

## 1.1 Електроживлення літака

Сучасні літальні апарати здійснюють політ за будь-яких погодних умов, на різних висотах і швидкостях, одночасно виконуючи складні задачі. Все це було б неможливо без різноматнітних систем, які живляться від системи електропостачання ЛА. Такі системи значно зменшують навантаження на пілота, що дозволяє йому зосередити свою увагу на найбільш відповідальних завданнях.

Бортова система електропостачання ЛА – система електропостачання, яка забезпечує живлення електрообладнання ЛА енергією відповідної якості. В систему електроживлення входять генератори, перетворювачі, випрямлячі, трансформатори, акумулятори та засоби розподілення енергії.

В наш час для живлення усіх споживачів електроенергії використовується постійна напруга 28 В, змінна однофазна або трифазна напруга 200/115 В частотою 400 Гц, та змінна трифазна напруга 36 В, 400 Гц.

Розрізняють первинні і вторинні джерела електроенергії. До первинних відносять електрогенератори. До вторинних належать трансформатори, випрямлячі, перетворювачі. Також на борту ЛА встановлюються акумуляторні батареї.

Однією з основ безпеки польотів є надійність системи електроживлення, тому передбачено комплекс заходів для надійності функціонування бортової СЕС ЛА. Джерела енергії поділяються на основні, резервні та аварійні. Основні джерела забезпечують живлення в нормальних умовах польоту. Резервні джерела забезпечують живлення систем, якщо через якусь відмову у СЕС основні джерела не можуть виробити необхідну потужність.

<b>КАФЕДРА АВІОНІКИ</b>				<b>НАУ 18 01 65 000 ПЗ</b>			
Виконав.	Махиборода В.В.			<b>ЗБІЛЬШЕННЯ ЧАСУ РОБОТИ АВАРІЙНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ НА БОРТУ ЛІТАКА В ОСОБЛИВИХ СИТУАЦІЯХ ПОЛЬТУ</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Романенко В.Г.						
Консульт.	Романенко В.Г.						
Н. Контр.	Левківський В.В.						
Зав. каф.	Павлова С.В.						
					<b>173 «Авіоніка»</b>		

Аварійні джерела призначені для живлення найнеобхідніших систем ЛА, без яких безпечно завершення польоту є неможливим.

В залежності від призначення ЛА, його конструктивних особливостей і обладнання яке встановлена на борту схеми електромережі можуть бути різними, їх можна поділити на чотири групи:

- основним джерелом електроенергії є генератор постійного струму (рис. 1.1). Змінний струм виробляється за допомогою перетворювача. Аварійним джерелом є акумуляторні батареї.

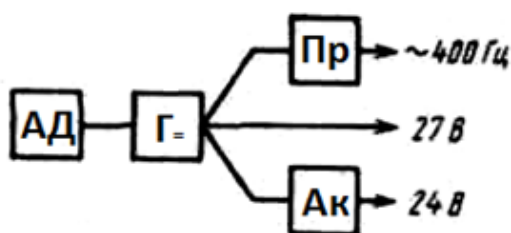


Рис. 1.1 Система постійного струму

- системи змінного струму змінної частоти (рис. 1.2). Генератор змінного струму приводиться в обертання від АД. Для отримання постійного струму 27 В використовуються трансформаторно-випрямні блоки. Змінний струм постійної частоти виробляється за допомогою перетворювача.

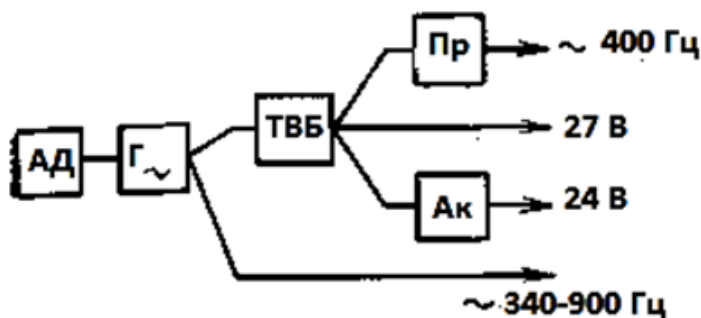


Рис. 1.2 Система змінного струму змінної частоти

- одночасно використовуються генератори постійного струму і змінного струму нестабільної частоти. Змінний струм стабільної частоти отримується від перетворювача (рис. 1.3).

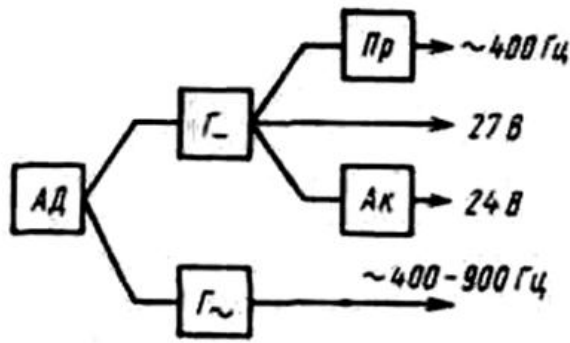


Рис. 1.3 Змішана система

- основним джерелом є генератор змінного струму постійної частоти (рис. 1.4). Ця група може бути поділена на системи в яких постійна частота досягається за рахунок передачі механічної енергії від двигуна на генератор через привід постійної частоти обертання (а) і системи в яких змінний струм нестабільної частоти потрапляє в перетворювач частоти, на виході якого ми отримуємо змінний струм постійної частоти(б).

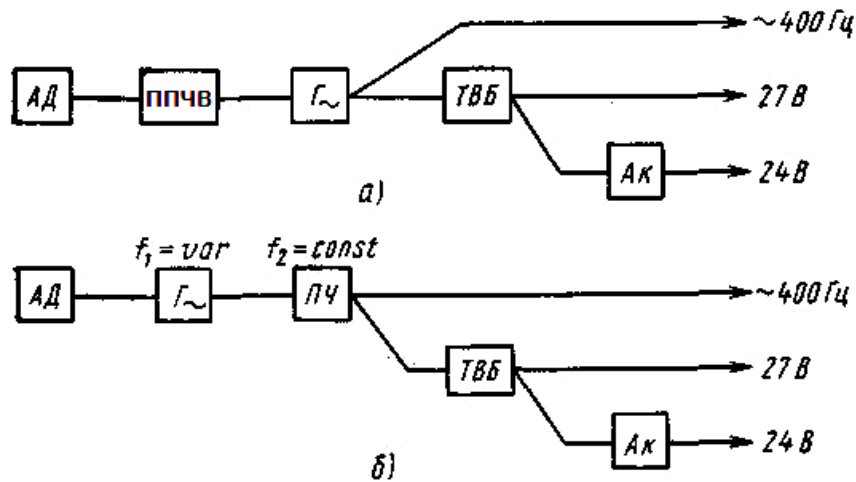


Рис. 1.4 Система змінного струму постійної частоти

### 1.1.1 Джерела змінного струму

На більшості ПС основним джерелом енергії є генератор змінного струму 200/115 В постійної частоти 400 Гц. Принцип дії синхронного генератора (який використовується у таких системах) заснований на законах електродинаміки (рис. 1.5).

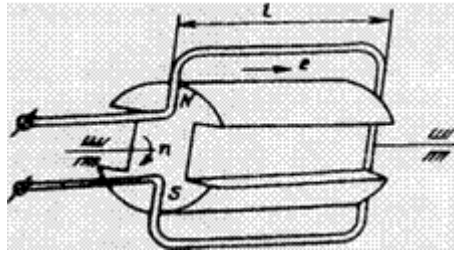


Рис. 1.5 Схема синхронного генератора

Навколо осі обертається постійний магніт, який охоплений статичним витком. По закону електромагнітної індукції в обмотці буде наводитися змінна ЕРС.

$$e_1 = Blv \sin \omega t \text{ и } e_2 = Blv \sin(\omega t + \pi) = -Blv \sin \omega t,$$

де  $e_1$  и  $e_2$  - миттєві значення ЕРС, яка виникає в активних сторонах контуру, в вольтах;

$B$  - магнітна індукція магнітного поля в вольт-секундах на квадратний метр;

$l$  - довжина кожної з активних сторін контуру в метрах;

$v$  - лінійна швидкість, з якою обертаються активні сторони контуру, в метрах в секунду;

$t$  - час, в секундах;

$\omega t$  и  $\omega t + \pi$  - кути, під якими магнітні лінії перетинають активні сторони контуру.

Так як електрорушійні сили, виникаючі в активних сторонах контуру, діють згідно один з одним, то результуюча електрорушійна сила, індукована в контурі, буде дорівнювати  $e = 2Blv \sin \omega t$  тобто індукована електрорушійна сила в контурі змінюється за синусоїдальним законом.

На практиці для збільшення ЕРС використовують електромагніти, замість постійних магнітів, обмотки яких називаються обмотками збудження. Вони розташовуються на роторі і живляться постійним струмом. Найбільшого розповсюдження досягли трифазні синхронні машини, в яких фази зсунуті на 120 градусів. Це досягається відповідним розміщенням обмоток статора.

В залежності від способу живлення обмоток збудження розрізняють генератори з самозбудженням і з незалежним збудженням.

В генераторах із незалежним збудженням обмотка збудження живиться постійним струмом від електромережі (рис. 2), або від збудника (рис. 3), генератора постійного струму, який знаходиться на одному валу з синхронним генератором.

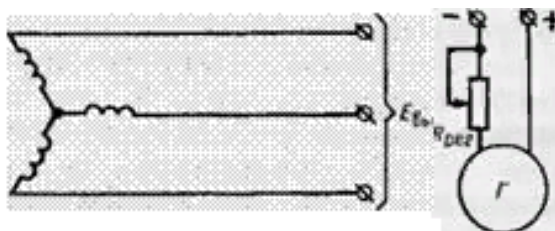


Рис. 1.6 Живлення ОЗ від мережі

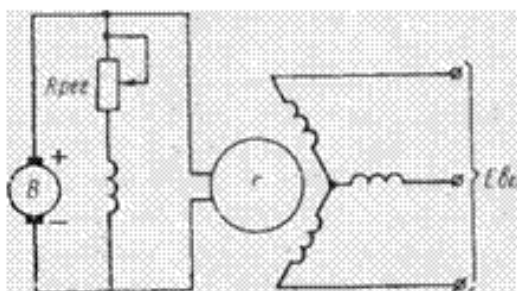


Рис. 1.7 Живлення ОЗ від збудника

В генераторах з самозбудженням обмотка збудження живиться постійним струмом, який отримує шляхом випрямлення змінного струму генератора (рис. 1.8).

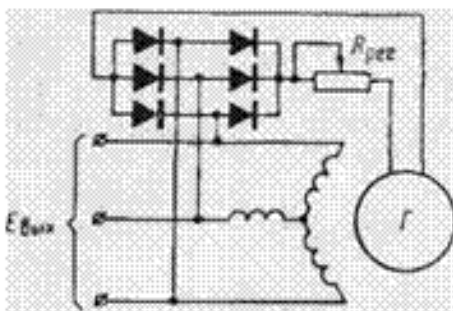


Рис. 1.8 Схема генератора з самозбудженням

Обертальний момент на ротор генератора може передаватися декількома шляхами:

- безпосередньо від валу авіадвигуна;

- через муфту постійної швидкості обертання;
- від допоміжного повітряного двигуна, який живиться зжатым повітрям від компресора авіадвигуна (турбопривід);
- від автономного газотурбінного двигуна (газотурбінний привід).

При безпосередньому приводі у зв'язку зі зміною швидкості обертання ротора генератора буде змінюватися частота струму. В цьому випадку до генератора підключаються споживачі, робота яких не залежить від зміни частоти струму.

Якщо генератор підключений через муфту, яка знаходиться між ведучим та ведомим валами, то за рахунок зміни передаточних чисел між валами забезпечується постійна швидкість обертання ротора генератора. В якості муфти можуть використовуватись гідравлічні, механічні та електромагнітні пристрої.

В турбоприводі повітря від компресора авіадвигуна подається на вхід повітряної турбіни, проходить через сопло, турбінне колесо і виходить в атмосферу. Швидкість обертання турбіни, яка через редуктор подається на генератор, регулюється зміною поперечного перерізу сопла. Газотурбінний привід забезпечує роботу генераторів при непрацюючих авіадвигунах.

Ще одним джерелом змінного струму на літаку є перетворювач струму, який на різних літаках може бути основним джерелом змінного струму, або аварійним джерелом.

На ЛА використовуються електромашинні або статичні напівпровідникові перетворювачі.

Електромашинний перетворювач представляє собою агрегат, який складається з електродвигуна постійного струму і генератора змінного струму, закріплених на одному валу. Принцип дії полягає в двократному перетворенні енергії в електромашинах. У більшості випадків представляє собою електродвигун з'єднаний валом з електричним генератором. Також в конструкцію можуть входити додаткові пристрої для стабілізації вихідної напруги і частоти.

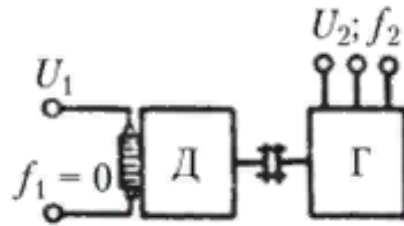


Рис. 1.9 Електромашинний перетворювач

Такі перетворювачі мають просту конструкцію, але разом з тим і значні недоліки: велика маса, габарити, вібрація при роботі, вимагає періодичного контролю стану деяких вузлів, низький КПД.

Статичні перетворювачі перетворюють постійний струм в змінний за допомогою керованих напівпровідникових приладів – транзисторів або теристорів. В порівнянні з електромашинними мають переваги: високий КПД, невелику масу і розміри, надійність, відсутність шуму і вібрацій при роботі. Але мають обмеження по максимальній температурі роботи. Принцип роботи полягає в перетворенні постійного струму в змінний з подальшим випрямленням і підвищенням напруги, потім перетворення у змінний струм потрібної напруги, на виході стоять фільтри.

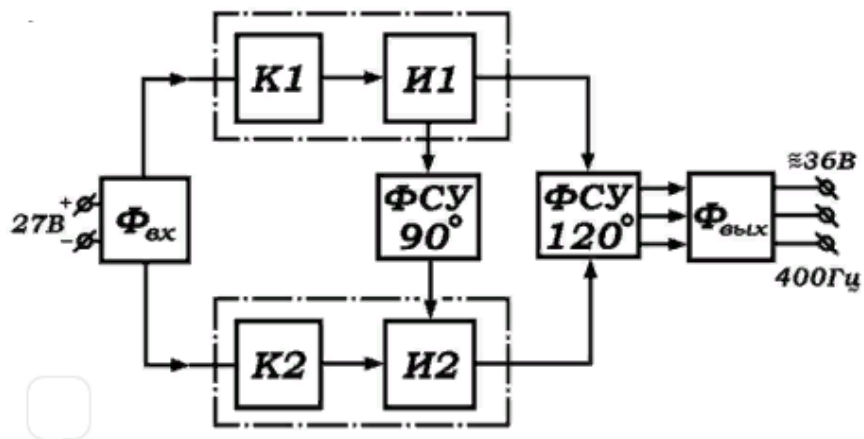


Рис. 1.10 Статичний перетворювач

### 1.1.2 Джерела постійного струму

Джерелом постійного струму на ЛА є: генератор постійного струму (в сучасній авіації не використовується) і випрямні пристрої.

Принцип дії авіаційних генераторів постійного струму заснований на законах електродинаміки (електромагнітної індукції, законі повного струму і законі електромагнітних сил). Рамка з активними провідниками обертається в магнітному полі, створеному статичним, постійним магнітом. По закону електромагнітної індукції в провіднику виникає ЕРС.

Під час обертання в кожному провіднику рамки наводиться ЕРС, яка двічі змінює свій напрямок за синусоїдальним законом. Для вирівнювання змінної ЕРС призначений колектор, найпростіше виконання якого у вигляді двох півкілець. Щітки на колекторі встановлюються так, щоб вони переходили з одного півкілця на інше в момент, коли ЕРС рамки дорівнює нулю. В цьому випадку до кожної щітки підводиться ЕРС одного напрямку. Для зменшення пульсацій і для збільшення результуючої ЕРС в реальній машині застосовують велике число рамок, рівномірно розподілених в пазах якоря, і відповідну кількість пластин, розташованих на колекторі машини.

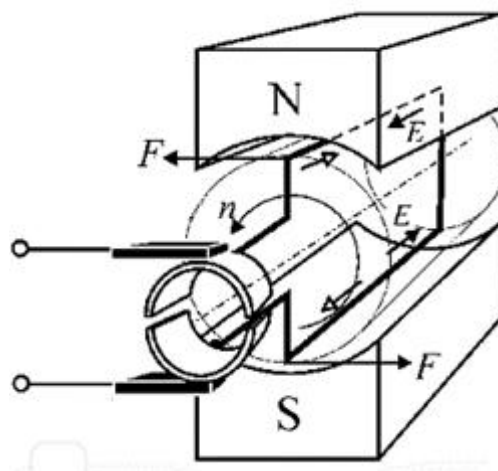


Рис. 1.11 Генератор постійного струму



Середнє значення ЕРС в кожному з активних провідників дорівнює

$$E = \frac{n}{60} \times 2\Phi,$$

Де n-число обертів якоря/хв;  $\Phi$ -магнітний потік; E-індукована ЕРС.

Оскільки кількість активні провідники з'єднані послідовно, то ЕРС складається, тому

$$E = z\Phi \frac{n}{60},$$

Де z-число всіх активних провідників на якорі генератора.

Випрямний пристрій - електромашина, що комбінує в собі трифазний понижуючий трансформатор, напівпровідниковий трифазний випрямляч і тиристорну схему стабілізації при зміні навантаження. Потужність різних типів ВП може бути в межах від 3 до 12 кВт. Для охолодження системи використовується вбудований вентилятор, який ключається примусово.

Випрямним пристроєм (ВП) називається статичний пристрій, що забезпечує перетворення електричної енергії змінного струму в електричну енергію постійного струму. Електроенергія проходить через вхідні фільтри і пристрій регулювання напруги і потрапляє на знижуючий трансформатор. Трансформатор понижує напругу і подає її до випрямлячів, на виході отримуємо постійний струм, який додатково (для покращення якості струму) проходить через вихідний фільтр.

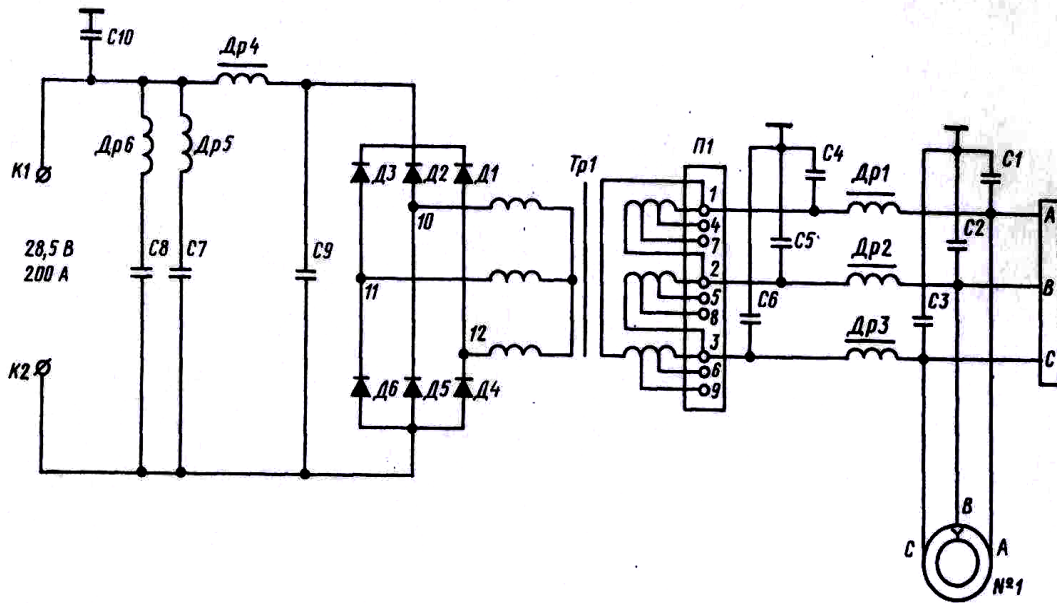


Рис. 1.12 Випрямний пристрій

В ВП, виконаних за схемою з подвійним перетворенням енергії (у вітчизняній літературі подібні ВП називаються випрямлячами з бестрансформаторним входом), відсутній низькочастотний силовий трансформатор і напруга джерела енергії (мережі змінного струму) подається безпосередньо на вентиляний блок, на виході якого встановлюється або згладжуючий фільтр, або коректор коефіцієнта потужності. Далі напруга постійного струму високого рівня подається на регульований інвертор, що перетворює цю напругу постійного струму в змінну напругу високої частоти. Напруга з виходу РІ подається на ВБ, на виході якого встановлюється згладжуючий фільтр. Гальванічна розв'язка джерела енергії і вихідних затискачів ВУ здійснюється за допомогою силового високочастотного трансформатора.

