

Електричні машини малої потужності.

Асинхронний виконавчий мікродвигун використовується у системах керування, автоматики тощо. Виконавчий асинхронний мікродвигун перетворює електричний сигнал на рух вала. Двигун повинен забезпечити регулювання швидкості обертання вала зі зміною сигналу при постійному навантаженні.

Асинхронний виконавчий мікродвигун — це керований двигун.

Розрізняють три типи виконавчих двигунів:

- з короткозамкненим ротором типу «біляче колесо»;
- з порожнистим немагнітним ротором;
- з порожнистим феромагнітним ротором.

Виконавчий асинхронний двигун з **короткозамкненим ротором** не відрізняється від звичайного асинхронного двигуна. Для зменшення інерційності рухомих частин застосовують ротори малого діаметра відносно його довжини. Але момент інерції ротора такого двигуна залишається досить великим.

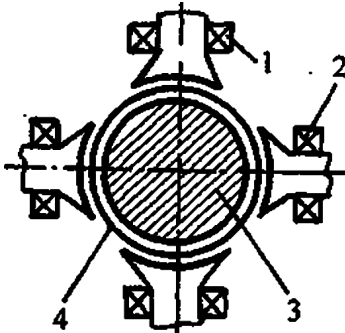


Рис. 13.7

Двигун з порожнистим немагнітним ротором має значно меншу інерційність (рис. 13.7).

Зовнішній статор такого двигуна має дві обмотки — обмотку збудження 1 і обмотку керування 2. Внутрішній статор 3 — нерухома частина машини. У повітряному зазорі розташований порожнистий немагнітний ротор 4, що виконується у вигляді циліндра зі стопів алюмінію. Товщина стінок коливається у межах 0,2... 1 мм.

Змінна напруга подається на дві взаємоперпендикулярні котушки статора і створюється обертове магнітне поле. Обертове поле індукуює у роторі ЕРС, що в свою чергу індукуює вихрові струми на поверхні порожнистого ротора. Створюється система «провідник із струмом у магнітному полі», тобто виникає електромагнітна сила та електромагнітний

момент.

Порожнистий немагнітний ротор має великі переваги у порівнянні з ротором барабанного типу:

- дуже невеликий індуктивний опір, що підвищує лінійність механічної характеристики;
- дуже малий момент інерції;

— відсутність радіальних сил, що сприяє зменшенню моменту тертя і відповідно моменту пуску, а також зменшенню рівня шумів.

Недоліком мікродвигуна з порожнистим немагнітним ротором є великий немагнітний зазор. Цей зазор складається з товщини стінки ротора та двох повітряних зазорів. Це зменшує коефіцієнт потужності та ККД двигуна (20...25% порівняно з 40...50% для двофазного двигуна з ротором барабанного типу). Відповідно зростають габарити та вага мікродвигуна.

Асинхронний двигун із порожнистим феромагнітним ротором має значно менший немагнітний зазор. У цьому випадку внутрішній статор відсутній, тому що потік замикається в роторі. Порожнистий ротор виконують більш товстостінним для зменшення активного опору та оптимізації магнітного потоку. Це призводить до збільшення маси ротора, тобто підвищує інерційність та зменшує швидкість обертання двигуна. Недоліком такого двигуна є також можливість прилипання ротора до статора при спрацюванні підшипників.

Дві взаємоперпендикулярні котушки статора можуть створити кругове обертове поле за таких умов:

- котушки створюють однакові магніторухійні сили;
- ці МРС зсунуті одна до одної на 90° .

В іншому разі поле буде еліптичним, тобто обертаючий момент (і швидкість обертання вала) буде меншим.

Таким чином, **зміною амплітуди струму або зсуву фаз можна керувати мікродвигуном.**

Розрізняють три способи керування асинхронним мікродвигуном:— амплітудне;— фазове;— амплітудно-фазове.

При амплітудному керуванні змінюється величина напруги на обмотці керування і таким чином регулюється швидкість обертання ротора.

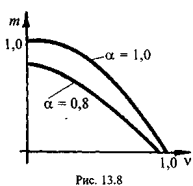


Рис. 13.8

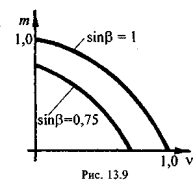


Рис. 13.9

При **фазовому керуванні** напруги на обмотках залишаються сталими. Регулювання швидкості обертання вала здійснюється зміною кута між векторами напруги на обмотці керування та обмотці збудження за допомогою фазорегулятора. На рис. 13.9 наведені механічні характеристики асинхронного мікродвигуна з порожнистим немагнітним ротором при фазовому керуванні (у відносних одиницях), де α — кут між вектором напруги керування та вектором напруги збудження. На рис. 13.10 наведено схему двигуна з **амплітудно-фазовим керуванням (конденсаторне)**. Ємність у колі збудження зсуває фазу напруги збудження, а напруга керування регулюється реостатом. Механічні характеристики двигуна з таким способом керування (рис. 13.11) нагадують характеристики двигуна з амплітудним керуванням, де a_k — коефіцієнт сигналу при круговому полі.

