

Инж. Е. М. ПЕТРУШЕВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДИРИЖАБЛЯ



ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА

1935

ЛЕНИНГРАД

Инж. Е. М. ПЕТРУШЕВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДИРИЖАБЛЯ

Под редакцией ст. инж. ЦАГИ
С. И. Сыромятникова

*Утверждено в качестве учебного пособия
для Дирижаблестроительного института
Управлением учебных заведений Аэрофлота*



НКТП ОНТИ СССР

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ АВИАЦИОННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА

1935

ЛЕНИНГРАД

Книга в популярной форме знакомит со всеми элементами электрооборудования дирижаблей, подробно останавливаясь на конструкции отдельных агрегатов и приборах оборудования.

Изложение теоретических вопросов увязано с практикой применения электрооборудования на дирижабле.

Вторая часть книги — эскизный проект — дает необходимый материал для разработки проекта электрооборудования дирижабля.

Книга утверждена в качестве учебного пособия при прохождении курса электрооборудования дирижаблей в Дирижаблестроительном институте Аэрофлота, а также рассчитана на технический персонал проектных организаций дирижаблестроения и лиц, участвующих в непосредственной эксплуатации дирижаблей.

Редактор Ф. С. Шаховской.

Техн. редактор А. Н. Савари.

Изд. № 48 Индекс 40-5-2. Тираж 2000. Сдано в набор 19/VI-35 г. Подп. в печать 15/VII-35 г. Формат бумаги 62 × 94. Уч.-авт. лист. 10. Бум. лист. 37 $\frac{1}{3}$ + 1 вклейка. Печатн. знак. в бумажн. листе 110 000 Заказ № 1011. Уполном. Главлита В-22275. Выход в свет август 1935 г.

3-я тип. ОНТИ им. Бухарина. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый труд ни в коей мере не претендует на совершенство и не обладает исчерпывающей полнотой. Цель книги — дать возможность инженерно-техническому персоналу ознакомиться с элементами электрооборудования дирижабля с тем, чтобы более грамотно подойти как к проектированию, так и к монтажу электрических установок дирижабля.

В русской технической литературе по вопросу электрооборудования дирижаблей никаких материалов не имеется, и я беру на себя смелость сделать первый шаг в этом направлении. Как всякий почин, книга может страдать некоторыми неточностями и недочетами, поэтому обращаюсь к читателям с просьбой сообщить мне о всех замеченных недостатках для внесения соответствующих исправлений в последующее издание труда.

Считаю своим долгом принести благодарность инж. Г. С. Попову, любезно предоставившему материал, разработанный НИАИ УКГВФ по эскизному проекту электрооборудования дирижабля, и старшему инженеру ЦАГИ С. И. Сыромятникову, оказавшему мне большую помощь при написании настоящего труда.

Е. М. Петрушев

Москва

1 августа 1934 г.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДИРИЖАБЛЕЙ

ВВЕДЕНИЕ

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДИРИЖАБЛЕЙ

В начале развития дирижаблестроения установилось глубокое предубеждение против применения на дирижаблях электроустановок. Предполагали, что при наличии на дирижабле большого количества проводов, распределяющих электрическую энергию по всем помещениям, будут возможны частые случаи коротких замыканий, обрывов проводов с искрообразованием, выключения рубильников и тому подобные моменты, угрожающие возникновением пожара на дирижабле.

Ф. Цеппелин был очень осторожен в применении на своих первых дирижаблях электрических установок, не допуская даже устройства радиотелеграфа, несмотря на то, что электрификация некоторых элементов на дирижаблях не только облегчила бы дальнейшее совершенствование конструкций их, но и дала бы возможность обслуживающему персоналу находиться в более благоприятных условиях во время полета.

Впоследствии после целого ряда опытов были выработаны некоторые типы специальных арматур для внутреннего освещения дирижабля и агрегатов для обслуживания разного рода установок, причем найден был наиболее безопасный способ монтажа. В настоящее время дирижабли типа Цеппелина максимально электрифицированы надежными и вполне безопасными установками. Увеличение размеров дирижаблей, а отсюда и радиуса их действия требовало разрешить серьезную задачу устройства наиболее комфортабельного и рационального освещения внутренних помещений.

Первые дирижабли, обладающие сравнительно небольшим радиусом действия, особой потребности в освещении внутренних помещений не испытывали, поэтому на этих дирижаблях в первое время вошли в употребление переносные электрические фонари с маломощными лампами, работающими при напряжении в 4,5V. Впоследствии были разработаны типы потолочных (стационарных) и переносных светильников с более мощными лампами накаливания, причем в связи с применением аккумуляторов возросло и напряжение.

На дирижабле LZ-47 электрификация получила уже настолько широкое развитие, что для питания потребителей электроэнергии был сконструирован

и установлен специальный генератор с напряжением в 24V. Количество световых точек для освещения внутренних помещений доходило до 30.

На дирижабле «Бодензее» (1920 г.) количество световых точек достигает уже 47 при максимальной силе света примененных ламп в 50 свечей, и, наконец, дирижабль LZ-127 (1928 г.) имеет 64 световых точки с максимальной силой света в 50 свечей. Как можно заметить из приведенных данных, максимальная сила света ламп накаливания для освещения внутренних помещений становится стабильной, что объясняется сравнительно небольшими габаритами помещений дирижабля и светотехническими требованиями к освещению этих помещений.

Мощность ламп на дирижабле „Акрон“ колеблется в пределах от 5 до 50 W, а общая потребляемая мощность равна 1500 W при установленной мощности в 3000 W.

В помещенной ниже таблице приведена мощность ламп, употребляемых в различных помещениях дирижабля.

Наименование помещения	Мощность ламп накаливания W
1. Кают-компания	25—40
2. Моторные гондолы, спальне помещения	10—15
3. Рубка управления:	
а) общее освещение	40
б) стол штурмана	25
в) рабочие места:	
штурвал	} 10—15
приборные доски	
г) отдельные приборы	5
4. Коридоры	10

ГЛАВА I

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ВЫБОР РОДА ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Прежде чем перейти к изложению вопроса об источниках электрической энергии на дирижаблях, необходимо сказать несколько слов о роде тока и принятом напряжении.

Рекомендовать определенные стандарты в данной области пока не представляется возможным, так как практика как заграничная, так и наша, еще не дала окончательного решения, и в каждом отдельном случае приходится подходить, сообразуясь с величиной дирижабля и степенью электрификации его механизмов.

Переменный ток по сравнению с постоянным имеет ряд преимуществ, так например: электромоторы переменного тока значительно легче моторов постоянного тока, переменный ток дает возможность повышать и понижать напряжение при помощи трансформаторов. Однако при применении переменного тока на дирижаблях необходимо дублировать источники питания и усложнять оборудование для обеспечения током установок в аварийных случаях.

При проектировании дирижабля „Акрон“ был разработан вопрос о применении однофазного переменного тока, но от этого пришлось отказаться, так как вес установок и распределительного устройства при переменном токе превысил почти на 50% вес системы постоянного тока при том же напряжении.

Вопрос о применении переменного тока на дирижаблях до сих пор еще окончательно не проработан и требует детального изучения и соответствующих просчетов и оценки.

В данный момент преимущество постоянного тока доказывается только самой практикой, именно — успешным его применением на всех построенных дирижаблях и самолетах; попытки перейти на переменный ток не дали существенных результатов.

Из существующих напряжений в 6, 12, 24, 65 и 115 V наиболее приемлемым для применения на дирижабле является напряжение в 24 V.

Напряжение в 115 V является выгодным в смысле уменьшения сечения проводов, а отсюда и их веса, но нежелательно ввиду повышения пожарной опасности электрических установок дирижабля. Напряжение в 65 и 115 V требует высокой изоляции по сравнению с более низким напряжением и усложняет эксплуатацию установок. Кроме того, при указанных напряжениях размыкание токонесящих устройств создает устойчивую дугу, что повышает пожарную опасность установок.

Напряжение в 6 и 12 V не имеет перечисленных выше недостатков, но при больших габаритах дирижабля требует применения крупного сечения проводов, что влечет за собой увеличение веса всей установки. Поэтому наиболее подходящим к условиям электрооборудования дирижабля следует считать напряжение в 24 V, которое и применяется на большинстве существующих дирижаблей.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, УСТАНОВЛИВАЕМЫЕ НА ДИРИЖАБЛЯХ

Для питания электрической энергией агрегатов электрооборудования дирижабля применяются два типа источников тока: а) динамомашины с приводом от авиационного мотора, ветряка или от собственного первичного двигателя и б) аккумуляторные батареи.

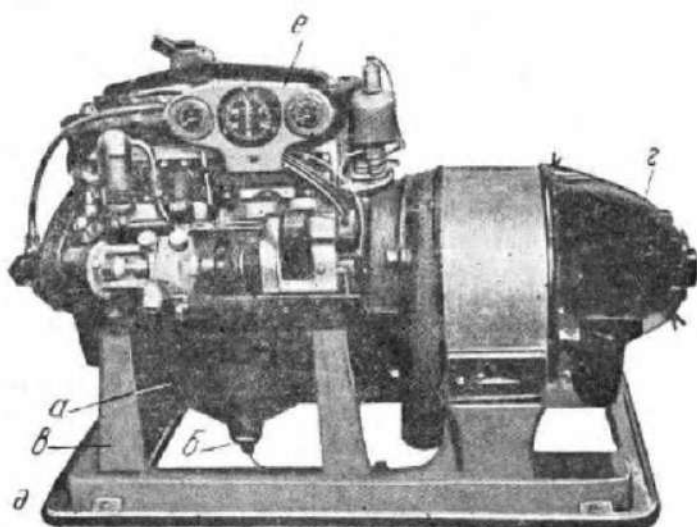
На первых дирижаблях малых кубатур источниками электрической энергии являлись батареи из сухих элементов с напряжением на клеммах батареи в 3—5 V. Батареи располагались или около установки, потребляющей электроэнергию, или представляли собой по конструктивному выполнению одно целое с потребителем (переносные лампы, потолочные плафоны в рубке управления и т. д.).

Установки с сухими элементами, наряду с положительными качествами: отсутствие проводов, быстрая заменяемость, легкий вес, обладали целым рядом недостатков, как то: небольшая емкость, саморазряд, эксплуатационные неудобства. Отмеченные недостатки батарей из сухих элементов заставили обратиться к применению более мощных источников электрической энергии.

На дирижаблях стали устанавливать динамомашины и аккумуляторные батареи. Так, на дирижабле LZ-18 были установлены два генератора, Пер-

вый генератор напряжением в 12 V постоянного тока мощностью в 120 W служил для освещения gondoly дирижабля, второй предназначался для прожектора с дуговой лампой, вследствие чего имел более высокое напряжение в 65 V и мощность 3000 W. Генераторы были установлены в передней моторной gondole и имели ременной привод от мотора. В коридорах дирижабля и в местах, особо опасных в пожарном отношении, были установлены арматуры с сухими батареями, описанными выше.

На дирижабле LZ47 были применены два типа источников питания: аккумуляторы и генераторы постоянного тока. Аккумуляторы установлены



Фиг. 1. Один из генераторов дирижабля „Акрон“.

a — картер кривошипа, *б* — масляный отстойник, *з* — моторная рама, *z* — конус на конце генератора, *д* — рама крепления. На щитке *e* видны измерительные приборы — указатель числа оборотов (тахометр) и два масляных манометра: один входящего масла, другой — выходящего. Охлаждение агрегата воздушное. Вся установка весит около 225 кг.

свинцовые емкостью 14 Ah. Первый генератор — мощностью 300 W, напряжением 24 V, второй — мощностью 3000 W, напряжением 65 V для питания прожектора. Первый генератор, работающий параллельно с аккумуляторной батареей, снабжен регулятором напряжения и минимальным автоматом.

На немецких дирижаблях более поздней постройки („Бодензее“, „Нордштерн“) в основном была принята подобная же комбинация источников питания с той только разницей, что в связи с заменой дуговой лампы прожектора на лампы накаливания стало возможным стандартизировать напряжение. Принятое напряжение у источников питания большинства современных дирижаблей 24 V; мощность генераторов колеблется от 800 до 2500 W,

Привод осуществляется посредством сцепления вала мотора с валом динамомашинны через зубчатую передачу, или в случае установки генераторов в главной гондоле, — посредством ветрянки.

Емкость аккумуляторных батарей возросла до 60 Ah, причем аккумуляторы работают параллельно с генераторами.

На американских дирижаблях „Акрон“ и „Мэкон“ электрическая станция состояла из двух генераторов постоянного тока мощностью по 11 kW, напряжением в 115 V. Каждый генератор имеет привод от специального бензинового двигателя (фиг. 1) и работает попеременно. Таким образом имеется возможность обойтись без аккумуляторной батареи, так как в качестве резерва служит один из агрегатов.

Бензиновый двигатель — четырехцилиндровый, мощностью на валу 20 л. с. с числом оборотов 2100 в минуту, с автоматическим регулятором числа оборотов, предохраняющим двигатель от разноса в случае внезапного сбрасывания нагрузки.

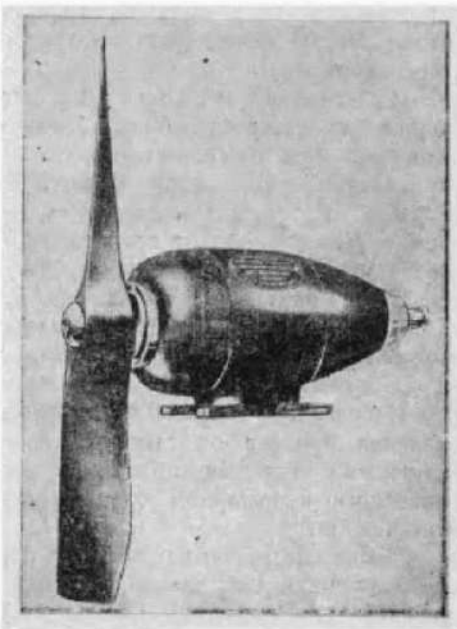
Двигатель и генератор имеют общую раму, на которой крепится также алюминиевый кожух, плотно закрывающий всю установку. Охлаждение достигается посредством специального вентилятора, входящего в конструкцию агрегата. Управление генератором максимально автоматизировано. Генератор имеет регулятор напряжения и минимальный и максимальный автоматы. Вес всей установки весьма небольшой, благодаря тщательно продуманной конструкции и применению материалов с небольшим удельным весом.

Привод для генераторов. Возвращаясь к вопросу привода для генераторов на дирижабле, отметим, что в настоящее время применяются следующие типы установок:

- 1) с приводом от ветрянки,
- 2) с приводом от моторной установки дирижабля,
- 3) с приводом от собственного бензинового двигателя,
- 4) с комбинированным приводом.

Для выбора типа привода, удовлетворяющего условиям работы на дирижабле, рассмотрим преимущества и недостатки каждого из них.

Привод от ветрянки. Ветрянка для привода обычно берется авиационной конструкции с постоянным или переменным шагом (фиг. 2). В комбинированных установках ветрянка снабжается соединительной муфтой и



Фиг. 2. Привод от ветрянки с постоянным шагом.

тормозным устройством, позволяющим закреплять ветрянку во время работы на вал генератора второго двигателя.

Недостатки генератора с приводом от ветрянки заключаются в следующем: 1) если скорость дирижабля мала или равна нулю, то генератор бездействует; 2) ветрянка обладает вредным лобовым сопротивлением, что снижает скорость полета дирижабля. К преимуществам их надо отнести следующее: 1) возможность получения большого числа оборотов без применения дополнительных передач (обычно от 4000 до 6000 об/мин), что позволяет уменьшить вес генератора; 2) хорошие условия охлаждения генератора.

Так как дирижабль должен быть обеспечен электроэнергией независимо от скорости хода корабля, то привод от ветрянки, несмотря на его достоинства, не может быть рекомендован в качестве единственного привода генератора.

Привод от моторной установки. Привод от моторной группы дирижабля имеет следующие основные недостатки: 1) в случае остановки двигателя при свободном полете дирижабля, при стоянке на причале или при аварии двигателя прерывается снабжение электрической энергией всего корабля; 2) условия охлаждения генератора значительно хуже, чем в первом случае (привод от ветрянки); 3) двигатель должен иметь специальные соединительные устройства (зубчатую передачу, муфту или ременный привод) для приведения во вращение генератора (фиг. 3).

К преимуществам данной установки относится уменьшение веса и уничтожение лобового сопротивления, неизбежного при установке генератора с приводом от ветрянки.

Привод от индивидуального двигателя. Недостатки применения привода от самостоятельного бензинового двигателя (фиг. 4) заключаются главным образом в увеличении веса установки, увеличении опасности в пожарном отношении и необходимости постоянного ухода за установкой.

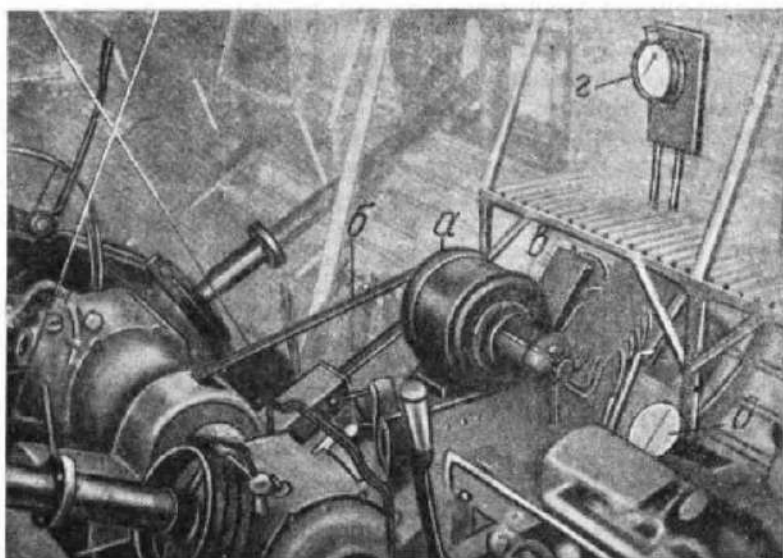
Преимущества этого привода перед остальными выражаются: 1) в обеспечении дирижабля электроэнергией независимо от того, движется ли дирижабль или стоит на причале; 2) безотказности в работе при соответствующем уходе и наблюдении; 3) в легкости поддержания постоянства напряжения генератора.

Этот привод может быть рекомендован для установки на дирижабле, но при условии разработки специального типа агрегата, наиболее отвечающего требованиям и условиям работы на дирижабле.

Что касается пожарной опасности, то она соответствующими мероприятиями может быть сведена до минимума.

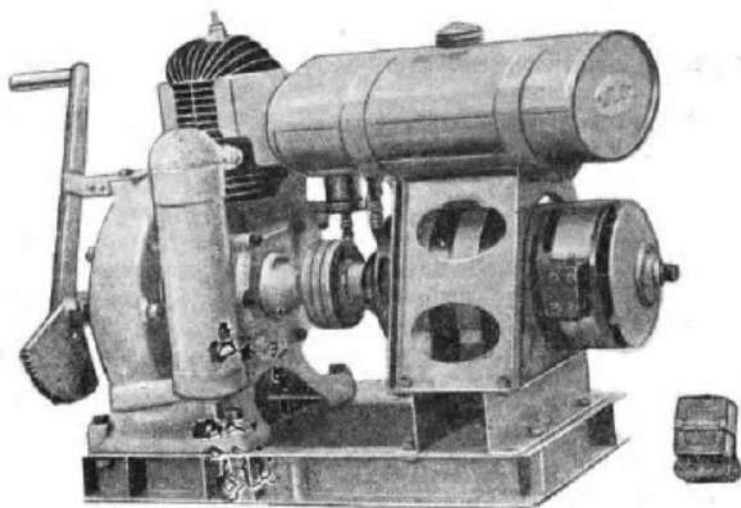
В качестве индивидуального двигателя применяют двухтактный бензиновый двигатель, который по сравнению с четырехтактным двигателем той же мощности имеет значительно меньший вес и габаритные размеры. Кроме того, двухтактный двигатель проще по конструкции, чем четырехтактный, и не имеет механизма газораспределения, отказ в работе которого (заедание клапанов) может послужить причиной пожара.

Во избежание вибрации желательнее иметь двигатель горизонтального типа с двумя цилиндрами, расположенными под углом 180° один по отношению к другому.



Фиг. 3. Электрическая станция, расположенная в моторной гондоле. Генератор имеет привод от бензинового авиационного двигателя (основного).

a — генератор закрытого типа, *б* — ременный привод, *в* — распределительный щиток, *г* — амперметр, *д* — вольтметр.



Фиг. 4. Бензино-электрический агрегат 2,5 kW, 24 V, постоянного тока, 3000 об/мин.

После определения мощности генератора к нему подбирают бензиновый двигатель.

При выборе мощности бензинового двигателя необходимо учесть следующие моменты: 1) мощность двигателя должна соответствовать номинальной мощности генератора; 2) возможно понижение мощности бензинового двигателя вследствие износа отдельных его частей, например при износе поршневых колец; 3) бензиновый двигатель не выдерживает перегрузок (при перегрузке он уменьшает число оборотов).

Комбинированный привод. Этот привод обычно объединяет два или несколько описанных выше приводов; принцип его действия состоит в переключении вала генератора посредством специальной муфты с одного привода на другой, если этого требует обстановка.

Ввиду сложности указанных устройств комбинированный привод употребляется очень редко; для решения вопроса об его применении рекомендуется произвести детальную и тщательную проверку выгодности данной установки при всех режимах работы дирижабля.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИСТОЧНИКАМ ПИТАНИЯ

Тактико-технические требования, предъявляемые к источникам питания, устанавливаемым на дирижаблях, сводятся к следующему:

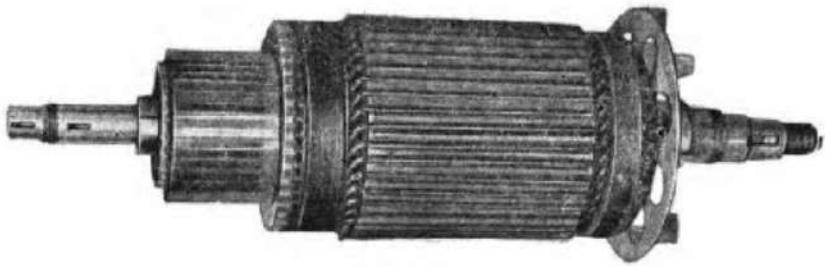
- 1) источник электрической энергии должен обладать небольшим весом и малыми габаритными размерами;
- 2) в своей конструкции он должен иметь газонепроницаемый кожух и быть по своей работе взрывобезопасным;
- 3) генераторы должны иметь привод, обеспечивающий безотказную и надежную работу;
- 4) клеммные соединения и выводы проводов должны быть хорошо изолированы; желательно применение газонепроницаемых штепсельных соединений;
- 5) на работу двигателя генератора не должно влиять изменение высоты полета;
- 6) установка должна иметь приборы и аппараты, максимально облегчающие контроль и обслуживание электрической станции.

ДИНАМОМАШИНА И ЕЕ УСТРОЙСТВО

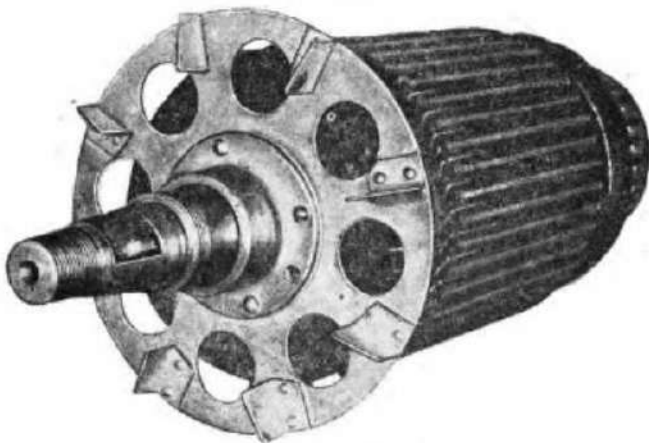
Динамомашинной называется такой электромеханизм, в котором механическая мощность вращения при посредстве электромагнитной индукции превращается в электрическую мощность. Электрическая машина, вырабатывающая постоянный ток, называется генератором постоянного тока.

В основном генератор состоит из двух частей: якоря с коллектором (фиг. 5 и 6) и магнитной системы (фиг. 7 и 8). Якорь представляет собой железный цилиндр (собранный из листового железа) с наложенной на него медной изолированной обмоткой, в которой при вращении якоря в магнитном поле индуцируется электродвижущая сила.

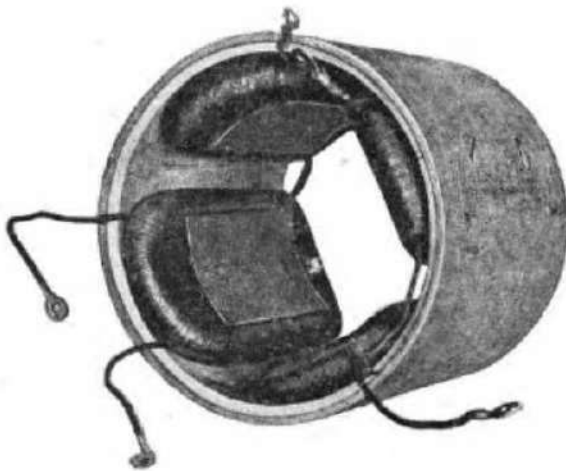
В генераторе эта э. д. с. якоря и служит источником тока, который отдается машиной во внешнюю сеть для освещения или других целей.



Фиг. 5.



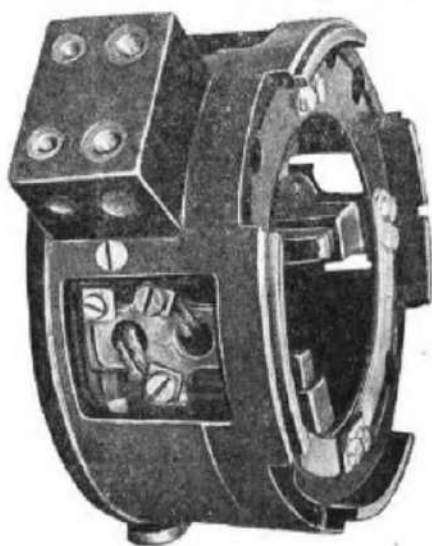
Фиг. 6. Якорь динамашины.



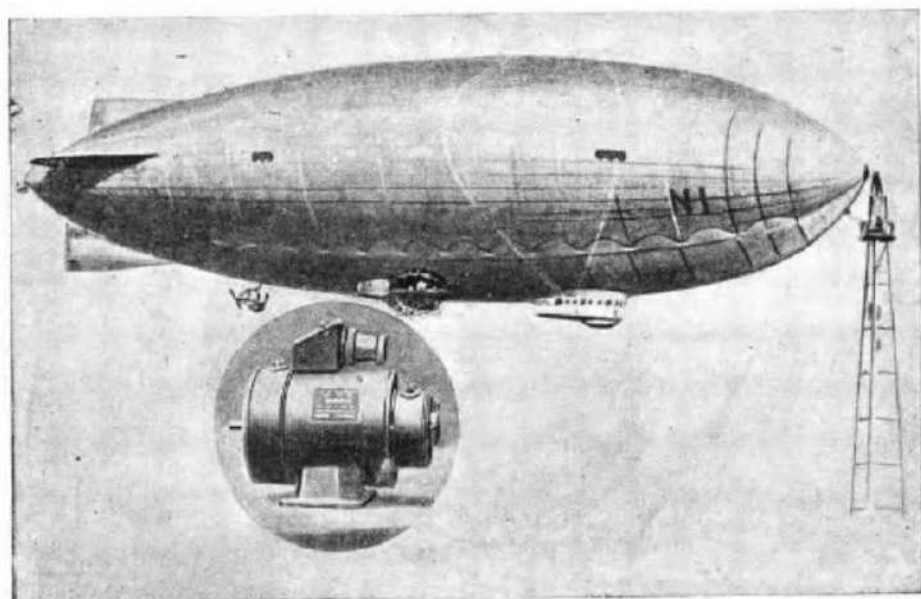
Фиг. 7. Статор с катушками электромагнитов.

Коллектор служит для выпрямления тока и для отвода тока из якоря во внешнюю сеть через «налегающие» на коллектор неподвижные щетки (угольные или медные).

Магнитная система состоит из железных (или стальных) полюсных сердечников, укрепленных на остова (ярме) машины (также стальном или чугунном). Между полюсами располагается якорь. На полюсные сердечники надеваются магнитные катушки (медная изолированная обмотка полюсов), через которые пропускается ток или от постороннего источника тока, или от якоря самой машины (в случае генератора, работающего с самовозбуждением). Созданный обмоткой возбуждения магнитный поток из сердечников магнитов проходит через воздушный зазор и железо якоря машины, отсюда опять через воздушный зазор в сердечник другого полюса и далее замыкается через ярмо машины в первый сердечник полюса.



Фиг. 8. Магнитная система.

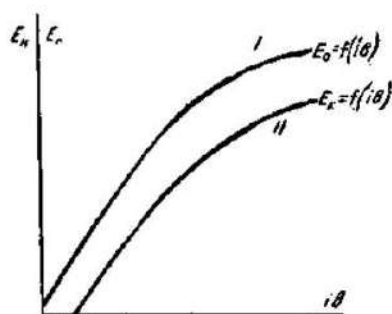


Фиг. 9. Дирижабль «Норвегия» и установленный на нем генератор.

На дирижаблях обычно устанавливают шунтовые динамомашины (фиг. 9), т. е. такие машины, у которых обмотка возбуждения включена параллельно с обмоткой якоря. На фиг. 10 представлена схема шунтовой динамомашины.

Что касается напряжения на зажимах генератора, то оно бывает различно и колеблется от 115 до 15 В в зависимости от коммутационной схемы тока на дирижабле и выбора проектирующим величины рабочего напряжения. Величина мощности генератора бывает различна и зависит от величины дирижабля и степени электрификации всех его механизмов; как показывает практика, она может колебаться от 300 W до 11 kW.

На подробном описании генераторов в 115 В постоянного тока мы не останавливаемся, так как полагаем, что они знакомы изучающему



Фиг. 10. Схема шунтовой динамомашины.

Фиг. 11. Характеристика динамомашин: I — характеристика холостого хода, II — нагрузочная характеристика.

электрооборудование дирижаблей из курса электрических машин. По своей конструкции эти машины не представляют каких-либо особенностей, если не считать выполнение машины взрывобезопасной и облегченной по весу за счет применения металлов с малым удельным весом.

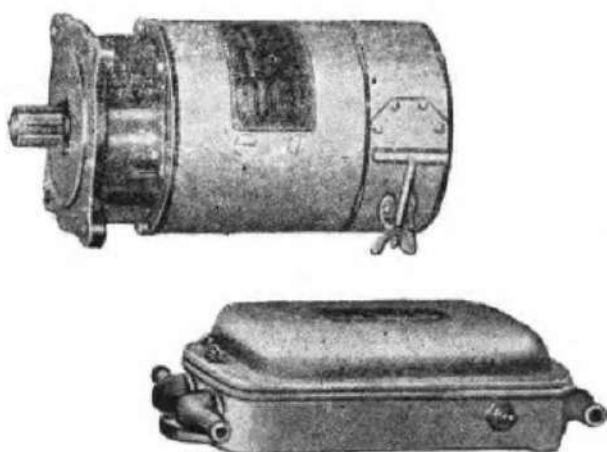
Характеристики динамомашин в 115 В приведены на фиг. 11, где кривая I представляет собой зависимость клеммового напряжения генератора от тока возбуждения [$E_o = f(i_a)$] при холостом ходе машины. Кривая II выражает зависимость напряжения машины от тока возбуждения [$E_k = f(i_a)$] при некоторой нагрузке, которую считаем постоянной. Из анализа кривой II видим, что с уменьшением тока возбуждения уменьшается и клеммовое напряжение генератора.

Из низковольтных динамомашин рассмотрим генератор фирмы Эклипс. Генератор „Эклипс“ представляет собой четырехполюсную шунтовую динамомашину закрытого типа без дополнительных полюсов (фиг. 12 и 13).

Генераторы „Эклипс“ выпускаются с приводом от главного мотора или с приводом от ветрянки; в последнем случае генератору придается

удобообтекаемая форма, вес его меньше, но число оборотов якоря больше по сравнению с генератором, приводимым в движение от мотора. Фирма Эклипс изготавливает генераторы со следующими данными:

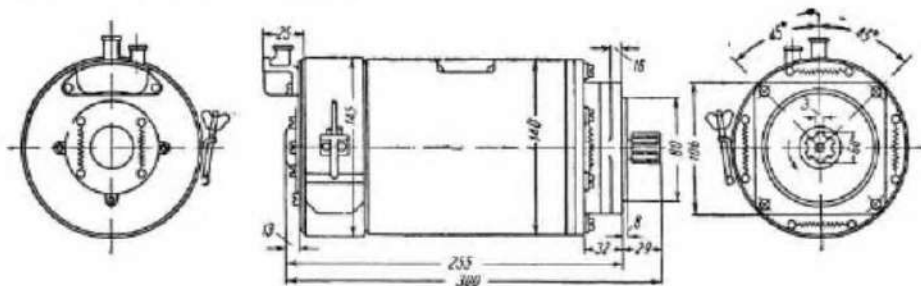
Тип генератора	Мощность W	Напряжение, V	Сила тока A	Число об/мин	Вес кг	Род привода
E3	750	15	50	2250	14,5	} От главного мотора
D1	375	15	25	2250	9,06	
G1	225	15	15	2250	6,8	
—	375	15	25	3000	8,15 ¹	От ветрянки



Фиг. 12. Генератор „Эклипс“ 15 V, 15 A. Внизу — регулятор напряжения.

держивать без какого-либо повреждения временную перегрузку, превышающую на 40% нормальную мощность.

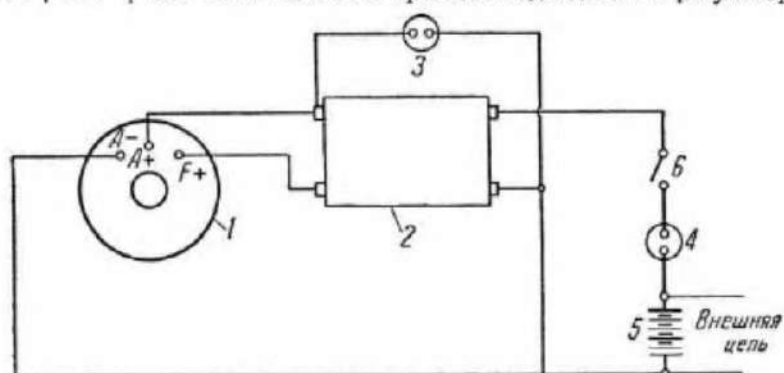
Генератор с приводом от мотора устанавливается на особой площадке и сцепляется посредством шестиполюсного вала с распределительным механизмом мотора. Динамомашинна имеет фланец, которым крепится к площадке четырьмя болтами. Эластичное пружинное соединение между приводным валом генератора и якорем поглощает все толчки и мгновенные напряжения, которые могут быть при работе мотора. Все генераторы „Эклипс“ способны вы-



Фиг. 13. Чертеж генератора „Эклипс“.

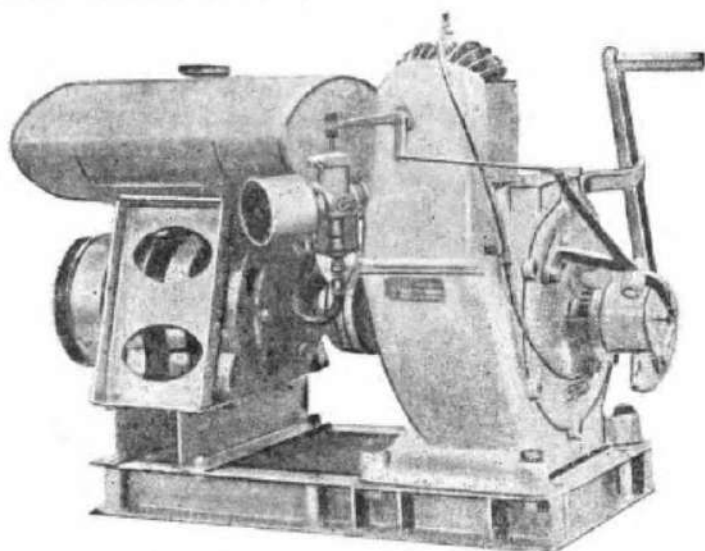
¹ Вес указан вместе с ветрянкой.

Принципиальная схема включения генератора представлена на фиг. 14. Клеммная коробка генератора имеет три зажима, помеченных знаками $A-$, $A+$ и $F+$. От этих зажимов провода подводятся к регулятору на-



Фиг. 14. Принципиальная схема включения генератора: 1 — генератор, 2 — регуляторная коробка, 3 — вольтметр, 4 — амперметр, 5 — аккумуляторная батарея, 6 — выключатель.

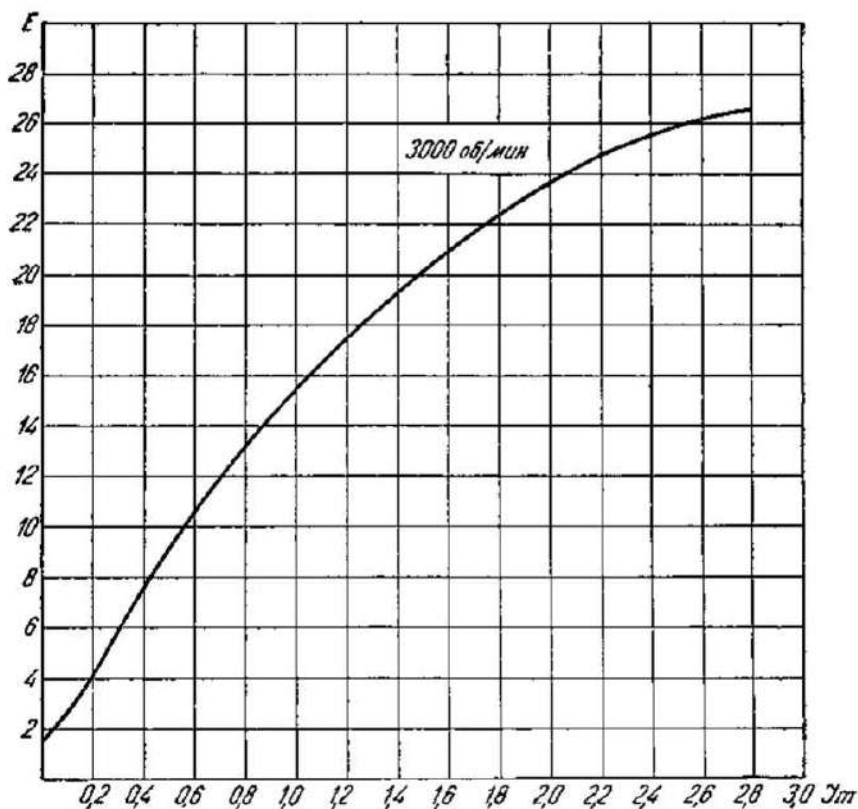
пряжения, принцип действия которого и назначение будут описаны ниже. Буквы $A+$ и $A-$ соответствуют знакам $+$ и $-$ якоря, а $F+$ соответствует одному из концов обмотки возбуждения, другой конец которой соединен внутри машины с зажимом $A-$.



