

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія авіаційного та радіоелектронного обладнання**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни «Загальні знання про ПС: Електропостачання»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт  
(Аеронавігація)***

**за темою № 2 - Системи електропостачання постійним струмом**

**Кременчук 2023**

### **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 № 7

### **СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 28.08.2023 № 1

### **ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

#### ***Розробники:***

- 1. Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії Хебда А.С.*
- 2. Викладач циклової комісії авіаційного та радіоелектронного обладнання, спеціаліст Рижик М. М.*

#### ***Рецензенти:***

- 1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.*
- 2. Заступник директора з ОЛР, командир авіаційного загону ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Гетьман Ю.Ю.*

### **План лекції:**

1. Система енергетики постійного струму вертольоту Мі-2
2. Система енергетики постійного струму вертольоту Мі-8
3. Система енергетики постійного струму вертольоту Мі-8МТВ
4. Система енергетики постійного струму вертольоту Мі-26
5. Система енергетики постійного струму вертольоту КА-32

### **Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті**

#### **Основна література:**

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
4. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

#### **Допоміжна література:**

1. Єдині конспекти по АіРЕО Мі-8МТВ на цикловій комісії.
2. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-2 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
3. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 ( Модуль 3, 13, 14)

## Текст лекції

### 1. Система енергетики постійного струм вертольоти Мі-2

#### Розподіл електроенергії на вертольоті Мі-2

Електрична мережа вертольота, що забезпечує передачу електроенергії від джерел постійного і змінного струму до споживачів, являє собою систему електропроводів і шин забезпечену різною комутаційною апаратурою.

Електрична мережа постійного струму, виконана за однопровідною, а змінного струму, крім фідера перетворювача ПО-250 живлення шин 115 В по многопровідній схемі.

#### Розподільні шини

Розподіл електроенергії між споживачами проводиться за допомогою наступних шин:

##### **Генераторні шини / цру /**

До них підключаються генератори за допомогою ДМР-200Д. Від них отримують живлення тільки електродвигуни лебідки.

##### **Шина подвійного живлення / цру /**

Нормально підключена до шини лівого генератора, а в разі його відмови автоматично підключається до шини правого генератора. Від шини подвійного живлення отримують енергію:

- Вентилятори пілота і вертольота
- Проблисковий маяк
- Стеклоочисники / не на всіх серіях /

##### **Акумуляторна шина/ Ліва панель /**

До неї підключаються аеродромне джерело живлення, бортові акумулятори та генератори СТГ-3. Від неї отримують живлення всі решта споживачів.

У знеструмленому стані все шини роз'єднані. При включенні аеродромного живлення або бортових акумуляторів під струмом буде тільки акумуляторна шина.

Вручну можна з'єднати всі шини між собою. Для цього треба включити перемикач «Мережа на акумулятор» / середня панель /. При працюючих генераторах СТГ-3 всі шини з'єднуються між собою автоматично, тому перемикач «Мережа на акумулятор» в польоті повинен бути вимкнений.

Якщо пілот забуде його вимкнути, то при К.З. якої-небудь шини система захисту не зможе відключити її від інших шин, що може вивести з ладу всю мережу.

### **Стартер - генератор СТГ - 3: призначення, технічні дані, розміщення.**

СТГ-3 призначений для запуску двигунів / стартерний режим / і є основними джерелами електроенергії постійного струму в польоті / генераторний режим /.

СТГ-3 електрична машина з паралельним збудженням і повітряним охолодженням від вентилятора вертольота.

#### **Технічні характеристики СТГ-3**

Напруга в генераторному режимі.....	28,5В
Віддаваний струм.....	100А
Потужність при напрузі 30В.....	3 кВт
Режим роботи.....	тривалий
Вага не більше.....	16 кг
Допустимі перевантаження:	
Протягом однієї години .....	150А
Протягом однієї хвилини .....	200А
Охолодження генератора примусове, від вентилятора вертольота.	

Включення генераторів в бортмережі на вертольоті проводиться вимикачами ЛІВИЙ ГЕНЕРАТОР і ПРАВИЙ ГЕНЕРАТОР на середній панелі верхнього електропульту.

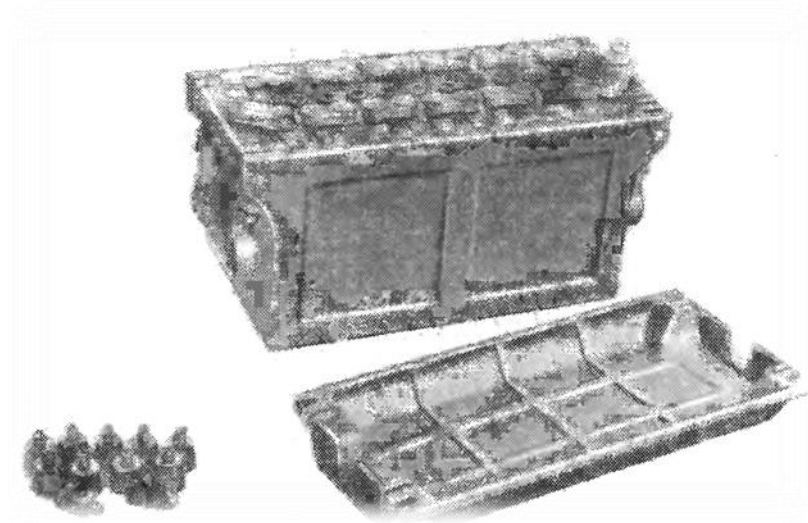
### **Акумуляторні батареї 12 - САМ - 28: призначення, технічні дані, розміщення.**

Акумулятори 12-САМ-28/2 шт. носова частина фюзеляжу /

Служать для запуску двигунів при відсутності аеродромних джерел живлення і є резервом в польоті при відмові обох СТГ-3.

Акумуляторні батареї призначаються для живлення електричних агрегатів і апаратури, що працює при запуску авіаційних двигунів, авіаційного обладнання, радіообладнання і електрифікованого озброєння при перевірках на землі. При відмові двох генераторів постійного струму в польоті акумуляторні

батареї живлять споживачі першої категорії, при цьому час польоту на акумуляторних батареях складає 40-60 хвилин.



Основні технічні дані АКБ 12-САМ-28.

Напруга .....	24 В
Ємність .....	28 А • год
Напруга розряду в процесі експлуатації батареї, не менше .....	21В
Щільність електроліту .....	1,27 г /см <sup>3</sup>
Максимальний струм навантаження .....	650 А
Номінальний струм навантаження .....	5,6 А
Кількість запусків при 25 ° С .....	4
Маса батареї .....	28,5 кг

### **Розетка аеродромного живлення ШРАП - 500К: призначення, розміщення**

***Розетка ШРАП-500*** / 1 шт., Лівий борт /

Призначена для підключення аеродромного джерела живлення до бортової мережі вертольота.

### **Диференційно-мінімальне реле ДМР-200**

У схемі кожного генератора є диференційно - мінімальне реле ДМР-200Д, яке виконує наступні функції:

- автоматично підключає генератор до бортмережі, якщо напруга на його затискачах перевищує напруга бортмережі на 0,3-0,7В.

- автоматично відключає генератор від бортмережі при зворотному струмі рівному 10-25 А.
- запобігає можливість підключення генератора до бортмережі при зворотній полярності.
- подає сигнал про відмову генератора

Обидва ДМР-200Д лівого і правого генераторів встановлені в центральному розподільному пристрої.

Технічні дані ДМР-200Д:

Напруга живлення .....	28,5В
Струм навантаження контактів контактора .....	200А
Струм в ланцюзі контакту "Г" контактора .....	... не більше 5А
Зворотний струм .....	10-25А
Режим роботи .....	тривалий
Вага не більше .....	1,5 кг

### **Регулятор напруги РН-120у**

Регулятор напруги РН-120у вугільного типу служить для автоматичної підтримки заданої напруги на затискачах генератора при зміні швидкості обертання якоря в діапазоні робочих оборотів і при зміні навантаження. Одночасно регулятор забезпечує правильний розподіл навантаження при паралельній роботі стартер- генератора.

Виконавчим елементом, безпосередньо впливає на збудження стартер генератора, є вугільний стовп. Набраний з окремих вугільних шайб, що володіє властивістю змінювати величину опору в широкому діапазоні при зміні чинного на нього зусилля стиснення. Зміна сили стиснення стовпа відбувається в результаті переміщення якоря електромагніту, жорстко пов'язаного з пружиною мембранного типу

Регулятори напруги обох генераторів встановлені за приладової дошкою, над нішею акумуляторів.

