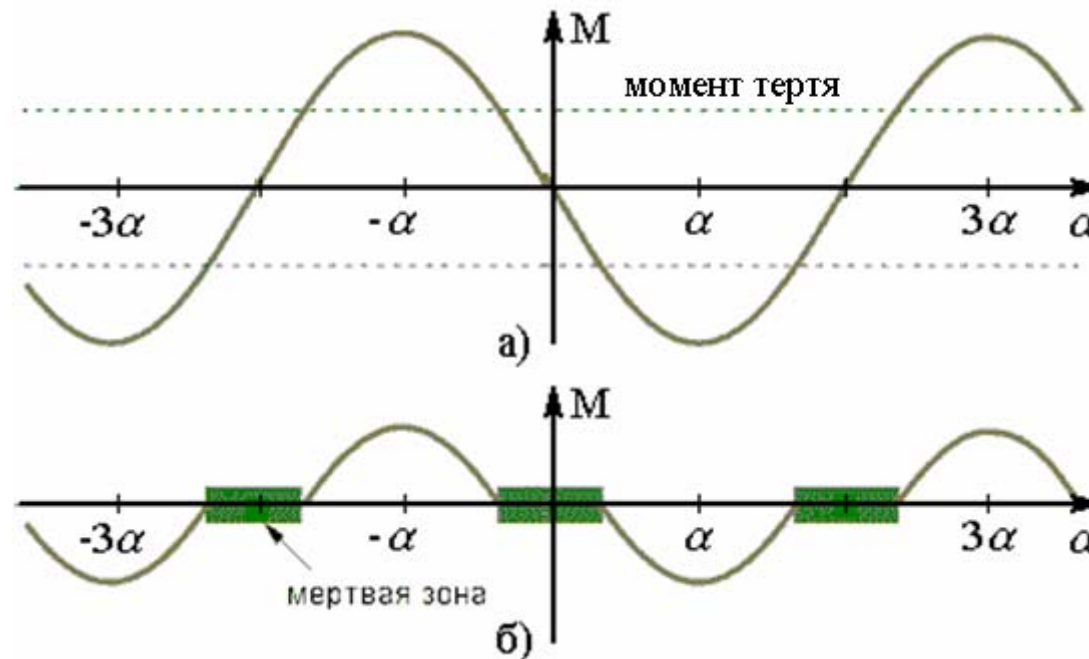


Лекция № 11

Пуск крокового двигуна. Явище резонансу

Момент, створюваний кроковим двигуном, залежить від швидкості, струму в обмотках і схеми драйвера. На рис. а показана залежність моменту від кута повороту ротора.



Для ідеального КД це залежність синусоїдальна. Точки α є положенням рівноваги ротора при НХ. При навантаженні, що менше моменту утримання кутове положення ротора зміниться на деякий кут φ :

$$\varphi = \frac{N}{2\pi} \sin\left(\frac{M_a}{M_h}\right)$$

φ – кутове зміщення; N – кількість кроків на оберт; M_a – момент навантаження.

Кутовий зсув φ є помилкою позиціонування навантаженого двигуна.

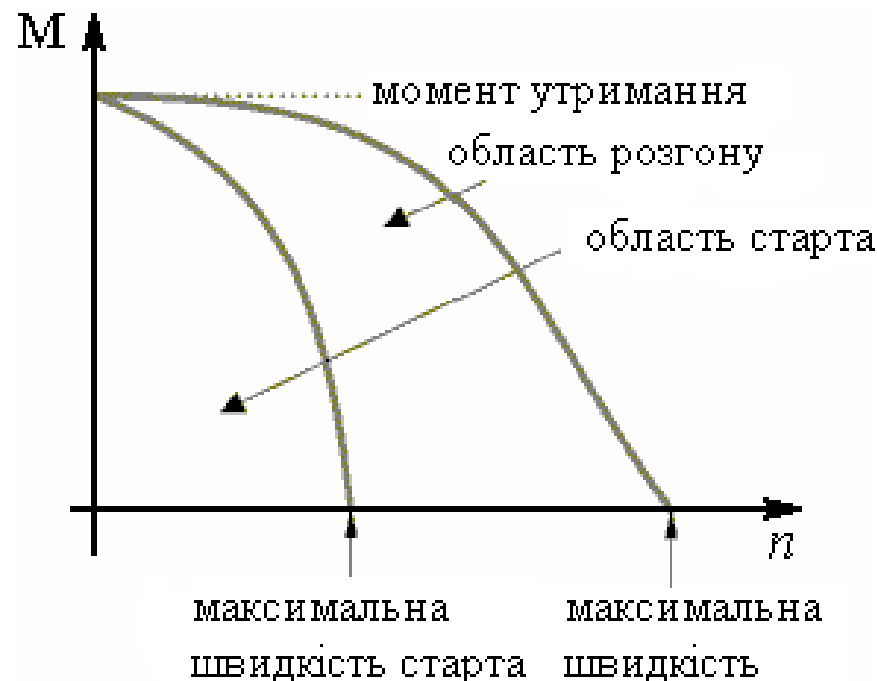
Тертя зменшує момент на валу та призводить до появи мертвих зон (рис. б):