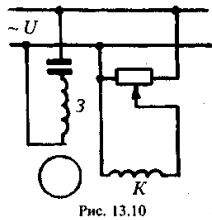


Рис. 13.10

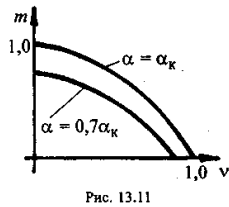


Рис. 13.11

Розглянуті способи керування дають змогу регулювати швидкість обертання вала у дуже широких межах (1...200).

Деякі переваги має амплітудно-фазове керування (простота схеми, великі пускові моменти). Але при цьому дещо знижується стійкість у зоні малих частот обертання.

Синхронні мікромашини

Синхронні мікромашини, як й звичайні синхронні машини, мають ту особливість, що частота обертання $n_1 = n_2$ жорстко зв'язана з частотою мережі живлення f_1 . Тому синхронні двигуни використовуються в основному у пристроях, де треба підтримувати постійну швидкість обертання (у годинникових та програмних механізмах, радіоприладах, механізмах стрічкопротягання приладів, кіноустаткування). Крім того, синхронні генератори дають змогу індукувати ЕРС підвищеної частоти та вимірювати швидкість обертання вала.

Синхронні мікромашини можна класифікувати у такий спосіб:

- синхронні мікродвигуни зі сталими магнітами;
- реактивні двигуни;
- індукторні машини;
- крокові двигуни;
- синхронні тахогенератори.

У синхронних мікродвигунах ротор має сталі магніти та пускову короткозамкнену обмотку типу «біляче колесо». Пуск такого двигуна здійснюється простим умиканням у мережу.

Під час пуску до входу двигуна у синхронізм машина працює в асинхронному режимі. Ротор створює два моменти:

- асинхронний;
- гальмівний.

Звичайний асинхронний момент (M_a) створюється «білячою клітиною» (рис. 13.14).

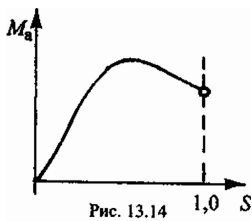


Рис. 13.14

Сталі магніти на роторі створюють гальмівний момент. Цей момент відсутній у звичайних синхронних двигунах, тому що під час пуску обмотка збудження відмикається від джерела постійного струму. Сталі магніти створюють тим більший гальмівний момент, чим більший ступінь збудження цих магнітів (рис. 13.15). Момент, що розганяє ротор, є результуючим:

$$M = M_a + M_r.$$

На результуючій механічній характеристиці з'являються провали, що погіршують умови пуску (рис. 13.16). Наприклад, при моменті на валу M_1 крива 2 (коли високий ступінь збудження сталих магнітів) не забезпечує синхронного обертання вала. І тільки зменшення збудження дає змогу вийти в синхронізм.

Двигуни зі сталими магнітами порівняно з іншими типами синхронних машин мають більші ККД та коефіцієнт потужності, високу стабільність швидкості обертання. Але вони споживають більший пусковий струм, що має значення при роботі від напівпровідникових перетворювачів.

Реактивний синхронний мікродвигун має явнополюсний ротор зі сталими магнітами. Магнітна анізотропія спричиняє виникнення тангенційної сили, яка орієнтує ротор таким чином, щоб магнітний опір був мінімальним (рис. 13.17). Як і в двигунах інших типів, швидкість обертання ротора дорівнює швидкості обертання поля.

Магнітна анізотропія ротора може створюватися не тільки формою сталих магнітів. На рис. 13.18 наведено ротор реактивного синхронного мікродвигуна, що складається з пакетів листової електротехнічної сталі, які розділяються алюмінієм. Реактивні двигуни мають невеликий пусковий момент та совф не більший за 0,5. Але ці двигуни мають просту конструкцію, надійніші та дешевші за синхронні двигуни з обмоткою збудження на роторі. Вони не потребують джерела живлення постійного струму для обмотки ротора.

Гістерезисним синхронним мікро-двигуном називається машина, обертаючий момент котрої створюється завдяки явищу магнітного запізнення при перемагніченні ротора. Статор такого двигуна має звичайну конструкцію з полюсами, що створюють обертове магнітне поле.

