

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Основи електропривода»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

***173 Авіоніка
(Авіоніка)***

за темою № 9 – Приклади електроприводів в ПС

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 28.08.2023 № 1.

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

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекцій:

1. Електромагнітні приводи на ПС.
2. Привод постійного струму на ПС.
3. Привод змінного струму на ПС.

Рекомендована література:**Основна література:**

1. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
2. Харченко В.П. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Павленко Т. П. Автоматизований електропривод загальнопромислових механізмів. Конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / Т.П. Павленко, О. В. Донець, О. М. Петренко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 132 с.
4. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics – 2014.

Допоміжна література:

1. 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.
2. Методичні вказівки до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни "Теорія електропривода" (для студентів 3, 4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070203 «Електричний транспорт») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Донець, П. М. Пушков, М. І. Шпіка. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 39 с.

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. Електромагнітні приводи

Електромагнітні механізми широко застосовуються в електрообладнанні сучасних літаків. Вони є невід'ємною частиною різного автоматичних пристроїв і використовуються як в комутаційної апаратури, так і в якості силового приводу.

Електромагнітний привід в ЛА застосовується в тих випадках, коли виконавчий механізм має малий хід або потрібна поворот на невеликий кут і не доводиться долати великих зусиль.

Прикладами застосування електромагнітного приводу є: електромагніти для закриття і для відкриття різних клапанів, електромагніти управління муфтами зчеплення і гальмівними пристроями, електромагніти управління гальмами коліс шасі, електромагніти для управління інтерцепторами і т.д.

Слід зазначити ряд позитивних якостей електромагнітів, внаслідок яких останні знайшли собі широке застосування в електрообладнанні літаків:

1) значні початкові і кінцеві зусилля. при досить великому ході електромагніт може зробити значну механічну роботу;

2) швидкодію магнітів. У більшості випадків час спрацьовування і час відпускання їх складають від 0,02 до 0,1 сек., а при застосування спеціальних конструкцій електромагнітів і схем включення цей час може бути зменшено або, якщо необхідно, збільшено;

3) простота конструкції. Електромагніт з рухомим якорем є найпростішою по конструкції електричної машиною, що не вимагає за собою спеціального догляду;

4) відсутність спеціальних комутуючих пристроїв забезпечує надійність їх роботи і висотність, що дуже важливо для електроустаткування ЛА;

5) малі габарити і вага при значних розвиваються зусиллях.

Недоліками електромагнітів, що застосовуються в якості приводу, слід вважати:

1) обмеженість застосування їх (тільки в разі невеликих поступальних або обертальних переміщень);

2) відсутність регулювання по швидкості руху і ходу;

3) неможливість здійснення реверсування. Сила тяги в найпростішому випадку, коли рух якоря електромагніту відбувається у напрямку силових ліній і поле в робочому повітряному зазорі досить рівномірно, може бути наближено обчислена за формулою Максвелла:

$$F_z = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 S,$$

де F_z - сила тяги в кг;

B - індукція магнітного поля в зазорі в Гс;

S - площа поперечного перерізу зазору в см².

У загальному випадку сила тяги електромагніту дорівнює першій

похідною від запасу електромагнітної енергії електромагніта по переміщенню якоря:

$$F_3 = \frac{dA}{d\delta}.$$

$$A = \frac{1}{2} LI^2,$$

де L - індуктивність обмотки;

I - струм в обмотці;

δ - переміщення якоря.

В електромагнітному приводі електромагніт грає роль найпростішої електричної машини, електричні і динамічні процеси в якій описуються диференціальними рівняннями, аналогічними диференціальних рівнянь, описує явища в електродвигунах постійного струму. Електромагніти є двигунами з невеликим обмеженим поступальним або обертним рухом якоря.

Весь процес руху якоря електромагніту відбувається зазвичай за дуже короткий час. Внаслідок того, що хід якоря обмежений, швидкість його руху не встановлюється, а вся кінетична енергія якоря розсіюється при ударі об стоп (про наголос).

З точки зору загальноприйнятої класифікації режимів роботи двигуна весь цикл роботи електромагніта відбувається за час перехідного процесу. Сталим режимом роботи електромагніту як електродвигуна слід вважати його стан після спрацювання, коли якорь знаходиться в спокої, а електромагніт розвиває статичну силу тяжіння, зумовлену його конструкцією і параметрами.

