

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни

**«Електропостачання повітряних суден
та безпілотних літальних апаратів»**

вибіркових компонент

освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

**за темою № 3 – Система електропостачання
змінного однофазного струму**

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.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», к.т.н. Шокарьов Д.А.
2. Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, к.т.н., професор Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Система електропостачання змінного однофазного струму.
2. Генератор однофазний.
3. Захист СЕ змінного однофазного струму.

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Харченко В.П. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К.: НАУ, 2013. – 272 с.
2. CAE Oxford Aviation Academy (UK) Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics – 2014.
3. CAE Oxford Aviation Academy (UK) Radio navigation ATPL GROUND TRAINING SERIES – 2014.
4. Introduction to Avionics Systems R.P.G. Collinson BScEng(Hons)., CEng., FIET., FRAeS Formerly Manager of the Flight Automation Research Laboratory of GEC Avionics, Rochester, Kent, UK (now part of BAE Systems) Third Edition -2011. – 547 p.
5. UAV Based Remote Sensing Volume 2. Special Issue Editors: Felipe Gonzalez Toro, Antonios Tsourdos. First Edition 2018. – 406 p.

Допоміжна література:

1. Kenzo Nonami, Farid Kendoul, Satoshi Suzuki, Wei Wang, Daisuke Nakazawa. Autonomous Flying Robots. Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles. Springer 2010. – 348 p.
2. Theory, Design, and Applications of Unmanned Aerial Vehicles. 2017. – 317 p.
3. Unmanned aircraft systems UAVs. Design, development and deployment. Reg Austin aeronautical consultant. 2010. – 365 p.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Avionics>
2. <https://www.geaerospace.com/systems/avionics>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=e9wZstVoP9s>

Текст лекції

1. Система електропостачання змінного однофазного струму

Система електропостачання змінного однофазного струму використовується в комплекті з СЕ постійного струму. Необхідність її застосування виникла в зв'язку з установкою на літаках з турбогвинтовими двигунами системи протизледеніння повітряних гвинтів, для обігріву яких бажано використовувати більш високу напругу, ніж постійний струм напругою 27 В. Як приклад розглянемо енерговузол літака Ан-24 (26). Блок-схема енерговузла змінного однофазного струму цього ВС представлена на рис. 1.

