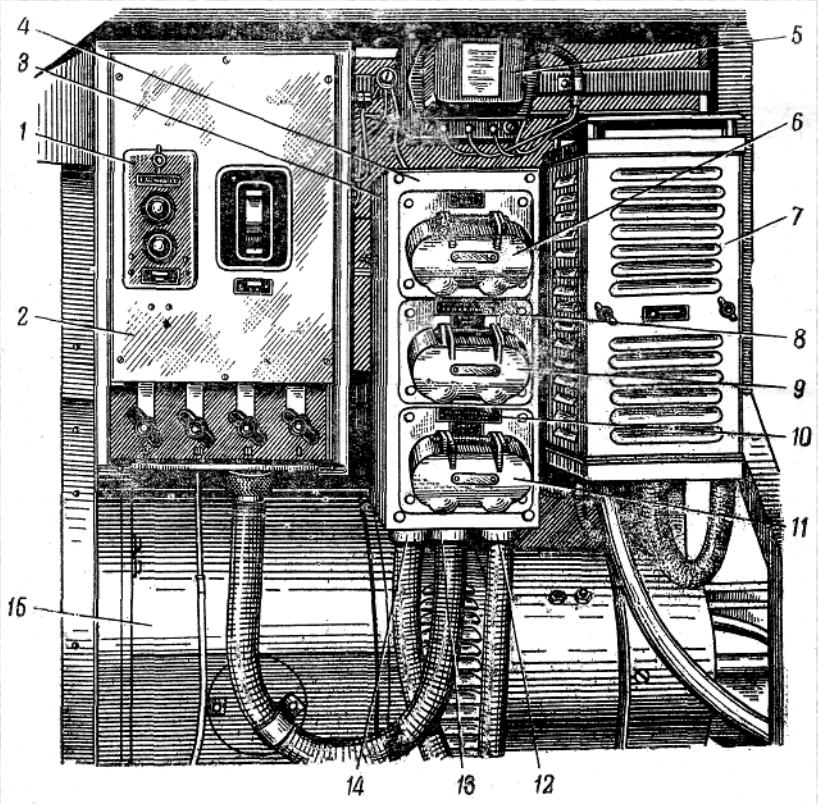


1 — кожух коллектора возбудителя; *2* — корпус (станина) возбудителя; *3и6* — подъемные кольца; *4* — передний подшипниковый щит генератора; 5 — станина генератора; *7* — задний подшипниковый щит гене-ратора;
8 — отверстия для болтов крепления; *9* — райбестовая зубчатая шестерня; *10* — соединительная муфта; *11* —, болт; *12* — стопорная гайка; *13* — вал ротора; *14* — прилив для механизма передачи пуско-вого двигателя; *15* — щиток жалюзи заднего подшипникового щита; *16* — отверстие для болта крепления генератора; *17* — лапа;*18* — болт; *19* — коробка выводов генератора

Картер маховика двигателя соединяется с ранцевым щитом генератора жестко, с помощью болтов.
Фланец генератора и картер маховика двигателя имеют посадочные центрирующие поверхности, чем обеспечивается совпадение осей коленчатого вала двигателя и вала генератора.
Крутящий момент от двигателя к генератору передается с помощью соединительной муфты.

Несоосность коленчатого вала двигателя и вала генератора компенсируется зазором между зубьями внутреннего венца маховика двигателя и венцом ведомой полумуфты, насаженной на вал генератора. Ведомая полумуфта фиксируется призматической шпонкой.

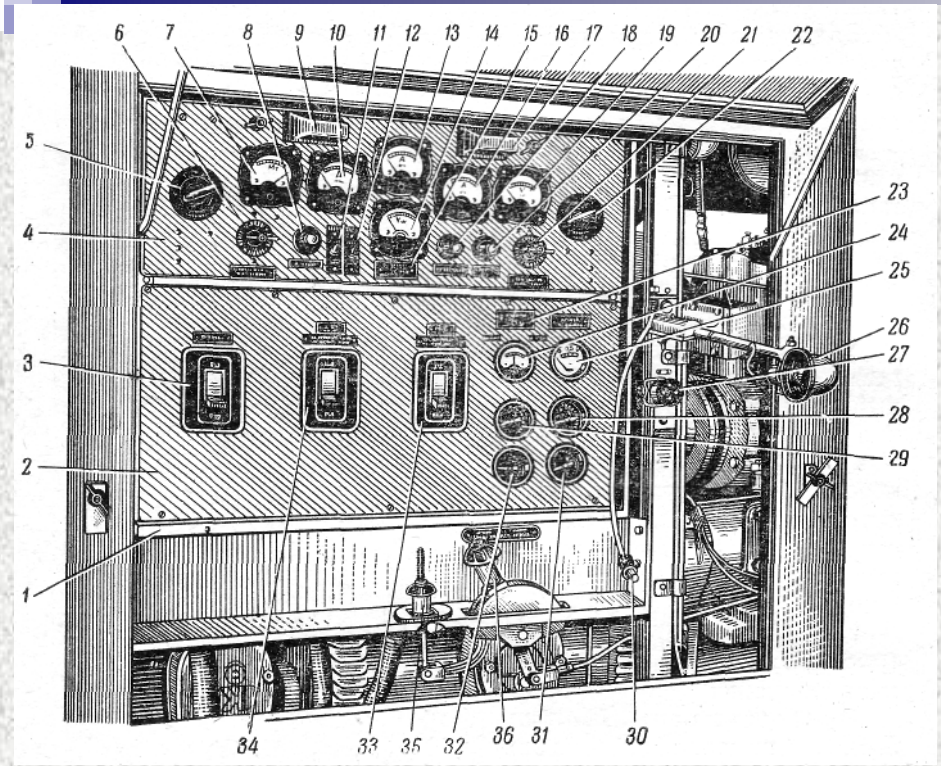
Распределительное устройство (без щита управления)



1 — откидная крышка; 2 — блок главной линии; *3* — коробка выводов; *4* — крышка коробки выводов; 5 — реле-регулятор; *6, 9* и *11* —, штепсельные щитовые полумуфты-гнезда линий № *1, 2* и *3; 7* — блок регулятора напряжения; *8* и *10* — таблички с надписями; *12, 13* и *14* — штуцера; *15* — генератор

Распределительное устройство состоит из следующих составных частей:
щита управления; блока регулятора напряжения; блока главной линии (для электроагрегатов АД–20Т/400–М2 и АСД–20–Т/400–М2); панели нагрузки (для электроагрегатов АСД–20–Т/230–М2).

Блок главной линии предназначен для отбора полной мощности электроагрегатов АД–20Т/400–М2 и АСД–20–Т/400–М2 с панели П или соединителя Ш1, защиты генератора от токов короткого замыкания, подключения электроагрегата на параллельную работу с другим электроагрегатом или с сетью и обеспечения автоматического защитного отключения электроагрегата от промышленной сети при появлении на корпусе электроагрегата опасного напряжения.
В блоке главной линии установлены:
– выключатель автоматический 6;
– лампы сигнальные 4,5;
– предохранители 9;
– панель 1 для отбора полной мощности электроагрегата;
– шпилька для заземления 7;
– трансформатор 11;
– реле безопасности персонала 10;
– шпилька заземления РБП 12;
– зажим контактный 8;
– резистор 2;
– тумблер ПРОВЕРКА РБП 3;
– соединитель Ш1 13.

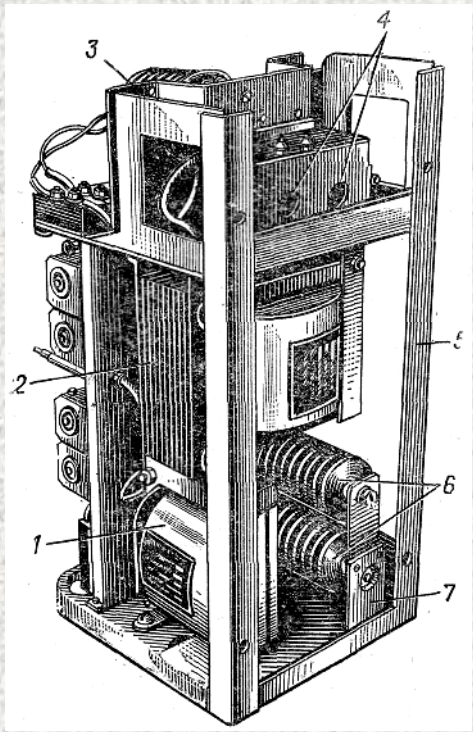


Щит управления

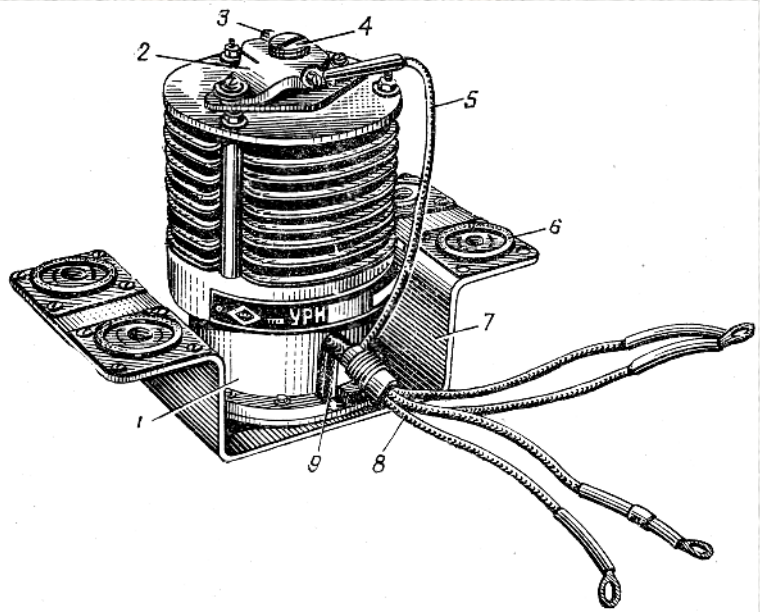
Щит управления включает в себя контрольно-измерительную и регулирующую аппаратуру, аппаратуру управления.

1 **— каркас щита управления; 2 — нижняя часть панели;** ***3*** **— установочный автомат генератора;** ***4*** **— верхняя (приборная) часть панели;** ***5*** **— реостат ручной регулировки;** ***6*** **— переключатель режимов работы; 7 — частотомер; 8 — лампа синхроноскопа;** ***9, 17*** **— осветительная арматура ОЩ;** ***10, 13, 16*** **—, амперметры; // — выключатель синхроноскопа;** ***12*** **— выключатель освещения;** ***14*** **— киловаттметр;** ***15*** **— переключатель освещения;** ***18*** **— сигнальная лампа генератора;** ***19*** **-вольтметр;** ***26*** **— сигнальная лампа линии № 1;** ***21*** **— переключатель вольтметра и частотомера;** ***22*** **— реостат уставки напряжения;** ***23*** **— выключатель аккумуля-торной батареи;** ***24*** **— амперметр постоянного тока;** ***25*****—.указатель уровня топлива;** ***26*** **— лампа подсветки;** ***27*** **— розетка на 12** ***в; 28*** **— термометр масла;** ***29*** **— термометр воды;** ***30*** **— патрон для включения лампы подсветки;** ***31*** **— манометр, показывающий давление масла;** ***32*** **— манометр, показывающий давление топлива;** ***33*** **— установочный автомат линии № 3;** ***34*** **— установочный автомат линии № 2;**
35 **— микрометрический винт подачи топлива;** ***36*** **— рукоятка ручного управления подачей топлива**

Блок регулятора напряжения предназначен для стабилизации напряжения на зажимах генератора и выравнивания реактивной нагрузки между параллельно работающими электроагрегатами.В блоке регулятора напряжения установлены: регулятор напряжения угольный ; трансформатор стабилизирующий ;выпрямители ; сопротивления ; конденсаторы.



***1* — трансформатор регулятора напряжения; *2* — стабилизирующий трансформатор; *3* — угольный регулятор напряжения; *4* — конденсаторы; 5 — каркас; *6* —, блок выпрямителей; *7* — скоба**



***1* — магнитопровод; *2* — скоба; *3* — стопорный винт; *4* — регулировочный винт; *5* — провод неподвижного контакта; *6* — амортизатор; *7* — скоба; *8* — провод подвиж-ного контакта; *9* — щель для проводов**

Контрольно-измерительные приборы

Для контроля работы источника электропитания, выполнения работ по техническому обслуживанию, выявлению и устранению неисправностей в индивидуальном комплекте ЗИП имеются следующие контрольно-измерительные приборы:

– фазоуказатель;

– индикатор сопротивления М57Д.

Переносной индукционный фазоуказатель

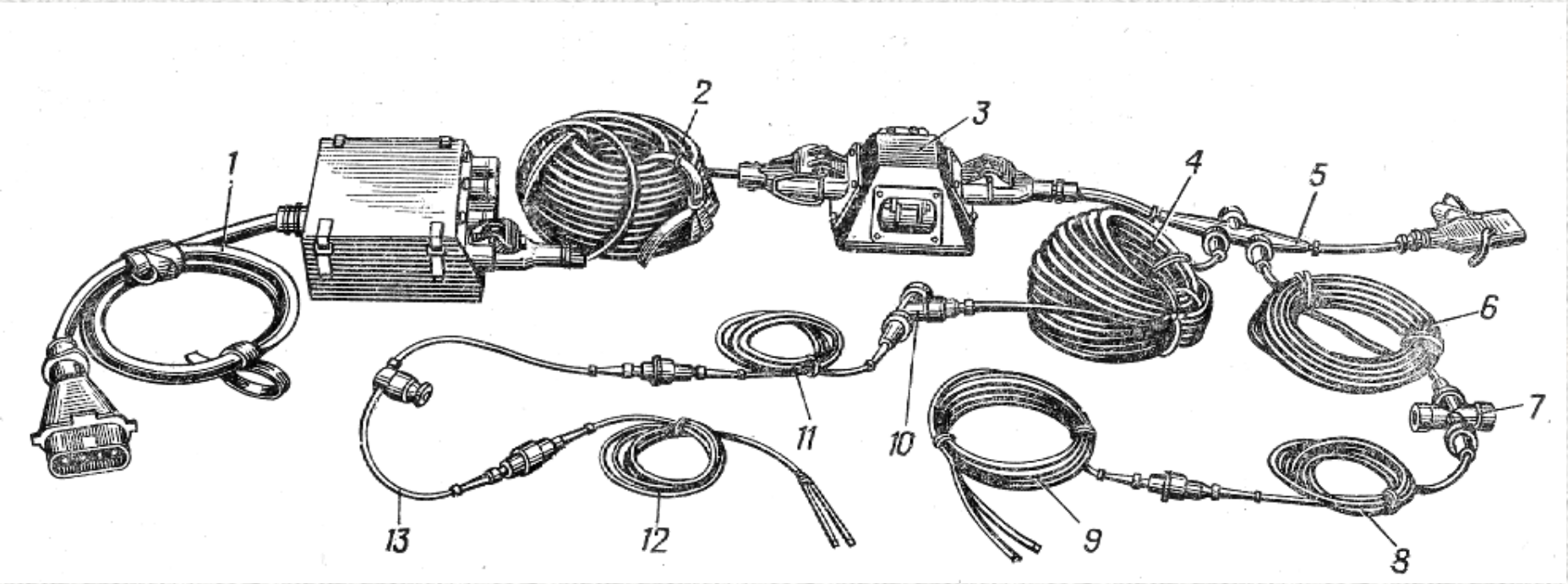
Фазоуказатель предназначен для определения порядка чередования фаз в трехфазных цепях переменного тока.

Фазоуказатель представляет собой малогабаритный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Режим работы прибора – кратковременный. Продолжительность включения должна быть не более 3с.

Индикатор сопротивления М37 Д

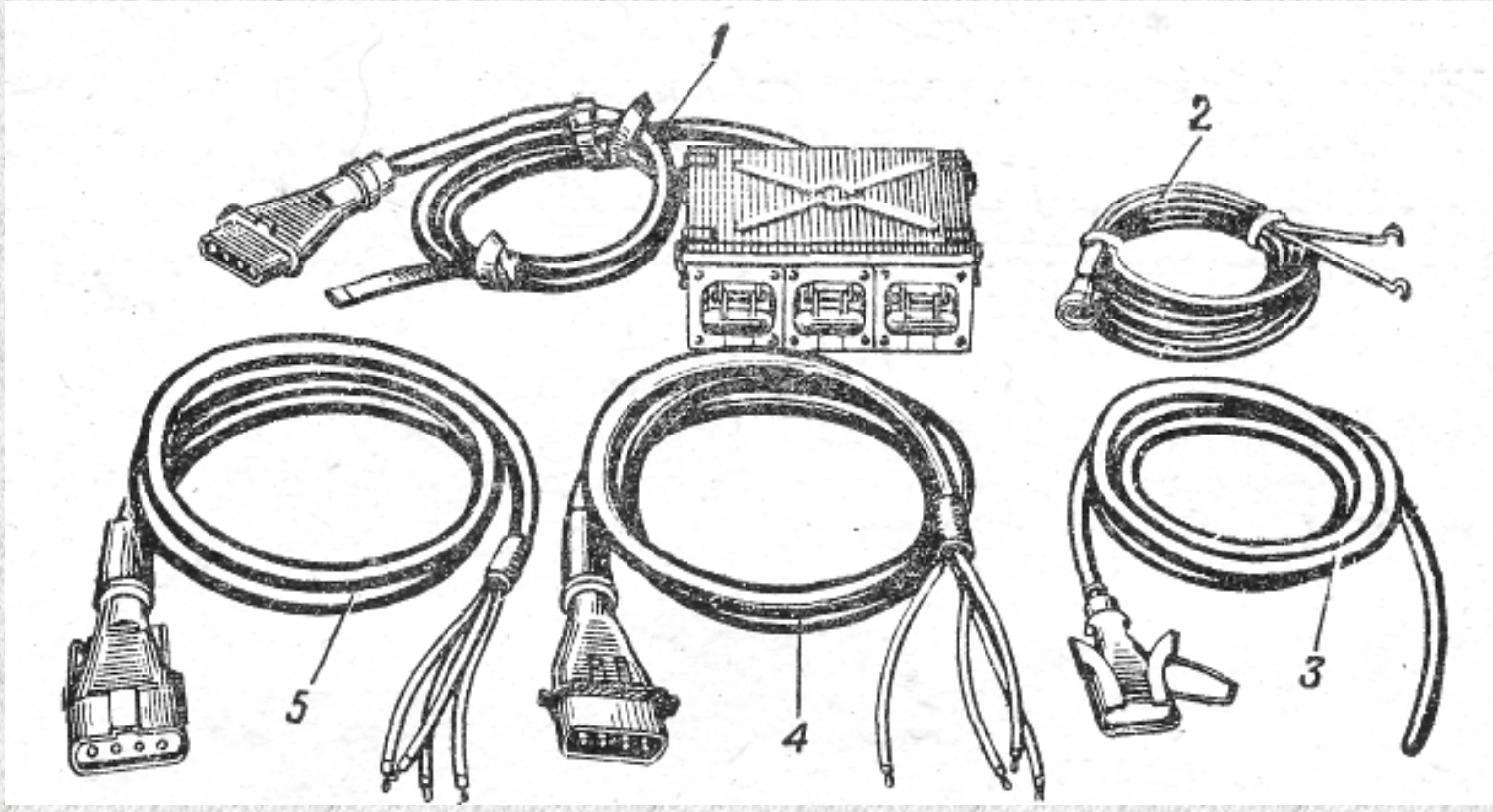
Индикатор представляет собой измерительный прибор магнитоэлектрической системы с непосредственным отсчетом, измеряемое сопротивление включается в цепь индикатора последовательно. Прибор используется для прозвонки электрических цепей электроагрегата при проверках.