На відміну від електродвигунів сталий режим роботи електромагніту є режим спокою, а не руху з постійною швидкістю. У електромагніту перехідний режим роботи визначає швидкість їх спрацювання, тобто швидкодія, а усталений режим - кінцеві зусилля, що розвиваються ними.

З точки зору тривалості роботи для електромагнітів характерними є короткочасний і повторно- короткочасний режими роботи.

При проектуванні електромагнітів і реле, а також при необхідності використання вже готових зразків потрібно перш за все з'ясувати, які функції має виконувати даної пристрій і в якій схемі воно буде працювати.

Є цілий ряд областей застосування електромагнітів, де питання швидкодії не грають суттєвої ролі, а важливо лише те, щоб електромагніт забезпечував певні початкові і кінцеві зусилля, необхідні для переміщення і утримання тих чи інших органів. В цьому випадку можна розраховувати електромагніт тільки з точки зору отримання необхідних тягових характеристик при найменшому його вазі і розмірах. Але є ряд областей застосування електромагнітів, де питання їх швидкодії грає велику роль.

Так наприклад:

1. У релейно-контакторних системах автоматичного регулювання і в стежах системах цього типу електромагніти та реле, що застосовуються в них, є нелінійними елементами, вносять в систему запізнювання. Запізнення може

викликати, якщо не вжити відповідних заходів, неприпустимо великі по амплітуді і малі по частоті автоколебання, що роблять систему непрацездатною. Амплітуда автоколебаний буде тим більше, чим більше час спрацьовування електромагніта. Отже, в таких системах необхідно застосовувати швидкодіючі електромагніти і реле.

2. У схемах бомбардувального озброєння застосування електромагнітів і реле накладає обмеження на отримання мінімально можливого інтервалу часу між скиданням бомб. Ця обставина має істотне значення для швидкісних літаків.

3. Використання електромагнітів і реле з великими часом спрацьовування і відпускання в електрифікованих стрілецьких установках може привести до зменшення зони обстрілу зброї або зайвого витрачання боєприпасів. Можна навести ще цілий ряд прикладів, де при застосуванні електромагнітів як привід або в якості комутаційних елементів реле грають роль не тільки тягові зусилля, створювані ними, але і їх тимчасові параметри.

Процес спрацьовування електромагніту можна розбити на два етапу:

1) від моменту включення обмотки до початку руху і 2) руху якоря.

Так як обмотка електромагніту володіє індуктивністю, то після пригоди її до мережі струм в ній поступово починає зростати від нуля (рис. 1). У перші моменти часу струм, а отже, і тягове зусилля електромагніта невеликі і недостатні для того, щоб подолати сили опору. Тому протягом певного проміжку часу, званого часом зрушення t_0 , якір електромагніту залишається нерухомим, а струм в обмотці при $L_1 = \text{const}$ наростає по закону

$$i = I_y \left(1 - e^{-\frac{t}{T_1}} \right),$$

де $I_y = \frac{U}{R}$ - стале значення струму;

$T_1 = \frac{L_1}{R}$ - постійна часу обмотки при відтягнутому якорі.

