

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мета роботи - вивчити будову і принцип дії генератора постійного струму; дослідити і проаналізувати основні характеристики генератора.

14.1. Основні теоретичні відомості

Як будь-яка електрична машина, генератор постійного струму складається з двох основних частин (рис. 14.1): нерухомого статора 1 і рухомого ротора 2. Статор складається з товстостінного сталевого циліндра, на внутрішній поверхні якого закріплені полюси 3 з обмоткою збудження 4. Він призначений для створення в межполюсному просторі постійного магнітного поля та називається індуктором.

Обмотка збудження живиться від окремого джерела постійного струму в генераторах з незалежним збудженням або від цього ж генератора в генераторах із самозбудженням. Самозбудження відбувається за рахунок залишкового магнетизму і тільки за певних умов, у чому варто переконатися на досліді. Обмотка збудження може включатися паралельно або послідовно з обмоткою якоря генератора (у даному випадку вона включена паралельно).

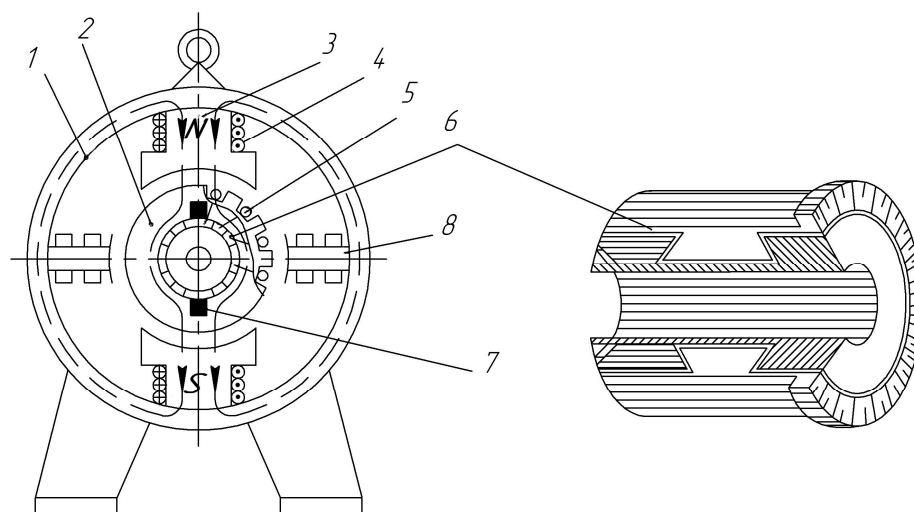


Рис.14.1

Необхідно звернути увагу на особливості будови ротора машини постійного струму, що називається якорем. Це посаджений на вал набраний з листів електротехнічної сталі циліндр із пазами на зовнішній поверхні, в які укладено провідники обмотки якоря 5.

Поруч із осердям якоря на цьому ж валу знаходиться колектор 6. Це циліндр, що складається з ізольованих одна від одної і від вала мідних пластин, до яких припаяні виводи обмотки якоря. На робочій поверхні колектора розташовується система щіток 7. Однополярні групи щіток з'єднані між собою і від них відходять два виводи обмотки якоря $Я_1$ і $Я_2$.

Усвідомити призначення колекторно-щіткового вузла, як і принцип роботи генератора загалом, зручно за допомогою ескізу найпростішого генератора (рис. 14.2), що складається з витка $abcd$, який розміщено в однорідному магнітному полі. Кожна зі сторін витка з'єднана зі своїм півкільцем, до якого примикають щітки. За допомогою щіток виток з'єднується із зовнішнім колом.