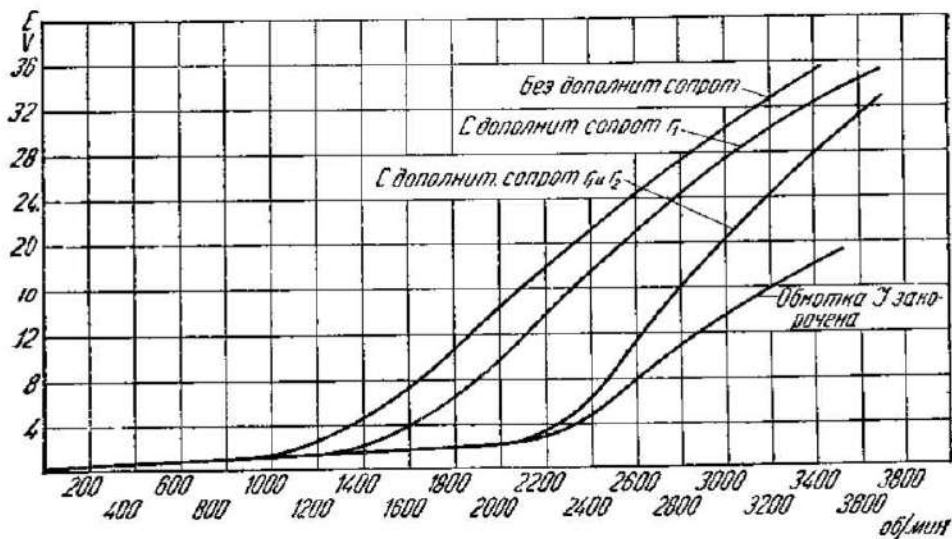
Фиг. 15. Бензино-электрический агрегат.

Кроме фирмы Эклипс, авиационные электрические машины изготовляют также фирмы Сименс-Шуккерт, AEG и др.

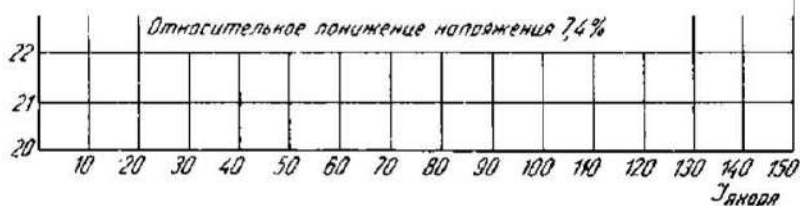
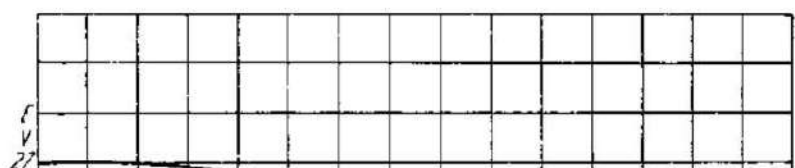
В качестве примера рассмотрим бензино-электрический агрегат (фиг. 15),



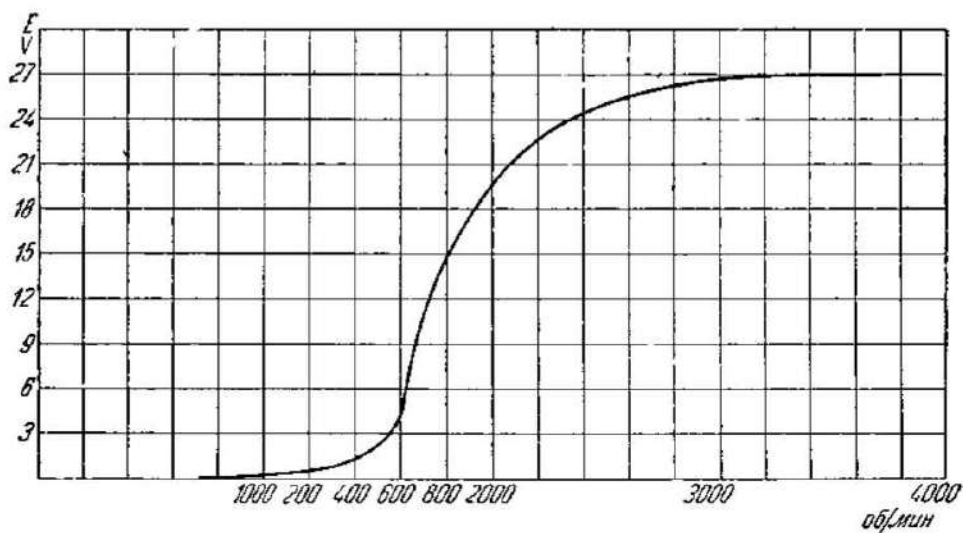
Фиг. 16. Характеристика холостого хода



Фиг. 17. Зависимость напряжения при холостом ходе от скорости вращения генератора.



Фиг. 18. Внешняя характеристика при работе с регулятором напряжения.



Фиг. 19. Зависимость напряжения при холостом ходе от скорости вращения при включенном регуляторе напряжения.

который состоит из бензинового двигателя фирмы ПЛО мощностью 7 л. с. и генератора типа FL фирмы Сименс-Шуккерт мощностью 2,5 kW, напряжением 24 V, 3000 об/мин. Генератор представляет собой четырех-полюсную шунтовую машину с самовозбуждением; диаметр якоря 110 мм, длина якоря 113 мм, сопротивление обмотки якоря 0,0219 Ω, сопротивление обмотки возбуждения 29,3 Ω.

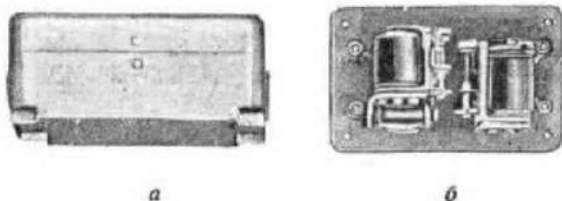
Ниже приводим характеристики указанной динамомашины (фиг. 16—19).

РЕГУЛЯТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ

Как показывает формула:

$$E = 4\omega \frac{pn}{60} \Phi \cdot 10^{-8} \text{ В},$$

где E — индуктированная э. д. с.,
 ω — число витков цепи якоря,
 p — число пар полюсов,
 n — число оборотов в минуту,
 Φ — магнитный поток одного полюса,



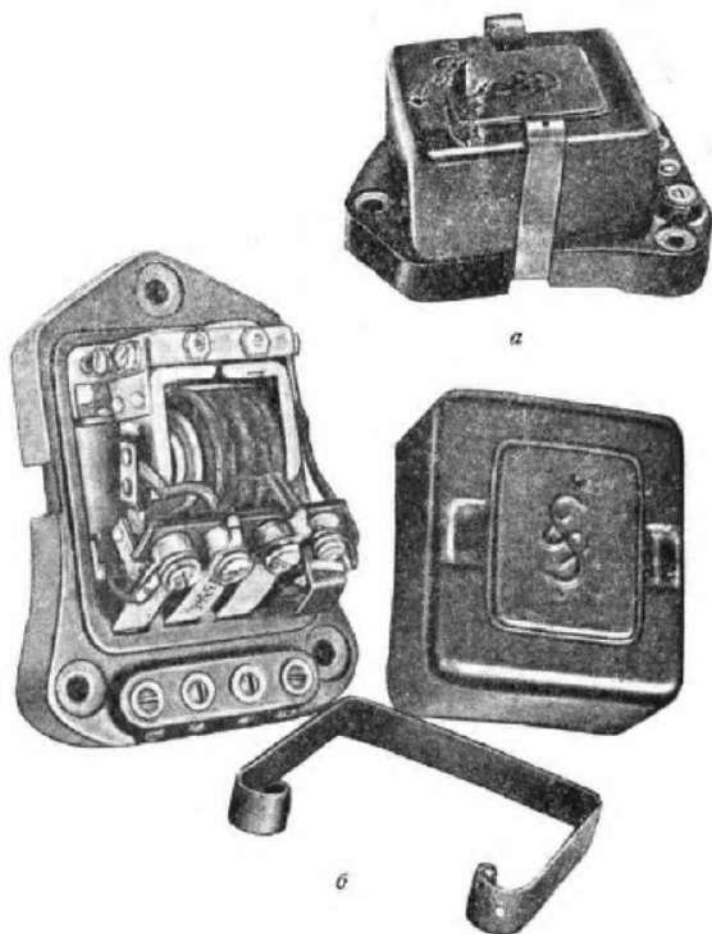
Фиг. 20. Регулятор напряжения фирмы „Эклипс“:
 а — в собранном виде, б — со снятой крышкой.

величина индуктированной э. д. с. машины зависит от числа оборотов якоря, а следовательно, и от числа оборотов первичного двигателя. С изменением скорости вращения первичного двигателя будет меняться и напряжение на клеммах генератора. Колебания напряжения создавали бы ненормальные условия для работы потребителей тока: ламп накаливания, моторов и т. п., работа которых рассчитывается на постоянное напряжение. Если не вводить никаких специальных приборов, то свет в дирижабле будет постоянно менять свою силу и раздражающе действовать на нервную систему команды и пассажиров. Поэтому для выравнивания или почти полного уничтожения этих колебаний напряжения в цепь динамомашин включается специальный прибор — регулятор напряжения.

Регулятором напряжения, как показывает само название, называется прибор, назначение которого — регулировать напряжение (фиг. 20 и 21). Напряжение на клеммах генератора зависит от силы тока возбуждения машины (см. характеристику $E_g = f(i_a)$ (см. фиг. 11); следовательно, изменяя

¹ Вывод см. в книге М. Лившиц, Электрические машины. Теория и практика.

ток возбуждения, тем самым будем менять и клеммовое напряжение генератора. Включая в цепь обмотки возбуждения реостат и затем при изме-



Фиг. 21. Общий вид регулятора напряжения фирмы Сименс-Шуккерт: *а* — в собранном виде, *б* — со снятой крышкой.

нении напряжения генератора увеличивая или уменьшая ток возбуждения, можно поддерживать клеммовое напряжение генератора постоянным. Такая регулировка напряжения производится вручную или при помощи автоматов.

На низковольтных динамомашинках регулировка напряжения обычно производится автоматически.

В основу устройства большинства автоматических электрических регуляторов напряжения положен один из следующих принципов (или комби-

нация их): а) принцип вибрирующих контактов, б) принцип реостата, в) принцип электронный.

Вибрационный (быстродействующий) регулятор представляет собой астатический регулятор с контактами, работающими постоянно. Он не имеет инерции, которой обладают статические электромеханические регуляторы, действие которых поэтому замедляется.

Указанное свойство позволяет применять эти регуляторы (так же, как и работающие на том же принципе ускоренно действующие регуляторы и регуляторы с одной катушкой) для регулирования напряжения у генераторов с резко меняющейся нагрузкой или работающих с переменным числом оборотов в минуту.

В авиационной практике мы встречаемся главным образом с регуляторами напряжения, построенными на вибрационном принципе, что же касается регуляторов, основанных на принципе реостата, и электронных, то

Фиг. 22. Принципиальная схема однообмоточного регулятора напряжения.

они находят применение в промышленности и лабораторной практике.

Принципиальная схема однообмоточного регулятора представлена на фиг. 22.

При нормальном числе оборотов контакт *B* замкнут, сопротивление *R* замкнуто накоротко, и ток возбуждения пойдет от плюса (+) машины в обмотку возбуждения *M*, контакт *B*, точку *C* и минус (—) машины. Как только увеличится число оборотов, а с ними и напряжение машины, электромагнит *K* возбудится настолько, что сможет преодолеть натяжение пружины *D* и разомкнет контакт *B*. В этом случае путь тока возбуждения будет несколько иной, именно: от плюса машины в обмотку возбуждения через сопротивление *R*, точку *C* и в минус машины.

Ввиду включения последовательно с обмоткой возбуждения сопротивления *R* величина силы тока возбуждения уменьшится, уменьшится и напряжение на зажимах машины.

Указанный автомат можно назвать и вибрационным, так как пластинка *DB* будет вибрировать при изменении числа оборотов генератора.

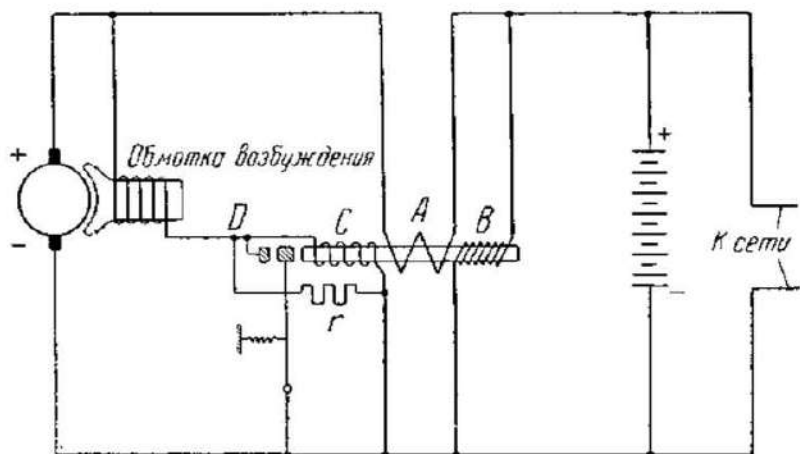
Трехобмоточный регулятор напряжения состоит из электромагнита, воздействующего на качающийся якорек. Притяжение якорька сердечником электромагнита вызывает размыкание контактов; с другой стороны, размыканию контактов противодействует пружина, оттягивающая якорек.

Принципиальная схема регулятора представлена на фиг. 23.

Электромагнит имеет следующие три обмотки, намотанные на общий сердечник:

а) последовательную намагничивающую обмотку *A* из толстой изолированной проволоки с весьма незначительным сопротивлением;

б) параллельную намагничивающую обмотку *B* из тонкой изолированной проволоки;



Фиг. 23. Принципиальная схема трехобмоточного регулятора напряжения.

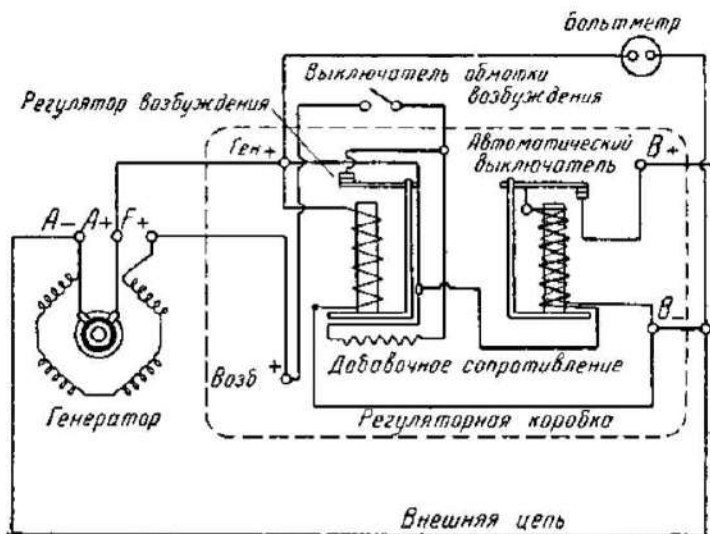
в) размагничивающую обмотку *C* из тонкой изолированной проволоки, параллельно которой включено сопротивление *r*.

Работа регулятора напряжения заключается в следующем. С повышением напряжения на клеммах генератора, а следовательно, и с увеличением тока генератора увеличится ампервитки последовательной и параллельной обмоток регулятора, и намагничивающее действие их окажется достаточным, чтобы сердечник, преодолев натяжение пружины, смог притянуть якорь регулятора напряжения. Регулятор с этого момента будет ограничивать уже дальнейшее повышение э. д. с. динамомашин.

В момент притяжения сердечником якоря происходит размыкание контактов регулятора напряжения, что заставляет ток, проходящий через обмотку возбуждения, идти с зажима *D* регулятора в размагничивающую обмотку и параллельно подключенное к ней безиндукционное сопротивление *r*, чтобы затем возвратиться в динамомашину. Так как сопротивление данной цепи больше, чем одной обмотки возбуждения, то ток возбуждения уменьшится по своей величине по сравнению с тем, что было до размыкания контактов. В действительности же, прежде чем произойдет полное ослабление тока возбуждения, контакты регулятора напряжения вновь замкнутся и включают обмотку возбуждения снова параллельно зажимам генератора.

Объясняется это тем, что уменьшение тока возбуждения сопровождается одновременным появлением и нарастанием тока в размагничивающей обмотке регулятора напряжения. При этом ампервитки ее быстро уменьшат сумму намагничивающих ампервитков параллельной и последовательной обмоток, следствием чего и будет возвращение якоря пружиной в прежнее положение.

В дальнейшем все явления будут периодически повторяться, и регулятор напряжения начнет „вибрировать“, регулируя среднее значение силы



Фиг. 24. Схема регулятора напряжения.

тока в обмотке возбуждения и тем самым электродвижущую силу динамомашин.

Рассмотрим работу однообмоточного регулятора напряжения фирмы Эклипс (фиг. 24). Ток, идущий от зажима *Ген +* регулятора в обмотку возбуждения, проходит через контакты, из которых один неподвижный, а другой подвижный, закрепленный на якоре электромагнита регулятора. При нормальном напряжении динамомашины сила тока, проходящая через обмотку регулятора, небольшая, и якорь под действием пружины находится в приподнятом положении, замыкая неподвижный и подвижный контакты. При таком положении ток от *A +* динамомашины идет к *Ген +* регулятора через подвижный и неподвижный контакты, через выключатель к зажиму *Возб. +* регулятора, откуда направляется к *F +* динамомашин в обмотку возбуждения и возвращается в *A -* динамомашин. Если же напряжение динамомашин увеличится, сила тока в обмотке регулятора также увеличится и сердечник электромагнита притянет якорь. Это притяжение вызовет размыкание подвижного и неподвижного контактов и включит в обмотку возбуждения добавочное сопротивление. Включенное

дополнительное сопротивление уменьшит силу тока в обмотке возбуждения и тем самым уменьшит напряжение динамомшины. Дополнительное сопротивление будет оставаться до тех пор включенным, пока напряжение динамомшины не уменьшится. Как только это случится, сила тока в обмотке регулятора уменьшится, якорь под действием пружины отойдет кверху, подвижной контакт замкнется с неподвижным и дополнительное сопротивление выключится.

Генератор низкого напряжения обычно работает параллельно с аккумуляторной батареей, причем при такой работе возможно следующее явление: если динамомшина понижает напряжение на своих зажимах при порче обмотки возбуждения, неисправности в щетках, при малом числе оборотов мотора, то ток из аккумуляторной батареи (напряжение ее выше) пойдет в динамомашину, заставляя ее работать как двигатель. Чтобы избежать это нежелательное явление, необходим автомат, который держал бы динамомашину постоянно отключенной от сети и производил бы включение ее в сеть лишь тогда, когда напряжение ее равно или больше напряжения аккумуляторной батареи.

Прибор, автоматически выполняющий эту работу, называется минимальным автоматом. Он состоит из электромагнита, воздействующего на качающийся якорек. Притяжение якорька сердечником электромагнита вызывает замыкание контактов.

Фиг. 25. Принципиальная схема минимального автомата.

Замыканию контактов противодействует пружина, оттягивающая якорек. Электромагнит имеет две обмотки, намотанные на общий сердечник (фиг. 25):

а) последовательную обмотку *C* из толстой изолированной проволоки с весьма незначительным сопротивлением (на схеме представлена толстой линией);

б) параллельную обмотку *D* из тонкой изолированной проволоки с большим сопротивлением (на схеме представлена тонкой линией).

Принципиальная схема минимального автомата приведена на фиг. 25.

При неподвижном якоре динамомшины контакт *E* разомкнут, и ток из батареи *B* не может попасть в генератор.

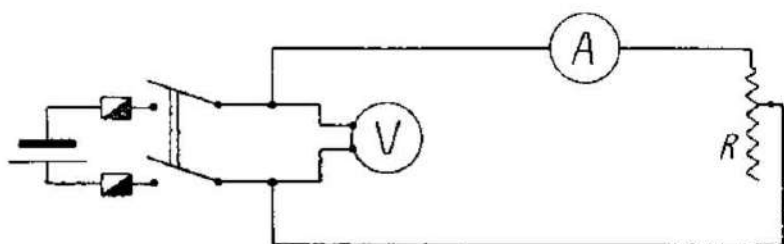
Питание сети при таком положении происходит от аккумуляторной батареи. При работе машины начинает увеличиваться напряжение на ее зажимах, а вместе с тем и на зажимах катушки *D*. Когда напряжение на клеммах генератора достигнет нормального значения, электромагнит *D* преодолет натяжение пружины и замкнет контакт *E*. Тогда машина окажется включенной на сеть и начнет питать часть нагрузки; напряжение ее при этом немного падает, и контакт *E* разомкнулся бы, если ампервитки катуш-

ки D не складывались бы с ампервитками катушки C , через которую проходит нагрузочный ток и которая своими ампервитками пополняет убыль ампервитков в катушке D , происходящую вследствие указанного падения напряжения.

Обмотка D выполняет еще и вторую задачу: при постепенном падении напряжения на зажимах машины возможен случай обратного тока из батареи в машину. Ток этот пройдет тогда через обмотку D не в нормальном направлении, а в обратном и размагнитит электромагнит, вследствие чего разомкнется контакт E и тем самым генератор отключится от сети.

АККУМУЛЯТОРЫ

В принципе всякий аккумулятор состоит из электролита, налитого в сосуд, и двух электродов. Положительный электрод называется анодом,



Фиг. 26. Разряд аккумулятора.

а отрицательный — катодом. Аккумуляторы различаются между собой химической природой электролита и электродов, формой и строением электродов, устройством сосудов и т. д.

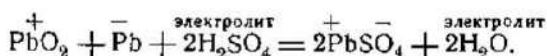
В настоящее время применяются аккумуляторы: а) кислотно-свинцовые и б) щелочные; последние бывают железоникелевые (американские Эдиссона) и кадмиевоникелевые (шведские по патентам Юнгера Nife).

Теория работы свинцово-кислотного аккумулятора. В качестве электролита в свинцовом аккумуляторе берется разбавленная серная кислота H_2SO_4 . Оба же электрода (и положительный, и отрицательный) состоят из свинцовой основы, причем на основе положительного электрода, когда аккумулятор заряжен, находится темнокоричневая перекись свинца PbO_2 , а на основе отрицательного (на катоде) разрыхленный свинец Pb , так называемый губчатый свинец. Если такой аккумулятор поставить на разряд (фиг. 26), т. е. соединить анод с катодом через некоторое сопротивление R^1 , то разрядный ток I_p потечет от анода к катоду. В конце разряда и на аноде (на положительной пластинке) и на катоде (отрицательной пластинке) получится сернокислый свинец $PbSO_4$.

¹ Величина сопротивления R выбирается такой, чтобы сила тока была не опасна для данного аккумулятора.

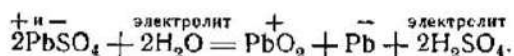
При разрядке аккумулятора разрядный ток I_p , проходя через электролит, будет его разлагать на водород H_2 и кислотный остаток SO_4 , причем H_2 направится к аноду. При этом перекись свинца (двуокись) PbO_2 под влиянием H_2 и серной кислоты переходит в сернокислый свинец $PbSO_4$. Кислотный же радикал SO_4 направится к катоду, на котором губчатый свинец Pb переходит в $PbSO_4$.

Уравнение химической реакции, происходящей при разряде, будет:



Уравнение показывает, что перекись свинца на аноде (+) и губчатый свинец на катоде (-) при разряде превращаются в сернокислый свинец. Одновременно происходит изменение и в самом электролите: в нем появляется вода $2H_2O$, и следовательно, кислота становится слабее, т. е. плотность кислоты уменьшается.

Поставим теперь разрядившийся аккумулятор на зарядку. Для этого присоединим анод к плюсу источника тока, а катод к минусу (фиг. 27). Зарядный ток I_z внутри аккумулятора пойдет уже в противоположном направлении по отношению к I_p . В этом случае водород H_2 пойдет уже к катоду, а кислотный радикал SO_4 — к аноду. Химическая реакция будет протекать по следующему уравнению:



Таким образом мы видим, что в конце заряда на пластинах аккумулятора получились те же вещества, которые были в начале разряда (PbO_2 и Pb), а плотность кислоты увеличилась, так как вода, появившаяся в электролите при разряде ($2H_2O$), теперь исчезла.

Так протекают химические процессы в свинцовом аккумуляторе при заряде и разряде, согласно теории двойной сульфатации, предложенной Гладстоном и Трайбой. Эта теория детально разработана и получила всеобщее признание и наибольшее распространение, хотя и имеет некоторые неясности. Например, трудно объяснить обратный переход $PbSO_4$ (сульфата) в губчатый свинец на отрицательной пластине и в двуокись свинца PbO_2 на положительной пластине, который происходит, согласно этой теории, при нормальном заряде аккумулятора. На самом же деле, если происходит действительная сульфатация пластин, то она удаляется с большим трудом и, кроме того, очень вредно действует на работу самого аккумулятора. Чтобы объяснить указанное явление, согласно теории двойной сульфатации, вводится понятие о сернокислом свинце — кристаллическом и порошкообразном. Первый образуется при „глубоком“ разряде аккумулятора (или когда он остается долгое время без зарядки), т. е. благодаря образованию крупнокристаллического сернокислого свинца получается действительная сульфатация, а второй — при нормальном разряде, и легко переходит обратно в губчатый свинец и двуокись свинца.

Проф. Ферри предложил новую теорию для объяснения химических процессов, происходящих в аккумуляторе. Согласно теории Ферри реакцию

свинцового аккумулятора можно выразить следующим химическим уравнением:



Чтобы получить реакцию при разряде, уравнение надо читать слева направо, при заряде же, наоборот, справа налево.

Таким образом, согласно этой теории, при заряде аккумулятора на положительной пластине образуется истинная перекись свинца Pb_2O_3 (неустойчивое соединение черного цвета), а на отрицательной пластине — губчатый (пористый) металлический свинец.

При разряде свинец разъедается серной кислотой, давая недоокисный сернокислый свинец Pb_2SO_4 темносерого цвета, а освобождающийся положительный водородный ион H_2 направляется к аноду, где отнимает от перекиси свинца Pb_2O_3 часть кислорода и превращает ее в двуокись свинца PbO_2 , сам же дает воду H_2O .

При разряде серная кислота частично поглощается пластинами и плотность кислоты уменьшается. Но кроме основного процесса, в разрядившемся аккумуляторе под действием кислорода из воздуха на аноде и на катоде могут происходить различные реакции, в результате которых металлический и недоокисный сернокислый свинец переходит в сернокислый свинец PbSO_4 , т. е. происходит процесс сульфатации.

Этот процесс губительно действует на электроды аккумулятора, и поэтому аккумулятор никогда не следует оставлять долгое время в разряженном состоянии.

Теория Ферн общего признания не получила и, вообще говоря, теории, охватывающей абсолютно все явления и процессы, происходящие в готовом свинцовом аккумуляторе, еще не существует.

Напряжение аккумулятора. Рассмотрим, как будет изменяться напряжение E аккумулятора при заряде и разряде. Поставим разряженный аккумулятор на зарядку, например от сети постоянного тока, как указано на фиг. 27. Здесь $L.P.$ — ламповый реостат, при помощи которого поддерживаем постоянной силу тока, допустимую для данного типа аккумулятора, а R — проволочный реостат, которым производится более тонкая регулировка силы тока I_2 во время заряда.

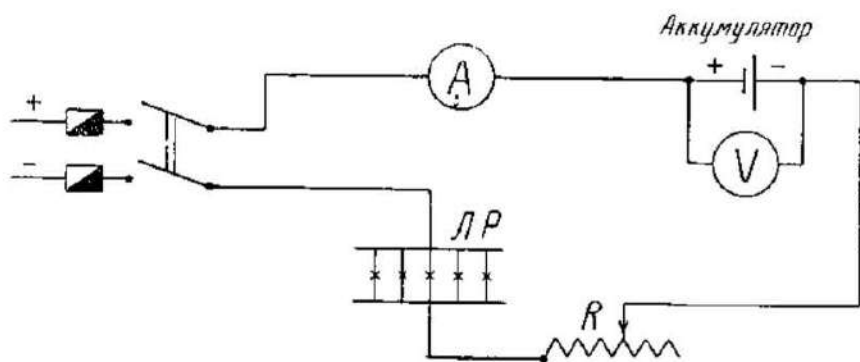
Подключать аккумулятор при заряде всегда надо „плюсом“ аккумулятора к „плюсу“ источника тока, а „минусом“ аккумулятора к „минусу“ источника.

Поставив аккумулятор на зарядку, начинаем через каждые 15—20 мин. наблюдать напряжение на зажимах аккумулятора и полученные результаты записывать в соответствующую таблицу.

Когда аккумулятор начнет сильно кипеть (т. е. обе пластины начнут выделять сильную струю газа) и вольтметр будет показывать около 2,7 В,

зарядку прекращаем, так как в этом случае можно считать, что аккумулятор вполне зарядился. По данным таблицы можем построить кривую зарядки аккумулятора (фиг. 28). Здесь по горизонтальной оси отложено время зарядки, а по вертикальной — напряжение аккумулятора.

Заряженный аккумулятор мы можем разрядить. Для этого подключаем к аккумулятору реостат, причем сопротивление его должно быть такое, чтобы разрядный ток I_p был не больше допустимой для данного аккумулятора величины. Ток I_p , как и при заряде, поддерживаем постоянным, и через определенные промежутки времени опять отмечаем показания вольтметра. Разряд прекращаем, как только напряжение упадет до 1,85—1,8 V. Ниже этого напряжения разряжать никогда не следует, так как, во-первых,



Фиг. 27. Заряд аккумулятора.

напряжение затем начнет очень быстро падать (начиная от 1,7 V) и, во-вторых, при „глубоком разряде“ на пластинах образуется серноокислый свинец $PbSO_4$, который является плохим проводником электричества и действует губительно на пластины аккумулятора, делая его неспособным к новой зарядке. По данным разряда строим кривую разряда аккумулятора (фиг. 29).

Емкость аккумулятора. Емкостью аккумулятора называется то количество электричества, которое мы можем ему сообщить при заряде или получить от него при разряде. Первая называется зарядной емкостью Q_3 , а вторая — разрядной Q_p . Емкость аккумулятора выражается в Ah, т. е. числом, получающимся от умножения силы тока (зарядного или разрядного) в амперах на число часов, в течение которых аккумулятор заряжается или разряжается. Поэтому можем написать:

$$Q_3 = I_3 \cdot T \text{ Ah,}$$

где T — время заряда в часах, и

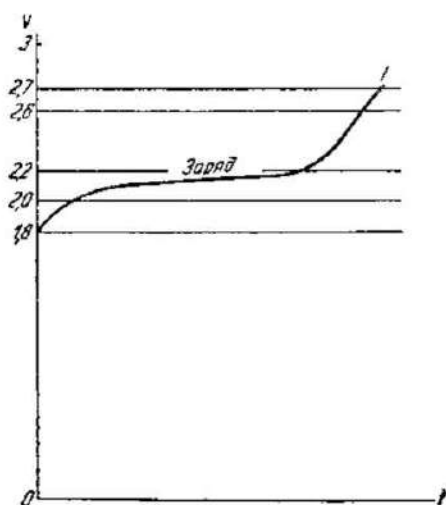
$$Q_p = I_p \cdot t \text{ Ah,}$$

где t — время разряда в часах.

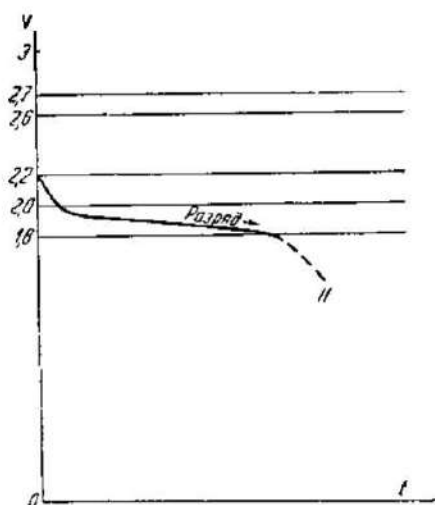
Емкость аккумулятора зависит от многих причин: во-первых, от самого аккумулятора, т. е. конструкции, размеров, качеств и свойств применяемых материалов и т. п., во-вторых, от режима его работы, т. е. от того, какой ток от него берется.

Чем больше вес активной массы, тем емкость больше. Но при одном и том же весе действующей массы аккумулятора с небольшим числом толстых пластин дают меньшую емкость, чем с большим числом тонких пластин.

Емкость зависит от температуры кислоты; с повышением температуры последней емкость по сравнению с емкостью, которую аккумулятор имеет при $+15^{\circ}$, увеличивается примерно 1% на 1° . Однако повышать емкость



Фиг. 28. Кривая заряда кислотного аккумулятора.



Фиг. 29. Кривая разряда кислотного аккумулятора.

посредством повышения температуры не рекомендуется, так как это разрушает электроды (отрицательные пластины) и повышает внутренние потери. С понижением температуры емкость будет уменьшаться. Чем меньше внутренние потери, тем емкость больше, следовательно, при прочих равных условиях она тем больше, чем меньше удельное сопротивление электролита (разбавленной кислоты). Оно меньше всего при $26,4^{\circ}$ Боме, но такая крепкая кислота вредно действует на пластины, сокращая срок службы аккумулятора. Поэтому на практике берут кислоту с удельным весом 1,20 (24° Боме).

Наконец, емкость зависит от величины разрядного тока, поэтому, когда говорят о емкости, то всегда указывают тот режим работы, при котором эта емкость должна получиться.

Отдачи аккумулятора. Для аккумуляторов обычно указывают две отдачи: по количеству электричества η_q и по энергии $\eta_{\text{эн}}$. Последнюю также называют коэффициентом полезного действия аккумулятора или промышленной отдачей.

Отдачу по количеству электричества мы получим, если емкость, отдаваемую аккумулятором при разряде Q_p , разделим на емкость, сообщаемую ему при заряде Q_3 , т. е.

$$\eta_q = \frac{Q_p}{Q_3} = \frac{I_p \cdot t}{I_3 \cdot T}$$

Среднее значение

$$\eta_q = 0,85-0,90,$$

т. е. около 15—10% всего количества электричества, сообщаемого аккумулятору при заряде, тратится в нем самом.

Отдача по энергии определяется отношением полезной энергии, отдаваемой аккумулятором при разряде W_p , к энергии, затрачиваемой при заряде W_3 . Следовательно,

$$\eta_w = \frac{W_p}{W_3} = \frac{I_p \cdot E_p \cdot t}{I_3 \cdot E_3 \cdot T}$$

При наилучших условиях η_w колеблется от 0,75 до 0,85, т. е. аккумулятор полезно отдает всего лишь примерно $\frac{3}{4}$ сообщенной ему энергии.

Аккумуляторная батарея на дирижабле. Для обеспечения электроэнергией установок дирижабля в случае отказа в работе электрического генератора, а также для восприятия пиковых нагрузок на дирижабле устанавливается аккумуляторная батарея. Из всех возможных типов аккумуляторных батарей, которыми мы располагаем на сегодняшний день, наиболее приемлемыми для нас являются авиационные аккумуляторы, известные под маркой 6-АТ. Ввиду того, что данный тип аккумулятора имеет напряжение в 12 В, приходится устанавливать два аккумулятора, соединяя их последовательно; емкость такой батареи будет равна емкости одного аккумулятора. Данный тип аккумулятора не разрешает поставленной нами задачи, но за неимением более подходящего типа приходится остановиться на нем.

Во избежание вредного действия кислотных паров и уменьшения пожарной опасности аккумулятор устанавливается в специальный герметический аккумуляторный ящик, отделяющий аккумулятор от воздуха gondoly и сообщаящийся с наружным воздухом при помощи двух патрубков.

Ниже приводятся чертеж и данные самолетных аккумуляторных батарей.

Таблица с основными данными

Тип	Напряжение, В	Нормальная емкость Ah ¹	Нормальный разрядный ток А	Максимальный разрядный ток А	Нормальный зарядный ток, А	Максимальный вес с электролитом, кг	Объем электролита на элемент см ³	Минимальный зарядный ток, А
6-АТИ-III	12	15 ¹	1,5	30	1,5	11,3	160	0,35
6-АТ-III	12	20	2,0	48	2,0	15,0	160	0,5
6-АТ-IV	12	25	2,5	60	2,5	18,5	210	0,6
6-АТ-V	12	30	3,0	75	3,0	27,0	240	0,76
6-АТ-VII	12	42	4,3	100	4,2	29,0	350	1,0

¹ Емкость батарей указана разрядная.

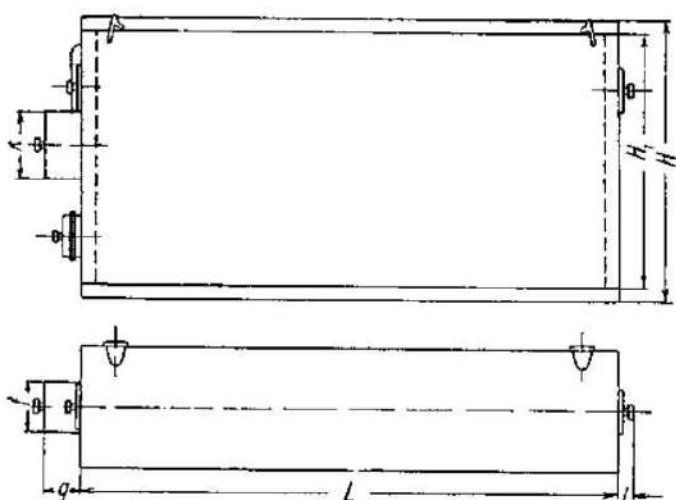


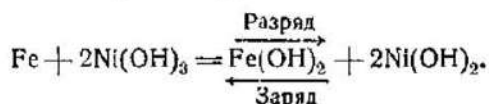
Таблица с размерами

Тип	Размеры, мм										
	H	H ₁	L	B	c	d	e	f	g	t	k
6-АТИ-III	221	211	255	115	108	43	128	48	53	12	71
6-АТ-III	273	263	280	115	140	63	205	48	53	12	71
6-АТ-IV	273	263	337	115	140	63	207	48	53	12	71
6-АТ-V	276	266	410	118	142	66	210	48	53	12	71
6-АТ-VII	279	267	528	121	144	67	210	48	53	12	71

Щелочные аккумуляторы. Хотя щелочные аккумуляторы на дирижаблях в данное время устанавливаются исключительно для питания радиостанции, ниже для полноты представления об аккумуляторах мы даем краткое их описание и теорию происходящих в них химических процессов.