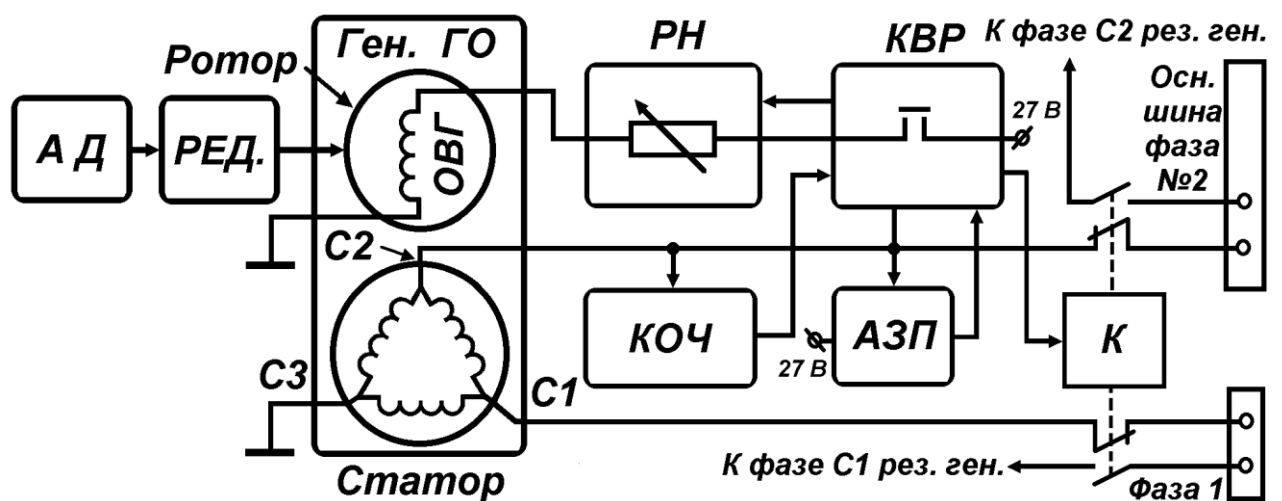


Рисунок 1 - Блок-схема енерговузла змінного однофазного струму

На літаку є два канали генерування електроенергії, по числу генераторів. Паралельна робота не передбачена, тому перший канал (лівого генератора) прийнятий як основний, другий канал (правого генератора) прийнятий як резервний (другий канал аналогічний першому, тому на малюнку не показаний). Авіадвигунів (АТ) через редуктор обертає ротор генератора типу ГО. На роторі знаходиться обмотка збудження, яка отримує енергію від СЕ постійного струму через агрегати РН (регулятор напруги) і КВР (коробка включення і регулювання). Робочі обмотки генератора знаходяться на статорі. Вони з'єднані за схемою "трикутник". Фаза С1 підключена до корпусу ВС і тому він є її провідником. Фаза С2 під'єднується через кон-тактор на централізовану мережу 115 В. Фаза С1 живить трифазні по-споживачів.

Коробка включення і регулювання (КВР) - це комплексний апарат управління і захисту. Він складається з регулюючої і включає частин. Регулююча частина спільно з вугільним регулятором (РН) призначені для підтримки напруги генератора постійним при зміні струму навантаження. Принцип дії РН, що працює з генераторами типу ГО, СГО аналогічний роботі регулятора напруги генератора постійного струму Регулювання напруги

ведеться тільки по фазі С2. Що включає частина призначена для підключення збудження генератора, управління генератором при включенні і відключенні, відключення при відмовах генератора.

Коробка відсічення частоти (КОЧ) призначена для захисту мережі від по-ніженіє частоти. Автомат захисту від перенапруги (АЗП) призначений для захисту мережі від підвищення напруги. При підвищенні напруги і зниженні частоти понад встановлених меж захисні автомати через КВР-2 і контактор відключають перший канал, при цьому другий канал підключається на мережу автоматично. На літаках Ан-24 (26) перемикання з другого каналу на справний перший ручне.

2. Генератор однофазний

Генератор однофазний має циліндричну форму, в передній частині знаходиться фланець, за який генератор кріпиться до картера АТ. У задній частині знаходиться патрубок для підведення повітря, який надходить від повітрязбірника (див. Рис. 2).

Генератор має гнучкий вал. Обмотки збудження знаходиться на роторі, у вигляді трьох пар полюсів. Струм на ротор підводиться за допомогою двох струмознімальних кілець і щіток. Робоча обмотка знаходиться на статорі і виконана за трифазною схемою, з'єднаної в "трикутник", хоча генератор названий однофазним. Однофазну напругу знімається з обмотки С3 - С2, виконаної товстим проводом, і підводиться до всіх споживачів змінного однофазного струму напругою 115 В. Потужність цієї основної обмотки 16 кВА, тому завдяки їй генератор і отримав назву однофазного. А між фазами С1 - С2 і С1 - С3 намотані дві обмотки тонким дротом і потужність їх тільки 850 ВА. На літаках Ан-24 (26) є два споживача, які споживають трифазну потужність генератора, це кермові машини автопілота і резервний трансформатор трифазного струму 36 В.

У генератори останньої серії впроваджений електромагнітний расцепитель, встановлений з боку патрубку. Він призначений для механічного від'єднання генератора від авіадвигуна при виході з роботи підшипників і відповідно великих биття полого валу. При цьому спрацьовує мікрровимикач, встановлений близько до полуму валу і подає напругу на електромагніт, який втягує в себе гнучкий вал і від'єднує його від редуктора авіадвигуна.

Приклад маркування генератора Г0-16ПЧ8РМ:

Г - генератор,

О - однофазний,

16 - 16 кВА,

П - продув (охолодження за допомогою швидкісного напору),

Ч - частота 400 Гц, 8 - 8000 об / хв,

Р з розмикачем,

М- модифікований.

принципом побудови захисту на постійному струмі, тобто захист повинен від-ключать ГО із затримкою за часом і затримка повинна зменшуватися зі збільшенням перенапруги ГО. Захист від підвищення напруги ГО здійснюється автоматом захисту від перенапруги (АЗП). Блок-схема АЗП представлена на рис. 5

Напруга з фази С2 надходить на трансформатор, а з нього через випрямитель V2 на вимірювальну схему. Вимірювальна схема-це бруківка схема, в одне плече якої включений стабілітрон V3. Схема забезпечує узгодження входу МУ з виходом трансформатора. Робоча обмотка МУ включена послідовно з випрямлячем V1 і обмоткою реле P1. МУ працює в релейному режимі, при його відкритті включається реле P1. Реле P1 включається із затримкою за часом.