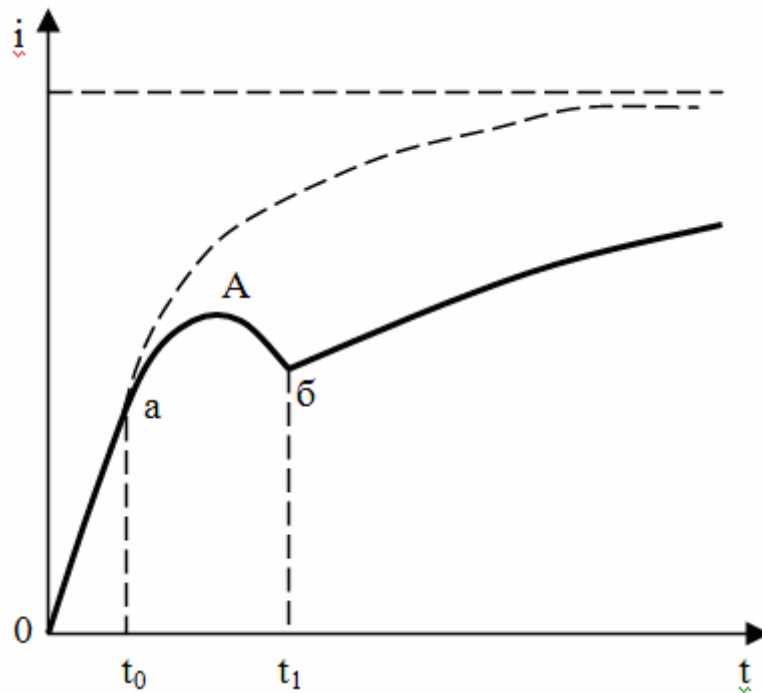


Рисунок 1- Зміна струму в обмотці електромагніта

З плином часу t_0 струм в обмотці електромагніту досягає величини, при якій тягове зусилля починає ставати більше сили опору і якір електромагніта приходить в рух. Під час руху якір електромагніта долає статичні сили опору і динамічні сили, викликані інерцією рухомих мас якоря і виконавчого механізму. Таким чином, час спрацьовування електромагніту складається з часу початку руху $t_{тр} = t_0$ і часу руху витребування $t_d = t_1 - t_0$:

$$t_{сраб.} = t_{тр} + t_d.$$

$$I_{тр} = I_y \left(1 - e^{-\frac{t_{тр}}{T_1}} \right)$$

Вважаючи в рівнянні $i = I_{тр}$ и $t = t_{тр}$ отримують

$$t_{тр} = T_1 \ln \frac{I_y}{I_y - I_{тр}}$$

Звідси

$$t_{тр} = T_1 \ln \frac{k_{тр}}{k_{тр} - 1},$$

або

$$k_{тр} = \frac{I_y}{I_{тр}}.$$

де

Час початку руху тим менше, ніж менше постійна часу T_1 і чим більше коефіцієнт $k_{тр}$. Подання про процес зміни струму під час руху якоря дає рис., де зображена крива наростання струму в обмотці електромагніту. Як видно,

наростання струму до точки а відбувається за законом експоненти. Далі, коли якір починає рухатися, змінюється індуктивність обмотки, наростання струму сповільнюється і починаючи з моменту часу, що відповідає точці А, має місце зменшення струму.

У притягнутому стані якоря електромагніт має індуктивність $L_2 > L_1$, і наростання струму після тяжіння якоря відбувається по інший експоненті з

$$T_2 = \frac{L_2}{R} > T_1.$$

постійною часу
У точці А

$$\frac{di}{dt} = 0, \text{ але е.р.с. } \frac{d}{dt}(L_1, i) = L_1 \frac{di}{dt} + i \frac{dL}{dx} \frac{dx}{dt}$$

не дорівнює нулю, так як при русі якоря магнітна провідність змінюється. Залежно від того, чи швидко повільно рухається якір, ток в кінці руху, в момент часу t (див. рис.) може бути менше або більше струму зрушення.

2. Привід постійного струму.

Електромеханізм типу МП-750ТВ (рис. 2) призначений для дистанційного керування - різними агрегатами та пристроями, що здійснюють зворотно-поступальний рух з номінальною осьовим навантаженням на штоку 7350 Н (750 кгс). Електромеханізм складається з наступних основних елементів:

- електродвигуна постійного струму типу Д-65ТВ;
- редуктора планетарного типу;
- гвинтової кулькової пари;
- блока мікровимикачів типу В601-2-я серія;
- штепсельного роз'єму - 2РТТ32Б10Ш15 (вилка) і 2РТТ32КПН10П5 (розетка).

Технічні дані і умови експлуатації:

1. Напруга живлення $27 \text{ В} \pm 10\%$.
2. Осьове навантаження на шток:
 - а) номінальне (яка допомагає або протидіє) 7350 Н (750 кгс);
 - б) максимальне (яка допомагає або протидіє) 12250 Н (1250 кгс).
3. Швидкість ходу штока:
 - а) при номінальному навантаженні, що не менш 5 мм / с;
 - б) при максимальному навантаженні, що не менш 3,5 мм / с.
4. Струм споживання:
 - а) при номінальній протидії навантаженні на штоку, не більше 7 А;
 - б) при максимальній протидії навантаженні на штоку, що не більше 9,6А.
5. Хід штока $(20 \div 140) \pm 2 \text{ мм}$.