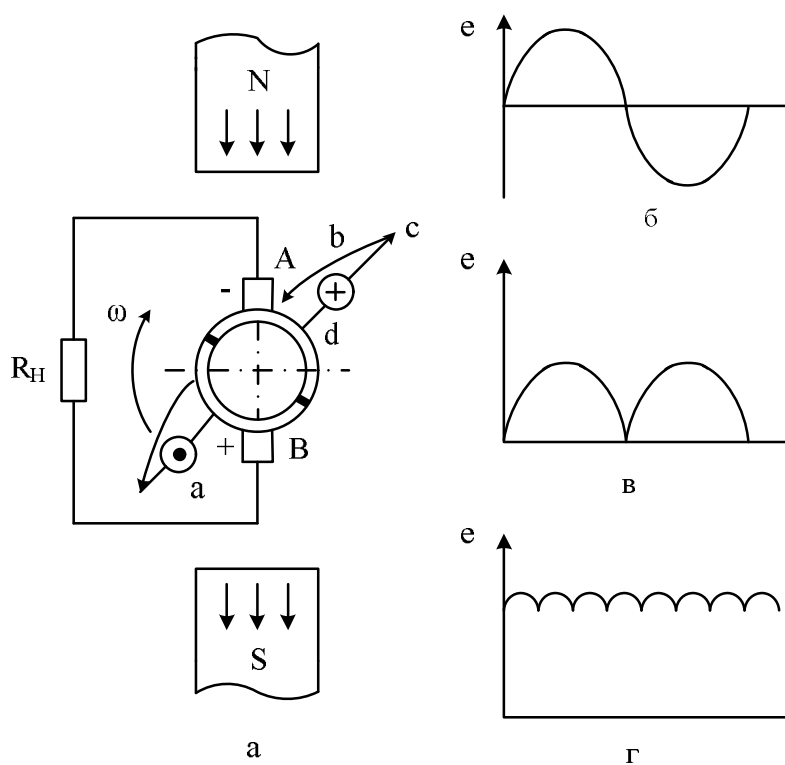


Рис.14.2

Якщо виткові надати обертовий момент, у провідниках витка буде індукуватись ЕРС, напрям якої визначається за правилом правої руки. Щітки розташовані таким чином, щоб вони переходили з одного півкільця на інше, коли провідники витка знаходяться на лінії геометричної нейтралі, тобто коли ЕРС у витку

дорівнює нулю. Кожна зі щіток буде стикатися з тим півкільцем або, що те саме, з тим провідником, що знаходиться в зоні даного полюса.

Отже, у зовнішньому колі струм буде протікати завжди в одному напрямку, тобто змінна ЕРС у витку (рис. 14.2, б) за допомогою двох півкільць із пов'язаними з ними щітками (колекторно-щіткового вузла) перетвориться в пульсуючу, стосовно зовнішнього кола (рис. 14.2, в). Якщо в якорі укласти не один, а багато витків, то пульсації ЕРС практично зникнуть (рис. 14.2, г). Наявність колекторно-щіткового вузла - відмітна ознака машини постійного струму, і на нього при огляді варто звернути особливу увагу.

Машина має обмотку збудження з великою кількістю витків, виконану тонким ізолюваним проводом. Ця обмотка через регулювальний реостат включається паралельно з обмоткою якоря, для чого існують виводи B_1 і B_2 (або $Ш_1$ і $Ш_2$). Отже, у даному випадку використовується принцип самозбудження, коли обмотка збудження одержує живлення безпосередньо від обмотки якоря генератора.

Умови необхідні для самозбудження генератора постійного струму:

- наявність у магнітному колі машини потоку залишкового намагнічування (якщо потік відсутній, то його створюють, пропускаючи через обмотку збудження струм від стороннього джерела);
- збіг напрямку наведеного і залишкового потоків (забезпечується відповідним напрямом обертання якоря і приєднанням до нього обмотки збудження генератора);
- опір у колі обмотки збудження генератора повинний бути менше критичного.

Для поліпшення умов комутації в машині постійного струму, між головними полюсами розташовуються додаткові полюси 8. В малопотужних двополюсних машинах роблять один додатковий полюс. Додаткові полюси малі за розмірами і мають обмотку з невеликим числом

витків, по якій протікає струм якоря. Виводи обмотки додаткових полюсів позначають D_1 і D_2 .

Головна мета роботи - навчитися знімати, будувати й аналізувати основні характеристики генератора постійного струму з паралельним збудженням. Робота генератора постійного струму характеризується наступними величинами: n - частота обертання; U - напруга на затискачах якоря; I - струм навантаження; I_3 - струм збудження.

Залежність між двома будь-якими величинами при двох інших постійних дає відповідну характеристику.