Железоникелевые аккумуляторы. В железоникелевых аккумуляторах отрицательным электродом служит губчатое железо, положительным — гидрат окиси никеля $Ni(OH)_2$, а электролитом — 20% раствор едкого калия с 2% примесью едкого лития. Как положительные, так и отрицательные пластины аккумуляторов Эдиссона изготавливаются из никелевой стали в форме решеток. В отверстия решеток под большим давлением впрессовывается порошкообразная масса. Эта масса для положительных пластин состоит из окиси никеля с примесью графита, для отрицательных пластин — из смеси окиси железа и окиси ртути. Число положительных пластин в два раза больше, чем отрицательных.

Химические процессы, происходящие в железоникелевом аккумуляторе, могут быть выражены следующим уравнением:

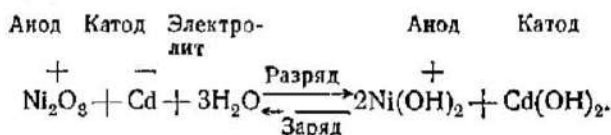


При разряде железо отрицательной пластины окисляется в $\text{Fe}(\text{OH})_2$, гидрат же окиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_2$ переходит в гидрат закиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_2$. При заряде реакция происходит в обратном порядке. В железоникелевых аккумуляторах электролит не принимает никакого участия в химических реакциях и состав его не изменяется.

Кадмиево-никелевые аккумуляторы Юнгнера. В заряженном виде на положительной пластине кадмиево-никелевых аккумуляторов имеется гидрат окиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (или Ni_2O_3), а на отрицательных — металлический кадмий Cd (и некоторое количество окислов железа).

При разряде на положительных пластинах образуется гидрат закиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_2$, а на отрицательных — гидрат закиси кадмия.

Химическую реакцию при заряде и разряде приближенно можно написать следующим образом:



Электролит состоит из 25%-ного раствора едкого кали. При заряде и разряде концентрация его изменяется очень незначительно, но так как при этом выделяется кислород и водород, которые образуются за счет разложения воды, то время от времени в аккумулятор необходимо доливать дистиллированную воду или очень слабый раствор едкого кали.

Изменение напряжения у щелочных аккумуляторов при заряде и разряде. На фиг. 30 кривая I представляет изменение напряжения при заряде аккумулятора, а кривая II — при разряде. При начале зарядки напряжение аккумулятора Эдиссона быстро повышается до 1,55 V, а затем более медленно до 1,8 V; момент, когда следует прекратить заряд, устанавливают по обильному выделению газов. После окончания заряда напряжение падает до 1,4 V. При разряде оно постепенно уменьшается от 1,4 до 1,15 V, и в этот момент следует прекратить разряд, так как далее происходит чрезвычайно быстрое падение напряжения.

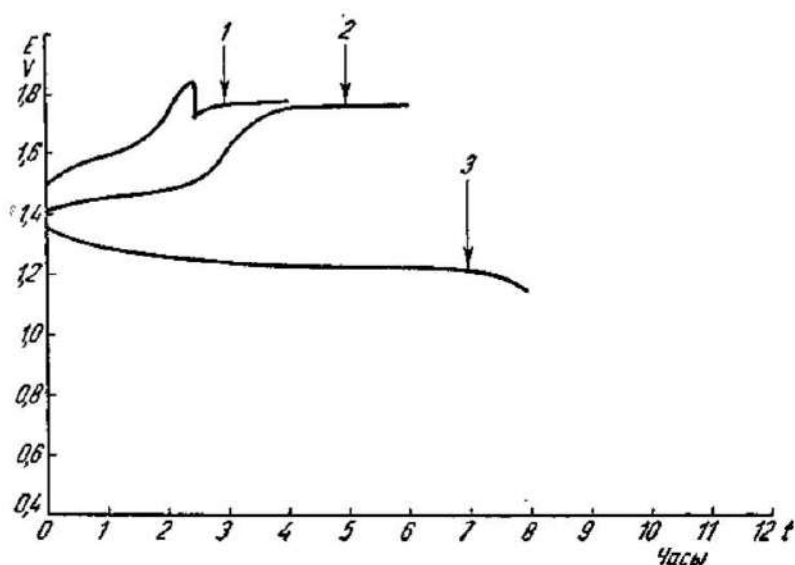
Фиг. 30. Кривые заряда и разряда щелочного аккумулятора.

Электрические данные аккумуляторов „Нифе“ (Nife).

Среднее рабочее напряжение аккумуляторов „Нифе“ при разряде равно 1,2 V; конечное напряжение—около 1,0 V; наибольшее напряжение при зарядке 1,75V (фиг. 31). Емкость аккумулятора мало зависит от силы зарядного и разрядного токов, и только в случае быстрой зарядки и разрядки уменьшается на 15% по сравнению с гарантированной. Емкость не зависит от температуры окружающей среды в промежутке от +25 до -17°, если только аккумулятор до включения в цепь не подвергался охлаждению.

Коэффициент полезного действия при нормальных условиях эксплуатации достигает 60%, отдача же по емкости доходит до 75%.

Срок службы очень значительный¹.



Фиг. 31. Кривые заряда и разряда щелочных аккумуляторов „Нифе“: 1 — усиленный заряд, 2 — нормальный заряд, 3 — нормальный 8-часовой разряд.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА НА СЕТЬ ГЕНЕРАТОРА И АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

На дирижабле динамо низкого напряжения всегда включено параллельно с аккумулятором (см. фиг. 14), и когда нагрузка небольшая, ток от динамо идет для зарядки аккумулятора.

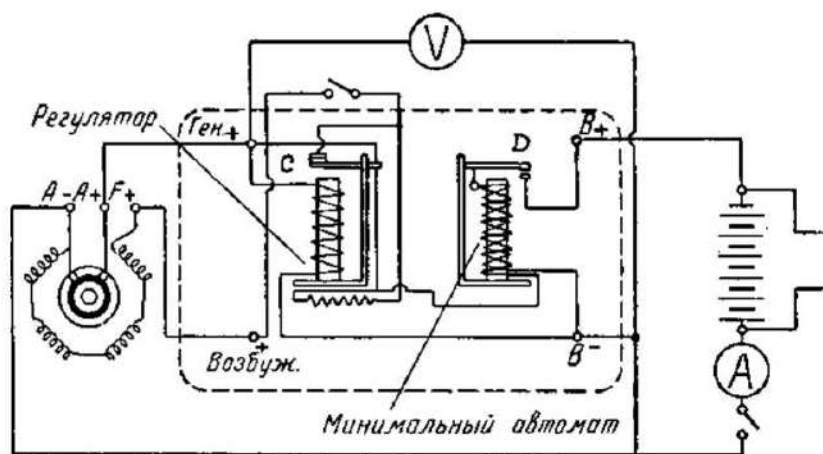
Рассмотрим параллельную работу генератора с аккумулятором через регулировочную коробку (фиг. 32).

По схеме видно, что ток от полюса (A+) динамомашины идет к плюсу регулятора Гел и от него ответвляется к вольтметру, в электромагнит регулятора напряжения и в электромагнит минимального автомата. Кроме

¹ Для лиц, желающих изучить теорию работы аккумуляторов в большем объеме, см. литературу по этому вопросу в конце книги.

того, ток от этого же зажима идет в обмотку возбуждения (шунт) динамомашинны. В обмотку возбуждения ток может попасть через контакт *C*, когда напряжение динамомашинны нормально, или через добавочное сопротивление, когда напряжение динамомашинны выше нормального и контакт *C* разомкнут. В обоих случаях ток идет в обмотку через выключатель к зажиму *Возб.* регулятора. К этому же зажиму присоединяется провод от *F+* динамомашинны. Другой конец обмотки возбуждения соединен внутри самой динамомашинны с зажимом *A—*.

Когда динамомашинна дает напряжение ниже нормального, ток, идущий от зажима *Ген+* регулятора в обмотки электромагнита минимального автомата, идет через толстую обмотку к контакту, к которому присоединен один конец тонкой обмотки, и далее через тонкую обмотку автомата к *A—* динамомашинны через зажим *B—* регулятора. Контакт *D* разомкнут, генератор отключен от сети, ввиду большого сопротивления тонкой обмотки величина тока незначительна.



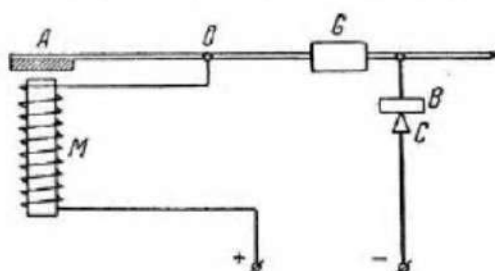
Фиг. 32. Параллельная работа генератора с аккумулятором.

Когда напряжение динамомашинны станет нормальным, через обмотки автомата пройдет достаточной силы ток, и сердечник электромагнита притянет якорь. Якорь замкнет контакт *D*, соединенный с зажимом *B+* регулятора и, таким образом, включит на сеть генератор. От зажима *B+* ток идет к плюсу аккумулятора, проходит через аккумулятор и возвращается через амперметр и выключатель, если внешняя сеть выключена. Таков путь тока при зарядке аккумулятора.

Якорь автомата удерживается ампервитками, которые создает ток, проходя через обмотки автомата.

Как только напряжение динамомашинны станет ниже нормального, сила зарядного тока, идущего в аккумулятор, уменьшится, что вызовет уменьшение силы тока в обмотках автомата. Сердечник электромагнита не в состоянии будет удержать якорь, который под действием пружины при-

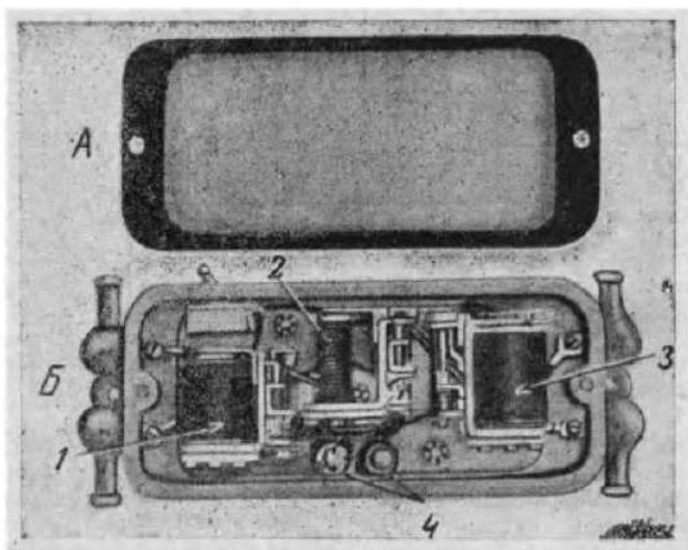
поднимется кверху, разомкнет контакт D , и тем самым отключит генератор от батареи; ток, следовательно, не сможет пойти из аккумулятора в динамомашину. При малом напряжении ток из аккумулятора мог бы



Фиг. 33. Принципиальная схема максимального автомата.

пойти в динамомашину, которая стала бы работать как электромотор, что совсем нежелательно. Во избежание этого устанавливается рассмотренный выше минимальный автомат, который в таких случаях отключает генератор от сети.

При большом напряжении сила тока, идущая на зарядку аккумуляторной батареи, резко увеличивается вследствие малого сопротивления самой батареи, что влечет за собой перегрузку, нагрев и возможность порчи динамо. Чтобы избежать этих явлений, устанавливают регулятор напряжения и максимальный автомат.



Фиг. 34. Регуляторная коробка: А — крышка коробки, Б — регуляторная коробка со снятой крышкой; 1 — регулятор напряжения, 2 — максимальный автомат, 3 — минимальный автомат, 4 — добавочное сопротивление, включаемое в цепь обмотки напряжения.

Принципиальная схема работы максимального автомата представлена на фиг. 33.

Рычаг AOO колеблется около точки O . Под влиянием проходящего

через электромагнит тока притягивается железный якорь *A*; этому притяжению противодействует груз *G*, который стремится удерживать контакты *B* и *C* в соприкосновении.

При увеличении тока сверх нормы сила притяжения электромагнита *M* возрастет и преодолет противодействие груза *G*, вследствие чего рычаг отклонится влево и разомкнет контакты *B* и *C*, разрывая этим цепь тока.

Передвигая груз *G*, можно менять величину силы тока, при которой автомат будет выключать. Перегрузка может быть установлена от 0 до 100% нормального тока.

Регулятор напряжения (фиг. 34), попеременно включая и выключая последовательно с обмоткой возбуждения добавочное сопротивление, поддерживает напряжение генератора постоянным. Максимальный автомат, как только ток достигнет величины, большей максимально допустимого тока для данного типа генератора, отключает генератор от внешней цепи.

Следовательно, при помощи описанных трех приборов, а именно: регулятора напряжения, минимального и максимального автоматов тока, осуществляется надежная защита источников питания от перегрузки и обратных токов и одновременно создаются хорошие условия для устойчивой параллельной работы генератора с аккумуляторной батареей.

ГЛАВА II

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ВНУТРЕННЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ ДИРИЖАБЛЯ

Вопрос внутреннего освещения помещений является наиболее существенным при электрооборудовании дирижабля. Имея ограниченные возможности в выборе специальной арматуры и тем более для освещения взрывоопасных помещений, каковыми являются коридоры и другие помещения дирижабля, следует особо осторожно подойти к выбору арматуры и, кроме того, тщательно продумать систему освещения.

Световая арматура, применяемая для освещения помещений дирижабля, весьма разнообразна по своему назначению. Имеются следующие основные типы арматур: 1) общего, 2) местного и 3) рабочего освещения.

К первому типу принадлежат потолочные плафоны (фиг. 35) и бортовые светильники (фиг. 36), служащие для общего освещения.

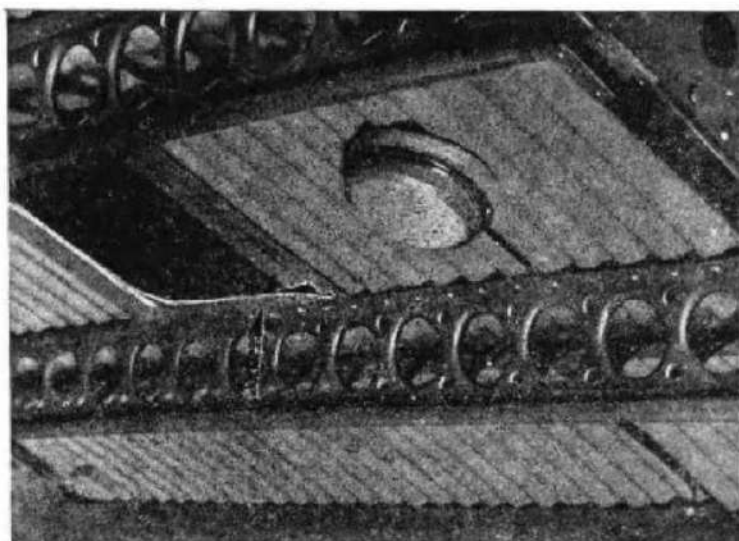
Ко второму типу принадлежит арматура, дающая дополнительную освещенность, при которой пассажиры и команда дирижабля могут читать, работать и т. д.

К третьему типу относится арматура для освещения приборных досок, переносные лампы (фиг. 37), индивидуальные переносные фонари (фиг. 38) и т. п.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОСВЕЩЕНИЮ ПОМЕЩЕНИЙ ДИРИЖАБЛЯ

Основные требования, предъявляемые, к освещению помещения дирижабля, можно свести к следующим пунктам:

- 1) освещение должно быть наиболее безопасно в пожарном отношении;
- 2) освещенность приборов, механизмов, рабочих мест должна быть достаточной и учитывать оптимальные условия работы глаза;



Фиг. 35. Потолочный плафон.

3) кроме общего освещения, обязательно должно быть предусмотрено местное освещение;

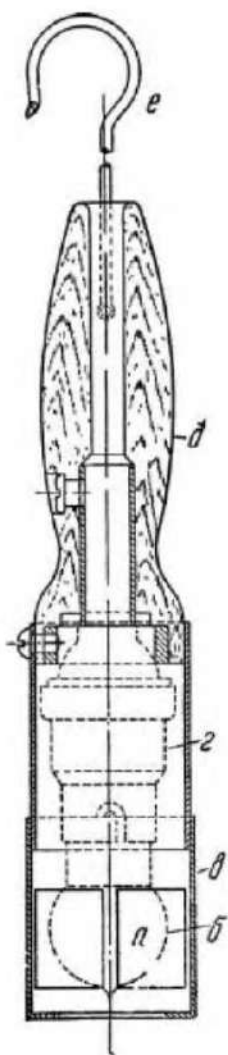
4) должно быть предусмотрено освещение в целях безопасности (дежурное освещение);

5) вся арматура должна быть безопасной в отношении взрыва.

Для рационализации освещения весьма важно правильно выбрать величину освещенности помещений. Методов расчета освещения малых помещений не существует, поэтому необходимо руководствоваться опытом, накопленным в деле электрооборудования самолетов.

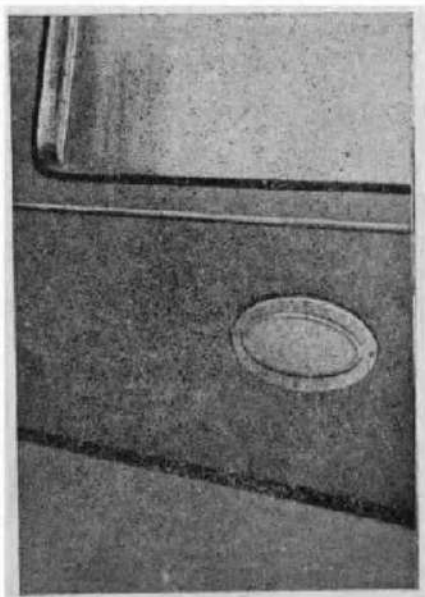
За основу может быть принята освещенность в пассажирских кабинках от плафона общего освещения (10—12 лк) (фиг. 39) с компенсацией на рабочих местах светильниками местного освещения (до 40—50 лк) (фиг. 40). Эти данные создают наиболее благоприятные условия для работы глаза в сочетании с получаемой экономией в мощности ламп накаливания.

При освещении командирской рубки средняя освещенность от светильников общего освещения не должна превышать 7—8 лк. Эти значе-



Фиг. 37. Ручная переносная лампа:

а — лампа накаливания;
б — отверстия в кожухе арматуры, застекленные матовым стеклом; *в* — кожух лампы; *з* — патрон типа „Сван“; *д* — ручка; *е* — крючок для подвески.

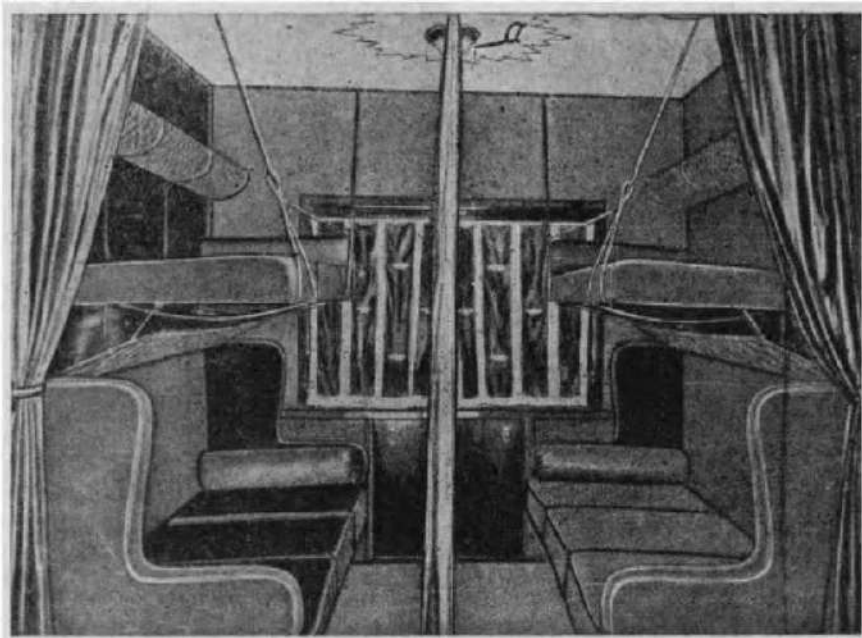


Фиг. 36. Бортовой светильник.



Фиг. 38. Ручной переносной фонарь.

ния, найденные экспериментальным путем, учитывают нормальную работу глаза пилота. Необходимость наблюдения земных ориентиров создает весьма тяжелые условия для работы зрения пилота, так как ему приходится часто переводить свой взгляд с освещенной поверхности приборной доски в окружающее темное пространство. Эти частые адаптации¹ глаза пилота должны происходить без чрезмерного напряжения зрительных



Фиг. 39. Освещение пассажирской кабины:
а — плафон общего освещения.

органов, почему особенно важно при освещении штурманской рубки придерживаться указанных выше значений освещенностей.

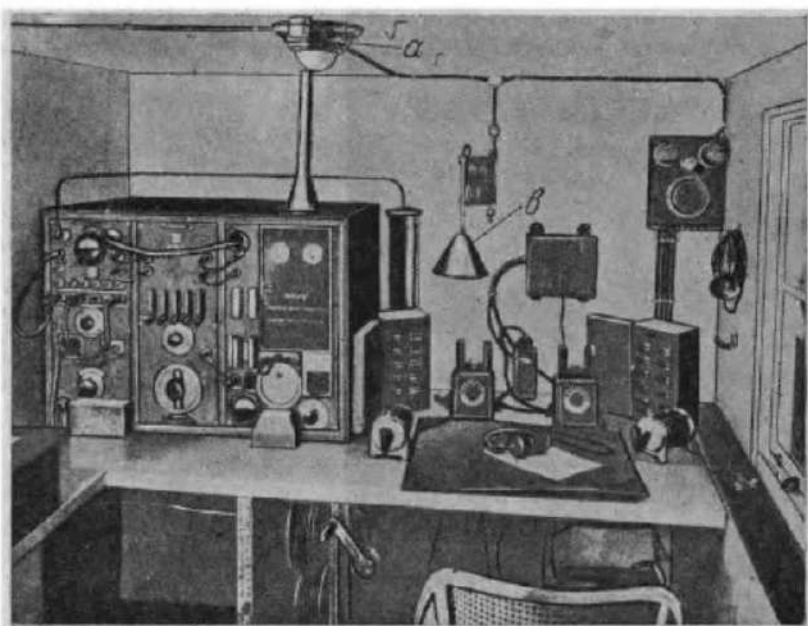
Не менее важный вопрос — освещение приборных досок — может быть рационально разрешен также только экспериментальным путем. Для возможности наилучшего распознавания показаний приборов можно считать наиболее целесообразным применение цветного освещения приборных досок. На основании опытных данных выяснилось, что наиболее желательным является красный цвет, при котором время распознавания приборов наименьшее. Ближе к красному цвету лежит по своим данным оранжевый цвет, поэтому один из этих цветов может быть рекомендован для освещения приборной доски.

Однако известно, что продолжительная работа с красным светом сильно утомляет нервную систему, поэтому желательно иметь возможность

¹ Адаптация глаза (латинское слово *adaptatio* — приспособление) — способность сетчатой оболочки глаза приспособляться к данной силе освещения.

изменять цвета освещения по желанию пилота, что может быть достигнуто применением в арматуре освещения двойного фильтра,—цветного и бесцветного.

Для освещения моторных гондол желательно иметь специально сконструированные светильники переносного типа, допускающие удобное приспособление в любом месте. Общее освещение моторных гондол необязательно, так как выбрать наиболее рациональное место для установки



Фиг. 40. Освещение радиокабины дирижабля:
a— плафон общего освещения; *b*— шарнирная лампа направленного света для освещения стола радиста.

светильника общего освещения в помещении моторной гондолы затруднительно из-за ее малых габаритов и перегруженности.

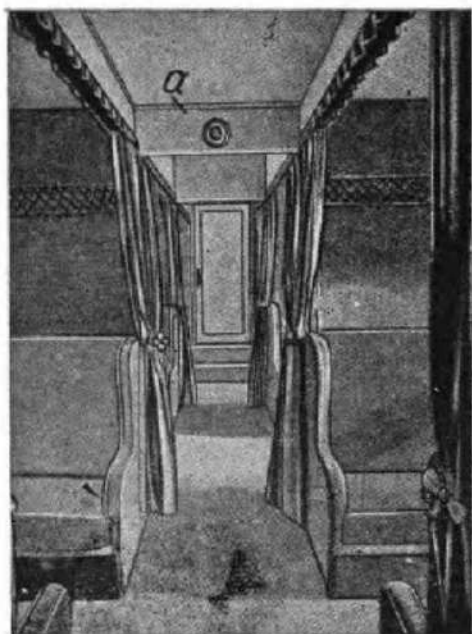
Светильники дежурного освещения, расположенные в помещениях дирижабля, должны давать освещенность на полу не менее 2—3 лк, т. е. освещенность, достаточную для прохода и ориентировки в помещениях дирижабля в случае аварии основного освещения.

Дирижабли „Акрон“ и „Мэкон“ имели чрезвычайно развитую сеть электрического освещения. Освещались помещения во всех частях корабля, верхние и боковые коридоры (фиг. 41), помещение команды, контрольные комнаты, ангар для самолетов, машинные гондолы и т. п. Мощность установленных ламп колеблется от 5 до 50 W в зависимости от назначения помещения и применяемой арматуры.

Ниже помещены типы арматуры, применяемой на дирижаблях (фиг. 42—45а.

ОПЕРАТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Под оперативным освещением понимается освещение, служащее для производства посадки, взлета и обслуживания дирижабля во время полета, как-то: сигнализация на землю, сигнализация встречным воздушным судам



Фиг. 41. Освещение коридора пассажирских кабин. Освещение достигается при помощи плафонов специального типа, помещенных в поперечных щитах *а*.



Фиг. 42. Плафон специального типа, служащий для освещения пассажирских кабин и других помещений; *а*—защитное стекло; *б*—корпус плафона; *в*—патрубок для соединения с сетью дирижабля.



Фиг. 43. Плафон герметического газонепроницаемого типа.

и самолетам, просвечивание корпуса корабля для осмотра в полете или на стоянке и т. п.

Прожекторная установка. В качестве источника света для оперативного освещения служит прожектор стационарного или переносного типа.

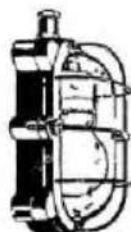
Прожектор, установленный впервые на дирижабле LZ-47, представлял собой обычный дуговой прожектор с дистанционным управлением, с потребляемой мощностью 3000 W при напряжении в 65 V. Вполне естественно, что такой дуговой прожектор представлял опасность в пожарном отношении и, кроме того, как всякий дуговой прожектор, обладал рядом чисто эксплуатационных недостатков.

На дирижабле LZ-114 прожекторная установка была усовершенствована. В качестве источника света применена лампа накаливания, которая с успехом заменила капризную вольтовую дугу. Сила света прожектора при угле рассеивания в 6° равна 350 000 свечей.

На корабле LZ-127 („Граф Цепелин“) прожекторная установка состоит из 36-см прожектора с параболическим зеркальным отражателем с лампой накаливания в 1000 свечей. Прожектор снабжен жалюзи, откры-



Фиг. 44. Специальная арматура для освещения дирижабля (в колпаке видна матовая лампочка).



Фиг. 45. Специальная герметическая арматура с защитной сеткой, устанавливаемая в машинных гондолах.

вая и закрывая которые можно передавать сигналы по азбуке Морзе или по условному коду.

Прожектор помещается в гондоле управления, а для работы выводится через боковую стенку за борт гондолы (фиг. 46). В случае установки прожектора внутри дирижабля защитное стекло прожектора составляет одно целое с конструкцией гондолы (фиг. 47).

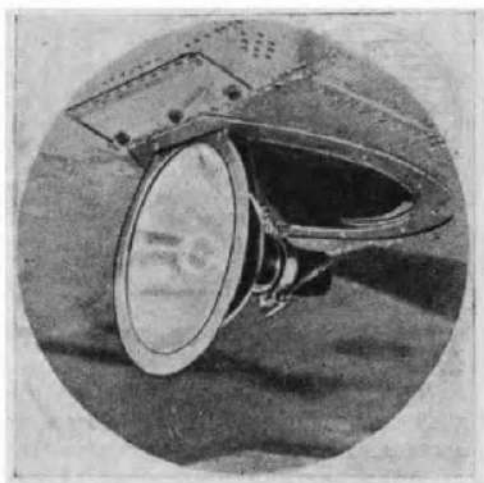
Технические требования, предъявляемые к прожекторной установке. Условия, которым должен удовлетворять прожектор, устанавливаемый на дирижабле, можно свести к следующему:

1) создание достаточной освещенности для различения предметов на земной поверхности с высоты полета дирижабля в 300—400 м;

2) распределение силы света таким образом, чтобы освещалась с указанной высоты площадь приблизительно от 10 000 до 20 000 м²;

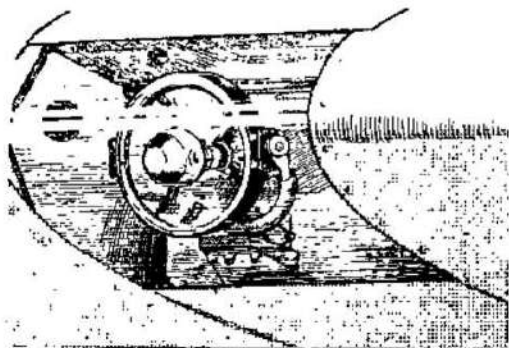
3) гибкость управления прожектором как с механической, так и с электрической стороны;

4) установка прожектора в месте, наиболее удобном для обзора земли и обеспечивающем максимальный радиус действия прожектора.



Фиг. 46. Выдвижной прожектор.

Для возможности выполнения перечисленных условий в конструкции прожектора должен быть предусмотрен поворотный отражатель, управляемый на расстоянии посредством специального механизма. Кроме того, для работы прожектора требуется также иметь возможность легко заменять в полете защитное стекло прожектора на рассеивающие линзы, чем будет достигаться получение желательного угла рассеивания прожектора при посадке.



Фиг. 47. Стационарно установленный прожектор.

При выборе места установки прожектора а следует руководствоваться следующими вариантами:

1) прожектор устанавливается на одном из бортов gondoly управления — на поворотном приспособлении; нормально прожектор находится внутри gondoly и выдвигается по мере надобности за борт;

2) прожектор устанавливается стационарно в передней части gondoly управления, снаружи, ниже переднего стекла gondoly.

В качестве образца прожекторной установки может служить переносный прожектор на дирижабле „Мэкон“ (фиг. 48). Здесь был применен 35-см алюминиевый прожектор с лампой накаливания проекционного типа Mazda C, 500 W. Максимальная сила света прожектора 380 000 свечей. Прожектор снабжен рассеивателем и жалюзи. Вес его — 6 кг. Предназначен он главным образом для сигнализации днем и ночью, но с успехом служит также и для освещения при посадке и взлете дирижабля ночью.

Ремень для подвешивания на груди

Ввод проводов

Фиг. 48. Переносный ручной прожектор.

При угле рассеивания в 6° световые сигналы прожектора были заметны днем на расстоянии 12 км, ночью это расстояние увеличивалось и колебалось, в зависимости от прозрачности атмосферы, от 20 до 25 км.

Аэронавигационные огни (АНО). По международным правилам всякое воздушное судно, предназначенное для ночных полетов, должно быть снабжено отличительными огнями.

Цвета и расположение отличительных (аэронавигационных) огней приняты следующие. На носовой части корабля устанавливается белый, так называемый головной аэронавигационный огонь с углом светораспределения 220° . На бортах, обычно на самых крайних точках правого и левого бортов корабля, устанавливаются красный и зеленый аэронавигационные огни,

красный — на левом борту и зеленый — на правом, если смотреть по линии полета корабля, т. е. по направлению от хвоста к голове; угол светораспределения 110° . На корме устанавливается хвостовой огонь белого цвета, с углом светораспределения в 140° . Все углы указаны в горизонтальной плоскости; в вертикальной плоскости у всех огней угол рассеивания равен 180° .

Благодаря такому подбору цветности, углов светораспределения и мест установок, как самолет, так и дирижабль получают определенное обозначение в воздухе. Например, если мы видим три огня — красный, белый и зеленый, то судно идет прямо на нас; если мы видим один белый огонь — судно идет прямо от нас (видим только хвостовой огонь); если судно идет влево, то мы увидим два огня — красный и белый; наконец, если самолет или дирижабль летит вправо, то мы увидим также два огня, но только вместо красного и белого, будет зеленый и белый. Таким образом, имея перед собой то или иное сочетание огней, всегда можно определить положение и направление полета встречного судна.

Применяющиеся на дирижаблях аэронавигационные огни имеют те же углы светораспределения и ту же окраску, что и самолетные. Указанные сочетания огней позволяют легко определять положение и направление полета встречного судна, но не показывают рода судна (самолет это или дирижабль). Поэтому для обозначения дирижабля стали применять дублированные аэронавигационные огни, т. е. на дирижабле стали устанавливать по два огня каждого типа на расстоянии один от другого от 1 до 2 м. Следовательно, если самолет или дирижабль видит приближающееся судно со двоянными огнями, то ясно, что он встретил на своем пути дирижабль.

Существует и другой способ для установления отличия дирижабля от самолета — это придание источнику света аэронавигационного огня какого-либо прерывателя, благодаря чему получается мигающий огонь в отличие от самолетного, который остается постоянным.

На дирижабле „Акрон“ были установлены аэронавигационные огни мигающего типа, причем огни были включены на две самостоятельные цепи, снабженные ртутными прерывателями. В одной цепи находились зеленый правый бортовой огонь и белый хвостовой, а в другой — цепи белый головной и красный бортовой огни. Эти две цепи включались и выключались совершенно независимо друг от друга с количеством зажигания и потушения 60 раз в минуту. Дирижабль, снабженный такими мигающими огнями, имеет еще то преимущество, что его огни легко отличимы не только от самолетных, но также от звезд и от земных огней.

На дирижабле „Мэкон“ были установлены двоянные аэронавигационные огни, снабженные ртутными прерывателями, дающими мигающий свет. Такое сочетание двух признаков безусловно себя оправдывает и, надо полагать, явится прототипом всех дальнейших установок аэронавигационных огней.

Таким образом для обозначения дирижабля в воздухе необходимо установить следующие аэронавигационные огни:

1. Бортовые огни зеленого цвета, устанавливаемые на правом борту дирижабля по направлению полета.

2. Бортовые огни красного цвета, устанавливаемые на левом борту дирижабля по направлению полета.

3. Головные огни белого цвета, устанавливаемые в крайней передней точке дирижабля.

4. Хвостовые огни белого цвета, устанавливаемые в крайней задней точке дирижабля.

Угол излучения аэронавигационных огней стандартизован и должен быть:

для бортовых огней:

в горизонтальной плоскости	110°
„ вертикальной „	180°

для головных огней:

в горизонтальной плоскости	220°
„ вертикальной „	180°

для хвостовых огней:

в горизонтальной плоскости	140°
„ вертикальной „	180°

Условия установки АНО на дирижабле. Установка аэронавигационных огней на дирижабле должна удовлетворять следующим условиям:

1. Аэронавигационные огни дублируются: бортовые — по горизонтали, головной и хвостовой — по вертикали.

2. Места установок огней должны обеспечить наилучшую видимость их.

3. Расстояние между дублирующимися огнями должно быть не менее 2 м, что подтверждается следующим расчетом.

Принимая разрешающую силу для нормального человеческого глаза $\alpha = 2^\circ$ и потребное расстояние видимости для головного огня $L = 8$ км, а для остальных аэронавигационных огней $L_1 = 6$ км, получим следующие значения для расстояния между огнями x :

$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot L = 1,6 \text{ м};$$

$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot L_1 = 1,2 \text{ м}.$$

Выбирая расстояние между огнями в 2 м, обеспечиваем оба случая, что не противоречит инструкциям Гражданского воздушного флота об установке аэронавигационных огней на дирижаблях.

Подсчет силы света для АНО. Для подсчета необходимой силы света АНО следует задаться некоторыми значениями коэффициентов.

Принимаем следующие значения:

1) коэффициент прозрачности атмосферного воздуха — 0,85 (по данным НИИ ВВС) для средних условий видимости;

2) коэффициент поглощения для бесцветного защитного стекла — 10%;

3) то же для зеленого стекла — 88%;

4) то же для красного стекла — 93%;

5) расстояние видимости для всех огней, кроме головного, — 6 км, для головного — 8 км.

Расчет производим по формуле:

$$I = 0,35 L^2 \cdot t^{-L},$$

где I — необходимая сила света в международных свечах,

L — расстояние в км,

t — коэффициент прозрачности воздуха.

Учитывая коэффициент поглощения стекла, силу света головного огня определим в 60 свечей, хвостового — в 30 свечей.

Сила света бортовых цветных огней рассчитывается по этой же формуле и определяется для красного огня в 54 свечи, для зеленого — в 52 свечи.

Подсчет мощности источников света для АНО. Для подсчета электрической мощности, потребляемой аэронавигационными огнями, задаемся коэффициентом усиления. Обычно значения этого коэффициента колеблются от 1,4 до 20. Принимая во внимание, что АНО не имеют отражателей, коэффициент усиления можем взять минимальный: $K = 1,4$.

Определяем мощность по формуле:

$$W = \frac{I \cdot \left(\frac{W}{I_0}\right)}{K},$$

где I — сила света;

$\frac{W}{I_0}$ — среднее удельное потребление ламп накаливания в ваттах на свечу (для ламп с напряжением в 24 В удельный расход электрической энергии равен 1 W на свечу);

K — коэффициент усиления.

Тогда необходимая мощность выразится в следующих цифрах:

для головного огня	43 W
• хвостового	22 W
для зеленого бортового огня	37 W
• красного	40 W

Принимаем для аэронавигационных огней следующие стандартные лампы накаливания, обеспечивающие видимость на заданном расстоянии:

для головного огня	50 W
• хвостового	25 W
• бортовых огней	50 W

Этот расчет ориентировочный, но он дает вполне достаточную точность для выбора необходимой мощности ламп накаливания АНО.

Места установки АНО на дирижаблях. Существуют два варианта установки АНО на дирижаблях: первый — крепление огней на гондоле дирижабля и второй — на его оболочке. Наиболее совершенным в смысле видимости огней следует считать второй вариант, но он обладает большим недостатком — сложностью конструктивного выполнения крепления огней и требует увеличения количества проводов, т. е. увеличивает вес установки.