ПРИМІТКА:

- а) Під ходом штока розуміється рух штока в одному напрямку на відстань, обмежену мікровимикачами.

б) По особливому вимогу споживача хід штока може бути встановлений в зазначеному діапазоні з точністю ± 2 мм.

в) при відсутності особливого вимоги підприємство випускає електромеханізми відрегульованими на хід штока 116 ± 1 мм.

г) Після терміну служби штока допускається зміна ходу на холостому ходу до 116 ± 2 мм.

6. Інерційний вибіг штока на холостому ходу при напрузі 27 В не більше 1 мм.

7. Осьовий люфт при знакозмінному навантаженні 98 Н (10 кгс):

а) для нового електромеханізму, не більше 0,3 мм;

б) для механізму, що пройшов термін служби, не більше 0,5 мм.

8. Електромеханізм витримує одноразову розтягувальну і стискає осьову навантаження в випущеному положенні штока 39200 Н (4000 кгс), після чого працездатність його НЕ гарантується.

9. Режим роботи виконавчі електричні - повторно-короткочасний: а) при номінальному навантаженні і напрузі живлення 27 В - випуск штока, перерва 10 с; прибирання штока, перерва 2 хв. таких циклів 6, після чого охолодження не менше 1 год; б) при максимальному навантаженні і напрузі живлення 27 В - випуск штока, перерва 10 с; прибирання штока, перерва 2 хв. таких циклів 2, після чого охолодження не менше 1 ч. 10.

Електромеханізм безвідмовно працює в наступних умовах:

а) при відносній вологості навколишнього середовища 95-100% при температурі $40^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$;

б) при зміні температури навколишнього середовища від плюс 60°C до мінус 60°C .

ПРИМІТКА: виконавчі електричні забезпечує нормальну роботу відповідно до режиму по п. 9 після знаходження його в неробочому стані при температурі навколишнього середовища 80°C - протягом 2 ч і до 100°C - протягом 10 хв при атмосферному тиску $18,62 \pm 1$ мм рт. ст. 11.

В умовах механічних впливів електромеханізм:

а) віброустойчив в діапазоні частот від 10 до 200 Гц і забезпечує безвідмовну роботу, вібропрочен в діапазоні частот від 25 до 200 Гц з амплітудами, відповідними інерційним перевантажень до 3,5 g;

б) витримує без пошкоджень ударну перевантаження з прискоренням 5 g в діапазоні від 40 до 100 ударів в хвилину. Число ударів 10000.

12. Маса, не більше 6,7 кг.

Блок мікровимикачів, призначений для розмикання ланцюга харчування електродвигуна в крайніх положеннях штока і для 180 подачі сигналів крайнього випущеного і крайнього прибраного положень штока. Мікровимикачі 85 і кулачковий вал 25 зібрані на кронштейні 24, який монтується в корпусі 30 виконавчі електричні і кріпиться чотирма гвинтами за припливи корпусу. Зверху блок мікровимикачів закривається кришкою 83. Програмні кулачки 26 і 29 утримуються від проворота на кулачковому валу 25

тарілчастими пружинами 28, які створюють необхідний гальмівний момент. Програмні кулачки 26 і 29 виробляють натискання на кнопки мікровимикачів через підпружинені важелі 84. Система мікровимикачів дозволяє на зібраному виконавчі електричні регулювати хід штока в межах від 20 до 140 мм і подачу сигналу в крайніх положеннях штока.

Для надійної роботи виконавчі електричні необхідно періодично проводити зовнішній огляд, очищати зовнішню поверхню від пилу, бруду; вологи, масла, перевіряти справність кріплення і монтажу виконавчі електричні відповідно до переліку регламентних робіт, які проводяться в терміни регламентних робіт об'єкта.