Основні характеристики знімаються коли частота обертання є постійною: $n = n_H = const$ (рис. 14.3):

- характеристика холостого ходу $U = f(I_3)$ для $n = const$, $I = 0$;
- зовнішня характеристика $U = f(I)$ для $n = const$, $I_3 = const$;
- регулювальна характеристика $I_3 = f(I)$ для $n = const$, $U = const$.

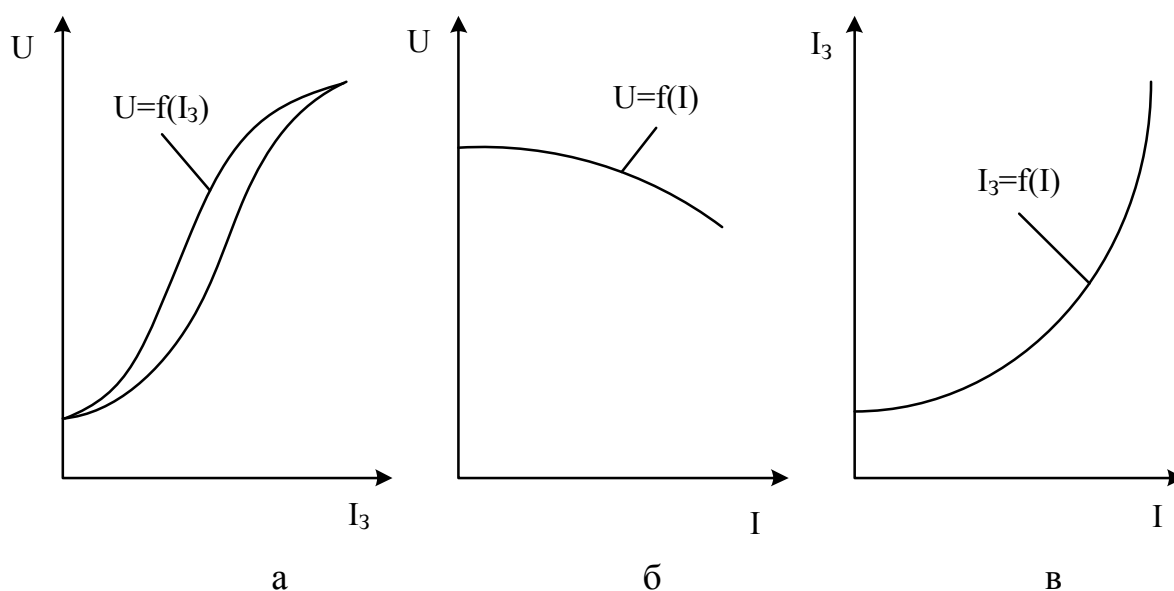


Рис.14.3

Будова цих характеристик виконуються відповідно до обраних масштабів.

Аналіз характеристик необхідно проводити на базі основних рівнянь, що характеризують роботу генератора постійного струму:

$$E = U + R_{\text{я}} I_{\text{я}}, \quad E = C_e n \Phi$$

де E - індукована ЕРС; $I_{\text{я}}$, $R_{\text{я}}$ - відповідно струм і опір обмотки якоря; C_e - стала, що залежить від обмотувальних даних машини; Φ - магнітний потік машини.

Характеристику холостого ходу знімають при відсутності струму навантаження, тому $U = E = C_e n \Phi$ або $U \sim \Phi$, $I_3 \sim H$, оскільки магнітне поле при холостому ході створюється тільки струмом збудження I_3 (як наслідок закону повного струму для магнітного кола генератора $I_3 W_3 = Hl$, де W_3 - кількість витків обмотки збудження; l - довжина магнітного кола). Характеристика холостого ходу $U = f(I_3)$ повторює за формою криву намагнічування магнітного кола машини $B = f(H)$.

Рівняння зовнішньої характеристики впливає з рівняння рівноваги генератора: $U = E - R_{\text{я}} I_{\text{я}}$. У робочому діапазоні зовнішня характеристика має вигляд, показаний на рис. 14.3,б. Її зазвичай знімають при сталому опорі кола збудження, тобто коли $R = \text{const}$. У такому випадку струм збудження не буде сталим, оскільки обмотка збудження живиться від обмотки якоря, а напруга U на затискачах зі збільшенням струму I зменшується.