### **1.1.3 Аварійна авіаційна турбіна**

Аварійна авіаційна турбіна - невеликий пропелер з електричним генератором (може бути об'єднаним або заміщений гідравлічним насосом), призначений для аварійного електроживлення літаків і підтримки тиску в гідравлічній системі бустерного управління.

Аварійна турбіна автоматично випускається зі спеціального відсіку в корпусі при відмові основного і запасного джерел електроенергії або при відмові гідравлічних систем. Розкручується потоком повітря. Вона здатна виробляти електричний струм і / або створювати тиск в гідросистемах. Розрахована на живлення найважливіших систем, необхідних для завершення польоту. Як правило, турбіна - змінного кроку з відцентровим регулятором для стабілізації роботи.

Найбільший діаметр має аварійна турбіна, встановлена на Аеробусі А380 - 1,63 м, на інших цивільних літаках габарити цього агрегату лежать зазвичай в межах 80 см, а на військових літаках - і того менше. Потужність електрогенераторів варіюється від 5 до 70 кВт.

Не всі літаки обладнані аварійними турбінами. На деяких в разі відмови двигунів обертання насосів гідросистем здійснюється за рахунок авторотації роторів компресорів високого тиску в двигунах, електроенергію на бортову мережу віддають акумулятори. Аварійних турбін немає також на турбогвинтових літаках і вертольотах.

## **1.1.4 Джерела електроенергії без перетворення механічної енергії**

До даної групи ДЖ відносяться:

- хімічні джерела струму (гальванічні елементи й акумулятори);
- термобатарей;
- термоелектронні перетворювачі;
- фотоелектричні перетворювачі (сонячні батареї);
- паливні елементи;
- біохімічні джерела струму;
- атомні елементи.

### **1.1.4.1 Хімічні джерела струму**

Хімічні джерела струму (ХДС) широко використовуються для живлення малопотужних пристроїв та апаратури, що вимагає автономного живлення. Хімічні джерела струму (ХДС) широко використовуються для живлення малопотужних пристроїв та апаратури, що вимагає автономного живлення.

Як вже зазначалося раніше, хімічні джерела струму (ХДС) поділяються на дві групи:

- гальванічні елементи і батареї;
- акумулятори.

ХДС першої групи, в порівнянні з акумуляторами, мають більшу питому електричну ємність і мають меншу вартість. Основною перевагою акумуляторів є можливість їх багаторазового використання і внаслідок цього значно менша вартість одиниці одержаної енергії.

При виборі ХДС для живлення конкретної апаратури насамперед звертають увагу на його систему, ціну, енергоємність, довговічність при зберіганні, сталість напруги в плинні розряду, внутрішній опір, максимальне значення струму, діапазон робочих температур і масо-габаритні показники.

#### 1.1.4.1.1 Гальванічні елементи і батареї

Найбільшого поширення набули елементи і батареї наступних систем: вугільно-цинкові і хлористо-цинкові; лужно-марганцеві (лужні); ртутні (ртутно-цинкові); срібно-цинкові, літєві. На рис. 1. представлені криві розряду елементів різних типів ( $\gamma$ -частка витраченої ємності).

**Вугільно-цинкові елементи.** Дуже поширені через завдяки непоганим технічним характеристикам і низькій вартості. Елементи і батареї цього типу в різних виконаннях роблять багато фірм.

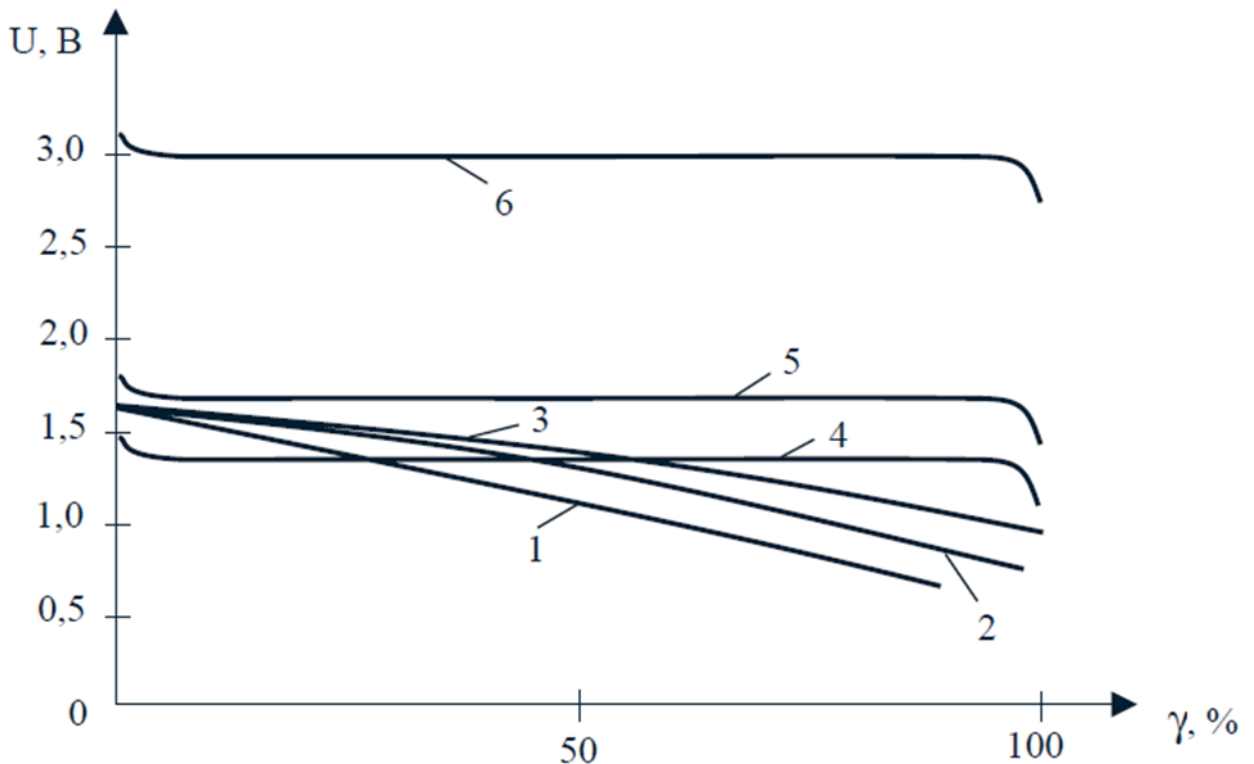


Рис.1.13 Криві розряду гальванічних елементів

1 - вугільно-цинкові Лекланше; 2 - хлористого-цинкові Лекланше;  
3 - лужні; 4 - ртутні; 5 - срібно-цинкові; 6 – літєві

По мірі розряду елементу робоча напруга поступово зменшується. Чим нижча напруга, при якій елемент може працювати, тим більшим буде час його роботи. Тому доцільно створювати елементи з як можна меншим значенням кінцевої напруги, що забезпечить використання максимуму енергії, яку може віддати батарея.

Номинальна ємність батареї не є точно відомою величиною, так як розряд залежить від багатьох чинників: кінцевої напруги, режиму розряду, робочої температури, розрядного струму, умов зберігання батареї.

Коефіцієнт використання активних матеріалів вугільно-цинкової батареї підвищується в міру зменшення щільності струму. Тому потрібно вибирати батарею найбільш можливого розміру. Ще одним чинником, який безпосередньо впливає на ємність, є тривалість періоду розряду і відпочинку. Найбільш ефективним для вугільно-цинкових елементів є режим переривчастого відбору струму. Проте у деяких випадках найбільший ККД у них буде при безперервному розряді дуже малим струмом.

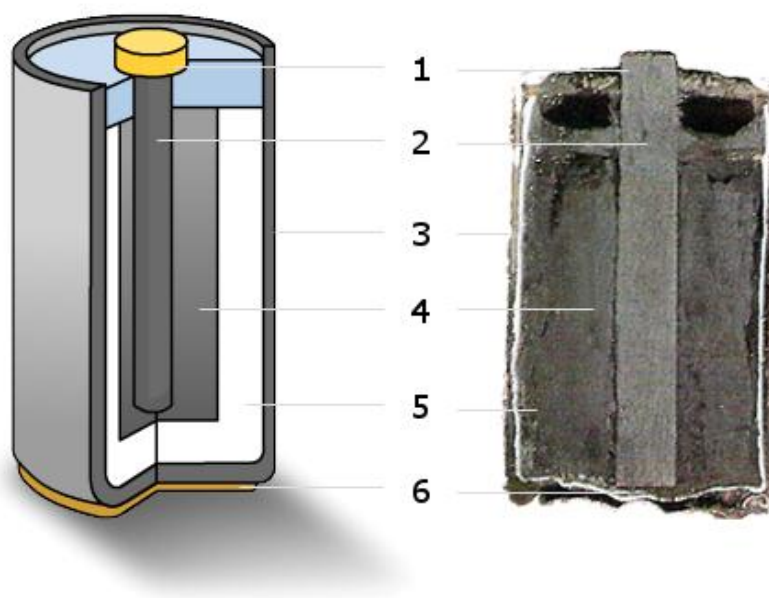


Рис. 1.14 Поперечний перетин вугільно-цинкової батареї

1 – струмопровід зверху обтиснутий металевим ковпачком.(+);

2 – катодний струмознімач являє собою вугільний стрижень, просочений сполуками на основі парафіну для зменшення втрат води з електроліту;

3 – контейнер, виготовлений з цинку, є мінусовим електродом (негативний електрод);

4 – позитивний електрод, який являє собою брикет із спресованої активної маси, зволожений електролітом, у центрі якого розташований струмопровід;

5 – волога паста хлориду амонію (електроліт);

6 – дно батареї закривають білою жерстю (-).

Голубою заливкою на малюнку показано газову комірку, в яку надходять гази, що виділяються при розряді і саморозряді. Зверху над нею розташовують прокладку, яка ізолює активну масу позитивного електроду від цинкового контейнера

**Хлористо-цинковий елемент Лекланше.** Є різновидом вугільно-цинкового елемента. Найбільша відмінність - електроліт. У хлористо-цинковому елементі в якості електроліту використовують розчин хлористого цинку. У вугільно-цинкових елементах електроліт складається з хлористого цинку і розчину хлористого амонію. Відсутність хлористого амонію покращила властивості елемента, але також значно ускладнила конструкцію.

Електроди хлор-цинкових елементів працюють з більшою ефективністю, що дозволяє забезпечувати досить високий коефіцієнт використання активних матеріалів, в порівнянні з електродами вугільно-цинкових елементів. Хлор-цинкові елементи здатні працювати в режимах з відбором більшого струму протягом більшого проміжку часу, також забезпечують високу стабільність напруги. Більш стійкі до температури, в однакових умовах втрачають менше ємності, ніж вугільно-цинкові елементи.

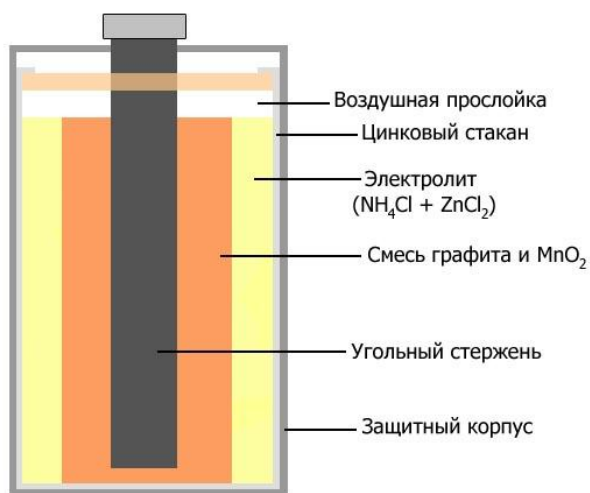


Рис. 1.15 Хлористо-цинковий елемент

**Лужні марганцево-цинкові елементи.** Основна перевага лужних елементів в порівнянні з елементами системи Лекланше проявляється при використанні їх в якості потужних джерел струму.

Лужні елементи дуже добре працюють в режимах з неперервним відбором струму і з відбором великих струмів і мають явну перевагу перед вугільно-цинковими елементами за таким параметром, як відношення питомої ємності до вартості одиничного елемента.

Стабільність напруги лужних елементів та батарей вище, ніж у ХДС системи Лекланше. Вони залишаються працездатними в інтервалі температур від  $-20$  до  $+70$  ° С, а в певних випадках і при більш високих температурах. Лужні ХДС можуть зберігатися протягом 30 місяців без значного зменшення початкової ємності. Як і для ХДС системи Лекланше, так і для лужних ХДС характерно те, що час роботи (в годинах) тим вище, чим нижче кінцева напруга.

Лужні батареї призначені для використання в пристроях, де потрібні джерела живлення великої потужності або джерела, які мають більш тривалий час роботи в порівнянні з вугільно-цинковими батареями. Повний запас енергії лужних батарей приблизно вдвічі перевищує запас енергії вугільно-цинкових батарей тих же розмірів.

Основна перевага лужних батарей полягає саме у високій потужності при розряді в безперервному або важкому режимі, коли ХДС системи Лекланше перестають задовольняти пропонованим до джерела живлення вимогам. Хоча лужні батареї за своїми технічними характеристиками кращі за вугільно-цинкові в будь-яких режимах роботи, в ряді випадків виявляється, що в економічному відношенні вони не будуть переваг в режимах з відбором малого струму, при переривчастому розряді або в комбінованому режимі.

**Ртутно-цинкові елементи і батареї.** Характеризуються стабільністю напруги при розряді і відсутністю необхідності в перервах між розрядами для «відпочинку». Напруга ртутно-цинкового елемента дорівнює  $1,352 \pm 0,002$  В і мало змінюється при зміні температури. Тому ці елементи іноді використовуються в технічних пристроях в якості джерел опорної напруги. Характерними рисами ртутно-цинкових ХДС є:

- тривалий термін служби;
- велике значення питомої ємності;
- плоска крива розряду;
- порівняно висока напруга під навантаженням;



- відносно постійна ємність, умови розряду майже не впливають;
- низький і практично стабільний внутрішній опір;
- стійкі до високих температур;
- висока захищеність від ударів, вібрацій і прискорень;
- стійкість до перепадів тиску.

**Срібно-цинкові елементи.** В порівнянні з ртутно-цинковими елементами видають вищу напругу і зберігають криву розряду пласкою. Здатні працювати при дуже низьких.

Робоча напруга срібного елемента становить 1,5 В. Також, як і ртутно-цинкові елементи срібні ХДС застосовуються в якості джерел опорної напруги. Срібно-цинкові елементи здатні працювати після 1-2 років зберігання. Внутрішній опір елементів срібно-цинкової системи може бути і малим, і великим.

Оскільки срібло досить дорогий метал, то срібно-цинкові батареї використовуються в якості джерел живлення в невеликих електронних приладах.

**Літєві елементи і батареї.** Літєві ХДС забезпечують питому енергію приблизно в три рази вище, ніж у ртутних і срібно-цинкових, і в чотири рази вище ніж у лужних джерел струму. Питома енергія за обсягом у літєвих батареї на 50% вище, ніж у ртутних, і на 100% вище, ніж у лужних. Застосування літєвих ХДС дозволяє зменшити масогабаритні показники РЕА з автономним живленням.

Матеріал	Напруга, В
Літій-тіонілхлорид ( $\text{LiSOCl}_2$ )	3,6
Літій-п`ятиокись ванадію ( $\text{LiV}_2\text{O}_5$ )	3,4
Літій-двуокись сірки ( $\text{LiSO}_2$ )	2,9
Літій-триокись молібдена ( $\text{LiMoO}_3$ )	2,9
Літій-фторид міді ( $\text{CuF}_2$ )	3,4
Літій-хромат срібла ( $\text{LiAg}_2\text{CrO}_4$ )	3,0

Літій-сульфід міді (LiCuS)	2,2
----------------------------	-----

Табл. 1.1 Рівноважні напруги літєвих елементів різних систем

**Нікель-кадмієві елементи.** ХДС у якому катодом є гидрат закису никелю з графітовим поршком, елетролітом служить гідроксид калію з додаванням гідроксиду літію, для збільшення ємності, анод виготовляється з гідрату закису кадмію, або металевий кадмій (у вигляді порошку). В залежності від ряду факторів термін служби варіюється від 100 до 900 циклів розряду-заряду. Принцип дії оснований на оборотному процесі.

Нікелевий електрод являє собою пасту гідроксиду нікелю, змішану з провідником і нанесена на сталеву сітку, а кадмієвий електрод це сталева сітка з впресованим в неї губчастим кадмієм. Простір між електродами заповнений желеподібним матеріалом, який не замерзає при  $-27$  градусах.

Основні характеристики:

- Теоретична енергоємність: 237 Вт·ч/кг;
- Питома енергоємність: 45–65 Вт·ч/кг;
- Питома енергощільність: 50–150 Вт·ч/дм<sup>3</sup>;
- Питома потужність: 150...500 Вт/кг;
- ЕРС = 1,37 В;
- Робоча напруга = 1,35...1,0 В;
- Номінальний струм зарядки = 0,1...1 С;
- Термін служби: 100—900 циклів заряд/розряд;
- Саморозряд: 10% в місяц;
- Робоча температура:  $-50...+40$  °С

Завдяки низькому внутрішньому опору елемент не нагрівається навіть при зарядці великими струмами. Тільки в момент повного заряду починається помітний нагрів, який використовується як сигнал закінчення зарядки. Цикл розряду починається з 1,35 В і закінчується 1 В. Електроди

виготовляються методом штампування з листа металу, або пресування порошку. Пресовані електроди більш технологічні, дешеві у виробництві і мають більш високі показники ємності.

#### 1.1.4.1.2 Акумулятори

Відповідно до прийнятої в технічній літературі термінологією акумулятори та акумуляторні батареї відносяться до вторинних ХДС, призначеним для виробництва електричної енергії. Акумулятори та акумуляторні батареї віддають в зовнішній електричний ланцюг енергію, запасені в процесі заряду. Їх використання для живлення радіоапаратури в ряді випадків більш доцільно, ніж використання гальванічних елементів і батарей.

Акумулятори допускають багаторазовий заряд і розряд. При зарядці акумулятора його позитивний полюс підключається до позитивного полюса зарядного пристрою. Заряд акумулятора здійснюється струмом, що йде у напрямі, зворотному струму розряду. Принцип дії оснований на окислювально-відновлювальних процесах. Атоми або іони однієї з активних речовин віддають свої електрони, а атоми або іони іншої речовини приймають їх. Ці процеси протікають у просторі заповненому електролітом. Умовою переходу електронів від однієї речовини до іншої є наявність їх з'єднання зовнішнім провідником. При цьому виділяється електроенергія і виникає розряд джерела струму. При такому розряді хімічна енергія перетворюється в електричну, а реагуючі речовини в продукти розпаду. Активні речовини, використані в процесі розряду, повністю відновлюються при пропусканні струму від іншого джерела, виконується накопичування енергії. Внутрішній опір акумулятора залежить від опору електроліту і електрода. Авіаційні акумулятори мають малий опір, що дозволяє отримувати великі струми при несуттєвих внутрішніх втратах.

Найбільш широке поширення одержали наступні типи акумуляторів: кислотні, лужні, срібно-цинкові, герметичні нікель-кадмієві та нікель-металгідридні.

#### **1.1.4.2 Термобатареї**

Складовими елементами термобатареї є послідовно з'єднані термопари. Термобатареї використовуються як джерела енергії малої потужності. Термоелектричний генератор являє собою велику кількість термопар, об'єднаних у батареї. Одні кінці кожної термопари нагріваються, а інші зберігають низьку температуру. Таким чином створюється термо-ЕРС. Термопара складається з двох різних металів, або провідника і напівпровідника, або двох різних напівпровідників. Оскільки у металевих термопар велика теплопровідність, то створити велику різницю температур, а отже і велику термо-ЕРС не є можливим. Тому у термогенераторах використовують напівпровідникові термопари, або комбіновані.

Розглянемо термопару, яка складається з двох напівпровідників з  $n$ - і  $p$ -провідностями. При нагріванні в напівпровіднику  $n$ - типу кількість електронів як кількість дірок у напівпровіднику  $p$ -типу зростає. За рахунок дифузії електрони і дірки в напівпровідниках переходять від гарячого шару термопари до холодного. При такому русі дірок гарячий кінець напівпровідника  $p$ -типу набуває негативного заряду, а холодний кінець – позитивного. У напівпровіднику  $n$ -типу після переходу електронів, від гарячого кінця до холодного, заряджають гарячий кінець позитивно, а холодний кінець - негативно.