Кабельная сеть



1 **— присоединительный кабель с блоком предохранителей;** ***2*** **— магистральный кабель СШТ 4Х6** ***мм2*****;** ***3*** **— разветвительная коробка;** ***4*** **— магистральный кабель КРПТ 2Х4** ***мм2*****;** ***5*****— переходный кабель с трехфазного на три направления однофазного тока;** ***6*** **— магистральный кабель ШРПЛ 2Х1** ***мм1*****;**
7 **— ответвительная муфта на четыре направления (крестовина);**
8 и II**— распределительный кабель;** ***9*** **— вводный кабель длиной 12** ***м*****;**
10 **— ответвительная муфта на три направления (тройник);** ***12*** **— вводный кабель длиной 3** ***м*****;**
13 **— кабель с предохранителем**

Присоединительные кабели



1 — для подсоединения к станции трехфазной кабельной сети; *2* — для подсоединения к станции однофазной кабельной сети; *3* — для подсоединения трехфазной кабельной сети к любому источнику электрической энергии; *4* и *5* — для соединения станций между собой при параллельной работе

Работа ЭСД–20 по принципиальной схеме

Схема электрическая принципиальная подразделяется на следующие цепи, выделенные по функциональному назначению:

– цепи силовой коммутации (с цепью регулирования напряжения);
– цепи измерения и контроля;
– цепи приборов электробезопасности;
– цепи синхронизации;
– цепи пуска;
– цепи собственных нужд.

Цепи силовой коммутации включают в себя:

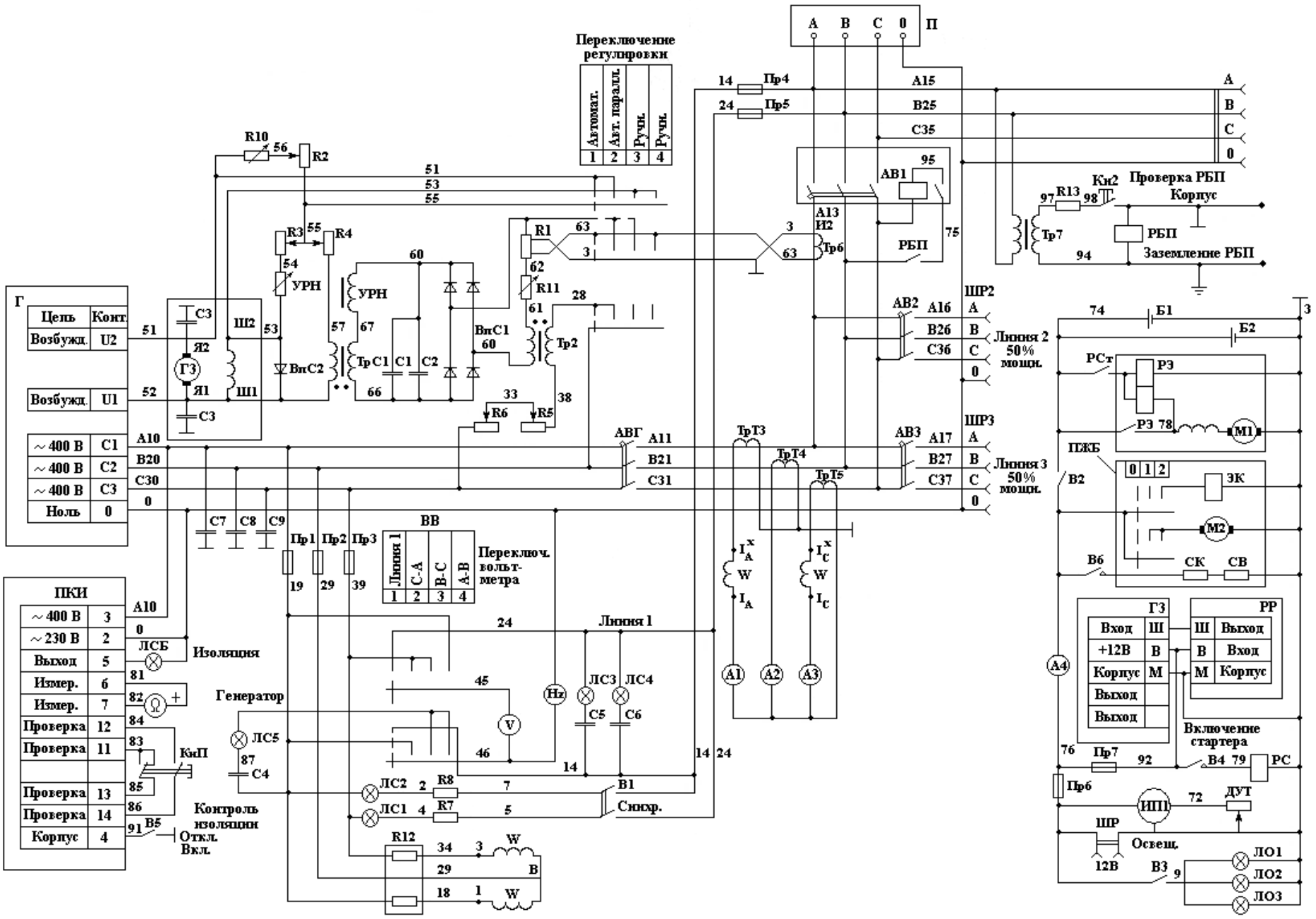
а) трехфазный синхронный генератор Г, имеющий соединение обмоток статора – звезда с выведенным нулем. В качестве возбудителя генератора применяется четырехполюсная машина постоянного тока параллельного возбуждения;

б) автоматические выключатели ВГ, ВЛ1, служащие для силовой коммутации и защиты цепей от недопустимых перегрузок;

в) трансформаторы тока Тр3...Тр5, предназначенные для питания цепей электроизмерения;

г) трансформатор Тр6 (трансформатор параллельной работы), вторичная обмотка которого введена в цепь угольного регулятора напряжения;

д) панель П и соединитель Ш1 предназначены для подключен нагрузки потребителя.


Переключение регулировки
Автомат.
Авт. паралл.
Ручн.
Ручн.
1 2 3 4
П
A B C 0
Г
Цепь Конт.
Возбужд. U2
Возбужд. U1
~400 В C1
~400 В C2
~400 В C3
Ноль 0
ПКИ
~400 В 3
~230 В 2
Выход 5
Измер. 6
Измер. 7
Проверка 12
Проверка 11
Проверка 13
Проверка 14
Корпус 4
ЛСБ
Изоляция
Генератор
КнП
Контроль изоляции
Отклл.
Вкл.
ВВ
Линия 1
С-А
В-С
А-В
1 2 3 4
Переключ. вольт-метра
Линия 1
Синхр.
Пр1 Пр2 Пр3
Пр4
Пр5
АВ1
АВ2
АВГ
АВ3
РБП
Тр6
Тр7
Кн2
Проверка РБП
Корпус
Заземление РБП
ШР2
ШР3
Линия 2 50% мощн.
Линия 3 50% мощн.
Б1
Б2
РСт
РЭ
М1
ПЖБ
ЭК
М2
СК
СВ
В6
Г3
Вход
+12В
Корпус
Выход
Выход
РР
Выход
Вход
Корпус
Включение стартера
Пр7
В4
РС
Пр6
ИП1
ДУТ
ШР
Освещ.
12В
В3
ЛО1
ЛО2
ЛО3
ТрТ3
ТрТ4
ТрТ5
А1
А2
А3
А4
Тр2
Тр С1
Вт С1
Вт С2
УРН
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R10
R11
R12
R13
С1
С2
С3
С4
С5
С6
С7
С8
С9
ЛС1
ЛС2
ЛС3
ЛС4
ЛС5
Hz
V
W
В1
В2
В5

Цепи измерения и контроля включают в себя:

а) вольтметр V , включенный через переключатель ВВ, для измерения трех линейных напряжений генератора и одного линейного напряжения постороннего источника;

б) частотомер HZ, включенный через переключатель ВВ, для измерения частоты генератора и постороннего источника;

в) амперметры А1...А3, включенные во вторичную обмотку трансформаторов тока Тр3...Тр5, предназначены для измерения тока генератора во всех трех фазах.

Для контроля наличия напряжения на выводах генератора и на линии нагрузки в схеме предусмотрены сигнальные лампы ЛС3 - ЛС5.

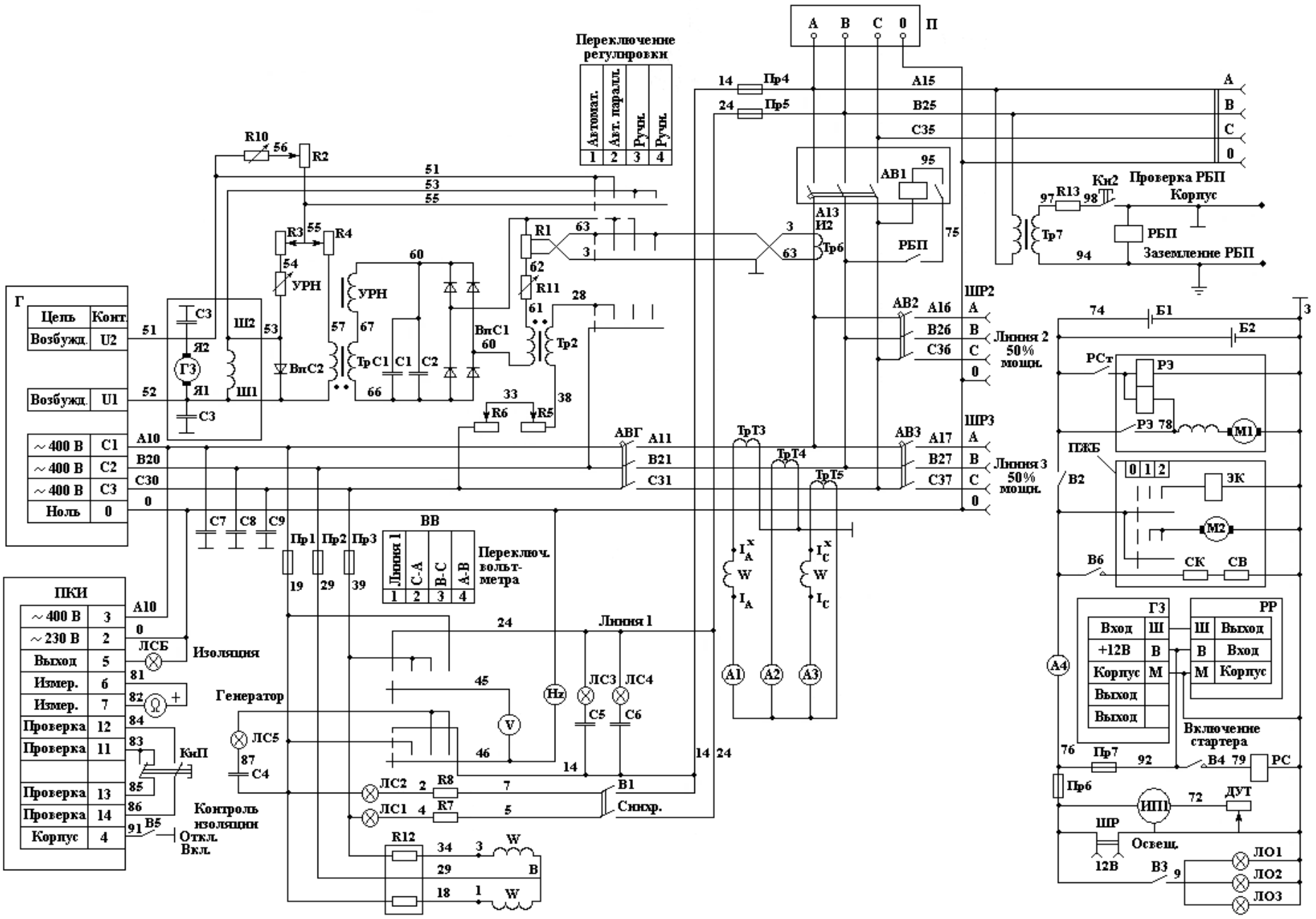
Измерительные цепи подключены к цепям силовой коммутации через предохранители Пр1- Пр5.

Цепи приборов электробезопасности.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала все источники электропитания снабжены прибором постоянного контроля – омметром МΩ. Омметр МΩ контролирует сопротивление изоляции относительно земли всех находящихся под напряжением силовых частей источника электропитания, кабельной сети и приемников электроэнергии.

Включение и отключение омметра осуществляется тумблером В5 КОНТР. ИЗОЛЯЦ.

Для проверки функционирования омметра в схеме предусмотрен тумблер В6 ПРОВЕРКА ПКИ и два резистора R14, R15, через которые цепи силовой коммутации подключаются корпусу источника электропитания.


Переключение регулировки
Автомат.
Авт. паралл.
Ручн.
Ручн.
1 2 3 4
П
A B C 0
Г
Цепь Конт.
Возбужд. U2
Возбужд. U1
~400 В C1
~400 В C2
~400 В C3
Ноль 0
ПКИ
~400 В 3
~230 В 2
Выход 5
Измер. 6
Измер. 7
Проверка 12
Проверка 11
Проверка 13
Проверка 14
Корпус 4
ЛСБ
Изоляция
Генератор
КнП
Контроль изоляции
Отклл.
Вкл.
ВВ
Линия 1
С-А
В-С
А-В
1 2 3 4
Переключ. вольт-метра
Линия 1
Синхр.
Пр1 Пр2 Пр3
Пр4
Пр5
АВ1
АВ2
АВГ
АВ3
РБП
Тр6
Тр7
Кн2
Проверка РБП
Корпус
Заземление РБП
ШР2
ШР3
Линия 2 50% мощн.
Линия 3 50% мощн.
Б1
Б2
РСт
РЭ
М1
ПЖБ
ЭК
М2
СК
СВ
В6
Г3
Вход
+12В
Корпус
Выход
Выход
РР
Выход
Вход
Корпус
Включение стартера
Пр7
В4
РС
Пр6
ИП1
ДУТ
ШР
Освещ.
12В
В3
ЛО1
ЛО2
ЛО3
ТрТ3
ТрТ4
ТрТ5
А1
А2
А3
А4
Тр2
Тр С1
Вт С1
Вт С2
УРН
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R10
R11
R12
R13
С1
С2
С3
С4
С5
С6
С7
С8
С9
ЛС1
ЛС2
ЛС3
ЛС4
ЛС5
Hz
V
W
В1
В2
В5

Цепи синхронизации обеспечивают включение источника электро-питания на параллельную работу с другим аналогичным источником или сетью. Включение на параллельную работу осуществляется вручную методом точной синхронизации.

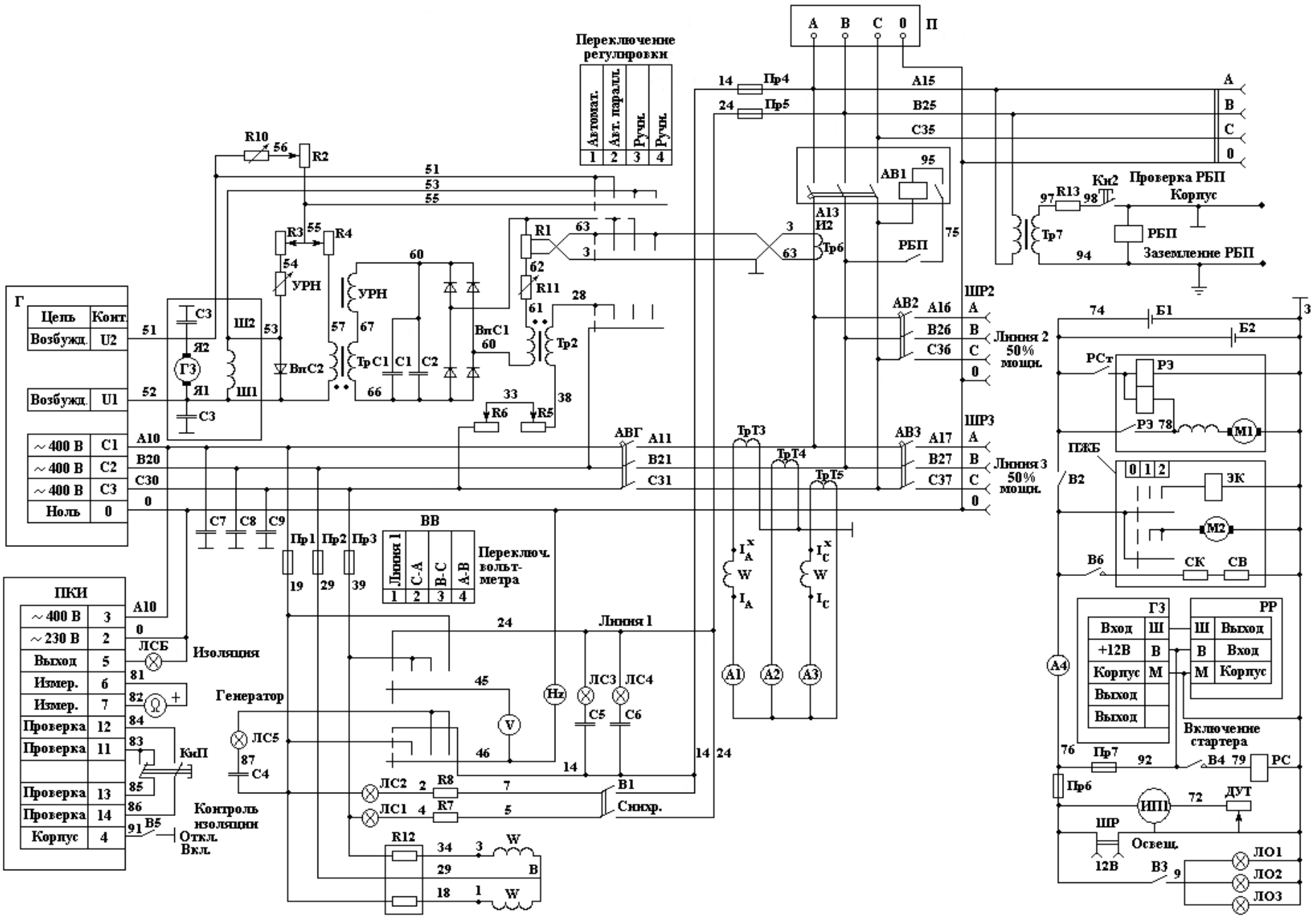
При синхронизации лампы ЛС1 и ЛС2 (лампа ЛС2 на источниках электропитания с номинальным напряжением 230 В не устанавливается) включаются выключателем В1 на разность напряжений синхронизируемых источников через предохранители Пр4 и Пр5 (Пр1 и Пр2) и сопротивления R7 и R8. Включение на параллельную работу производится при полном погасании лампы ЛС1 и ЛС2.

