

Тема №4: Електричні машини постійного струму

Тема: Електродвигуни з незалежним, паралельним, послідовним і змішаним збудженням

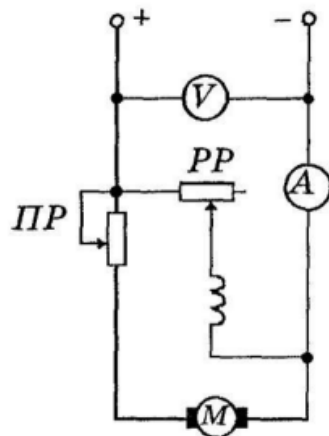
Мета: Ознайомитися з послідовністю роботи електродвигунів незалежним, паралельним, послідовним і змішаним збудженням

I. Опрацювання теоретичного матеріалу

Усі робочі характеристики двигуна постійного струму, як і генератора, залежать від способу включення ланцюги збудження стосовно ланцюга якоря. З'єднання цих ланцюгів може бути *паралельним, послідовним, змішаним і, нарешті, вони можуть бути незалежні один від одного.*

Двигун з паралельним і незалежним збудженням

Схема включення двигуна постійного струму з паралельним збудженням показана на рис. 1, де ПР - пусковий, а РР - регулювальний реостат.



Якщо обмотку збудження такого двигуна підключити через регулювальний реостат РР до іншого джерела постійної напруги, вийде двигун з незалежним збудженням.

Швидкісна характеристика таких двигунів $n = f(I_a)$ при $U = \text{const}$ й $I_B = \text{const}$ наведена на мал. 2 а

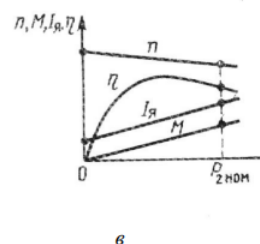
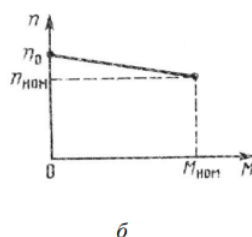
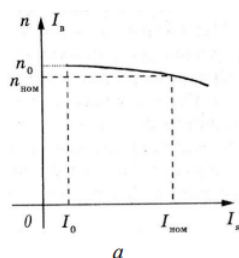


Рис.2 Характеристики двигуна з паралельним (незалежним) збудженням: а – швидкісна; б – механічна; в – робочі

Зміна швидкості обертання може відбуватися за рахунок зміни навантаження й магнітного потоку. Збільшення струму навантаження незначно змінює внутрішнє спадання напруги через малість опору ланцюги якоря й тому лише незначно зменшує швидкість обертання двигуна. Що ж стосується магнітного потоку, то внаслідок реакції якоря при збільшенні струму навантаження він трохи зменшується, що приводить до незначного збільшення швидкості обертання двигуна. Таким чином, *характерною властивістю двигуна з паралельним збудженням є майже постійна частота обертання при зміні навантаження на його валу*. Враховуючи невелику зміну частоти обертання, говорять, що двигун паралельного збудження має «жорсткі» механічну $n = f(M)$ (рис. 2, б) й робочу $n = f(P_2)$ характеристики.

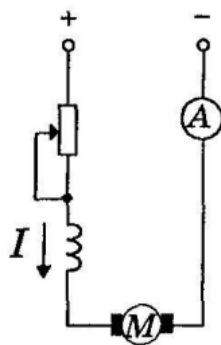
Під робочими характеристиками розуміють залежність частоти обертання n , струму якоря I_a , моменту M , що обертає, ККД η від потужності P_2 на валу двигуна при постійних напрузі живлення ($U = \text{const}$) і струмі збудження ($I_b = \text{const}$) (рис. 2, в).

Із збільшенням гальмівного моменту на валу момент обертання автоматично збільшується за $I_a (M = c_m \Phi I_a)$ рахунок струму доти, доки при деякому n не настає рівність гальмівного моменту і моменту обертання. Таким чином, кожному навантаженню відповідає деяка частота обертання.

Слід зазначити, що надмірне зменшення струму збудження й особливо випадковий обрив цього ланцюга дуже небезпечні для двигунів з паралельним і незалежним збудженням, тому що струм у якорі може зрости до неприпустимо більших значень. При невеликій навантаженні (або на холостому ходу) швидкість може настільки зрости, що це стане небезпечним для цілісності двигуна.