#### **1.1.4.3 Термоелектронні перетворювачі**

Термоелектронні перетворювачі являють собою вакуумні або газові прилади з твердими нагрівальними катодами. Перетворення теплової енергії в електричну здійснюється за рахунок використання термоелектронної емісії нагрітих тіл. Емітовані катодом електрони рухаються до анода під дією різниці температур. Для забезпечення цієї різниці температур необхідно охолодження анода. Термоелектронні перетворювачі ділять на

низькотемпературні (1200 – 1600°C) і середньотемпературні (1900 - 2000° C). У середньотемпературних перетворювачів ККД досягає 20%, що більш ніж в 2 рази перевищує ККД термобатареї.

#### **1.1.4.4 Фотоелектричні перетворювачі**

Фотоелектричні перетворювачі здійснюють перетворення теплової і світлової енергії сонячних променів в електричну. Сонячні батареї являють з'єднаний певним чином ряд фотоелементів. Фотоелектричні перетворювачі використовуються як джерело електричної енергії для живлення радіотехнічної та телеметричної апаратури на супутниках Землі і на автоматичних міжпланетних станціях. Із переваг можна відміти: сонячні батареї прості, мають дуже великий термін служби і працюють у великому діапазоні зміни температур.

#### **1.1.4.5 Атомні елементи**

В залежності від принципу дії конструкція таких джерел енергії буде відрізнятися. Якщо використовується  $\beta$ -випромінювання, то зовнішнім електродом є металева оболонка, а на внутрішньому електроді нанесено шар ізотопу стронцію 90. В просторі між електродами розміщується твердий діелектрик або вакуум. Заряди на електродах створюються завдяки дії  $\beta$ -променів. Напруга може досягати декількох кіловольт, а внутрішній опір дуже великий (близько  $10^{13}$  Ом). Розрядний струм не перевищує одного міліампера. Перевагою таких елементів є великий термін служби.

Якщо принцип дії заснований на контактній різниці потенціалів, то використовуються електроди у вигляді різнорідних металевих пластинок. Одна з них вкрита двоокисом свинцю, інша виготовляється з алюмінію. У просторі між електродами знаходиться суміш інертного газу і радіоактивного тритію. Під дією випромінювання відбувається утворення іонних пар. Напруга між електродами визначається контактною різницею потенціалів. Під дією цієї напруги позитивно і негативно заряджені іони переміщуються до електродів.

В елементах з опромінюваними напівпровідниками радіоактивна речовина наноситься на поверхню напівпровідника (кремнію). Електрони на великій швидкості вибивають з напівпровідника велику кількість електронів. В результаті односторонньої провідності між напівпровідником і колектором, привареним до нього, виникає ЕРС величиною декількох десятих часток вольт. Внутрішній опір таких елементів 100 - 1000 Ом, ККД може досягати декількох відсотків. Недоліком є малий термін служби внаслідок руйнування напівпровідника під дією радіації.

## 2.1 Схема збереження енергії Тесли

Загально відомо, що при підключенні до батареї лампочки (або будь-якого навантаження), струм потече через неї, завдяки чому лампочка буде світитися. Через деякий час батарея втратить свій заряд і лампочка припинить світитися. Опираючись на вище сказане можна дійти висновку, що робота, яка виконується в лампочці, витрачає енергію батареї. В той же час існує діаграма (рис. 2.1).

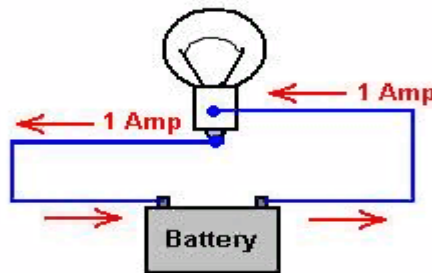


Рис. 2.1 Схема руху енергії

З цієї діаграми видно, що в лампочку входить струм силою один ампер і на виході лампочки сила струму дорівнює одному амперу. Таким чином підтверджується закон збереження енергії: «Енергія не зникає безслідно, вона перетворюється з одного виду в інший». Батарея не може вічно підтримувати горіння лампочки через особливості роботи. Вони побудовані таким чином, що при протіканні струму в одному напрямку батарея буде розряджатися, в протилежному - заряджатися.



Рис. 2.2 Схема зарядки/розрядки батареї

<b>КАФЕДРА АВІОНІКИ</b>				<b>НАУ 18 01 65 000 ПЗ</b>			
Виконав.	Махиборода В.В.			<b>ЗБІЛЬШЕННЯ ЧАСУ РОБОТИ АВАРІЙНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ НА БОРТУ ЛІТАКА В ОСОБЛИВИХ СИТУАЦІЯХ ПОЛЬТУ</b>	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник	Романенко В.Г.						
Консульт.	Романенко В.Г.				<b>173 «Авіоніка»</b>		
Н. Контр.	Левківський В.В.						
Зав. каф.	Павлова С.В.						

Отже розрядження батареї не має нічого спільного з протіканням струму через лампочку, вона так само буде втрачати заряд навіть якщо виключити лампочку з ланцюга. Корисна робота по створенню світла не витрачає ні струму, ні тим паче енергії. Струм, який виходить з лампочки можна пустити на зарядження іншої батареї.

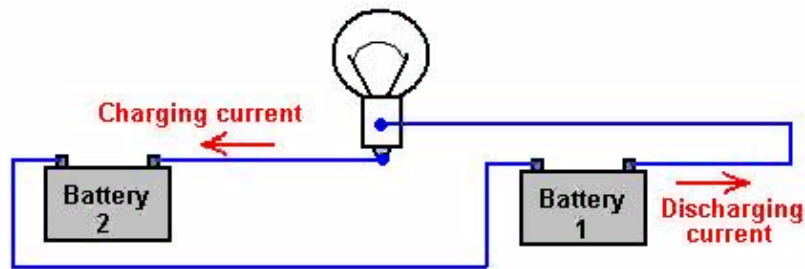


Рис. 2.3

Перша батарея є джерелом живлення для усього ланцюга. Вона втрачає свій заряд, але друга батарея підключена таким чином, що отримує заряд. Коли перша розрядиться їх потрібно поміняти місцями.

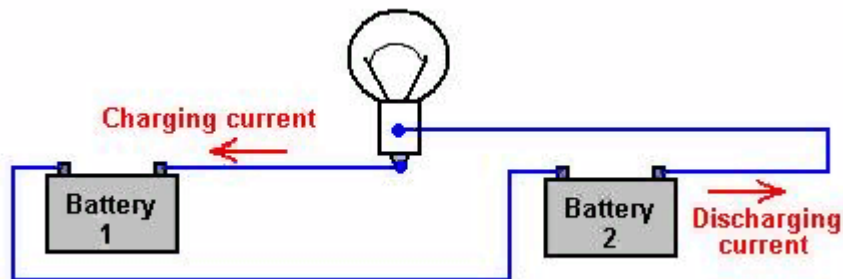


Рис. 2.4

Тепер заряджена друга батарея живить ланцюг, а перша заряджається. Нікола Тесла у своїх експериментах працював із цим явищем. Він зібрав систему з чотирьох ідентичних батарей.



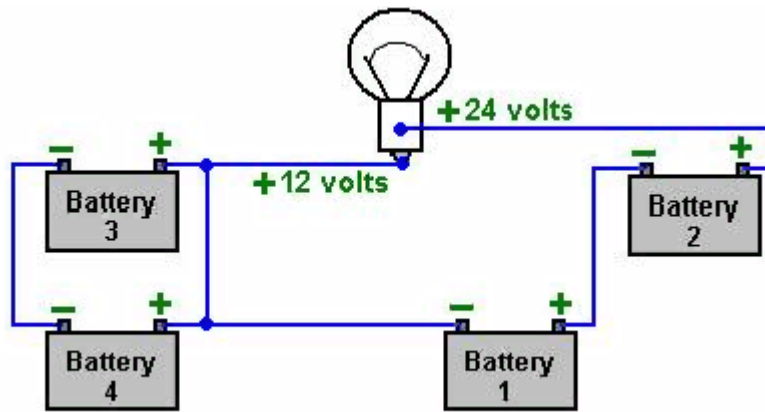


Рис.2.5

Батареї на виході давали напругу 12 В. Перша і друга батареї включені послідовно, тому на вході лампочки напруга 24 В, третя і четверта батареї підключені паралельно, тому напруга 12 В. У своїх експериментах Тесла змінював місцями батареї 1-2 і 3-4, у той же час змінюючи спосіб підключення (паралельно/послідовно) декілька сотень разів в секунду.

Процес зарядки в такому комутуючому ланцюзі виконується завдяки електронам, які рухаються по провідникам в батарею. Струм, який видає батарея, забезпечують іони в свинцевих пластинах. Іони мають в сотні разів більшу масу ніж електрони. Як тільки іони починають рухатися ця різниця в масі стає несуттєвою, але в початковий момент, поки іони не прийшли в рух, електрони накопичуються на вході батареї. Це накопичення електронів створює збільшення напруги на вході, яке набагато більше номінального і таким чином починається зарядка з високовольтового імпульсу направленою в батарею.

За звичайних умов таке явище неможливе оскільки включення відбувається один раз за весь час зарядки. В схемі Тесли використовується різниця в інерції електронів і іонів свинцю. Працює ця схема завдяки постійному використанню коротких імпульсів. Якщо імпульси достатньо короткі, то напруга і струм, які течуть значно перевищують номінальні. Процес заряду виглядає наступним чином:

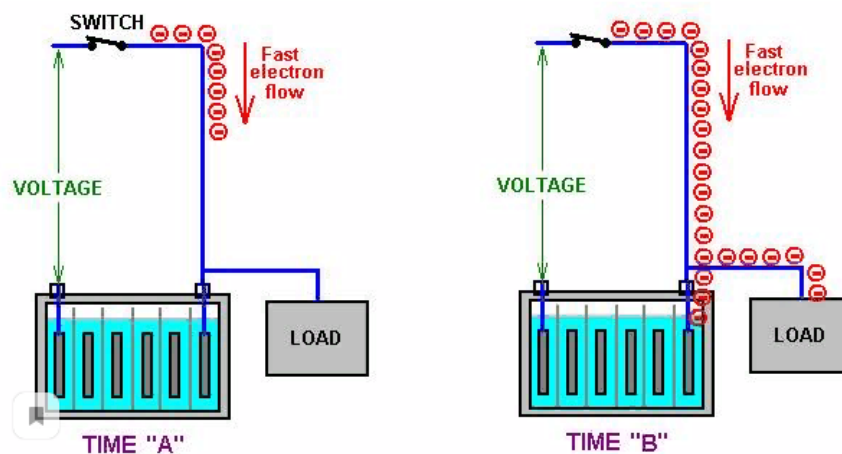


Рис. 2.5

В момент «А» вимикач замкнутий і з'єднує джерело напруги (батарею, заряджений конденсатор) з кислотно-свинцевим акумулятором. Електрони починають рухатись по провіднику. Не зустрічаючи значного опору, вони рухаються досить швидко до моменту «В», коли електрони досягають свинцевих пластин. Тут вони зустрічаються з іонами свинцю, які забезпечують рух струму по пластинам батареї. Через більшу масу іонами потрібна доля секунди щоб почати рух. Саме цей момент є дуже важливим, адже саме він відкриває доступ до «вільної енергії». В цей момент електрони починають накопичуватися на вході батареї, так як продовжують з великою швидкістю прибувати по провіднику. В момент «С» їх збирається значна кількість.

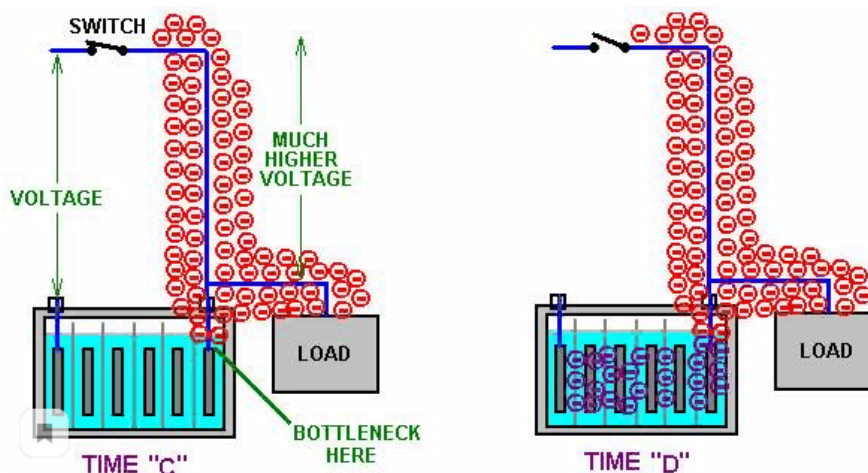


Рис. 2.6

Скупчення великої кількості електронів аналогічно підключенню джерела значно більшої напруги, здатного віддавати значно більший струм. Ця ситуація має три важливих наслідки:

- в момент «D» в батарею заходить значно більший струм, ніж очікувалося від джерела;
- цей ефект «змушує» енергію із навколишнього середовища проникати в контур, тим самим змінюючи стан енергетичного поля нульової точки;
- збиткова енергія заряджає батарею значно сильніше ніж очікувалося, в той же час частина цієї енергії потрапляє в навантаження, виконуючи корисну роботу.

Замість того, щоб розряджатися, віддаючи енергію на навантаження, батарея живить навантаження і в той же час заряджається. В теорії ця схема дозволяє виконувати роботу навіть з розрядженими батареями. Як уже зазначалося це відбувається за рахунок пластин виготовлених із свинцю, які створюють «електронну пробку», змушуючи навколишній простір заряджати батарею і живити навантаження. Чим більше розряджена батарея, тим швидше вона зарядиться.

Для забезпечення необхідного скупчення електронів замкнення вимикача має бути дуже швидким. Для цих цілей підходить тиристор, адже він перемикається швидко і чітко. Ще більшого ефекту можна досягти, якщо наступний імпульс досягає батарею до того як розсіється попередній. Але це може викликати «лавинний ефект», що призведе до виходу зі строю елементів схеми, тому доцільно при розрахунках вибрати елементи, які б мали достатній запас міцності.

Головне для продуктивної роботи схеми – швидкі перемикачі, та елементи розраховані на великі навантаження.

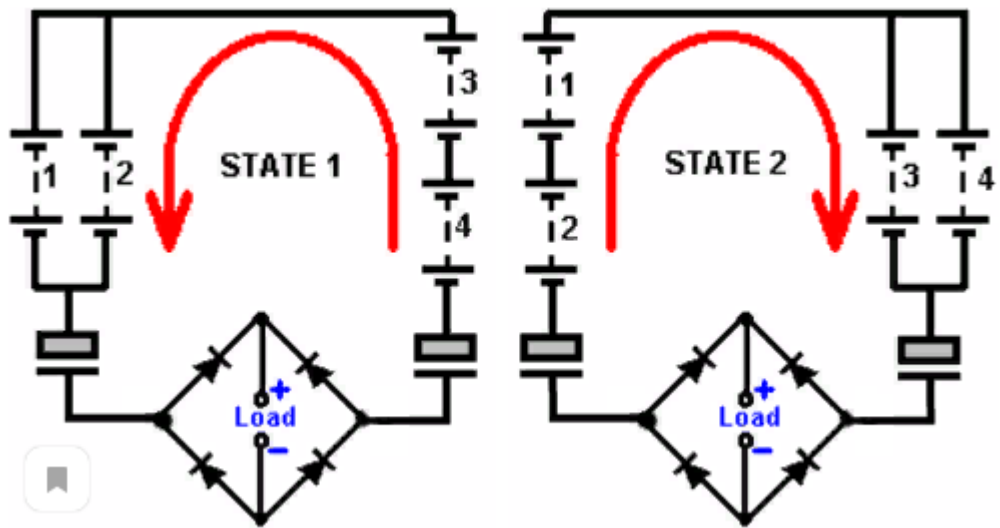


Рис. 2.7 Схема Тесли з чотирма батареями

Видно, що в першій фазі 3-4 батарея є джерелом, а в другій фазі 1-2.

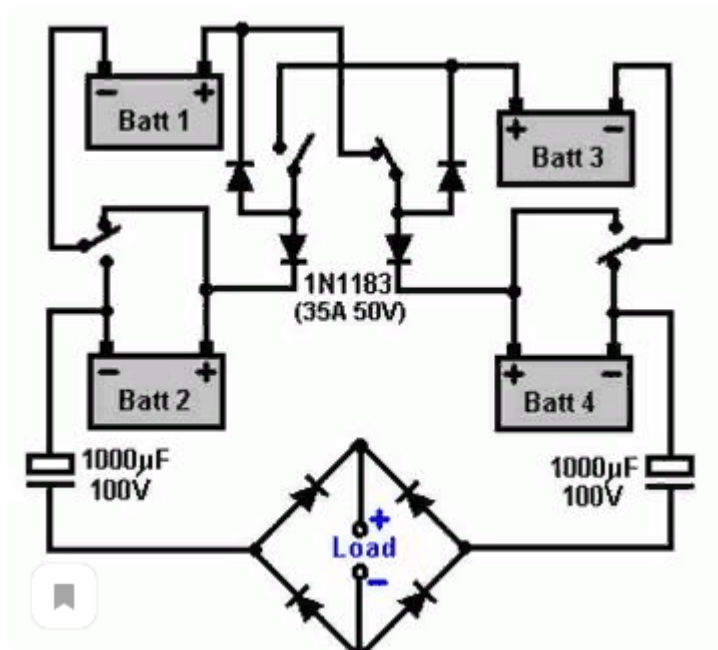


Рис. 2.8 Принципова схема

У своїй схемі Тесла використовував чотири діоди для спрощення перемикачів і зменшення кількості перемикачів.

Розглянемо роботу схеми.

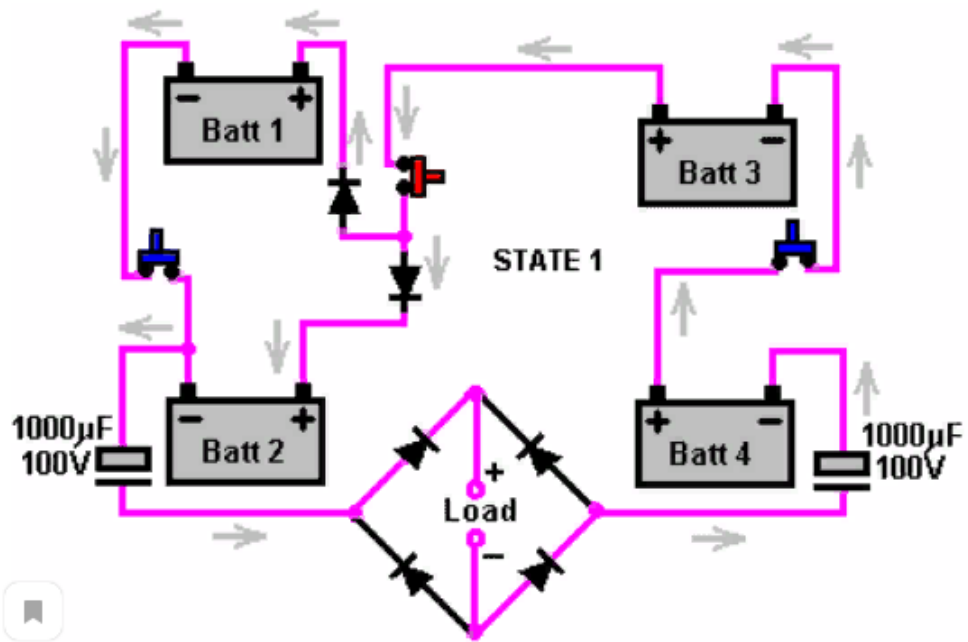


Рис. 2.9 Перша фаза

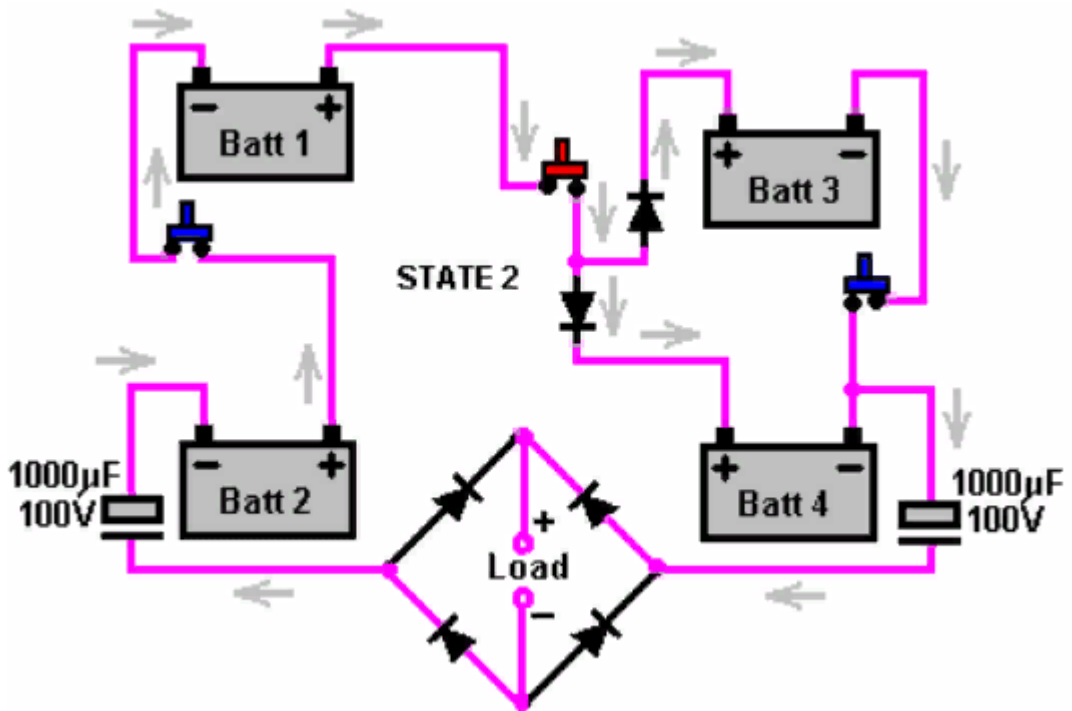


Рис. 2.10 Друга фаза

Перша фаза (рис. 2.9) 1-2 батареї з'єднані паралельно, 3-4 послідовно. В другій (рис 2.10) фазі навпаки. Контактори, помічені синім і червоним

кольором, забезпечують зміну способу підключення акумуляторів. Діоди направляють струм у потрібному напрямку.