При параллельной работе источников электропитания распределение реактивных мощностей между ними осуществляется автоматически с помощью регуляторов напряжения, на измерительные цепи которых воздействуют трансформаторы параллельной работы Тр6. Первичная обмотка трансформатора Тр6 включена в фазу А генератора, а вторичная обмотка подключается к выводам с маркировками 63–3 сопротивления R1.

Сопротивление R1 состоит из трех секций. Первая секция с маркировками выводов 62–63 постоянно включена в цепь вторичной обмотки трансформатора Тр2 и служит для регулировки пределов уставки напряжения при настройке схемы. Вторая секция сопротивления с маркировками 63–3 равна по величине третьей секции с маркировками 3–65.

При параллельной работе источников электропитания шунтируется накоротко третья секция сопротивления, при автономной работе шунтируется вторая секция сопротивления.

Таким образом, общая величина сопротивления не меняется, чем достигается неизменность уровня регулирования напряжений при разных режимах.


Переключение регулировки
Автомат.
Авт. паралл.
Ручн.
Ручн.
1 2 3 4
П
A B C 0
Г
Цепь Конт.
Возбужд. U2
Возбужд. U1
~400 В C1
~400 В C2
~400 В C3
Ноль 0
ПКИ
~400 В 3
~230 В 2
Выход 5
Измер. 6
Измер. 7
Проверка 12
Проверка 11
Проверка 13
Проверка 14
Корпус 4
ЛСБ
Изоляция
Генератор
КнП
Контроль изоляции
Отклл.
Вкл.
ВВ
Линия 1
С-А
В-С
А-В
1 2 3 4
Переключ. вольт-метра
Линия 1
Синхр.
Пр1 Пр2 Пр3
Пр4
Пр5
АВ1
АВ2
АВГ
АВ3
РБП
Тр6
Тр7
Кн2
Проверка РБП
Корпус
Заземление РБП
ШР2
ШР3
Линия 2 50% мощн.
Линия 3 50% мощн.
Б1
Б2
РСт
РЭ
М1
ПЖБ
ЭК
М2
СК
СВ
В6
Г3
Вход
+12В
Корпус
Выход
Выход
РР
Выход
Вход
Корпус
Включение стартера
Пр7
В4
РС
Пр6
ИП1
ДУТ
ШР
Освещ.
12В
В3
ЛО1
ЛО2
ЛО3
ТрТ3
ТрТ4
ТрТ5
А1
А2
А3
А4
Тр2
Тр С1
Вт С1
Вт С2
УРН
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R10
R11
R12
R13
С1
С2
С3
С4
С5
С6
С7
С8
С9
ЛС1
ЛС2
ЛС3
ЛС4
ЛС5
Hz
V
W
В1
В2
В5

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электростанции ЭСД – 20

Литература:

1 Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенников и др.; под редакцией Б.И. Петленко. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – С.228-231, 240-245.

Тема №4
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
Занятие № 25, групповое

Электроустановки отбора мощности

Цель: изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроустановок с отбором мощности от двигателя автомобиля

Учебные вопросы:

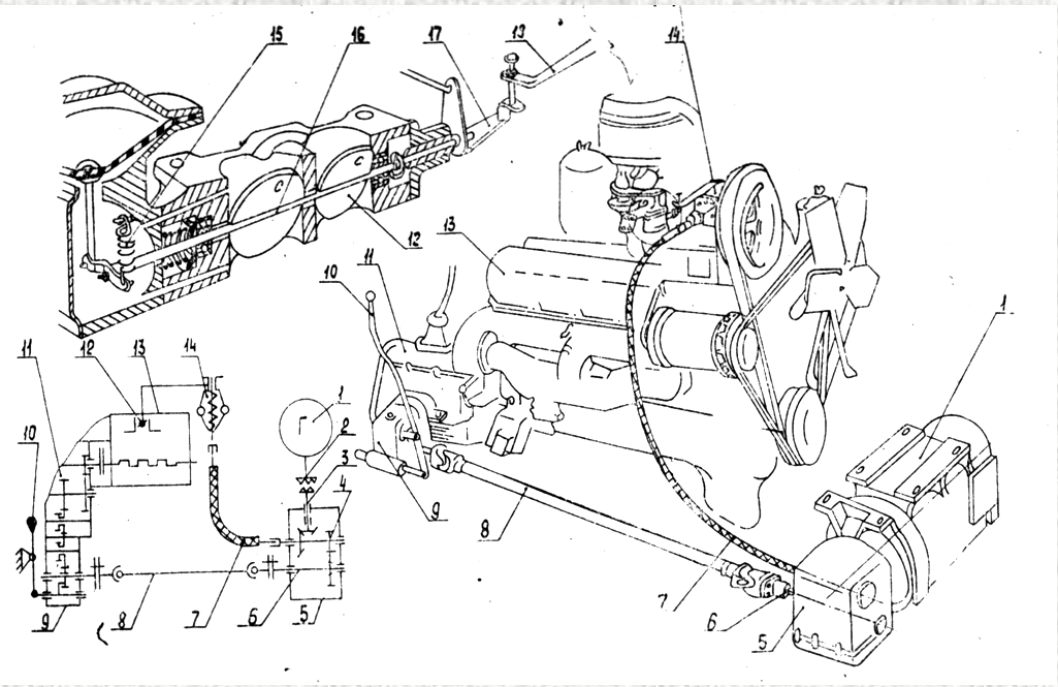
1 Назначение, технические характеристики и устройство электроустановки ЭУ–131–8–Т/400

2 Назначение, технические характеристики и устройство электроустановки ЭУ–43203–16–Т/400

3 Электроустановка отбора мощности постоянного тока

Назначение, технические характеристики и устройство электроустановки ЭУ–131–8–Т/400

Электроустановки переменного тока предназначены для использования в качестве первичных источников электроэнергии специальных подвижных объектов, монтируемых на автомобиле ЗИЛ–131Н и работающих на стоянке.



1 – генератор; 2 – муфта упругая соединительная; 3 – вал выходной мультипликатора; 4 – вал промежуточный мультипликатора; 5 – мультипликатор; 6 – вал входной мультипликатора; 7 – вал гибкий; 8 - вал карданный; 9 – коробка отбора мощности; 10 – рычаг включения коробки отбора мощности; 11 – коробка передач; 12 – заслонка дроссельная; 13 – двигатель автомобиля; 14 – регулятор оборотов центробежный; 15 – пружина ограничителя оборотов; 16 – ось дроссельных заслонок; 17 – рычаг исполнительный регулятора оборотов.

Электроустановки состоят из следующих основных устройств:

1) привод генератора;
2) генератор;
3) регулятор напряжения;
4) фильтр радиопомех сетевой;
5) фильтр радиопомех регуляторный;
6) регулятор оборотов с приводом;
7) автомат защиты;
8) блок контроля;
9) ограничитель хода педали управления дроссельными заслонками;
10) комплект ЗИП.

Генератор 1 приводится во вращение от двигателя 13 автомобиля через коробку передач 11, коробку отбора мощности 9, карданный вал 8 и мультипликатор 5, входной вал 6 которого связан с карданным валом 8, а выходной вал 3 упругой соединительной муфтой 2 соединен с валом генератора. Общее передаточное число от двигателя автомобиля к генератору электроустановки i = 1,67 (при 1800 об/мин на двигателе автомобиля скорость вращения генератора электроустановки 3000 об/мин).

При включении рычага 10 коробки отбора мощности вращение от двигателя 13 автомобиля передает на генератор 1 и регулятор оборотов 14, вал-грузодержатель которого соединен гибким валом 7 с промежуточным валом 4 мультипликатора. Частота переменного тока генератора поддерживается постоянной с точностью ± 5 % регулированием оборотов двигателя автомобиля. Частота переменного тока и обороты генератора связаны выражением:

$$f = Pn/60,$$

где f – частота тока, Гц,

P=1 – число пар полюсов генератора,

n=3000 – скорость вращения ротора генератора, об/мин.

Обороты двигателя зависят от количества горючей смеси, поступающей в его рабочие цилиндры. Чем больше смеси поступает в цилиндры двигателя, т.е. чем больше открыты дроссельные заслонки 12 карбюратора, тем больше обороты двигателя. При работе электроустановки положение дроссельных заслонок карбюратора устанавливается центробежным регулятором оборотов. При уменьшении нагрузки на генератор нагрузка на двигатель уменьшается, и двигатель увеличивает обороты, при этом вал-грузодержатель регулятора оборотов, кинематически связанный с коленчатым валом двигателя, также увеличивает обороты. С увеличением оборотов вала-грузодержателя исполнительный рычаг 18 регулятора оборотов опускается и, нажимая на рычаг 17 привода дроссельных заслонок, прикрывает дроссельные заслонки 12 карбюратора, уменьшая этим количество смеси, поступающей в цилиндры двигателя, - обороты двигателя уменьшаются.

При вращении ротора генератора в генераторе возникает вращающийся магнитный поток, создаваемый постоянными магнитами ротора. Поток, пересекая магнитными линиями, витки силовой (ОС) и дополнительной (ОД) обмоток статора, наводит в них электродвижущую силу, величина которой определяется выражением

$$E=C_E\, n\, \Phi,$$

где C_E – постоянный коэффициент,

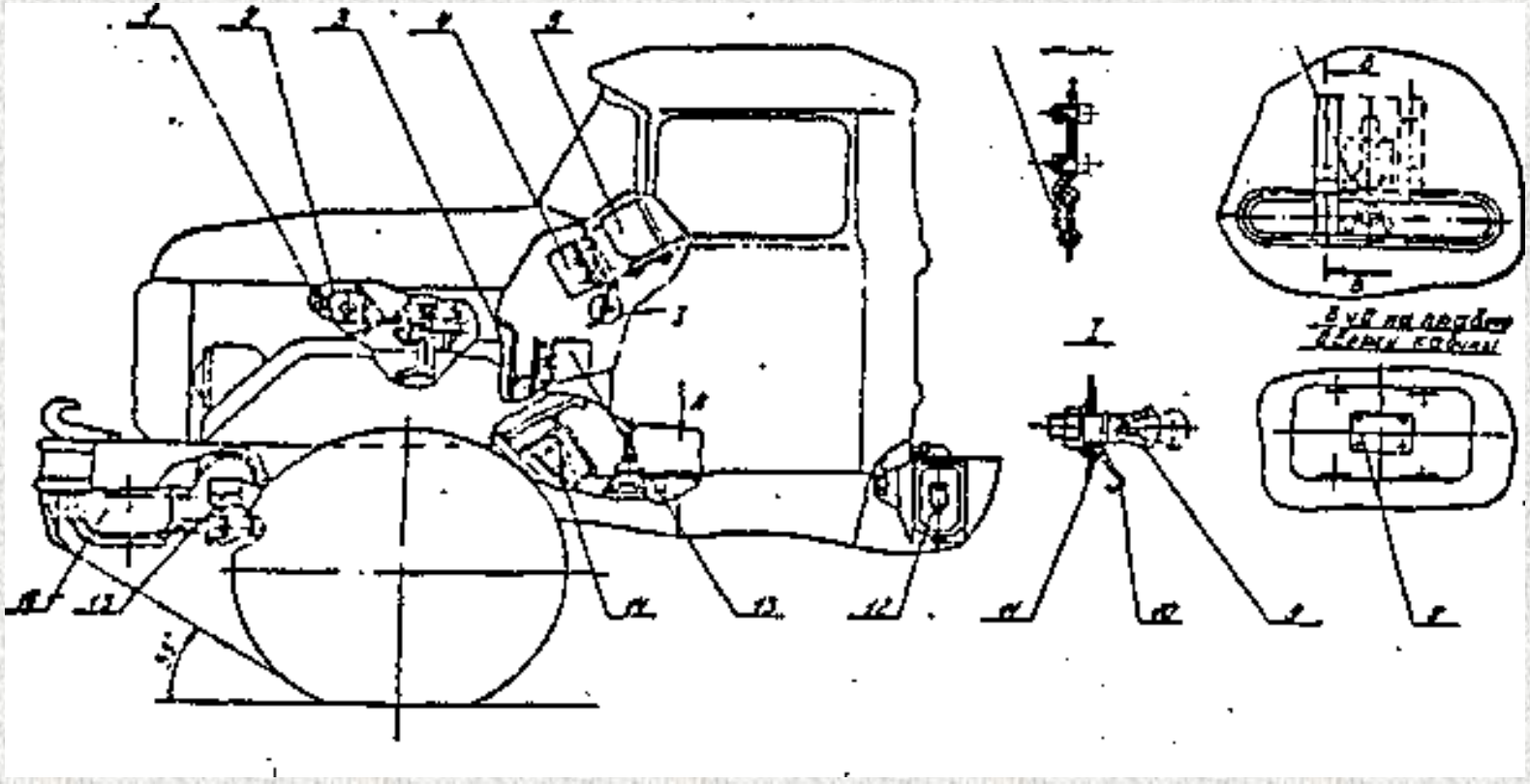
n – скорость вращения ротора, об/мин,

Ф – магнитный поток генератора, Вб.

Э.Д.С. дополнительной обмотки через управляемый выпрямитель напряжения попадает в обмотку возбуждения. Возникающий при этом ток возбуждения вызывает увеличение магнитного потока генератора, который приводит к увеличению Э.Д.С. в обмотках статора, и, соответственно, выходного напряжения.

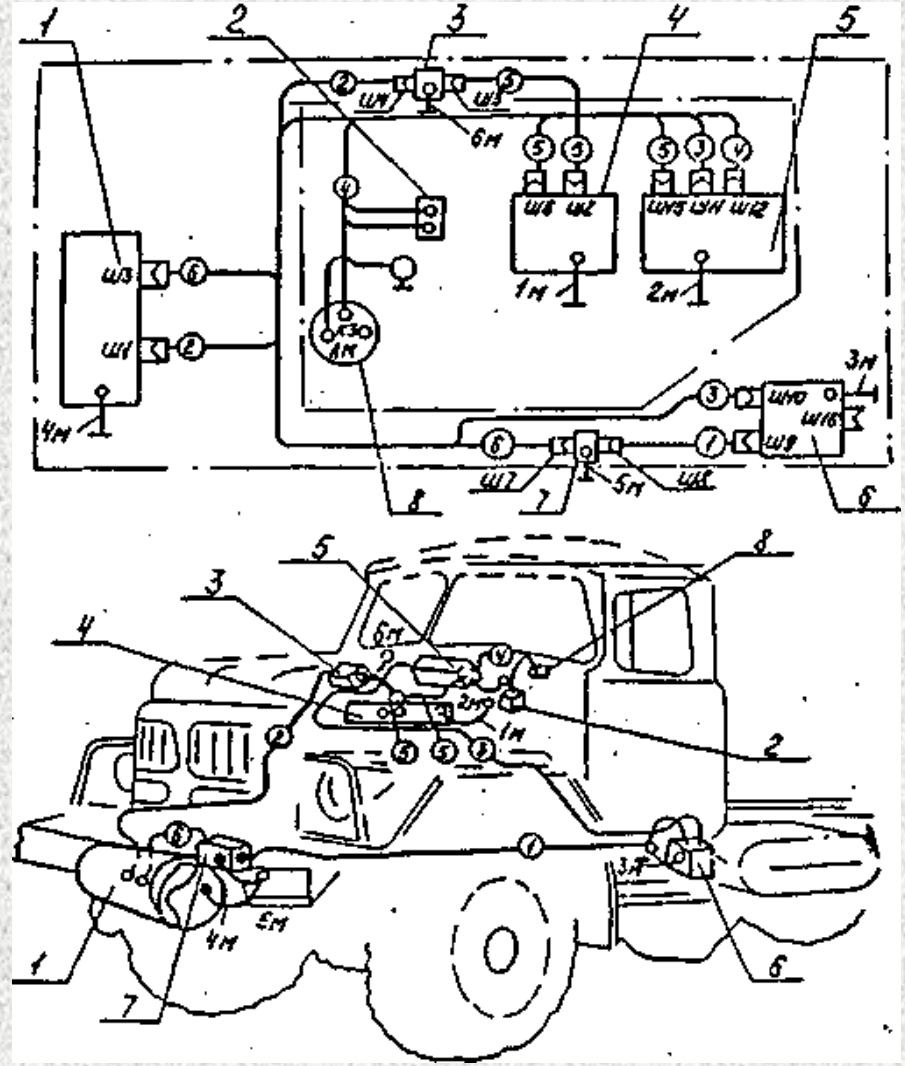
Наименование параметров и показателей качества	Электроустановка
	ЭУ–131–8–Т/400
1 Мощность номинальная, кВт	8
2 Напряжение номинальное, В	400
3 Ток номинальный, А	14,4
4 Частота номинальная, Гц	50
5 Коэффициент мощности номинальный	0,8
6 Отклонение напряжения в установившемся режиме в диапазоне изменения нагрузки от 10 до 100 % номинальной мощности ЭУ, %	± 4
7 Отклонение напряжения при переходном процессе при сбросах и набросах нагрузки в пределах от 10 до 100 % номинальной мощности ЭУ, %	± 20
8 Длительность переходных процессов по напряжению, с не более	3
9 Отклонение частоты в установившемся режиме в диапазоне изменения нагрузки от 10 до 100 % номинальной мощности ЭУ, %	± 5

Размещение электроустановки



1 - вал гибкий; 2 - регулятор оборотов центробежный; 3 - сопротивление дополнительное; 4, 15 - фильтр радиопомех; 5 - блок контроля; б - планка; 7 - рычаг включения коробки отбора мощности; 8 - шильдик по пользованию электроустановкой; 9 - ручка ручного управления дроссельными заслонками; 10 - ограничитель; 11 - петля; 12 - автомат защиты; 13 -регулятор напряжения; 14 - ограничитель хода педали; 16 - генератор с приводом.