Первый вариант не обладает последними двумя недостатками, но совершенно не удовлетворяет условиям видимости, почему такая установка

совершенно бесцельна. Следует, таким образом, остановиться на втором варианте, т. е. устанавливать головные и хвостовые огни на крайних заостренных точках корпуса дирижабля и бортовые — на его миделе.

БЫТОВАЯ НАГРУЗКА

Электрическая кухня. В связи с ростом радиуса действия, а следовательно, и продолжительности полета дирижаблей, достигающей в настоящее

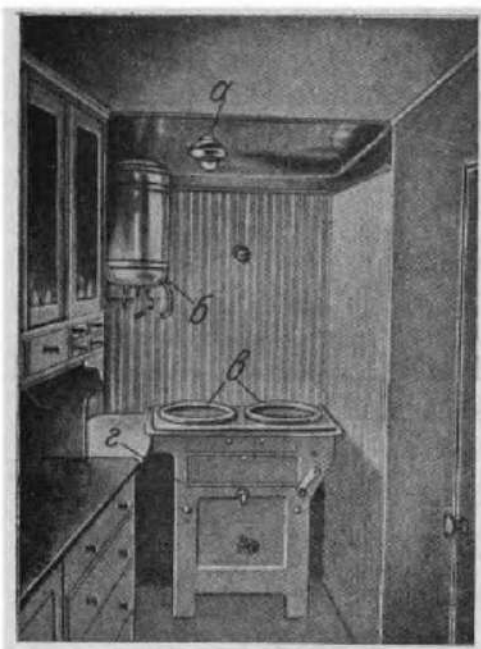
время весьма значительных величин, возникла необходимость снабжения команды и пассажиров дирижабля горячей пищей, чаем, кофе и горячей водой.

Впервые электрическая кухня была установлена на дирижабле „Бодензее“. Первая кухня представляла собой одну электрическую плитку мощностью в 500 W. Но уже на дирижабле LZ - 127 электрическая кухня (фиг. 49) значительно расширена и в ней насчитывается довольно большое количество элементов нагрева: здесь имеются две электрические плитки для жарения, кастрюли для варки супа, духовой шкаф и в довершение всего устроена очень удобная электрическая мойка, снабжающая кухню горячей водой и имеющая приспособление для мытья посуды.

Пользование электрической кухней чрезвычайно удобно, так как она снабжена рядом механизмов, позволяющих не наблюдать за варкой или жарением пищи. Включив ток на определенную температуру, можно не беспокоиться, что кушанье переварится или пригорит; как только срок жарения и варки истечет, ток автоматически выключается и нагрев прекращается.

Для приготовления чая, кофе или какао имеются специальные электрические кипятивники. Общая мощность такой установки довольно значительна и достигает 4,5 kW.

Водогрейки. На дирижабле „Акрон“, кроме электрокухни, были установлены два водонагревателя; один — в помещении для команды, другой — в помещении для комсостава. Емкость каждой водогрейки — около 8 л; мощность, потребляемая водогрейкой, составляет 500 W, вес водогрейки — 7,7 кг (без воды).



Фиг. 49. Электрическая кухня.

а — плафон общего освещения, б — термос,
в — электрические плитки, г — электрическая
духовка.

Водогрейка представляет собой термос, снабженный электрическими подогревательными элементами, предназначенными для подогрева, налитой в термос горячей воды в том случае, если она остыла или не обладает нужной температурой.

Электрическая зажигалка. В кают-компаниях некоторых дирижаблей устанавливаются электрические зажигалки для прикуривания папирос и сигар. Наличие на дирижабле даже такой мелочи, как зажигалка, которая действует при помощи электроэнергии, лишней раз показывает, насколько полно электрооборудование дирижаблей.

Электрическое обогревание. В заключение необходимо сказать несколько слов об электрическом обогревании. Обычно на дирижабле имеется несколько комплектов одежды с вшитыми в нее нагревательными элементами, расположенными в следующих участках: на подметках ботинок, в брюках, около колен, в нагрудной части комбинезона, в рукавах, под локтями и, наконец, в перчатках. Полная потребляемая мощность такой обогревательной одежды составляет от 80 до 200 W в зависимости от желаемой температуры нагрева.

Обогревательной одеждой снабжаются команды дирижаблей, курсирующих в северных странах или в холодные зимы, причем в первую очередь те лица, которые по условиям работы должны находиться неподвижно на одном месте, например водитель дирижабля, механики в моторных гондолах и т. п.

Элементы обогрева обычно рассчитываются на 24 V, но не выше, во избежание опасности воздействия электрического тока на человеческий организм в случае повреждения изоляции нагревательных элементов, размещенных в комбинезоне. Кроме обогревательного комбинезона, употребляются очки, снабженные для предохранения от промерзания нагревательными элементами, размещенными в стекле таким образом, чтобы они не мешали обзору.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

С развитием электрооборудования дирижаблей стало возможным заменить механический привод более удобным электрическим приводом, т. е. приводом от электродвигателя с непосредственным или дистанционным управлением.

Запуск моторов дирижабля осуществляется при помощи самопусков (или стартеров). Самопуском (или стартером) называется механизм, при помощи которого механик, находящийся внутри дирижабля, может запустить мотор.

Самопуски бывают разных типов. Есть самопуски воздушные, в которых сжатый воздух под большим давлением по особому воздухопроводу поступает в цилиндры мотора, давит на поршни, находящиеся в цилиндрах, и тем самым заставляет проворачиваться коленчатый вал мотора. Это — один из наиболее распространенных типов самопусков.

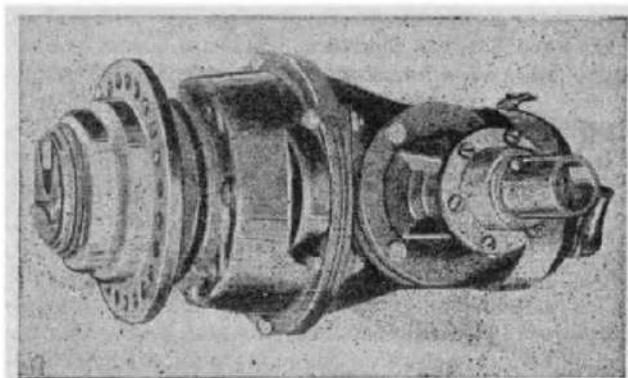
Другой тип — самопуск, приводимый во вращение вручную. Вращая ручку механизма самопуска, заставляют вращаться небольшой маховик. Если мы перестанем вращать маховик, то он в силу инерции будет некоторое время продолжать вращаться. Вот эта-то сила инерции маховика, переданная через специальный механизм, сцепленный с мотором, и дает воз-

возможность завести мотор. Такой тип самопуска называется инерционным самопуском.

Третий тип — это самопуск, работающий при помощи электрического мотора, т. е. электросамопуск (фиг. 50).

В настоящее время применяются две системы запусков при помощи электромотора: 1) непосредственный пуск и 2) инерционный пуск.

В первом случае соединение электромотора с авиамотором устраивается не прямое, а при помощи соответствующих передач, понижающих обороты вала авиамотора. Благодаря понижению числа оборотов для пуска может быть применен электромотор сравнительно небольшой мощности. Включение и выключение приводной муфты электромотора происходит автоматически, и как только авиамотор начинает работать, электромотор тотчас же отключается. Кроме



Фиг. 50. Стартер „Эклипс“.

того, привод снабжается автоматом, защищающим его от обратного толчка авиамотора в случае ранней вспышки и обратного хода. Сила тока в среднем в момент пуска мотора достигает величины 150 А при напряжении в 12 V.

Во втором случае для запуска авиамотора используется энергия маховика, которую маховик накапливает при

вращении его электромотором. Наиболее широко распространенный стартер „Эклипс“ состоит из двух основных частей: а) инерционного стартера и б) электромотора, приводящего в движение маховик инерционного стартера.

Отношение передачи электромотора к маховику равно 1:165, следовательно, один оборот мотора соответствует 165 оборотам маховика, а при полном числе оборотов электромотора маховик развивает до 20 000 об/мин.

При вращении маховика в нем накапливается определенный запас живой силы, которая при помощи соответствующих передач используется для запуска авиамотора. Так как маховик включается для привода авиамотора только по достижении своего рабочего числа оборотов, то мощность электромотора не приходится расходовать на вращение коленчатого вала авиамотора, и поэтому от электромотора требуется мощность, значительно меньшая по сравнению с первым случаем непосредственного привода от электромотора.

Для питания электростартеров электроэнергией служат специальные (стартерные) аккумуляторные батареи на 12 V.

Схема включения стартера с аккумуляторной батареей и включающими

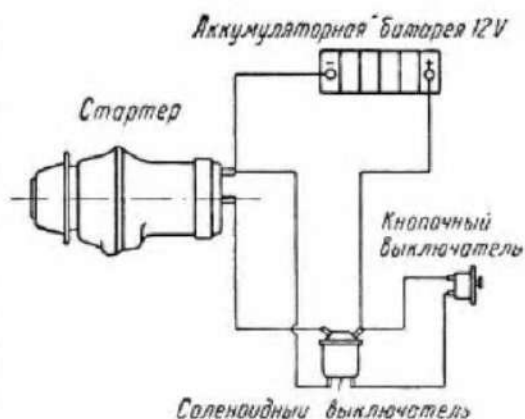
устройствами приведена на фиг. 51. Электрический запуск моторов обычно дублируется механическим или пневматическим приводом, а в некоторых случаях — и тем и другим.

ЭЛЕКТРОПОМПА

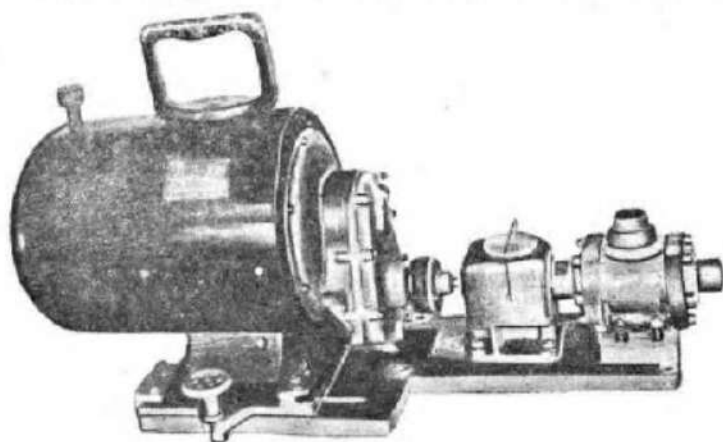
Современные дирижабли, обладающие большими радиусами действия и мощными винтомоторными установками, требуют весьма значительных запасов горючего, а следовательно, и соответствующего числа баков достаточной емкости для хранения горючего.

Обычно на современных дирижаблях имеется один или несколько главных баков для горючего, а кроме того, каждая отдельная моторная установка имеет свой рабочий бачок. Отсюда возникла необходимость в специальной бензиновой помпе с электрическим приводом, которая служила бы для перекачивания горючего из главных баков в рабочие баки моторов.

Дирижабли-гиганты „Акрон“ и „Мэкон“ имели на своем борту по три бензиновых помпы (фиг. 52) с электрическим приводом, которые успешно выполняли свое назначение. Электромоторы газонепрони-



Фиг. 51. Схема включения стартера.



Фиг. 52. Электрическая переносная помпа.

цаемого типа, максимально облегченной конструкции. Вес каждого электромотора 22,5 кг при мощности 1 л. с. и напряжении 110 В.

ЭЛЕКТРОЛЕБЕДКИ

Для приведения в действие антенной катушки выпускной антенны на дирижабле „Мэкон“ была применена электрическая лебедка, работающая при помощи мотора в 0,6 л. с. Мотор газонепроницаемого типа, облегченной конструкции, весом 10 кг.

Разматывание и сматывание антенны (выпуск и свертывание) производится автоматически посредством нажатия соответствующих кнопок. В крайних положениях лебедка останавливается при помощи концевых выключателей, кроме того, механизм управления позволяет посредством избирателя устанавливать любую длину выпускной антенны.

ЭЛЕКТРОВЕНТИЛЯТОРЫ

На дирижаблях „Акрон“ и „Мэкон“ в качестве привода для вентиляторов были широко применены электромоторы. Вентиляторы установлены для вентиляции моторных помещений, аккумуляторных установок, помещений пассажиров, коридоров и газовых шахт. Моторы к вентиляторам газонепроницаемого типа, облегченной конструкции. Мощность моторов выбрана в зависимости от часовой производительности вентиляторов.

ПРОЧИЕ ОБЪЕКТЫ

Кроме рассмотренных уже устройств, на дирижабле могут быть электрифицированы следующие объекты: а) подъем и спуск трапов, б) лебедки гайдропов, в) помпы для подачи горючего в главные баки, г) помпы для накачивания водяного балласта, д) бомбосбрасыватели, е) лебедки для поднятия различных грузов и багажа, ж) лебедки причального каната и т. п.

В настоящее время ведется интенсивная работа по расширению области применения электрифицированных устройств на дирижабле, и электропривод завоевывает все большее распространение на дирижабле.

Г Л А В А III.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СЕТИ

Технические требования, предъявляемые к электросети дирижабля, заключаются в следующем:

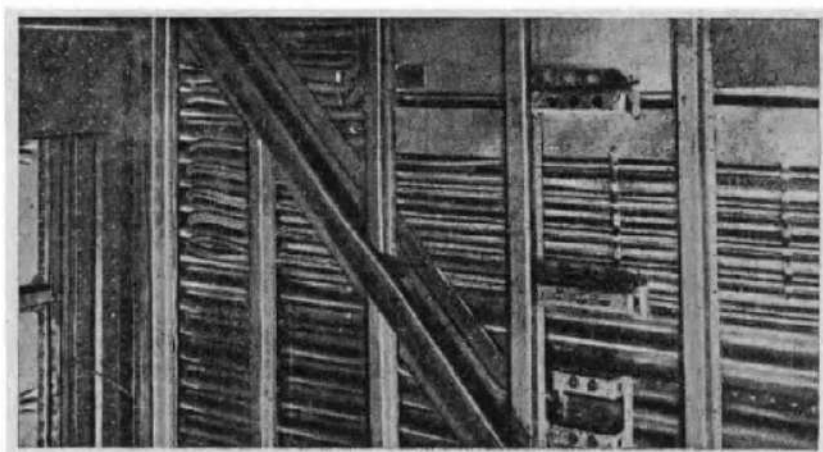
1) вся электропроводка должна быть выполнена так, чтобы в случае обрыва провода или короткого замыкания в линии была исключена возможность проникновения искры в окружающую среду;

2) электрическая сеть должна обладать минимальным весом (что чрезвычайно трудно совместить с первым условием);

3) электрическая сеть должна быть водонепроницаемой и по возможности газонепроницаемой;

4) электрическая сеть дирижабля должна быть эластичной, так как все части дирижабля в полете испытывают в большей или меньшей степени различные деформации, а следовательно, будет испытывать деформации также и провод, проложенный в той или иной части дирижабля.

В настоящее время стал широко применяться способ прокладки электрической сети в тонкостенных дуралюминовых трубках (фиг. 53). Это полностью защищает сеть от механических повреждений и, кроме того, по-



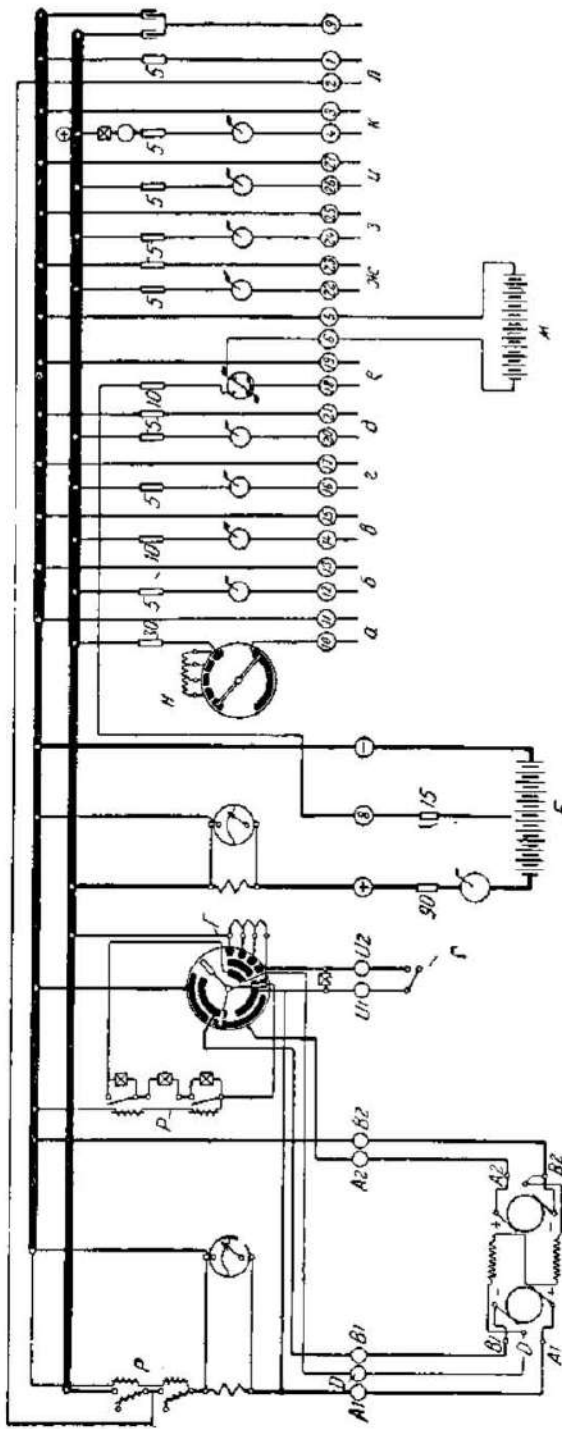
Фиг. 53. Прокладка проводов.

вышает пожарную безопасность всей электропроводки по сравнению с открытой прокладкой проводов.

В качестве примеров выполнения электрических сетей рассмотрим сети дирижабля LZ-114 и дирижабля „Акрон“.

КОММУТАЦИОННАЯ СХЕМА ДИРИЖАБЛЯ LZ-114

Принцип распределения электрической энергии на дирижабле следующий: от клемм генератора ток подается кабелем на шины распределительного щита, откуда распределяется по потребителям электрической энергии. По такому принципу выполнена схема коммутации тока на дирижабле LZ-114 (фиг. 54); здесь две динамомшины через специальный переключатель Γ включаются параллельно с аккумуляторной батареей B на общие шины распределительного щита, с которых через соответствующий предохранитель и рубильник ток подается к тому или иному потребителю. Следует заметить, что крупные потребители электроэнергии или важные по своему значению объекты имеют свой отдельный питающий фидер, например: прожектор, отопление, телефон, освещение стола с картами, бомбосбрасыватели и т. п. Коммутационная схема довольно проста и объяснений не требует. Заслуживает внимания то обстоятельство, что прожектор имеет включение через специальный реостат, помеченный на схеме буквой H .

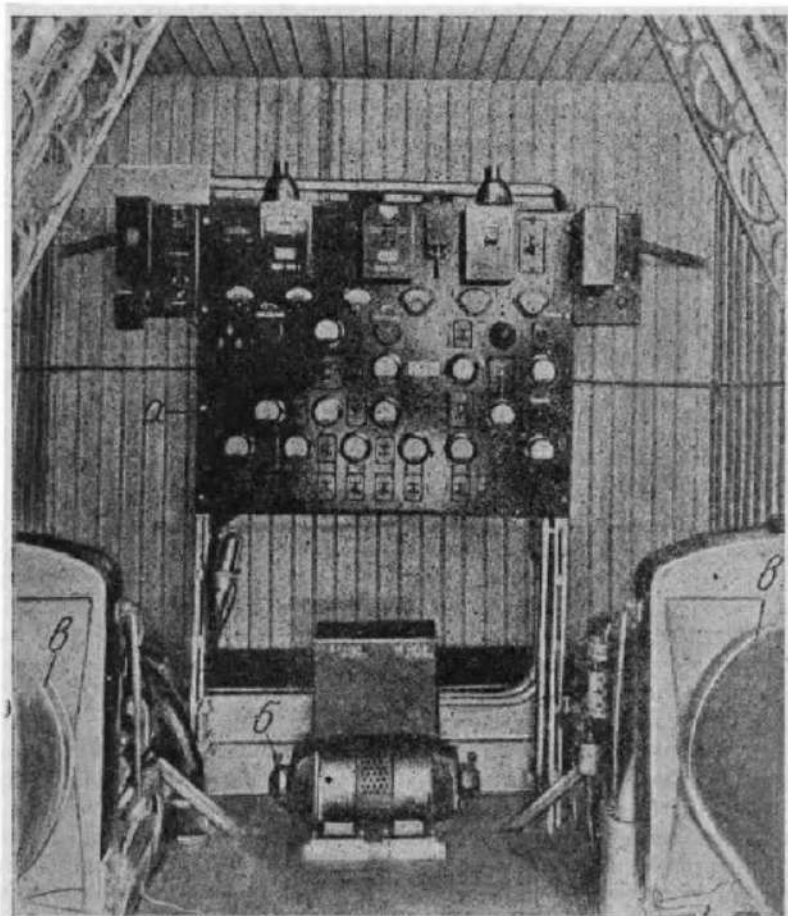


Фиг. 54. Коммутационная схема лирижабля LZ-114;

Г — переключатель генераторов, Р — автоматический рубильник, Б — аккумуляторная батарея, а — прожектор, б — прибор рубки управления, в — отопление, г — освещение стона с картами, д — телефон, е — бомбосбрасыватель, ж — моторные гондолы, з — радиорубка, и — передняя машинная гондола, к — резерв, л — аккумуляторы для радиостанции, м — резервная аккумуляторная батарея, н — реостат прожектора.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ ДИРИЖАБЛЯ „АКРОН“

Наиболее интересна электрическая сеть и распределительное устройство (фиг. 55) на дирижабле „Акрон“. Дирижабль, обладавший громадными размерами и наиболее насыщенным по сравнению с другими типами дири-



Фиг. 55. Распределительное устройство дирижабля „Акрон“:

а — распределительный щит, на котором видны различные измерительные приборы, выключатели, рубильники, специальные лампы освещения щита; *б* — мотор-генератор для зарядки аккумуляторной батареи, питаемой от общей сети; *в* — электрические генераторы с бензиновыми двигателями (основные).

жаблей электрооборудованием, как бы завершал картину развития и применения электрооборудования в воздухоплавании.

На „Акроне“ проложены две самостоятельные электрические сети по-

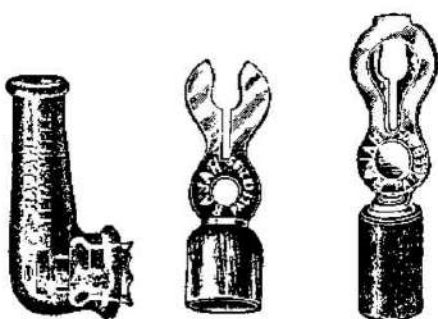
стоянного тока, но разного напряжения. Первая сеть с напряжением в 110 V, вторая — с напряжением в 24 V.

Сеть с напряжением в 110 V получает питание от генератора постоянного тока 115 V. Для питания сети в 24 V установлен умформер (мотор-генератор) мощностью в 1 kW, включенный в сеть 110 V. Мотор-генератор работает параллельно с аккумуляторной батареей напряжением в 24 V. Обе сети проложены в легких водонепроницаемых трубках из дуралюмина. Во избежание механических повреждений, а также для того, чтобы сэкономить место на дирижабле, все трубки размещены в стрингерах и шпангоутах дирижабля.

Все фасонные части для соединения трубок, например соединительные и ответвительные муфты, переходные коробки, наконечники для проводов (фиг. 56) и т. п., имеют специальную легкую конструкцию и изготовлены из алюминиевого литья или из листового дуралюмина.

Конструкция выходных концевых муфт и коробок одинакова с конструкцией судовой водонепроницаемой арматуры, но благодаря применению легких сплавов вес их удалось снизить до 0,5 кг по сравнению с соответствующей судовой арматурой, вес которой достигает 3—3,5 кг.

Выходная коробка состоит из газонепроницаемого патрона с вилкой и выключателем, устроенным так, что вы-



Фиг. 56. Наконечники проводов электрической сети дирижабля.

ключить или включить вилку можно только в том случае, если выключатель стоит в положении „выключено“; благодаря этому образование открытой дуги или искры при включении или выключении вилки становится невозможным.

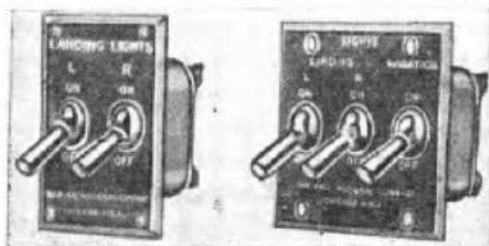
Вся распределительная аппаратура [выключатели, рубильники (фиг. 57 и 58)] и осветительная арматура имеют также легкую газонепроницаемую конструкцию, переработанную из судовой арматуры. Изготовление всей арматуры газонепроницаемой может показаться излишним, так как „Акрон“ наполняется негорючим газом — гелием. Но все же строители „Акрона“ считали, что эта мера безопасности необходима ввиду постоянного наличия некоторого количества паров газа, служащего топливом для дирижабля. Кроме того, не исключена возможность замены гелия водородом — газом, более дешевым и обладающим большей подъемной силой.

Электропроводка на „Акроне“, проходящая по всему дирижаблю, заключена в трубы общим протяжением около 1500 м. Ответвительные коробки размещены так, чтобы иметь возможность в случае надобности легко установить добавочное электрическое оборудование в любой точке корабля.

Когда дирижабль пришвартован к причальной мачте или находится в эллинге, нет никакой необходимости в работе электрической станции дирижабля, потому что ток можно получить и от земных станций. Для этого в носовой части дирижабля предусмотрен ввод для присоединения питаю-

щих проводов, подходящих из эллинга или причальной мачты, а ввод в свою очередь соединен с главными шинами центрального распределительного щита. Это представляло особую ценность во время постройки и окончательной отделки дирижабля, так как позволяло иметь хорошее освещение и необходимую мощность для моторов различных приводов к механизмам, обслуживающим дирижабль.

Потребители электроэнергии дирижабля „Акрон“ подразделяются как бы на две группы. В первую группу, включенную в сеть на 115 В, входят следующие основные потребители: 1) освещение внутреннее, 2) АНО, 3) прожектора, 4) радио, 5) моторы различных приводов, 6) электромастлогрейки, 7) вентиляторы, 8) электрическая кухня. Во вторую группу, включенную на сеть 24 В, входят: 1) электрические измерительные и авронавигационные приборы, 2) освещение некоторых специальных приборов и рабо-



Фиг. 57. Двух и трехштычные блоки однополюсных рубильников, выполненных газонепроницаемыми.



Фиг. 58. Герметический выключатель.

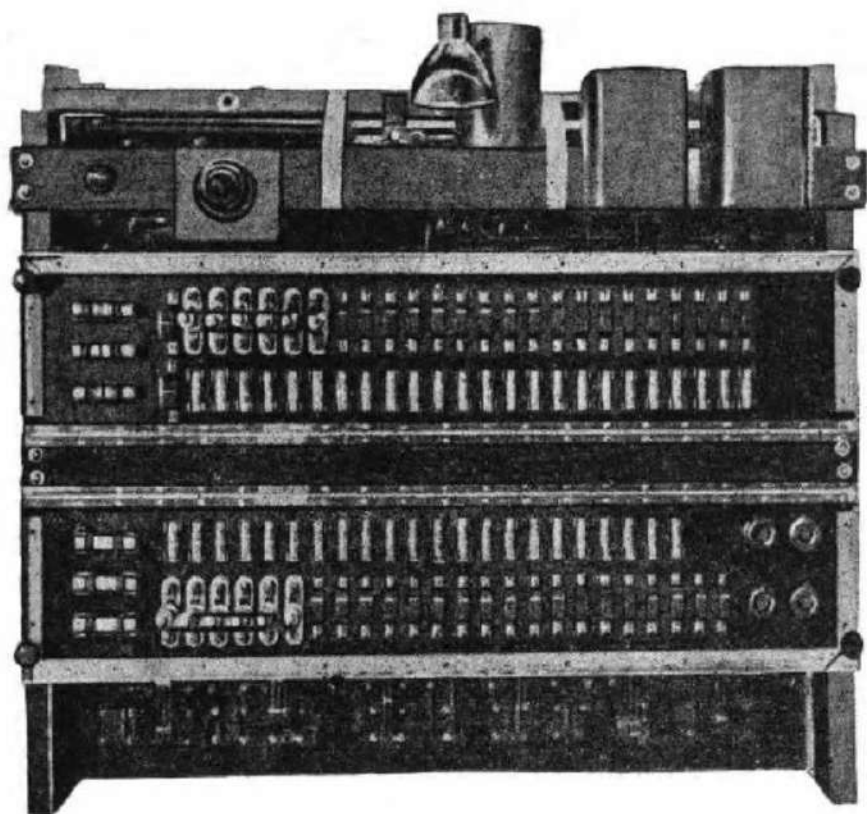
чих мест, 3) телефонная сеть, 4) зарядная аккумуляторная станция для зарядки радиобатарей.

Особенно удачно на „Акроне“ разрешена задача по конструированию легкого и в то же время прочного распределительного щита (фиг. 59).

Панель щита была выполнена из фанеры толщиной в 6 мм, запрессованной между двумя листами микарты толщиной в 3 мм. Таким образом фанера оказывается покрытой с обеих сторон хорошим изолирующим материалом, причем вес такой комбинированной панели значительно меньше веса панели, состоящей целиком из микарты. Для увеличения электрической надежности края доски также покрываются микартой, и во все отверстия панели, например для прохода проводов и т. п., впрессованы микартовые втулки. Благодаря такому устройству панель выглядит так, как будто она выполнена вся из микарты.

На панели устанавливаются три прерывателя на 100 А (два для генераторов и один для радионагрузки). Два прерывателя связаны с максимальным и минимальными автоматами, а также с регулятором напряжения и в случае нарушения нормального режима работы автоматически отключают генераторы от сети. Третий прерыватель связан только с максимальным автоматом и отключает сеть радиостанции в тех случаях, когда потребляемый ток превзойдет максимально допустимую величину. Эти пре-

рыватели, построенные по принципу де-ионных, являются наиболее легкими: вес каждого прерывателя равен всего 3,25 кг. При испытании такой прерыватель разрывал короткозамкнутую цепь в 6000 А без всякого вреда для себя.



Фиг. 59. Распределительный щит (с задней стороны) на дирижаблях „Акрон“ и „Мэкон“. Щит выполнен из фанеры, покрытой микартой (изоляционный материал, в состав которого входит сауда). На фигуре видно компактное расположение плавких вставок, разрядников и проводов. Сверху видны обратные стороны измерительных приборов и специальная лампа, освещающая обратную сторону распределительного щита.

Кроме трех главных прерывателей, на щите устанавливается 28 (по числу отходящих фидеров) выключателей и такое же число амперметров, не считая амперметров, установленных в главной цепи.

Для измерения напряжения в сети установлен вольтметр с вольтметровым переключателем, дающим возможность, пользуясь одним вольтметром, замерять все интересующие нас при работе станции напряжения.

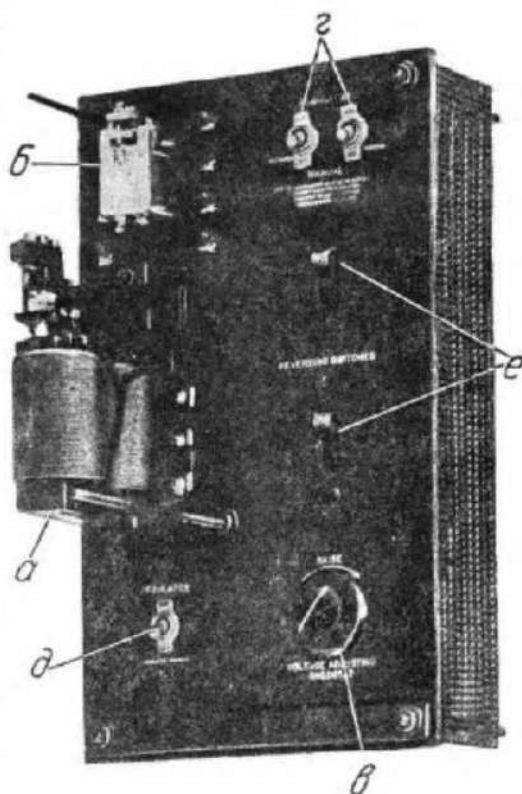
Такое же устройство имеет панель щита на 24 V. Приборы установлены те же, что и на щите 115 V, но на несколько большую силу тока.

За распределительной доской на обратной стороне ее установлены два ртутных прерывателя, обслуживающих цепь АНО. Прерыватели работают совершенно независимо друг от друга и попеременно включают и выключают всю установку АНО, чем создается дополнительное отличие огней дирижабля от огней самолетов (мигающие огни) или прочих судов. Частота переключения равна 60 в минуту. За доской подвешена дополнительная панель, на которой смонтированы все легкоплавкие предохранители и несколько небольших грозовых предохранителей.

Необходимость грозовых предохранителей доказана практикой работы на дирижабле, так как оказывается, что электрическая сеть и другие изолированные металлические тела во время грозы могут воспринимать статические заряды, особенно когда дирижабль перемещается от одной эквипотенциальной поверхности электрического поля земли к другой поверхности. Грозные предохранители служат также и для удаления зарядов, которые могут наводиться при работе радиостанции.

Кроме главных распределительных щитов на 110 и 24 V, на дирижабле устанавливается специальный регуляторный щиток, обслуживающий электрическую станцию. На регуляторном щите монтируются: регулятор напряжения, реостат, выключатель регулятора, выключатель радионагрузки и автомат тока (фиг. 60).

В качестве материала для собирательных и распределительных шин был взят алюминий. Благодаря широкому применению легких сплавов и специальному облегчению конструкции удалось получить минимальный вес всего распределительного устройства — 105 кг, включая сюда вес всей электрической аппаратуры и распределительного устройства, установленного на щите.



Фиг. 60. Регуляторный щиток:

a — регулятор напряжения на 110 V; *b* — регулятор напряжения на 24 V; *c* — реостат; *z* — выключатель регулятора на 110 V; *d* — выключатель регулятора на 24 V; *e* — выключатель радионагрузки.

Благодаря тому, что все управление сосредоточено на центральном распределительном щите, который в свою очередь установлен в помещении, где находятся электрические агрегаты (бензиновый мотор-генератор), персонал, обслуживающий электрическую установку, может быть сведен до минимума. Так, например, на „Акроне“ всю установку обслуживало только три человека, причем один дежурил на станции, второй обслуживал все электрические установки дирижабля, а третий в это время отдыхал. Вторым положительным фактором такой централизованной системы — это то, что все отходящие фидеры, а следовательно, и потребители электроэнергии, непосредственно контролируются из помещения электростанции дирижабля с центрального распределительного щита, что дает возможность производить распределение электроэнергии с минимальным количеством ошибок и в минимальное время. Несколько местных выключателей установлены только в тех местах, где это абсолютно необходимо, как, например, у столика карт, в рубке управления, для освещения аэронавигационных приборов и т. п.

При проектировании электрической сети и распределительного устройства необходимо учитывать все положительные и отрицательные моменты предполагаемой к разработке системы и добиваться наилучших показателей в следующих основных направлениях: 1) минимальный вес, 2) минимальные габариты, 3) полная безопасность установки в пожарном отношении, 4) наибольшая маневренность установки, 5) наибольшая экономичность, 6) полнейшая надежность и безотказность в работе системы распределения.

РАСЧЕТ ПРОВОДОВ

Расчет сечения проводов электрической сети на дирижабле производится по тем же формулам, что и для обычных сетей постоянного тока, при передаче энергии по двухпроводной системе. Сечение проводов определяют, задаваясь допустимым падением напряжения, в процентах или в вольтах; полученное сечение проверяется на нагревание по плотности тока. Примеры расчета проводов см. в ч. II, раздел „Расчет проводов“.

ГЛАВА IV

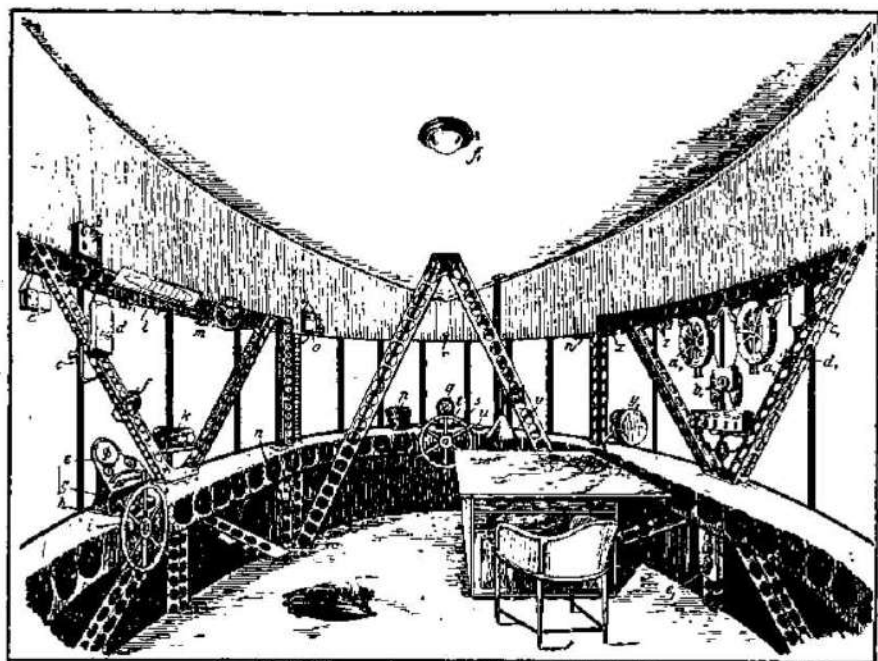
СИГНАЛЬНЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И КОНТРОЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Приборы, обслуживающие дирижабль в полете, можно разделить по выполняемым функциям на две основные группы: а) сигнальные приборы и б) измерительные и контрольные приборы.

Приборы первой группы применяются в схемах предупредительной сигнализации, т. е. сигнализации, которая предупреждает об аварии, грозящей той или иной установкой, или в схемах известительной сигнализации, служащей для сообщения сигналом о происшедшей уже аварии в какой-либо части оборудования или конструкции дирижабля. Кроме того, сигнальные

приборы находят применение на дирижабле в схемах связи, о которых будет сказано несколько ниже.