Механічні перемикачі можна замінити на електричні ключі (рис. 2.11).

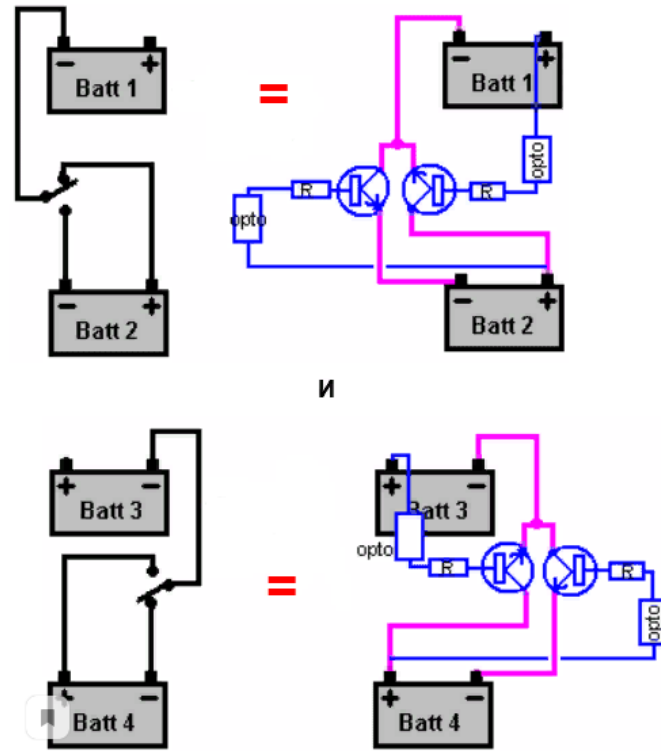


Рис. 2.11 Схема заміни механічних контакторів

Якщо з'єднати із початковою схемою отримаємо:

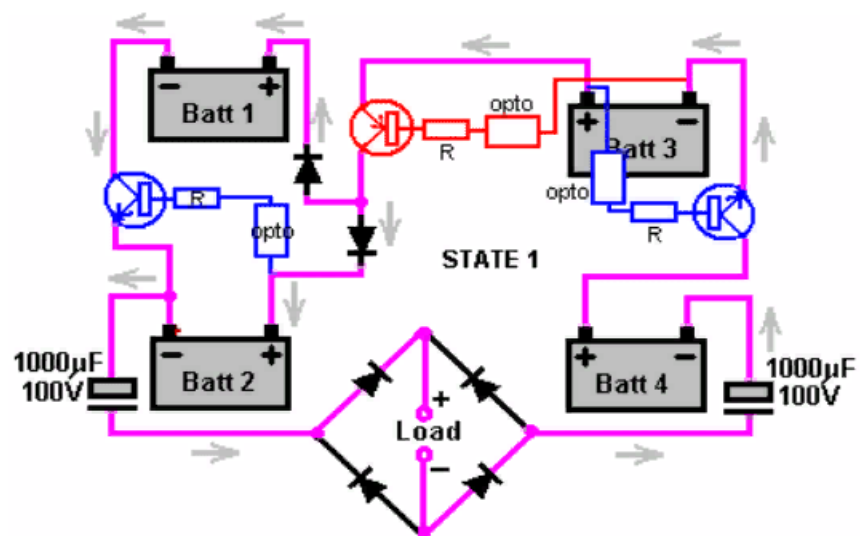


Рис. 2.12 Перша фаза з електричними ключами

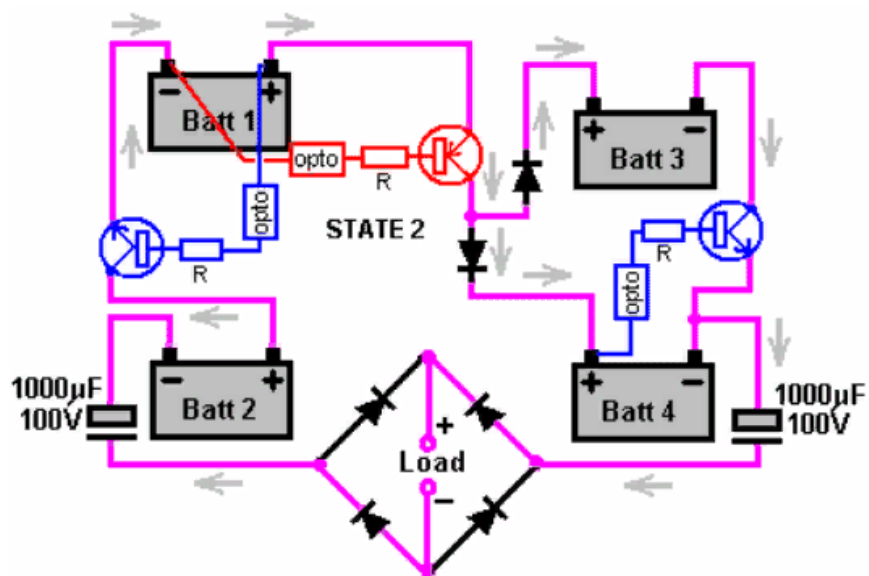


Рис. 2.13 Друга фаза з електричними ключами

Схема представлена вище також вимагає схеми контролю заряду акумуляторів, для їх безперерійної роботи. Схем контролю можна побудувати дві:

- **Захист за допомогою реле**

Відключення базується на пробі стабілітрона. При досягненні напруги пробою, тиристор відкривається і спрацьовує реле, яке вимикає ланцюг зарядки. Коли напруга падає до рівня, при якому реле не може втримати контакти замкнутими, знову підключається ланцюг зарядки акумулятора.

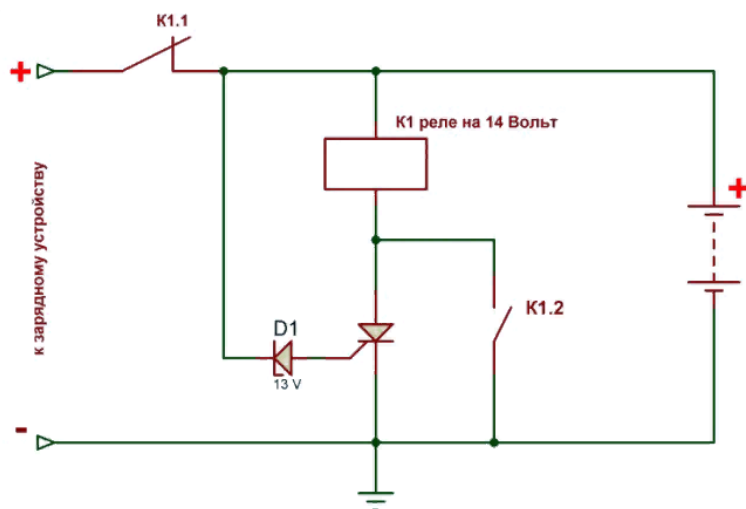


Рис. 2.14 Захист за допомогою реле

## - Захист від перезаряду за допомогою супервізора

Ця схема захищає батарею від перезаряду. Поки рівень напруги нижче визначеного, напруга на виході з мікросхеми супервізора дорівнює нулю і зовнішній транзистор закритий. Струм від джерела через зовнішній діод заряджає батарею. Коли напруга батарею перевищує заданий рівень, сигнал на виході супервізора збільшується і зовнішній транзистор відкривається, замикаючи на себе струм від джерела енергії.

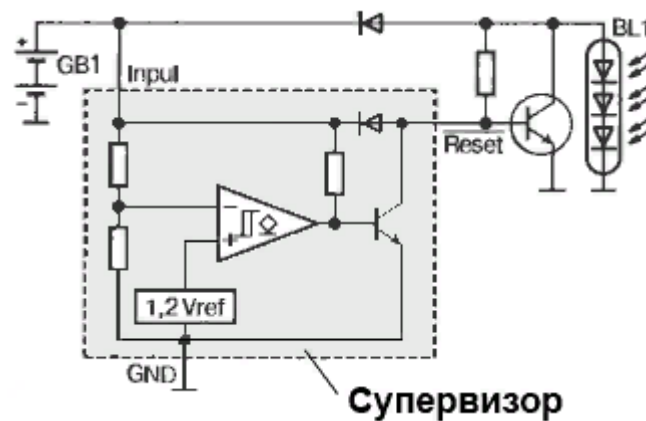


Рис. 2.15 Захист за допомогою супервізора



## 2.2 Схема збереження енергії Бедінні

Ще одним способом використання вільної енергії є «Генератор вільної енергії». Перша схема машини була представлена 1984 році, в її склад входили: електродвигун, маховик, обертовий перемикач, акумулятор і спеціально спроектований електрогенератор, які отримав назву «енерджайзер».

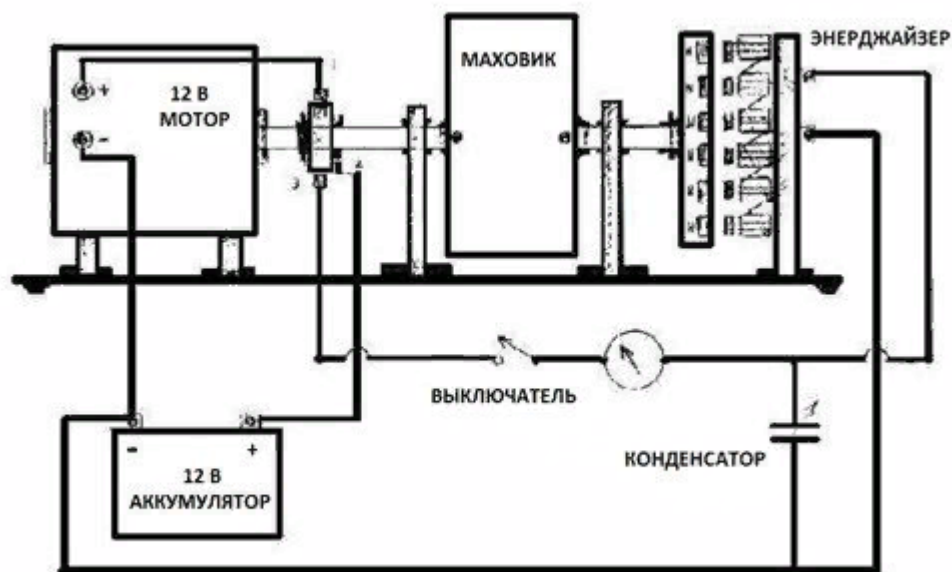


Рис. 2.16 Перша модель «Генератора вільної енергії»

«Енерджайзер» це свого роду генератор, який не втрачає обертів під навантаженням. Обертовий перемикач дозволяє акумулятору заряджатися лише в короткій проміжок часу і віддавати енергію весь інший час. На початкових етапах розробки «енерджайзер» представляв собою колесо з визначеною кількістю постійних магнітів, які крутились перед декількома котушками з провідниками. Коли магніти проходять повз котушку, електричні імпульси, які створюються в котушках, заряджають акумулятор. Впродовж тестів Бедіні допустив, що можна змусити обертатися колесо, якщо електричні імпульси направити назад в котушки в потрібний момент.

Оновлена система складалася з енерджайзера, акумулятора і спеціальної схеми перемикування. Це дозволило позбутись непотрібних

елементів, в тому числі електромотора, обертового перемикача і маховика. Новий енерджайзер складався з колеса на якому закріплені декілька постійних магнітів і з однієї, або двох котушок, закріплених поблизу нього. Перевірялась ця схема з невеликою батарейкою на 9В. На колесі було встановлено 4 магніти, також була додаткова катушка, для світлодіода.

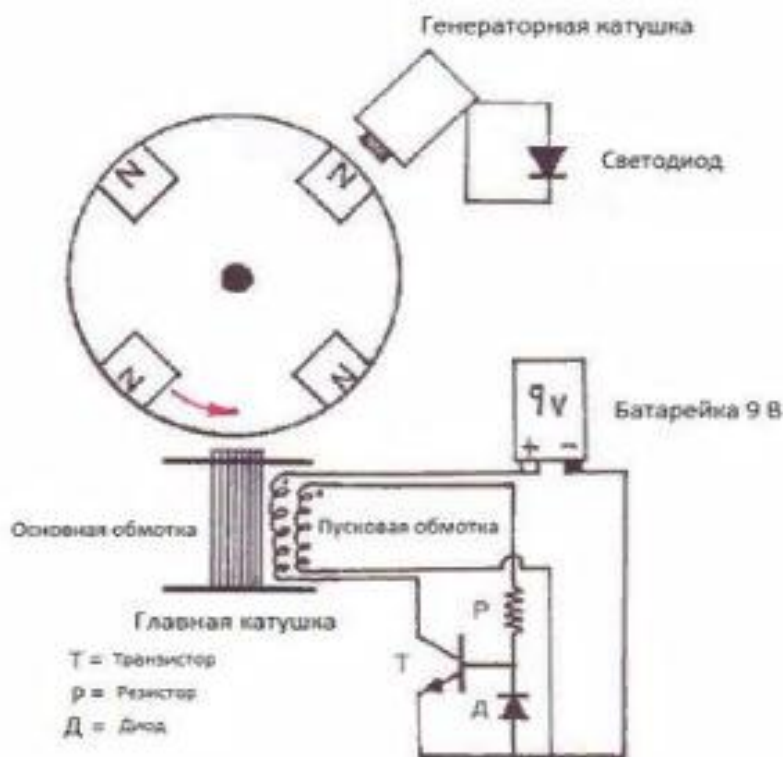


Рис. 2.17 Оновлена схема генератора Бедінні

Головна катушка вміщає декілька залізних стержнів в центрі, які потрібні для запуску процесу. Як тільки один з магнітів наближається до головної катушки він притягується і рухається в напрямку червоної стрілки (рис. 2.18).

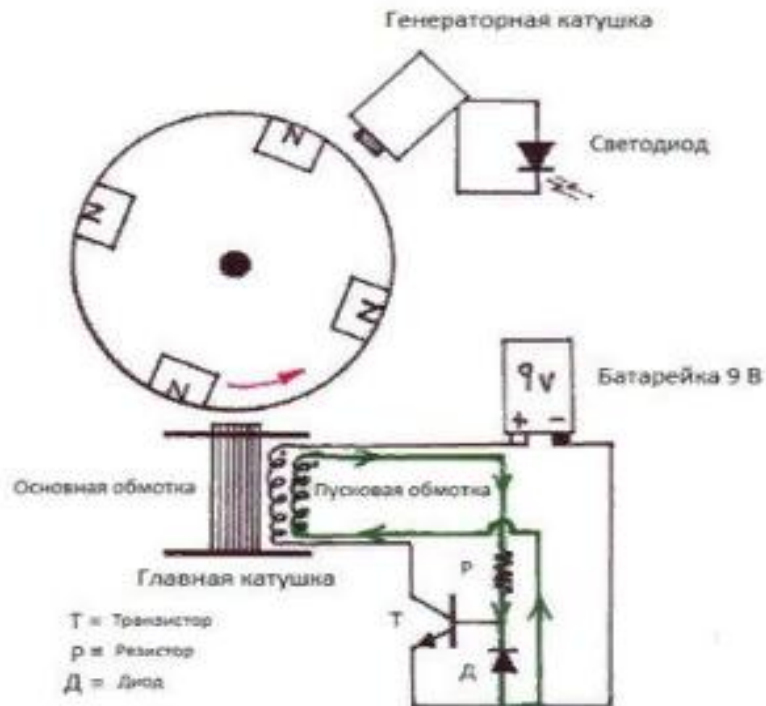


Рис. 2.18

Коли відстань між магнітом і котушкою мінімізується, залізні стержні в її серцевині намагнічуються. Це викликає появу невеликого струму у витках пускової обмотки, якій тече в ланцюзі, поміченому зеленими стрілками (рис.2.18). Цей струм не може відкрити транзистор, тому основна обмотка і транзистор залишаються у спокої і енергія з батареї (акумулятора) не витрачається. Проте механічна енергія виникає в невеликій кількості і запасається у колесі.

В момент коли магніт знаходиться навпроти залізного сердечника, одночасно відбувається декілька явищ. Залізо максимально намагнічується. Коли магніт наближається до сердечника, останній намагнічувався поступово.

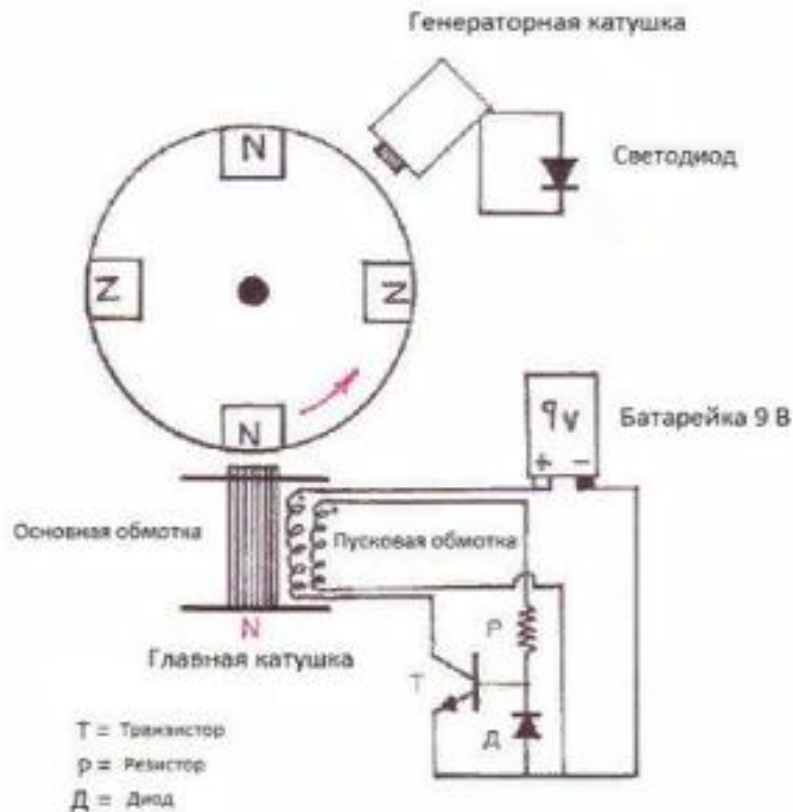


Рис. 2.19

В момент коли магніт знаходиться навпроти залізного сердечника (рис. 2.19), одночасно відбувається декілька явищ. Залізо максимально намагнічується. Коли магніт наближався до сердечника, останній намагнічувався поступово. Ця зміна магнітного потоку і викликала струм у ланцюзі пускової обмотки. Коли зміна магнітного поля припинилась, зник струм в пусковій обмотці. Коли магніт на колесі намагнітив залізний сердечник, він притягнувся до нього, оскільки сердечник тепер має південний полюс, направлений до колеса, а північний полюс напрямлений вниз.

Оскільки колесо мало обертовий момент, то магніт проскакує точку притягання сердечника. Як тільки ця точка пройдена магнетизм сердечника починає зменшуватись і знову наводиться струм в пусковій обмотці, але тече він тепер в протилежному напрямку (позначено червоними стрілками).

Транзистор відкривається і струм від батарейки (акумулятора) тече через основну обмотку (зелені стрілки (рис. 2.20)).