Схема электрическая соединений электроустановок



1 - генератор; 2 - сопротивление дополнительное; 3, 7 – фильтр радиопомех; 4 - регулятор напряжения; 5 - блок контроля; 6 – автомат защиты; 8 - выключатель комбинированный зажигания и стартера; 1-6 - кабель электрический; Ш1-Ш12, Ш15 - разъем штепсельный; Ш16 - розетка штепсельная для подключения нагрузки; 1М-6М – шина заземления

БЛОК КОНТРОЛЯ

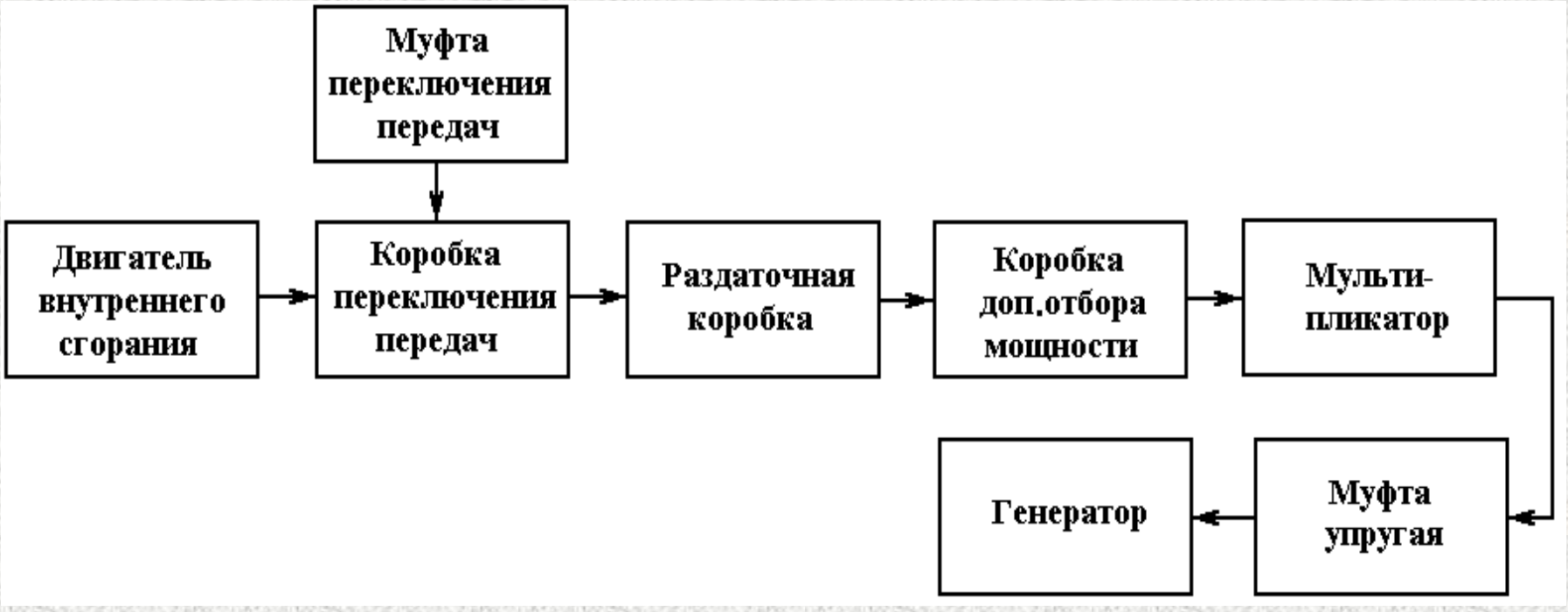
Назначение, технические характеристики и и устройство электроустановки ЭУ–43203–16–Т/400

Электроустановка переменного тока предназначена для использования в качестве первичного источника электроэнергии специальных подвижных объектов, монтируемых на автомобиле УРАЛ-43203 и работающая на стоянке

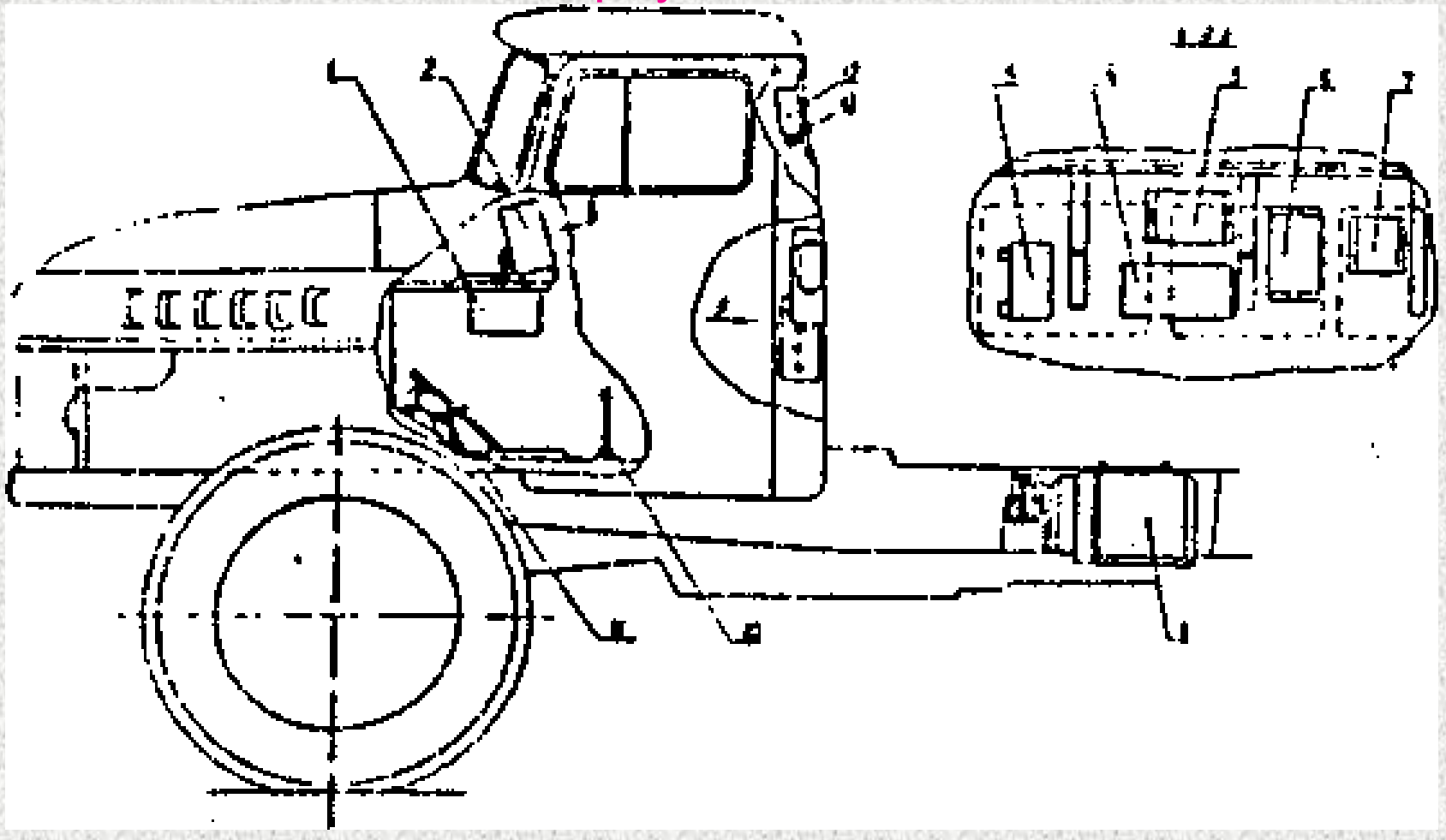
Электроустановка состоит из следующих основных устройств:

- привод генератора;
- генератор;
- регулятор напряжения;
- фильтр радиопомех сетевой;
- блок амперметров;
- фильтр радиопомех регуляторный;
- автомат защиты;
- блок защиты;
- релейное устройство прибора Ф419;
- блок контроля;
- ограничитель хода педали;
- комплект ЗИП.

Структурная схема электроустановки



Размещение электроустановки на автомобиле



1 - регулятор напряжения; 2 - блок контроля 3 - автомат защиты; 4 - блок защиты; 5 - фильтр радиопомех регуляторный; 6 - фильтр радиопомех сетевой; 7 - устройство релейное; 8 - генератор с приводом; 9 - шильдик по пользованию электроустановкой; 10 - рычаг включения дополнительного отбора мощности; 11 - ограничитель хода педали управления подачей топлива; 12 - блок амперметров; 13-звонок.

Составные части электроустановки размещены на шасси и кабине автомобиля. Генератор 8 в составе блока мультипликатор-генератор размещен за раздаточной коробкой автомобиля. Регулятор напряжения 1, блок контроля 2, релейное устройство 7, фильтр радиопомех сетевой 6,фильтр радиопомех регуляторный 5, блок защиты 4, автомат защиты 3, фильтр блок амперметров 12 и звонок 13 установлены в кабине автомобиля. Розетка для подключения потребителя Ш21 установлена снаружи на задней стенке кабины автомобиля.

Работа электроустановки.

Источником электрической энергии электроустановки является синхронный явнополюсный генератор с самовозбуждением. Генератор приводится во вращение от двигателя автомобиля через муфту сцепления, коробку передач, промежуточный карданный вал, раздаточную коробку, коробку дополнительного отбора мощности, карданный вал и мультипликатор, выходной вал которого упругой соединительной муфтой соединен с валом генератора. Общее передаточное отношение привода i=1,87 при 1600 об/мин на двигателе автомобиля скорость вращения генератора электроустановки – 3000 об/мин. Частота переменного тока генератора поддерживается постоянной с точностью 5% регулированием оборотов двигателя автомобиля штатным регулятором оборотов топливного насоса автомобиля. Значение частоты устанавливается ручкой тяги ручного управления подачей топлива двигателя в пределах (47,5 – 52,5) Гч.

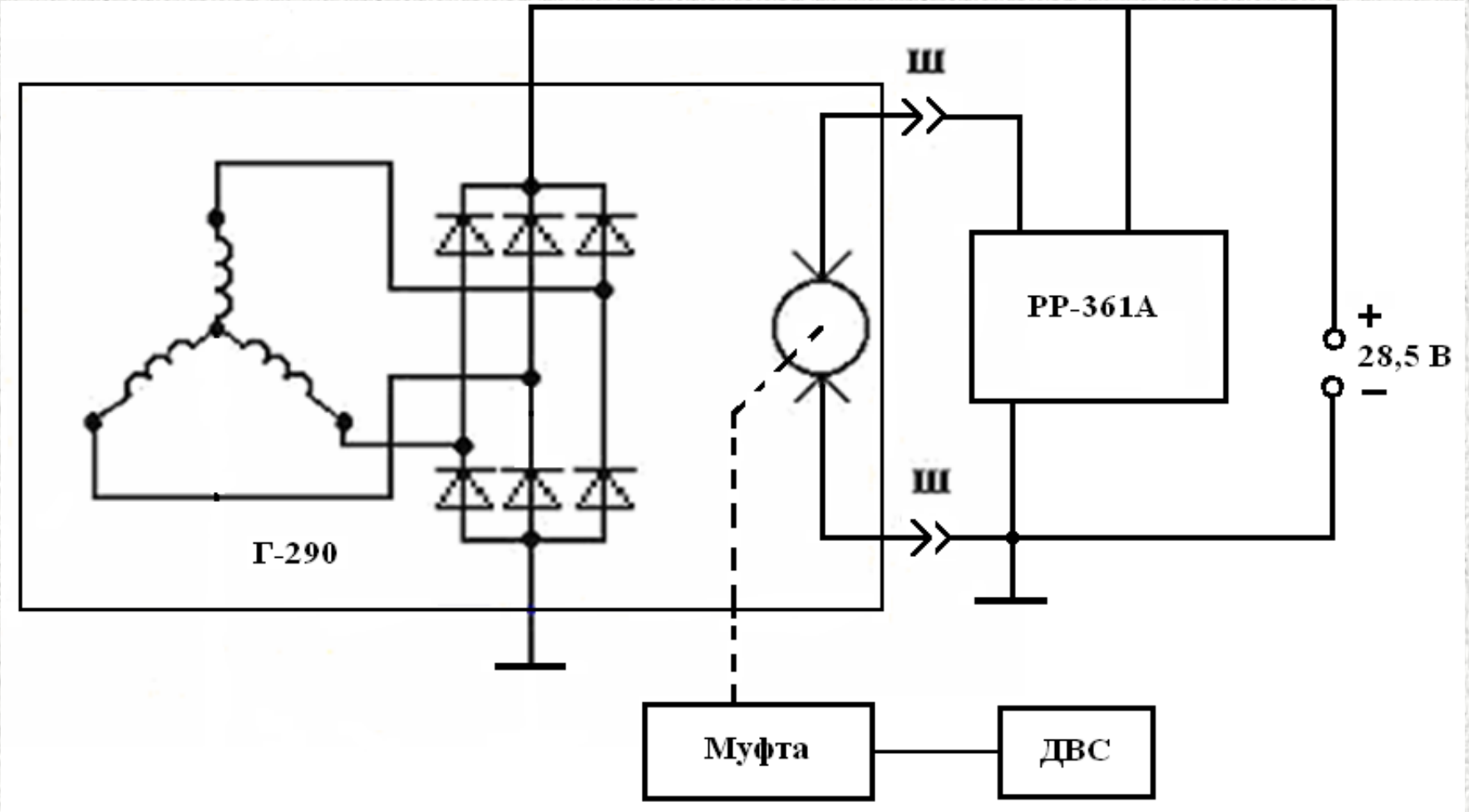
Электроустановки отбора мощности постоянного тока

Электроустановки отбора мощности постоянного тока (U=28,5В) применяют в командно-штабных машинах и аппаратных связи, размещаемых на бронированных машинах, самолетах и вертолетах, имеющие мощные системы энергоснабжения.

Применение ЭУОМ постоянного тока обусловлено характером применения объекта связи. К таким объектам применяется требование – обеспечивать работу средств связи в движении. Применять в этом случае ЭУОМ переменного тока невозможно, т. к. частота напряжения генератора $F=pn/60$,

n – количество оборотов генератора жестко связано с количеством оборотов двигателя автомобиля, которые при движении автомобиля постоянно изменяются.

ЭУОМ постоянного тока КIIIМ Р-142Н.



Основные составные части

– генератор Г-290 предназначен для питания аппараты КШМ в буферном режиме с аккумуляторными батареями при работе в движении и на коротких остановках. Он представляет собой трехфазный генератор переменного тока с независимым возбуждением со встроенными внутри генератора кремниевыми вентилями;

– электромагнитная муфта ЭТМ-094 обеспечивает передачу вращения от двигателя автомобиля на ротор генератора Г-290. Включение муфты осуществляется выключателями ГЕНЕРАТОР на ЩУ в кабине водителя и на БЗР в переднем отсеке.

– реле-регулятор РР-361А обеспечивает: подключение к бортовой сети цепи питания обмотки возбуждения генератора; автоматическое поддержание напряжения генератора в пределах при изменении скорости вращения ротора генератора, тока нагрузки и температуры; автоматическую защиту генератора от перегрузки;

– фильтр радиопомех, создаваемых генератором Г-290 и реле-регулятором РР-361А.

Основным недостатком ЭУОМ при работе на стоянке является повышенный расход топлива. Так, например, расход топлива электроагрегатом мощностью 16 кВт составляет примерно 5 кг в час, а ЭУОМ на шасси ЗИЛ-131 или УРАЛ-375 примерно 12 кг в час. КПД таких установок невелик, поэтому они предназначены для использования в качестве резервных (аварийных) источников электроснабжения.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электроустановок с отбором мощности от двигателя автомобиля.

Литература:

1 Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенников и др.; под редакцией Б.И. Петленко. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – С.222-231.

Тема №4

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АГРЕГАТЫ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Занятие № 26, групповое

ЗАРЯДНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Цель: изучить назначение, технические характеристики, порядок подготовки к работе зарядной электростанции ЭСБ–4В3–М1

Учебные вопросы:

1 Назначение, технические характеристики зарядной электростанции ЭСБ–4В3–М1 (ЭСБ 2В3)

2 Подготовка электростанции к работе

3 Работа электроагрегата АБ–4-П/115 по принципиальной схеме

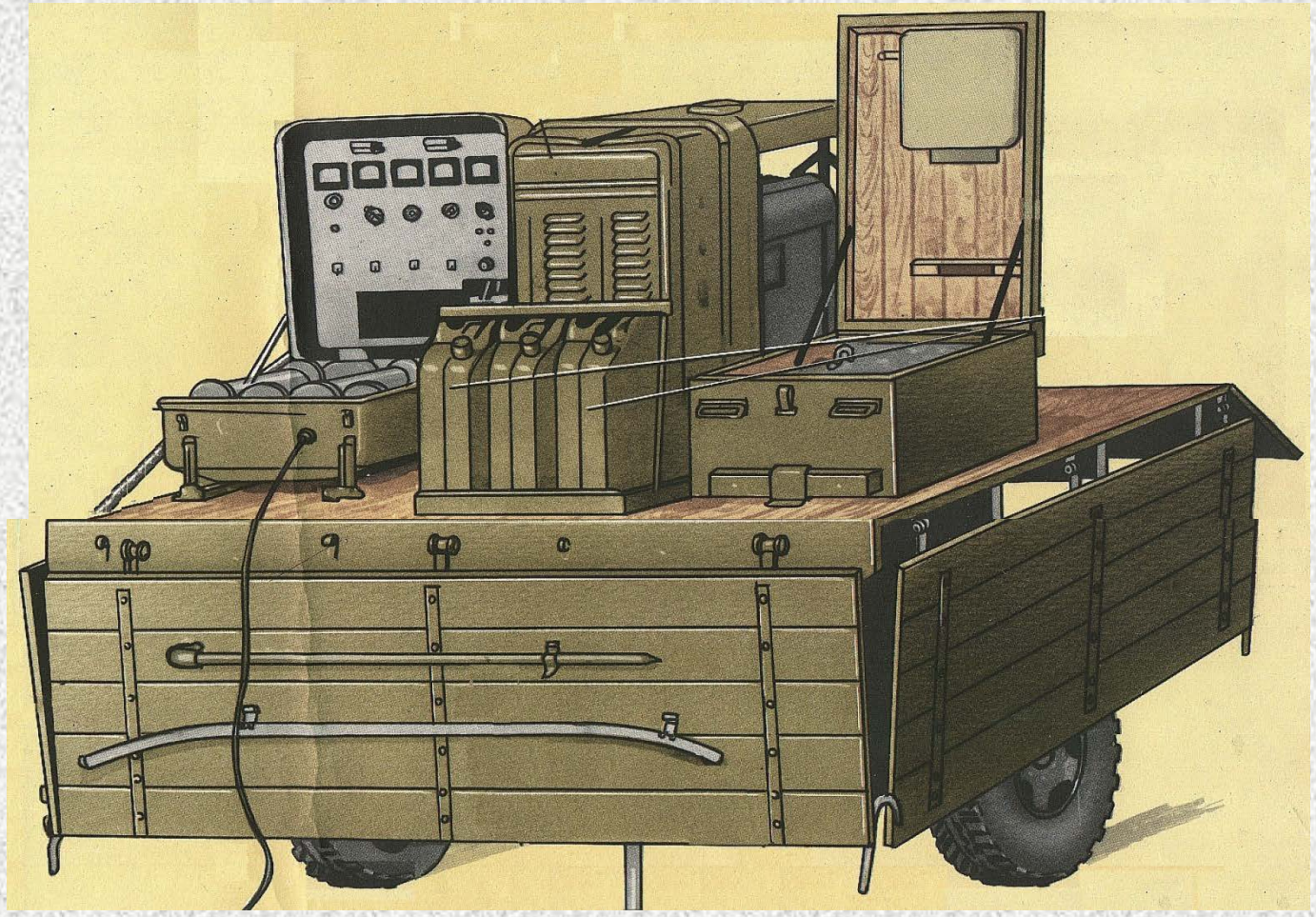
Назначение, технические характеристики зарядной электростанции ЭСБ–4ВЗ–М1

Передвижная зарядная электрическая станция ЭСБ-4- ВЗ-1 предназначена для заряда и разряда кислотных и щелочных аккумуляторных батарей в полевых условиях.. Электростанция размещается на одноосном прицепе с кузовом и брезентовом чехлом и буксируется любым транспортным средством.