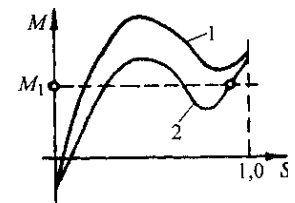


Рис. 13.16

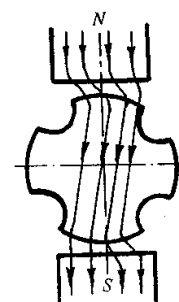


Рис. 13.17

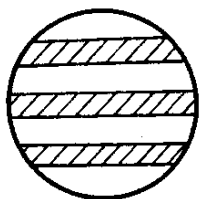
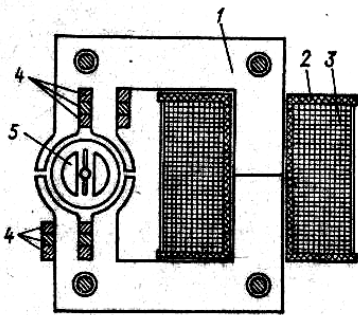


Рис. 13.18

Основним матеріалом ротора є магнітотвердий феромагнетик. Цей матеріал має дуже широку петлю гістерезису.

Під дією магнітного поля статора ротор намагнічується, але через явище гістерезису вісь намагнічення відстає від осі обертового магнітного поля. Завдяки куту непогодження і виникає гістерезисний момент. Якщо момент опору на валу буде більший за гістерезисний, то двигун не працюватиме у синхронному режимі. Чим ширша петля гістерезису, тим більший гістерезисний момент.

Рис. 4.6. Реактивно-гістерезисний двигун



Пуск двигуна відбувається за рахунок асинхронного (вихрового) і гістерезисного моментів, а робота - за рахунок гістерезисного і реактивного моментів, причому останній в 2-3 рази більше гістерезисного. Випускають у СРСР реактивно-гістерезисні двигуни на $f = 50$ Гц типів СД-60, СД-2, СДЛ-2, СРД-2 мають потужність на валу 12 мкВт, а двигуни СД-1/300 - 0,07 мкВт (цифри в позначенні типів указують на швидкість обертання вихідного кінця вала в обертах у хвилину). Їх к.к.д. менш 1%.

Перевагами гістерезисних мікродвигунів є простота конструкції і надійність в роботі, високий ККД (55...65%), малий пусковий струм. Але вартість машини значно підвищується через дорогі феромагнетики. Коефіцієнт потужності гістерезисних мікродвигунів не перевершує 0,5.

13.4.5. В електричних машинах спостерігається явище зубцевих коливань, тобто нестійкість значень електричних величин (струму, напруги, ЕРС) через зубцеве виконання ротора барабанного типу. Це, звичайно, небажане явище. Але в *індукторних машинах* спеціальна конструкція ротора дає змогу генерувати ЕРС підвищеної частоти.

<http://www.kdu.edu.ua/>

http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=%D0%B0%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%96+%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD%D0%B8&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CEYQFjAB&url=http%3A%2F%2Fbatireferaty.net.ua%2Fengine%2Fdownload.php%3Fid%3D374&ei=6FYyUPDYKY_ktQaEyYGwAQ&usq=AFQjCNH6PY43QFujxFKex9IFor4tGsSBNg

<http://www.opticstoday.com/katalog-statej/stati-na-ukrainskom/elementi-ta-pristroi-sistem-upravlinnya-avtomatiki/kolekturni-elektrichni-mashini/budova-kolekturnix-elektrichnix-mashin.html>

Крокові двигуни живляться імпульсами електричної енергії і під впливом кожного імпульсу роблять кутове або лінійне переміщення на деяку, цілком певну величину, названу кроком. Ці двигуни застосовуються для автоматичного керування і регулювання, наприклад у металорізальних верстатах із програмним керуванням для подачі різця і т.п.

На рис. 4.9 зображений найпростіший кроковий двигун із трьома парами полюсів на статорі. При живленні струмом обмотки полюсів індуктора 1—1 чотириполюсний ротор займає положення, показане на рис. 4.9, а, а при живленні полюсів 1—1 і 2—2 займе положення, показане на рис. 4.9, б, відробивши крок 15° . Далі, при відключенні обмотки 1—1 ротор повернеться проти вартовий стрілки ще на 15° (рис. 4.9, в) і т.п. Зменшення кроку двигуна досягається збільшенням числа полюсів або шляхом розміщення на загальному валу декількох пар статорів і роторів, повернених відносно один одного на відповідний кут. Замість зосереджених обмоток (рис. 4.9) можна застосовувати також розподілені обмотки. Існує цілий ряд різновидів крокових двигунів обертального (із кроком до 180° , до 1° і менш) і поступального руху. Гранична частота проходження імпульсів, при якій можливий пуск і зупинка двигуна без втрати кроку і яка

називається також приємністю, становить від 10 до 10 000 Гц.

Рис. 4.9. Принцип устрою і роботи реактивного крокового двигуна

<http://www.kdu.edu.ua/>