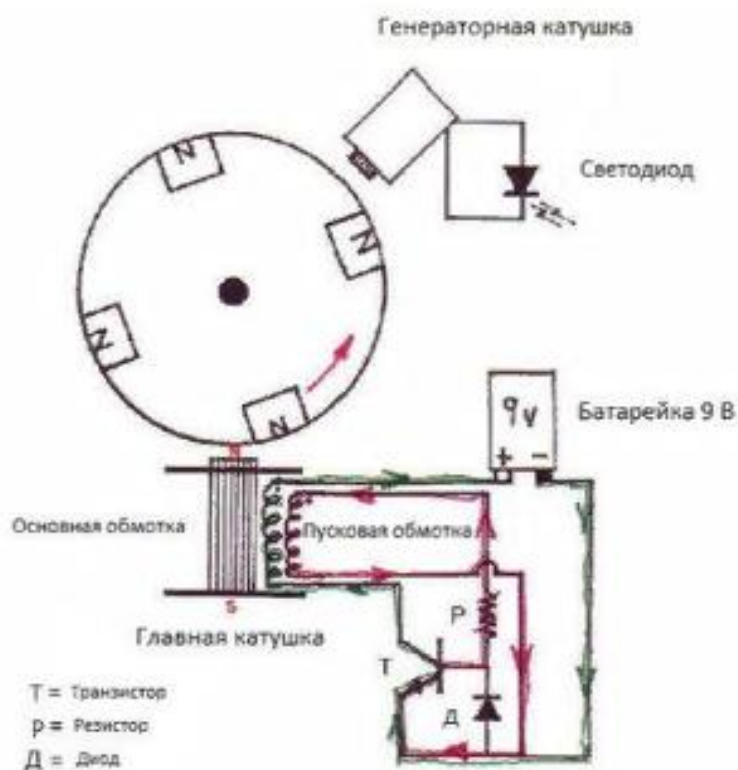


Рис. 2.20

Струм від акумулятора змушує сердечник переманічуватися у зворотній полярності. Таким чином до колеса направлений північний полюс і він відштовхує магніт, що призводить до збільшення обертового моменту. Цей ефект продовжується допоки сердечник не намагніться на стільки, як йому дозволяє напруга батарейки акумулятора. Зміна магнітного поля припиняється і струм в пусковій обмотці зникає. Транзистор миттєво закривається і магнітне поле в головній котушці починає зменшуватись. В цей момент знову з'являється струм в пусковій обмотці.

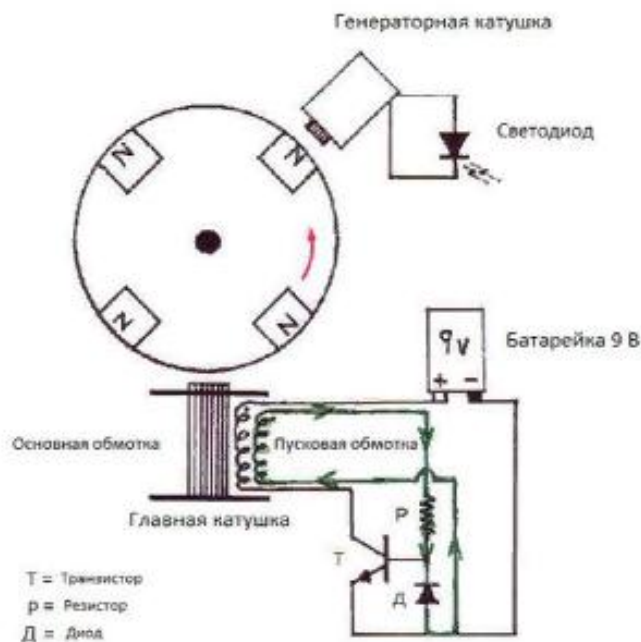


Рис. 2.21

Тим часом інший магніт наближається до додаткової котушки, в ній наводиться струм, який змушує світлодіод на мить спалахнути. Коли ротор розкручується, діод відповідно починає спалахувати частіше і здається, що він горить постійно.

Найважливішим є процес, який відбувається після закриття транзистора. До того як струм почне протікати по пусковій обмотці, розсіюючи енергію затухаючого магнітного поля, високовольтний імпульс, що складається з поздовжньої хвилі чистої напруги, протікає від основної обмотки по провіднику назад, до плюсової клеми акумулятора. Це явище триває всього декілька мікросекунд, але сильно впливає на акумулятор. На мить потік важких іонів в акумуляторі починає рухатись назад, що знижує коефіцієнт розряду акумулятора. Для того, щоб використовувати таку схеми на автомобілях, або літаках потрібно серйозно її вдосконалити.

Для оптимізації роботи даної системи по-перше необхідно замінити 9В батарейку на акумулятор 12В, або 27В.

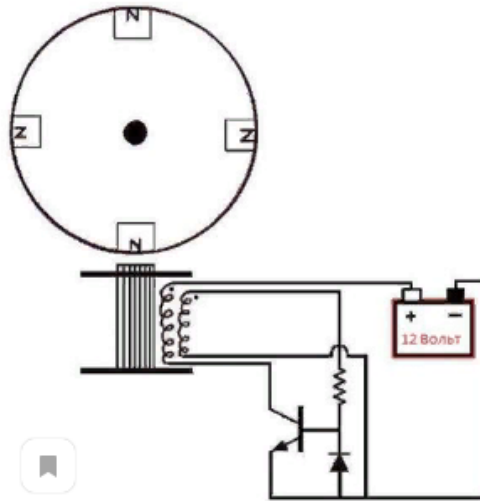


Рис. 2.22 Схема Бедінні з батареєю 27 В

Наступним кроком потрібно захистити транзистор на випадок якщо стрибок напруги піде в акумулятор. таким елементом може бути неонові лампочка, яка замкне ланцюг, якщо напруга перевищить допустиме значення. Підключити її слід на виводи транзистора. Коли транзистор закриється, стрибок напруги піде через лампочку і як тільки лампочка загориться, струм потече в акумулятор.

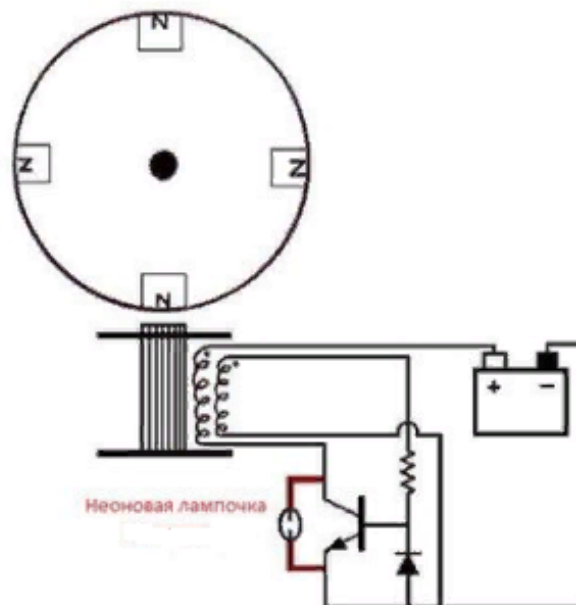


Рис. 2.23 Схема з неонові лампочкою

Наступним кроком потрібно додати ще один акумулятор, для того щоб отримати максимальний ефект від системи. Акумулятори не розраховані на

швидкий заряд і розряд, ще й в умовах тривалого часу. Тому вірним рішенням буде, щоб система живилася від одного акумулятора, а інший заряджався, за рахунок стрибків напруги. Також потрібно додати високовольтний діод, який буде направляти напругу на зарядку. Перший діод в системі потрібен для пропускання струму в ланцюзі пускової обмотки, повз транзистор, коли струм тече в зворотному напрямку. Додатковий діод буде блокувати струм від батареї, яка заряджається, щоб вона не розряджалась через основну обмотку. Також він має направляти скачки напруги від основної обмотки в батарею в момент, коли робоча батарея відключається від основної обмотки транзистором.

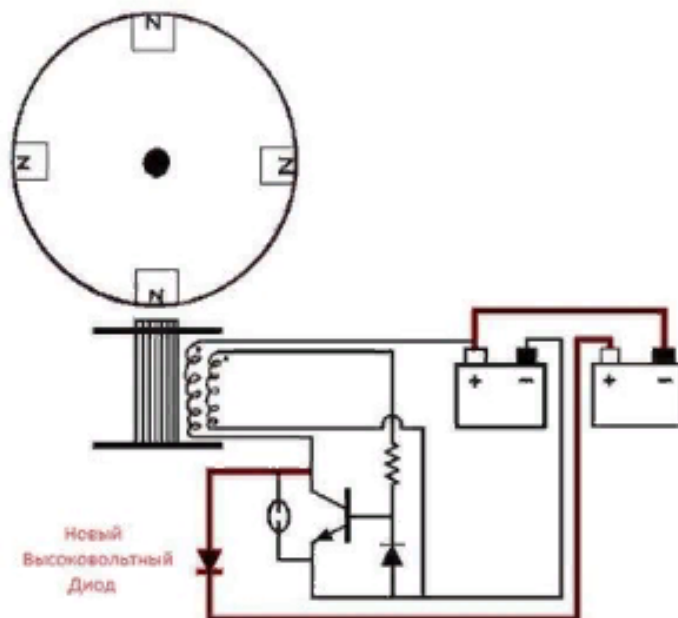


Рис. 2.24 Схема з двома акумуляторами

Оскільки струм характеризується не лише кількісно, але й якісно, то в схему також необхідно додати конденсатор і вимикач. Це дозволить заряджати батарею струмом, якій відповідає стандартним методам зарядки. Імпульси будуть збиратися в конденсаторі. Вимикач з певним періодом буде замикатися і струм накоплений конденсатором буде поступати в батарею. Останнім, що потрібно буде зробити, це додати механізм перемикачів батарей. Тим самим ми в разі збільшимо і так великий строк роботи всієї системи.



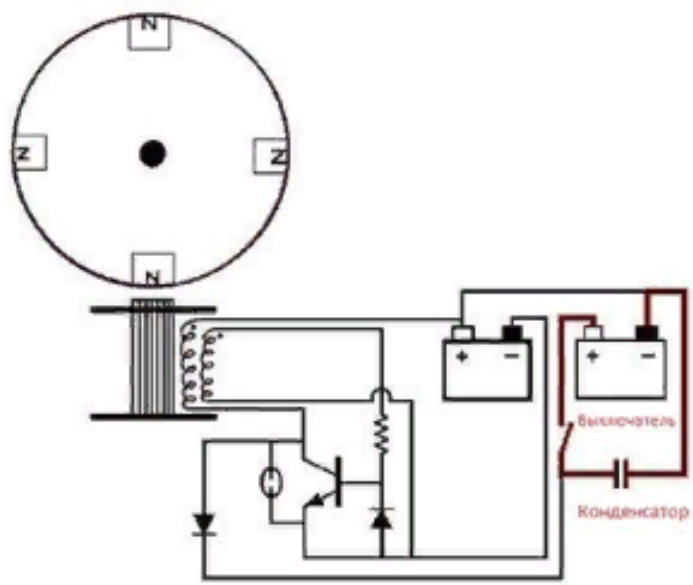


Рис. 2.25 Схема з конденсатором

### 3.1 Опис акумуляторних батарей АН-148

Акумуляторна батарея 20FP25Н1СТ-Р складається з 20 послідовно з'єднаних акумуляторів (елементів) FP25Н1С. Ці елементи в два ряди розміщені в контейнері, виготовленому з нержавіючої сталі. Всередині контейнера розташовані стійкі до теплового впливу пластмасові пластини, ізолюючі корпус елементів від контейнера. На кришці розміщені гумові ребра. На бічних стінках корпусу є оглядові вікна, через які видно елементи. Електричний роз'єм, розташований на передній стінці контейнера, служить для з'єднання батареї з електричною мережею літака; електричний роз'єм, розташований на задній стінці, служить для з'єднання термодатчика з електросхемою сигналізації про перегрів батареї.

Кожен акумулятор FP25Н1С складається з позитивних і негативних пластин, сепаратора, електроліту, судини і клапана. Пластини виготовлені із спресованого металевих порошку пористістю 80%. При виготовленні акумуляторів активний матеріал вноситься в цей високопористий носій (пластину) шляхом занурення пластин в розчин нікелю (позитивний електрод) і в розчин кадмію (негативний електрод). Блок пластин, розділених сепараторами, поміщений в корпус, виготовлений з термостійкого пластику. У корпус залитий електроліт - розчин їдкого калію, який в реакціях не бере, а тільки служить провідником струму між позитивними і негативними пластинами. Тому щільність електроліту критерієм ступеня заряду акумулятора не є. Верхня кришка (жовтого кольору) корпусу має три отвори: два - для силових виходів і одне - для клапана. Силові виходи герметичні.

Клапан забезпечує видалення газів, що утворюються в процесі роботи, при тиску  $(0,35 \pm 0,2)$  кгс / см<sup>2</sup>, а також запобігає витоку електроліту при еволюціях літака.

<b>КАФЕДРА АВІОНІКИ</b>				<b>НАУ 18 01 65 000 ПЗ</b>			
Виконав.	Махиборода В.В.			<b>ЗБІЛЬШЕННЯ ЧАСУ РОБОТИ АВАРІЙНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ НА БОРТУ ЛІТАКА В ОСОБЛИВИХ СИТУАЦІЯХ ПОЛЬТУ</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Романенко В.Г.						
Консульт.	Романенко В.Г.						
Н. Контр.	Левківський В.В.						
Зав. каф.	Павлова С.В.						
					<b>173 «Авіоніка»</b>		

Після вивертання клапана отвір використовується для корекції рівня електроліту шляхом доливання дистильованої води. Як міжелементні з'єднання використовуються мідні перемички з нікелевим покриттям.

На міжелементних з'єднаннях 10 і 11 акумуляторів (у задньої стінки контейнера) встановлено біметалічний термодатчик. Якщо в процесі роботи температура міжелементних з'єднання досягне  $(70 \pm 2,8)^\circ \text{C}$  контакти термодатчика замкнуться і включать сигналізацію про перегрів акумуляторної батареї.

Батарею в цьому випадку слід відключити від бортової мережі. Сигналізація зникне при зменшенні температури нижче  $(70 \pm 2,8)^\circ \text{C}$ .

Батареї розташовані в літакових контейнерах: батарея № 1 - в контейнері, розташованому в носовій частині фюзеляжу, між шпангоутами № 3-4, батареї № 2 і 3 - в хвостовій частині фюзеляжу між шпангоутами № 43 і 44.

Парк літаків контейнер акумуляторних батарей № 2 і 3 (рис. 11) являє собою коробку 2 прямокутної форми, яка закривається кришкою (на рис. Не показана). У закритому положенні кришка фіксується двома гачками, розташованими у верхній частині кришки, і двома затворами, розташованими в нижній її частині.

Внутрішні поверхні контейнера і кришки обклеєні теплоізоляційним матеріалом - листовим пінопластом, поверх якого нанесено вогнезахисне покриття. Покриття стійке до дії луку.

Установка батареї в контейнер проводиться переміщенням її по напрямних 16. Два упору, розташовані внизу задньої стінки батареї і два пружинних затвора 12, висувні штирі яких входять в гнізда вушок 15 (для батареї № 3) забезпечують кріплення кожної батареї в контейнері.

У закріпленому положенні гнізда електричного роз'єму батареї стикуються з контактними штирями 3, встановленими на електроізоляційної

колодці 4 (для батареї № 3), закріпленої на задній стінці контейнера. Через штирі, силові шини і шпильки гермовводи 6 (для батареї № 2) акумуляторна батарея з'єднується з бортовою мережею (шпильки гермовводів батареї № 3 розташовані на протилежній стінці контейнера).

Відведення за борт газів, що виділяються при роботі акумуляторних батарей, проводиться через шланг 5.

Літаковий контейнер встановлений на етажерці 1. Доступ до батарей здійснюється через люк в нижній частині фюзеляжу (між шпангоутами № 43 і 44).

Літаковий контейнер акумуляторної батареї № 1 аналогічної конструкції. Кришка - незнімна, у відкритому положенні утримується фіксатором 2, в закритому - двома затворами 6, розташованими в нижній частині кришки. Контактні штирі 7 і шпильки гермовводи, що з'єднують батарею з бортовою мережею, розташовані на задній стінці контейнера.

Для зручності монтажу-демонтажу батареї встановлена відкидна площадка 1, похідне і робоче положення якої показано на рис. 3.2, види "а" і "б" відповідно. У похідному положенні майданчик утримується фіксатором 4, в робоче положення переводиться відхиленням на 90 °.

Доступ до батареї здійснюється через люк 9, кришка якого відкривається вниз.

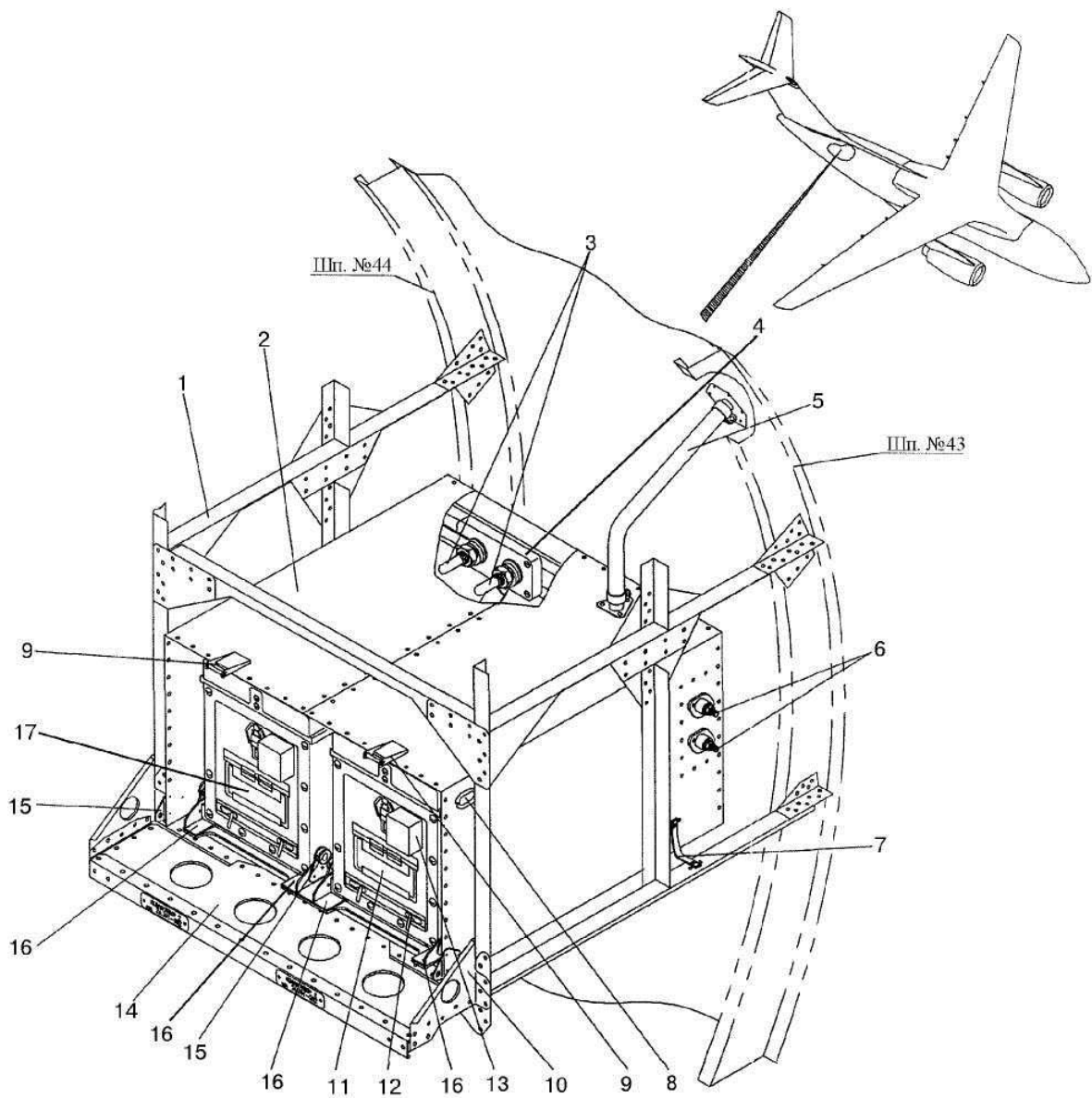


Рис. 3.1 Розміщення акумуляторних батарей № 2 и 3

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1 – етажерка                       | 10 – уголок   |
| 2 – контейнер                      | 11 – акумуляторна батарея АКК2                        |
| 3 – контактні штирі АКК3           | 12 – пружинні затвори кріплення акумуляторної батареї |
| 4 – електроізоляційна колодка АКК3 | 13 – електричний з'єднувач термодатчика               |
| 5 – газовідвідний шланг            | 14 – підставка  |
| 6 – шпильки гермовходів АКК2       | 15 – проушина   |
| 7 – металізація контейнера         | 16 – направляюча                                      |
| 8 – вікно для виводу жгута         | 17 – акумуляторна батарея АКК3                        |
| 9 – вузли навішування кришки       |   |