Тактико-технические данные станции

Тип агрегата…….. …….. …….. АБ-4-П115
Номинальная мощность…….. …….. …… 4,6 кВт
Напряжение …….. …….. …….. 115 В
Двигатель …….. …….. …….. УД2-М1
Генератор….. ….. …….. …….. …….. ГАБ-4-П115
Ток (постоянный) …….. …….. …… 40 А
Номинальная частота вращения вала двигателя……. 3000 мин$^{-1}$
Вместимость топливного бака……. 20 л
Расход топлива …….. 3 л/час
Длительность непрерывной работы…….. 24 ч
Охлаждение……...воздушное принудительное
Масса…….. 210 кг

Зарядная электростанция ЭСБ–4В3–М1



Состав станции

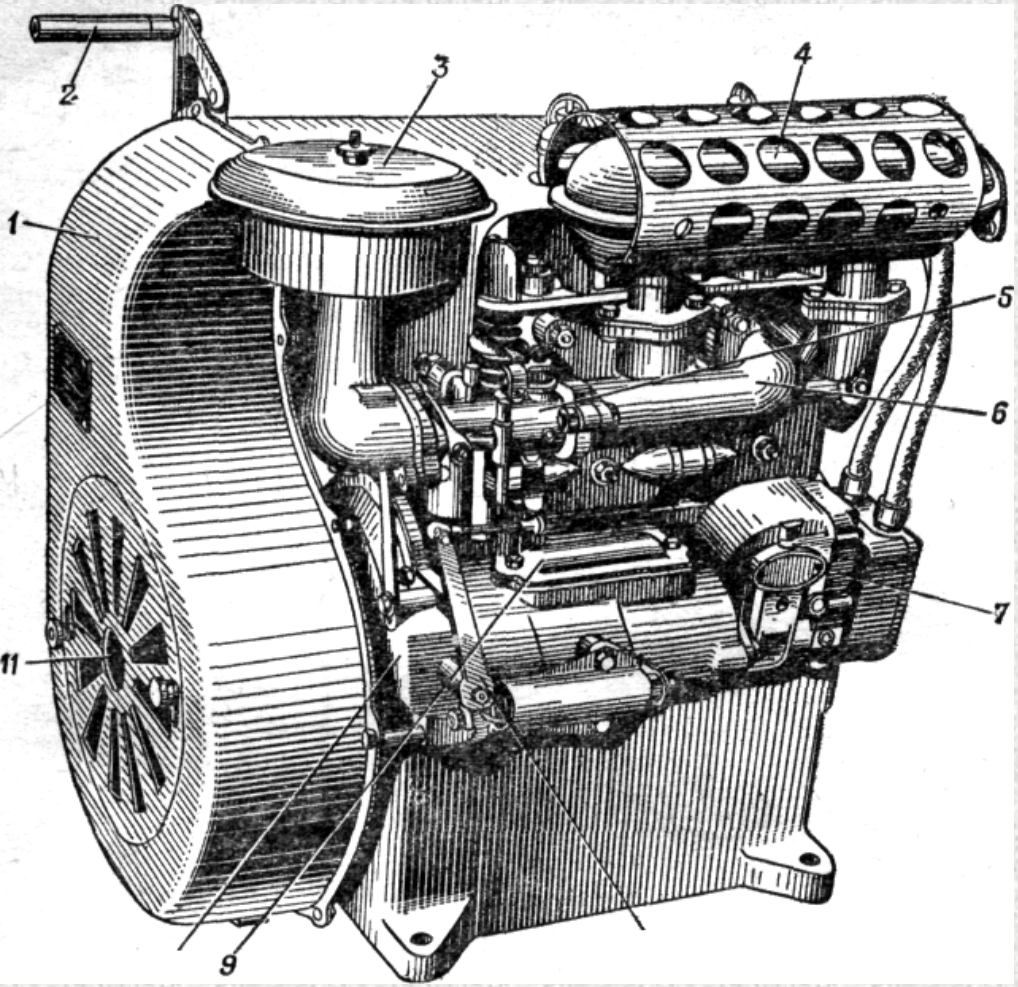
- Бензоэлектрический агрегат АБ-4-П/115
- Зарядно распределительное устройство
- Автоприцеп и брезентовый чехол
- Емкости для горюче смазочных материалов и шанцевый инструмент
- Запасные части, инструмент и принадлежности агрегата и станции (ЗИП)

Бензоэлектрический агрегат АБ-4-П/115 предназначен для питания потребителей постоянным током, напряжением 115 В.

Состав агрегата

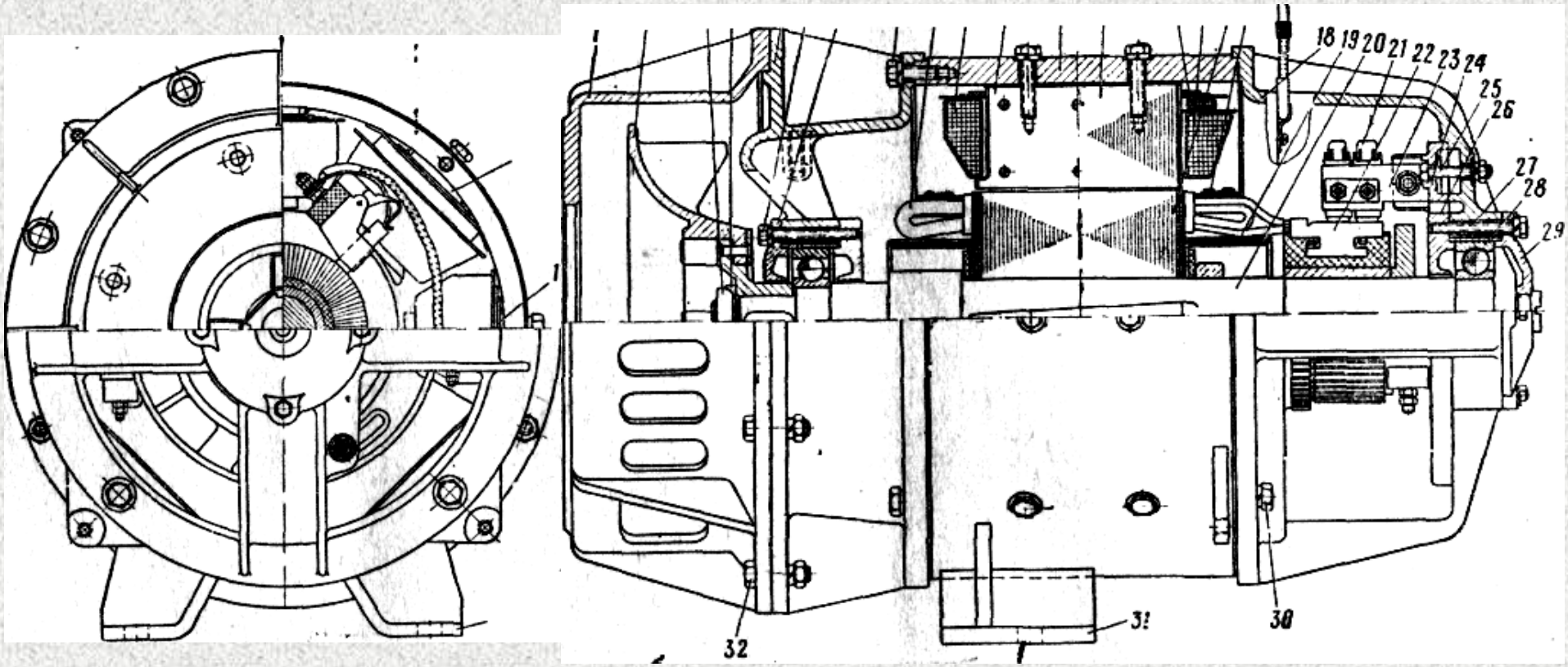
- Бензиновый двигатель УД2-М1
- Электрический генератор постоянного тока ГАБ-4-П/115
- Распределительное устройство
- Топливный бак
- Рама

Стационарный малолитражный двигатель УД-2 является четырехтактным бензиновым двигателем воздушного охлаждения мощностью 8 *л. с.* с автоматическим регулятором частоты



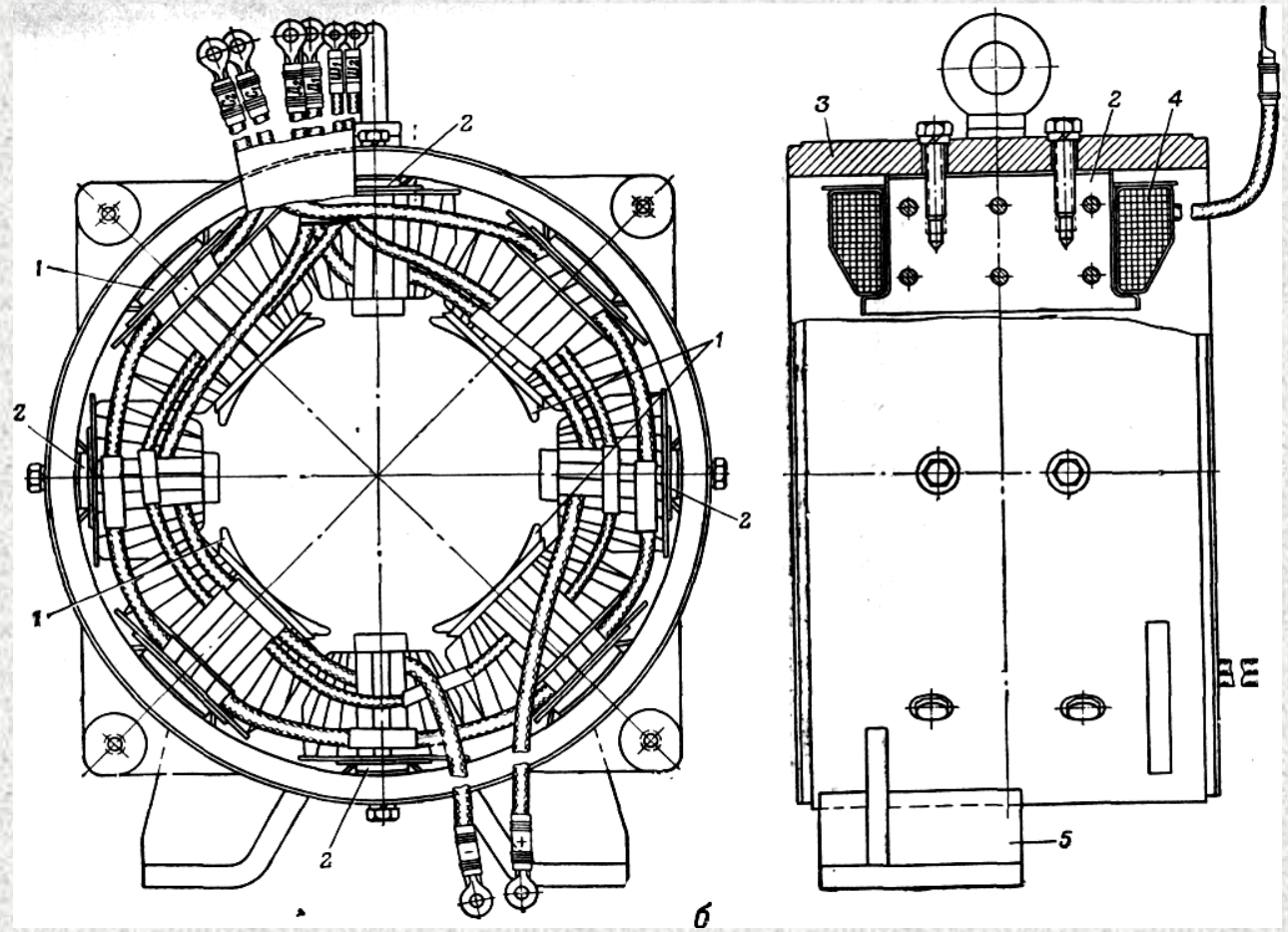
1 — кожух вентилятора;
2 — пусковой рычаг;
***3* — воздухоочиститель;**
***4* — глушитель;**
5 — карбюратор; *6* — коллектор; *7* — магнето;
***8* — рычаг регулятора;**
9 — крышка люка;
***10* — крышка распределительных шестерен;**
***11* — отверстия кожуха вентилятора.**

Генератор постоянного тока типа ГАБ-4-П/115.



а — общий вид генератора; б — продольный н поперечный разрезы генератора; *1* — фланец; *2* — вентилятор; *3* — гайка крепления вентилятора; *4*-стопорная шайба; *5* — задний подшипниковый щит; *6* — болт крепления крышек заднего подшипника; 7, 29 — наружные крышки подшипника; 8 — болт крепления заднего подшипникового щита; *9* — катушка обмотки якоря; *10* — обмотка добавочных полюсов; *11* — добавочный полюс; *12* — корпус магнитной системы (станина)- *13*- главный полюс; *14* — сериесная обмотка; *15* — шунтовая обмотка; *16* — пакет стали якоря; *17* — проволочный бандаж; *18* — передний подшипниковый щит; *19* — обмоткодержатели; *20* — вал; *21* — щеткодержатели; 22 — коллектор; *23* — изолирующие пальцы; *24* -- кольцо траверсы; *25* — болт крепления траверсы; *26* — внутренняя крышка подшипника; *27* — болт крепления крышек переднего подшипника; *28* — передний подшипник, *30* — болт крепления переднего подшипникового щита; *31* — лапы; Л — болт крепления фланца.

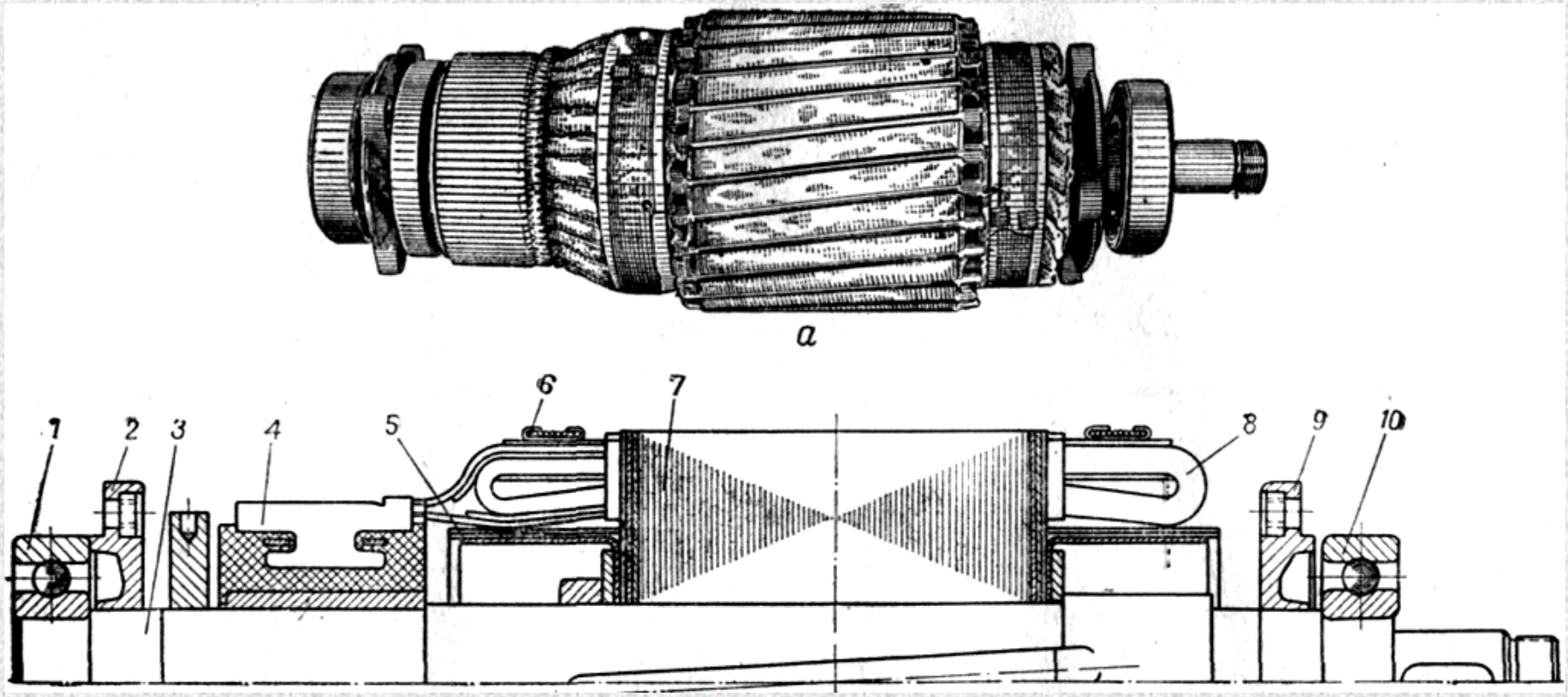
Магнитная система генератора



а **— общий вид индуктора;** ***б*****— продольный и поперечный разрезы индуктора;**

1 — главный полюс; *2* — добавочный полюс; 3 — корпус магнитной системы (станина); *4* — обмотка добавочных полюсов; 5 — лапы.

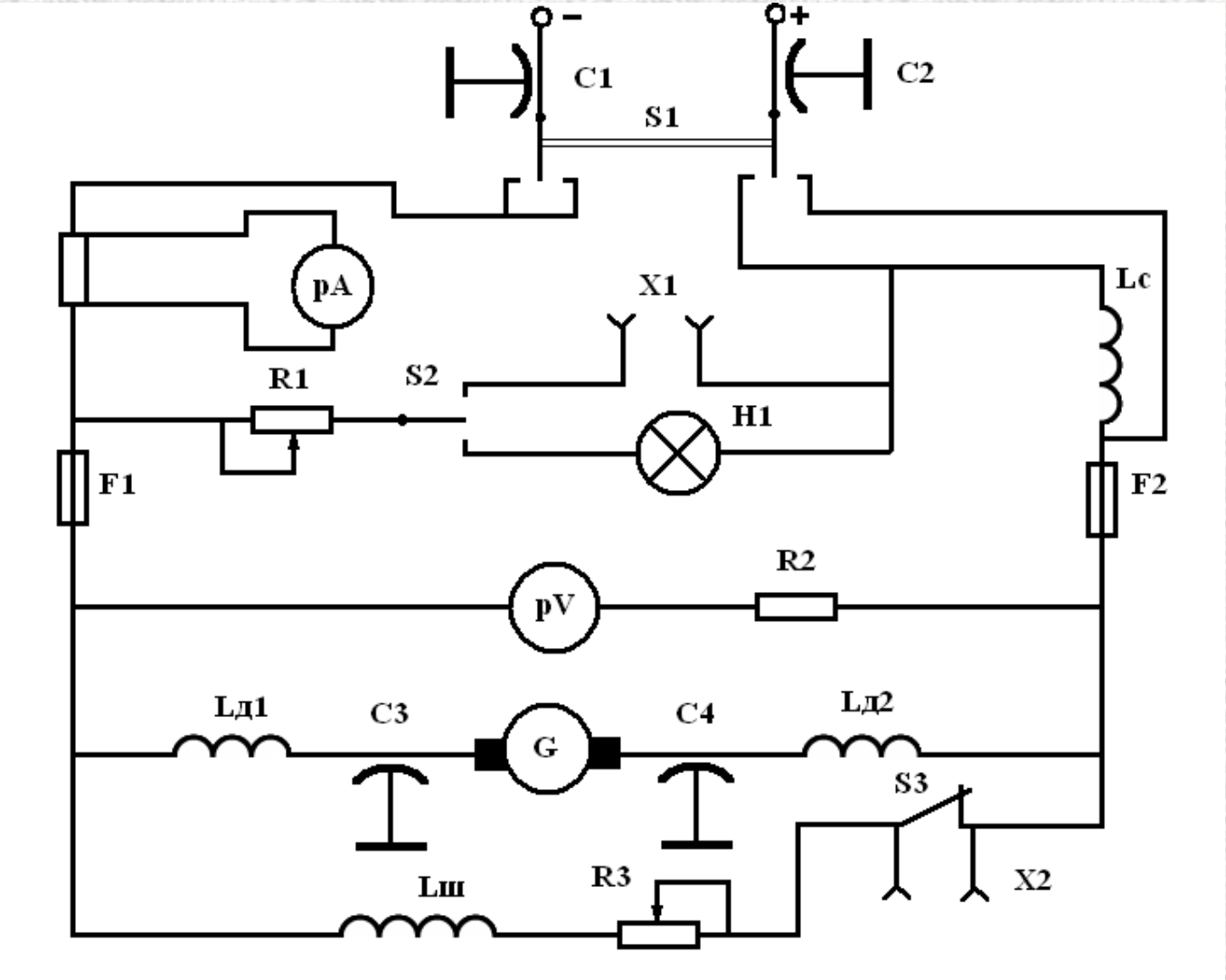
Якорь с коллектором



а **—общий вид якоря;** ***б*** **— продольный разрез якоря;**

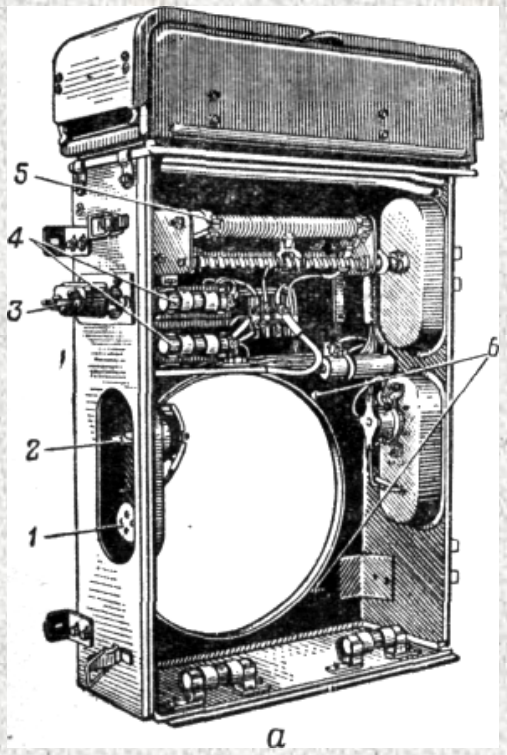
1**— передний подшипник;** ***2, 9*** **— внутренние крышки подшипника;** ***3*** **— вал;** ***4*** **— коллектор;** ***5*** **— обмоткодержатели;** ***6*** **— проволочный бандаж;** ***7*** **— пакет стали якоря;** ***8*** **— катушка обмотки якоря;** ***10*** **— задний подшипник.**