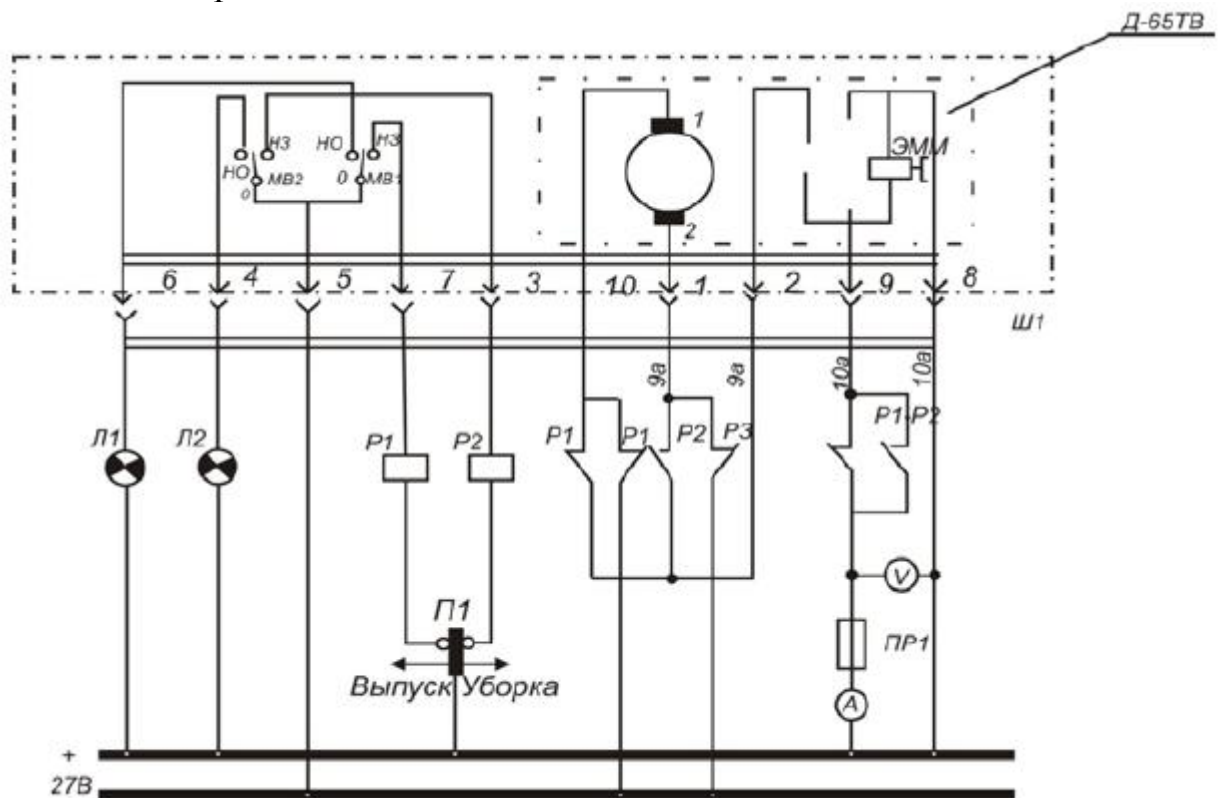


Рисунок 2 - Схема управління електромеханізмом МП-750ТТ

3. Привід змінного струму.

Електропривод обертальний (ЕПШ-8)

1. Електропривод обертальний (надалі електромеханізм) ЕПШ-8П призначений для випуску і прибирання предкрилків як в наземних, так і в льотних умовах.

2. Електромеханізм працює спільно з коробками захисту електродвигунів (КЗД-2-10А-0,5 або КЗД-3) і комутаційної апаратурою, що входить в принципову схему управління електромеханізмом.

3. Електромеханізм призначений для експлуатації на об'єктах з трифазною системою живлення змінного струму та живлення обмоток електромагнітних муфт - по двухпроводній системі постійного струму.

4. Реверсування електромеханізму здійснюється шляхом перемикаання фаз обмоток електродвигунів. При прямому чергуванні фаз джерела живлення і з'єднанні шин мережі А, В, С відповідно з клемми 3, 2, 1 штепсельного роз'єму напрямом обертання ліве (з боку вихідного залу). При з'єднанні шин мережі А, В, С відповідно з клемми 2, 3, 1 штепсельного роз'єму - напрямом обертання праве. ліве напрямом обертання вихідного вала відповідає випуску предкрилков, праве - прибирання.