$$d = \frac{4\alpha}{\pi} \arcsin\left(\frac{M_T}{M_h}\right)$$

де: d – ширина мертвої зони в радіанах; α – кут кроку в радіанах; M_T – момент тертя.

Мертві зони обмежують точність позиціонування.

Механічні характеристики КД



Як правило, для КД наводяться дві криві залежності моменту від швидкості обертання ротора n .

Внутрішня крива (крива старту, або pull-in curve) показує, при якому максимальному моменті тертя для даної швидкості можливий запуск КД. Ця крива перетинає вісь n в точці, що називається максимальною частотою старту або частотою прийомистості. Вона визначає максимальну швидкість, на якій ненавантажений двигун може зрушити.

Зовнішня крива (крива розгону, або pull-out curve) показує, при якому максимальному моменті тертя для даної швидкості кроковий двигун здатний підтримувати обертання без пропуску кроків. Ця крива перетинає вісь n в точці, що називається максимальною частотою розгону. Вона показує максимальну швидкість для даного двигуна без навантаження.

Резонанс КД

Ефект проявляється у вигляді раптового падіння моменту на певних швидкостях. Це призводить до пропуску кроку і втрати синхронізму. Ефект проявляється тоді коли частота кроків збігається із власною резонансною частотою ротора двигуна.

Систему ротор - магнітне поле - статор можна розглядати як пружний маятник, частота коливань якого залежить від моменту інерції ротора (і навантаження) і величини магнітного поля. Ця частота залежить від кута кроку і від відношення моменту утримання до моменту інерції ротора.

Більший момент утримання і менший момент інерції призводять до збільшення резонансної частоти, яка обчислюється за формулою:

$$F_0 = \frac{\sqrt{\frac{N \cdot M_H}{J_R + J_L}}}{4\pi}$$

де: J_R – момент інерції ротора, J_L – момент інерції навантаження; N – кількість повних обертів на оберт; F_0 – резонансна частота.

На практиці ефект резонансу призводить до труднощів при роботі на частоті, близькій до резонансної. Момент на частоті резонансу дорівнює нулю і без прийняття спеціальних заходів кроковий двигун не може при розгоні пройти резонансну частоту. Явище резонансу здатне істотно погіршити точність приводу.

Для боротьби з резонансом використовуються наступні методи:

- застосовуються еластичні матеріали при виконанні механічних муфт зв'язку з навантаженням.
- застосування в'язкого тертя (спеціальні демпфери)
- електричні методи боротьби з резонансом (замикаються обмотки, які на даному етапі не використовуються).
- алгоритм роботи драйвера.
- найефективнішим заходом для боротьби з резонансом є застосування мікрокрокового режиму.

Область застосування КД

1. Периферійні пристрої обчислювальних машин;
2. Верстати з числовим програмним управлінням;
3. Фрезерні станки;
4. Креслярські автомати,
що керуються лінійними двигунами;
1. Цифро-аналогові перетворювачі;
2. Побутова та промислова техніка;
3. Автомобільний транспорт (коректори кута випередження запалювання в автомобілях, паливні насоси);
4. Робототехніка, прилади точної механіки, сортувальні автомати, пристрої автоматичної подачі, дозатори;
5. Вимірювальна техніка;
6. Насоси
7. Банкомати, спектрометри,
світлотехнічне обладнання,
екваторіальні і азимутальні пристрої;



Електричні та механічні характеристики КД

1. Номінальний крутний момент;
2. Момент утримання;
3. Стопорний або гальмівний момент;
4. Номінальна напруга;
5. Номінальний струм;
6. Кут повного кроку;
7. Кількість повних кроків за один оберт валу;
8. Індуктивність обмотки;
9. Активний опір обмотки;
10. Момент інерції ротора;
11. Вага та довжина КД;
12. Опір ізоляції та клас ізоляції;

Асинхронні та каскадні БЕМ

Асинхронні БЕМ включають в себе найбільш розповсюджений клас ЕМПЕ – АД із КЗ ротором. Ці двигуни мають більш високу надійність в порівнянні з іншими представниками БЕМ та мають просту конструкцію. Застосовуються при високих температурах, вакуумі в агресивних середовищах, крім того в самих різних областях техніки – від потужних електроприводів транспортних установок до мініатюрних виконавчих механізмів систем керування.