Назначение измерительных и контрольных приборов, как показывает самое название, состоит в измерении тех или иных величин объектов, от которых зависит правильная эксплуатация воздушного корабля (напри-



Фиг. 61. Вид рубки управления дирижабля LZ-126:

a — барограф; *b* — указатель натяжения мачтового каната. *c* — термометр для воздуха, *d* — вариометр, *e* — инструментальная доска с анероидом, секундомером и двумя уклономерами, *f* — освещенные анероиды, *g* — указатель выполнения, *h* — указатель положения рулей, *i* — штурвал рулей высоты, *k* — жирокопический измеритель наклона, *l* — балластная распределительная доска, *m* — газовая распределительная доска, *n* — ручная лампа, *o* — газовый термометр, *p* — магнитный компас, *q* — вспомогательный (дочерний) жирокопический компас, *r* — бортовой огонь, *s* — указатель положения рулей, *t* — штурвал для рулей направления, *u* — результирующий указатель положения рулей, *v* — освещение стола для карт, *w* — рукоятка для мачтового каната, *y* — прожектор с приспособлениями для телеграфной азбуки Морзе, *z* — сигнальный звонок, *a*₁ — машинный телеграф, *b*₁ — телефон с распределительной доской, *c*₁ — телефонный распределитель, *d*₁ — измеритель скорости полета, *e*₁ — выключатель для прожектора, *f*₁ — плафон общего освещения.

мер расход горючего, число оборотов мотора, расход подъемного газа, температура и т. п.).

Фиг. 61 представляет общий вид рубки управления дирижабля с указанием находящихся в ней приборов различного назначения и осветительной арматуры.

АЛЬТИМЕТР

Альтиметр служит для определения высоты полета. Широко распространенный неэлектрический альтиметр представляет собой барометр-анероид, но шкала у него градуирована не в мм рт. ст., как у обычного барометра, а в м высоты над уровнем моря.

Известно, что давление воздуха меняется в зависимости от высоты: чем больше высота над уровнем моря, тем меньше давление. Следовательно, не представляет трудности нанести на шкалу барометра вместо величин давления соответствующие величины высот над уровнем моря. Прибор с такой градуировкой и будет называться альтиметром. Он применяется как в воздухоплавании, так и в авиации.

Изменение атмосферного давления может быть использовано для определения высоты и электрическим путем. Если мы возьмем постоянный конденсатор и будем измерять его емкость на разных высотах, т. е. при различных атмосферных давлениях, то мы увидим, что емкость не остается постоянной, а меняется в зависимости от высоты. Это свойство и было использовано при конструировании электрического указателя высоты или электроальтиметра. В настоящее время электроальтиметр применяется сравнительно редко, так как по сравнению с обычным альтиметром обладает значительным весом.

ЭЛЕКТРОУКАЗАТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА

Для определения температуры подъемного газа на дирижабле в последнее время стали применять электротермометр-газометр.

Электротермометр состоит из двух основных частей: а) термометра с приемником и б) измерительного прибора.

Термометр с приемником состоит из чувствительного к температурным изменениям платинового сопротивления, аспиратора и часового механизма.

Измерительный прибор имеет шкалу с делениями в градусах Цельсия, стрелку, покрытую светящейся краской, и собственно измерительный прибор, выполненный по типу гальванометра.

Электротермометр, вернее термометр с приемником, подвешивается внутри газового баллона (в верхней части), а измеряемый газ при помощи аспиратора, приводимого в движение часовым механизмом, продувается через приемник термометра и оказывает тепловое воздействие на платиновое сопротивление, уменьшая или увеличивая величину сопротивления. Это изменение величины сопротивления фиксируется измерительным прибором, помещенным в кабине управления.

Ввиду того что температура в отдельных газовых баллонах неодинакова, естественно, приходится устанавливать на каждый газовый баллон свой электротермометр, а в рубке управления ставить переключатель, который позволил бы делать необходимые измерения температуры газа одним измерительным прибором, что значительно облегчает вес установки.

ЭЛЕКТРОУКАЗАТЕЛЬ НАПОЛНЕНИЯ

Степень наполнения газовых баллонов играет немаловажную роль при вождении воздушных кораблей. Знать величину степени наполнения как

в полете, так и на стоянке совершенно необходимо. В качестве прибора, показывающего степень наполнения газовых баллонов, применяется электрический указатель наполнения.

Прибор напоминает по своему устройству чашечные весы, на чашку которых при возрастающем внутреннем давлении ложится газовый баллон, вследствие чего приводится в действие стрелка, замыкающая один или несколько контактов (в зависимости от степени давления). Этим самым в цепь посылаются импульсы тока, приводящие в действие реле; последнее срабатывает и посылает ток в сигнальную лампу или сигнальный гудок, которые и предупреждают о том, что газовый баллон наполнен до предела и что необходимо принять меры для предотвращения разрыва оболочки баллона.

ЭЛЕКТРОУКАЗАТЕЛЬ ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЫСОТЫ

Для указания предельной высоты полета дирижабля (потолка) служит электрический прибор, известный под названием „электроуказатель предельной высоты или потолка“. Чем выше поднимается дирижабль, тем меньше воздушное давление он испытывает, а следовательно, тем меньше будет давление и на оболочку газовых баллонов, и газ, стремясь к расширению, будет оказывать все большее и большее давление с внутренней стороны на оболочку баллона. На определенной высоте во избежание разрыва оболочки приходится выпускать часть подъемного газа, терять газ; высота, на которой начинается потеря газа, и есть предельная высота полета.

Для определения предельной высоты, вернее, для сигнализации о том, что дирижабль достиг своей предельной высоты полета, служит электроуказатель предельной высоты. Конструктивно прибор выполнен так же, как и электроуказатель наполнения, т. е. в виде чашечных весов. Давление оболочки баллона на чашку прибора приводит ее в движение, вследствие чего замыкается контакт и срабатывает реле, которое посылает ток, приводящий в действие оптическую или акустическую сигнализацию, устанавливаемую в рубке управления.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ БЕНЗИНОМЕР

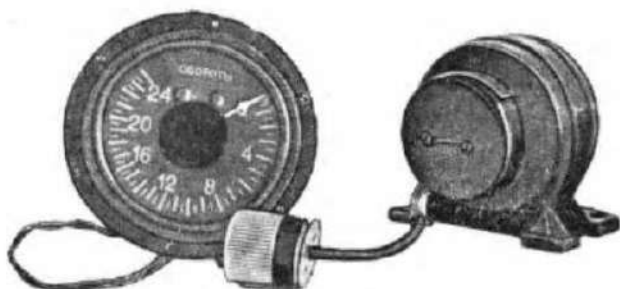
В полете необходимо знать количество израсходованного бензина и количество бензина, оставшегося в баках, для возможности продолжения полета, другими словами, надлежит вести постоянный учет бензинового хозяйства. Для определения количества бензина в баках в настоящее время применяется несколько типов бензиномеров, выполненных по различным принципам, — гидростатические, поплавковые, электрические и др.

Рассмотрим один из наиболее совершенных типов электрических бензиномеров. Работа данного бензиномера зависит всецело от давления бензина в баках для горючего. Данный тип бензиномера не имеет никаких движущихся частей за исключением стрелки прибора и выключателя и в пожарном отношении почти совершенно безопасен. Принцип его работы гарантирует точность показаний при всех условиях полета. Необходимая для действия прибора электрическая энергия может быть получена от аккумуляторной батареи, батареи сухих элементов или от общей электрической

сети дирижабля. Несмотря на сравнительно небольшой вес, равный приблизительно 1,5 кг, и на прочие достоинства, электрический бензиномер не нашел себе применения и в настоящее время заменен более безопасным в пожарном отношении и более точным бензиномером (правда, и более тяжелым) — гидростатическим (не электрическим).

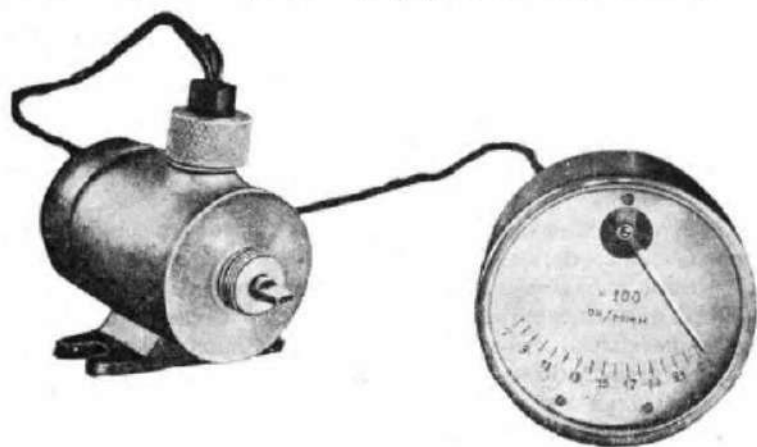
ЭЛЕКТРОТАХОМЕТР

Среди ряда приборов, применяемых на дирижабле, счетчик оборотов мотора является одним из наиболее необходимых. Действительно, всякая



Фиг. 62. Электрический тахометр.

неисправность в моторе в первую очередь и немедленно сказывается на изменении числа оборотов. Благодаря фиксации числа оборотов тахометром всегда можно судить о работе мотора, своевременно заметить его неисправность и принять меры для предупреждения порчи мотора.



Фиг. 63. Электрический тахометр.

В настоящее время применяются два типа тахометров: электрический (фиг. 62 и 63) и механический. Механический способ измерения оборотов мотора менее удобен, чем электрический, так как передача от вала работаю-

щего мотора к измерительному щитку механика, осуществленная гибким валом, безусловно тяжелее и в эксплуатационном отношении менее надежна по сравнению с электрической проводкой, проложенной между теми же пунктами.

Электрические тахометры можно подразделить на две основные группы: тахометры постоянного тока и тахометры переменного тока.

Комплект тахометра включает в себе следующие приборы:

- 1) генератор электрической энергии постоянного или переменного тока (в зависимости от группы тахометра);
- 2) электроизмерительный прибор, шкала которого проградуирована для непосредственного отсчета оборотов авиамотора;
- 3) соединительные провода;
- 4) трансформатор только в комплекте для тахометров группы переменного тока.

Принцип работы тахометров как переменного, так и постоянного тока одинаков и основан на том, что с изменением числа оборотов якоря электрического генератора напряжение на клеммах измерительного прибора также будет изменяться.

Отдать предпочтение какой-либо группе тахометров затруднительно. Та и другая группы обладают своими достоинствами. Тахометр переменного тока, несмотря на наличие дополнительного трансформатора, все же легче тахометра постоянного тока. Применяемый генератор переменного тока индукторного типа имеет некоторые особенности, значительно облегчающие его вес: ток повышенной частоты генерируется в неподвижной обмотке, расположенной на постоянных магнитах. Благодаря такой конструкции генератор не имеет коллектора и щеток, что в значительной мере улучшает его работу и облегчает вес. Что касается тахометров постоянного тока, то они дают более точные показания и по цене значительно дешевле тахометров переменного тока.

ЭЛЕКТРОТЕРМОМЕТР ДЛЯ МАСЛА И ВОДЫ

Для определения температуры масла и охлаждающей воды (в случае наличия моторов с водяным охлаждением) на дирижаблях применяются электрические термометры, обладающие рядом достоинств и преимуществ в работе по сравнению с остальными типами термометров (надежностью в работе, прочным и мгновенным показанием истинной температуры и т. д.). Эти термометры полностью оправдали себя на практике. Первоначально они давали недостаточно точные показания, так как не учитывали изменения температуры воздуха с высотой, теперь этот недостаток полностью устранен. Все поправки на высоту вносятся в показания прибора совершенно автоматически при помощи специального реле, где основную роль играет металл, магнитная проницаемость которого изменяется с изменением температуры.

Комплект электротермометра включает в себе следующие части: а) термопару, б) дистанционный измерительный прибор и в) соединительную проводку (обычно двойного провода небольшого сечения).

Для электротермометра не требуется никакого постороннего источника

электрической энергии, так как термопара сама генерирует электрический ток пропорционально температуре, в которой находятся и при которой нагрелись элементы термопары.

Хорошая точность и незначительный вес прибора (около 300 г) обеспечили широкое применение электротермометров как в воздухоплавании, так и в авиации.

В настоящее время ведутся работы по созданию конструкции электрического указателя скорости полета относительно воздуха и по отношению к земле и электрического указателя высоты полета дирижабля в каждую данную секунду с учетом рельефа местности, т. е. для определения высоты дирижабля над землей при полете в незнакомой местности. До настоящего времени все высотомеры показывают или высоту полета над уровнем моря или (с внесением соответствующей поправки) высоту полета сравнительно с местом вылета, что одинаково не дает представления об истинном положении дирижабля по отношению к земле. Несмотря на сложность поставленной задачи, можно полагать, что такие приборы будут созданы, так как принципиально разрешение вопроса вполне возможно.

СРЕДСТВА СВЯЗИ

Установление надежной и удобной связи для быстрой передачи любого приказа или сообщения в первую очередь потребовалось между рубкой управления и моторными гондолами.

Первым таким устройством был электрический колокол, приводившийся в действие импульсами электрического тока, посылаемого на клеммы колокола при помощи телеграфного ключа; такой колокол служил как в качестве позывного сигнала, так и в качестве звукового телеграфа. Эта система действовала вполне надежно, но имела большой недостаток, заключающийся в слишком медленной передаче приказаний. Вскоре от этой системы отказались и перешли к механическим и пневматическим способам связи, на устройстве которых не останавливаемся, так как электрических элементов там не имеется.

Затем были произведены опыты с установкой электрического телеграфа (лампового и с циферблатом и стрелкой), который, однако, не нашел применения, так как уступал механическому телеграфу как в надежности работы, так и в весе.

Все системы с цветными лампами или набором ламп и надписей также потерпели неудачу, так как они отличались сложностью в работе и обладали целым рядом эксплуатационных недостатков.

Наиболее удобными и хорошо действующими устройствами для внутренней сигнализации в настоящее время являются механический машинный телеграф и телефон (фиг. 64). Следует отметить, что положительные результаты были достигнуты не сразу, и первые опыты применения телефонной связи были очень неудачны.

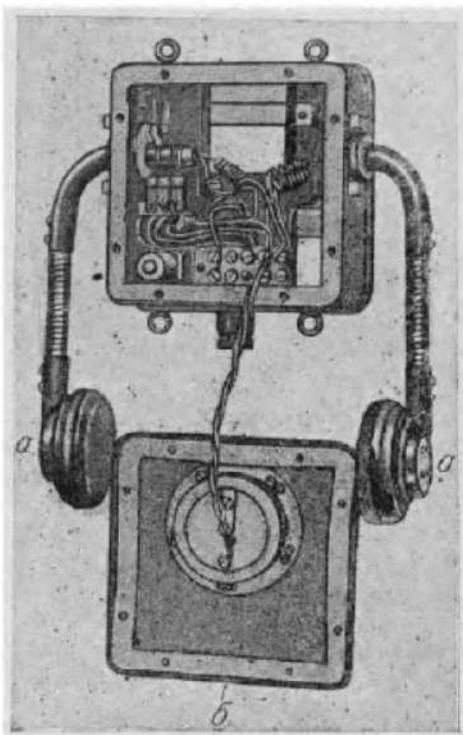
На дирижаблях LZ-126, LZ-127, ZRS-4 („Акрон“) и ZRS-5 („Мэкон“) применены оба вида связи, причем машинный телеграф установлен только между рубкой управления и моторными гондолами, а телефонная связь обслуживает почти все помещения дирижабля, а также дублирует машинный телеграф.

Телефонная связь выполняется в виде целого ряда линий, связывающих отдельные точки дирижабля (на дирижабле „Акрон“ имеется 17 таких точек). Вызов любого из 17 абонентов может быть сделан из любой точки. В моторных гондолах, где шум сказывается особенно сильно, устанавливаются для звукового вызова мощный гудок и как дублирующее устройство — световой вызов (электрическая лампа).

Чтобы избежать при разговорах по телефону мешающего шума работающих моторов, в моторных гондолах применяются особые маски (фиг. 65), хорошо изолированные от внешних шумов, с смонтированными в них громкоговорящими телефонами и противозумовым микрофоном.

В гондоле управления устанавливаются особый громкоговоритель и микрофон. Для вызова служат, как и в моторных гондолах, мощные гудки, а для обеспечения принятия сигнала параллельно работает сигнальная лампа, которая загорается тотчас же, как только начинает работать гудок (фиг. 66). Примерно также оборудованы и все остальные точки дирижабля, снабженные телефонными аппаратами.

В настоящее время ведутся большие работы в области пневматической и акустической связи.



Фиг. 64. Громкоговорящий телефон (селекторный), установленный в гондолах управления дирижаблей „Нордштерн“ и „Бодензее“:

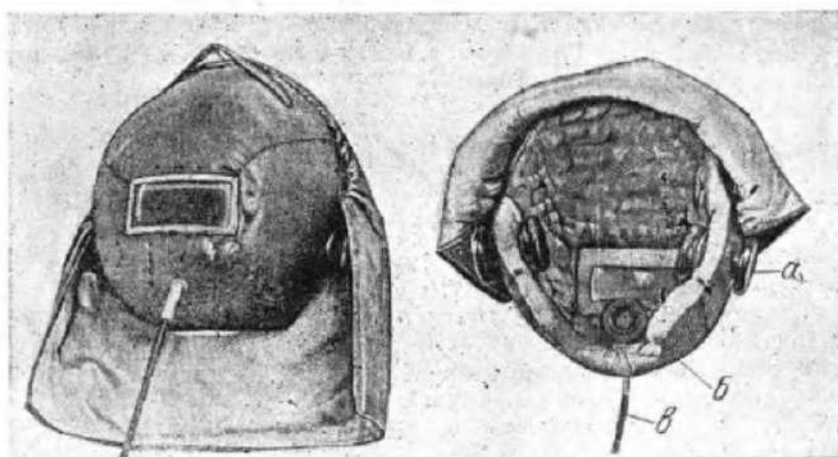
а — телефоны, б — микрофон.

ГЛАВА V

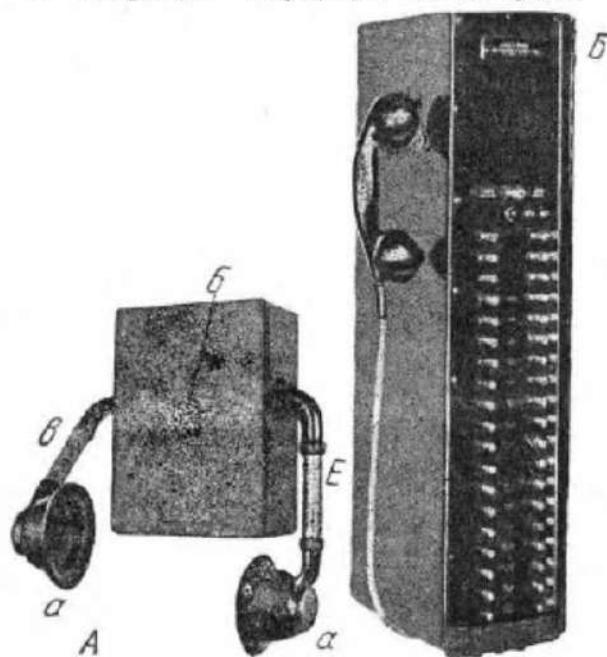
САМОЛЕТНЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДИРИЖАБЛЕЙ

Электрическая арматура и установочный материал, которые вполне соответствовали бы техническим требованиям оборудования дирижаблей, в СССР не изготавливаются в достаточном количестве. Наиболее приемлемой была бы самолетная арматура с некоторыми конструктивными изменениями и приспособлением ее для специфических условий работы на дирижабле.

Ниже приведено описание существующей самолетной арматуры и установочного материала.



Фиг. 65. Шлем с телефонами и микрофоном, применяемый для работы в помещениях, где стоит шум (например в моторных гондолах):
а — телефоны, *б* — микрофон, *в* — гибкий провод.



Фиг. 66. Телефонная связь дирижабля „Акрон“:
А — один из семнадцати телефонов; *а* — телефон, *б* — микрофон, *в* — амортизирующие шнуры; *Б* — компактная распределительная доска; сбоку видны распределительные контакты.

АЭРОНАВИГАЦИОННЫЕ ОГНИ

Арматура для головного и хвостового огней состоит из стеклянного колпака в оправе и основания с патроном и контактными винтами (фиг. 67). Огонь обычно устанавливается таким образом, что все основание до оправы стекла врезается в гофр и заделывается в нем. Зарядка арматуры происходит изнутри самолета. Для смены лампы снимается оправка со стеклом, т. е. смена лампы производится снаружи самолета.

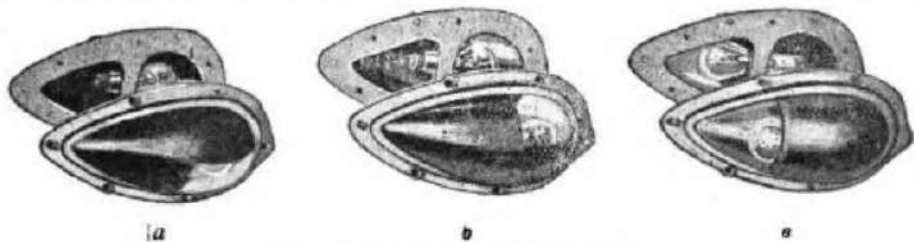
Арматура такого типа вполне может быть применена на дирижабле при условии установки защитного герметичного кожуха на заднюю часть огня и при условии устройства максимально надежных контактов. Для полной надежности контакты после зарядки могут быть залиты какой-либо изолирующей массой. Бортовые огни, принятые на снабжении в СССР, имеются двух типов.

Первый тип, так называемый „американский бортовой огонь“, изображен на фиг. 68. Этот тип непригоден для установки на дирижабле, так как, во-первых, имеет малые габариты, не позволяющие установить в нем лампу свыше 15 W, и, во-вторых, его конструкция не обладает герметичностью, а для достижения последней потребовалось бы в корне изменить всю конструкцию.

На фиг. 69 изображен второй тип бортового огня. Конструкция его арматуры аналогична конструкции головного огня с той разницей, что



Фиг. 67. Головной и хвостовой огни.

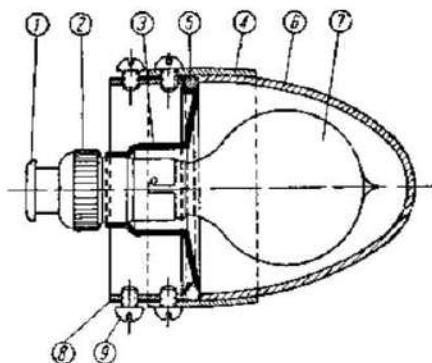


Фиг. 68. АНО самолетного типа:

a — правый бортовой огонь, *b* — левый бортовой огонь, *v* — головной и хвостовой огни.

стекло заключено в алюминиевый кожух с вырезом, обеспечивающим необходимый угол светораспределения. Для установки этого огня на корпусе дирижабля потребуется изменить форму кожуха, сделав его обтекаемым,

так как огонь для правильного использования его углов светораспределения должен прилегать к оболочке не своим основанием, а стороной кожуха, противоположной стеклу; тогда патрон будет находиться внутри обтекателя и его (после зарядки) возможно будет залить какой-либо изолирующей массой. Габариты арматуры допускают установку в ней ламп до 25 W.



Фиг. 69. Бортовой огонь:

1 — ниппель, 2 — патрон „Сван-Миньон“, 3 — рефлектор, 4 — оправка, 5 — прокладка, 6 — колпак, 7 — лампа, 8 — пластинка, 9 — винт.

ллее существенные части фары — отражатель и защитное стекло — могут быть использованы в прожекторе. Главнейшее требование, предъявляемое к этому прожектору, — возможность поворота отражателя в горизонтальной и вертикальной плоскостях и управление им на расстоянии, поэтому при переконструировании фары потребуются разработка конструкции механизма поворота и управления прожектором.

Прожектор на дирижабле устанавливается вне кабины, поэтому особых требований к его конструкции в смысле взрывобезопасности не предъявляется.

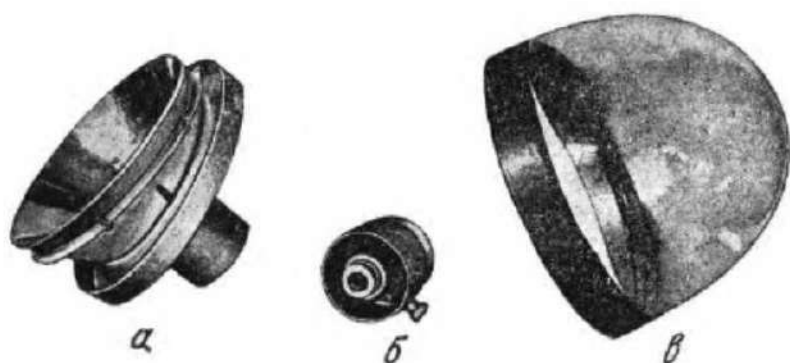
ПЛАФОНЫ

Общий вид применяемого в оборудовании самолетов плафона показан на фиг. 73. Плафон состоит из отражателя, кольца и овального стекла. Изготавливается плафон из алюминия и поэтому имеет незначительный вес (около 150 г).

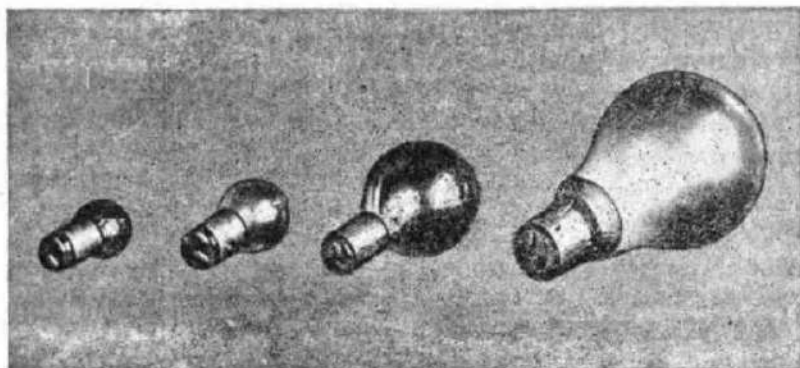
САМОЛЕТНАЯ ФАРА

Общий вид фары, применяемой на самолете, показан на фиг. 70. Диаметр отражателя фары равен 15 см. Максимальная мощность лампы, применяемой в фаре, 200 W, при напряжении в 12 или 24 V. Как видно на фиг. 71, отражатель фары легко снимается от обтекателя. Отражатель может закрепляться под необходимым углом специальным зажимом. Фара имеет поворотное приспособление. Максимальный угол поворота фары 10—12°. На фиг. 71 показано съемное защитное стекло фары в оправе, служащей для крепления стекла к обтекателю. Применяемый в фаре патрон типа „Сван“ показан на фиг. 72.

В связи со специальными требованиями, предъявляемыми к дирижабельному прожектору, описанная фара не может быть использована на дирижабле; ее необходимо полностью переконструировать. Наибо-



Фиг. 71. Отдельные детали фары:
а — отражатель, б — патронодержатель, в — защитное стекло.

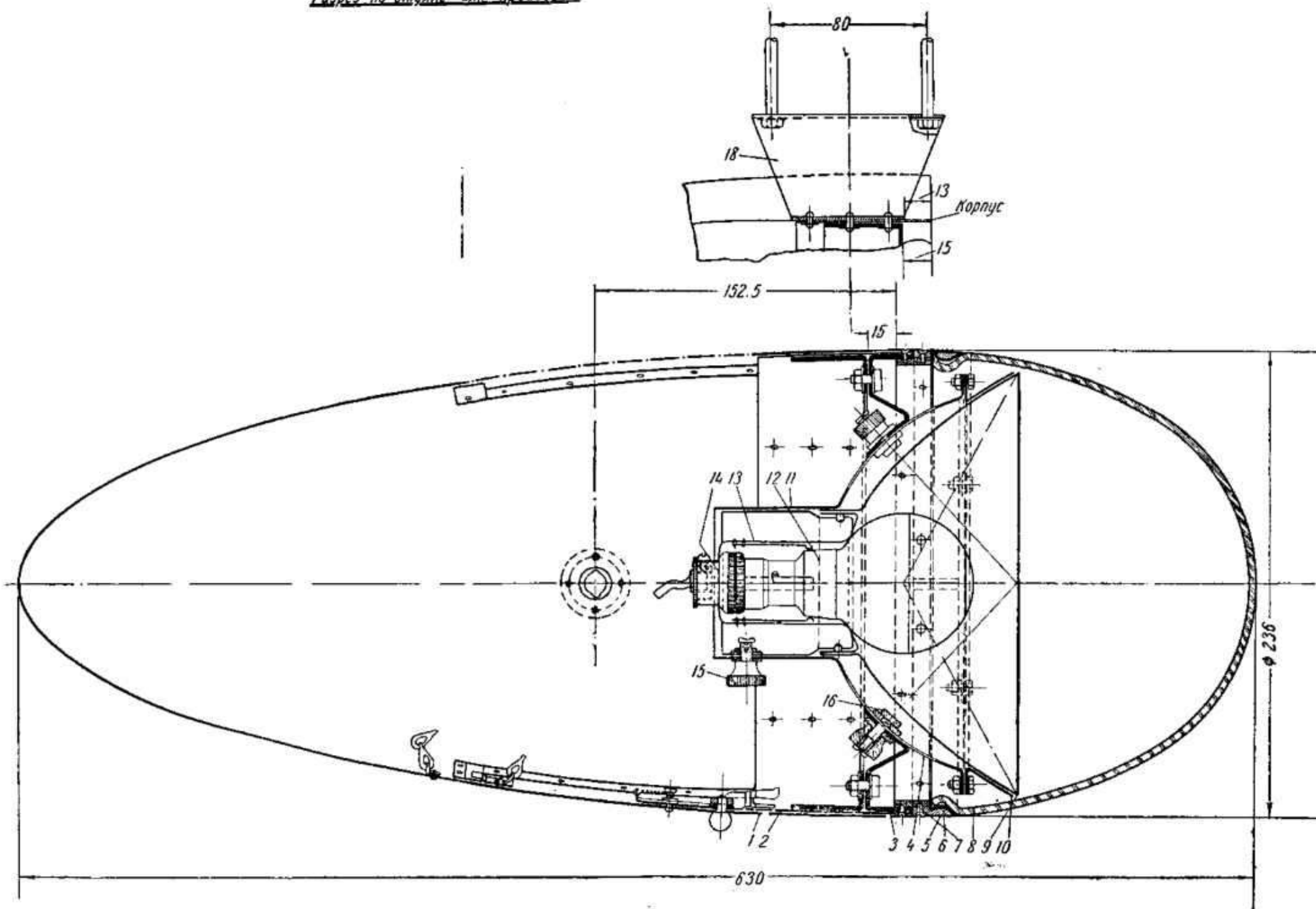


Фиг. 72. Лампы с цоколем „Сван“.



Фиг. 73. Плафон.

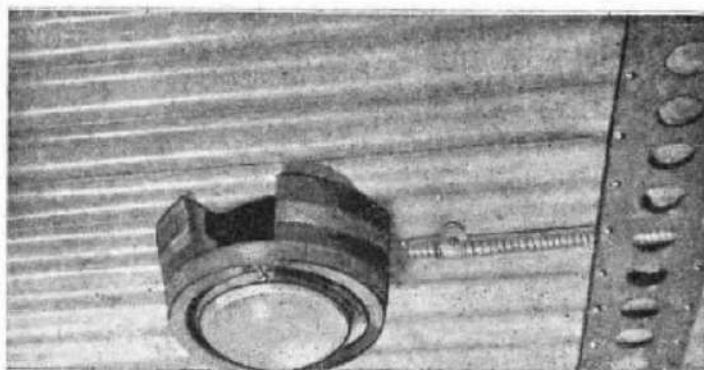
Разрез по втулке для проводов



Фиг. 7. Самолетная фара:

1 — корпус, 2 — бортовое кольцо, 3 — сферическая опора, 4 — держатель рефлектора, 5 — кольцо к стеклу, 6 — стяжное кольцо из двух половин, 7 — стяжное кольцо целое, 8 — стекло, 9 — рефлектор, 10 — кольцо рефлектора, 11 — подвижной цилиндр, 12 — лампа 10 W, 12 V, 13 — корпус патрона, 14 — патрон „Сван“, 15 — установочный винт патрона, 16 — установочный винт рефлектора, 17 — втулка для проводов, 18 — держатель фары. Габаритный наибольший диаметр 236 мм, длина 630 мм, диаметр светового луча 212 мм, фокусное расстояние 322 мм, угол обхвата зеркала 235°, темный угол поворота светового луча 35°.

Зарядка плафона производится сбоку отражателя. Провода в патрон вводятся через специальную втулку. Способ установки плафона показан на фиг. 74. Главным недостатком конструкции плафона является возможность накапливания влаги внутри, а также опасность получения короткого замыкания в патроне, поэтому в таком виде плафон не может быть принят для установки в коридоре киля и моторных гондолах дирижабля. Все это заставляет признать плафон небезопасным при установке в специальных помещениях. В качестве меры повышения надежности плафона при его установке для освещения помещений дирижабля можно рекомендовать применение



Фиг. 74. Установка плафона.

резиновых прокладок и обтяжки. Кроме того, желательно снабдить плафон специальной сеткой для предупреждения поломки стекла и лампы от механических воздействий.

КАБИННЫЕ ЛАМПЫ

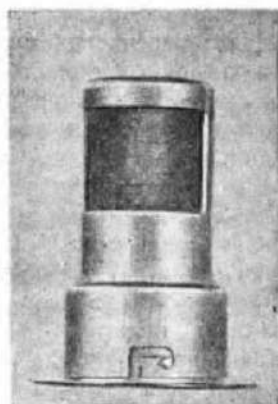
Для освещения приборных досок и отдельных приборов, а иногда и для освещения небольших отдельных помещений, на самолетах применяются специальные арматуры, называемые кабинными лампами.

Один из типов существующих кабинных ламп показан на фиг. 75. Этот тип принят в качестве нормального типа на всех гражданских самолетах. Достоинство лампы — очень небольшой вес, недостаток — очень малая сфера действия, что зависит отчасти от большого поглощения светового потока матовым стеклом лампы. Кроме того, неудобство пользования лампой заключается в ее стационарности, т. е. невозможности по желанию изменять направление светового потока. По этим причинам описанная кабинная лампа не может быть принята к установке на дирижабле.

Кроме указанного типа кабинной лампы, существует несколько опытных типов ламп (фиг. 76, а и б), стационарные и поворотные, различного веса и надежности, с различными приспособлениями для получения освещения в виде окрашенного светового потока. Но и эти образцы не удовлетворяют полностью условиям установки их на дирижаблях.

Наиболее пригодным из всех образцов является кабинная лампа, пока-

занная на фиг. 77 и представляющая собой открытый световой прибор с лампой накаливания, скрытой в глубоком отражателе.



Фиг. 75. Кабинная лампа.



Фиг. 76. а и б — опытные образцы cabinных ламп.

К ее достоинствам следует отнести:

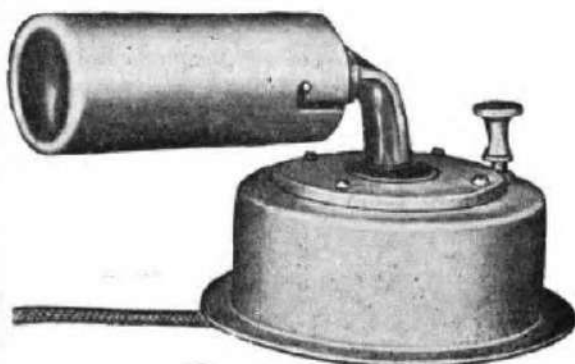
1) сравнительно большое расстояние от основания прибора до светового центра лампы, благодаря чему в случае установки на борту лампа может освещать приборы без получения больших теней на шкалах;

2) большую освещаемую поверхность благодаря специально устроенному отражателю;

3) увеличение световой мощности лампы накаливания применением отражателя;

4) отсутствие легкобьющегося стекла, поглощающего часть светового потока;

5) отсутствие прямого слепящего действия, так как лампа накаливания скрыта внутри отражателя.



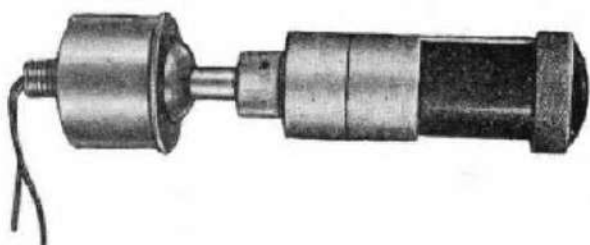
Фиг. 77. Опытный образец cabinной лампы. Лампа накаливания скрыта в глубоком отражателе.

К недостаткам относится применение патрона, не гарантирующего от коротких замыканий, но этот недостаток, общий для всех существующих световых приборов, может быть устранен применением специальных прокладок и резиновых обтяжек при установке.

Лампа, изображенная на фиг. 78, рекомендуется к установке для освещения рабочих мест и приборных досок дирижабля.

ПЕРЕНОСНЫЕ ЛАМПЫ

Для применения на дирижабле существующего типа переносной лампы следует: 1) изменить кожух лампы, придав ему наибольшую прочность от



Фиг. 78. Кабинная лампа для освещения рабочих мест и приборных досок. Опытный образец.

механических повреждений и обеспечив надежную его крепление, 2) изменить систему подвешивания лампы (крючок заменить универсальным зажимом) и 3) заключить шнур лампы в металлическую оплетку, достаточно надежную для предохранения шнура от механических повреждений.

Только при этих условиях переносная лампа самолетного типа может служить в качестве арматуры рабочего освещения дирижабля.

РЕОСТАТЫ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ КАБИННЫХ ЛАМП

Для включения и возможности изменения силы света ламп накаливания, помещенных в арматурах „кабинные лампы“, применяются специальные реостаты.

Требование изменения силы света ламп диктуется необходимостью получения по желанию пилота более или менее интенсивной освещенности при-



Фиг. 79. Реостат cabinных ламп.

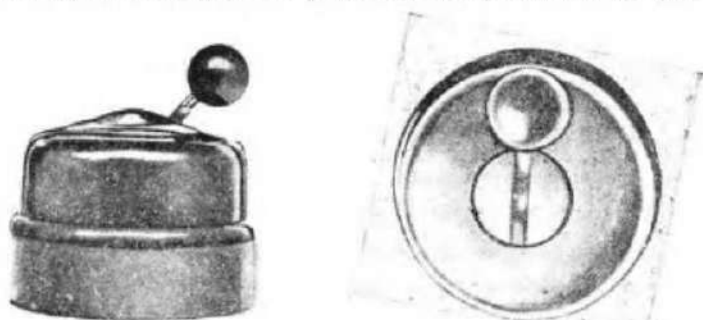
борной доски. Глаз пилота попеременно адаптируется то на яркости приборной доски, то на сигналах вне кабины. Это наблюдение полей различной яркости и сохранение чувствительности глаза к ним требует получения

определенных освещенностей на приборной доске, что и достигается применением реостатов, включенных в цепь кабинных ламп.