Двигун з послідовним збудженням

Схема включення двигуна постійного струму з послідовним збудженням показана на рис.3

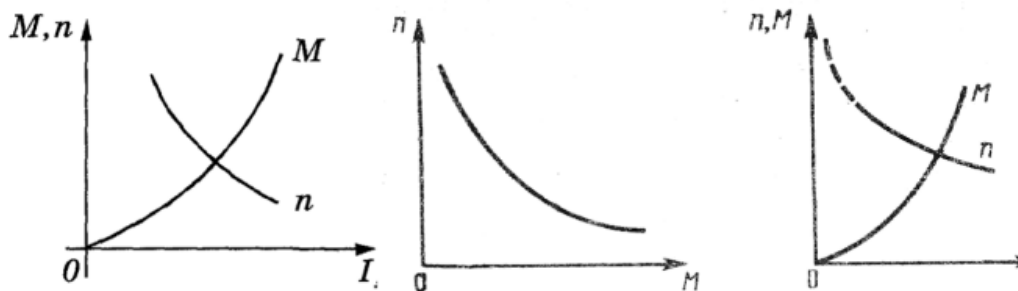


У такого двигуна струм якоря є одночасно й струмом збудження, тому що обмотка збудження включена послідовно з якорем. Тому магнітний потік двигуна змінюється зі зміною навантаження. Вирази для швидкості обертання двигуна

послідовного збудження можна одержати з формули , замінивши опір якоря $R_{\text{я}}$ на $(R_{\text{я}} + R_{\text{в}})$, де $R_{\text{в}}$ – опір обмотки збудження:

$$n = U - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{в}})/c\Phi$$

Швидкісні, механічна та робочі характеристики двигуна послідовного збудження:



Мал. 6. Характеристики двигуна з послідовним збудженням:
а – швидкісна; б – механічна; в - робочі

Із цих характеристик видно, що швидкість двигуна сильно залежить від навантаження. При збільшенні навантаження збільшується спадання напруги на опорі обмоток при одночаснім збільшенні магнітного потоку, що приводить до значного зменшення швидкості обертання двигуна. Це характерна риса двигуна з послідовним збудженням. *Значне зменшення навантаження приводить до небезпечного для двигуна збільшення швидкості обертання.* Тому такі двигуни не слід пускати вхолосту або з малим навантаженням.

Згідно з формулою $M = c\Phi I$ момент двигуна, що обертає, пропорційний струму якоря й магнітному потоку. У свою чергу магнітний потік під час відсутності насичення пропорційний струму $\Phi = LI$ збудження, який для даного двигуна є й струмом якоря:

$$M = c\Phi_{\text{я}} I_{\text{я}} = cI_{\text{я}}^2$$

Ми бачимо, що обертаючий момент пропорційний квадрату струму якоря. Квадратична залежність обертаючого моменту від струму навантаження є ще однією характерною рисою таких двигунів, завдяки якій ці двигуни легко переносять великі короточасні перевантаження й розвивають великий пусковий момент.

Двигуни з послідовним збудженням застосовують у тих випадках, коли необхідні великий пусковий момент або здатність витримувати короточасні перевантаження, а також виключена можливість їх повного розвантаження. Вони виявилися незамінними в якості тягових двигунів на електричному транспорті (трамваї, тролейбуси, метро й електровози), а також на піднімальних кранах і для пуску двигунів внутрішнього згорання (стартери) на автомобілях і авіаційних двигунів.

Двигун зі змішаним збудженням

Як говорилося раніше, у двигунів з паралельним і послідовним збудженням є істотні недоліки. Область застосування таких двигунів обмежує небезпека «розносу»: двигунів з паралельним збудженням – через небезпеку обриву ланцюги збудження, а двигунів з послідовним збудженням – через неприпустимість режиму холостого ходу. Крім того, серйозним недоліком двигунів з послідовним збудженням є різко виражена залежність швидкості обертання від навантаження.

Зазначених недоліків позбавлені двигуни змішаного збудження, у яких обмотка збудження складається із двох обмоток: шунтової (Ш), яка включається паралельно якорю, і серійної (С), яка включається послідовно. Обмотки вмикаються суголосно чи зустрічно одна до одної. Характеристики цих двигунів є проміжними між характеристиками двигунів паралельного й послідовного збудження, в залежності від магнітних потоків обмоток.

В своїх конспектах записуєте дату уроку, тему

Потім відповідаєте на питання в кінці матеріалу. Це й буде ваш конспект за урок))

II. Лабораторна робота №14

Принцип дії електричного двигуна постійного струму

Мета: ознайомитись з принципом дії двигуна постійного струму.

Хід роботи (записати всі пункти)

1. Провести випробування електродвигуна:

а) При послідовному ввімкненні обмоток.

б) При паралельному ввімкненні обмоток.

2. Порівняти швидкості обертання якоря при послідовному і паралельному включенні обмоток. За результатами порівнянь зробити висновок.

3. Змінити напрям обертання рухомої частини електродвигуна (якоря). (Ця операція носить назву реверсування електродвигуна)

Для відповідей брати інформацію за цим посиланням!

https://toe.fea.kpi.ua/download/laboratory/lab15_ze.pdf

III. Домашнє завдання

Підготуватися до контрольної роботи!

Для відпочинку можете зробити невеликий дослід зі створення першого примітивного двигуна в світі))

<https://www.youtube.com/watch?v=0qFgIDvWNFY>