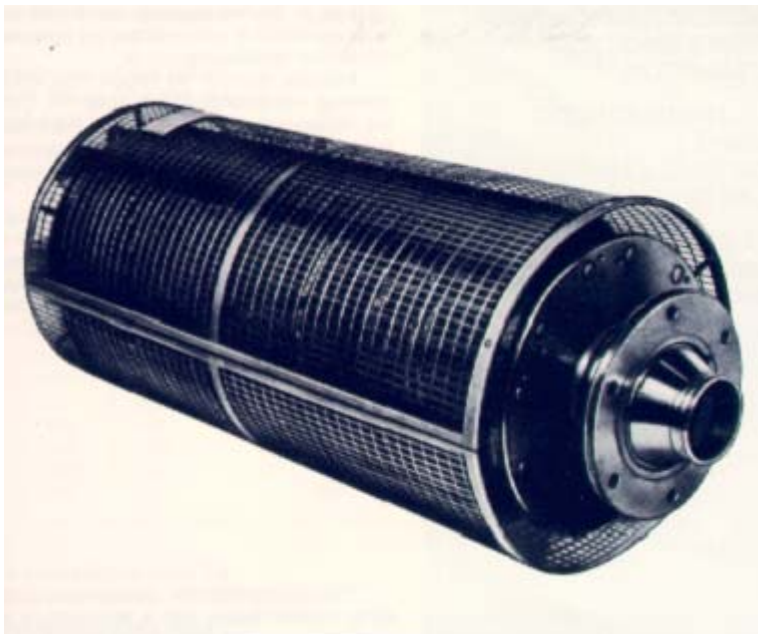
Трифазний АД було створено в 1889...1890 р. М.О. Доліво-Добровольським практично в тому вигляді, в якому він застосовується зараз.

АМ може використовуватись в режимі генератора в автономних енергоустановках. АГ дозволяє реалізовувати високі швидкості обертання ротора і відповідно високі вагогабаритні показники. Важливою перевагою АГ є легкість переходу від режиму генератора в режим двигуна, що дозволяє поєднувати функції стартера-генератора. Також, АГ відносно легко забезпечується паралельна робота, на відміну від СГ.

Недоліки АГ пов'язані із необхідністю застосування конденсаторного самозбудження в автономних енергоустановках та складністю стабілізації частоти та напруги.

Асинхронні БЕМ бувають...

1. АД з КЗ ротором.
2. АМ з рідкометалічним робочим тілом. В якості магнітогідродинамічних пристроїв із біжучим магнітним полем (асинхронні рідкометалічні насоси) Використовуються в металургії, автономній енергетиці, космічній техніці;



3. Лінійні АМ;
4. АМ із масивним ротором;
5. Каскадні БЕМ



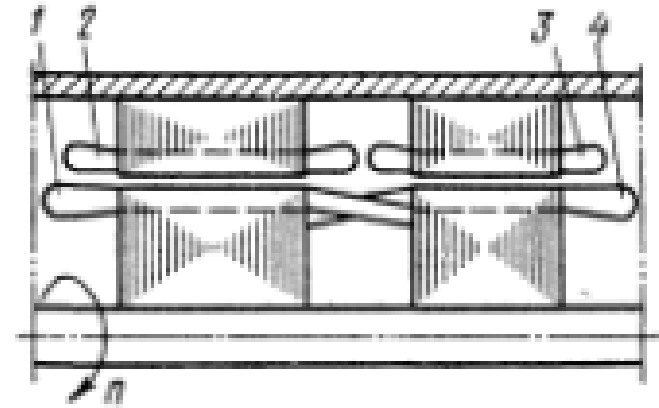
Каскадні БЕМ – це об'єднання на одному валу двох ЕМ із електрично зв'язаними обмотками роторів. Як правило, одна із машин, що входять до складу каскадної машини є асинхронною.

До складу каскадної БЕМ входить: 1, 4 – роторні обмотки, що замкнені одна на одну із перехрещуванням фаз. Статорна обмотка 2 першої машини вмикається в мережу, а статорна обмотка 3 другої машини – на регульований опір.

Це дозволяє покращити пускові та регульовальні характеристики.

Друга машина виконує роль безконтактного регульовального ланцюга, що змінює активний опір вторинного кола. Це дозволяє регулювати частоту обертання, збільшувати пусковий момент та змінювати нахил механічної характеристики.

Дані АМ характеризуються підвищеною кількістю пар полюсів, що важливо при розробці тихохідних АД.



Ескіз асинхронного каскадного ЕД