Основні технічні дані РН-120у

Підтримувана напруга.....	28,5 В
Потужність, що розсіюється вугільним столом .....	не більше 120 Вт

Струм, споживаний робочої обмоткою регулятора ...не більш 0,87 А  
режим роботи.....тривалий

Виносний опір типу ВС-25А забезпечує можливість зміни  
рівня напруги не менше ніж на ..... $\pm 1,5$  В  
Вага не більше 2 кг

### **Автомат захисту від перенапруги АЗП-8М.**

Для захисту кожного з генераторів від перенапруги в разі відмови РН-120у на вертольоті додатково встановлені два автомати захисту від перенапруги АЗП-8М 4-й серії. Вони спрацьовують і відключають генератор від мережі при досягненні напруги 32В.

Автомат захисту АЗП-8М 4-й серії змонтований в металевій коробці, з 4-ма амортизаторами і двома роз'ємами, за корпус коробки виступає кнопка контактора К (КНК-М).

При спрацьовуванні контактора КНК-М нею шток піднімається. Для приведення контактів контактора в початкове положення необхідно натиснути кнопку включення до упору. Для перевірки працездатності АЗП-8М, за приладової дошкою встановлені кнопки. Натискання на будь-яку з цих кнопок імітує перенапруження генератора і призводить до спрацьовування АЗП-8М. Це відбувається в результаті того, що напруга на реле Р1 автомата АЗП-8М підводиться тільки через опір R2. При нормальній роботі, в ланцюг обмотки реле Р1 включено, крім того, опір R1. Автомати захисту АЗП-8М встановлені за приладової дошкою над нішею акумуляторів.

Технічні дані АЗП-8М 4-й серії:

Напруга живлення..... 28.5В

Струм в ланцюзі силових контактів контактора КНК-М .....не більше  
15А

Напруга генератора, при якому  
автомат повинен спрацьовувати при всіх аварійних  
режимах, пов'язаних з припиненням роботи  
регулятора напруги РН-120у ..... не більше  
32В

Вага ..... не більше 1,8 кг

Режим роботи ..... тривалий



## 2. Система енергетики постійного струму вертольоту Мі-8

Джерелами електроенергії постійного струму є два генератора-стартера ГС18-МО і шість акумуляторних батарей 12-САМ-28. Обидва генератора і акумуляторні батареї підключені паралельно.

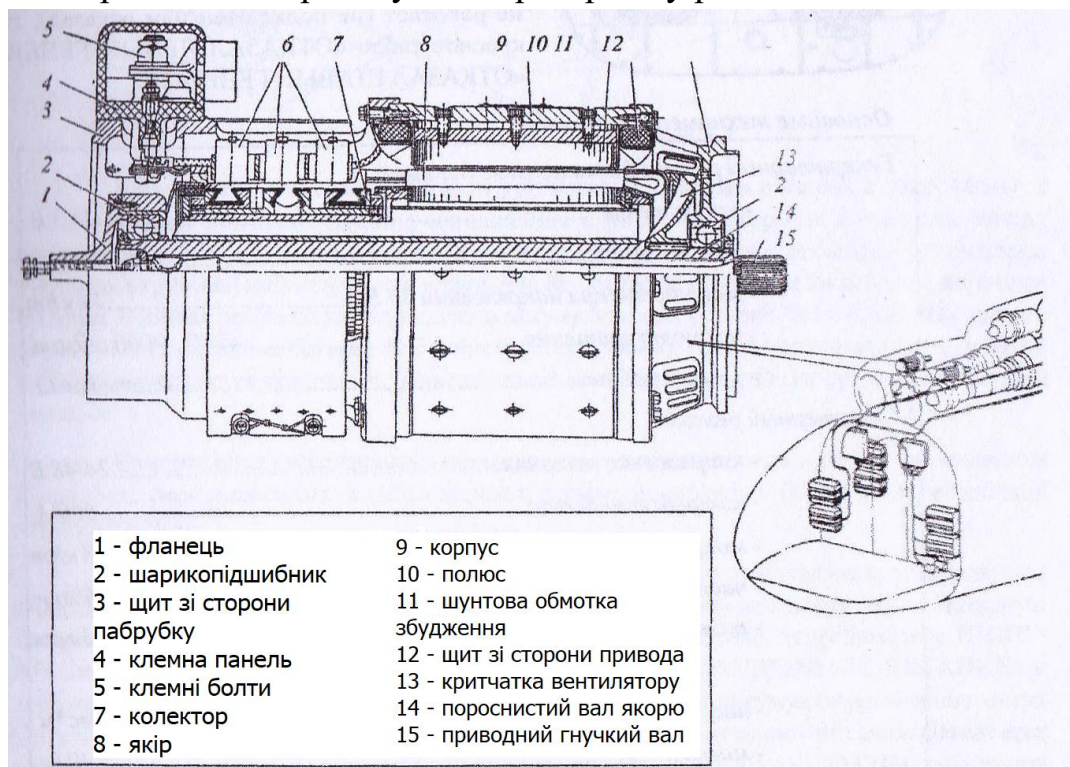
Для живлення постійним струмом мережі вертольота при стоянці на аеродромі служать два штепсельних роз'єми аеродромного живлення ШРАП-500К.

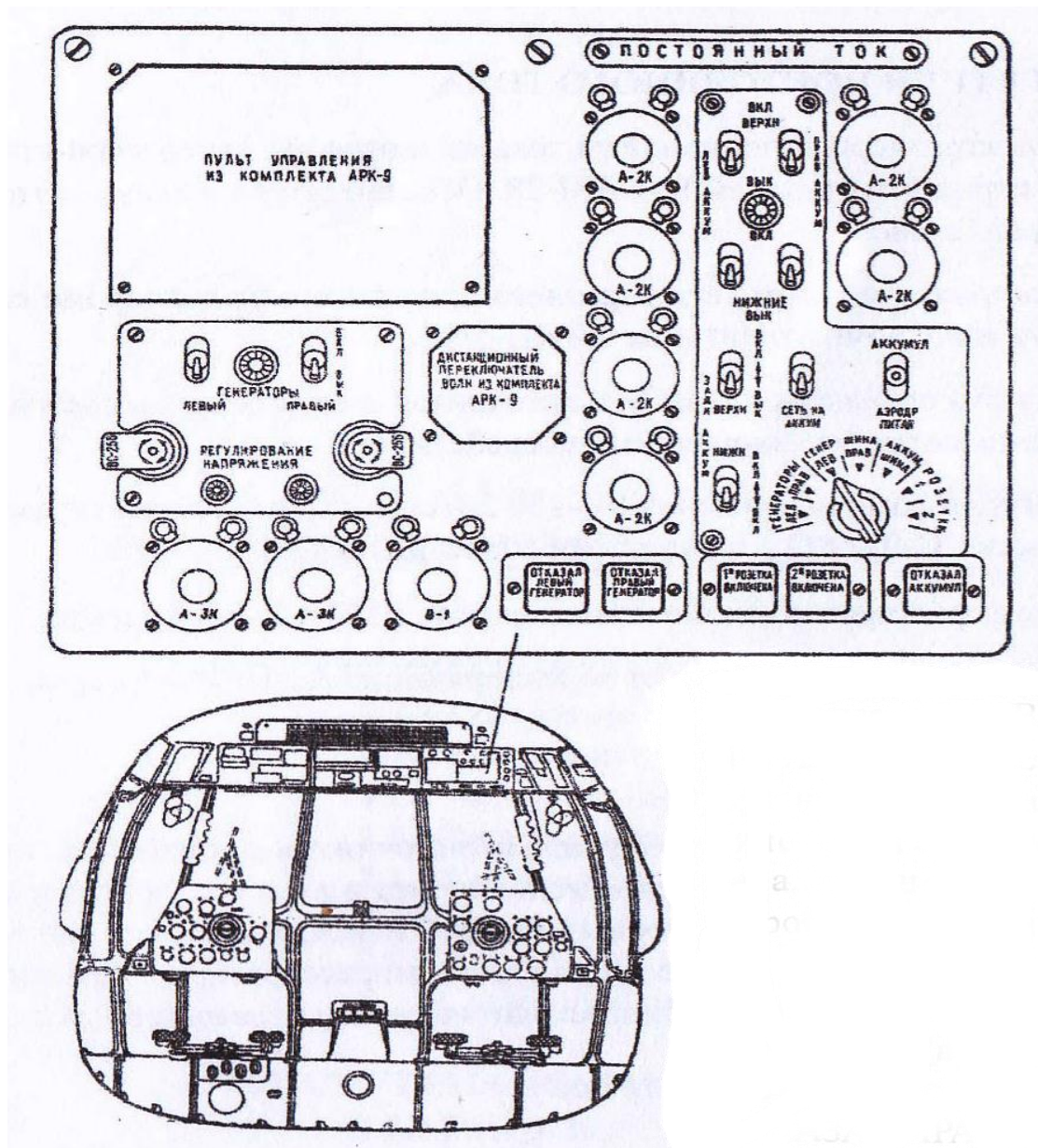
Нормальні умови паралельної роботи джерел електроенергії постійного струму на вертольоті забезпечуються регулюючими пристроями:

- двома регуляторами напруги РН-180 2-ї серії з трансформаторами стійкості ТС-9АМ12 і виносними опорами ВС-25Б;
- двома диференційно-мінімальними реле ДМР-600Т 2-ї серії;
- двома автоматами захисту мережі від перенапруги АЗП-8М 4-ї серії (АЗП-8М 6-ї серії, АЗП-А2).