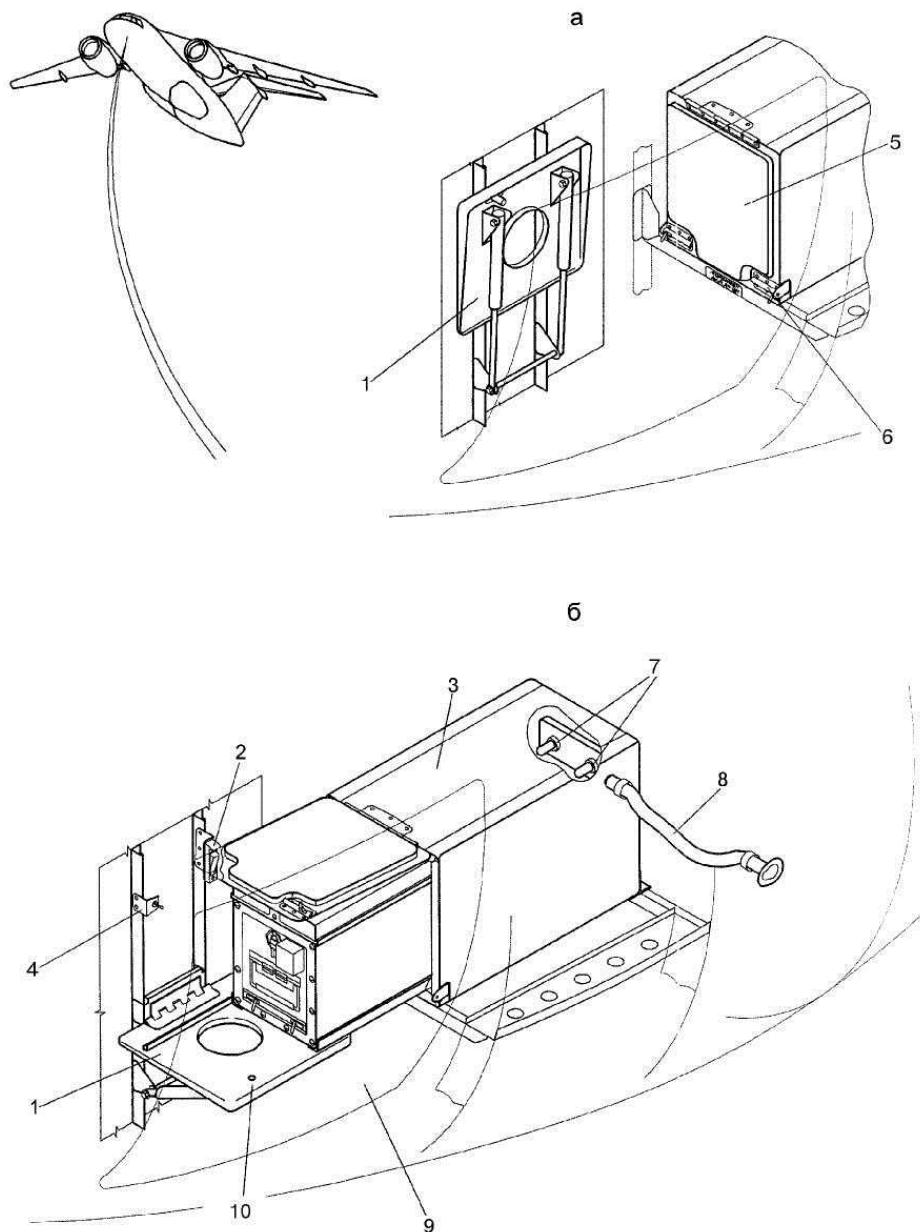


Рис. 3.2 Розміщення акумуляторної батареї № 1

**а** – відкидна площадка в польоті;

**б** – відкидна площадка в робочому положенні.

- |                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1 – відкидна площадка;           | 6 – пружинний затвор кришки; |
| 2 – фіксатор кришки контейнера;  | 7 – контактні штирі;         |
| 3 – контейнер;                   | 8 – газовідвідний шланг;     |
| 4 – фіксатор відкидної площадки; | 9 – люк;                     |
| 5 – кришка контейнера;           | 10 – отвір для фіксатора.    |

### 3.2 Живлення систем від акумуляторних батарей

Акумуляторні батареї 20FP25H1CT-R ємністю 25 А\*год кожна є електрохімічним джерелом струму. Умовне позначення акумуляторної батареї розшифровується так:

- **20** – кількість послідовно з'єднаних акумуляторів;
- **FP** – тип електродів акумулятора;
- **25** – номінальна ємність в ампер-годинах;
- **H1C** – тип акумулятора ("безпека плюс надійність");
- **T** – наявність термодатчика;
- **R** – модифікація в контейнері виробництва СНД.

Батарея призначена для:

- живлення обмеженої кількості споживачів при перевірках на землі - якщо відсутнє аеродромне джерело і не запущений двигун ВСУ;
- запуску двигуна ВСУ (проводиться від акумуляторних батарей № 2 і 3);
- заправки паливом при відсутності аеродромного джерела і при непрацюючому двигуні ВСУ. У цьому випадку живлення агрегатів заправки проводиться від акумуляторної батареї № 3 без включення її на бортову мережу;
- живлення споживачів I категорії в польоті при переході на аварійне живлення.

Акумуляторні батареї застосовуються з пристроєм сигналізації про критичний стан батареї, пов'язаному з її нагріванням вище заданої температури. Вимірювання температури проводиться датчиком, встановленому на міжелементному з'єднанні батареї.

В системі автоматично забезпечується:

- під'єднання акумуляторних батарей до аварійних шин ЦРП 27В - якщо перемикач акумуляторних батарей встановлений в положення "АКК НА АВАР ШИНЫ": батареї № 1 – через контакти, що замикаються контактора 301-К2 до АВШ1, батареї № 2 - через замкнуті контакти контактора 301-К10 і контакти, що замикаються контактора 301-К5 до АВШ2, батареї № 3 - через замкнуті контакти контактора 301-К10 і контакти, що замикаються контактора 301-К8 до АВШ3. Аварійні шини АВШ1 ЦРП 27В замикаючими контактами контактора 302-К15 з'єднуються з АВШ2 і АВШ3. До АВШ1 лівого РП 27В батарея № 1 під'єднується замикаючими контактами контактора 302-К2. АВШ2 правого РП 27В замикаючими контактами контактора 302-К3 під'єднується до АВШ2 ЦРП 27В;

- під'єднання акумуляторних батарей на всю бортову мережу постійного струму - якщо перемикач батарей встановлений в положення "АКК НА ОБЩ СЕТЬ". На аварійні шини акумуляторні батареї підключаються так, як сказано вище. Основні шини - Ш1 і Ш2 ЦРП 27В - замикаючими контактами контакторів 302-К11 і 302-К20 підключаються до АВШ1 і АВШ3 відповідно. Шини Ш1-1 і Ш2-1 з'єднані з Ш1 і Ш2 замкнутими контактами контакторів 302-К27 і 302-К28 відповідно, Ш1 і Ш2 в лівому і правому РП 27В з'єднуються з Ш1 і Ш2 ЦРП 27В замикаючими контактами контакторів 302-К1 і 302-К4 відповідно;

- під'єднання (при запуску ВСУ) акумуляторних батарей № 2 і 3 до шини запуску замикаючими контактами контактора 301-К10. При цьому від АВШ2 і АВШ3 ці батареї відключаються, живлення аварійних шин здійснюється від акумуляторної батареї № 1;

- під'єднання ВП1 і АКК1 до АВШ1 і Ш1 ЦРП 27В; ВП2, ВП3, АКК2, АКК3 - до АВШ2, АВШ3 і Ш2 цього ЦРП (в нормальному режимі). До відповідних шин випрямних пристроїв підключаються ДМР, АВШ2 і АВШ3, з'єднані автоматом захисту, функціонально є єдиною шиною;



- об'єднання бортів замикаючими контактами контактора 302-K15 при відмові будь-якого ВП, в результаті чого всі шини постійного струму живляться від двох ВП і трьох АКК;
- живлення всіх аварійних шин і шини Ш1 при працюючому ВП1 і непрацюючих ВП2 і ВП3 (шина Ш1-1 при цьому відключена);
- живлення всіх аварійних шин і шини Ш2 при працюючому ВП2 або ВП3 і непрацюючих ВП1 і ВП3 або ВП1 і ВП2 (шина Ш2-1 при цьому відключена);
- живлення аварійних шин від акумуляторних батарей при переході на аварійне живлення (протягом обмеженого часу);
- забезпечення заправки паливом від ВП2 (при приєднаному аеродромному джерелі, без включення джерела і ВП2 на бортову мережу);
- забезпечення заправки паливом від АКК3 (при цьому потрібно включити тільки вимикач "ЗАПРАВКА ОТ АКК" на пульті передпольотної підготовки).

У ланцюгах системи встановлені теплові біметалічні автомати захисту і плавкі запобіжники, що забезпечують розмикання ланцюгів при граничних струмових навантаженнях і коротких замиканнях.

Система виконана однопровідною з використанням корпусу літака в якості нульового проводу.

### **3.2.1 Управління акумуляторними батареями**

Включення на бортову мережу акумуляторної батареї АКК1 проводиться кнопкою-табло S1 "АКК1", при включенні якої розмикаючими контактами А3-А2 розривається ланцюг табло "ВИКЛ" цієї кнопки-табло, а замикаючими контактами:

- В3-В1 готується ланцюг включення сигналів перегріву батареї і несанкціонованого відключення батареї від бортової мережі (при появі будь-якого з двох сигналів загоряється табло "ОТКАЗ");

- СЗ-С1 включається реле К1, яке контактами А2-А1 включає контактор К2. Цей контактор контактами 1-2 підключає батарею АКК1 до АВШ1 ЦРУ 27В. Через прикінцеві контакти контактора 302-К2 батарея підключається до АВШ1 лівого РП 27В, через замкнуті контакти контактора 302-К3 - до АВШ2 правого РП 27В. Контакт "В" контактора К2 включається реле К3, яке розмикаючими контактами 12-11 розриває один з ланцюгів табло "ОТКАЗ".

Від АВШ1 через контакти D3-D2 реле К12 спрацьовує контактор К15, який об'єднує аварійні шини лівого і правого бортів, після чого спрацьовує контактор 302-К3 і перемикає АВШ2 правого РП 27В на АВШ2 ЦРП 27В.

На всю бортову мережу постійного струму акумуляторні батареї можуть бути підключені перемикачем S4, встановленим в положення "АКК НА ОБЩ СЕТЬ". При цьому контактами 2-1 перемикача включається контактор К20, що з'єднує Ш2 з АВШ3 ЦРП 27В, контактами 4-3 - контактор К11, що з'єднує Ш1 з АВШ1 ЦРП 27В, а контактами 5-6 включається повідомлення "АКК НА ОБЩ СЕТЬ". У лівому і правому РП 27В спрацьовують контактори 302-К1 і 302-К4, що з'єднують Ш1 і Ш2 РП 27В з однойменними шинами ЦРП 27В.

Повідомлення "ПИТАНИЕ ОТ АКК" включається контактами В2-В3 реле К25, К26, К24.

Безпосередньо до акумуляторних батарей підключені споживачі, включення яких необхідно без включення батарей на бортову мережу (аварійне освітлення, заправка паливом, підключення аеродромного джерела та ін.).

Акумуляторні батареї АКК2 і АКК3 на бортову мережу включаються також, як АКК1, але розмикаючими контактами 11-12 і 7-8 контактора К10, який спрацьовує при запуску ВСУ, відключаються від бортової мережі і контактами 5-6 і 1-2 підключаються на шину запуску. При цьому через контакти 2-1 і "В" контакторів К5 і К8 обмотки цих контакторів і реле К4, К6,

К7, К9 утримуються у включеному стані і перебоїв живлення споживачів, підключених безпосередньо до АКК2 і АКК3, не відбудеться.

При нагріванні акумуляторної батареї до температури  $70 \pm 2,8$  ° С і вище спрацьовує термодатчик, встановлений на міжелементних з'єднаннях батарей, включає табло "ОТКАЗ" і повідомлення "АКК1 (АКК2, АКК3) ПЕРЕГРЕВ".

Контроль величини струму акумуляторних батарей здійснюється з шунтів RS1, RS2, RS3, напруги - безпосередньо з клем батарей. При запуску ВСУ напруга GB2 і GB3 вимірюється на шині запуску.

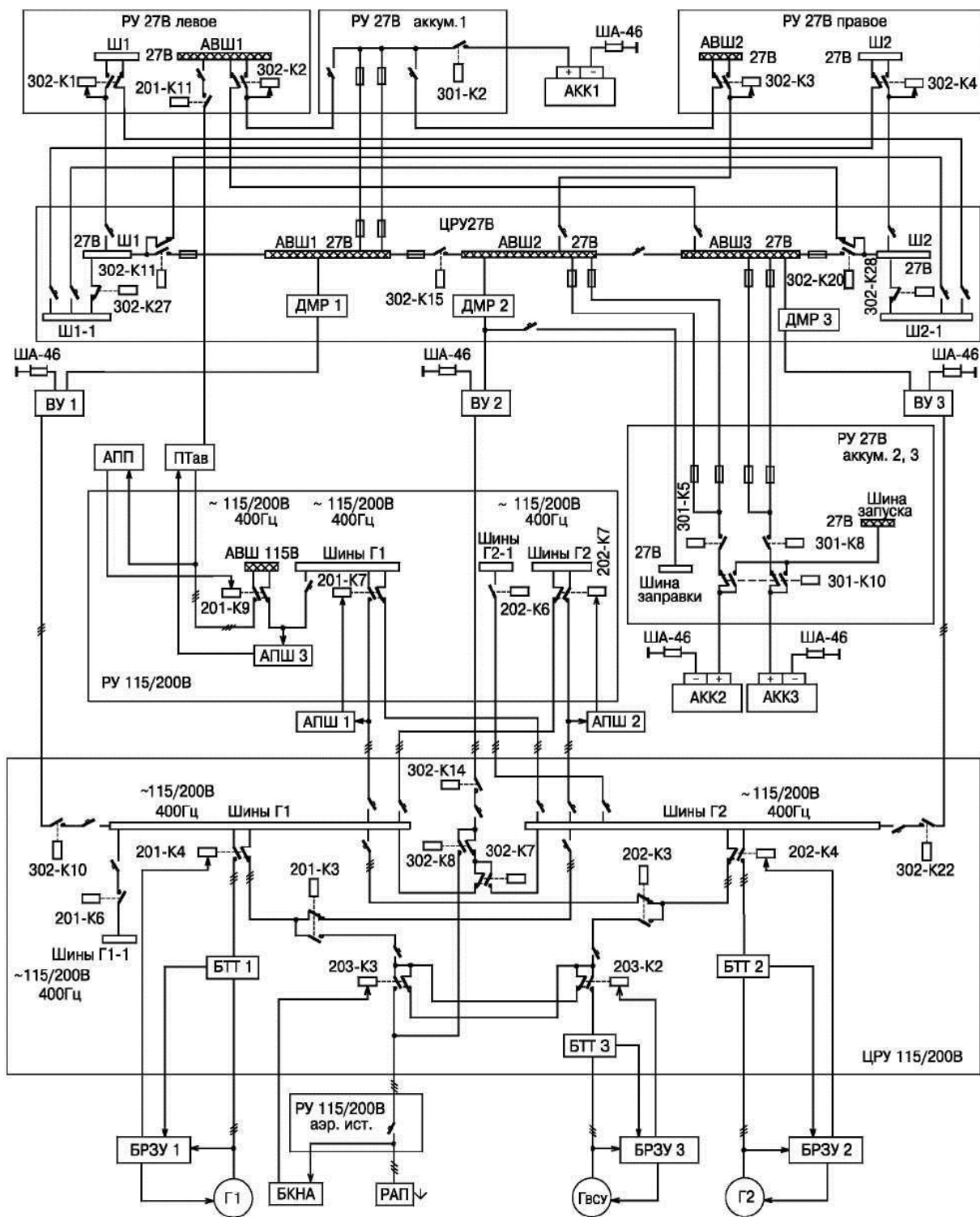


Рис. 3.3 Структурна схема СЕС Ан-148

### 3.3 Приєднання системи збереження енергії до акумуляторних батарей Ан-148

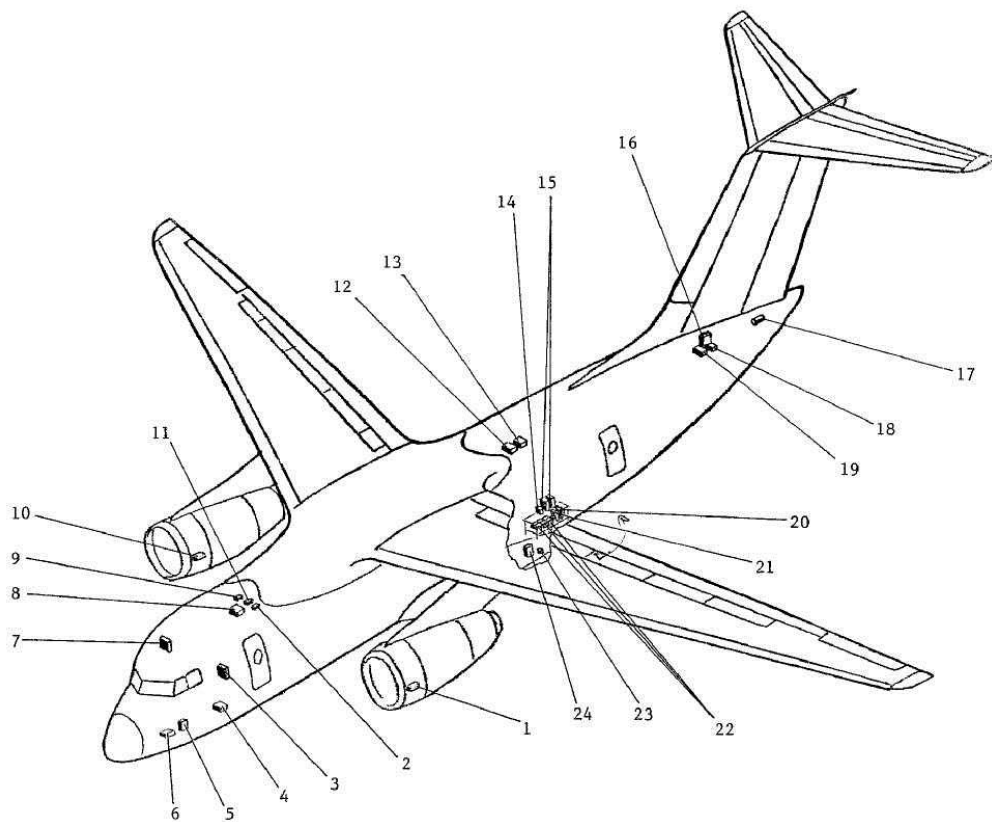


Рис. 3.4 Розміщення елементів електроживлення на Ан-148

На рисунку нас цікавить: №6 – акумуляторна батарея №1; №18 – акумуляторна батарея №3; №19 – акумуляторна батарея №2.

Як видно з рис. 3.4 АКК1 знаходиться в носовій частині літака, у відсіку електроніки, разом з іншими елементами системи електроживлення, у спеціальному контейнері. Враховуючи цю інформацію, можна стверджувати, що підключити систему зберігання енергії неможливо. У відсіку електроніки обмежений простір, а система збереження, у виконанні з однією батареєю, займає багато місця, через наявність додаткової і досить великої котушки, потрібної для передачі енергії споживачам. Тому вірним рішенням буде змонтувати систему збереження енергії у хвості літака і підключити до неї другу і третю акумуляторні батареї. Оскільки батарей дві, додаткова котушка непотрібна. Система збереження енергії встановлена в хвості має декілька

вагомих переваг. По-перше має меншу вагу і розміри, що є дуже важливими критеріями в авіації. По-друге забезпечить стабільну роботу акумуляторних батарей, виключаючи ймовірність їх поломки через постійні розрядні і зарядні процеси.

Акумулятори №2 і №3 підключаються на бортову мережу електроживлення через контакти, що замикаються, контакторів К5 і К8 відповідно. Струм тече в аварійні шини АВШ2 і АВШ3 ЦРП 27В. АВШ3 підключається на АВШ1 РП 27В і живить лівий борт літака, АВШ2 живить правий борт. В той же час реалізована можливість об'єднати усі аварійні шини літака. Для реалізації системи збереження енергії (далі СЗЕ) потрібно підключити акумулятори до аварійних шин через один контактор, що дасть можливість перемикати батареї в момент коли робоча батарея розрядиться (у схемі з двома батареями одна батарея живить систему, інша заряджається високовольтними імпульсами після закриття транзистора). При працюючій СЗЕ аварійні шини АВШ2 і АВШ3 мають бути об'єднані, так як енергія поступає лише від однієї батареї. Після виходу з ЦРП 27 В система енергозабезпечення працює у штатному режимі.