5. Електромеханізм забезпечує:

- обертання вихідного вала від двох або одного електродвигуна
- обмеження максимального моменту, що передається фрикційною муфтою;
- гальмування вихідного вала при відключених електродвигунах;
- відладку системи при знеструмлених електродвигунах з допомогою ручного приводу.

6. Принцип дії. При подачі живлення на клеми штепсельних роз'ємів починають обертатися ротори електродвигунів, спрацьовують електромагнітні муфти зчеплення-гальмування і обертання через понижуючий планетарний редуктор з суммируючим диференціалом і фрикционну муфту обмеження моменту передається вихідному валу виконавчі електричні. При включенні одного (будь-якого) електродвигуна вихідний вал обертається з частотою в два рази меншою, зберігаючи величину переданого моменту.

Електромеханізм складається з наступних основних вузлів: двох електродвигунів М1 і М2 змінного струму типу АДС-600Т, редуктора, фрикційної муфти обмеження моменту 2, ручного приводу 14. Електродвигун трифазний, асинхронний з короткозамкну- критим ротором. З'єднання обмоток - «зірка» з нульовим проводом (В системі управління предкрилками нульовий провід не підключається). Двигун обладнаний електромагнітна муфта зчеплення-гальмування. Обмотка муфти харчується постійним струмом. Живлення електродвигуна здійснюється через штепсельної вилки, укріплений на його корпусі. виконання електродвигуна - закрите. Електродвигуни встановлюються на корпусі редуктора, фіксуються, посадковим буртиком і кріпляться за допомогою шпильок і гайок. Для додання жорсткості електромеханізму торці електродвигунів скріплюються сполучної планкою 15.

Редуктор, що складається з двох кінематичних ланцюгів, в кожній з яких по дві планетарних ступені, призначений для зменшення частоти обертання і збільшення моменту, переданого від електродвигунів вихідного вала. при одночасній роботі двох електродвигунів другий ступінь служить суммируючим диференціалом.

Фрикційна муфта призначена для обмеження моменту, що передається від виконавчі електричні, пом'якшення ударів при його пуску і для захисту виконавчі електричні від короткочасних НЕ більше 3 сек перевантажень, на вихідному валу в процесі експлуатації.

Ручний привід виконавчі електричні призначений для обертання вихідного вала виконавчі електричні при знеструмлених двигунах під час

монтажу і налагодження системи на об'єкті.