Регульовальна характеристика показує, як слід змінити струм збудження, щоб із зміною струму навантаження генератора, підтримувати сталю напругу на його затискачах. Оскільки зі збільшенням струму навантаження збільшується спад напруги в якорі $R_{\text{я}} I_{\text{я}}$, то для підтримки

сталої напруги необхідно відповідно збільшити ЕРС E . Коли $n = const$ це можливо тільки за рахунок збільшення струму збудження I_3 (рис. 14.3, в).

14.2. Завдання і порядок виконання роботи

1. Оглянути генератор, звернувши особливу увагу на устрій полюсів збудження, якоря, колектора і щіткотримача, а також записати основні паспортні дані в табл. 14.1.

Таблиця 14.1

Інвентарний номер генератора	U , В	I_3 , А	n , об/хв	I , А	Система збудження	Число пар полюсів

2. Перевірити відповідність регулювальних реостатів і вимірювальних приладів для різних кіл і записати їх у табл. 14.2.

3. Відповідно до принципової схеми рис. 14.4 зібрати електричне коло для дослідження генератора за монтажною схемою (рис. 14.5).

Встановити перемикач реостату навантаження R_H у положення 1, що відповідає виключеному стану вимикача B_2 і ручку "Збудження синхронної машини і генератора постійного струму" повернути проти годинникової стрілки в крайнє положення.

4. Запустити асинхронний двигун натисканням кнопки "Включення асинхронної і синхронної машини", що розташована на панелі "Машини змінного струму", і з'ясувати наявність збудження генератора

5. Зняти характеристику холостого ходу.

Таблиця 14.2

№ з/п	Найменування приладів і апаратів	Позначення на схемі	Вимірювальний механізм або тип	Межі виміру або номінальні параметри	Ціна поділки	Прим.
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