### Генератор-стартер ГС-18МО

Генератор-стартер ГС-18МО є основним джерелом постійного струму на вертольоті (в генераторному режимі) і одночасно використовується в якості електростартера при запуску двигуна від бортових акумуляторних батарей або аеродромного джерела живлення (в стартерному режимі). При частоті обертання турбокомпресора  $N_{mk} = 63\%$  живлення стартера автоматично відключається і ГС-18МО переходить на роботу в генераторному режимі.





Щиток постійного струму

Генератори ГС-18М0 установлені на задніх кришках коробок приводів двигунів і приводиться в обертання валом турбокомпресора.

Генератор являє собою шестиполосну електричну машину постійного струму з шунтовим збудженням. Охолодження генератора - примусове, від вентилятора вертольота. Включення генераторів в бортьмережі проводиться вимикачами ВГ-15К-2С «ГЕНЕРАТОРИ -Ліва» і «ГЕНЕРАТОРИ - ПРАВИЙ», встановленими на правій панелі електропульту пілотів. Генератори включені в борт мережу паралельно і за допомогою регулюючих пристроїв, включене навантаження розподіляється між ними порівну. При відмові одного генератора інший бере все навантаження на себе. Якщо генератор не працює (не

підключений або відмовив), горить червоне табло «ВІДМОВИВ ЛІВИЙ генератор», «ВІДМОВИВ ПРАВИЙ генератор».

Основні технічні дані:

Генераторний режим (номінальні дані):

напруга ..... 28,5 В  
 струм навантаження ..... 600 А  
 -потужність (при напрузі 30 В) ..... 14 кВт  
 -Частота обертання ..... 4200 ... 9000 об / хв  
 -режим роботи ..... тривалий

Стартерний режим:

напруга живлення ..... 24/48 В  
 -споживаний струм ..... 600 А  
 -потужність ..... 18 кВт  
 -Частота обертання ..... 2400±240 об / хв  
 -режим роботи ..... 5 включень по 40 сек з перервами 3 хв.  
    після чого повне охолодження  
 -нагрузочний момент ..... 5 кгс \*м  
 -маса ..... 40 кг

### **Акумуляторні батареї 12-САМ-28**

Акумуляторні батареї є постійно діючими резервними джерелами електроенергії постійного струму і забезпечують:

- живлення життєво необхідних споживачів в разі відмови обох генераторів; (живлення споживачів першої категорії від акумуляторів обмежена);
- автономний запуск двигунів;
- можливість перевірки споживачів при відсутності аеродромного джерела живлення і при непрацюючих двигунах, якщо споживаний ними струм не перевищує 5,6 А на одну батарею.

На вертольоті встановлено шість свинцево-кислотних акумуляторних батарей, розміщених в спеціальні утеплені контейнери з електричним обігрівом і дренажем.



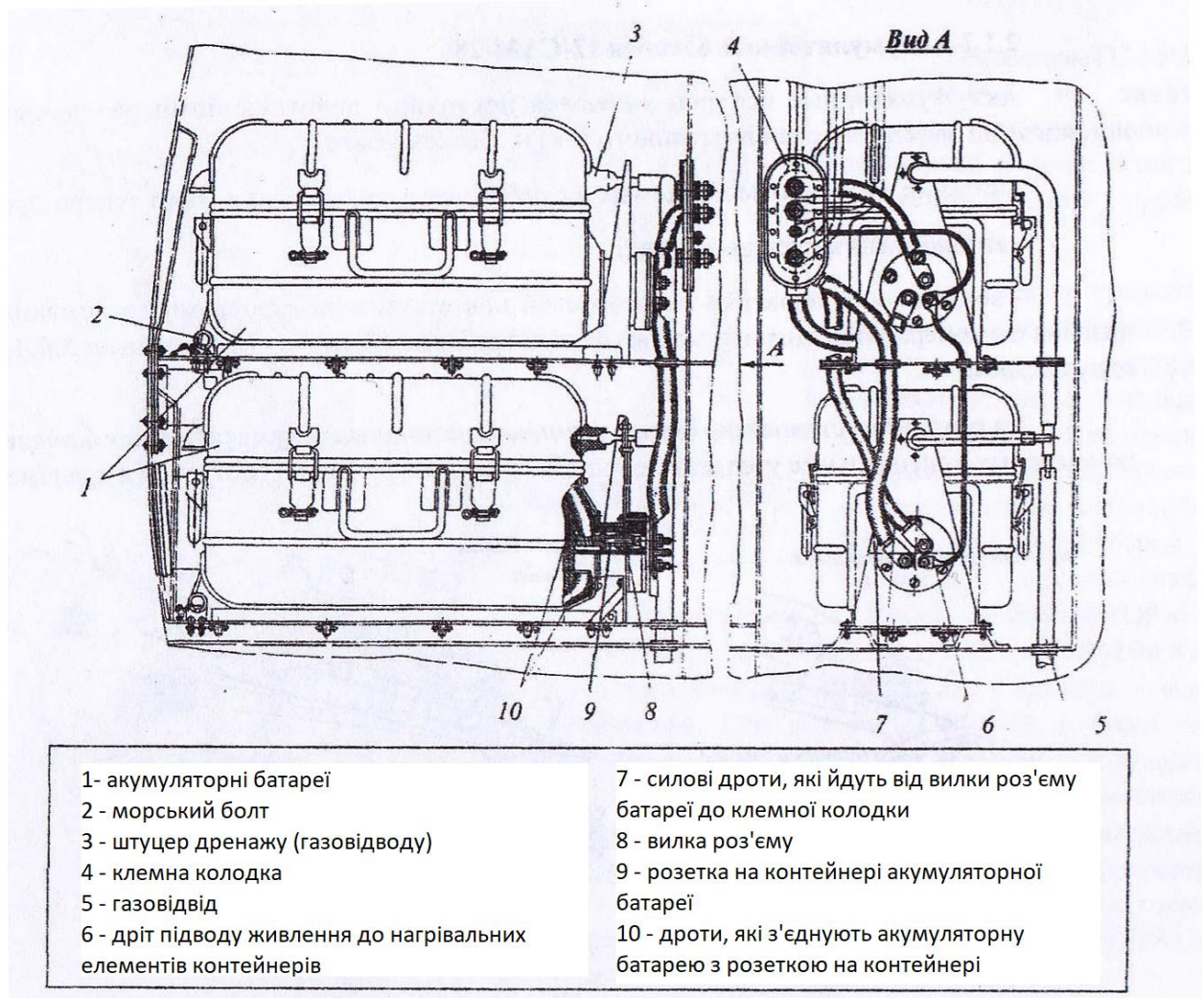


Розміщення акумуляторів на ВС

Чотири акумуляторних батареї встановлені зовні в нішах і закріплені в них морськими болтами. Ніші розташовані з зовнішньої сторони фюзеляжу між шпангоутами № 4н і 5Н, але дві з кожного боку. Дві акумуляторні батареї встановлені в коробах у вантажній кабіні біля стінки шпангоута №1 з правого боку і закріплені морськими болтами. У нішах лівого борту встановлені акумуляторні батареї № 3 і 4, в нішах правого борта - акумуляторні батареї №1 і 6, у вантажній кабіні - акумуляторні батареї №2 і 5. Ніші закриваються кришками, підвішеними на петлях. Кришки замикаються гвинтовими замками.