Схема агрегата АБ4-П115

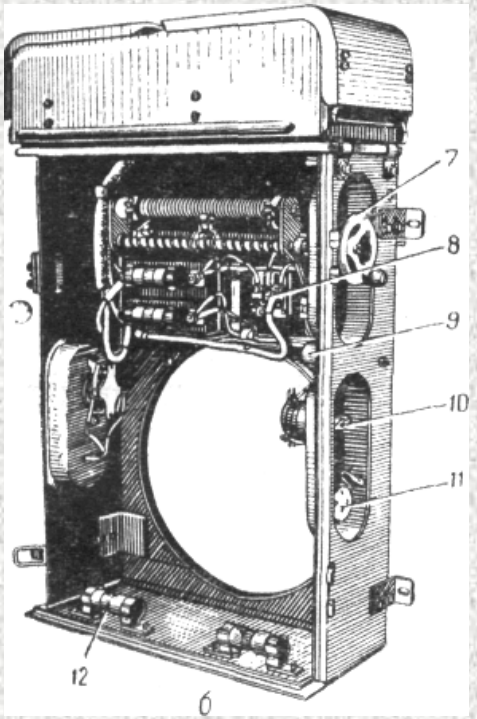


Распределительное устройство

предназначено для включения и отключения, нагрузки, регулирования выходного напряжения агрегата и контроля работы электрической части агрегата.



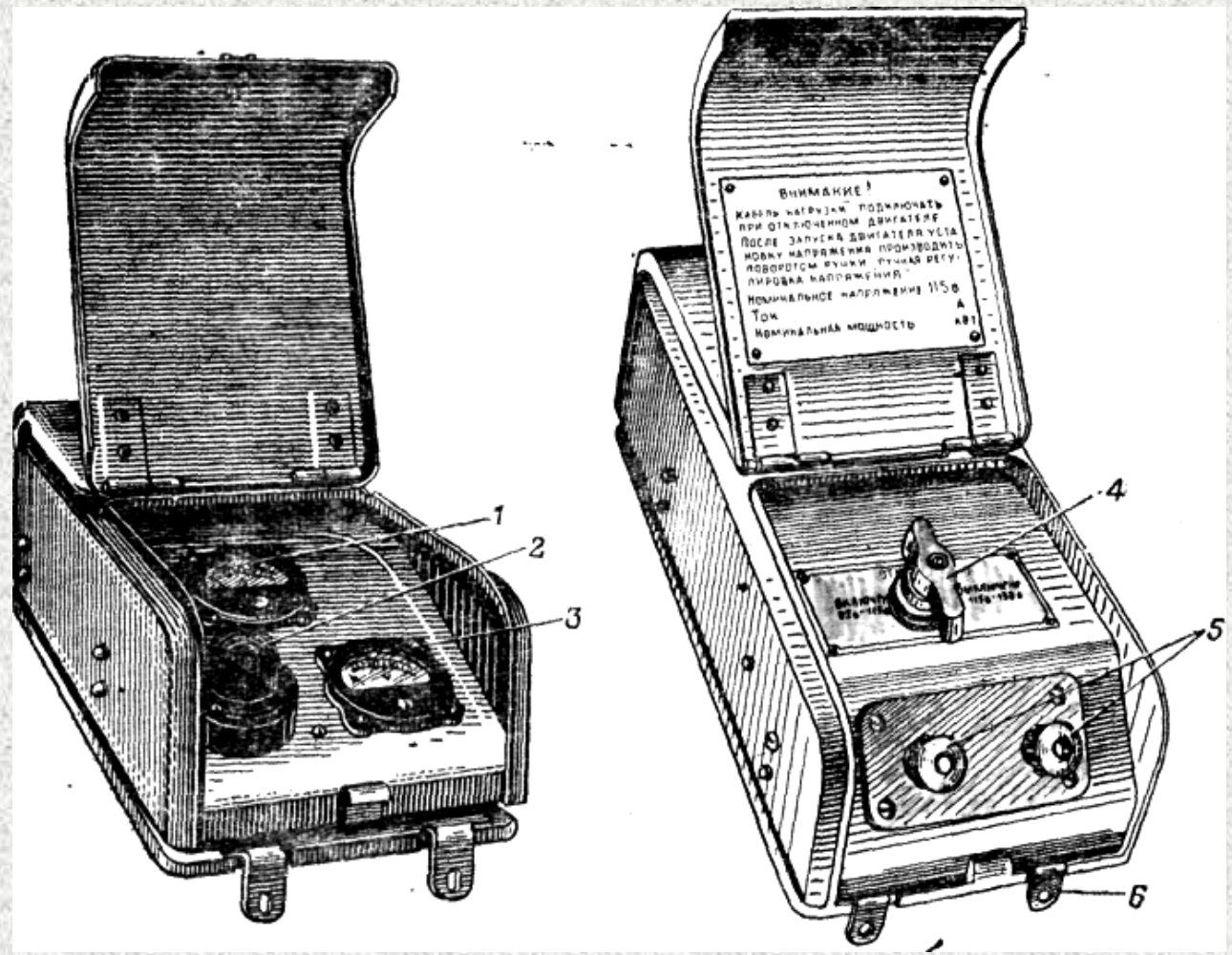
состоит из блока аппаратуры и блока приборов.



***а* — вид слева; б — вид справа;**

1 — штепсельная розетка для подключения реостата дистанционного регулирования напряжения; 2 — выключатель дистанционного регулирования напряжения; *3* — зажим крепления кабеля; *4* — предохранители; 5 — шунтовой реостат; 6 — отверстие для крепления блока к генератору; 7 — ручка шунтового реостата; *8*- переходная панель; *9* — гасящее сопротивление; *10* — выключатель освещения; *11* — штепсе-льная розетка для переносной лампы; *12* - запасные предохранители.

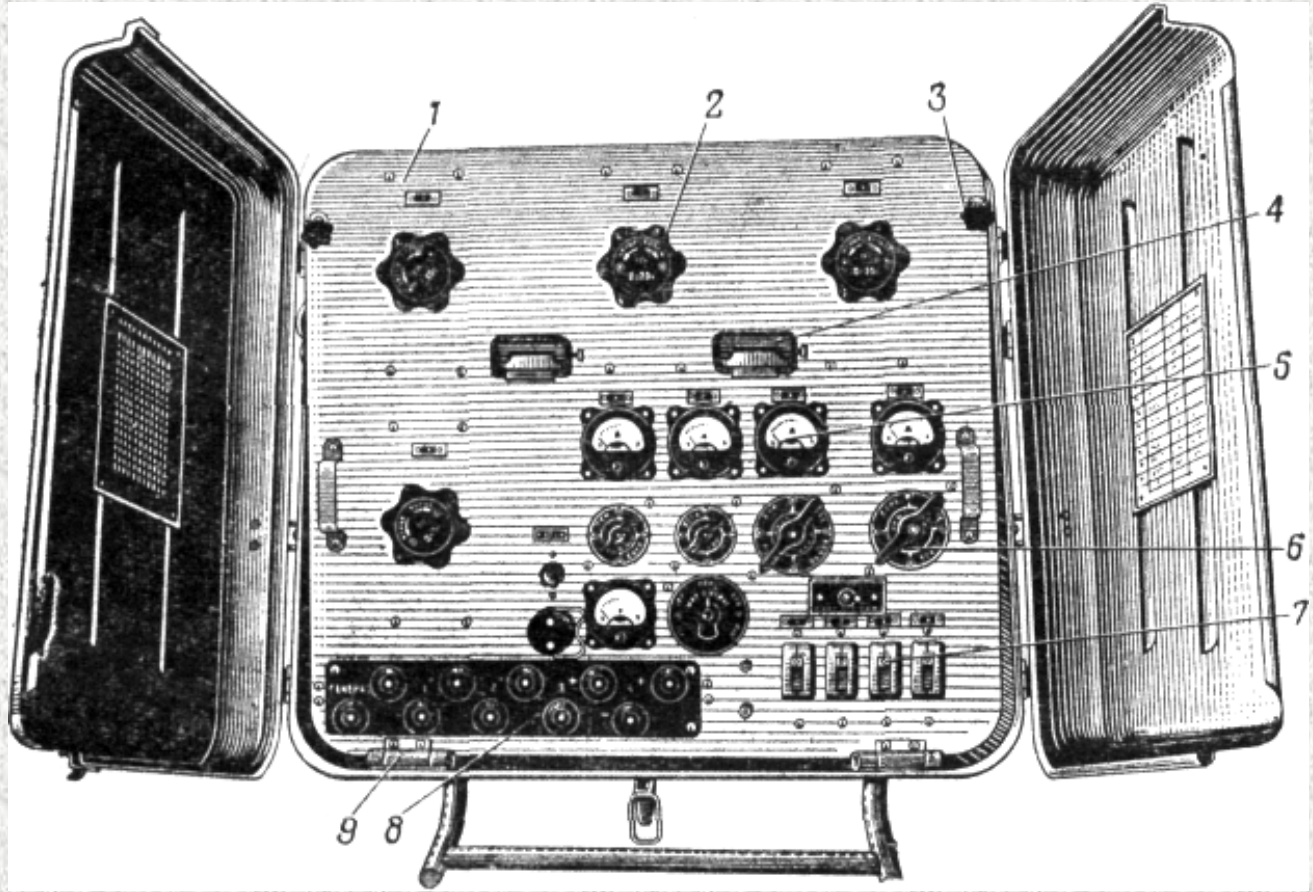
Блок приборов



а — вид со стороны измерительных приборов; б — вид со стороны подсоединения кабеля;

1— амперметр; 2 — колпак лампы освещения; *3* — вольтметр; *4* — выключатель нагрузки; 5 — выходные зажимы; 6 — проушины для крепления блока приборов к блоку аппаратуры

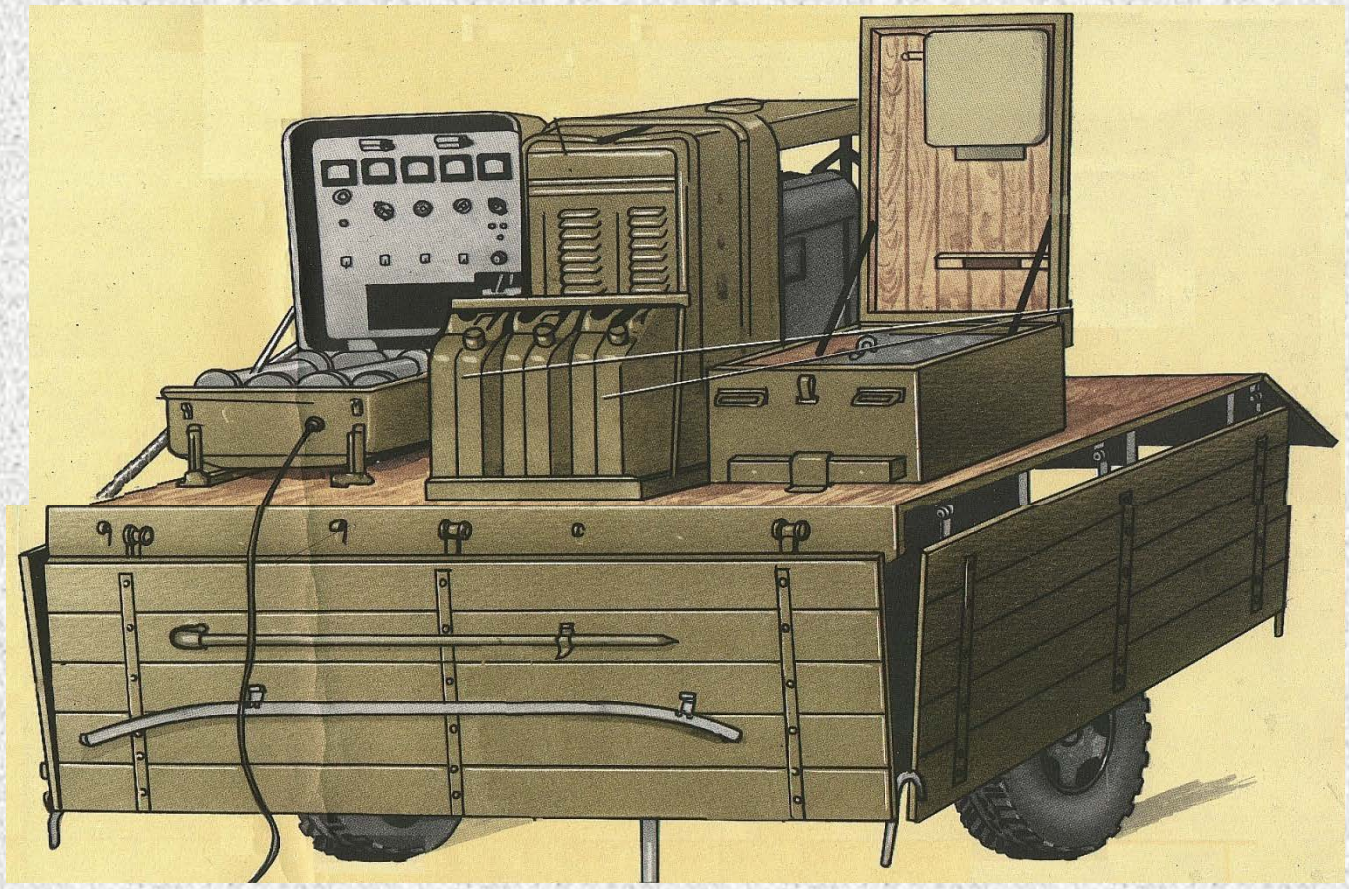
Зарядно-распределительное устройство (ЗРУ) (в рабочем положении)



1 — приборная панель; *2* — ручки гасящих реостатов; *3* — барашки крепления панели; *4* — лампа освещения панели; *5* — измерительные приборы; *6* — пакетные переключатели; *7* — автоматические выключатели; *8* — панель с зажимами; *9* — шар-нирные петли.

Порядок развертывания и работа станции

Обслуживание станции производится расчетом станции: мотористом электриком (он же начальник станции) и аккумуляторщиком. Время перевода станции расчетом из походного положения в рабочее 0,5-1,5 часа. Время перевода станции из рабочего положения в походное 0,5-1,0 часа.