Существуют два типа реостатов для кабинных ламп.

Реостат первого типа состоит из алюминиевой круглой коробки с помещенным в ней сопротивлением и ползунком. Он может быть приспособлен для установки на распределительном щитке дирижабля (в случае необходимости в нем) при условии установки коробки реостата с задней стороны щитка и рукоятки с наружной стороны. Так как задняя сторона щитка должна быть плотно закрыта специальным кожухом и, кроме того, сам реостат имеет закрытые токоведущие части, безопасность реостата в пожарном отношении совершенно гарантируется.

Для установки на приборных досках в кабине управления наиболее подходящим является второй тип реостата, изображенный на фиг. 79. Этот



Фиг. 80. Выключатели Тумблер.

реостат изготовлен из пластмассы и имеет сопротивление, помещенное в рукоятку поворота, плотно надетую на специальное кольцо, чем достигается наибольшая безопасность реостатов в пожарном отношении.

Включение в сеть осуществляется зажимными болтами, которые сверху закрываются крышкой (фиг. 79). После включения реостата в сеть внутрь его заливают какой-либо изолирующий состав, по отвердении которого вся конструкция становится безопасной от коротких замыканий и замыканий на корпус.

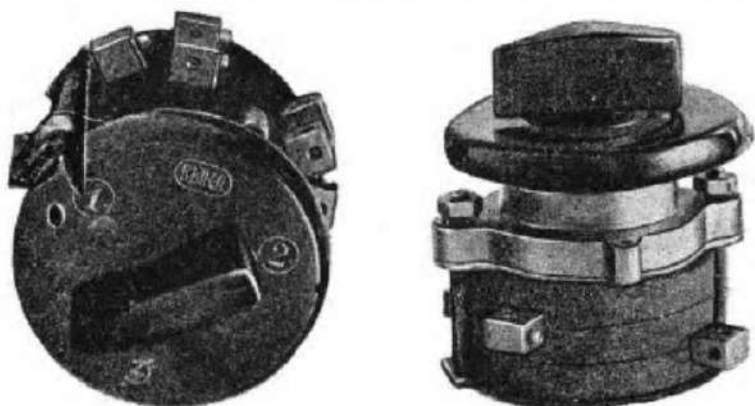
Оба описанных реостата могут быть приняты к установке на дирижабле при условии устранения указанных выше недостатков.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Для включения и выключения световых арматур применяются выключатели типа „Тумблер“, изображенные на фиг. 80. Выключатели этого типа вполне удовлетворяют своему назначению, но могут быть приняты для установки на дирижабле при условии помещения их в специальную герметическую коробку или, в крайнем случае, при условии применения резиновых обтяжек, плотно обтягивающих корпуса выключателей, чем будет достигаться наибольшая их взрывобезопасность при включении и выключении.

В качестве главного рубильника на центральном распределительном щите

может быть установлен рубильник типов, применяемых в авиации (фиг. 81 и 82), который вполне удовлетворяет условиям установки на дирижабле;



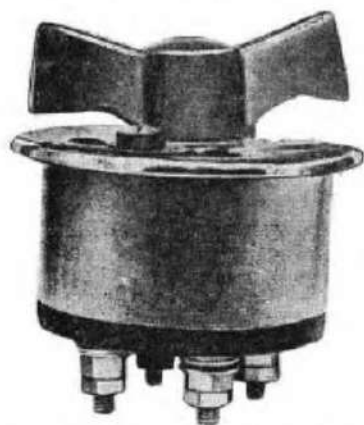
Фиг. 81. Герметический выключатель, 60А, 110 V.

он устанавливается на щите с кожухом, плотно закрывающим заднюю токонесущую сторону щита.

ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РОЗЕТКИ

Применение штепсельных розеток авиационного типа на дирижабле может иметь место только при включении в цепь каждой розетки выключателя с блокировкой, благодаря которой вынуть вилку под током нельзя.

Конструкция розетки проста и удобна в эксплуатации. Как видно на фиг. 83, в нормальном положении контакты розетки закрываются крышкой. Вилка после ее включения прикрепляется к установленной розетке посредством кольца на резьбе.



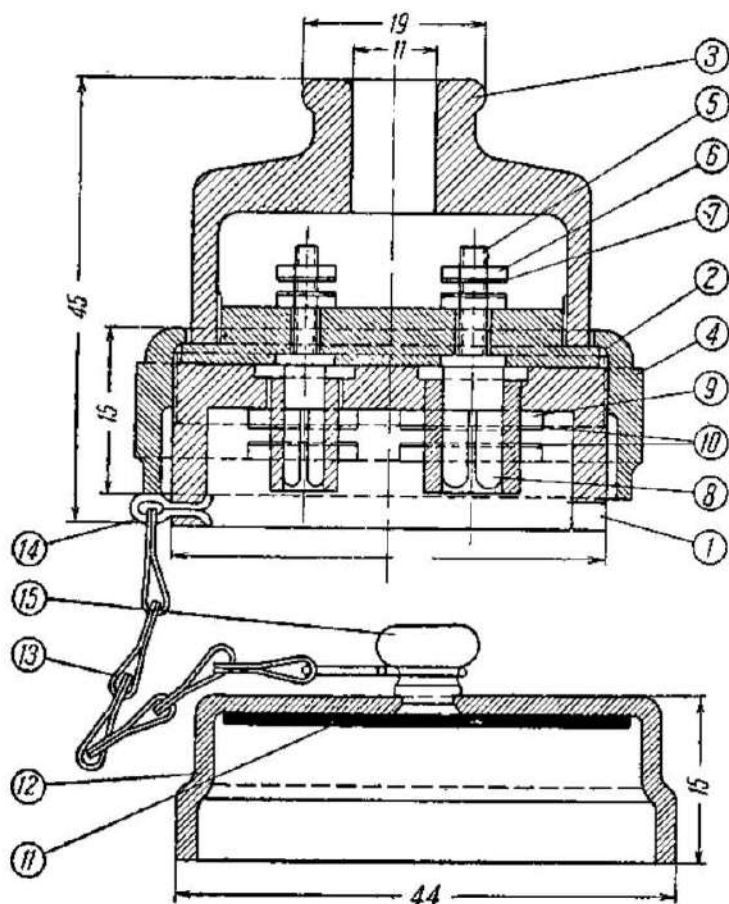
Фиг. 82. Герметический выключатель, 40А, 12 V.

ПЕРЕХОДНЫЕ И ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ КОРОБКИ

На фиг. 84 изображены переходные и на фиг. 85 — ответвительные коробки, применяемые в авиации для ответвления проводов.

Существуют два типа коробок: двухклеммные и трехклеммные. При необходимости переходов большого количества проводов через разъемы применяются комбинированные щитки, состоящие из необходимого числа этих коробок. Недостатком коробок являются их открытые контакты (фиг. 84), что безусловно недопустимо в оборудовании дирижабля. В качестве вре-

менной меры для устранения этого недостатка можно рекомендовать помещение коробок в специальные кожухи из алюминия с заливкой их после зарядки изолирующим составом.



Фиг. 83. Штепсельная розетка: 1 — основание штепселя, 2 — основание вилки, 3 — крышка, 4 — кольцо, 5 — вилка штепселя, 6 — гайка, 7 — шайба, 8 — гнездо штепселя, 9 — гайка, 10 — шайбы, 11 — прокладка, 12 — крышка, 13 — цепочка, 14 — шплинт, 15 — головка крышки.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

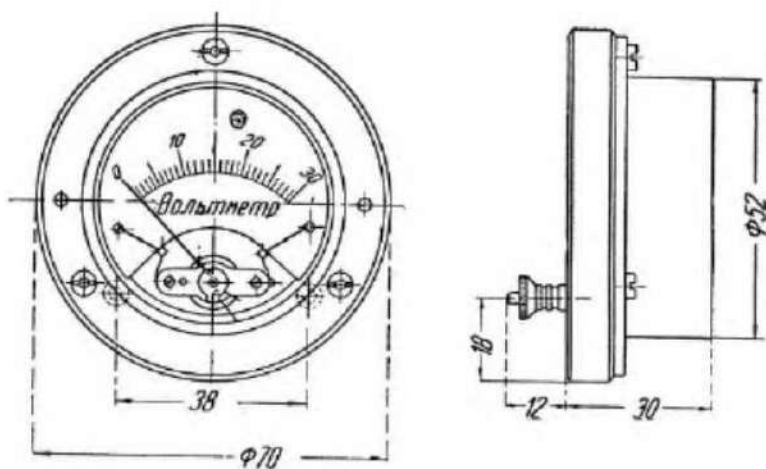
На дирижабле в качестве электрических измерительных приборов могут применяться существующие типы авиационных приборов. На фиг. 86 изображен вольтметр на 30 В; на фиг. 87 — амперметр с двухсторонней шкалой, градуированной на 30 А, и шунт к этому амперметру. При токе свыше



Фиг. 84. Переходные коробки.



Фиг. 85. Ответвительные коробки.

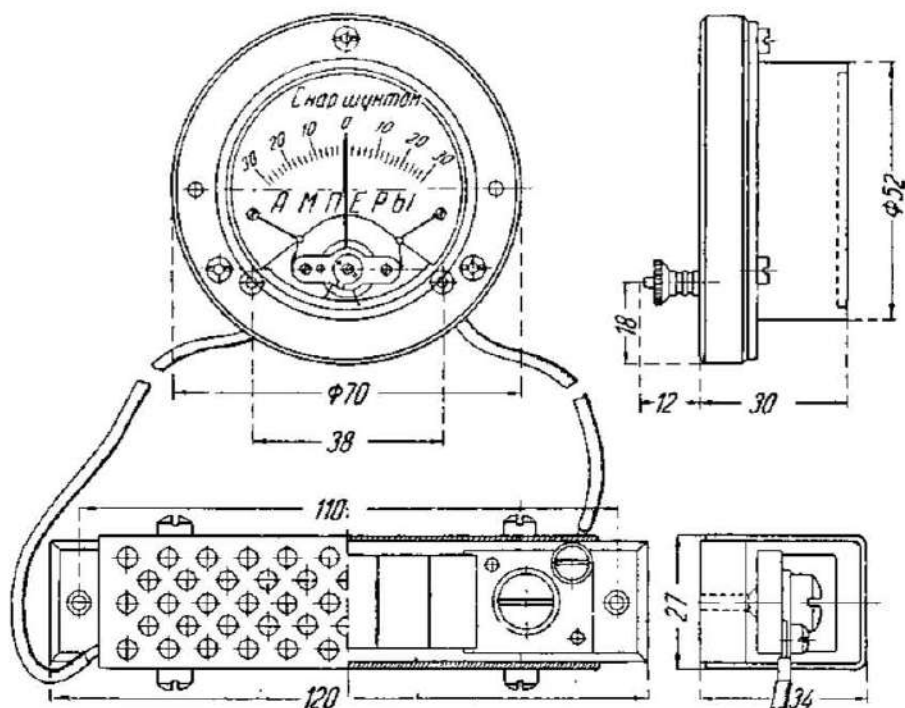


Фиг. 86. Вольтметр на 30 V.

30 А должен быть подобран соответствующий шунт и переградуирована шкала прибора.

Указанные приборы по своей конструкции удовлетворяют условиям установки на дирижабле без дополнительных изменений и переделок.

Все сказанное относительно осветительной арматуры и установочного материала самолетного типа приводит к заключению, что эта арматура сможет удовлетворить на первое время потребности оборудования дирижаблей.



Фиг. 87. Амперметр со шкалой 30-0-30 А.

Применение авиационной арматуры дает большую экономию веса оборудования, но в то же время эта арматура не разрешает полностью задачи, так как в условиях эксплуатации на дирижаблях обладает рядом недостатков.

Необходимо в срочном порядке начать конструирование и постройку новых типов специальной арматуры для дирижаблей, полностью удовлетворяющей условиям работы в помещениях дирижабля.

ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ДИРИЖАБЛЯ

ВВЕДЕНИЕ

В качестве примерного объекта для эскизного проекта электрооборудования послужил дирижабль, разработанный Дирижаблестроительным факультетом Ленинградского учебного комбината ГВФ.

Дирижабль имеет следующие примерные данные:

Конструкция—полужесткий	Диаметр по миделю 16 м
Объем 22 000 м ³	Скорость 120 км
Длина 132 м	Дальность полета 3000 км

Электрооборудование дирижабля, как это видно из первой части, подразделяется на три основных группы: а) источники питания (генераторы и аккумуляторы); б) потребители электроэнергии (осветительная, бытовая, моторная и сигнальная нагрузка) и в) сеть и распределительные устройства.

Прежде чем перейти к выбору источников питания и разработке принципиальных схем коммутации тока и распределительного устройства, необходимо определить характер работы и величину нагрузки отдельных потребителей, месторасположение всего оборудования и степень важности отдельных агрегатов.

Исходя из сказанного, порядок разработки проекта примем следующий:

- 1) определение нагрузок,
- 2) выбор источников питания,
- 3) расчет сети и выбор конструкций распределительных устройств,
- 4) составление спецификаций.

Ниже даем разработку отдельных вопросов электрооборудования.

ГЛАВА VI

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК

В определение нагрузок входит составление проекта в части внутреннего освещения, сигнальных огней, моторного привода и т. п. Следовательно, для того чтобы определить нагрузки, необходимо разработать каждый отдельный вопрос в разрезе выполнения тактико-технических требований, предъявляемых к данному виду оборудования.

ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА

При проектировании светооборудования дирижабля ввиду отсутствия опытных данных в этой области целый ряд вопросов был решен приближенно, кроме того, при выборе осветительных приборов для дирижабля были выявлены недостатки светотехнической аппаратуры, изготовляемой в СССР, которая могла бы по своим качествам, при устранении этих недостатков, удовлетворить техническим требованиям, предъявляемым к осветительной установке на дирижабле.

Необходимо отметить, что светотехническая аппаратура, вполне удовлетворяющая требованиям, предъявляемым к ней при установке для эксплуатации на дирижаблях, в СССР не изготовляется достаточно. Наиболее приемлемыми были бы световые приборы самолетного типа, но эти приборы не вполне удовлетворительно ведут себя при установке их на дирижаблях. Тем более сомнительна их работа в условиях эксплуатации на дирижабле, так как работа светооборудования на самолете и дирижабле сильно различается друг от друга, в особенности если дирижабль наполнен горючим газом — водородом.

При составлении проекта светооборудования дирижабля были определены основные положения, регламентирующие в известной мере условия рационального освещения воздушного корабля.

В настоящем разделе, посвященном эскизному проекту электросветооборудования дирижабля, приведены некоторые теоретические кривые светораспределения, указано обоснование мощности применяемых светильников и дан материал, необходимый для проектирования электрической сети и выбора источников питания электротехнического оборудования дирижабля.

Аэронавигационные огни. Для обозначения дирижабля в воздухе на нем устанавливаются следующие аэронавигационные огни:

- 1) бортовые зеленого цвета—на правом борту дирижабля, по направлению полета судна;
- 2) бортовые красного цвета—на левом борту дирижабля, по направлению полета воздушного судна;
- 3) головные белого цвета—на крайней передней точке дирижабля (на носу);
- 4) хвостовые белого цвета—на крайней задней точке дирижабля (на корме).

Углы излучения световых приборов (АНО), согласно инструкции оборудования воздушных судов к ночным полетам¹, принимаем:

- 1) бортовые огни должны иметь угол излучения:

в вертикальной плоскости 180°
„ горизонтальной „ 110°

- 2) головной огонь:

в вертикальной плоскости 180°
„ горизонтальной „ 220°

- 3) хвостовой огонь:

в вертикальной плоскости 180°
„ горизонтальной „ 140°

¹ Приказ Главначвоздухофлота, № 132, 1922 г.

Эти данные в настоящее время являются обязательными для светильников, устанавливаемых на самолетах и воздушных судах в качестве аэронавигационных огней, и обусловлены наилучшей ориентировкой во взаимном положении воздушных судов при встречах и обходах во время полета.

Определение потребной силы света для АНО. При расчете потребной силы света АНО были приняты следующие значения коэффициентов:

- 1) прозрачности атмосферного воздуха при средних условиях видимости—0,85;
- 2) поглощения бесцветного прозрачного защитного стекла—10⁰/₁₀₀;
- 3) поглощения для зеленого стекла, служащего в качестве фильтра, и защитного стекла для зеленых АНО—88⁰/₁₀₀;
- 4) поглощения для красного стекла, служащего фильтром и защитным стеклом красных АНО, —93⁰/₁₀₀.

Согласно указанной выше инструкции АНО, кроме головной, должны быть видимы на расстоянии не меньше 6 км, а головной—с расстояния не менее 8 км.

Эти расстояния и были приняты как минимальные при расчете силы света для удовлетворительной видимости АНО.

Расчеты велись по формуле:

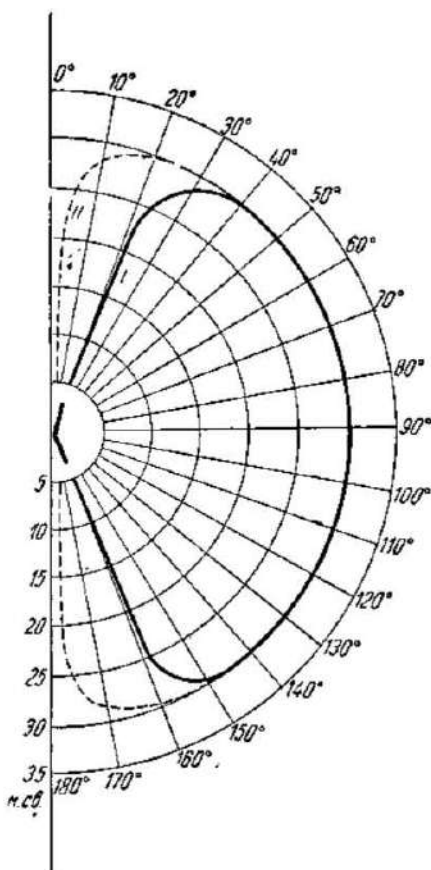
$$I = 0,35 L^2 \cdot t^{-L},$$

где I —необходимая сила света,
 L —расстояние в км,
 t —коэффициент прозрачности воздуха.

Данные расчета сведены в табл. 1.

Таблица 1

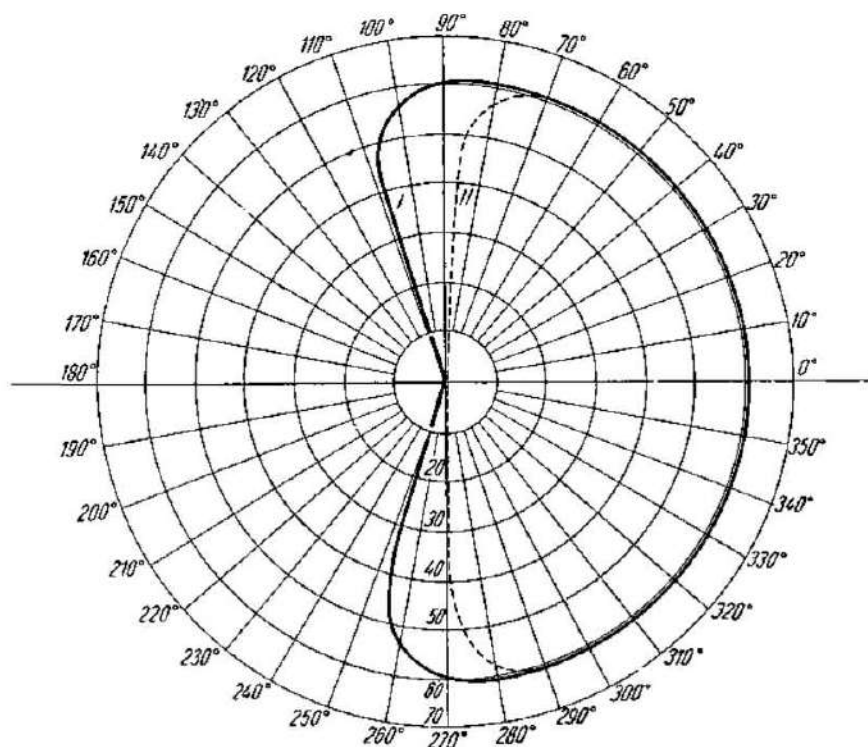
Наименование огня	Цвет огня	Сила света, м. св.
Головной	Белый	60
Хвостовой	"	30
Бортовой	Зеленый	52
	Красный	54



Фиг. 88. Теоретическая кривая светораспределения хвостового огня: I —в горизонтальной плоскости, II —в вертикальной.

Необходимые кривые светораспределения АНО даны на фиг. 88—90. Светотехнические приборы, сконструированные по данным кривым и отвечающие им по своему светораспределению будут удовлетворять приведенным выше условиям и могут быть установлены в качестве аэронавигационной арматуры на воздушных судах.

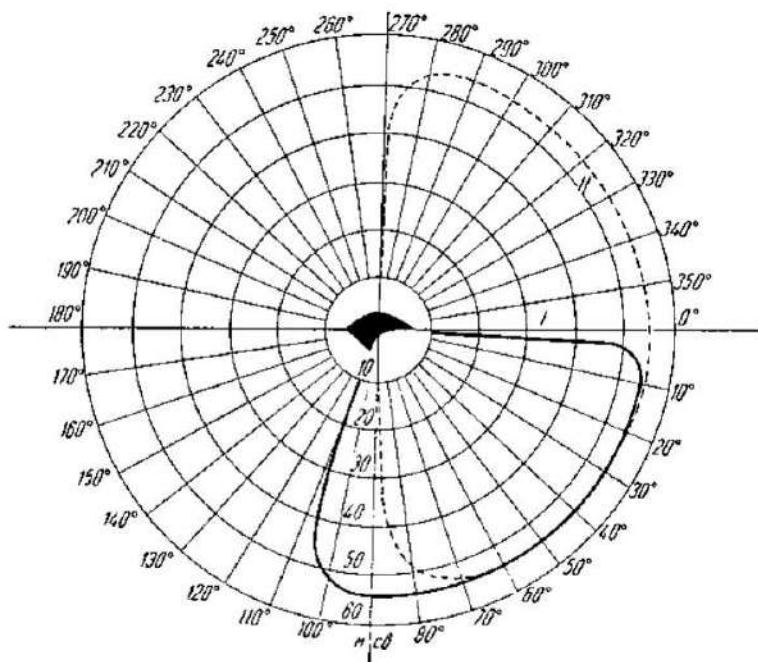
Определение потребной мощности для АНО. Коэффициент усиления для обыкновенных рефлекторов колеблется обычно от 1,4 до 20.



Фиг. 89. Теоретическая кривая светораспределения головного огня: *I*—в горизонтальной плоскости, *II*—в вертикальной.

Из кривых светораспределения, приведенных на фиг. 88—90, можно заметить, что распределение силы света, а следовательно, и светового потока лампы необходимо иметь наиболее равномерное. Голая лампа накаливания, в пределах рабочих телесных углов имеет характерную кривую светораспределения, изображенную на фиг. 91. При условии установки лампы в каком-нибудь рефлекторе верхняя часть светового потока (заштрихованная на фигуре) будет в той или иной мере отбрасываться и обладать направленностью в зависимости от конструкции рефлектора, усиливая в данном направлении световой поток прибора. Распределение силы света прибором должно быть наиболее равномерное, поэтому коэффициент усиления берем минимальный.

Коэффициент усиления для АНО нами принимается $K=1,4$. Тогда необходимая мощность каждого огня при среднем удельном потреблении ламп



Фиг. 90. Теоретическая кривая светораспределения бортового огня:
 I—в горизонтальной плоскости, II—в вертикальной.

накаливания для 24 V в 1,2 W на свечу и для 110 V в 2,2 W на свечу выразится формулой¹:

$$W = \frac{I \left(\frac{W}{I_b} \right)}{K}$$

Результаты подсчетов мощности АНО сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование огня	Мощность в W при	
	24 V	110 V
Головной	50	100
Хвостовой	25	50
Бортовой зеленый	50	100
Бортовой красный	50	100
Общая мощность	175 W	350 W

Фиг. 91. Кривая светораспределения голой лампы.

¹ Данные взяты из прейскурантов Электрозавода и Главморстроя.

Подсчет мощности по световому потоку дает примерно такой же результат, поэтому точность подсчетов вполне достаточна.

Установка АНО. Установка АНО на воздушных судах должна удовлетворять следующим требованиям:

1) АНО должны дублироваться: бортовые огни по горизонтали, головной и хвостовой—по вертикали;

2) дублированные огни (каждая отдельная пара) должны быть видимы одновременно;

3) расстояние между дублирующимися огнями должно быть не менее 2 м¹;

4) места установок огней должны быть такими, чтобы обеспечить наилучшую видимость их при нахождении судна в воздухе.

Таким образом для установки АНО необходимо выяснить потребное расстояние между ними.

Принимая разрешающую силу глаза $\alpha = 2^\circ$ и потребное расстояние видимости, кроме головного, за 6 км и для головного за 8 км, находим необходимое расстояние для первого случая:

$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot L = 1,2 \text{ м},$$

для второго случая:

$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot L_1 = 1,6 \text{ м}.$$

Принимаем расстояние между каждой парой дублирующихся огней в 2 м, что не противоречит также инструкции об установке АНО на воздушных судах Гражданского воздушного флота.

Для достижения лучшей видимости АНО должны быть установлены в следующих точках воздушного судна.

Бортовые огни — на расстоянии 1 м по обе стороны от точки, лежащей сбоку судна в главном миделе (фиг. 92).

Огни дублируются по горизонтали. Для возможности установки АНО необходимо предусмотреть в конструкции дирижабля специальные кронштейны для крепления к ним осветительных приборов.

Головные огни устанавливаются на носу воздушного судна на расстоянии 2 м между центрами огней и дублируются по вертикали таким образом, что они располагаются на 1 м выше и ниже от крайней точки носового купола (фиг. 92).

Хвостовые огни устанавливаются на задней кромке рулей направления и дублируются по вертикали таким образом, чтобы расстояние между центрами огней было равно 2 м, а расстояние от пропульсивной оси дирижабля до центра каждого огня было 1 м (фиг. 92). Допустимы отклонения в большую сторону.

Кодовые огни. Кодовые огни, устанавливаемые на воздушных судах, предназначаются для оптической связи с землей. В настоящее время от них начали отказываться, возлагая функции кодовых огней на АНО, которые в таких случаях обычно снабжаются специальным выключателем, позволяющим передавать в нужный момент необходимое сообщение, попеременным включением и выключением АНО. Но для полноты эскизного проекта мы решили

¹ Приказ Главначвоздухофлота, № 322, 1922 г.

силы света для АНО с учетом коэффициента пропускания цветных фильтров, принимая расстояние $l = 3 \text{ км}$; расчетные данные сводим в табл. 3.

Таблица 3

Наименование огня	Цвет	Сила света, <i>м. св.</i>
Кодовый .	Зеленый	10
	Красный	10

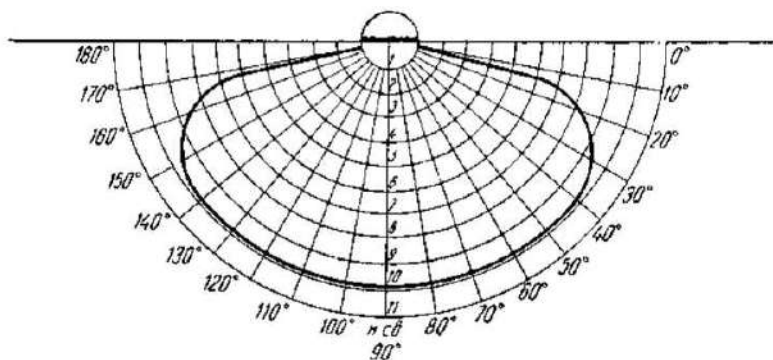
Для обеспечения лучшей видимости огней увеличиваем эти значения в два раза и принимаем силу света каждого в 20 м. св.

Учитывая специальное назначение кодовых огней, принимаем коэффициент усиления рефлектора $K = 2$ и подсчитываем требуемую мощность огней. Результаты подсчетов сводим в табл. 4.

Таблица 4

Наименование огней	Потребная мощность для:	
	24 V	110 V
Кодовый Зеленый	16	40
Красный	16	40
Общая мощность	32 W	80 W

Кривая необходимого светораспределения для кодовых огней приведена на фиг. 93.



Фиг. 93. Необходимая кривая светораспределения кодового огня (в вертикальной и горизонтальной плоскостях).

Установка кодовых огней. Кодовые огни во избежание вредного лобового сопротивления при полете устанавливаются в полу гондолы таким образом, чтобы они не имели выступающих частей с наружной стороны гондолы. Арматура кодовых огней должна быть установлена так, чтобы внутрь ее не попадали дождь и влага. Кодовые огни устанавливаются на расстоянии 0,8 м один от другого и располагаются по ходу дирижабля, т. е. вдоль оси гондолы. Сигнальный ключ для включения и выключения кодовых огней устанавливается на щитке рубки управления.

Преимущества такой установки огней следующие: хорошая видимость кодовых огней при любом положении дирижабля, удобство монтажа и легкость обслуживания во время эксплуатации. Единственным недостатком является невозможность пользования кодовыми огнями в случае нахождения воздушного судна на небольшой высоте порядка 50 м; тогда кодовые огни будут видны только с небольшой площади, расположенной непосредственно под дирижаблем.

Для того чтобы избежать перерыва оптической связи между командой воздушного судна и землей, на оборудуемом дирижабле запроектирован в качестве запасного сигнального аппарата ручной сигнальный аппарат по типу СПА-150 весом примерно 1,5 кг, действующий при среднем состоянии атмосферы на расстоянии от 4 до 6 км.

Сигнальный аппарат дает достаточную видимость сигнала при нахождении воздушного судна на небольшой высоте, служит запасным средством сигнализации на случай выхода из работы основных сигнальных средств и, обладает незначительным весом.

Кроме того, для подачи сигналов на более значительное расстояние, чем это допускает сигнальный аппарат, может служить прожектор, установленный на борту воздушного судна. Необходимо предусмотреть для прожектора специальный механизм для подачи сигналов и кодированных сообщений.

Можно было бы установить две пары кодовых огней, размещенных в различных точках гондолы, но это повлекло бы за собой увеличение веса сигнализационного оборудования и цель все же не была бы достигнута в той мере, как это получается при наличии на борту легкого переносного сигнального аппарата типа СПА-150.

Проектируемое таким образом сигнальное оборудование дирижабля обеспечивает непрерывную оптическую связь воздушного судна с землей при минимальном весе сигнализационных приборов.

Прожектор для посадки и ориентировки дирижабля. Прожектор на дирижабле должен служить, как и на самолете, главным образом в качестве прожектора-искателя и помогать ориентации во время ночного полета. Второе его назначение—создание надлежащего освещения для обеспечения посадки.

В отличие от посадочных фар самолета, которые специально сконструированы для освещения рассеянным светом земной поверхности, прожектор дирижабля должен давать концентрированный луч света, освещающий достаточно хорошо небольшие пространства, например причальную мачту, люки для выпуска причального каната (гайдроба) и т. п.

Условия, которым должен удовлетворять прожектор, устанавливаемый на дирижабле, приняты следующие:

1) создание достаточной освещенности для различения предметов на земной поверхности с высоты полета дирижабля 300—400 м;

2) распределение силы света должно быть таково, чтобы осветить с указанной высоты площадь примерно в 100—200 м в диаметре;

3) гибкость управления прожектором как с механической, так и с электрической стороны;

4) установка прожектора в месте, наиболее удобном для обзора земли и обеспечивающем максимальный радиус действия прожектора.

1-й вариант. Рассмотрим прожектор с оптической осью, направленной перпендикулярно к земле (фиг. 94).

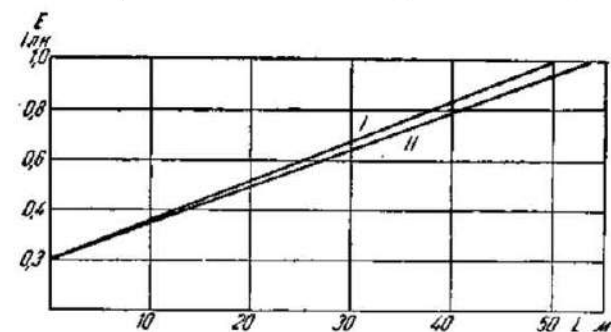
Максимальную освещенность в точке *A* принимаем в 1 лк. Минимальную освещенность на окружности площади светового пятна, даваемого прожектором в точке *B*, принимаем равной 0,2 лк, т. е. освещенности земли при полнолунии.

Указанные величины обеспечивают вполне удовлетворительные условия для обзора земли с летящего дирижабля. Распределение освещенности желает

иметь наиболее равномерное.

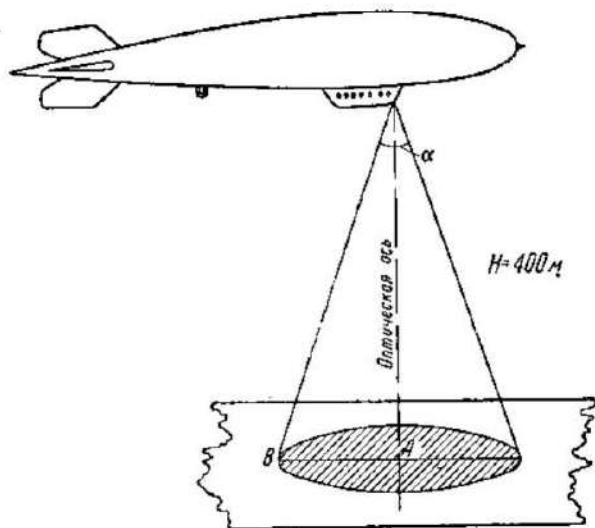
Имея данные максимальной и минимальной освещенности, строим кривую распределения освещенностей (фиг. 95, кривая *I*).

Определяем угол излучения прожектора. Задаваясь приведенными выше величинами, получаем его равным $\alpha = 14^{\circ}8'$. Принимаем угол излучения $\alpha = 15^{\circ}$,



Фиг. 95. Кривая распределения освещенностей.

тогда диаметр освещаемого круга с высоты полета $H = 400$ м будет равен 106 м; для этого случая кривая освещенности будет выражена кривой *II* на фиг. 95. По этой кривой определяем освещенности для



Фиг. 94. Установка прожектора с оптической осью, направленной перпендикулярно к земле.

принятых нами точек, соответствующих углам рассеивания прожектора через каждые 2° от оптической оси, что необходимо для определения силы света под этими углами рассеивания при построении кривой светораспределения прожектора.

Так как кривая светораспределения должна быть симметрична в данном случае, то для построения ее достаточно найти значение сил света, излучаемых по одну сторону оптической оси прожектора.

Определяем силы света лучей, идущих под углами к оптической оси: $\alpha_0 = 0^\circ$; $\alpha_2 = 2^\circ$; $\alpha_4 = 4^\circ$; $\alpha_6 = 6^\circ$ и $\alpha_{7,50} = 7^\circ 30'$ (фиг. 96) по формуле:

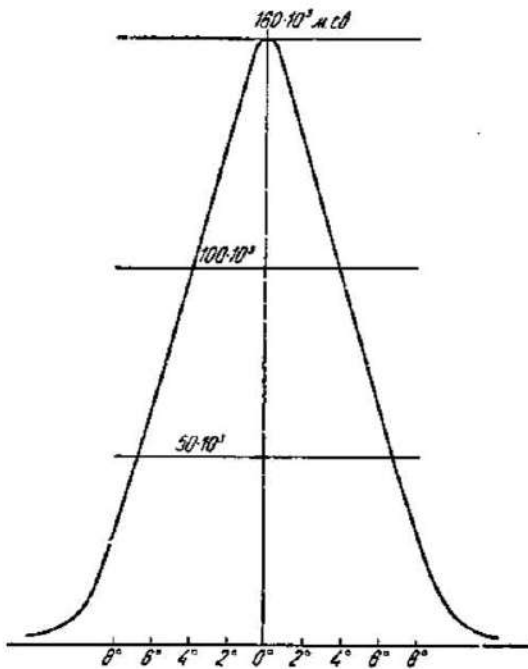
$$I = \frac{E \cdot K^2}{\cos^2 \alpha}$$

Значения силы света, излучаемого прожектором, будут:

$$\begin{aligned} I_0 &= 1 \cdot 400^2 = 160\,000 \quad \text{м. св.} \\ I_2 &= 0,76 \cdot 160\,156 = 126\,180 \quad \text{„} \\ I_4 &= 0,64 \cdot 160\,400 = 102\,656 \quad \text{„} \\ I_6 &= 0,36 \cdot 161\,764 = 58\,235 \quad \text{„} \\ I_{7,50} &= 0,2 \cdot 162\,809 = 32\,561 \quad \text{„} \end{aligned}$$

По этим значениям строим кривую светораспределения для прожектора дирижабля (фиг. 97). Кривая распределения светового потока прожектора должна близко подходить к полученной теоретической кривой.

При наклоне оптической оси на 60° от вертикали в сторону полета воздушного судна (фиг. 98) были подсчитаны освещенности в крайних точках прожекторного снопа, причем освещенности получены следующего порядка:

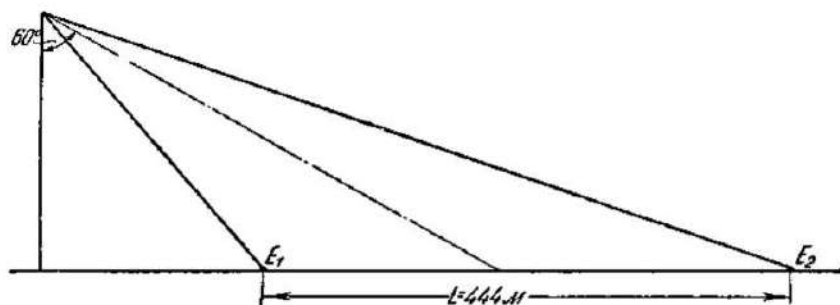


Фиг. 97. Кривая светораспределения прожектора.

в центре светового пятна $E_{\max} = 0,3 \text{ лк}$, а на краю светового пятна освещенность $E_{\min} = 0,02 \text{ лк}$.

Полученные освещенности совершенно недостаточны, поэтому просчитываем второй вариант.