На вертольотах пасажирського варіанту акумуляторні батареї №2 і 5 розміщуються в коробах, розташованих в пасажирській кабіні по правому борту за перегородкою шпангоута №16.

Для підключення акумуляторних батареї до мережі на правій панелі електропульту пілотів встановлено шість вимикачів ВГ-15К-2С (по одному на кожну акумуляторну батарею). Крім того, на тій же панелі розташований трьохполюсний перемикач ЗППНГ-15К, що має три положення: «АКУМУЛЯТОРИ», «аеродромного живлення» і нейтральне. Залежно від положення перемикача до акумуляторної шини можуть бути підключені акумуляторні батареї або аеродромне джерело живлення. Відмова всіх акумуляторів визначається по загорянню червоного табло «ВІДМОВА акумулятора» (табло буде горіти тільки в разі, якщо включений один або обидва генератора ГС-18МО).



### Основні технічні дані 12СAМ-28

Номінальна напруга	24 В
Максимальна вага	
- з електролітом	28,5 кг
- без електроліту	22,3...23,5 кг
Напруга батареї в кінці останого включення	не нижче 16 В
Ємність батареї при 5-годинному розряді струмом 5,6 А при середній температурі електроліту +25°C (розряд проводиться до напруги 1,7 В на одному із акумуляторів):	
- в період першого півріччя (починаючи з третього розряду)	28 А*год
- в період другого півріччя	23 А*год
- в період другого року	21 А*год
Умови роботи:	
- висотність	17 км
- температура оточуючого повітря	від +50°C до -50°C

Бюлетенем № 2677БУ / БЕ-Г (введений в дію 15.07.99 р) допускається установка на вертольоти МІ-8 лужних акумуляторних батарей F20 / 27H1C-MT або F20 / 27H1C-M1T фірми VARTA. (4 батареї).

Габарити і роз'єм батареї F20 / 27H1C-MT такі, що батарею можна встановити без проміжного контейнера в відповідний вертолітний відсік.

Технічне обслуговування батарей фірми VARTA включає: введення в експлуатацію; 1 раз в 3 місяці підзаряд; 1 раз на рік контроль електричних параметрів.

Для заряду батарей можна використовувати стандартне обладнання. Обслуговування лужних батарей слід проводити в приміщенні, в якому не обслуговуються кислотні батареї

Основні технічні дані F20 / 27H1C-MT (MIT) (VARTA)

Кількість акумуляторів в батареї.....	20
Номинальна ємність.....	20A * год
Номинальна напруга .....	24 В
Номинальний струм 1 годинного режиму розряду (I)	27 А
<u>Фактична ємність в процесі експлуатації</u>	<u>більше 80% ємності</u>
<u>Ємність після 20 діб зберігання</u>	
<u>при нормальній температурі ....</u>	<u>Проте 24,3 А * ч</u>
<u>Струм допустимої стартової навантаження</u>	<u>1550 А</u>
<u>Струм допустимої тривалої навантаження</u>	<u>500 А</u>
Номинальний струм заряду (0,2 * /) .....	5,4 А
Струм прискореного заряду (I) .....	27А
електроліт розчин гідроксиду калію ЛІ? 9, щільність 1,25 ... 1,3 кг/л	
Умови роботи:	
- висотність.....	25 км
- <u>температура:</u>	
- <u>зі збереженням працездатності</u>	<u>-40. .. + 71 ° С</u>
- <u>забезпечення оптимальних пускових і зарядно-розрядних характеристик</u> .....	<u>-18 ... + 50 ° С</u>

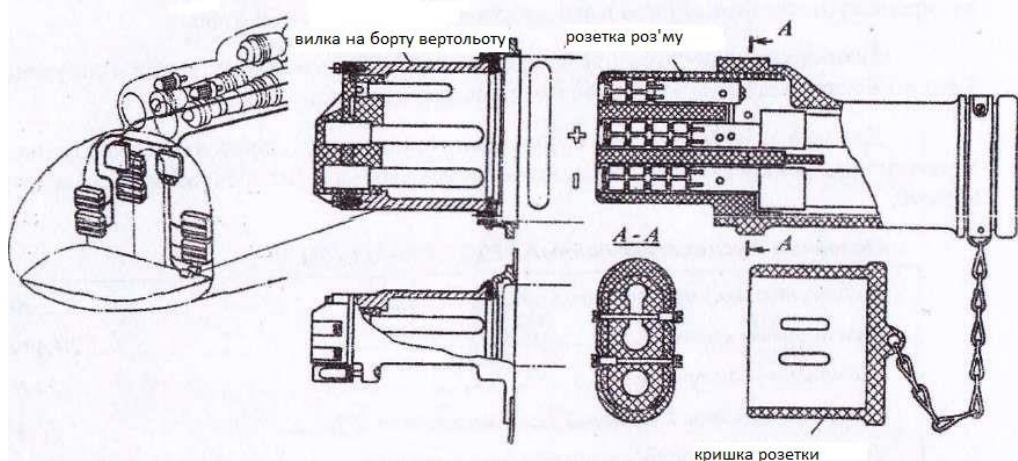
Можлива також установка на вертоліт нікель-кадмієвих батарей 20НКБН-25. (4 батареї).

### **Штепсельні роз'єми ШРАП-500К**

Для підключення аеродромного джерела живлення постійного струму до бортової мережі вертольота для запуску двигунів і перевірки споживачів при

непрацюючих двигунах на лівому борту фюзеляжу між шпангоутами № 4н і 5н встановлені дві вилки штепсельних роз'ємів аеродромного харчування ШРАП-500К.

При підключенні до бортової мережі вертольота аеродромного джерела типу АПА передній по польоту роз'єм (№1) служить для підключення генератора аеродромного джерела, задній (№2) - для підключення аеродромних акумуляторів.



Розміщення АПА на ВС

Вилка ШРАП-500К має три штирі, що забезпечують з'єднання з розеткою тільки в одному певному положенні. Два штирі є силовими, а третій (короткий) служить для керування включенням аеродромного джерела живлення.

Аеродромне джерело живлення підключається до бортової мережі за допомогою перемикача ЗППНГ-15К «аеродромне живлення- акумулятор» на панелі електропульт пілотів при перемиканні його в положення «аеродромне живлення».

Для виключення можливого підключення до бортової мережі аеродромних джерел з зворотною полярністю в ланцюгах їх управління передбачений блокувальний реле.

При підключеному аеродромному джерелі неможливо підключити до бортової мережі генератори ГС-18МО через наявність системи блокування в колах керування реле ДМР-600Т.

### **Регулюючі пристрої джерел постійного струму**

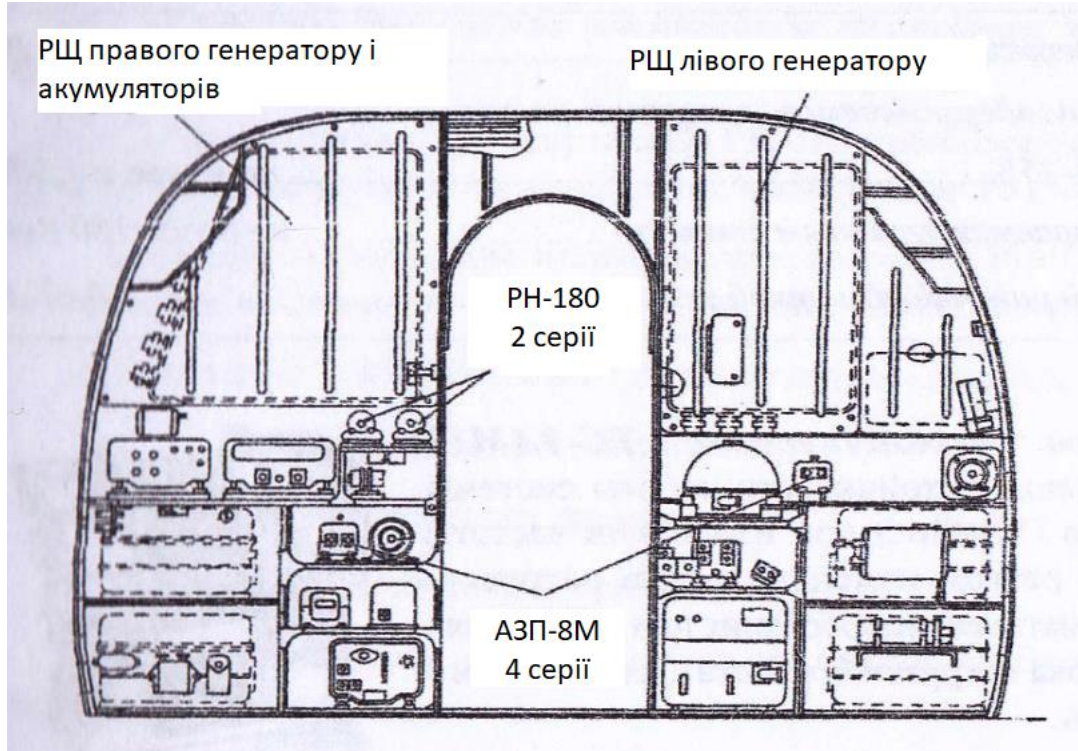
Нормальну роботу джерел постійного струму забезпечують регулювальні пристрої:

- два регулятора напруги РН-180 2-й серії з трансформаторами ТС-9АМ12 і виносними опорами ВС-25Б;
- два диференційно-мінімальних реле ДМР-600Т 2-й серії;



- два автомати захисту мережі постійного струму від аварійного підвищення напруги АЗП-8М 4-й серії (АЗП-8М 6-ї серії, АЗП-А2).

РН-180 встановлені на правій етажерці в кабіні пілотів, ВС-25Б - на правій панелі електропульт пілотів, ТС-9АМ12 - в РЩ генераторів, АЗП-8М - на правій і лівій етажерках, ДМР-600Т - в РЩ генераторів.

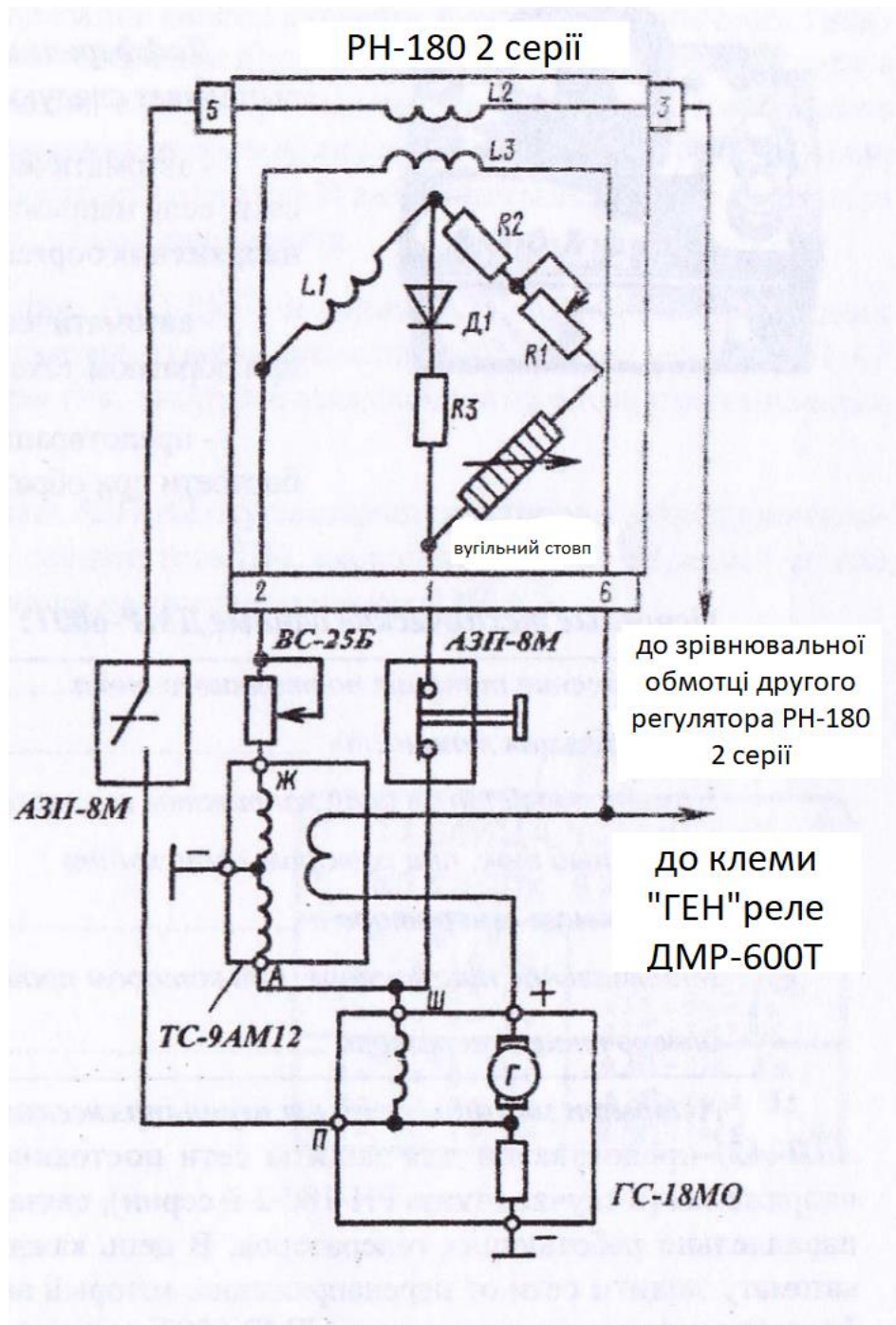


Розміщення розподільних коробок

Вугільний регулятор напруги РН-180 2-й серії служить для автоматичної підтримки постійного заданого напруги на затискачах генератора при зміні швидкості обертання якоря генератора в діапазоні робочих оборотів і при зміні навантаження.

Регулятор – електромагнітний, реостатного типу сплавним зміною опору вугільного стовпа, включеного послідовно з обмоткою збудження генератора.





### Принципова схема РН-180

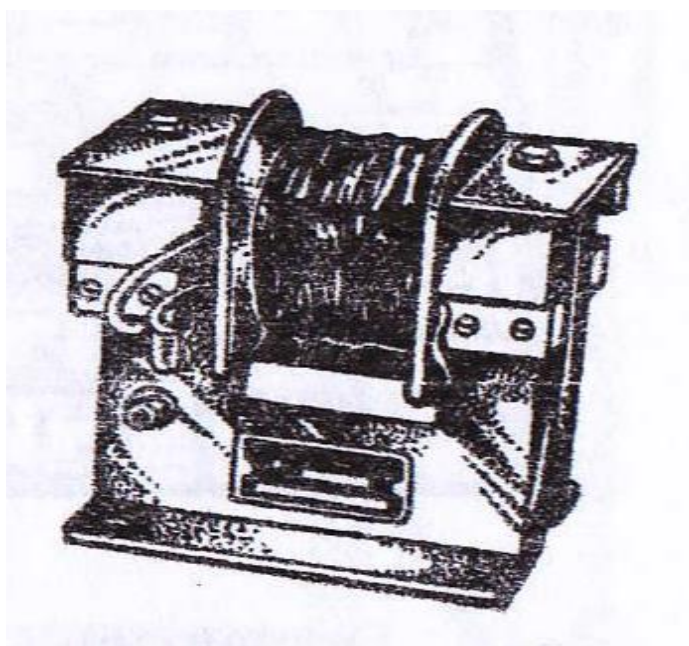
Регулювання напруги здійснюється шляхом зміни опору в ланцюзі обмотки збудження, в результаті чого струм збудження генератора збільшується (або зменшується) і напруга генератора зростає (або знижується) до заданого рівня. Регулятор напруги працює в комплекті з трансформатором ТС-9АМ12 і виносним опором ВС-25Б.