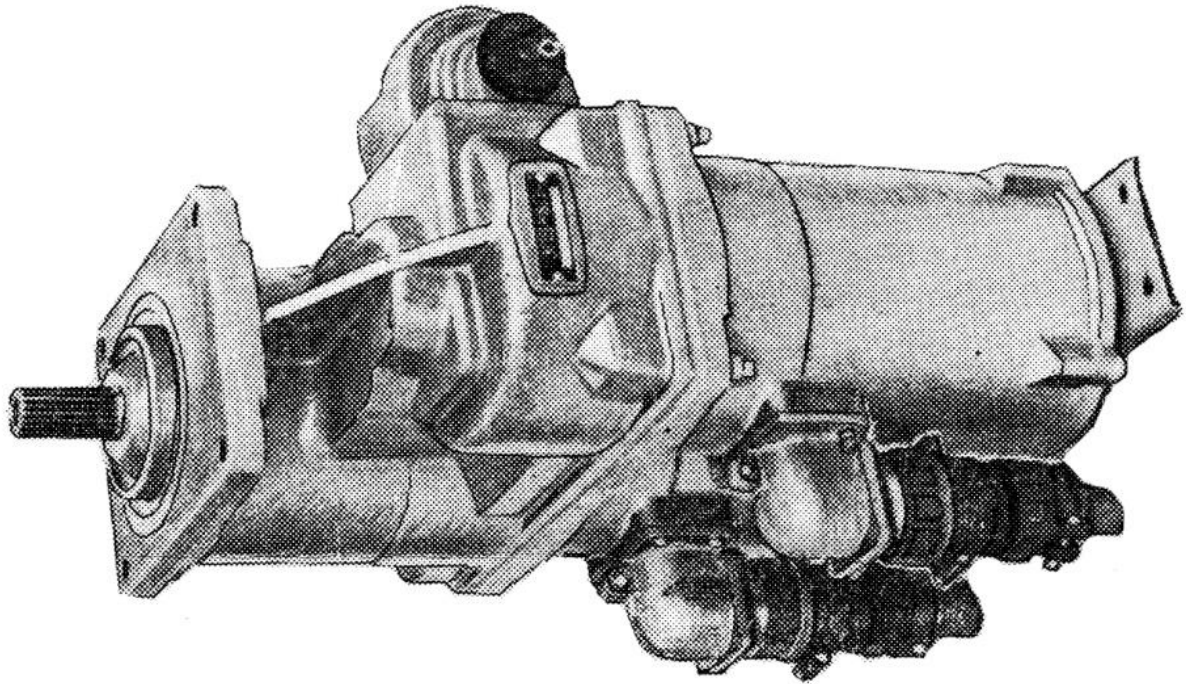


Рисунок 3

Режим роботи виконавчі електричні - повторно- короткочасний.

I режим складається з 5 циклів, після чого перерву не менше 1 ч.

У цикл входить:

Передполітна підготовка. Випуск предкрилків, перерва не менше 10 с.
Прибирання предкрилків, перерва не менше 1 хв. рулежка - зліт.

Випуск предкрилків, перерва не менше 2 хв, прибирання предкрилків, перерва не менше 30 хв. Захід на посадку і рулежка.

Випуск предкрилків, перерва 5 хв, прибирання предкрилків, перерву не менше 30 хв.

II режим (регламентні роботи та налагодження системи управління предкрилками) складається з 5 циклів, після чого перерву не менше 1 ч. Під циклом в II режимі розуміється: випуск предкрилків, перерву не менше 1 хв, прибирання предкрилків, перерва не менше 1 хв.

Примітка: 1. Час випуску предкрилків не більше 15 с, час збирання не більше 15 с. 2. При роботі з одним електродвигуном тривалість роботи і перерва подвоюються а кількість циклів скорочується до 2.

Електромеханізм стійкий до впливу вологого і сухого тропічного клімату (в складі об'єкта) без безпосереднього впливу сонячної радіації, морського туману, пилу і дощу.

Електромеханізм працює при наступних кліматичних і механічних впливах:

- при відносній вологості навколишнього середовища до 100% при температурі до плюс 40 ° C;

- при зміні температури навколишнього середовища від мінус 60 до плюс 60 ° С;
- після циклічного впливу температури від мінус 60 до плюс 80 ° С;
- вплив інею і роси;
- висоти над рівнем моря до 5000 м і після перебування у неробочому стані до 15000 м;
- вібраційних навантажень частотою від 5 до 200 Гц з амплітудами, відповідними прискоренню до 5 g;
- ударних навантажень з прискоренням до 6 g;
- лінійних прискорень до 10 g.

Електромеханізм ЕПШ-8П реверсивного дії. Реверсування здійснюється перемиканням фаз обмоток електродвигунів. При подачі живлення починають обертатися ротори електродвигунів. Із затримкою часу 0,35-0,75 с спрацьовують електромагнітні муфти зчеплення-гальмування і обертання передається сонячним колесам перших ступенів.

Робота схеми (рис. 4). Електромеханізм готується до роботи включенням автоматів захисту 1-В1 (2-В1), 1-В4 (2-В4), 1-В5 (2-В5). включення виконавчі електричні і. вимикання здійснюється перемикачем 1-В3 (2-В3).

При установці вимикача 1-В3 (2-В3):

- в положення «Випуск» спрацьовують контактори 1-Р1 (2-Р1) і 1-Р5 (2-Р5);
- в положення «Прибирання» - контактори 1-Р2 (2-Р2) і 1-Р5 (2-Р5).

Електродвигуни механізму при подачі трифазного живлення включаються. Через +0,5 спрацьовують реле 1-Р3 (2-Р3) і підключають електромеханізм до навантаження (спрацьовує муфта зчеплення-гальмування).

Затримка на включення муфти забезпечується коробкою захисту двигуна КЗД-2-10А-0,5 (або КЗД-3) - У1 (У2). Коробки контролюють наявність трифазного харчування (за допомогою струмових трансформаторів, первинні обмотки яких включені в кожен фазу).