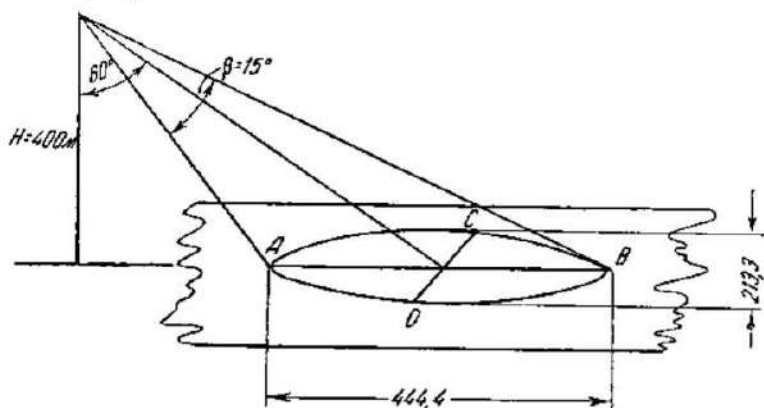
2-й вариант. При наклоне оптической оси прожектора на 60° к линии полета воздушного судна, вперед по полету, на земле будет проектироваться



Фиг. 98.

световое пятно в виде эллипса (фиг. 99) (при угле рассеивания прожектора 15°).

Принимаем обозначения: большая ось эллипса $2a$ (AB), малая ось эллипса $2b$ (CD).



Фиг. 99.

Определяем оси эллипса:

$$2a = H (\operatorname{tg} 67^\circ 30' - \operatorname{tg} 52^\circ 30') = 444,4 \text{ м};$$

$$2b = 2a \sqrt{1 - \left(\frac{\sin \alpha \text{ прож}}{\cos \frac{\beta}{2}} \right)^2} = 444,4 \sqrt{1 - \left(\frac{\sin 60^\circ}{\cos 7^\circ 30'} \right)^2} =$$

$$= 444,4 \cdot \sqrt{0,238} = 213,3 \text{ м}.$$

1. Отношение большой оси к малой

$$\frac{2a}{2b} = 2,08.$$

Определяем отношение больших полуосей эллипса при угле наклона 60° , при угле рассеивания 15° (фиг. 100):

$$l = 400 \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 693 \text{ м};$$

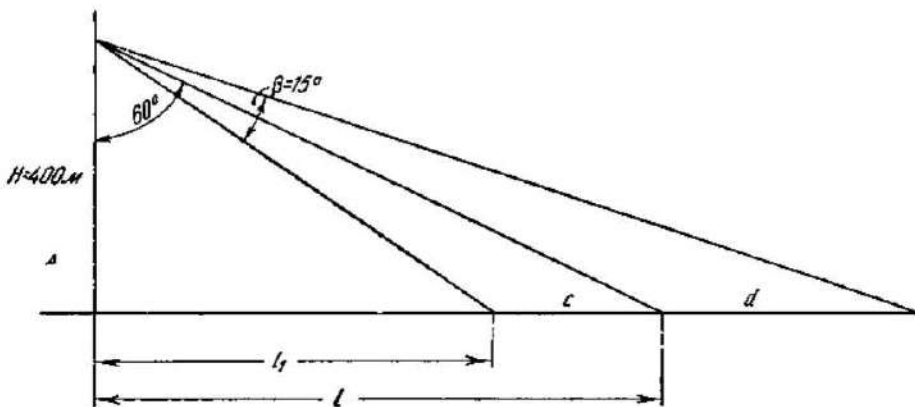
$$l_1 = 400 \cdot \operatorname{tg} 52^\circ 30' = 521 \text{ м};$$

$$c = 693 - 521 = 172 \text{ м};$$

$$d = 2a - c = 444,4 - 172 = 272,4 \text{ м};$$

$$\frac{d}{c} = \frac{272,4}{172} = 1,6.$$

Для определения угла рассеивания прожектора принимаем освещенную площадь эллипса в 10000 м^2 . Угол наклона оптической оси прожектора $\alpha_{\text{пр}} = 60^\circ$. При этом отношение больших осей к малым и отношение больших полуосей будет то же, что и в предыдущем случае.



Фиг. 100.

Зная площадь эллипса (фиг. 102), которая у нас равна 10000 м^2 , определяем произведение $a \cdot b$:

$$S = a \cdot b \cdot \pi,$$

откуда

$$ab = \frac{S}{\pi} = \frac{10000}{3,14} = 3184,7.$$

Тогда из предыдущего

$$\frac{2a}{2b} = 2,08,$$

откуда

$$b^2 = \frac{3184,7}{2,08}; \quad b = \sqrt{1531} = 39,5 \text{ м};$$

$$a = \frac{3184,7}{39,5} = 81,5 \text{ м}.$$

Можем написать, что

$$2a = 163 \text{ м}; 2b = 79 \text{ м}.$$

Проверяем:

$$S = 39,5 \cdot 81,5 \cdot 3,14 = 10010 \text{ м}^2.$$

Определяем угол рассеивания прожектора:

$$l = \operatorname{tg} 60^\circ \cdot 400 = 693 \text{ м}; 2a = c + d = 163 \text{ м}; \frac{d}{c} = 1,6; d = 1,6c;$$

$$c + 1,6c = 163; c(1 + 1,6) = 163; c = \frac{163}{2,6} = 79 \text{ м},$$

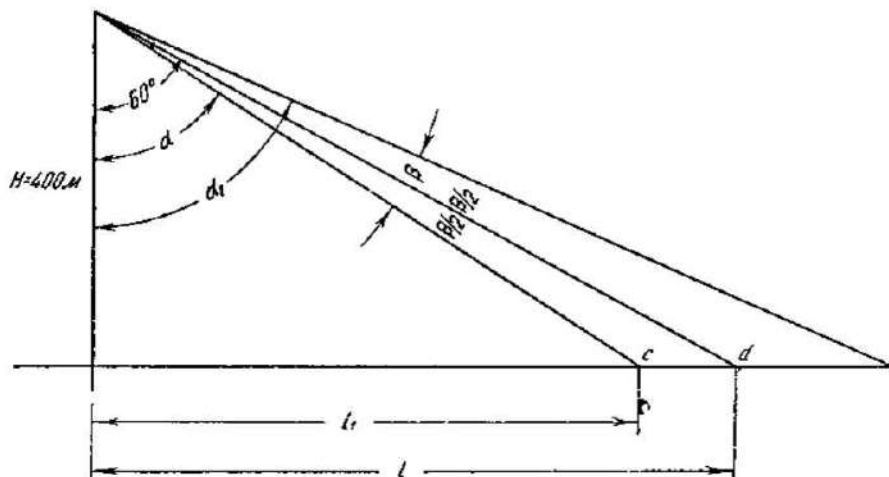
откуда

$$d = 84 \text{ м}; l_1 = 693 - 79 = 614;$$

$$L = 693 + 84 = 777; \operatorname{tg} \alpha = \frac{l_1}{H} = \frac{614}{400} = 1,531;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{777}{400} = 1,940. \quad \alpha = 56^\circ 51'; \alpha_1 = 62^\circ 44',$$

$$\beta_{\text{рассеив}} = \alpha_1 - \alpha = 62^\circ 44' - 56^\circ 51' = 5^\circ 53'.$$



Фиг. 101.

Следовательно, угол рассеивания на одной половине оптической оси, т. е. на одной стороне оптической оси прожектора, будет равен

$$\frac{\beta}{2} = 2^\circ 56'.$$

Производим проверку:

$$S = a \cdot b \cdot \pi = 82,5 \cdot 39,5 \cdot 3,14 = 10022 \text{ м}^2 \approx 10000 \text{ м}^2$$

(фиг. 102), где a и b определены по второму варианту по тому же способу, которым пользовались в первом случае.

Принимаем угол рассеивания равным 6° .

Задаемся средней освещенностью площади $E_{\text{ср}} = 0,5 \text{ лк}$.

Определяем световой поток прожектора:

$$S = \frac{F}{E_{\text{ср}}},$$

откуда

$$F_{\text{пр}} = 10\,000 \cdot 0,5 = 5000 \text{ лм.}$$

Принимаем световую отдачу лампы L в 20 лм/Вт .

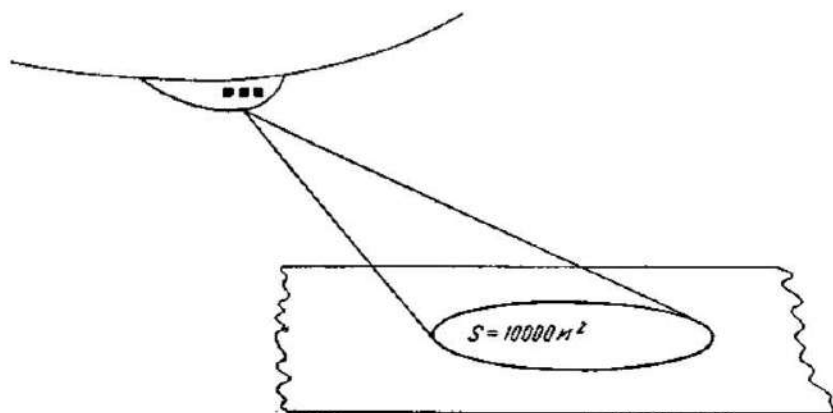
Коэффициент полезного действия прожектора равен 50% .

Тогда световой поток лампы будет:

$$F_{\text{л}} = \frac{5000}{0,5} = 10\,000 \text{ лм.}$$

Мощность лампы определится из уравнения:

$$W = \frac{E}{L} = \frac{10\,000}{20} = 500 \text{ Вт.}$$



Фиг. 102. Площадь светового эллипса.

Таким образом прожектор, сконструированный по приведенным ниже данным, сможет удовлетворить принятым нами условиям.

Данные прожектора:

- 1) полезный угол рассеивания прожектора должен быть равен 6° ;
- 2) источником света должна служить лампа накаливания в 500 Вт ;
- 3) световой поток прожектора в полном угле рассеивания должен быть не менее 5000 лм ;
- 4) коэффициент полезного действия прожектора не должен быть ниже 50% ;
- 5) световая отдача лампы 20 лм/Вт ;
- 6) отражатель металлический, $D = 35\text{—}36 \text{ мм}$.

Установка прожектора. Прожектор устанавливается на специальном поворотном, легко регулируемом приспособлении. Обычно он находится внутри рубки управления, но в случае надобности должен быстро выдвигаться наружу.

Место для установки прожектора предусматривается с правой стороны

Гондолы управления, около стола для карт; поворотный механизм и ручка управления с приспособлением для сигнализации (жалюзи) смонтированы на правой стенке гондолы в рубке управления. Вторым вариантом может быть предложена установка прожектора на передней части гондолы снаружи, ниже переднего стекла, чтобы не уменьшать поле обзора. Во всяком случае, точное место установки прожектора зависит как от конструкции гондолы, так и от выбора места командиром судна. Следовательно, конструкция крепления прожектора должна быть легкоъемной и обладать минимальным весом.

Управление сигнальными огнями дирижабля. Управление всеми аэронавигационными огнями дирижабля (головными, бортовыми и хвостовыми) должно осуществляться непосредственно из рубки управления воздушного судна посредством одного специального выключателя, который служит также и ключом передачи сообщения посредством кода в случае, если АНО выполняют назначение и кодовых огней.

В последнем случае возможна установка дополнительного выключателя, с тем чтобы при сигнализации АНО четыре основных аэронавигационных огня горели бы непрерывно, а посредством дублирующих четырех огней (головного, хвостового и двух бортовых — правого и левого) можно было передавать сообщения.

Кодовые огни управляются также из рубки управления специальным сигнальным ключом, помещенным на аэронавигационном щитке рубки управления.

Управление прожектором, как было упомянуто выше, производится также из рубки управления, причем механическое управление должно быть максимально гибким и позволяющим придавать прожектору необходимые углы наклона и поворота в требуемом направлении. Общая схема установки АНО, кодовых огней и прожектора дана на фиг. 92.

Установленная мощность сигнальных огней. Всю потребляемую мощность для питания сигнальной установки дирижабля, в которую входят АНО, кодовые огни и прожектор, сводим в табл. 7.

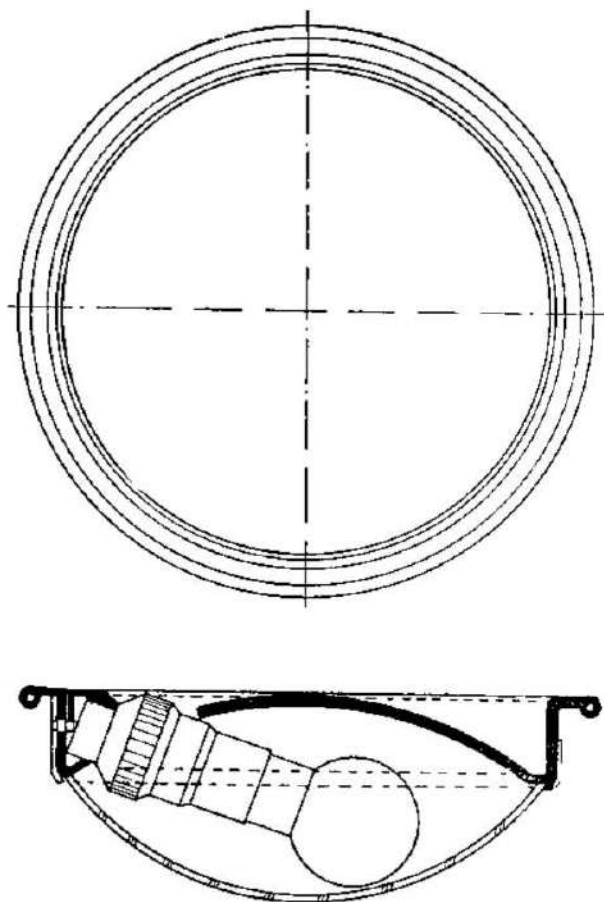
Таблица 7

Наименование установки	Потребная мощность одного огня в W на:		Количество огней	Суммарная потребная мощность в W на:	
	24 V	110 V		24 V	110 V
Головной огонь . . .	50	100	2	100	200
Хвостовой огонь . . .	25	50	2	50	100
Бортовые огни . . .	50	100	4	200	400
Кодовые огни . . .	16	40	2	32	80
Прожектор . . .	500	500	1	500	500
Общая мощность . . .				882 W	1280 W

Сравнивая полученные результаты, мы останавливаемся на лампах напряжением 24 V, так как при этом напряжении мы имеем выигрыш в мощности на 398 W без потери световой мощности.

Освещение пассажирской гондолы воздушного судна. Основные технические требования, предъявляемые к освещению помещений дирижабля, сводятся к следующим пяти пунктам:

1. Освещение должно быть электрическое как наиболее безопасное в пожарном отношении.



Фиг. 103. Плафон самолетного типа.

2. Освещенность приборов, механизмов, рабочих мест и т. п. должна быть достаточной, причем необходимо учитывать оптимальные условия работы глаза.

3. Кроме общего освещения, должно быть предусмотрено местное освещение (освещение стола для карт, радиорубки и т. п.).

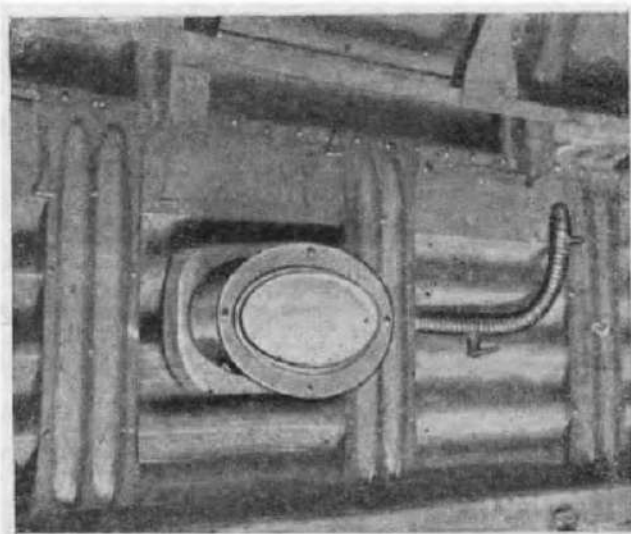
4. Обязательно должно быть предусмотрено освещение безопасности.

5. Вся арматура светильников должна быть взрывобезопасной.

Наиболее важным моментом при расчете является выбор величины освещенности для тех или иных помещений дирижабля.

По расчетам, произведенным в светотехнической секции Научно-исследовательского авиационного института ГВФ, средняя освещенность в рубке управления судна не должна быть более $7-8 \text{ лк}^1$ на горизонтальной плоскости, расположенной на расстоянии 1 м от пола.

Светильников с кривой светораспределения, удовлетворяющей этим условиям, не имеется. Арматура, применяемая как в железнодорожном, так и в морском транспорте, не может быть рекомендована, так как, с одной стороны, у нее кривые светораспределения не удовлетворяют предъявляемым требованиям, а с другой стороны, она обладает большими габаритами и большим весом, что также служит причиной отказа от установки такого типа арматуры на дирижабле.



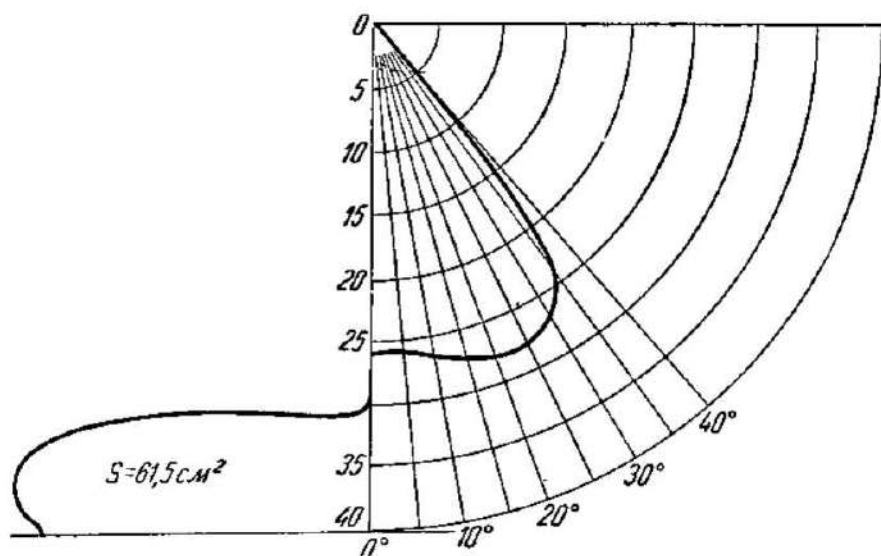
Фиг. 104. Плафон самолетного типа.

Наиболее отвечающей поставленным требованиям, но в то же время обладающей многими недостатками и в частности совершенно не удовлетворяющей пятому условию (газонепроницаемости) является арматура, устанавливаемая на самолетах.

Для общего освещения помещений дирижабля (рубки управления, пассажирских кабин, коридоров и т. п.) мы устанавливаем плафоны нормального самолетного типа (фиг. 103 и 104); для местного освещения предусматриваем кабинные лампы, ручные переносные лампы и лампы настольного типа. Наиболее удовлетворяющей поставленным требованиям следовало бы считать арматуру, построенную на основании сделанного расчета, а именно — арматуру специального типа, имеющую кривую светораспределения, выявлен-

¹ „Анализ светотехнического расчета освещения помещений дирижабля“, работа НИИИ, 1934 г.

ную из расчета по фиг. 105¹. Из приведенной кривой можно вывести заключение, что арматура должна быть типа „глубокоизлучателя“. Кривая светораспределения построена по следующим данным: площадь рубки управления была принята эквивалентной площади круга, градиент освещенности был принят равным 1 лк. По значениям освещенности представилось возможным подсчитать силу света, излучаемую в данном направлении, и построить кривую светораспределения (фиг. 105). Минимальная освещенность должна быть не менее 5 лк, а средняя по всему помещению рубки — 7,5 лк, что является вполне удовлетворительным освещением с точки зрения работы глаза, адаптированного на темноту.



Фиг. 105. Кривая Руссо. Мощность 15 W.

Расчет мощности лампы приведен на фиг. 105. Аналогично была рассчитана кривая светораспределения для пассажирских помещений воздушного судна (фиг. 106), откуда мощность ламп определилась в 25 W.

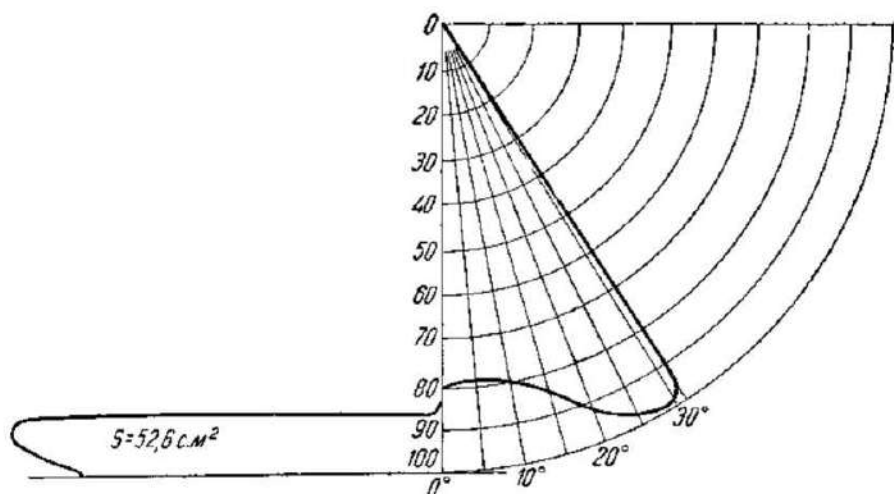
Приводимые кривые светораспределения подсчитаны теоретически. Ввиду того что светотехника в настоящий момент не имеет специальных формул для расчета освещения помещений малого размера, а обычные формулы, применяемые в расчетах освещения различных помещений, дают возможность подойти к решению задачи лишь в первом приближении, предполагаемая арматура должна быть сконструирована и проверена опытным путем. Имеющиеся формулы для расчета освещения дают возможность только определить требуемую мощность ламп с более или менее достаточной точностью.

Как было указано выше, для общего освещения мы приняли плафоны с лампами в 10,16 и 25 W. Плафоны с лампой в 25 W устанавливаются

¹ Мощность лампы принята в 16 W.

в радиорубке, кухне, пассажирских гондолах, уборной, выходе на трап, в генераторном помещении и запасном штурвальном помещении. Плафоны с лампой мощностью в 16 W устанавливаются в рубке управления и коридорах дирижабля, а плафоны в 10 W устанавливаются в подсобных или в незначительных по площади помещениях.

Освещение коридора осуществляется четырьмя плафонами с лампами по 16 W и двумя — по 10 W, причем две лампы по 16 W устанавливаются по длине коридора от люка для посадки пассажиров с носа судна до спуска в пассажирскую гондолу, а остальные две — по остальной длине коридора. Лампы в 10 W устанавливаются: одна у входного люка на носу, другая — у спуска в гондолу воздушного судна.



Фиг. 106. Кривая Руссо. Мощность 25 W.

В корме, в специальном запасном штурвальном помещении, устроенном на случай выхода из строя основного управления воздушным судном, освещение предусматривается двумя плафонами с лампами по 16 W каждая.

Мощность ламп в плафонах для освещения пассажирских помещений берется в 25 W для создания минимальной освещенности 25 лк (указанная норма освещенности является вполне достаточной для тех бытовых условий, в которых будут находиться пассажиры дирижабля). Для возможности изменения освещенности, в частности для уменьшения ее (например в том случае, когда часть пассажиров пожелает смотреть ночные виды, открывающиеся из окна дирижабля), последовательно с лампой плафона включается регулируемое омическое сопротивление в виде небольшого реостата. Такие же реостаты установлены и на арматуре местного освещения, в частности на всех кабинных лампах (увеличивая сопротивление лампы, мы тем самым уменьшаем протекающую через нее силу тока, а вместе с током уменьшается и ее светотдача).

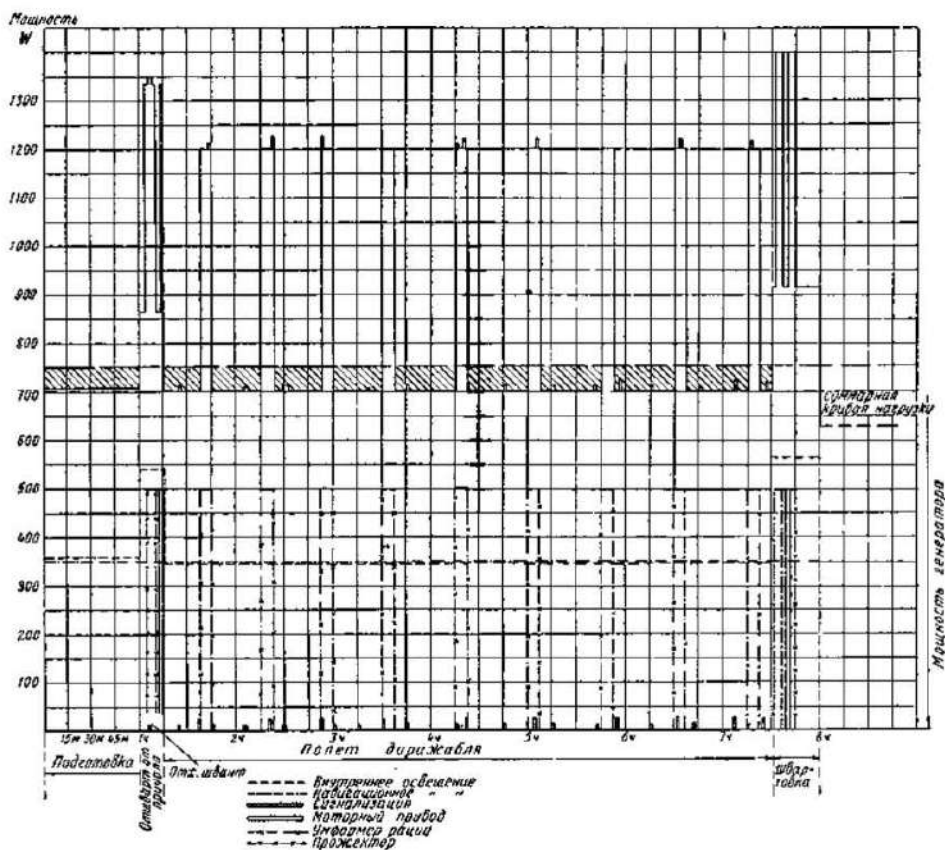
Для освещения стола для карт устанавливается настольная лампа на

Таблица 8

№ по пор.	Наименование помещений и характер светильника	Общее освещение			Местное освещение		
		число ламп	мощность ламп	общая мощность	число ламп	мощность ламп	общая мощность
1	Рубка управления:						
	плафон	1	16	16	—	—	—
	настольная лампа	—	—	—	1	25	25
	кабинная лампа	—	—	—	6	10	60
2	Радиорубка:						
	плафон	1	25	25	—	—	—
	кабинная лампа	—	—	—	2	10	20
3	Кухня (буфет):						
	плафон	1	25	25	—	—	—
4	Пассажирыские гондолы:						
	плафон	5	25	125	—	—	—
5	Уборная:						
	плафон	1	25	25	—	—	—
6	Выход на трап:						
	плафон	1	25	25	—	—	—
7	Помещение ЦЭС:						
	плафон	1	25	25	—	—	—
	кабинная лампа	—	—	—	2	10	20
	переносная лампа	—	—	—	1	10	10
8	Коридор:						
	плафон	4	16	64	—	—	—
9	Центральное помещение						
	плафон	2	25	50	—	—	—
10	Вход и выход в носовой части дирижабля:						
	плафон	2	16	32	—	—	—
11	Помещение лебедки:						
	плафон	1	16	16	—	—	—
	переносная лампа	—	—	—	1	10	10
12	Моторные гондолы:						
	плафон	2	16	32	—	—	—
	переносные лампы	—	—	—	2	10	20
13	Сигнальные огни:						
	АНО	—	—	350	—	—	—
	кодвые огни	—	—	32	—	—	—
	прожектор	—	—	500	—	—	—
	Итого	—	—	1342	—	—	165

складном кронштейне с колпаком типа „Альфа“, изготовленным из алюминиевого сплава. Применение лампы с таким колпаком наиболее целесообразно для освещения определенной ограниченной рабочей площади.

Для освещения отдельных приборов или группы приборов, устанавливается кабинная лампа с реостатом для регулирования силы света; цвет стекла кабинной лампы обычно белый, матовый.



Фиг. 107. График работы электрооборудования дирижабля во время ночного 8-часового полета.

В случае необходимости ремонта моторов или осмотра их в полете в моторных гондолах предусматриваются специальные штепсельные розетки для переносных ламп.

Ручная переносная лампа может быть подвешена или может служить в качестве ручного переносного светильника; мощность лампы берем в 10 W.

Всю электрическую мощность, потребляемую осветительной нагрузкой, сводим в табл. 8.

Следовательно, установленная мощность электроосветительного оборудования будет равна $1342 + 165 = 1507$ W. Во время эксплуатации электро-

осветительного оборудования потребляемая мощность никогда не будет равна установленной, а будет несколько меньше ввиду одновременного действия всех осветительных приборов. Для определения рабочей мощности вводится коэффициент одновременности работы приборов. При выборе источников питания необходимо учитывать мощность, потребляемую осветительным оборудованием при различных режимах эксплуатации дирижабля, (стоянка в эллинге, вывод на старт, полет и швартовка).

Для определения потребляемой мощности на разных режимах работы дирижабля необходимо составить таблицу и построить график работы (фиг. 107) электроосветительного оборудования, а из него уже получить требующиеся данные для выбора источников питания.

ВНУТРЕННЯЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

Для внутренней сигнализации устанавливаются машинный телеграф и световая сигнализация.

Машинный телеграф представляет собой механическую конструкцию и не входит в разрабатываемый нами проект.

Световая электрическая сигнализация осуществляет двухстороннюю связь между командирской рубкой и моторными гондолами.

За неимением специальной применяемой исключительно на дирижаблях внутренней сигнализации рассмотрим приборы, устанавливаемые для внутренней связи на самолете.

Приборы для внутренней сигнализации представляют собой комбинацию из сигнальных кнопок и устройства, состоящего из электрических ламп накаливания мощностью по 5 W постоянного тока напряжением 12 и 24 V, помещенных перед цветными фильтрами (красный, зеленый и белый).

Устанавливаем приборы внутренней сигнализации в следующих точках дирижабля (фиг. 108):

- 1) командирская рубка — 3 шт., общая мощность 45 W;
- 2) правая моторная гондола — 1 шт., общая мощность 15 W;
- 3) левая моторная гондола — 1 шт., общая мощность 15 W;
- 4) рубка радиста — 1 шт., общая мощность 15 W.

Общая установленная мощность будет 90 W.

Учитывая условия работы сигнализации, максимальную рабочую мощность (с учетом коэффициента одновременности) принимаем равной 45 W.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТАХОМЕТРЫ

Для контроля работы мотора и в целях правильной его эксплуатации необходимо знать число оборотов коленчатого вала мотора. Прибор, осуществляющий функции счетчика оборотов, называется тахометром. Мы устанавливаем по одному электрическому тахометру на мотор.

Электрический тахометр состоит из двух приборов: а) показателя (счетчика) и б) генератора (датчика).

Показатель числа оборотов устанавливаем на приборную доску механика, а генератор крепим на моторе, соединяя вал ротора генератора с коленчатым валом посредством специальной зубчатой передачи. Так как тахометры имеют свои источники питания, то мощность для питания их при выборе генератора и аккумуляторной батареи не учитывается.

РАДИОСТАНЦИЯ

Для питания радиостанции, установленной на дирижабле, служит умформер, потребляющий (на низкой стороне) 500 W постоянного тока напряжением в 24 V. Умформер работает только во время радиопередачи с дирижабля; прием осуществляется при питании приемника от специальных аккумуляторных батарей.

МОТОРНАЯ НАГРУЗКА (СИЛОВАЯ)

Моторная нагрузка состоит из двух основных объектов: а) электропуска (стартера) и б) электрифицированной причальной лебедки.

Электрозапуск осуществляется при помощи стартерных моторов типа „Эклипс“, питаемых от специальных аккумуляторов стартерного типа, и как потребитель электроэнергии при выборе источников питания в расчет не входит.

Причальная лебедка служит для швартовки дирижабля и для подъема грузов на дирижабль. Момент, необходимый для вращения, равен: максимальный около 4000 кг·см средний (рабочий) около 1800 кг·см.

Отсюда можно определить электрическую мощность, потребную для привода лебедки:

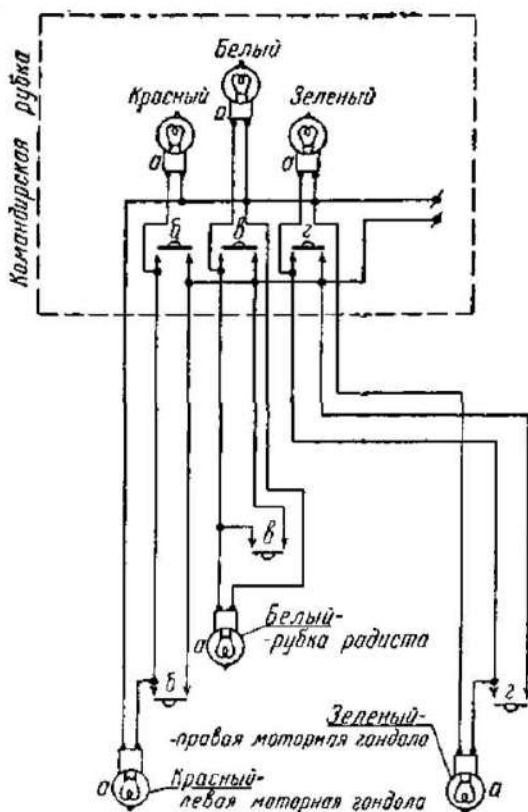
$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{71620},$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент в кг·см, n — число оборотов в минуту, N — мощность в л. с.

Зная, что 1 л. с. равна 0,736 kW, имеем:

$$W_{кв} = \frac{M_{кр} \cdot n \cdot 0,736}{71620} \text{ kW};$$

в нашем случае $n = 20$ об/мин.



Фиг. 108. Принципиальная схема внутренней сигнализации: а — лампы накаливания внутренней сигнализации (6 шт.), б — кнопка сигнализации: рубка управления — левая моторная гондола (2 шт.), в — кнопка сигнализации: рубка управления — рубка радиста (2 шт.), г — кнопка сигнализации: рубка управления — правая моторная гондола (2 шт.).

Электрическая мощность, необходимая для пуска лебедки, будет составлять около 800 W. Во время работы лебедки потребуется мощность около 370 W. Учитывая к. п. д. передачи и мотора, выбираем электродвигатель мощностью в 500 W, серийного типа, с напряжением на клеммах мотора в 24 V.

При пуске мотор будет иметь кратковременную перегрузку, которую он благодаря своей серийной характеристике легко выдержит.

Вес мотора около 11 кг.

ГЛАВА VII

ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ПРИВОДА ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА

На основании полученных данных при определении электрических установок дирижабля, характера работы отдельных потребителей и расходуемой ими мощности мы можем приступить к выбору источников питания для удовлетворения потребности в электрической энергии всего дирижабля.

Прежде чем перейти к выбору генератора и аккумуляторной батареи, необходимо установить, какого рода ток и какую величину напряжения нам выгоднее всего применить.

Из определения светотехнических нагрузок, сигнальных средств, моторного привода и установки умформера для радиостанции мы видим, что большинство потребителей для своего питания требует постоянного тока напряжением в 24 V.

Необходимо отметить, что применение напряжения в 6 и 12 V значительно утяжелило бы вес электрооборудования за счет увеличения сечения проводов, а применение напряжения 110 V увеличило бы опасность в пожарном отношении и, кроме того, вызвало бы некоторое увеличение веса распределительной аппаратуры вследствие применения более высокой изоляции.

При выборе генератора и аккумуляторной батареи исходим из следующих возможных режимов работы:

- а) генератор и аккумуляторная батарея работают параллельно;
- б) генератор один работает на сеть;
- в) аккумуляторная батарея одна работает на сеть;
- г) генератор работает на сеть и заряжает аккумуляторную батарею;
- д) генератор только заряжает аккумуляторную батарею.

Из перечисленных режимов видно, что аккумуляторная батарея работает в случае „а“ как буферная, а в случае „в“ — как емкостная батарея.

Для определения емкости аккумуляторной батареи и мощности генератора необходимо составить таблицу и график, характеризующий работу электрического оборудования дирижабля по потребляемой мощности при различных режимах работы дирижабля.

Приводим табл. 9 потребителей электроэнергии дирижабля.

Анализируя данные составленной таблицы и нагрузочного графика (фиг. 107), находим, что для обеспечения электроэнергией установки дири-

жабля нам необходимо взять генератор, который давал бы мощность не менее 710 W. В этом случае зарядку аккумуляторов, работающих как буферная батарея, приходилось бы делать на стоянках дирижабля.

Таблица 9

Потребители электроэнергии дирижабля при различных режимах работы

№ по пор.	Наименование потребителей	Установленная мощность, W	Подготовка к полету		Отлет корабля		Полет		Швиртовка	
			Коэффициент одноре- менности, β	Мощность на шинах W	Коэффициент одноре- менности, β	Мощность на шинах W	Коэффициент одноре- менности, β	Мощность на шинах W	Коэффициент одноре- менности, β	Мощность на шинах W
1	Длительная нагрузка									
	Внутреннее освещение	625	0,58	360	0,86	540	0,56	350	0,9	555
2	Наружная сигнализация	350	1	350	1	350	1	350	1	350
	Итого . . .	975		710		890		700		915
	Кратковременная нагрузка									
3	Прожектор	500	—	—	1	500	—	—	1	500
4	Внутренняя сигнализация	90	—	—	0,53	45	0,53	45	0,53	45
5	Наружная сигнализация (кодовые огни)	32	—	—	1	32	1	32	1	32
6	Умформер радиостанции	500	—	—	—	—	1	500	—	—
7	Моторный привод лебедки	500	—	—	1	500	—	—	1	500
	Итого . . .	1622	—	—	—	1077	—	577	—	1077
	Всего	—	—	710	—	1967	—	1277	—	1992

Из существующих в настоящее время низковольтных динамомашин нам наиболее подходит генератор типа „Эклипс“ мощностью 750 W со следующими данными:

Ток	постоянный
Напряжение	24 V
Мощность минимальная	750 W
Мощность максимальная (в течение часа)	1050 W
Число полюсов (с шунтовым возбуждением)	4
Вес	14,5 кг

Аккумуляторную батарею необходимо выбрать такую, которая, работая как буферная батарея, снимала бы с генератора пиковую нагрузку, а в случае выхода из строя основного источника питания — генератора — смогла бы обеспечить возможность работы электрических установок дирижабля в течение 8-часового полета.

Из существующих аккумуляторов самолетного и автомобильного типа наиболее подходит самолетный аккумулятор типа 6-АТ-VII, имеющий следующие данные:

Напряжение	12 V
Максимальный разрядный ток	100 A
Емкость	42 Ah
Зарядный ток	4,2 A
Вес	29 кг

а также автомобильный аккумулятор типа 6-СТ-Б-16-IX, данные которого следующие:

Напряжение	12 V
Емкость	144 Ah
Максимальный разрядный ток	360 A
Зарядный ток	9 A
Вес	63 кг

Следовательно, для обеспечения 8-часовой работы при аварии генератора нам нужно взять 12 самолетных аккумуляторов и соединить их в шесть параллельных цепей по два последовательно включенных аккумулятора. Тогда будем иметь аккумуляторную батарею емкостью в 252 Ah, напряжением в 24 V, что в достаточной степени будет удовлетворять поставленному условию.