### Основні технічні дані РН-180 2-й серії:

Номінальна підтримувана напруга .....	28,5 В
Зміна рівня підтримуваної напруги виносним	

*опором ВС-25Б ..... не меньше 1,5 В±*  
*Потужність, що розсіюється вугільним стовпом ..... не більше 180 Вт*  
*Струм, споживаний робочої обмоткою регулятора ..... 0,87 А*

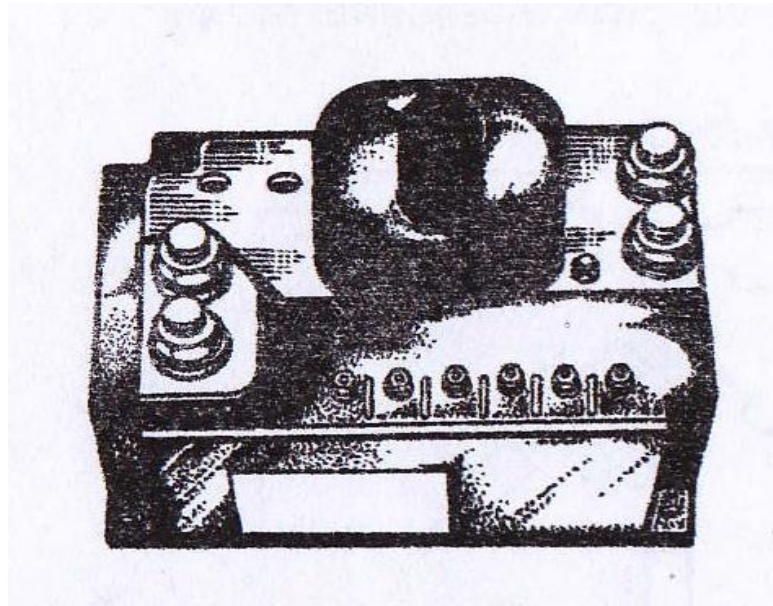
Трансформатори стійкості ТС-9АМ12 призначені для підвищення стійкості роботи системи регулювання генераторів ГС-18МО при зміні частоти обертання приводу і при різкій зміні струму навантаження. Трансформатори гасять автоматичні коливання при коливаннях напруги генератора і струму навантаження бортсети. Струм холостого ходу трансформатора - 0,4 А



Трансформатор ТС-9АМ12

*Диференційно-мінімальне реле ДМР-600Т виконує наступні функції:*

- автоматично підключає генератор до бортової мережі, якщо напруга на його затискачах на 0,2 ... 1 У більше напруги бортмережі;
- автоматично відключає генератор від бортмережі при зворотному струмі 25 ... 50 А;
- запобігає встановленню генератора до бортмережі при зворотній полярності.



ДМР-600Т

Основні технічні дані ДМР-600Т:

Напруга живлення постійного струму .....	25 ... 30 В
Споживана потужність .....	25 Вт
Номінальний струм в ланцюзі контактів силового контактора .....	.600 А
Зворотний струм, при якому відбувається відключення генератора .....	25 ... 50 А
Мінімальна напруга, при якому відбувається відключення генератора .....	8 В

*Автомат захисту мережі від перенапруги АЗП-8М 4-й серії (АЗП-8М 6 серії, АЗП-А2 ) призначений для захисту мережі постійного струму від аварійного підвищення напруги (в разі відмови РН-180 2-й серії), пов'язаного з перепорушенням будь-якого з паралельно працюючих генераторів. У ланцюг кожного генератора включено по одному автомату захисту мережі від перенапруги, який автоматично відключає генератор від бортсети через силові контакти ДМР-600Т при досягненні напруги  $(31,5 \pm 0,5)$  В.*

*Причиною підвищення напруги генератора є його перезбудження, що виникає через:*

- відмови регулятора напруги РН-180 (найбільш характерні відмови регулятора: обрив нею робочої обмотки або спікання шайб вугільного стовпа);
- різкої зміни навантаження генератора ГС-18МО в перехідних режимах (як правило, при виключенні потужних споживачів електроенергії).

**АВТОМАТ АЗП-8М** складається з наступних основних елементів:

- орган вимірювання напруги;
- орган затримки часу;
- виконавчий орган - контактор.

Орган затримки часу усуває помилкове спрацювання при короткочасному підвищенні напруги.

Виконавчий орган - контактор призначений для включення і виключення ланцюга збудження генератора і для сигналізації роботи автомата. Контактор кнопкового типу -нажímной. Для повторного включення генератора в мережу необхідно натиснути кнопку повернення на автоматі (кнопку «ВКЛ» на кришці автомата). Дозволяється включення автомата захисту в польоті після його спрацювання тільки один раз. При повторному спрацюванні автомата необхідно вимкнути відмовив генератор. Надалі включення генератора дозволяється тільки після посадки і усунення дефекту.

Автомати АЗП-8М 4-й серії, АЗП-8М 6-ї серії, АЗП-А2 за схемою зовнішніх з'єднань і точкам кріплення однакові, тільки в автоматах АЗП-8М 6-ї серії і АЗП-А2 відсутні гумові амортизатори (тому що електрична схема цих автоматів виконана на транзисторах).

Взаємозамінність автомата АЗП-А2 здійснюється установкою підприємством-споживачем клемних колодок в соединителе Ш4, розташованому на передній стінці автомата, згідно з таблицею, вміщеній на кришці автомата АЗП-А2.

### **3. Система енергетики постійного струм вертольоту Мі-8МТВ**

Вторинна система постійного струму і резервні джерела постійного струму з розподільними шинами, комутаційною і захисною апаратурою, апаратурою управління і сигналізації утворюють систему постійного струму, яка призначена для живлення устаткування вертольота постійним струмом напругою 27 В.

Джерелами електроенергії в системі постійного струму є:

- три випрямних пристрої ВУ-6А;
- дві акумуляторні батареї 12САМ-28;
- стартер-генератор СТГ-3 двигуна АІ-9В.

#### *Випрямні пристрої ВУ-6А*

Випрямні пристрої ВУ-6А призначені для перетворення трифазного змінного струму напругою 204 В 400 Гц в постійний струм напругою 27 В. Випрямні пристрої встановлені в кабіні екіпажу на правій етажерці.

### Регулятор напруги РН-120у

Регулятор напруги РН-120у призначений для автоматичної підтримки в заданих межах напруги, що виробляється стартер-генератором СТГ-3. Регулятор напруги встановлено в радіовідсіку на лівому борту між шпангоутами №№ 19 і 20.

### Автомат захисту АЗП-8М

Автомат захисту мережі АЗП-8М призначений для захисту мережі постійного струму від аварійного підвищення напруги, пов'язаного з перепорушенням стартер-генератора СТГ-3. Автомат захисту АЗП-8М встановлений в радіовідсіку на лівому борту між шпангоутами №№ 19 і 20.

Зверху на кожусі автомата АЗП-8М є кнопка включення. Нормальне положення кнопки - нажатє

### Стартер-генератор СТГ-3

Стартер-генератор СТГ-3 двигуна АІ-9В призначений:

- при роботі в стартерном режимі для запуску двигуна АІ-9В;
- при роботі в генераторному режимі протягом 30 хв для живлення борт мережі вертольота постійним струмом спільно з акумуляторними батареями для завершення аварійного польоту або на землі (при неаеродромному базуванні).

### Акумуляторні батареї 12САМ-28

Акумуляторні батареї 12САМ-28 призначені для:

- автономного запуску двигуна АІ-9В;
- живлення життєво важливих споживачів при відмові первинної і вторинних систем електропостачання.

Акумуляторні батареї встановлюються в двох нішах, розташованих одна над іншою на лівому борту, з зовнішньої сторони фюзеляжу, між шпангоутами №№ 4Н і 5Н.



### Акумуляторні батареї 12САМ-28



#### **Акумуляторні батареї 12САМ-28**

відносяться до хімічних джерел струму. Кожна акумуляторна батарея складається з 12 послідовно з'єднаних елементів, що дозволяє мати на клеммах акумуляторної батареї номінальну напругу 24 В.

Акумуляторні батареї є постійно діючими резервними джерелами електроенергії постійного струму і забезпечують:

- живлення життєво необхідних споживачів в разі відмови первинної і вторинної систем електропостачання;
- автономний запуск двигуна АІ-9В.

На вертольоті встановлюються дві акумуляторні батареї 12САМ-28 в спеціальних контейнерах.

#### Основні технічні дані

Номінальна напруга	24 В
Ємність	28 А * год
Сила струму при тривалому (п'ятигодинному) режимі розряду	5,6 А
Максимально допустимий розрядний струм	750 А
Маса батареї з електролітом	28,5 кг

#### Контейнер акумуляторної батареї 12САМ-28



Контейнер акумуляторної батареї обігрівається металевий ящик, кришка якого замикається замками. На стінці контейнера укріплена розетка живлення і штуцер дренажу (газоотвода). При установці контейнера в нішу до упору штуцер дренажу і розетка

аккумуляторної батареї автоматично з'єднуються за газовідводом і виделкою бортової мережі вертольота.

Внутрішня поверхня контейнера має теплоізоляцію. По стінах контейнера вмонтовані чотири обігрівальних елемента з ніхромового дроту.