### **3.5 Система збереження енергії (СЗЕ) – технологія обслуговування**

#### **1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ**

При появі сигналу про збій в роботі системи збереження енергії, відключити її від акумуляторних батарей.

#### **2. ПЕРЕЛІК ТЕХНОЛОГІЧНИХ КАРТ**

Демонтаж/монтаж

№ 405. Демонтаж системи збереження енергії

№406. Монтаж системи збереження енергії

Перевірка роботи

№ 503. Перевірка роботи системи збереження енергії

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА № 405			
НАЙМЕНУВАННЯ РОБОТИ: ДЕМОНТАЖ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ			
ПЕРЕЛІК ОПЕРАЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ (ТВ)		РОБОТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ ПРИ ВІДХИЛЕННІ ВІД ТВ	КОНТ-РОЛЬ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановіть драбину в районі шпангоутів № 43-44.</li> <li>2. Відкрийте люк між шпангоутами № 43-44.</li> <li>3. Поверніть контрвочні ексцентрики і викрутіть кріплення корпусу СЗЕ.</li> <li>4. Розстикуйте два штепсельних роз'єма.</li> <li>5. Зніміть СЗЕ з кронштейна і покладіть на підлогу.</li> <li>6. Спустіться по драбині на кілька сходинок та дістаньте систему з літака.</li> <li>7. Закрийте люк.</li> <li>8. Приберіть драбину.</li> </ol>			
КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРОЧНА АПАРАТУРА (КПА)	ІНСТРУМЕНТ І ЗАСОБИ НАЗЕМНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	ВИТРАТНІ МАТЕРІАЛИ І ЗАПЧАСТИНИ	ДОДАТКОВО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ КАРТИ
	Драбина 140.00.9921.000.000 Викрутка		



ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА № 406

НАЙМЕНУВАННЯ РОБОТИ: МОНТАЖ СИСТЕМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ

ПЕРЕЛІК ОПЕРАЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ (ТВ)	РОБОТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ ПРИ ВІДХИЛЕННІ ВІД ТВ	КОНТ-РОЛЬ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановіть драбину в районі шпангоутів № 43-44.</li> <li>2. Відкрийте люк між шпангоутами № 43-44.</li> <li>3. Огляньте корпус СБЕ, підніміть та покладіть на підлогу літака.</li> <li>4. Огляньте штепсельні роз'єми.</li> <li>5. Встановіть СЗЕ на кронштейн і зафіксуйте за допомогою кріплення.</li> <li>6. Зафіксуйте контровочні ексцентрики та перевірте надійність кріплення СЗЕ.</li> <li>7. Під'єднайте штепсельні роз'єми.</li> <li>8. Закрийте люк.</li> <li>9. Приберіть драбину.</li> </ol>		

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА № 503		
НАЙМЕНУВАННЯ РОБОТИ: ПЕРЕВІРКА РОБОТИ СЗЕ		
ПЕРЕЛІК ОПЕРАЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ВИМОГИ (ТВ)	РОБОТИ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ ПРИ ВІДХИЛЕННІ ВІД ТВ	КОНТ-РОЛЬ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перевірте вихідне положення органів управління СЕС, переконайтеся, що всі споживачі відключені (див. 24-00-00, ТК № 601).</li> <li>2. Перевірте напругу акумуляторних батарей (див. 24-00-00, ТК № 501).</li> <li>3. Увімкніть акумуляторні батареї, аеродромне джерело, один випрямний пристрій, систему збереження енергії.</li> <li>4. Встановіть перемикач акумуляторних батарей в положення "АКК НА ОБЦ СЕТЬ".</li> <li>5. Увімкніть МФПУ ВСС і виведіть на екран кадр 4/4 СЕС.</li> <li>6. Встановіть (по кадру 4/4 СЕС) струм включеного ВУ 90-100 А, для чого включіть перетворювач (встановивши його перемикач в положення "РУЧ") і резервне гальмування.</li> <li>7. Вимкніть батарею № 1 і перевірте наявність зарядного струму і його параметри. Напруга зарядного струму має бути не менше 20,8 В і не більше 25,2 В.</li> <li>8. Вимкніть СЗЕ.</li> </ol>	<p>Зніміть і замініть СЗЕ.</p>	

## 4.1 Придбання ЛА авіакомпанією

Найпоширенішим способом придбання літака є лізинг. Лізинг - вид фінансових послуг, форма кредитування для придбання основних засобів підприємствами і інших товарів фізичними і юридичними особами.

Лізингодавець укладає договір із лізингоодержувачем і зобов'язується придбати у власність певне майно у вказаного продавця і передати лізингоодержувачу це майно за плату в тимчасове користування, з можливістю викупити майно через певний час.

Предметом лізингу можуть бути споруди, заводи, підприємства, транспорт. Не можливо придбати в лізинг земельні ділянки, або будь-які природні об'єкти.

В залежності від строку на який укладається договір лізинг буває:

1. Фінансовий. Строк договору близький до строку корисного використання об'єкта. По завершенню договору вартість об'єкту лізингу близька до нуля і об'єкт може перейти у власність лізингоодержувача без додаткової плати.
2. Операційний. Строк договору значно менший від строку корисного використання. По завершенні об'єкт повертається до лізингодавця, або може бути викуплений за залишковою вартістю.

Авіаційний лізинг - різновид лізингу, предметом якого є повітряні судна, а також супутня їм інфраструктура та обладнання. Використовується для придбання та експлуатації повітряних суден.

Причиною використання лізингу є висока вартість літаків, наприклад вартість Boeing 737 MAX варіюється від 97 до 130 млн долларів, вартість АН-148 складає 35 млн. 90 відсотків авіакомпаній не можуть придбати нові літаки за таку вартість.

### 4.1.1 Операційний лізинг

Договір операційного лізингу у відношенні літаків укладається на строк менше 10 років. Використовується для запуску нового проекту, або пробного розширення перевізника. Однією з переваг операційного лізингу у більшості розвинених країн є захист ЛА від надмірного зносу, що є дуже важливим через закони стосовно шуму та екології, що мають тенденцію часто змінюватись. В менш розвинених країнах операційний лізинг єдиний спосіб придбати літак. Також цей вид лізингу дозволяє авіакомпаніям досить гнучкими і швидко реагувати на зміну попиту розширенням, або скороченням флоту.

При операційному лізингу авіаційна техніка амортизує не повністю і по завершенні договору може бути знову здана в оренду або повернена арендодавцю.

Види операційного лізингу:

#### 1. Мокрий лізинг

Особливий вид лізингу. Передача літака в лізинг з екіпажем, технічним обслуговуванням і страхуванням. Лізингоодержувач оплачує паливо, збори аеропортів і інші податки. Тривалість мокрого лізингу варіюється в межах 1-24 місяців. Використовується під час піку сезону перевезень, або при старті нового маршруту. Також немало важливим фактором є можливість літакам, отриманим по мокрому лізингу, здійснювати перевезення в країнах де лізингоодержувачу заборонено працювати.

#### 2. Вологий лізинг

Договір за яким лізингодавець забезпечує передачу ЛА, екіпаж, технічне обслуговування. Лізингоодержувач надає бортпровідників.

#### 3. Сухий лізинг

Це договір, за яким лізингова компанія надає літак без екіпажу, страховки, наземного персоналу, додаткового обладнання, технічного обслуговування. Зазвичай договір укладається на строк більше двох років і має певні умови щодо амортизації, страховки та обслуговування.

#### 4.1.2 Фінансовий лізинг

Фінансовий лізинг, відомий також як «капітальний лізинг», є довгостроковою угодою, в якому оператор наближається до ефективного «володінню» літаком. Він є більш складною операцією в якій лізингодавець, зазвичай компанія спеціального призначення, купує літак через поєднання застави і фінансування шляхом випуску нових акцій, а потім здає його в оренду оператору. Оператор може мати опціон на придбання літаків після закінчення терміну оренди, або автоматично отримати літак після закінчення терміну оренди.

За американським і британським правилами бухгалтерського обліку фінансовий лізинг, як правило, визначається як той, в якому арендодавець отримує практично все права власності, або в якому наведена вартість мінімальних орендних платежів протягом усього терміну оренди перевищує 90% від ринкової вартості літака. Якщо лізинг встановлюється як фінансовий лізинг, то він повинен враховуватися в якості активу компанії, на відміну від операційного лізингу, який впливає тільки на рух грошових коштів компанії.

Фінансовий лізинг являє собою операцію по спеціальному придбання літака у виробника у власність лізингової компанії з наступною здачею його авіакомпанії в тимчасове володіння і користування на термін, що наближається по тривалості до терміну експлуатації та амортизації всієї його вартості. У Росії літаки поставляються авіакомпаніям в фінансовий лізинг, як правило, на термін в 15 років. Після закінчення терміну лізингу права власності на повітряне судно переходять авіакомпанії-замовнику.

## 4.2 Авіастрахування

Авіаційне страхування - підгалузь страхування, що включає:

- страхування ризиків авіаційного підприємства (авіакомпанії);
- страхування відповідальності за продукт в авіації.

Авіаційне страхування, як явище з'явилося у 20 століття і розвивалося разом із популяризацією і розвитком цивільної авіації. У цей період постійно збільшується кількості ЛА і разом з цим кількість авіаперельотів.

Особливістю, яка відрізняє авіаційне страхування, від більшості видів страхування є велика кількість збитків і відповідно великі суми коштів, що мають бути виплачені за страховим договором.

Розрізняють два види: обов'язкове і добровільне страхування. Обов'язкове страхування обумовлене конвенціями щодо цивільної авіації, та законодавчими актами в кожній країні. Наприклад існує Варшавська конвенція по відповідальності перевізників, яка встановлює мінімальні розміри відповідальності на випадок загибелі пасажирів і втрату або пошкодження багажу. Добровільне страхування – це в своїй основі страхування майна і відповідальності різних підприємств, що приймають участь в у функціонуванні авіації. Умови за якими укладають страхові акти є специфічними. Чинники:

- авіаційне страхування має справу з особливими, відмінними від інших видів майна ризиками;
- значний розмір страхових сум передбачає узгодження дій страховиків і перестраховиків;
- авіаційні ризики можуть тягти за собою катастрофічні та кумулятивні збитки;
- авіаційне страхування тісно пов'язане з міжнародним страховим ринком;
- авіаційне страхування регулюється як національним, так і міжнародним правом;
- для проведення операцій з авіаційного страхування потрібна розвинена спеціалізована інфраструктура;
- авіаційні ризики висувають високі вимоги до професійної підготовки фахівців, які здійснюють їх страхування.

Можна виділити такі особливості авіаційного страхування:

- комплектність (майнове, особисте, відповідальності);
- великі розміри страхових сум, визначених у валюті різних країн;
- дія полісів за межами України;
- значна акумуляція ризиків;

- необхідність перестраховування ризиків на міжнародному страховому ринку.

Страховання ризиків авіакомпанії включає:

- авіаційне каско, або страхування повітряного судна як виду майна;
- страхування цивільної відповідальності власника повітряного судна;
- страхування екіпажу;
- страхування перевозяться по повітрю вантажів.

Предметом авіаційного страхування є повна втрата або будь-які пошкодження літака, причиною чого є нещасний випадок. До стандартного договору авіаційного страхування не входять ризики пов'язані з військовими діями, актами тероризму, насильства або саботажу, також він не включає ризик арешту ЛА і його вилучення за рішенням влади. Такі ризики страхуються окремими договорами.

Також можна застрахувати ризики перерви у рейсах і будь-яких поломок агрегатів повітряного судна. Для польотів до більшості країн світу авіакомпанію зобов'язують страхувати свою відповідальність перед третіми особами за можливо заподіяну шкоду.

### **4.3 Розрахунок вартості вдосконалення аварійної системи живлення ЛА**

Удосконалена система аварійного електроживлення літака буде складатися з двох частин. Перша частина – стандартна, включає в себе встановленні на літаку елементи аварійного живлення, а також апаратуру контролю і комутаційну апаратуру. Друга частина – нестандартна, включатиме в себе вдосконалену систему збереження енергії, комутаційну апаратуру для підключення до стандартних елементів аварійного живлення літака. Також до нестандартного обладнання буде відноситись елементи керування системою збереження енергії, які будуть виведені на панель керування акумуляторами, корпус для системи збереження енергії і кронштейн для встановлення системи на літаку.

Оскільки елементи зі стандартної частини уже встановлені на літаку, до розрахунку вартості вдосконалення вони вноситись не будуть.

Одним з основних елементів системи збереження енергії є котушка з двома обмотками і феромагнітною серцевиною. Орієнтовна ціна такого елемента 2000 грн. Ціна диску, із закріпленими на ньому постійними магнітами, складатиме приблизно 2500 грн. Третій елемент системи це блок керування. Для його реалізації потрібно виготовити друковану плату, це приблизно 2000 грн. Вартість елементів для розміщення на платі, а саме транзистора, резистора, діода, неонові лампи, високовольтного діода, конденсатора і вимикача, складатиме 1200 грн. Комутаційна апаратура включає в себе: два роз'єми, для підключення системи збереження енергії до аварійного джерела живлення, і провідники. Ціна складатиме 800 грн. Елементи управління системою, встановленні в кабіні пілотів коштуватимуть 3000 грн. Останнім етапом буде виготовлення корпусу та кронштейну для системи збереження енергії. Корпус повинен бути захищеним від вологи і від пожежі. Приблизна вартість 2500 грн.

Вагомою частиною в загальній вартості системи збереження енергії є програмне забезпечення, яке потрібне для слідкування за роботою системи.



Вартість розробки ПО складатиме 40000 грн, але слід враховувати, що розробка ПО це одноразова витрата, тому враховувати її у підсумку не потрібно.

№	Найменування	К-сть, шт.	Ціна, грн
1	Котушка з двома обмотками	1	2000
2	Диск	1	500
3	Постійний магніт	4	2000
4	Друкована плата	1	2000
5	Транзистор	1	150
6	Резистор	1	150
7	Діод	1	30
8	Неонова лампа	1	70
9	Високовольтний діод	1	100
10	Конденсатор	1	300
11	Вимикач	1	400
12	Штепсельний роз'єм	2	200
13	Перемикач	1	150
14	Корпус	1	2000
15	Кронштейн	1	500
16	Провідник	25 м	3450
Сума			14000

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 4.1 Загальні положення.

Екологічна безпека – стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей.

Екосистема – це об'єднання абіотичного середовища та живих організмів, що мешкають в ньому. Глобальною екосистемою є біосфера, межі якої обумовлені «полем існування життя».

Усі фактори, що впливають на екологію поділяють на дві групи – абіотичні і біотичні. До перших відносять фактори неживої природи, до другої вплив живої природи, в тому числі людини. Вплив людини – антропогенний фактор.

#### 4.2 Вплив авіації на навколишнє середовище та організм людини.

Результатом авіаперевезень є забруднення навколишнього середовища (атмосфери, ґрунтів та водних об'єктів). Найбільший негативний вплив на довкілля від авіаційного транспорту обумовлений високим рівнем шуму та викидах забруднюючих речовин.

Основними факторами впливу на довкілля є викиди авіадвигунів, звукові удари, при польотах на надзвукових ЛА, шум ЛА. Викиди авіадвигунів забруднюють повітря та впливають на атмосферу, будучи однією з причин зміни клімату на планеті. Шум та емісія несе негативний вплив на здоров'я населення та пасажирів.

Таблиця 4.1 Екологічні фактори авіації та їх шкідливі наслідки

Шум	- погіршення здоров'я - зниження гостроти слуху - завади мовленнєвому спілкуванню та прослуховуванню ТВ
Емісія	- респіраторні захворювання - токсичні симптоми - дискомфорт
Звуковий удар НЗП	- завади сну - дезорієнтація

Викиди парникових газів	- глобальне потепління - зміна клімату
Екологія території аеропорту	- забруднення навколишнього середовища

Викиди авіаційного двигуна майже повністю складаються з двох парникових газів – вуглекислий (приблизно 70%) і водяна пара (29%). Також викиди авіадвигуна містять незгорілі вуглеводні, чадний газ, оксиди сірки та азоту, тверді частини, що складає 1%. Існують і інші, не менш важливі, чинники, що несуть негативний вплив. Використання паливно-мастильних матеріалів, забруднення протиобліднювальними рідинами, випромінювання від радіотехнічних засобів, використання фреонів, що руйнують атмосферу, у засобах пожежогасіння на пасажирських літаках. Монреальський протокол 1989 року обмежує використання цих фреонів на літаках. У 2006 році в силу вступив Кіотський протокол, що регулює викиди парникових газів. Він передбачає скорочення викидів на внутрішніх рейсах. Хоча міжнародні перевезення не враховуються у кіотському протоколі, цей документ зобов'язує працювати на скорочення авіавикидів країни, що його підписали.

#### **4.2.1 Шум.**

Одна з головних проблем використання авіаційного транспорту – шум.

Вплив шуму на людину визначається наступними факторами:

- 1) інтенсивністю і частотним складом авіаційного шуму, що залежить від типу, потужності і кількості двигунів, встановлених на літаку, віддалення і швидкості руху літака, метеорологічних умов;
- 2) тривалістю і частотою повторюваності дії авіаційного шуму, які залежать від швидкості і висоти польоту літака, інтенсивності експлуатації парку літаків;
- 3) індивідуальними властивостями людини, часом доби.

#### **4.2.2 Електромагнітне забруднення**

Використання на ЛА та в аеропортах радіолокаційної та радіонавігаційної апаратури призводить до електромагнітного забруднення. Електромагнітні хвилі частково поглинаються організмом людини, що при постійній дії призводить до розладів нервової та серцево-

судинної систем людини. Людина стає надмірно збудженою, погіршується пам'ять, з'являється тремор. Ступінь впливу залежить від величини поглинання енергії тканинами організму.

#### 4.2.3 Емісія авіаційних двигунів.

Емісія авіаційних двигунів – забруднення атмосфери продуктами згорання авіаційного палива, при роботі авіаційного двигуна. Для роботи двигуна ЛА використовують паливо, яке є результатом переробки нафти. При повному згоранні палива в двигуні виділяються вуглекислий газ, водяна пара та діоксид сірки. При неповному (якщо не достатньо кисню) утворюється чадний газ замість вуглекислого. У складі відпрацьованих газів також присутні: оксид вуглецю, вуглеводневі сполуки (метан  $\text{CH}_4$ , ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$ , етан  $\text{C}_2\text{H}_6$ , та ін.), оксиди азоту, альдегіди, оксиди сірки, сажа. Кількісною характеристикою викидів авіадвигуна є індекс емісії, якій показує кількість грамів шкідливих речовин викидається в повітря при спалюванні одного кг палива.

Таблиця 4.2

Параметр	Назва документу
Шум	ГОСТ 22283-88. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения.
Емісія	ГОСТ 17.2.2.04-86 Двигатели газотурбинные самолетов гражданской авиации. Нормы и методы определения выбросов загрязненных веществ.
Електромагнітне випромінювання	ГОСТ 12.1.006-84 Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

Таблиця 4.3

Параметр	Значення по ГОСТ	Отримане значення
Шум	Вдень (з 7:00 до 23:00) $L_A = 65-85$ дБ (А)	Вдень (з 7:00 до 23:00) $L_A = 82$ дБ (А)

	Вночі (з 23:00 до 7:00) $L_A = 55-75$ дБ (А)	Вночі (з 23:00 до 7:00) $L_A = 73$ дБ (А)
Емісія	Сажа (дим) При $R > 6.53$ кН $D = 83,6$	Сажа (дим) При $R > 6.53$ кН $D = 71,2$
	Сажа (дим) при $R \leq 6.53$ кН $D = 50$	Сажа (дим) При $R \leq 6.53$ кН $D = 43,6$
	Вуглеводи ( $C_xH_y$ ) $\omega = 19,6$ г/кН	Вуглеводи ( $C_xH_y$ ) $\omega = 17,2$ г/кН
	Окис вуглецю (СО) $\omega = 118$ г/кН	Окис вуглецю (СО) $\omega = 112$ г/кН
	Окис азоту ( $NO_x$ ) $w = 40$ г/кН	Окис азоту ( $NO_x$ ) $\omega = 32$ г/кН
Електромагнітне випромінювання	Діапазон частот : від 0,06 до 3 МГц $E_{пд} = 500$ В/м	Діапазон частот : від 0,06 до 3 МГц $E_{пд} = 460$ В/м
	Діапазон частот : від 3 до 30 МГц $E_{пд} = 300$ В/м	Діапазон частот : від 3 до 30 МГц $E_{пд} = 290$ В/м
	Діапазон частот : від 30 до 300 МГц $E_{пд} = 80$ В/м	Діапазон частот : від 30 до 300 МГц $E_{пд} = 77$ В/м

#### 4.2.4 Стічні води авіапідприємств

Кількість стічних вод і їх склад величина не постійна, вона змінюється протягом доби, тижня і тд. Для виробництв характерним є

масовий скид концентрованих стічних вод. Велику небезпеку несуть рідини, що стікають з територій аеропортів. Поверхневі стоки з територій аеропортів містять рідкі нафтопродукти, залишки миючих, дезинфікуючих, антиобмерзаючих і протижеледних реагентів, формувальних сумішей, розчинів, використовуваних у металообробці, відпрацьовані електроліти акумуляторних батарей, продукти руйнування штучних покриттів і зносу шин. За рахунок великої кількості хімічних речовин, що потрапляють у ґрунти, останні стають не придатними для сільськогосподарської діяльності.