При аккумуляторах автомобильного типа следует взять четыре аккумулятора. Соединив их по два последовательно в две параллельные цепи, получим аккумуляторную батарею емкостью в 288 Ah при напряжении в 24 V, что вполне удовлетворяет поставленному требованию.

Обращаясь к сравнительной оценке в отношении веса, видим, что вес автомобильных аккумуляторов (4 шт.) — 252 кг, вес самолетных аккумуляторов (12 шт.) — 348 кг. Следовательно, преимущества и в весовом отношении на стороне аккумуляторов 6-СТ-Б-16-IX. Поэтому останавливаемся на автомобильных аккумуляторах.

При параллельной работе аккумуляторной батареи с генератором мы будем иметь два основных момента работы:

а) генератор работает на сеть и заряжает аккумуляторную батарею [заштрихованная часть на графике (фиг. 107) нагрузки представляет собой мощность, которая идет на зарядку аккумуляторной батареи];

б) генератор и аккумулятор работают параллельно, отдавая энергию на сеть (аккумулятор работает как буферная батарея).

Второй вопрос, который необходимо разрешить, — это выбор привода для генератора. Мы останавливаемся в данном случае на приводе генератора от самостоятельного первичного двигателя внутреннего сгорания (тип мотоциклетный).

Подсчитываем мощность первичного двигателя.

Для того чтобы получить от генератора минимальную мощность в 750 W, необходимо иметь на валу двигателя (учитывая к. п. д.) около 1,7 л. с. а для получения максимальной мощности необходимо мощность первичного двигателя (на валу) довести до 2,3 л. с. Берем бензиновый двигатель внутреннего сгорания, двухтактный, одноцилиндровый (мотоциклетного типа), мощностью на валу 2,5 л. с. с числом оборотов 2200 в минуту, с воздушным охлаждением. Вал генератора соединяем с валом первичного двигателя (мотора) посредством эластичной муфты, позволяющей в случае необходимости легко отъединить генератор от мотора (для ремонта и т. д.).

Отработавшие газы выводим через специальную трубу за борт гондолы. Энергию для питания электрических установок, когда генератор еще не включен на сеть, получаем от аккумуляторной батареи.

ЗАЩИТА ГЕНЕРАТОРА

Защита генератора от токов перегрузки и токов короткого замыкания осуществляется при помощи специального максимального автомата; такой же автомат защищает аккумуляторную батарею. Для защиты генератора от обратного тока (который может послать в него аккумуляторная батарея в том случае, если напряжение на клеммах генератора в силу тех или иных причин упадет и будет ниже напряжения на клеммах аккумуляторной батареи) служит минимальный автомат. Он отключит генератор, как только напряжение на его клеммах упадет ниже определенного минимального значения.

Для регулировки напряжения на клеммах генератора устанавливаем автоматический регулятор напряжения, воздействующий на возбуждение генератора (подробнее о работе регулятора возбуждения см. часть I, гл. I).

Итак, устанавливаем на дирижабле:

1. Генератор типа „Эклипс“ мощностью в 750 W, 2200 об/мин, с напряжением 24 V и весом в 14,5 кг.

2. Регуляторную коробку к нему, заключающую в себе:

а) максимальный автомат,

б) минимальный автомат,

в) регулятор напряжения.

Вес коробки 1,7 кг.

3. Бензиновый двигатель мощностью в 2,5 л. с. с числом оборотов 2200 в минуту.

Вес двигателя 36 кг.

4. Аккумуляторную батарею, состоящую из четырех аккумуляторов емкостью 288 Ah, напряжением 24 V.

Общий вес батарей — 252 кг.

Вес всех источников питания — 304,2 кг.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО И СЕТЬ

В настоящее время приняты два способа управления распределением электрической энергии: 1) централизованное управление и 2) децентрализованное.

В первом случае управление сосредоточено на распределительном щите в помещении электростанции, и дежурный по станции может в случае необходимости выключить или произвести включение любого отходящего фидера.

Во втором случае центрального щита не имеется, а каждый приемник энергии, имея свой выключатель, может быть в случае необходимости включен в общую питающую сеть.

В данном случае у источников питания устанавливается общий рубильник, который отключает всю сеть.

Мы останавливаемся на первом способе как наиболее гибком в эксплуатации.

КОММУТАЦИОННАЯ СХЕМА

Принцип распределения энергии следующий: ток, вырабатываемый генератором, поступает через максимально-минимальный автомат (смонтированный в одной коробке с регулятором напряжения) на шины центрального распределительного щита, с шин идет на предохранители, на рубильники отходящих фидеров и по фидеру на клеммы приемника (фиг. 109 и 110).

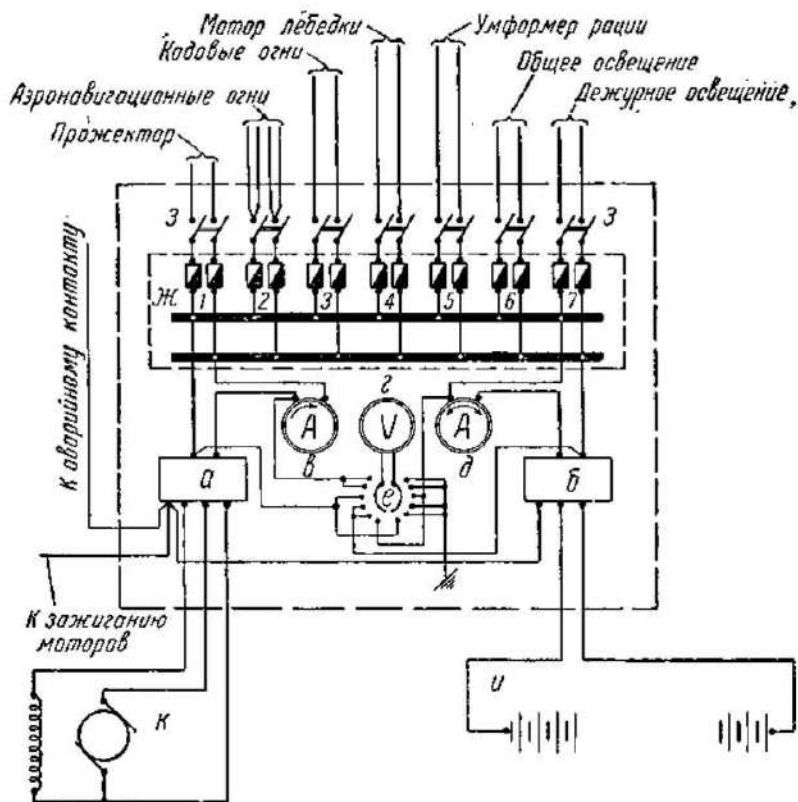
В том случае, если аккумуляторная батарея тоже работает на сеть, токопрохождение будет следующее: ток от клемм аккумуляторной батареи идет через максимальный автомат на шины щита и с шин распределяется аналогично току генератора. Если аккумулятор заряжается, то ток генератора на шинах разветвляется: часть тока идет на питание приемников, а другая часть — на зарядку аккумуляторной батареи.

Для питания приемников электроэнергии предусматривается семь отходящих фидеров.

Первый фидер служит для питания прожектора; включение фидера осуществляется дежурным со щита электрической станции, управление (включение и выключение) лампой прожектора производится из командирской рубки. Второй фидер питает АНО. Третий фидер питает кодовые огни. Четвертый фидер питает мотор лебедки, пуск и управление которой производится при помощи специального реостата, установленного у лебедки. Пятый фидер питает умформер радиста. Шестой фидер питает общее освещение (необходимо заметить, что плафоны имеют свои собственные выключатели, которые устанавливаются по месту около плафонов). Седьмой фидер питает дежурное (специальное) освещение. Арматуры этого освещения также имеют индивидуальные выключатели или реостаты для выключения.

Для прекращения питания током всех установок при аварии дирижабля предусматривается аварийный контакт, который установлен в рубке управления. При аварии дирижабля командир корабля или механик в нужный

момент путем поворота рычага аварийного контакта: а) соединяет зажигание первичного двигателя на массу, чем вызывает остановку первичного двигателя, а следовательно, и генератора; б) воздействует на коробку автоматов генератора, в результате чего генератор отключается от сети; в) воздействует на максимальный автомат аккумуляторной батареи, отключая батарею от шин распределительного щита.

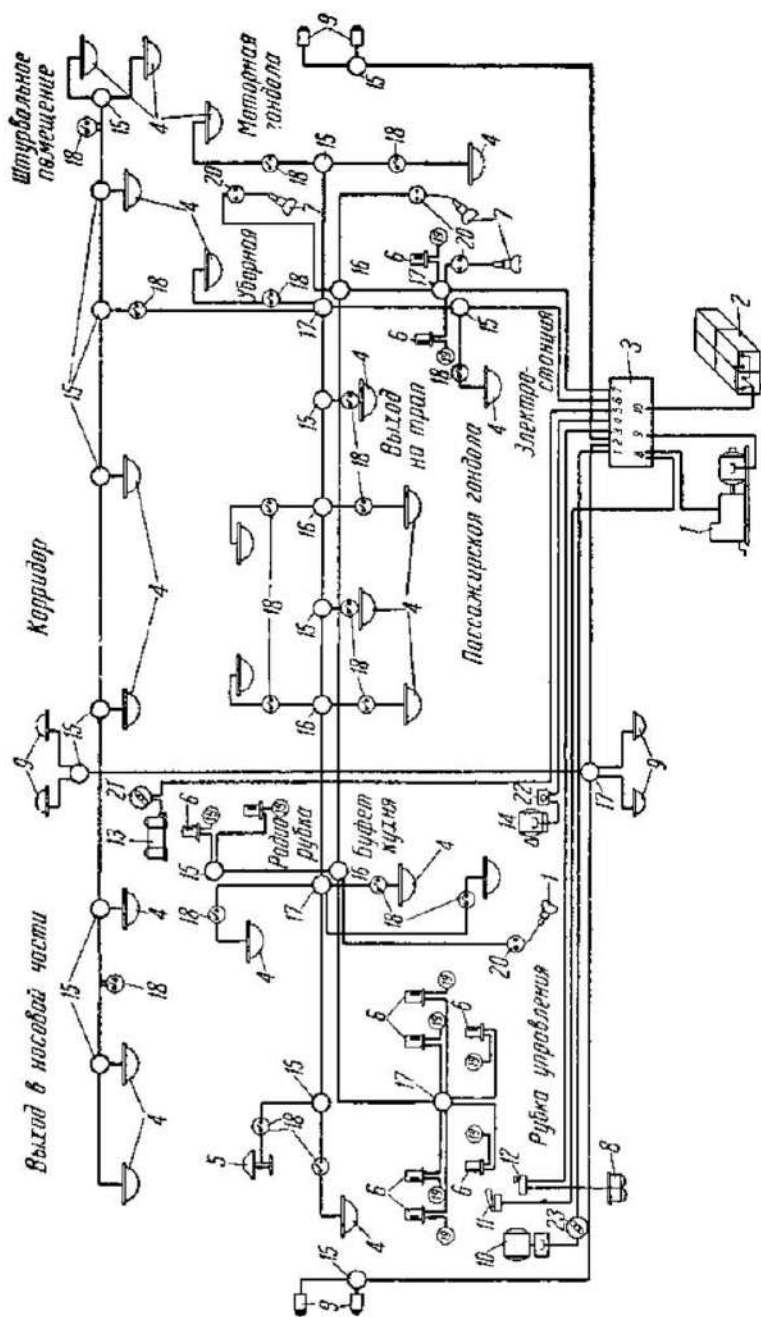


Фиг. 109. Принципиальная схема включения источников питания и распределительного щита ЦЭС: а — коробка автоматов, б — максимальный автомат, в — амперметр на 150 А, г — вольтметр, д — двухсторонний амперметр, е — вольтметр-переключатель, ж — коробка с предохранителями, з — рубильники, и — аккумуляторная батарея, к — генератор.

Все семь фидеров сосредоточиваются на центральном распределительном щите (фиг. 110).

На панели центрального распределительного щита смонтированы:

- коробка автоматов генератора;
- максимальный автомат аккумуляторной батареи;
- амперметр на 150 А постоянного тока, учитывающий нагрузочный ток генератора;



Фиг. 110. Принципиальная схема электрооборудования.
 1 — бензино-электрический агрегат, 2 — аккумуляторная батарея 6-Ст-Б-16-1Х, 3 — распределительный щит, 4 — лампы (22 шт.), 5 — настольная лампа, 6 — кабинные лампы (10 шт.), 7 — переносные лампы (4 шт.), 8 — кодовый огонь, 9 — АНО (8 шт.), 10 — прожектор, 11 — аварийный контакт, 12 — кодовый ключ (внеш.), 13 — радиоумформер, 14 — мотор лебедки, 15 — ответвительные 3-клеммные коробки (16 шт.), 16 — ответвительные 4-клеммные коробки (4 шт.), 17 — ответвительные 8-клеммные коробки (5 шт.), 18 — тумблеры (18 шт.), 19 — реостаты для кабинных ламп (10 шт.), 20 — штепсельные розетки (4 шт.), 21 — рубильник умформера, 22 — пусковой реостат лебедки, 23 — рубильник прожектора.

г) вольтметр на 30 В с вольтметровым переключателем (обозначен на схеме буквой *в*), позволяющим измерять напряжение на клеммах генератора и на клеммах аккумулятора; кроме того, при помощи того же вольтметра можно проверить состояние изоляции на плюсовом проводе генератора и сети и на минусовом проводе генератора и сети, на плюсовом проводе аккумулятора и сети, на минусовом проводе аккумулятора и сети;

д) двухсторонний амперметр на 150 А, который показывает: 1) заряжается или разряжается аккумуляторная батарея; 2) величину разрядного тока; 3) величину зарядного тока;

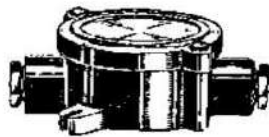
е) коробка предохранителей, заключающая в себе распределительные шины щита и плавкие предохранители в количестве 14 (по два на отходящий фидер);

ж) рубильники двухполюсные (главные выключатели) на каждый отходящий фидер, — всего 7.

Распределительный щит устанавливаем в помещении электрической станции.

СЕТЬ ДИРИЖАБЛЯ

Как мы указывали выше, коммутация тока осуществляется при помощи семи отходящих фидеров. Ввиду отсутствия специального провода для прокладки на дирижаблях берем провод марки РМ, как наиболее отвечающий по своей конструкции условиям установки на дирижабле. Провод РМ¹ состоит из одной или двух медных жил, скрученных из нескольких луженых медных проволок (от 7 до 19 в зависимости от сечения провода), обмотанных сверху бумажной лентой. На бумажной ленте лежит слой вулканизированной резины, на который кладется слой миткалевой ленты. Все это заключается в оплетку из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной негорючим и негигроскопическим составом.



Фиг. 111. Ответвительная коробка.

Всю сеть дирижабля прокладываем в тонкостенных стальных или дюралюминовых трубках для защиты от механических повреждений и большей герметичности. Ответвления проводов осуществляются только через специальные ответвительные коробки (фиг. 111). Концы проводов облуживаются и припаиваются к клеммным соединениям, благодаря чему достигается надежность контакта в местах соединения; кроме того, уменьшается сопротивление в переходных контактах и исключается возможность „открытого“ искрения.

РАСЧЕТ ПРОВОДОВ

Расчет сечения проводов производим по общеизвестной формуле для постоянного тока:

$$q = \frac{2L \cdot W}{K \cdot e \cdot E},$$

где L — длина провода в один конец в m ,

¹ См. ОСГ 4849.

W — мощность в W ,
 e — допустимое падение напряжения в V ,
 E — рабочее напряжение в сети V ,
 K — удельная проводимость провода, равная для меди 57,
 q — сечение провода в $мм^2$.

Для примера производим просчет сечений наиболее характерных фидеров.

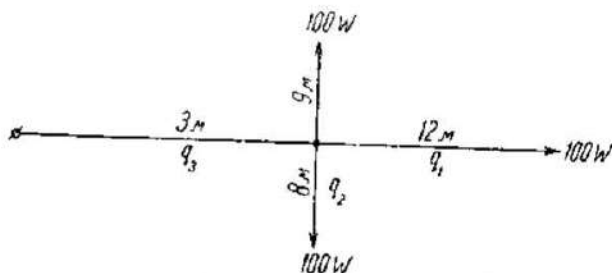
Принимаем максимальное падение напряжения для осветительной сети 3 V и для моторной сети 5 V .

Расчет фидера № 2, питающего АНО (фиг. 112):

$$q_1 = \frac{2 \cdot 12 \cdot 100}{57 \cdot 1,5 \cdot 24} = 1,1 \text{ мм}^2;$$

берем провод сечением 1,5 $мм^2$, тогда падение напряжения от точки разветвления будет:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 300}{57 \cdot 1,5 \cdot 24} = 1,1 \text{ V.}$$



Фиг. 112. Расчетная схема сети АНО.

Подсчитываем падение напряжения в проводе до точки разветвления при сечении провода $q = 2,5 \text{ мм}^2$:

$$e = \frac{2 \cdot 3 \cdot 300}{57 \cdot 2,5 \cdot 24} = 0,53 \text{ V.}$$

Следовательно, общее падение напряжения до наиболее отдаленной точки будет равно:

$$e_{\text{общ}} = 1,1 + 0,53 = 1,63 \text{ V,}$$

что вполне допустимо.

Проверяем по плотности тока выбранное нами сечение провода и находим, что сечение провода выбрано верно.

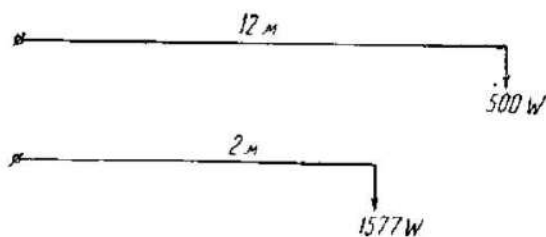
Расчет фидера № 5, питающего токком умформер рации (фиг. 113):

$$q = \frac{2 \cdot 12 \cdot 500}{57 \cdot 5 \cdot 24} = 1,75 \text{ мм}^2.$$

Проверяем на плотность тока и находим, что следует взять сечение 4 $мм^2$; тогда падение напряжения будет:

$$e = \frac{2 \cdot 12 \cdot 500}{57 \cdot 4 \cdot 24} = 2,1 \text{ V,}$$

что вполне удовлетворяет условиям.



Фиг. 113. Расчетные схемы проводов.

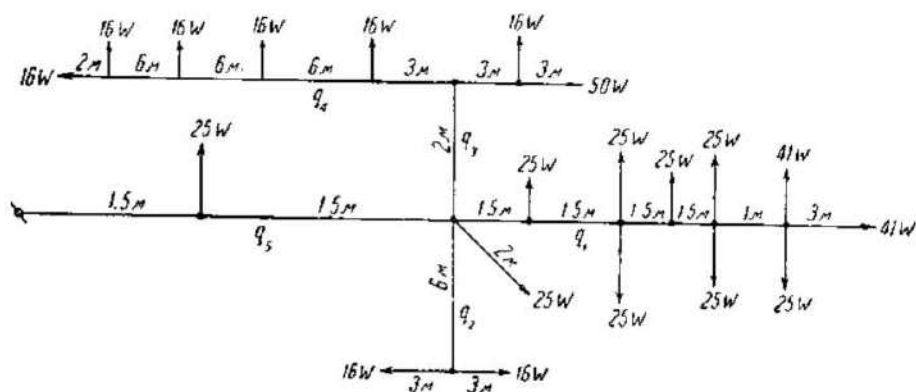
Расчет фидера № 6, питающего токком общее освещение (фиг. 114). Подсчитываем сечение q_1 , считая, что провод имеет сосредоточенную нагрузку на конце:

$$q_1 = \frac{2 \cdot 10 \cdot 257}{57 \cdot 1,5 \cdot 24} = 2,5 \text{ мм}^2;$$

берем сечение $2,5 \text{ мм}^2$.

Подсчитываем сечение q_5 , считая, что вся нагрузка сосредоточена на конце (в точке разветвления):

$$q_5 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 465}{57 \cdot 1,5 \cdot 24} = 1,3 \text{ мм}^2.$$



Фиг. 114. Расчетная схема общего освещения.

Проверяем на плотность тока и находим, что необходимо взять сечение провода не ниже $2,5 \text{ мм}^2$; на данном сечении и останавливаемся. Сечения проводов q_2 , q_3 , и q_4 берем также $2,5 \text{ мм}^2$. Все ответвления выполняем проводом сечением в 1 мм^2 .

Разветвление сети подсчитываем по формуле:

$$q = \frac{2 \sum LW}{K \cdot e \cdot E}.$$

Тогда максимальное падение напряжения в самой удаленной точке А будет равно:

$$e = \frac{2(1,5 \cdot 465 + 1,5 \cdot 440 + 2 \cdot 146 + 3 \cdot 80 + 6 \cdot 64 + 6 \cdot 48 + 6,32)}{57 \cdot 2,5 \cdot 24} = \frac{5507}{2052} = 2,7 \text{ V.}$$

Согласно условиям максимальное падение напряжения допускается 3V; следовательно, выбранное нами сечение вполне отвечает существующим правилам.

Аналогичные расчеты делаем и для остальных отходящих фидеров и находим, что сечение фидера, питающего дежурное освещение, будет равно 1,5 мм², сечение фидера для прожектора — 6 мм², сечение фидера, питающего лебедку, — 4 мм² и сечение фидера, питающего коловые огни, — 1 мм². Ответвления на сигнальные кнопки и т. п. выполняем проводом 0,75 мм².

В проводах, питающих распределительный щит электрической станции, можно допустить падение напряжения до 3 V.

Просчитаем сечение проводов, питающих распределительный щит.

Провода от аккумуляторной батареи и от генератора до распределительного щита (фиг. 113) выбираем по плотности тока и проверяем на падение напряжения. Мощность, передаваемая по данным проводам, равна всей установленной мощности, т. е. 1577 W.

Следовательно, сила тока будет равна 65,7 A. Этой силе тока соответствует сечение провода 16 мм² (данное сечение допускает нагрузку до 75 A).

Падение напряжения будет равно:

$$e_n = \frac{2LW}{57 \cdot q \cdot E} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1577}{57 \cdot 16 \cdot 24} = 0,3 \text{ V.}$$

Следовательно, общее падение напряжения как в сети, так и в проводах питающих распределительный щит, будет равно:

$$e_{\text{общ}} = e_{\text{сети}} + e_{\text{пр}} = 2,7 + 0,3 = 3,0 \text{ V.}$$

Чтобы иметь напряжение в 24 V на клеммах самого отдаленного потребителя, необходимо получить от динамомашин напряжение несколько выше, чем 24 V, а именно: 24 + 3,0 = 27 V, что и достигается при помощи соответствующей установки регулятора напряжения в коробке автоматов.

Имея напряжение на клеммах генератора 27 V, мы получим на шинах щитка 26,7 V, на ближних приемниках тока осветительной нагрузки — 25,6 V и в самых удаленных световых точках — 24,0 V, что вполне допустимо.

На клеммах приемников моторной нагрузки получим: для умформера рации 24,6 V, для лебедки 24,3 V, что также вполне обеспечивает хорошую работу моторов.

Все длины и сечения проводов сводим в табл. 10.

Таблица 10

Сечения и длины двужильных проводов РМ

№ по пор.	Фидеры	Сечение	Длина	Сечение	Длина	Сечение	Длина
		мм ²	м	мм ²	м	мм ²	м
1	Общего освещения	1	21	2,5	26	—	—
2	Дежурного осв.	1	18	1,5	14	—	—
3	Умформера	4	12	—	—	—	—
4	Лебедки	4	12	—	—	—	—
5	4	8	—	—	—	—
6	АНО	1	12	1,5	18	2,5	3
7	Кодовых огней	1	12	—	—	—	—
8	Распределительного щита	16	4	—	—	—	—

Всего: 1) провода сечением 1 мм² . 63 м
2) " " 1,5 " . 32 "

3) провода сечением 4 мм² . 32 м
4) " " 16 " . 4 "

ГЛАВА IX

ВЕСОВАЯ И НОМЕНКЛАТУРНАЯ СПЕЦИФИКАЦИИ

Для того чтобы заказать требуемые агрегаты и отдельные установочные элементы для электрооборудования дирижабля (источники питания, моторы для привода, приборы для коммутации и контроля, провода и т. п.), необходимо составить номенклатурную спецификацию всего оборудования, устанавливаемого на дирижабле.

Один из наиболее важных вопросов — вопрос веса оборудования — может быть разрешен по составлению весовой спецификации. Чтобы составить номенклатурную спецификацию, достаточно иметь принципиальную схему. Весовая спецификация (точная) требует детальной монтажной схемы. Если же монтажная схема отсутствует, то можно на основании принципиальной схемы составить ориентировочную весовую спецификацию, которая обычно имеет точность $\pm 10-15\%$ от истинного значения.

Вес проводов и мелкомонтажного и крепежного материала считаем распределенным равномерно по всему корпусу дирижабля.

Таблица 11
Весовая спецификация

№ по пор.	Наименование	Количество	Вес 1 шт. кг	Общий вес кг	Примечание
Рубка управления					
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Кабинных ламп	6	0,065	0,390	
3	Тумблеров	2	0,040	0,080	
4	Прожектор	1	16,500	16,500	
5	Рубильник для прожектора (типа самолетного главного рубильника)	1	0,225	0,225	
6	Настольная лампа	1	0,500	0,500	
7	Кодовые огни	1 комплект	0,700	0,700	
8	Ключ для кодовых огней	1	0,035	0,035	
9	Аварийный контакт	1	0,080	0,080	
10	Реостатов для кабинных ламп	6	0,065	0,390	
11	Лампы внутренней сигнали- зации	1 комплект	0,150	0,150	
				Итого . . . 19,200 кг	
Радиорубка					
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Кабинные лампы	2	0,065	0,130	
3	Умформер	1	11,000	11,000	
4	Лампы внутренней сигнали- зации	1 комплект	0,150	0,150	
5	Тумблер	1	0,040	0,040	
6	Рубильник для умформера	1	0,225	0,225	
7	Реостатов для кабинных ламп	2	0,065	0,130	
				Итого . . . 11,825 кг	
Буфет					
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
				Итого . . . 0,190 кг	
Помещение лебедки					
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
3	Штепсельная розетка	1	0,075	0,075	
4	Переносная лампа	1	0,280	0,280	
5	Мотор для лебедки	1	9,600	9,600	
6	Пусковой реостат	1	6,000	6,000	
				Итого . . . 16,145 кг	

№ по пор.	Наименование	Количество	Вес 1 шт. кг	Общий вес кг	Примечание
	Пассажирская гондола				
1	Плафонов	5	0,150	0,75	
2	Тумблеров	5	0,040	0,200	
	Итого . . .				0,950 кг
	Выход на трап				
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
	Итого . . .				0,190 кг
	Уборная (гальюн)				
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
	Итого . . .				0,190 кг
	Помещение ЦЭС				
1	Плафон	1	0,150	0,150	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
3	Кабинных ламп	2	0,065	0,130	
4	Реостаты для кабинных ламп	2	0,065	0,130	
5	Штепсельная розетка	1	0,075	0,075	
6	Переносная лампа	1	0,280	0,280	
	Итого . . .				0,805 кг
7	Щиток ЦЭС:				
	вольтметр на 30 V	1	0,145	0,145	
	амперметры на 150 А	2	0,150	0,300	
	вольтметр-переключатель	1	0,300	0,300	
	предохранительная коробка на 8 пар предохранителей	1	0,600	0,600	
	максимальный автомат	1	0,800	0,800	
	коробка автоматов	1	1,100	1,100	
	главные рубильники	7	0,225	1,575	
8	Аккумуляторная батарея, состоящая из четырех аккумуляторов типа 6-СТ-Б-16-IX	1 комплект	63,000	252,000	
9	Генератор типа „Экспресс“	1	10,000	10,000	
10	Двигатель бензиновый	1	70,000	70,000	
	Итого . . .				336,820 кг

№ по пор.	Наименование	Количество	Вес 1 шт. кг	Общий вес кг	Примечание
Моторные гондолы (2 шт.)					
1	Плафонов	2	0,150	0,300	
2	Тумблеров	2	0,040	0,080	
3	Штепсельных розеток	2	0,075	0,150	
4	Переносных ламп	2	0,280	0,560	
5	Ламп внутренней сигнали- зации	2 комплекта	0,150	0,300	
Итого . . .				1,390 кг	
Коридор дирижабля					
1	Плафонов	4	0,150	0,600	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
Итого . . .				0,640 кг	
Штурвальное помеще- ние					
1	Плафонов	2	0,150	0,300	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
Итого . . .				0,340 кг	
Вход и выход в носо- вой части					
1	Плафонов	2	0,150	0,300	
2	Тумблер	1	0,040	0,040	
Итого . . .				0,340 кг	
АНО					
1	Носовые (головные)	2	0,160	0,320	
2	Бортовые	4	0,110	0,440	
3	Хвостовые (на задней кромке руля направления)	2	0,160	0,320	
Итого . . .				1,080 кг	

№ по пор.	Наименование	Количество	Вес 1 шт. кг	Общий вес кг	Примечание
	Вес проводов			26,000	
	Вес мелкомонтажного и крепежного материала			34,000	
Всего . . .				450,106 кг	

Таблица 12

Номенклатурная спецификация

№ по пор.	Наименование	Количество	Примечание
Источники питания			
1	Генератор типа „Эклипс“ (750 W, 24 V, постоянного тока, 2200 об/мин)	1	Установка генератора на общем фундаменте с бензиновым двигателем. Генератор должен иметь вал под эластичную муфту для соединения с мотором.
2	Бензиновый двигатель внутреннего сгорания (мотоциклетного типа, с воздушным охлаждением, 2,5 л. с. на валу, 2200 об/мин)	1	Двигатель должен иметь расходный бензиновый бак. В комплекте предусмотреть эластичную муфту, установка на фундаменте
3	Регуляторная коробка, заключающая в себе:		
	а) максимальный автомат . .	1	
	б) мин.-обр. автомат	1	
	в) регулятор напряжения . .	1	
4	Аккумуляторы типа 6-СТ-Б-16-IX	4	
5	Максимальный автомат на 24 V, 250 A	1	
Моторы			
6	Электродвигатель постоянного тока, серийный (на 24 V, средний рабочий ток 15,5 A, максимальный ток 33,4 A) . .	1	Для привода лебедки двигатель должен иметь конец вала для сцепления с шестеренчатой передачей

№ по пор.	Наименование	Количество	Примечание
	Установочный материал и приборы для освещения		
7	Плафонов	22	
8	Настольных ламп	1	
9	Кабинных ламп	10	
10	Реостатов для кабинных ламп	10	
11	Переносных ламп	4	
12	АНО:		
	красных бортовых	2	
	зеленых	2	
	белых головных	2	
	белых	2	
13	Кодовые огни	1 комплект	
14	Прожектор 35-см	1	
15	Ключ для кодовых огней	1	
16	Аварийный контакт	1	
17	Выключатель для АНО	1	Комбинированный с кнопкой для сигнализации
18	Сигнальных ламп для внутренней сигнализации	1 комплект	
19	Главных рубильников (самолетного типа)	9	
20	Тумблеров на 6 А, 24 В	18	
21	Щетельных розеток	4	
22	Пусковой реостат для мотора лебедки (максимальный ток 33,4 А, нормальный рабочий ток 15,5 А, на четыре ступени скорости)	1	Реостат должен иметь крепление для установки на стене
23	Вольтметр на 30 В постоянного тока	1	
24	Вольтметровый переключатель на 6 направлений	1	
25	Амперметр двухсторонний на 150 А постоянного тока	1	
26	Амперметр односторонний на 150 А	1	
27	Коробка с предохранителями	1	На 8 пар предохранителей на силу тока до 50 А
28	Ответвительные коробки на восемь ответвлений	5	
29	Ответвительные коробки на четыре ответвления	20	
	Провода и кабели		
30	Провод марки РМ сечением 2×0,75	6 м	
31	Провод марки РМ сечением 2×1	65 м	

№ по пор.	Наименование	Количество	Примечание
32	Провод марки РМ сечением 2×1,5	35 м	
33	Провод марки РМ сечением 2×2,5	30 м	
34	Провод марки РМ сечением 2×4	35 м	
35	Провод марки РМ сечением 2×16	10 м	
36	Кабель ПРГОМ сечением 2×2,5	20 м	

Примечание. Мелкомонтажный, крепежный и установочный материал, дуралюминовые трубки, соединительные части для них, изоляционная лента, кембриковые трубки, изоляционные прокладки, крепежные скобки, винты, шурупы, олово и тому подобный материал определяется по монтажной схеме и заказывается одновременно с основным заказом.

В заключение необходимо сказать, что для облегчения работы отдела снабжения и во избежание ошибок при заказе желательно номенклатурную спецификацию разбить на ряд мелких спецификаций, которые бы содержали определенный вид изделий, изготовляемых на данном заводе.

Для того чтобы заказать оборудование, необходимо составить номенклатурную спецификацию, так как сделать заказ по весовой спецификации довольно затруднительно.

Например заголовок будет выглядеть так:

Спецификация осветительных приборов для оборудования дирижабля

Завод-изготовитель: „Электросвет“, Москва, Б. Пироговская, 27,
телефон коммерческого директора № . . .

В спецификации, кроме наименования приборов, указывается также срок поставки, каким требованиям должно удовлетворять изделие, и помещаются указания относительно приемки и отправки.

Разработанная таким образом спецификация максимально сократит время, необходимое на увязку всех вопросов при размещении заказа и даст гарантию получения требуемых изделий надлежащего качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ АВТОРОМ

I. На русском языке

Приказы Главначвоздухфлота за 1922—1923 гг.

Прейскуранты Электростроительства и Главного морского строительства.

Анализ светотехнического расчета освещения помещений дирижабля (работа НИИАИ УКГВФ).

Труды электротехнической и светотехнической секций НИИАИ УКГВФ за 1931—1932 гг.

Дирижабли Лейтензен

Эскизный проект светооборудования, НИИАИ УКГВФ, светотехническая секция.

Эскизный проект электрооборудования, НИИАИ УКГВФ, электротехническая секция.

Винокур, Устройство современных дирижаблей.

Попов, Электрические машины (машины постоянного тока и аккумуляторные установки).

По аккумуляторам

Каценельсон, Электрические аккумуляторы.

Карпов, Элементы и аккумуляторы.

Комаров, Электропитание предприятий связи.

Техническая энциклопедия, т. I, 1927 г.

Справочная книга для электротехников (СЭТ), т. IV.

Долецилек, Теория свинцового аккумулятора.

Кроме того использован ряд иностранных источников.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

Часть первая

Стр.

Основные элементы электрооборудования дирижаблей

Введение. Развитие электрооборудования дирижаблей 5

ГЛАВА I

Источники питания

Выбор рода тока и напряжения	6
Источники питания, устанавливаемые на дирижаблях	7
Привод от генераторов	9
Технические требования, предъявляемые к источникам питания	12
Динамомашин и ее устройство	—
Регуляторы напряжения	20
Аккумуляторы	26
Теория работы свинцово-кислотного аккумулятора	—
Аккумуляторная батарея на дирижабле	31
Щелочные аккумуляторы	32
Параллельная работа на сеть генератора и аккумуляторной батареи	34

ГЛАВА II

Потребители электроэнергии

Внутреннее освещение дирижабля	37
Требования, предъявляемые к освещению помещений дирижабля	38
Оперативное освещение	42
Пржекторная установка	—
Аэронавигационные огни (АНО)	44
Бытовая нагрузка	48
Электрическая кухня	—
Водогрейки	—
Электрическая зажигалка	49
Электрическое обогревание	—
Электрические приводы	—
Электролопата	51
Электролебедки	52
Электровентиляторы	—
Прочие объекты	—

ГЛАВА III

Электрическая сеть и распределительные устройства

Технические требования, предъявляемые к сети	52
Коммутационная сеть дирижабля LZ-114	53
Электрическая сеть дирижабля „Акрон“	55
Расчет проводов	60

ГЛАВА IV:

Сигнальные, измерительные и контрольные приборы

Альтиметр	62
Электроуказатель температуры газа	—
Электроуказатель наполнения	—
Электроуказатель предельной высоты	63
Электрический бензиномер	—
Электротаксометр	64
Электротермометр для масла и воды	65
Средства связи	66

ГЛАВА V

Самолетные осветительные и сигнальные приборы, применяемые для электрооборудования дирижаблей

Аэронавигационные огни	69
Самолетная фара	70
Плафоны	—
Кабинные лампы	72
Переносные лампы	74
Реостаты для включения кабинных ламп	—
Выключатели	75
Штепсельные розетки	76
Переходные и ответвительные коробки	—
Электрические измерительные приборы	77

Часть вторая

Эскизный проект электрооборудования дирижабля

Введение	80
--------------------	----

ГЛАВА VI

Определение нагрузки

Осветительная нагрузка	81
Аэронавигационные огни	—
Кодовые огни	85
Прожектор для посадки и ориентировки дирижабля	88
Установленная мощность сигнальных огней	95
Освещение пассажирской гондолы воздушного судна	96
Внутренняя сигнализация	102
Электрические тахометры	—
Радиостанция	103
Моторная нагрузка (силовая)	—

ГЛАВА VII

Выбор источников питания и привода для генератора

Защита генератора	107
-----------------------------	-----

ГЛАВА VIII

Распределительное устройство и сеть

Коммутационная схема	108
Сеть дирижабля	111
Расчет проводов	—

ГЛАВА IX

Весовая и номенклатурная спецификации	115
---	-----

Авторские исправления и опечатки

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>	<i>По чьей вине</i>
36	Подпись к фиг. 34	добавочное сопротивление, включаемое в цепь обмотки напряжения	цепь обмотки возбуждения	авт.
55	Подпись к фиг. 55	<i>б</i> — ... питаемой	<i>б</i> — ... питаемый	корр.
70	20 снизу	фиг. 72.	фиг. 70	авт.
86	На фиг. 92	На лев. борту огни зеленого цвета	На правом борту огни зеленого цвета	„
109	Подпись к фиг. 109	<i>а</i> — коробка ватоматов	<i>а</i> — коробка автоматов	тип.
112	19 снизу	$1,1 + 0,53 = 1,63 \text{ V}$,	$1,1 + 0,53 = 1,63 \text{ V}$,	авт.

Петрушев, Электрооборудование дирижаблей

Ц. 1 р. 70 к. пер. 60 к.

A-40-5-2