Система обігріву аккумуляторної батареї включається при температурі зовнішнього повітря - 5 ° С вимикачем «ОБІГРІВ аккумулятор.», Розташованим на лівому електрощитку, при непрацюючому обігрівачі КО-50.

### **Управління системою постійного струму вертольота Мі-8МТВ**

Управління системою постійного струму здійснюється з правої бічної панелі електропульт пілотів.

Система постійного струму включається при підключеному до борту наземному джерелі змінного струму після включення в роботу системи змінного струму, при цьому автомати захисту випрямних пристроїв в лівому і правому РК повинні бути включені.

Вимикачі аккумуляторів «аккумулятор І» і «аккумулятор ІІ» необхідно встановити в положення «ВКЛ», при цьому загоряються табло «включити випрямляч І», «включити випрямляч ІІ», «включити випрямляч ІІІ». Після цього вимикачі випрямних пристроїв «ВИПРЯМЛЯЧІ І», «ВИПРЯМЛЯЧІ ІІ» і «ВИПРЯМЛЯЧІ ІІІ» встановлюються в положення «ВКЛ». Табло «включити випрямляч І», «включити випрямляч ІІ» і «включити випрямляч ІІІ» повинні згаснути. Це свідчить про підключення випрямних пристроїв до мережі.

Перевірка обладнання повинно проводитися від наземних джерел постійного або змінного струму. При відсутності наземних джерел (неаеродромне базування вертольота) перевірка обладнання проводиться від стартер-генератора СТГ-3 двигуна АІ-9В.

Перед включенням стартер-генератора СТГ-3 необхідно провести запуск двигуна АІ-9В і після виходу його на нормальні обороти встановити вимикач «Резервний генератор» в положення «ВКЛ». При цьому спрацьовує комплексний апарат ДМР-200Д і підключає СТГ-3 до аккумуляторної шини.

Для перевірки обладнання від СТГ-3 включається вимикач «ПЕРЕВІРКА обладнають», загоряється табло з червоним світлофільтром «перевірити обладнають» і шина ВУ з'єднується з аккумуляторної шиною.

**УВАГА: Через обмежену ПОТУЖНОСТІ (3 кВт) СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРА СТГ-3 ПЕРЕВІРКУ ОБЛАДНАННЯ ПРОВОДИТЬ ПО ЧЕРЗІ.**

Після перевірки обладнання необхідно вимкнути вимикачі «Резервний генератор» і «ПЕРЕВІРКА ОБЛАДНАННЯ», вимкнути двигун АІ-9В і вимкнути аккумуляторні батареї.

Напруга акумуляторних батарей контролюється до їх підключення до бортмережі при установці галетного перемикача в положення «акумулятор І» і «акумулятор ІІ».

Напруга на шині ВУ контролюється після включення випрямних пристроїв при установці галетного перемикача в положення «ШИНИ випрямися».

Напруга на акумуляторній шині контролюється після підключення акумуляторів до бортмережі при установці галетного перемикача в положення «ШИНИ АКК».

Напруга резервного генератора контролюється до його підключення до бортсети при установці галетного перемикача в положення «Резер ГЕН».

Подрегулювання напруги резервного генератора проводиться опором ВС-25ТВ «регулюється напружені».

Контроль струмів здійснюється амперметрами А-1 при підключенні навантаження до шин системи. Середнє навантаження на кожне випрямний пристрій становить 35 ... 50А. Максимальне навантаження (складні метеоумови, працює ПОС) на кожен пристрій - не більше 90А. Струм навантаження резервного генератора не повинен перевищувати 100А.

На вертольотах випуску з травня 1984 році введена сигналізація відмови апарату ДМР-200Д. Сигналізація несправності в ланцюзі харчування акумуляторної шини (відмова апарату ДМР-200Д) призначена для своєчасного виявлення екіпажем в польоті моменту переходу живлення споживачів від генераторів на акумулятори. Несправність в ланцюзі живлення акумуляторної шини визначається по загоряння червоного табло «МЕРЕЖА ПІТ ВІД акумулятором», розташованого на лівій панелі приладів у кабіні пілотів. Для виключення розрядки акумуляторів в польоті (в разі несправності в ланцюзі живлення акумуляторної шини) передбачено примусове підключення акумуляторної шини до шини ВУ за допомогою вимикача «МЕРЕЖА НА ВУ», розташованого на центральному пульті пілотів.

#### **4. Система енергетики постійного струм вертольоти Мі-26**

Ця система призначена для живлення споживачів постійним струмом. Система складається з двох незалежних каналів. Кожен канал має випрямний пристрій ВУ-6Б, акумуляторну батарею 20НКБН-40, акумуляторні шини, шину випрямного пристрою. До акумуляторним шинам підключені споживачі першої категорії, до шин випрямних пристроїв - всі інші споживачі постійного струму.



При нормальній роботі кожне ВУ живиться від свого генератора, а при необхідності обидва випрямні пристрої можуть живитися від одного генератора ГТ-120ПЧ6А, або від генератора ГТ-40ПЧ6 на ВСУ, або від аеродромного джерела змінного струму ШРАП-400-3ф. При включенні будь-якого з перерахованих вище джерел змінного струму обидва випрямні пристрої включаються в роботу.

При відмові одного ВУ відбувається автоматичне з'єднання шин обох каналів для живлення всіх споживачів постійного струму від працюючого ВУ.

При відмові дуг ВУ під напругою будуть тільки споживачі, підключені до акумуляторних шинам.

При необхідності всі акумуляторні шини і шини ВУ обох каналів можуть з'єднуватися між собою за допомогою вимикача «МЕРЕЖА НА акумулятором.» тільки на землі.

**Випрямні пристрої - ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ!**

**АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ - АВАРІЙНІ ДЖЕРЕЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ!**

**ДОПОМІЖНА СИСТЕМА** - це система трифазного змінного струму з номінальною напругою 200/115 В. Джерело цієї системи - трифазний генератор змінного струму ГТ-40ПЧ6, встановлений на допоміжній силовій установці.

Ця система служить для живлення всіх споживачів змінним струмом і через ВУ постійним струмом, крім ПОС НВ і РМ. Система використовується на землі при відсутності аеродромних джерел, при непрацюючих двигунах, а також в польоті при відмові двох генераторів первинної системи.

На вертольоті передбачена можливість підключення аеродромного джерела трифазного змінного струму напругою 200 В за допомогою штепсельного роз'єму ШРАП-400-3ф

На вертольотах з генераторами ГТ-90СЧ6 передбачена можливість підключення аеродромного джерела постійного струму (крім змінного) за допомогою штепсельного роз'єму ШРАП-500К.

Джерело постійного струму - до шини акумулятора І, при цьому обидва канали системи постійного струму об'єднуються.

#### **Основні технічні дані**

Випрямний пристрій ВУ-6Б:

- вхідна напруга  $\sim U_3 = 200 \text{ В}$ .
- споживаний струм  $\sim I = 20 \text{ А}$ .
- вихідна напруга  $U = 27 \text{ В} \pm 10\%$ .
- номінальний струм навантаження  $I = 200 \text{ А}$ .

Акумуляторна батарея 20НКБН-40:

- ЕРС  $E = 25,5-26$  В.
- мінімальна напруга під навантаженням - не менше 24 В
- ємність - 40 А / год.

## 5. Система енергетики постійного струм вертольоту Ка-32

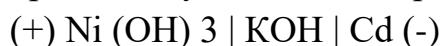
Система постійного струму  $U = 27$ В.

Отримує живлення від первинної СЕС через випрямні пристрої ВУ6Б (2шт.). Резервними джерелами є дві акумуляторні батареї 20НКБН-25.

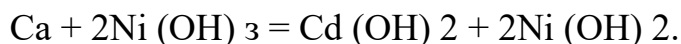
### Кадмієво -нікелеві акумулятори

Принцип дії пристрою. Активною Речовини негативного електрода кадмієво -нікелевого акумулятора є губчастий металевий кадмій. Активна речовина позитивного електрода складається з суміші оксидів и гідратів окислів нікелю з переважанням гідрату окису трівалентного нікелю  $Ni(OH)_3$ . Електролітом є водний розчин їдкого калію КОН Густина 1,18-1,4 г / см<sup>3</sup>.