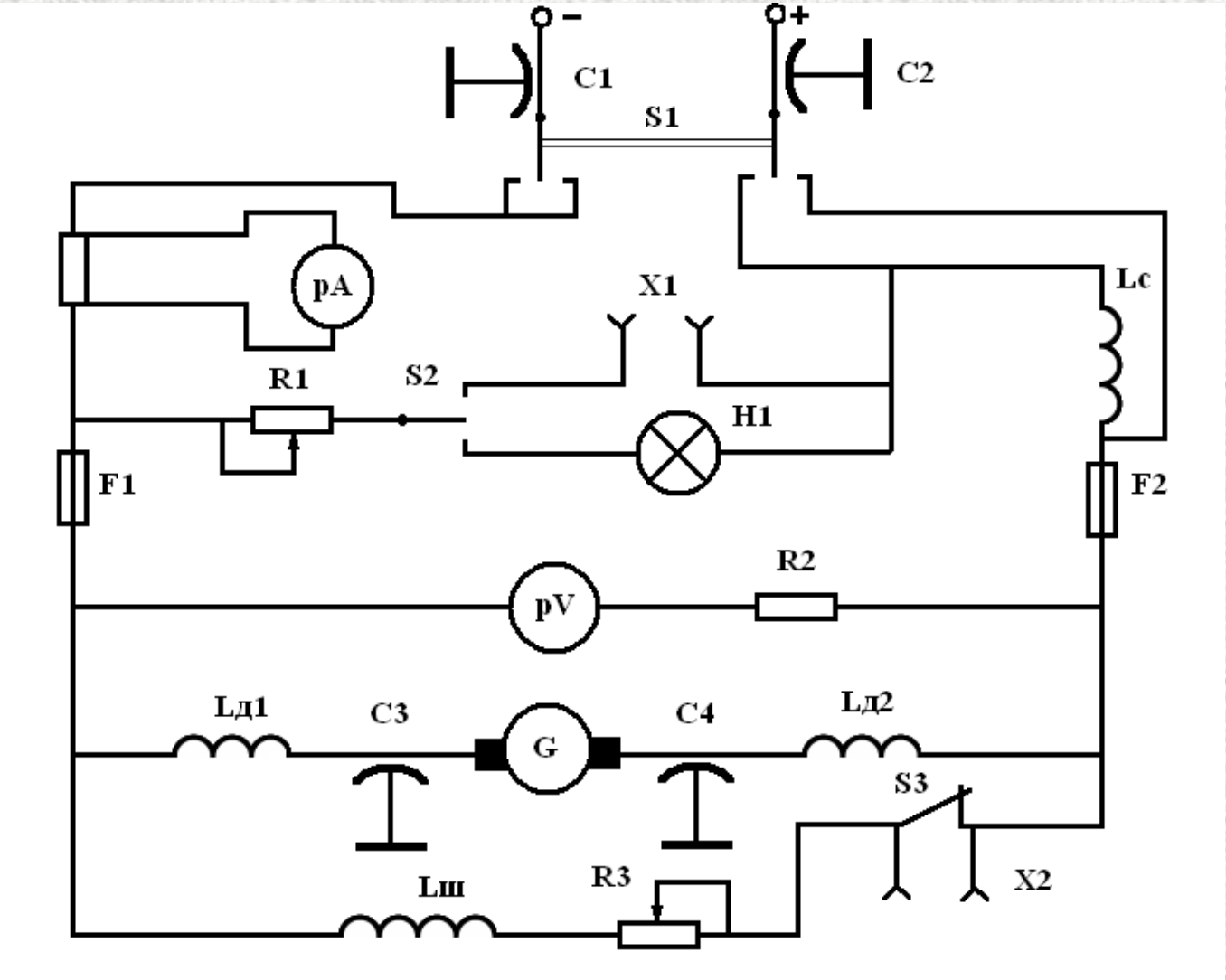
Порядок развертывания и работа станции

- снять с прицепа ЗРУ и ящики ЗИП станции, установить их в кузов буксирующего автомобиля и закрепить подручными средствами;
- разместить и закрепить в кузове буксирующего автомобиля заряжаемые аккумуляторные батареи, соединить их в группы и подключить к ЗРУ;
- с помощью соединительного кабеля соединить агрегат с ЗРУ;
- подготовить агрегат к работе, завести двигатель, поставить батареи на заряд

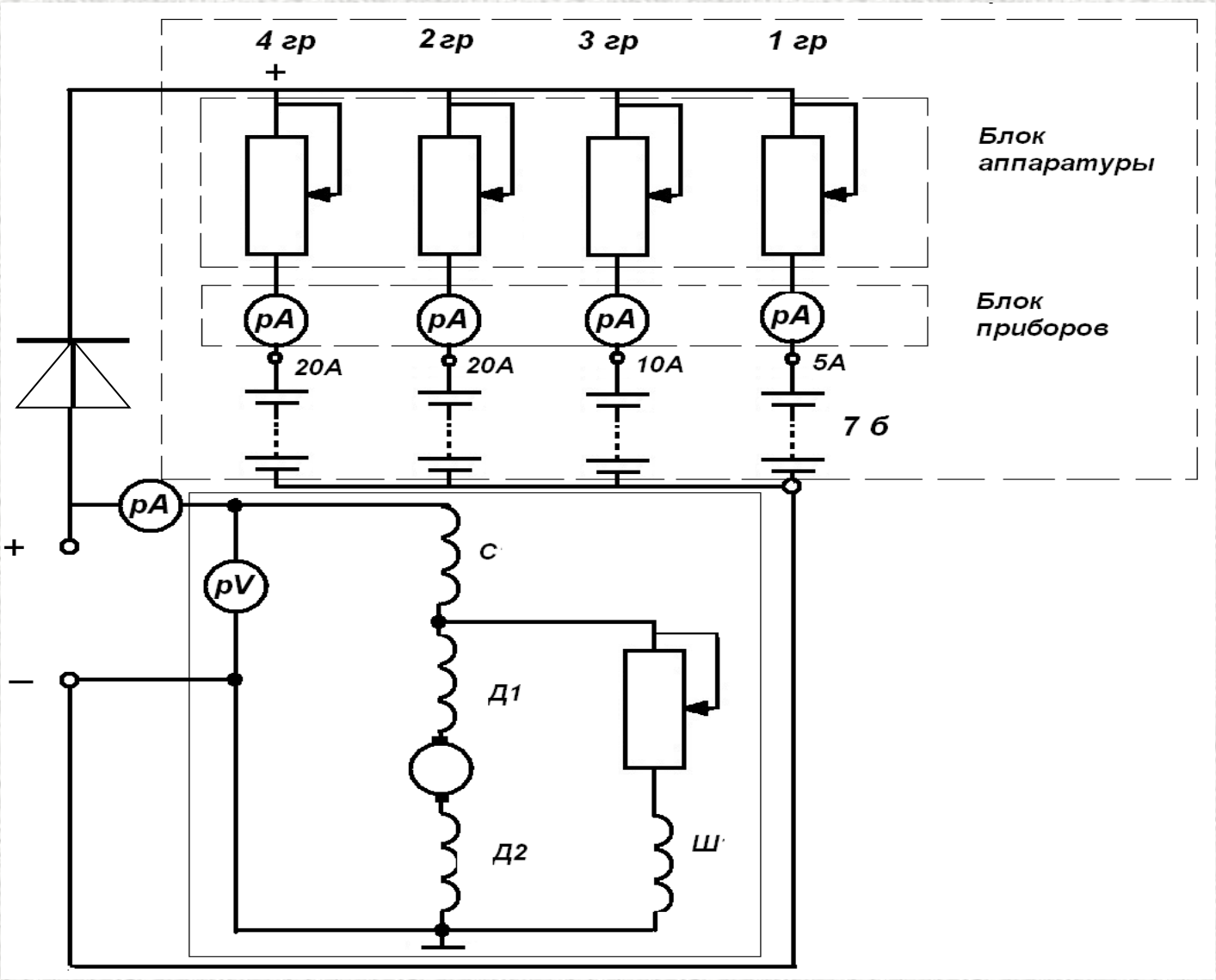
Заряд АКБ

- Установить переключатель заряд-разряд на ЗРУ в положение заряд.
- Полностью ввести сопротивления реостатов группы ЗРУ.
- Подключить группу последовательно соединенных АКБ с зажимом ЗРУ.
- Пустить двигатель станции.
- Поворотом ручки резистора агрегата установить требуемое напряжение агрегата.
- Установить выключатель нагрузки агрегата в положение включено.
- Включить выключатели групп и с помощью реостатов установить требуемый зарядный ток, контролируя его величину по амперметру.

Схема агрегата АБ4-П115



Электрическая схема станции



Разряд АКБ

- Отключить выключатель групп в которых будет осуществляться разряд АКБ.
- Установить переключатель "заряд-разряд" в положение разряд.
- Полностью ввести сопротивление реостатов групп ЗРУ.
- Включить выключатели групп с помощью гасящих реостатов, установить требуемый разрядный ток.

Остановка агрегата

- Выключатель нагрузки поставить в положение "Отключено".
- Остановить двигатель перекрыв подачу топлива или закрыв дроссельную и воздушную заслонки , в исключительных случаях при необходимости быстро остановить агрегат нужно выключить зажигание двигателя, нажав кнопку на магнето.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить ТТХ, устройство и принцип работы электростанции ЭСБ – 4В3-М1

Литература:

1 Электротехника и электроника: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков, А.В. Крашенников и др.; под редакцией Б.И. Петленко. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – С.226-228, 237-239.

Тема №5

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Занятие № 28, лекция

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Цель: изучить общие характеристики систем электропитания

Учебные вопросы:

1 Требования к системам электропитания, классификация, общие принципы организации электроснабжения устройств и систем

2 Перспективные направления развития устройств и систем электроснабжения военного назначения

Требования к системам электропитания, классификация, общие принципы организации электроснабжения устройств и систем

Совокупность технических устройств и способов их использования для обеспечения узлов и средств связи электрической энергией требуемого количества и качества называется системой электропитания (СЭП) или системой электроснабжения (СЭС).

Под требуемым количеством электрической энергии понимают соответствие мощности электропитающей установки мощности, потребляемой установкой связи.

Р ист. > Р потр.

Качество электрической энергии оценивается для переменного тока - степенью стабильности напряжения и частоты,

ΔU% (187-242В) Δf% (47,5-52,5 Гц)

а для постоянного тока - степенью стабильности и величины пульсаций напряжения

ΔU% (псофометрические) (21-28В) Un (2 м В)

1Обеспечение надежности и бесперебойности работы СЭП. Время перерывов питания не должно превышать допустимого для конкретной электроустановки

$t_{отк}$ =300- 6000 час ; $t_{пер}$ =0,1 сек-2 мин.

2 Обеспечение необходимой длительности электроснабжения в СЭП.

ДЭА-24ч, БЭА-12ч.

3 Быстрота развертывания СЭП и удобство в эксплуатации. Тэп = 3-4 мин. (зимой 1,5-3 часа)

4 Отсутствие заметных помех радиоприему.

5 Возможность работы элементов СЭП в укрытии и в движении.

6 Отсутствие демаскирующих признаков при работе СЭП.

7 Возможно большая стандартизация элементов, узлов и деталей.

8 Выносливость к перегрузкам и способность работы в сложных климатических условиях.

9 Высокая экономичность, минимальные массогабаритные параметры.

10 Возможность обеспечения электроснабжения объектов связи от стационарных (государственных) сетей с целью сохранения ресурса СЭП в мирное время.

Классификация СЭП

1 По техническому предназначению СЭП (системы электропитания переносных средств связи; системы ЭП радиорелейных, тропосферных, радиостанций и станций космической связи; СЭП командно-штабных машин и средств автоматизированного управления войсками; СЭП аппаратных телефонной, телеграфной связи, аппаратных уплотнения и управления)

2 По роду тока первичных источников электропитания (СЭП постоянного тока; СЭП переменного тока промышленной частоты 50 Гц; СЭП переменного тока повышенной частоты 400 Гц)

3 По способу распределения электрической энергии (индивидуальные (децентрализованные) автономные системы электропитания)

4 По способу резервирования (индивидуального;группового; центрального резервирования)

5 По способу боевого применения:

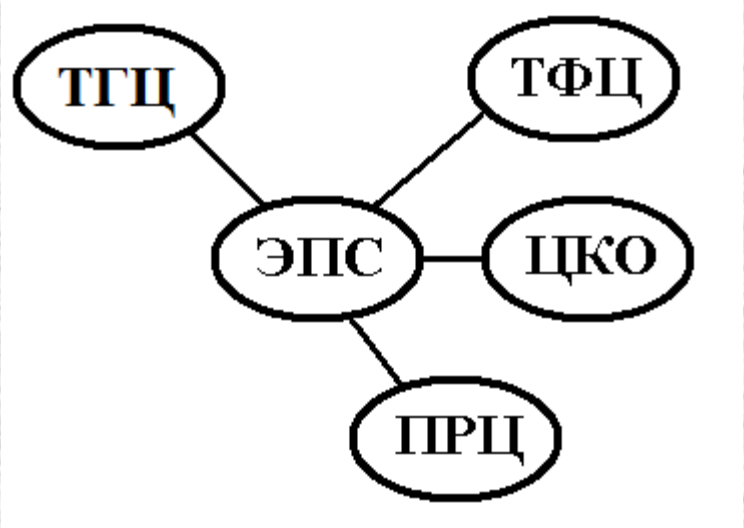
-СЭП, функционирующие в составе групп объектов только на стоянке (ЦКО, ТГЦ. ПРЦ, ПдРЦ, ГрРР и ТС и т.д.); - СЭП, функционирующие автономно как на стоянке так и в движении (КШМ, РС, ВзПУ).

Схемы построения систем электропитания

Каждая станция (аппаратная) имеет свой индивидуальный источник питания, обеспечивающий автономное энергоснабжение. Такая СЭП наиболее живуча и маневренна, но требует большого количества основных и резервных источников питания.

Применяется, как правило, в средствах радио, радиорелейной, тропосферной и космической связи, а также в некоторых других средствах связи низших звеньев управления. (П-240, П-241, Р-419, Р-I49 Б, Р-142 НМ и др.)

При групповой системе каждую группу потребителей, размещенных компактно, имеется своя электропитающая установка, резервирование осуществляется электростанцией из другой группы (по второму фидеру), с помощью ЭУ ОМ, а при наличии резерва - резервной электростанции.



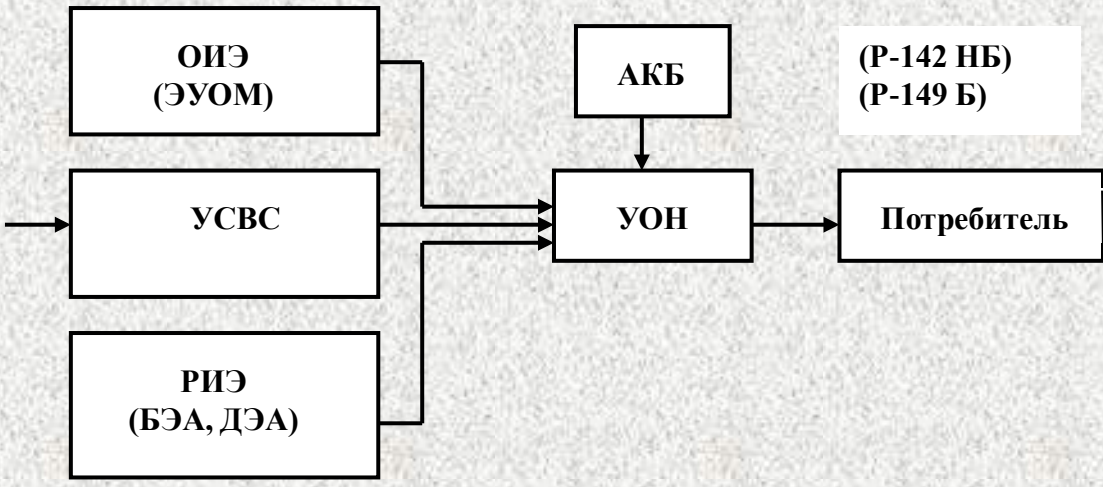
При централизованном электропитании все средства связи нескольких центров (групп) питаются от одного общего источника электрической энергии, что значительно повышает экономичность, уязвимость, удлиняет распределительную сеть и требует наличия ЭПС повышенной мощности.

Принципы построения систем электропитания объектов связи

При выборе СЭП для объектов связи необходимо учитывать следующие основные факторы: задачи, решаемые объектом связи; автономность работы или работа в составе узла связи; продолжительность непрерывной работы.

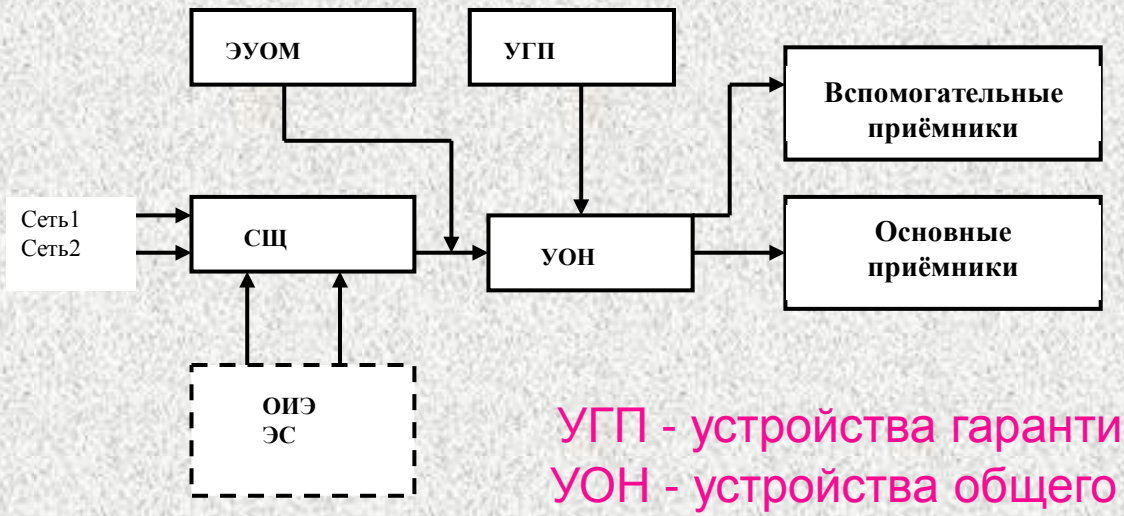
ЭП носимых средств связи

Построение СЭП командно-штабных машин



Особенностью построения СЭП КШМ является то, что необходимо обеспечить электроснабжение аппаратуры КШМ как на стоянке, так и в движении.

Схемы СЭП основных аппаратных и КАС



УГП - устройства гарантированного питания

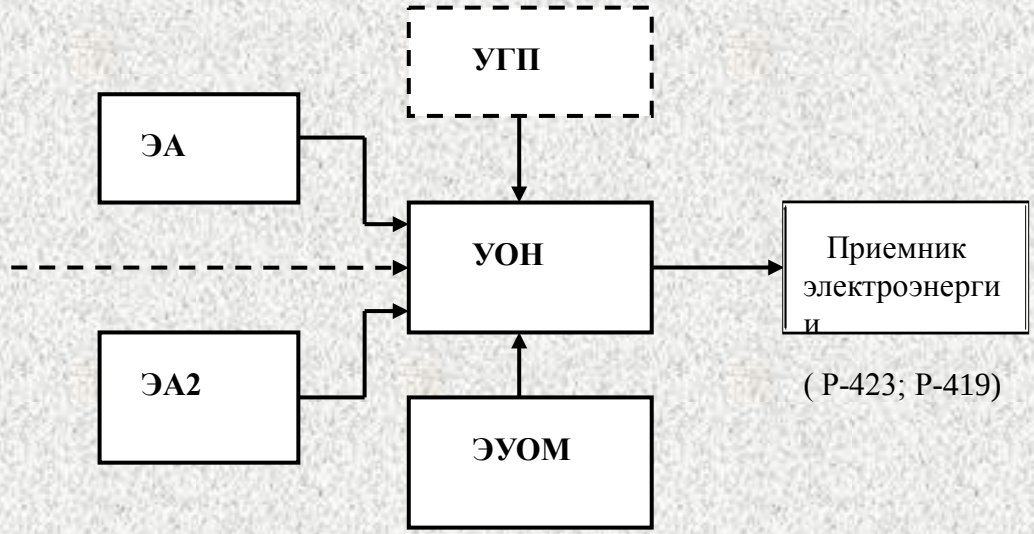
УОН - устройства общего назначения

Электроснабжение основных аппаратных связи (телефонной и телеграфной связи, уплотнения и управления) функционирующих в составах групп, как правило, осуществляется от централизованных источников по двухсетевой схеме электроснабжения.

Для обеспечения современных требований по мобильности узлов и комплектов связи в состав СЭП необходимо обязательное включение ЭУОМ на каждой аппаратной. Наличие ЭУОМ позволяет осуществлять подачу электроэнергии потребителю непосредственно после совершения марша до начала развертывания централизованных электростанций и силовой кабельной сети.

В состав УОН входят типовые блоки: БКРЗ-М – (блок коммутации распределения и защиты); БПА - Д – (блок питания аппаратуры); БПСЖ – (блок питания системы жизнеобеспечения); БЗ-12/24 - (блок заряда АКБ).

Системы электропитания радиорелейных, тропосферных радиостанций и станций космической связи



(Р-423; Р-419)

СЭП военных передвижных автомобильных радиорелейных и тропосферных станций являются автономными, и обладают рядом особенностей:

независимость от внешних источников станции (предназначены для построения магистралей, ответвлений и располагаются вне пунктов управления); относительно большая энергоемкость (поэтому СЭП строятся на основе переменного тока); повышенная эксплуатационная надёжность всех элементов СЭП и способность к длительной непрерывной работе. Это обуславливается тем, что отказ любой станции в составе магистрали приводит к нарушению работы всей магистрали.