Токсичні забруднюючі речовини з пересувних і стаціонарних джерел поділяються за ступенями небезпеки на 4 класи: 1 – надзвичайно небезпечні ( свинець, ртуть та ін.); 2 – високо небезпечні (марганець, мідь, сірчана кислота, хлор та ін.); 3 – помірно небезпечні (ксілол, метиловий спирт та ін.); 4 – малонебезпечні (аміак, бензин паливний, гас, оксид вуглецю).

### **4.3 Заходи захисту від негативного впливу авіації**

#### **4.3.1 Захист від шуму**

Організувати зменшення впливу шуму від ЛА на організм людини можна двома шляхами. Перший – внесенням конструктивних змін до авіадвигунів, розробка спеціальних режимів роботи для зльоту та посадки, використання спеціальних глушилок шуму, встановлених на аеродромах, зменшення часу роботи АД шляхом буксирування ЛА по аеродрому.

Другий спосіб пасивний. Використання засобів індивідуального захисту: ватний тампон, гумові кільця і втулки, пробки з пластмаси, віск і суміш вати з воском. Усе це вкладається в вушну раковину і з часом викликає подразнення і дискомфорт. Ефективними і практичнішими (за умови підбору правильно розміру) є навушники. Для кращого подавлення шумів використовуються м'які ущільнювальні прокладки, що забезпечують щільне прилягання.

Оскільки інтенсивність шуму достатньо велика, вона викликає вібрації черепа, які поширюються на внутрішнє вухо. Для захисту від розповсюдження звуку через вібрації, на авіапідприємствах використовують шолом та підшоломник з гумовими подушечками, заповненими спеціальною масою.

Виконання робіт при рівні інтенсивності шуму в 120дБ не допускається, для авіаробітника час перебування в таких умовах не має перевищувати 40 хв, за умови наявності шолома.

### 4.3.2 Заходи захисту від електромагнітного забруднення

Рекомендації до захисту від дії електромагнітних полів та випромінювань:

1. Необхідно виключити тривале перебування в місцях підвищеного рівня магнітного поля промислової частоти;
2. Ліжко для нічного відпочинку максимально видаляти від джерел тривалого опромінення, відстань до розподільних шаф, силових електрокабелів повинне бути 2,5 - 3 метри;
3. При необхідності встановити підлоги з електропідігріванням вибирати системи зі зниженим рівнем магнітного поля;
4. Використовувати прилади з меншою потужністю;
5. Розміщувати електричні прилади на деякій відстані один від одного й видалення їх від місця відпочинку.

### 4.4 Розрахунок економічних зборів за негативний вплив авіаційних підприємств на навколишнє середовище

Для розрахунку величини економічних зборів з авіаційних підприємств насамперед необхідно оцінити завдані збитки навколишньому середовищу.

Таблиця 4.4

Джерела забруднення аеропорту

Види ЗР	Джерела (т/рік)							разом (т/рік)
	літаки	склади ПММ втрати:		спец-тотран спорт	пасаж. автотран спорт	котло-агрегати	переливання палива	
		дихання	робота					
CO	1329	-	-	573	189	0,31	-	2092
NO <sub>x</sub>	1005	-	-	128	16	1,57	-	1150
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	261	0,81	126	33	21	0,08	149	591

SO <sub>x</sub>	86	-	-	0,45	2	0,01	-	88
-----------------	----	---	---	------	---	------	---	----

Розрахувати величину завданого збитку для приміських зон відпочинку, садових та дачних кооперативів і товариств для кожного із джерел можна за формулою:

$$Z = \gamma \sigma f m$$

де  $\gamma$  – константа, кількісне значення якої дорівнює 12 грн/ум.т;

$\sigma$  – показник відносної небезпеки забруднення атмосферного повітря (для приміських зон відпочинку, садових та дачних кооперативів і товариств  $\sigma = 4$ );

$f$  – похибка, яка враховує характер розсіювання сумішей в атмосфері (безрозмірна);

$m$  – зведена маса річного викиду забруднень із джерела.

$$Z_{CO} = 12 * 4 * 0,9 * 2092 = 90347,4 \text{ грн/р}$$

$$Z_{NOx} = 12 * 4 * 0,9 * 1150 = 49680 \text{ грн/р}$$

$$Z_{CxHy} = 12 * 4 * 0,9 * 591 = 25531,2 \text{ грн/р}$$

$$Z_{SOx} = 12 * 4 * 0,9 * 88 = 3801,6 \text{ грн/р}$$

$$Z_{\text{сум}} = Z_{CO} + Z_{NOx} + Z_{CxHy} + Z_{SOx} = 169360,2 \text{ грн/р}$$

Таким чином, ми розрахували, що величина економічних зборів з авіаційних підприємств розміщених в приміських зонах складає 169360,2 грн/р.

### **Висновок**

В даному розділі описані усі можливі негативні фактори впливу авіаційних підприємств та методи захисту від їх впливу. Також був проведений розрахунок зборів за негативний вплив авіапідприємств на навколишнє середовище, та були наведені норми забруднень згідно з основними стандартами.



Охорона праці - це система правових, нормативних, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Закон "Про охорону праці" визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює відносини між власником і працівником з питань безпеки, гігієни праці й встановлюють єдиний порядок організації праці в Україні.

Цей закон поширюється на всі підприємства, установи й організації незалежно від форм власності і видів їх діяльності, на всіх громадян, що працюють.

### **5.1 Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів при технічній експлуатації системи збереження енергії.**

Система збереження енергії це пристрій, якій розміщується на кронштейні біля літакових акумуляторів, є джерелом енергії, відповідно і джерелом електромагнітних полів. Для обслуговування пристрою потрібно піднятися на значну висоту відносно ЗПС, відповідно необхідне використання стрем'янки.

Відповідно до Держстандарту 12.0.003 – 93 - небезпечними й шкідливими виробничими факторами, що виникають при експлуатації проєктованого об'єкта є:

- Рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання;
- Підвищена або знижена температура повітря робочої зони;

- Підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- Підвищена напруженість електричного поля;
- Підвищена напруженість магнітного поля;
- Недостатня освітленість робочої зони при перевірках устаткування в лабораторних умовах і на літаку;
- Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги).

Наведемо приклади ситуацій коли вище зазначені фактори можуть виникати при монтажі, демонтажі і технічній експлуатації проектованої системи.

***«Рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання;»***

- так як проектований пристрій встановлюється на висоті, для виконання робіт потрібно використовувати стрем'янку, яка пересувною. Якщо не застопороти колеса стрем'янка може покотитись, що може призвести до втрати рівноваги працівником, падіння і травмування. Службовий електрокар може збити працівника при транспортуванні пристрою.

***«Підвищена або знижена температура повітря робочої зони;»*** - при обслугованні системи в зимній період часу, працівнику доведеться працювати в неопалювальному відсіку.

***«Підвищений рівень електромагнітних випромінювань; Підвищена напруженість електричного поля; Підвищена напруженість магнітного поля»*** - пов'язані з неправильною установкою електротехнічних приладів, використання оголених провідників, шин, частин перемикачів, відсутністю заземлення.

Електричний струм ніяк не визначається органами чуття людини і тому вважаючи, що доторкається до неструмоведучих частин установок і конструкцій, працівник може бути уражений. Небезпека від ураження електричним струмом залежить від багатьох факторів: значення сили

струму, роду і частоти струму, тривалості дії, шляху протікання, стану організму.

Проектований пристрій є засобом подовження роботи аварійного джерела енергії та входить до складу системи електропостачання літака, що вимагає від робітника особливої обережності та дотримання правил електробезпеки щоб не отримати ураження струмом та перебувати в зоні виконання роботи не довше визначеного часу щоб мінімізувати шкідливий вплив електромагнітних полів на здоров'я.

***«Недостатня освітленість робочої зони при перевірках устаткування в лабораторних умовах і на літаку (ГОСТ 54 72003-82)»*** - якщо розрахунки виконані і елементи освітлення встановленні вірно, то очі працівника тривалий час не будуть втомлюватись. При оперативному обслуговуванні недостатнє освітлення може призвести до зниження якості виконуваних робіт.

Освітлення може бути природне і штучне. Природне створюється за рахунок сонячного випромінювання. Рівень природного освітлення залежить від висоти сонця, інтенсивності випромінювання і деяких інших факторів, які неможливо врахувати при розрахунках. Штучне освітлення створюється за рахунок використання ламп накаливання і люмінесцентних ламп.

Фактори, які не піддаються розрахункам і неправильне проектування стають причиною недостатнього освітлення, що призводить до зниження продуктивності працівника. Очі сильно навантажуються, стає складніше розрізняти елементи обладнання і інструменти, темп роботи знижується.

Освітлення виробничих приміщень і робочих місць характеризується світловим потоком, силою світла, освітленістю, яскравістю, контрастністю. Рациональне освітлення повинне задовольняти ряд вимог: бути достатнім, щоб око без навантаження могло розрізняти деталі; постійним у часі, тому напруга в живильній мережі не повинне коливатися більше, ніж на 4%.

*«Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги)»* - Аналіз травматизму на підприємствах свідчить про те, що багато хто з них викликані падінням з висоти при обслуговуванні високо розташованих частин обладнання.

При виконанні ТО обладнання в лабораторії можуть виникнути ті ж небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що описані вище.

## **5.2 Технічні заходи, що виключають або обмежують вплив на технічний персонал небезпечних або шкідливих виробничих факторів при експлуатації обладнання систем авіоніки.**

Пристрій спроектовано таким чином, щоб виключити або звести до мінімуму можливість впливу зазначених вище шкідливих факторів. Для цього було примінено ряд рішень.

Неструмоведачі елементи пристрою повинні бути приєднані до стаціонарного заземлюючого пристрою, опір якого має бути не більше 4 Ом.

Для усунення проблеми недостатнього освітлення робочого місця при монтажних роботах, або при технічному обслуговуванні слід користуватися індивідуальними засобами освітлення.

Монтаж та демонтаж має проводитися з використання спеціального обладнання, а транспортування за допомогою візка.

Для мінімізації травм від падіння із висоти при обслуговуванні ЛА слід застосовувати передбачені для даного ЛА трапи, підйомники чи драбини.

На корпусі пристрою передбачені клеми для підключення захисного заземлення, на випадок пробоя ізоляції і переходу напруги на металевий корпус. Заземлення має задовольняти вимозі  $R \leq 4$  Ом.

### **Розрахунок захисного заземлення**

Розрахунок пристрою, що заземлює, виконують для визначеної кількості вертикальних заземлювачів, довжини сполучної смуги і розміщення цих елементів. При цьому враховують можливість використання природних заземлювачів.

Визначимо розрахункові значення питомого опору ґрунту для вертикальних заземлювачів ( $\rho'_{\text{розрах}}$ ) і сполучної смуги ( $\rho''_{\text{розрах}}$ ):

$$\rho'_{\text{расч}} = \rho k'_n$$

$$\rho''_{\text{расч}} = \rho k''_n$$

де  $\rho$  – питомий опір ґрунту, Ом\*м;

$k'_n, k''_n$  - коефіцієнт кліматичної зони

$$\rho'_{\text{расч}} = 0,4 \cdot 10^2 \cdot 0,5 = 20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho''_{\text{расч}} = 0,4 \cdot 10^2 \cdot 2,0 = 80 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Визначаємо опір розтіканню струму одного вертикального заземлювача по формулі:

$$R_{TP} = 0,366 \frac{\rho'_{\text{расч}}}{l} \left( \lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4H+l}{4H-l} \right)$$

де  $l$  - довжина заземлювача, м

$d$  – діаметр

$H$  – відстань від поверхні землі до половини довжини труби, м

$$R_{TP} = 0,366 \frac{20}{2,5} \left( \lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,05} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,5}{4 \cdot 2 - 2,5} \right) = 15 \text{ Ом}$$

Визначимо умовну кількість вертикальних заземлювачів:

$$\eta' = \frac{R_{TP}}{R_{\text{дон}}} = \frac{15}{4} \approx 4$$

Коефіцієнт використання одиночного заземлювача, що враховує екранування труб

$$\eta_{TP} = 0,8$$

Визначаємо дійсне число вертикальних заземлювачів по формулі:

$$\eta = \frac{\eta'}{\eta_{TP}} = \frac{4}{0,8} = 5$$

Обчислюємо довжину смуги, що з'єднує вертикальні заземлювачі

$$L = 1,05 \cdot a \cdot \eta$$

де  $a$  - відстань між заземлювачами

$$L = 1,05 \cdot 2 \cdot 5 = 10,5 \text{ м}$$

Опір розтіканню струму, що з'єднує заземлювачі смуги визначається по формулі:

$$R_M = \frac{0,366}{L} \rho_{расч} \cdot \lg \frac{2L^2}{b \cdot h}$$

де  $h$  – глибина закладення сполучної смуги

$b$  – ширина смуги

$$R_M = \frac{0,366}{10,5} 80 \cdot \lg \frac{2 \cdot 10,5^2}{0,04 \cdot 0,8} = 10,7 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт, що враховує екранування сполучної смуги і вертикальних заземлювачів  $\eta_M = 0,03$

Визначимо опір розтіканню всього пристрою, що заземлює, по формулі

$$R_3 = \frac{R_{TP} R_M}{R_{TP} \cdot \eta_M + \eta R_M \eta_{TP}}$$

$$R_3 = \frac{15 \cdot 10,7}{15 \cdot 0,83 + 5 \cdot 10,7 \cdot 0,8} = 2,9 \text{ Ом}$$

Опір пристрою, що заземлює, задовольняє вимогам ПУЕ-86.

### 5.3. Забезпечення пожежної і вибухової безпеки

До пожежі можуть призвести наступні ситуації: перевантаження проводки, або електричних пристроїв, що викликає підвищення їх температури і згодом загорання, несправне охолодження елементів, неякісні з'єднання в електричній проводці, іскріння в електродвигунах, або генераторах, коротке замикання, знос підшипників, що призводить до їх нагріву, або заклинюванню, згодом виникає пожежа, іскріння у комутуючих пристроях.

Пожежна безпека – це стан об'єкта при якому унеможлиблюється виникнення і в подальшому розвиток пожежі. За ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ.

«Пожарная безопасность. Общие требования», необхідними для запобігання пожежі є:

- система протипожежного захисту;
- організаційно-технічні заходи;
- система запобігання пожежі.

Також в ньому зазначено ймовірність виникнення пожежі електричного пристрою не більше  $10^{-6}$  на рік.

Запобігання пожежі досягається виключенням можливості джерела запалювання. До таких джерел відносяться: несправність приладу, неправильний монтаж, або перевантаження блоків системи. При усуненні даних причин, можна стверджувати, що запропонована система задовольняє вимогам стандарту відповідно до ГОСТ 12.1.018-93.ССБТ. «Пожароискробезопасность статического электричества». При нормальній роботі системи виникнення джерела запалювання неможливе.

Конструкція системи, що пропонується повністю виключає можливість вибуху.

#### ***Заходи при виникненні пожежі.***

Відомо чотири способи зупинити горіння: охолодження зони, в якій сталася пожежа, ізоляція зони горіння, розведення реагуючих речовин негорючими, призупинення горіння за допомогою хімічних речовин.

При першому способі горіння зупиняється вогнегасячими речовинами. Другий полягає у створення ізоляції між зоною горіння і палаючих матеріалів. Третій спосіб – введення негорючих парів і газів. Це можуть бути вуглекислий газ, азот, та інші.

Четвертий спосіб реалізується за рахунок введення інгібіторів, що сповільнюють, або повністю зупиняють хімічні реакції.

У цивільній авіації використовують: воду, повітряно-механічна і хімічна піни, інертні гази, галоїдовуглеводні сполуки, вогнегасячі порошки, комбіновані сполуки.

#### **4.4.1. Основні положення**

1. Ця інструкція розроблена у відповідності з вимогами нормативних актів з охорони праці та обов'язкова до виконання усіма працівниками.

2. До роботи з проєктованим об'єктом допускаються особи інженерно-технічної сполуки, що вивчили проєктований пристрій, інструкцію з технічної експлуатації, дану інструкцію і ті, які склали залік по техніці безпеки і пожежної безпеки.

3. Працівник зобов'язаний:

- знати і дотримуватись правил внутрішнього розпорядку, правил охорони праці;
- вчасно прибувати на роботу і приймати участь у змінно-зустрічних зборах. Не допускається до роботи працівник у нетверезому стані, або з признаками хвороби, він повинен бути відправлений до медичного закладу для перевірки стану здоров'я;
- знати небезпечні фактори при роботі з електроустаткування. Ураження струмом, виступаючі елементи з фіюзеляжу лютака, рухомі елементи, недостатній рівень освітлення у технічному відсіку.

#### **4.4.2. Вимоги до безпеки перед початком роботи**

працівник зобов'язаний:

- надягти робочий одяг і головний убір;
- перевірити робоче місце, прибрати усе, що буде перешкоджати роботі;
- перевірити справність інструмента, устаткування, освітлення.

#### **4.4.3. Вимоги до безпеки під час роботи**

Для забезпечення безпечної праці робітник зобов'язаний:

- забезпечити відсутність людей у зоні переміщення підвісних елементів;
- не знаходитись у зоні автоматично працюючих елементів;
- переміщатися для огляду АіРЕО з землі необхідно строго по розробленому маршруту, що спеціально розроблений для запобігання зіткнень із виступаючими чи рухомими елементами літака;
- виконувати перевірки строго по технологічним картам;



- не підключати, або відключати роз'єми, які знаходяться під струмом;
- огляд, наладку, ремонт електроустаткування проводити після його відключення;
- не притулятися до струмопровідних частин;
- забезпечити достатній рівень природного або штучного освітлення при виконанні робіт в технічному відсіку. Освітлювальні прилади для загального та місцевого освітлення повинні забезпечувати нормовані кількісні та якісні характеристики для освітлювальних пристроїв.
- до робіт на літаку приступати лише після приєднання його до стаціонарного заземлюючого пристрою;
- забороняється використовувати у якості переносних електричних освітлювальних пристроїв – освітлювачів напругою 220 В, а також освітлювачів, не обладнаних захисним склом (сіткою);
- при підвищеному рівні шуму слід одягнути захисні навушники;
- при виникненні небезпечної для життя ситуації, усі роботи повинні бути негайно припинені.

#### **4.4.4. Вимоги до безпеки після закінчення роботи**

Після завершення робіт необхідно:

- вимкнути обладнання, апаратуру, пристрої, встановити перемикачі у початкове положення.
- прибрати місце проведення робіт;
- повідомити керівника про виконані роботи.

#### **4.4.5. Вимоги до безпеки в аварійних ситуаціях**

Основними причинами виникнення пожежі при проведенні ТЕ обладнання є:

- короткі замикання елементів ланцюгів;
- встановлення запобіжників, що не відповідають номіналові;
- неправильний вибір проводів у схемі підключення;

Для попередження виникнення пожежі пропонуємо взяти заходів по кожному з перерахованих вище пунктів, а саме:

- періодично перевіряти надійність роз'ємів, особливо в місцях з'єднання проводів зі штепсельними розніманнями;
- не встановлювати запобіжники невірного номіналу;
- зробити перевірку правильності підібраних сполучних проводів.

### **Висновок**

У цьому розділі визначено:

- якими саме документами необхідно керуватися під час монтажу та експлуатації розроблюваної системи;
- які небезпечні та шкідливі виробничі фактори впливають на працівників при технічній експлуатації приладу;

Представлені технічні заходи, що виключають або обмежують вплив на технічний персонал небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які виникають.

Проведений розрахунок захисного заземлення, визначено опір пристрою, що заземлює, який складає 2,9 Ом і задовольняє вимогам ПУЕ-86.

Висвітлено заходи та засоби щодо забезпечення пожежної і вибухової безпеки;

Таким чином, можна зробити висновок що розроблений прилад задовольняє вимогам з техніки безпеки та відповідає вимогам нормативних документів з охорони праці.