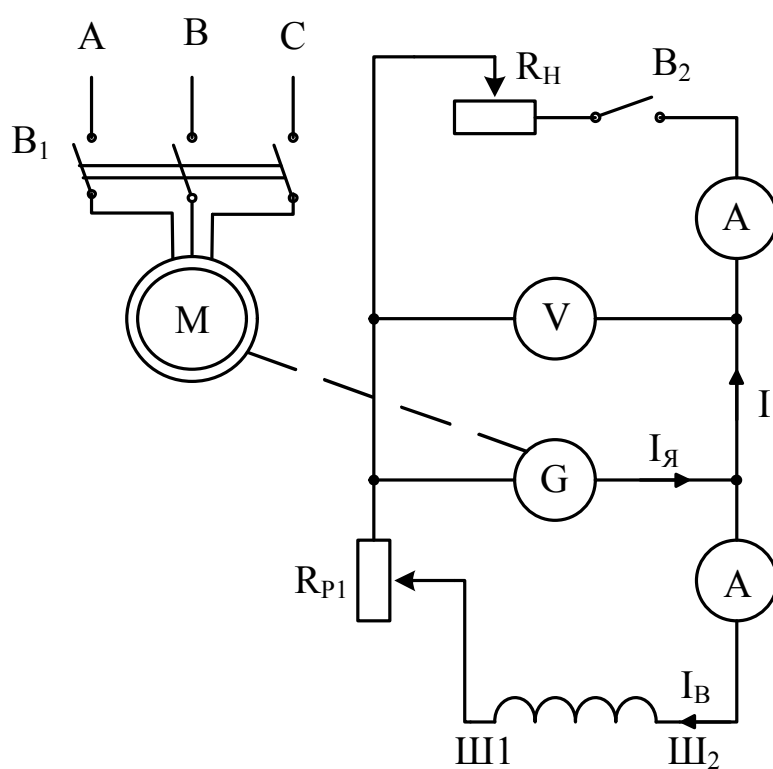


Рис.14.4

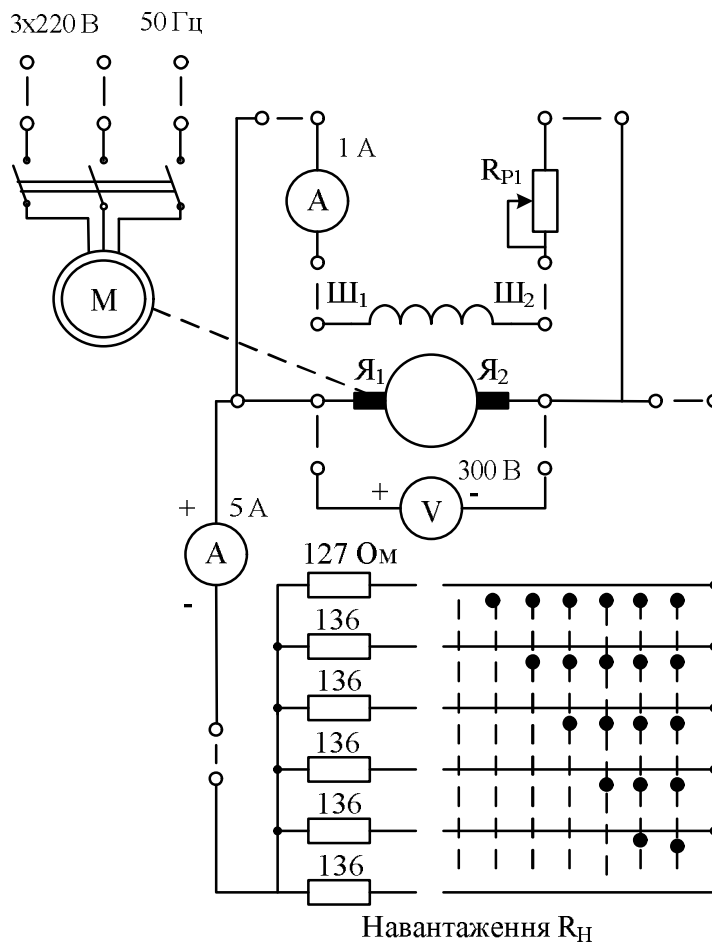


Рис.14.5

Перший вимір зробити, коли обмотка збудження розімкнена. Надалі змінювати струм збудження таким чином, щоб одержати шість вимірів у межах зміни напруги на затискачах генератора до значення $U \approx 1.2U_H$.

Щоб уникнути впливу гістерезису повзунок реостата варто пересувати плавно і тільки в одному напрямку. Аналогічно діяти, коли знижувати напругу, вимірюючи напругу для зафіксованих раніше значеннях струму збудження. Результати вимірів записати в табл. 14.3.

Таблиця 14.3

I_3, A						
$\uparrow U, B$						
$\downarrow U, B$						

5. Зняти зовнішню характеристику $U = f(I)$ генератора коли $n = const$, $R_{p1} = const$. Для цього встановити напругу за вказівкою керівника, потім, не змінюючи опору в колі збудження, збільшувати навантаження. Струм I змінювати за допомогою реостату навантаження R_H від 0 до $1.2I_H$ (шість вимірів). Результати записати в табл. 14.4.

Таблиця 14.4

I, A						
U, B						

6. Зняти регульовальну характеристику $I_3 = f(I)$ генератора коли $n = const$, $U = const$. Струм якоря змінювати в межах від 0 до $1.2I_H$ за допомогою реостату навантаження R_H . Стале значення напруги забезпечувати зміною опору R_{p1} . Результати вимірів записати в табл. 14.5.

Таблиця 14.5

I, A						
I_3, A						

7. Використовуючи дані табл. 14.3-14.5, побудувати в масштабі характеристику холостого ходу, зовнішню і регульовальну характеристики.

По зовнішній характеристиці обчислити відносну зміну напруги генератора, %:

$$\Delta U\% = \frac{U_X + U_H}{U_X} \cdot 100\%,$$

де U_X , U_H - напруги відповідно при холостому ході і номінальному навантаженні.

8. Записати основні висновки за результатами виконаної роботи.

14.3. Контрольні запитання

1. Намалюйте докладну електричну схему кіл генератора, яка застосовується в даній роботі.
2. З яких основних частин складається генератор постійного струму?
3. Принцип дії генератора постійного струму.
4. Намалюйте схему магнітного кола генератора.
5. Які умови необхідні для самозбудження генератора?
6. Як регулюється напруга генератора?
7. Яким чином та чому зміняться покази вимірювальних приладів в схемі установки, якщо зменшити опір в колі якоря?
8. Назвіть конструктивну ознаку машини постійного струму.