Отличие СЭП радиостанций средней мощности состоит:

- отсутствие УГП, ввиду большой потребляемой мощности;

- наличие только одного основного ИЭ;

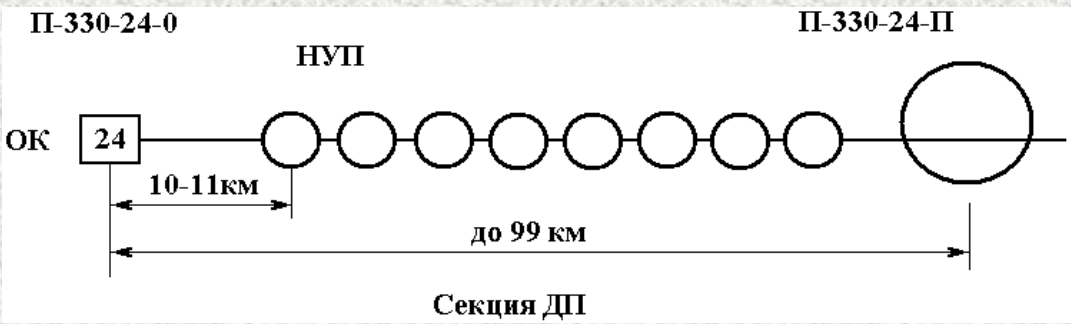
- для работы в движении может вводиться резервный ЭА (например, АБ-8 в Р-161 -А2М).

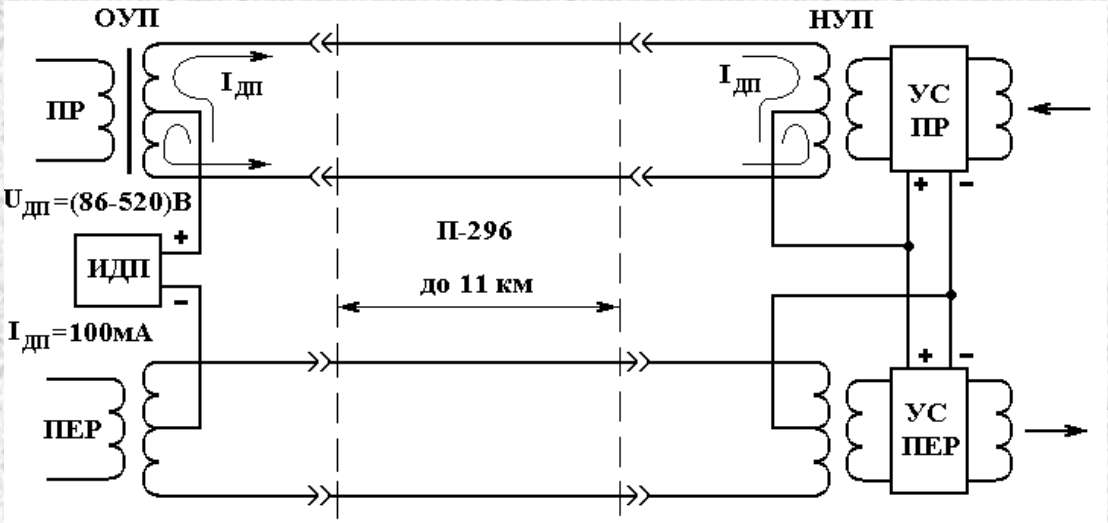
СЭП со станций космической связи аналогична СЭП РР и ТР станций за исключением УГП.

Основной и резервный источник в СЭП искусственного спутника -ретранслятора – солнечная батарея, работающих в буфере с аккумуляторными батареями.

Основу солнечной батареи составляют вентильные фотоэлементы с внутренним фотоэлементом, генерирующие ЭДС под воздействием светового излучения. На ретрансляторе используются кремниевые фотоэлементы, КПД которых около 14%, а ЭДС с 1 см^2 активной площади составляет 0,8 - 0,9 В.

Построение СЭП линий связи большой протяженности





Дистанционное питание осуществляется по фантомным цепям четвёрки симметричного кабеля П-296 по системе "провод–провод".

На кабельных линиях связи большой протяженности используется дистанционное питание необслуживаемых усилительных пунктов – (НУП) на магистралях, уплотнённых аналоговыми системами передачи (АСП) или необслуживаемых регенерационных пунктов (НРП) на магистралях, уплотненных цифровыми системами передачи (ЦСП).

Например, при общей протяженности магистралей около 1000 км, образованное с помощью комплекса средств МКС "АЗУР" П-330 по кабелю П-296 общее число НУП составляет около 90 штук. Электропитание усилителей НУП осуществляется дистанционно по искусственным цепям рабочих цепей кабеля от оконечных и промежуточных станций. На секции ДП может быть включено до 8 НУП, оконечная станция обеспечивает питание до 4-х НУП, промежуточная до 4 НУП в каждую сторону

Перспективные направления развития устройств и систем электроснабжения военного назначения

Основными первоисточниками электропитания военных подвижных объектов и узлов связи на ближайшее будущее по-прежнему остаются электроагрегаты с приводными двигателями внутреннего сгорания

Перспективными направлениями совершенствования передвижных электроагрегатов являются: использование высокооборотных, короткоходных многотопливных двигателей внутреннего сгорания массовых серий (автомобильных, тракторных и специальных); использование маховичных генераторов переменного и постоянного тока со статическими системами автоматического регулирования выходного напряжения; обеспечение устойчивой параллельной работы электроагрегатов между собой и с государственными электросетями; разработка бесконтактных типовых схем управления электроагрегатами в объеме второй степени автоматизации; разработка и промышленное освоение выпуска ряда специальных встраиваемых электроагрегатов и агрегатов отбора мощности; тщательная организационная и эксплуатационно-техническая отработка вопросов удобства проведения войсковой технической эксплуатации.

Много может дать совершенствование таблеточных щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов, обеспечивающих высокие удельные показатели, и вследствие простой технологии низкую себестоимость изготовления

К числу новых и весьма перспективных типов первичных источников электропитания следует отнести: топливные элементы и батареи; солнечные элементы и батареи; термоэлектрические преобразователи; атомные батареи.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить общие характеристики систем электропитания

Литература:

1 Калугин Н.Г. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования/ Н.Г. Калугин; под редакцией Е.Е. Чаплыгина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – С.167-179.
2 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С.312-342, 350-353.

Тема №5

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Занятие № 29, групповое

РАСЧЕТ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ УЗЛА СВЯЗИ

Цель: изучить принцип расчёта систем электропитания средств связи

Учебные вопросы:

1 Методика расчета систем электропитания узлов связи

2 Вопросы резервирования и надежности в системе электроснабжения

Методика расчета систем электропитания узлов связи

Порядок расчёта СЭП следующий:

- определение количества и состава групп аппаратных (станций), для электропитания которых будут выделяться ЭПС;

- выбор аппаратных (станций) с двухлучевой схемой питания; распределение по подгруппам аппаратных (станций) в зависимости от рода питающих токов и напряжений;

- расчёт суммарной потребляемой мощности каждой группой аппаратных (станций);

- обоснование количества и типов основных и резервных источников электропитания;

- расчёт распределительной сети;

- разработка структурной схемы системы электропитания узла связи.

Определение количества групп электропитания начинается с тщательного анализа организационно-технической структуры узла связи и его размещения на местности, возможностей ЭПС, применяемых на узлах связи. Цель анализа – найти количество групп аппаратных (L) в составе узла связи, которые в соответствии с размещением на местности могут быть подключены к одной, общей для них, электропитающей станции имеющимися в комплекте аппаратных электропитающими кабелями.

Обычно при рассредоточенном размещении УС выделяются в отдельной группы электропитания аппаратные МЧ узла связи, элементов основной части УС, а также вынесенных групп.

После расчёта групп электропитания в каждой из них определяются аппаратные, которые необходимо запитать по двухлучевой схеме

Выделяются аппаратные, перерывы питания которых недопустимы. К ним можно отнести: аппаратные телефонной, телеграфной засекреченной связи и отдельные приёмные машины, задействованные для связей на важнейших направлениях; аппаратные, используемые на линиях приёма каналов от технической части УС, средства автоматизации управления войсками, аппаратные автоматической и полуавтоматической коммутации каналов и сообщений.

В каждой из указанных групп необходимо также выделить аппаратные, различающиеся токами и напряжениям (220 В или 3-ех фазное 380 В).

Расчёт суммарной потребляемой мощности

Для основного нормального режима работы при расчёте за основу берется полная (максимальная) мощность, потребляемая аппаратной

$$P_{\max} = P_{ас} + P_{сжо}$$

Для аварийной ситуации при расчёте принимается минимально необходимая мощность, т. е. мощность, потребляемая только основным оборудованием $P_{a\,min}$=Рас.

При этом необходимо иметь в виду, что в составе полевых УС применяются аппаратные с совместным и раздельным питанием аппаратуры связи и средств жизнеобеспечения. В аппаратных с совместным питанием (комплексы «Зарево», «Восход», «Топаз», «Перечёт») питание всего оборудования (аппаратуры связи и средств жизнеобеспечения) осуществляется от ЭПС, подключенной к разъему «Сеть 1». К разъёму «Сеть 2» может быть подключен резервный источник, но энергия его в нормальном режиме не используется. Переключение оборудования аппаратной с «Сети 1» на «Сеть 2» обеспечивается автоматически при аварии питания на линии «Сеть 1» (пропадание или понижение напряжения ниже нормы). Причём на «Сеть 2» переключаются все приемники электроэнергии аппаратной, которые питались от «Сети 1». Отключение, например, калорифера для уменьшения потребляемой мощности в этом случае может быть произведено вручную. Для таких аппаратных приводятся величины потребляемых мощностей

Pmax=Рас + Ркал и Pmin=Рас

В аппаратных с раздельным питанием (комплексы «Знамя», «Интерьер», «Поиск») питание аппаратуры связи осуществляется от ЭПС, подключённой к полумуфте «Сеть 1», а средств жизнеобеспечения – от ЭПС, подключённой к «Сети 2». При нарушении режима питания или пропадании напряжения по «Сети 1» автоматически отключаются средства жизнеобеспечения от «Сети 2» и вместо них подключается аппаратура связи. Устройства жизнеобеспечения после этого могут быть снова подключены к «Сети 2» вручную, если позволяет мощность источника.

Для этих аппаратных в ТТХ приводятся величины потребляемых мощностей

$$P_{\max} = P_{c1} + P_{c2} = P_{ac} + P_{сжо} \qquad P_{\min} = P_{ac}$$

Из сказанного следует, что в нормальном режиме питание аппаратных с совместным питанием (первого типа) может осуществляться от одного (основного) источника, подключенного к «Сети 1», а аппаратных с раздельным питанием (второго типа) – от двух источников (один подключается к «Сети 1», а другой – к «Сети 2»). В первом случае для обеспечения двухлучевого питания необходим резервный источник, который подключается к «Сети 2», работает одновременно с основным, но энергия его в нормальном режиме не используется, а остаётся в запасе до подключения к нему потребителей при аварии «Сети 1», т. е.

$$P'_{c1i} = P'_{ai\max} = P_{aci} + P_{калi}$$

Во втором случае питание аппаратной обеспечивается от двух источников, которые одновременно работают на нагрузку – первый («Сеть 1») питает аппаратуру связи, второй («Сеть 2») – средства жизнеобеспечения. Второй источник является резервным для аппаратуры связи, которая автоматически подключается к нему при аварии «Сети 1» вместо средств жизнеобеспечения:

$$P''_{c1jн} = P''_{acj}, P''_{c2jн} = P''_{сжоj}$$

Очевидно, что в аварийном режиме, когда потребители переключаются на «Сеть 2», для аппаратных с совместным питанием мощность от резервного источника будет равна мощности, которая потреблялась от основного по «Сети 1», т.е.

$$P'_{c2ав} = P'_{c1iаа} = P'_{acі} = P'_{кал}$$

Уменьшить её можно, отключив вручную калорифер.

Для аппаратных с раздельным питанием мощность по «Сети 2» изменится на величину мощности, потребляемой аппаратурой связи, так как вместо средств жизнеобеспечения к «Сети 2» подключается аппаратура связи:

$$P''_{c2jав} = P''_{acj} + P''_{сжо}$$

В выражениях P’c1iн (P’c2iн) , P’c2iав – мощность, потребляемая оборудованием аппаратной с совместным питанием по «Сети 1» («Сети 2»), в нормальном и аварийном режимах. Для обоснования выбора ЭПС необходимо определить суммарную потребляемую мощность по «Сети 1» и «Сети 2» в нормальном и аварийном режимах.

Если в группе имеется n аппаратных с совместным и m – с раздельным питанием, то суммарная мощность, потребляемая группой в нормальном режиме (Ргрн), составляет:

$$P_{грн} = P_{c1н} + P_{c2н}$$

$$P_{c1н} = \sum_{i=1}^{n} P'_{c1iн} + \sum_{j=1}^{m} P''_{c1jн} = \sum_{i=1}^{n} (P'_{c1i} + P'_{кал1i}) + \sum_{j=1}^{m} P''_{acj};$$

$$P_{c2н} = \sum_{j=1}^{m} P''_{c2jн} = \sum_{j=1}^{m} P''_{сжоj}$$

Запас мощности, который необходим в аварийном положении для двухлучевого питания, рассчитывается по формуле:

$$P_{грав} = P_{c2ав}$$

Если в группе двухлучевым питанием обеспечивается n аппаратных с совместным и m с раздельным питанием, то

$$P_{c2ав} = \sum_{i=1}^{n} P'_{c2iаа} + \sum_{j=1}^{m} P_{c2jаа} = \sum_{j=1}^{m} P''_{c2jаа} = \sum_{i=1}^{n} (P'_{acі} + P_{калі}) + \sum_{j=1}^{m} (P''_{acj} + P''_{сжоj})$$

При отключённых калориферах

$$P_{c2ав} = \sum_{i=1}^{n} P'_{acі} + \sum_{j=1}^{m} (P''_{acj} + P''_{сжоj})$$

Анализ потребляемых аппаратными (с раздельным питанием) мощностей показывает, что для большинства из них справедливо соотношение

$$P_{acj} \cong P_{сжоj}$$

Следовательно, для таких аппаратных запаса мощности источника питания для обеспечения двухлучевого питания практически не требуется. Запас мощности в основном определяется потребностями для двухлучевого питания аппаратных с совместным питанием.

При наличии на УС N групп аппаратных суммарная потребляемая им мощность (Р`ус) определяется суммированием мощности, необходимой для нормальной работы (Рн), и в аварийном режиме (Рав), т.е.

$$P'_{УС} = \sum_{i=1}^{N} P_{грні} + \sum_{i=1}^{N} P_{граві} = P_н + P_{ав}$$

При определении количества и типов источников питания (Мо) основными данными являются: суммарная мощность, потребляемая аппаратными (станциями) в нормальном режиме всеми группами аппаратных (Рн) и каждой группой в отдельности (Ргр н), номинальная мощность источников питания (Рэпс), количество выделенных групп (N).

При групповой системе электропитания, как известно, на каждую группу выделяется электропитающая станция. Следовательно, количество основных источников (Мо) равно количеству групп, т. е. Мо=N.

Рэпс $\geq$ Ргр н

Аналогично определяет количество резервных источников (Мр).

Очевидно, что в этом случае на каждую группу потребуется по два источника и общее их число будет M=2N.

Однако на полевых узлах связи выделить два источника питания на каждую группу не представляется возможным. При ограниченном количестве ЭПС один резервный источник может выделяться на 2, 3 группы. Его мощность должна быть не меньше суммарной мощности, потребляемой этими группами в аварийном режиме, т. е.

$$P_{эпср} \geq P_{грав1} + P_{грав2} + P_{грав3}$$

Наиболее типично для полевых узлов связи применение в качестве резервных основных источников питания соседних групп. Так, например, на две группы выделено по одной ЭПС.

ЭПС первой группы является в своей группе основной, т.е. подключается к «Сети 1» аппаратных первой группы, а для аппаратных второй группы запитанных по двухлучевой схеме, – резервной и подключается к «Сети 2» этих аппаратных. Аналогично используется ЭПС второй группы. Тип ЭПС в этом случае определяется условием

$$P_{эпс1} \geq P_{гр1н} + P_{грав2}$$

Распределительная сеть рассчитывается с целью определения допустимой длины кабелей электропитания и их количества, а также типов и количества распределительных устройств, необходимых для развертывания СЭП.

Допустимая длина электропитающих кабелей рассчитывается по формулам:

для приемников однофазного тока

$$l_{доп} \le \frac{S_{пр}\gamma U_{ген}^2 \Delta U\%}{200 P_н к}$$

для приемников трехфазного тока

$$l_{доп} \le \frac{S_{пр}\gamma U_{ген}^2 \Delta U\%}{100\sqrt{3} P_н к \cos\varphi}$$

где Sпр – сечение электропитающего кабеля; ϒ – проводимость материала электропитающего кабеля; (Uген – напряжение генератора; Рн – мощность нагрузки (аппаратной, станции); k – коэффициент; учитывающий поверхностный эффект и эффект близости.

При сечении провода Sпр =2,5...16 мм2 и частоте тока *f*=50 Гц k=1,33

При сечении провода Sпр =2,5...16 мм2 и частоте тока f=50 Гц k=1,33.

Расчёты показывают, что для аппаратных с потребляемой мощностью 2 кВт, питающихся однофазным током напряжением 220 В, при Uген =230В и ΔU=10% максимально допустимая длина кабеля КРПТ-3 х 2,5 составляет 188,5 м; при Рн=3 кВт –Lдоп = 125,6 м;

при Рн=4 кВт– Lдоп = 94,25 м. Примерно в два раза увеличивается Lдоп для потребителей трёхфазного тока напряжения 220 В, а также при повышении напряжения питания до 380 В для потребителей одно- и трёхфазного тока.

Вопросы резервирования и надёжности в системе электроснабжения

На узлах связи устанавливаются автономные системы электропитания трёх категорий. Первая категория соответствует среднему времени наработки на отказ – 6000 ч, вторая – 1500ч, третья – 300...500 ч. Эти показатели обеспечиваются, в первую очередь, определённым сочетанием и применением резервных источников электроэнергии. В многомашинной группе обеспечиваются показатели надежности по первой категории, в маломашинных – по второй и третьей категориям.

Система электропитания первой категории надежности может быть реализована по двухлучевой схеме с двумя одновременно работающими источниками (электростанциями) при нагруженном резерве и наличии дополнительного холодного резерва (неработающие электроагрегаты) электростанций. При этом переключение на резервное электропитание производится автоматически с перерывом не более 0,1 с. Такие системы применяются для питания связи, средств засекреченной телеграфной и телефонной связи, средств управления и средств автоматизированного управления войсками.

Одной из самых действенных мер обеспечения устойчивой работы средств автоматизированного управления войсками является раздельное питание основной аппаратуры и средств жизнеобеспечения.

Средства жизнеобеспечения питаются от источника через ввод СЕТЬ 2. Ввод СЕТЬ 1 служит для питания основной аппаратуры аппаратных. При этом необходимо иметь два источника электроэнергии (двухлучевое питание). При выходе из строя источника электроэнергии «Сеть 1» электропитание основной аппаратуры автоматически переключается на питание от источника «Сеть 2» и Питание средств жизнеобеспечения при этом отключается.

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ:

изучить принцип расчёта систем электропитания средств связи

Литература:

1 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов/ В.М. Бушуев, В.А. Деминский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – С.342-350.