Якщо в одній з фаз пропадає живлення, КЗД відключає електромеханізм, т. к. знімається живлення з контакторів 1-Р5 (2-Р5) і реле 1-Р3 (2-Р3). Відключення виконавчі електричні відбувається в крайніх положеннях мікровимикачами механізму кінцевих вимикачів або установкою перемикача 1-В3 (2-В3) в нейтральне положення.

Живлення двигунів виконавчі електричні автономне.

Несправності в ланцюгах одного двигуна не відображаються на роботі другого.

1. Струм в ланцюгах, крім обумовлених особливо, не більше 2 А, напруга 27 В.
2. Перемикачі 1-В3, 2-В3 під загальною механічною планкою.
3. Дозволяється установка коробки захисту КЗД-3 замість коробки захисту КЗД2-10А-0.5.

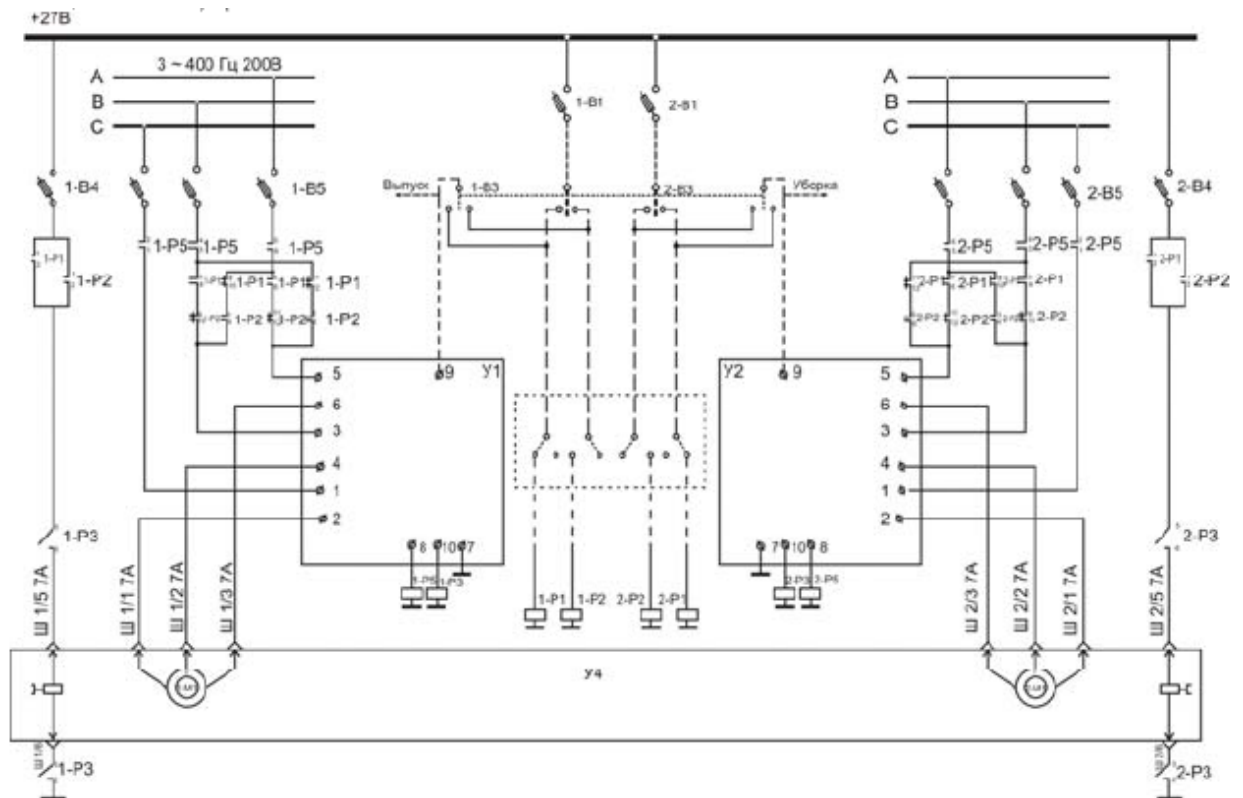


Рисунок 4 - Схема електрична принципова управління електромеханізмом ЕПШ-8П