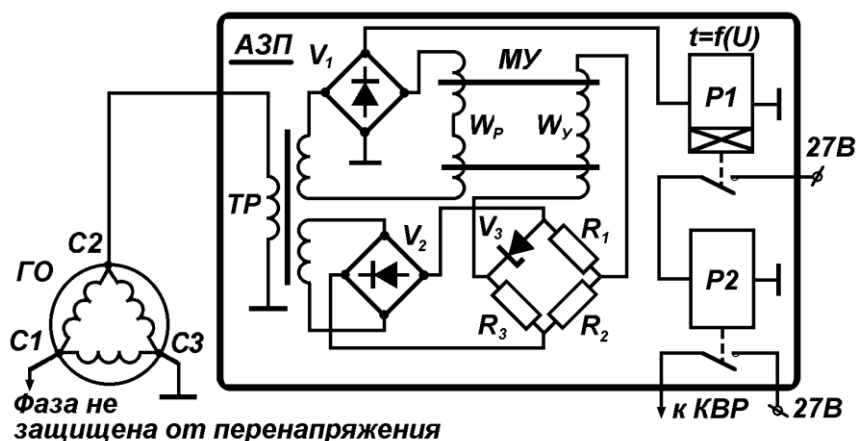


Рисунок 5 - Електрична схема АЗП змінного однофазного струму

При досягненні напруги ГО $126 \div 133$ В, МУ включається і живить реле P1. Реле P1 спрацює з затримкою за часом і включить реле P2, яке включить в КВР-2 реле P5 і саме стане на самоблокування по постійному струму. Реле P5 відключить збудження ГО і ланцюг підключення його НЕ бортсети. Повторне включення ГО воеможно після зняття з блокування реле P2 в АЗП і реле P5 в КВР шляхом виключення живлення вимикачем "Ген.пер.тока".

Захист СЕ змінного однофазного струму від зниження частоти. Зниження частоти небезпечно для споживачів, які мають індуктивний опір. До них відносяться асинхронні двигуни, трансформатори, індуктивні датчики. Зі зниженням частоти їх опір зменшується, а отже струм навантаження зростає. Встановлено мінімальну частота, нижче якої споживачі можуть вийти з ладу, це частота 320 Гц. При зниженні частоти генератора до 320 Гц він повинен відключитися. Захист СЕ генератора ГО-16

від зниження частоти здійснює коробка відсічення частоти (КОЧ). Блок-схема КОЧ представлена на рис. 6.

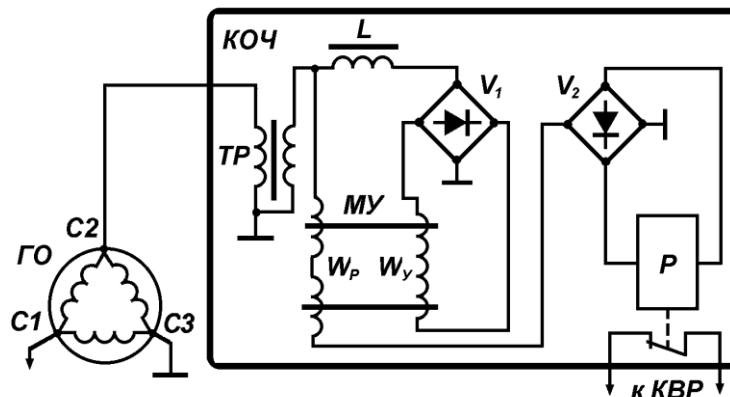


Рисунок 6 - Електрична схема захисту генератора змінного струму від зниження частоти.

Фаза C2 надходить на трансформатор TP. Вторинна обмотка трансформатора підключена до обмотці управління Wy магнітного підсилювача МУ послідовно з дроселем L. Робоча обмотка МУ включена послідовно з обмоткою реле Р. МУ працює в ключовому режимі. При зниженні частоти струм в ланцюзі управління МУ збільшується, тому що індуктивний опір дроселя знижується. МУ відкривається при зниженні частоти до 320 Гц, при цьому підключений до джерела живлення на реле Р, яке своїми контактами в КВР-2 розірве ланцюг живлення реле Р7 і Р6, при цьому виникає збій в ГО від бортсети і загориться лампа "Відмова ген".

Якщо частота генератора почне зростати, то МУ закриється на частоті не більше 350 Гц, а реле Р відключиться і замкне свої контакти. Затримок спрацьовування реле і блокувань в КОЧ немає. Порушення ГО не відключається. На літаку Ан-24 (26) ГО підключається на бортсети після будь-якого відключення натисканням кнопки "Увімкнути. Ген".