Електрохімічна система кадмієво -нікелевого акумулятора согласно найпростішим уявленням зображується Наступний чином:



У кадмієво- нікелевому акумуляторі використовується окислювально-відновна реакція между кадмієм и гідрату окису нікелю:



Обидвоє електроди є практично нерозчинними, тобто продукти розпаду не перехідного в розчин, а залишаються на електроди. Загальний склад електроліту в акумуляторі залишається постійним, однак концентрація його при розряді знижується у негативного електрода и підвищується у позитивного. При заряді відбувається зворотній процес.

Акумулятор складається з блоку позитивних и негативних пластин, розділених сепараторами . Негативних пластин на одну более, и смороду розташовуються скраю. Одноіменні пластини з'єднуються между собою с помощью містка, что має вівідній Борн.

Пластини електродів виготовляють таким чином. Порошкоподібна маса нікелю напесовується на сталеві решіткі. Пластіна має велику Кількість пір - до 80%. Пори Заповнюють активно Речовини негативні пластини просочуються солями кадмію, а Позитивні - солями нікелю.

Сепаратором позитивної пластини служити капронові мішечок, а негативною - мішечок з лужностійкого паперу, тобто сепаратор є двошарова. Судини

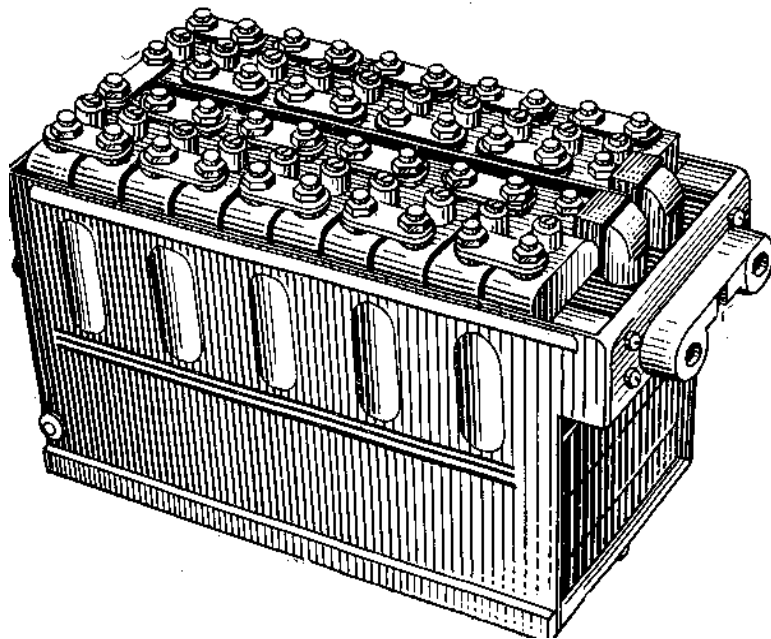
авіаційних акумуляторів зроблені з поліамідної смоли. Акумулятори закриваються пробками з клапаном. Для Деяк об'єктів Використовують герметичні кадмієво -нікелеві акумулятори (без пробок).

На літальних апаратах застосовуються кадмієво -нікелеві акумуляторні батареї 20 - КНБН -25 и 20 - КНБН -40. Перші цифра в позначенні вказують число акумуляторів у батареї, з'єднаних послідовно, літери «КНБН» розшифровуються як кадмієво -нікелева безламельних намазні, останні Цифри вказують номінальну Ємність.

Корпус акумуляторної батареї сталевий. В одному корпусі розміщуються всі 20 акумуляторів. Один від одного и від корпусу акумулятори ізолюються плівкою з вінілпласту и спеціальною ґрунтовкою.

Електричні характеристики.Е.Д.С. свіжозаряжених акумуляторів приблизно дорівнює 1,45 В. Протягом декількох діб после кінця заряду відбувається падіння Є.Д.С. до стійкого значення 1,36 В. Від концентрації и температури електроліту Є.Д.С. практично не покладу.

Внутрішній опір кадмієво- нікелевіх акумуляторів безламельних конструкції, застосовуваного на літальних апаратах, порівнянно з внутрішнім опором свинцево акумуляторів такої ж ємності.Тому їх можна розряджати більшими стартерними струмами.



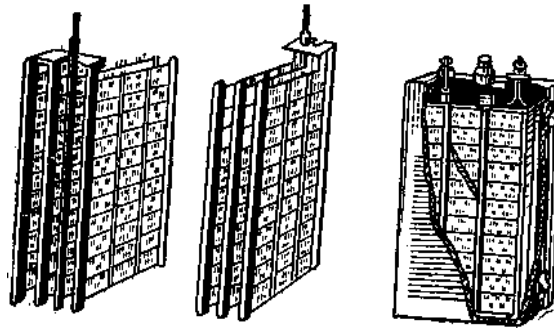
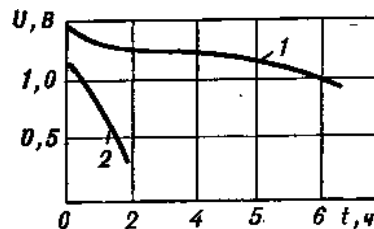


Рисунок - Пристрій кадмієво -нікелевого акумулятора й батареї

Напруга акумулятора із збільшенням розрядного струму і з пониженням температури зменшується (рис. 7). Це обумовлено впливом внутрішнього опору акумулятора.

Заряд акумулятора зазвичай проводиться при постійній силі струму до напруги не вище 1,48 В. Зарядна напруга змінюється незначно. Акумуляторна батарея повністю може заряджатися від бортової напруги 28,5 В.

Ємність акумулятора, так само як і свинцевого акумулятора, покладах від кількості активних речовини, конструкції (товщина і площі пластин), температури. Особливістю кадмієво-нікелевих акумуляторів є те, що їх ємність менше залежить від розрядного струму.



Зміна напруги розряду акумулятора при температурі 20 °C:

1 - восьмигодинний режим; 2 - одногодинної режим.

Витрати активних Речовини на 1 А \* год дорівнює:

Ni (OH) 3 - 4,09 г;

Cd - 2,10 м.

У з его - 6,19 м

Залежність ємності від температури визначається за тією ж формулою, що і для кислотного акумулятора, но значення коефіцієнта в інтервалі температур від -5 до +20 °C одне 0,0034, а для температур нижчих -5 °C - 0,007 А • год / °

Відновлення ємності на борту літака у кадмієво-нікелевій батареї відбувається швидше, чем у кислотній. При позитивній температурі за годину польоти 2-2,5 рік Ємність акумуляторної батареї відновлюється Повністю від

бортової мережі напругою 28,5 В, якщо перед вильотом був проведений запуск від бортової батареї та її ємність становила 45-60% номінальної.

Самозаряд не перевищує 15% в перший місяць зберігання, а далі він зменшується.

Термін служби кадмієво-нікелевих акумуляторів досягає декількох сот циклів.

Система має наступні розподільні шини:

- шина лівого ВУ (ЦРУ-3);
- шина правого ВУ (ЦРУ-4);
- акумуляторная шина (РУ-3, РУ-4, РУ-6, РУ-7, РУ-8, РУ-9, РУ-10).

При нормальній роботі СЕС ВУ-6Б працюють паралельно, а також живлять акумуляторні шини. При відмові одного ВУ-6Б вся СЕС постійного струму перейде на роботу від справного ВУ-6Б. При відмові первинної СЕС або двох ВУ-6Б акумуляторні батареї будуть живити тільки споживачі першої категорії постійного струму.

Для підключення аеродромного джерела постійного струму до бортмережі на борту вертольота встановлена розетка ШРАП-500К. При його підключенні будуть записані всі розподільні шини, СЕС постійного струму, а значить і всі їхні споживачі.

Необхідно пам'ятати, що при підключенні її аеродромного джерела до бортмережі, однотипні джерела на вертольоті блокуються автоматично.

Контроль джерел СЕС здійснюється за такими приладами на приладовій дошці:

- амперметр АФ-1-150 (струм в фазах генераторів);
- вольтметр ВФ 0.4-150 (напруга в первинній системі електропостачання);
- амперметр А-2 (струм в системі постійного струму);
- вольтметр В-1 (напруга в системі постійного струму).

Крім приладів є ряд сигнальних табло на приладовій дошці.

### **ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ДАНІ ДЖЕРЕЛ**

Акумуляторні батареї 20НКБН-25:

- ЕРС - 25 В
- номінальна напруга - 27 В
- ємність - 25 А \* год

Випрямляч ВУ-6Б:

- вихідна напруга - 27 В
- номінальний струм навантаження - 200 А
- вихідна потужність - 6 кВт
- вихідна напруга - 200 В
- споживаний струм - 20 А